

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE LOSAS DE CIMENTACIÓN CON INTERACCIÓN
SUELO – ESTRUCTURA**

LEIXER RIVERO LONDOÑO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICOMECAICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
MAESTRIA EN GEOTECNIA
BUCARAMANGA
2017**

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE LOSAS DE CIMENTACIÓN CON INTERACCIÓN
SUELO – ESTRUCTURA**

LEIXER RIVERO LONDOÑO

Tesis para optar el título de Magíster en Geotecnia

Director
RICARDO ALFREDO CRUZ HERNANDEZ
Ingeniero Civil, Phd. en ciencias técnicas

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FISICOMECAICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
MAESTRÍA EN GEOTECNIA
BUCARAMANGA
2017

A mi esposa,
Alba Luz
A mis hijos,
Ibeth Karina,
David Ricardo

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece por su importante colaboración a:

Fredy Betin Hernández. Ingeniero Civil.

Carlos Ramos Argüelles. Ingeniero de Sistemas.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	16
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	17
1.1 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.1.1 Objetivo General.....	17
1.1.2 Objetivos Específicos.....	17
1.2 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.3 METODOLOGÍA	18
2. DESPLAZAMIENTOS VERTICALES DEL SUELO APLICANDO LA TEORÍA DE LA ELASTICIDAD.....	20
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
2.2 PROCEDIMIENTO.....	20
2.2.1 Discretización del suelo	20
2.2.2 Cálculo de los Esfuerzos Efectivos Verticales Iniciales	23
2.2.3 Cálculo de los esfuerzos efectivos horizontales iniciales.....	24
2.2.4 Incrementos de Esfuerzos.	24
2.2.5 Cálculo de los esfuerzos principales.....	30
2.2.6 Desplazamientos del suelo.....	32
3. MODELO MATEMÁTICO PARA LOSAS DE CIMENTACIÓN.....	33
3.1 INTRODUCCIÓN.....	33
3.2 ELEMENTO FINITO RECTANGULAR TIPO PLACA.....	33
3.3 PLANTEAMIENTO GENERAL DEL MÉTODO DE LA RIGIDEZ	42

3.4 TRANSMISIÓN DE CARGAS DE LA LOSA AL SUELO.....	44
4. PROGRAMA DE COMPUTADOR	49
4.1 ALCANCE DEL PROGRAMA	49
4.2 LIMITACIONES DEL PROGRAMA.....	50
4.3 ALGORITMO DEL PROGRAMA.....	51
4.4 ENTRADA DE DATOS	53
4.4.1 Variables Utilizadas en la Entrada de Datos.	53
4.4.2 Archivo Entrada de Datos	57
4.4.2.1 Ejemplo de aplicación para la elaboración de un archivo de datos.....	58
4.5 SALIDA DE DATOS.....	63
4.5.1 Variables Utilizadas en la salida de datos.....	64
4.5.2 Archivo de Salida de Datos:.....	66
4.6 MANUAL DEL USUARIO.....	72
4.6.1 Instalación del Programa:	72
4.6.2 Iniciación del Programa.....	75
4.6.3 Comandos del Programa	77
4.6.3.1 Archivos (1).....	78
4.6.3.2 Títulos (2).....	79
4.6.3.3 Entrada de Datos (3):.....	81
4.6.3.4 Análisis (4)	93
4.6.3.5 Diseño (5)	95
4.6.3.6 Salida de Datos (6)	95
4.6.3.7 Gráficos (7)	119

4.6.3.8 Ordenamiento (8)	119
4.6.4 Iconos del menú principal	121
5. EJEMPLOS DE APLICACIÓN	123
5.1 EJEMPLO 1	123
5.2 EJEMPLO 2	128
5.3 EJEMPLO 3	134
5.4 EJEMPLO 4	139
6. CONCLUSIONES	146
7. RECOMENDACIONES	148
8. FUTURAS INVESTIGACIONES	149
BIBLIOGRAFIA.....	150
ANEXOS	153

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Constantes elásticas para diferentes tipos de suelos modificadas de acuerdo con el U.S.Department of the Navy (1982) y Bowles (1988).....	22
Tabla 2. Superposición de rectángulos para el cálculo de los esfuerzos σ_x , σ_y y σ_z	28
Tabla 3. Superposición de rectángulos para cálculo de esfuerzos σ_x , σ_y , σ_z , τ_{xy} , τ_{xz} y τ_{yz}	30
Tabla 4. Valores de UNIL.....	53
Tabla 5. Valores de UNIF.	53
Tabla 6. Comandos y Menús desplegables del programa.	77
Tabla 7. Unidades de fuerza y longitud.....	80
Tabla 8. Capas de suelo ejemplo 1.....	123
Tabla 9. Cargas en las columnas del ejemplo 1.	125
Tabla 10. Comparación resultados del ejemplo 1 con SAP2000.	127
Tabla 11. Capas de suelo ejemplo 2.....	128
Tabla 12. Cargas en las columnas del ejemplo 2.	130
Tabla 13. Capas de suelo ejemplo 3.....	134
Tabla 14. Cargas en las columnas del ejemplo 3.	136
Tabla 15. Comparación resultados del ejemplo 2 con SAP2000.	138
Tabla 16. Capas de suelo ejemplo 4.....	139
Tabla 17. Comparación resultados del ejemplo 4 con SAP2000.	144

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Discretización de las capas.	21
Figura 2. Incrementos de esfuerzos bajo la esquina de un área rectangular uniformemente cargada.	25
Figura 3. Posiciones de un punto con relación a un área rectangular cargada.	26
Figura 4. Signos de los esfuerzos.	29
Figura 5. Elemento rectangular MZC.	34
Figura 6. Placa rectangular formada por 4 elementos y 9 nodos.	46
Figura 7. Diagrama de flujo del programa.	52
Figura 8. Signos de las cargas.	55
Figura 9. Ubicación de los nodos en los elementos.	56
Figura 10. Numeración nodos y elementos ejemplo.	59
Figura 0-2 Cargas en la placa del proyecto ejemplo.	60
Figura 12 Ubicación de las áreas de acero.	65
Figura 13. Caja de dialogo de abrir.	78
Figura 14. Caja de Diálogo de guardar como.	79
Figura 15. Caja de diálogo de títulos.	80
Figura 16. Caja de diálogo de nodos.	81
Figura 17. Caja de diálogo generación adicionar elementos.	83
Figura 18. Cuadrícula de generación automática de nodos y elementos.	84
Figura 19. Caja de diálogo generación automática de elementos.	85
Figura 20. Caja de diálogo ampliada de generación automática al seleccionar espacios X y Y.	85
Figura 21. Segunda ampliación de generación automática.	86
Figura 22. Caja de diálogo estructura superior.	87
Figura 23. Caja de diálogo matriz de rigidez de la estructura superior.	87
Figura 24. Caja de diálogo cargas.	88
Figura 25. Signos de P_z , M_x y M_y	89
Figura 26. Caja de diálogo suelo.	90
Figura 27. Caja de diálogo materiales.	91
Figura 28. Caja de diálogo de datos para el diseño.	92
Figura 29. Cuadro informativo de errores detectados en los datos de entrada.	93
Figura 30. Cuadro de terminación de análisis.	95
Figura 31. Cuadro de terminación del diseño.	95
Figura 32. Caja de diálogo salida de datos por pantalla.	96
Figura 33. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, datos generales y materiales.	98
Figura 34. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, nodos y cargas.	99
Figura 35. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, elementos y espesores.	100
Figura 36. Caja de diálogo salida de datos por pantalla estructura superior.	101

Figura 37. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, suelo.....	102
Figura 38. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, reacciones, esfuerzos del suelo y módulos de los resortes.....	103
Figura 39. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, desplazamientos nodales.....	104
Figura 40. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, fuerzas internas en los elementos.....	105
Figura 41. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, fuerzas internas en los nodos conectados a la estructura superior.....	106
Figura 42. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, áreas de refuerzo en los elementos.....	107
Figura 43. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, envolvente áreas de refuerzo en los nodos.....	108
Figura 44. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, esfuerzos efectivos iniciales.....	109
Figura 45. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, esfuerzos σ_{xx}	110
Figura 46. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, esfuerzos σ_{yy}	111
Figura 47. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, esfuerzos σ_{zz}	112
Figura 48. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, esfuerzos σ_{xy}	113
Figura 49. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, esfuerzos σ_{xz}	114
Figura 50. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, esfuerzos σ_{yz}	115
Figura 51. Esfuerzos mayores.....	116
Figura 52. Esfuerzos menores.....	117
Figura 53. Caja de diálogo salida de datos por impresora.....	118
Figura 54. Caja de diálogo gráficos.....	119
Figura 55. Ordenamiento del tipo x-y.....	120
Figura 56. Ordenamiento del tipo y-x.....	121
Figura 57. Esquema columnas y placa del ejemplo 1.....	124
Figura 58. Modelo del ejemplo 1.....	125
Figura 59. Esquema de columnas y placas del ejemplo 2.....	129
Figura 60. Modelo del ejemplo 2.....	131
Figura 61. Comparación resultados del ejemplo 2 con SAP2000.....	133
Figura 62. Esquema columnas y placas del ejemplo 3.....	135
Figura 63. Esquema en tres dimensiones del ejemplo 3.....	136
Figura 64. Modelo del ejemplo 2.....	137
Figura 65. Esquema columnas y placas del ejemplo 4.....	140
Figura 66. Esquema de columnas y placas del ejemplo 4.....	141
Figura 67. Modelo del ejemplo 4.....	142

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. EJEMPLO 1 ARCHIVO DE DATOS DE ENTRADA DEL EJEMPLO 1.....	153
ANEXO B EJEMPLO 2 ARCHIVO DE DATOS DE ENTRADA DEL EJEMPLO 2.....	175
ANEXO C. ARCHIVO DE DATOS DE SALIDA DEL EJEMPLO 3.....	200
ANEXO D. EJEMPLO 4 ARCHIVO DE DATOS DE ENTRADA DEL EJEMPLO 4.....	211

RESUMEN

TITULO: ANÁLISIS Y DISEÑO DE LOSAS DE CIMENTACIÓN CON INTERACCIÓN SUELO – ESTRUCTURA*

AUTOR: LEIXER ALFONSO RIVERO LONDOÑO**

PALABRAS CLAVES: Suelo, estructura, interacción.

DESCRIPCION:

Se plantea una metodología para analizar y diseñar placas de cimentación, utilizando la interacción entre el suelo y la estructura. El suelo se modela en capas, como un material elástico, la placa de cimentación se modela con elementos finitos, utilizando el elemento de placa denominado MZC. Se ensamblan las matrices de rigidez de la estructura y el suelo, planteando la compatibilidad de las deformaciones verticales, finalmente se elaboró un software que permite calcular las deformaciones y esfuerzos en la placa y el suelo. También permite calcular las áreas de refuerzo en las placas.

En el capítulo 1 se hizo una breve introducción al tema, en el capítulo 2 se explica el cálculo de los desplazamientos verticales del suelo aplicando la teoría de la elasticidad, en el capítulo 3 se plantea un modelo para la losa de cimentación, en el capítulo 4, se presenta el manual del software, en el capítulo 5 se presentan unos ejemplos de aplicación en los que se hace una comparación con los resultados obtenidos mediante Sap2000, en el capítulo 6 se presentan las conclusiones, destacando el cumplimiento de los objetivos y en el capítulo 7 se hacen algunas recomendaciones.

Como conclusión del trabajo se obtuvo un procedimiento para el análisis y diseño de losas de cimentación con unas bases teóricas adecuadas, los resultados obtenidos con el software, en cuanto a deformaciones y esfuerzos coinciden en gran medida con los resultados del Sap2000. Para futuras investigaciones se recomienda el mejoramiento del software mediante la inclusión de nuevos elementos finitos y nuevos modelos del suelo, así como el mejoramiento de la entrada de datos.

* Proyecto de grado.

** Facultad de Ingenierías fisicomecánica, Escuela Ingeniería Civil, Maestría en Geotécnia, Asesor: Ricardo Alfredo Cruz Hernández.

ABSTRACT

TITLE: ANÁLISIS Y DISEÑO DE LOSAS DE CIMENTACIÓN CON INTERACCIÓN SUELO – ESTRUCTURA*

AUTHOR: LEIXER ALFONSO RIVERO LONDOÑO**

PALABRAS CLAVES: Soil, structure, interaction.

DESCRIPTION:

It considers a methodology that work for analyzing and designing of foundation plate, utilizing the interaction between soil and the structure. The soil is modeled in layers, like a elastic material, the foundation plate is modeled like a finite element, utilizing the element of plate called MZC. It assembles the matrices of stiffness of the structure and the soil, considering the compatibility of the vertical deformations. Finally it is made a software that allow to calculate the deformations and effort upon the plate and soil, also it allows to calculate the area of reinforcement in the plates.

In the chapter 1 it made a short introduction about the topic, in the chapter 2, it explains the calculation of the vertical movements of the soil applying the theory of the elasticity, in the chapter 3, it considers a model for the foundation slab, in the chapter 4, it introduces the manual of the software, in the chapter 5, it is presented some exercises about application in which it compares with the results obtained through Sap2000, in the chapter 6, it introduces the conclusions, emphasizing the accordance of the objectives, in the chapter 7, it makes recommendations.

As conclusion of the project it obtained a process for the analysis and design of foundation slab with right theoretical bases, the results obtained with the software, in respect of deformations and efforts it coincides largely with the results through Sap2000. For future researches it recommends the improvement the software through the inclusion of new finite elements and new models of the soil, such as the improvement of the data entry.

* Graduation project

** Faculty of Engineering Physical Mechanical. School of Civil Engineering, Master in Geotechnics, Adviser: Ricardo Alfredo Cruz Hernández.

INTRODUCCIÓN

El análisis y diseño de las losas de cimentación, tradicionalmente ha presentado dificultades a los Ingenieros. Esto es debido a una serie de aspectos importantes, entre los cuales se mencionan los siguientes:

1. Definir un modelo matemático con el que se pueda representar la losa misma.
2. Determinar un modelo matemático con el que se pueda representar el suelo.
3. Plantear la interacción entre la superestructura, la losa y el suelo subyacente, de tal forma que se cumpla la compatibilidad entre las deformaciones.

Un modelo matemático para las losas de cimentación debe considerar la naturaleza bidireccional de los esfuerzos. En la actualidad existen muchos métodos de análisis que reflejan esta naturaleza. Es importante mencionar el método de los elementos finitos, en el que se divide un medio continuo en una serie de elementos de dimensiones definidas, describiendo el comportamiento del elemento, por medio de ecuaciones constitutivas. Estos elementos se conectan en los nodos, en donde al aplicar el principio de equilibrio se obtiene un conjunto de ecuaciones simultáneas, que conlleva a una solución.

En lo que respecta al suelo, su modelación es de un mayor grado de complejidad, ya que sus propiedades físicas no permanecen constantes; sin embargo, los métodos de análisis usados para predecir el comportamiento del suelo han tenido un desarrollo sostenido, pasando por métodos elementales, a los métodos avanzados basados en el modelo elástico y finalmente a los métodos de alta tecnología, que permiten simular en forma más precisa las relaciones esfuerzo - deformación de los suelos, dependiendo del proceso de carga a que se someten y teniendo en cuenta la variación de los módulos.

En la presente investigación, se combinan una herramienta como los elementos finitos para la solución de la losa, con un tratamiento elástico, simplificado y tridimensional del suelo, en donde los parámetros más importantes son el módulo de elasticidad y la relación de Poisson.

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1 Objetivo General El objetivo general de este proyecto, es el de crear una metodología para el análisis de losas de cimentación sometidas a cargas verticales y apoyadas en suelos blandos.

1.1.2 Objetivos Específicos Los objetivos específicos del proyecto serán los siguientes:

- Establecer la metodología, la cual se describe en el numeral 1.3.
- Elaborar un software para calcular fuerzas, esfuerzos y deformaciones en la placa de cimentación y el suelo.
- Validar el software.

1.2 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

El alcance de la investigación se resume en los siguientes puntos:

1. Se definió un modelo matemático para la losa, basado en la teoría de los elementos finitos, ésta, se modeló utilizando elementos rectangulares tipo MZC (originalmente desarrollado por MELOSH, ZENKIEWICZ y CHEUNG).
2. El suelo se modeló mediante una simplificación de la teoría elástica, evaluando los incrementos de esfuerzos en el suelo con la formulación realizada por HOLL en 1940.
3. No se estudió el fenómeno de plastificación del suelo, considerándolo homogéneo e isotrópico.
4. No se consideró el efecto de las presiones de poros del suelo, se trabajó en condiciones drenadas.

5. La interacción suelo – estructura se planteó como un sistema acoplado en donde existe compatibilidad entre los desplazamientos verticales del suelo y la estructura en todos los nodos.
6. Los resultados de los puntos anteriores se combinaron en un software, con el cual se puede calcular mediante un proceso matricial, en cada uno de los nodos de la losa, lo siguiente:
 - Cortante vertical y momentos en los ejes X y Y.
 - Desplazamientos verticales y giros en las direcciones X y Y.
 - Áreas de acero a flexión, por unidad de longitud, en la losa y en las direcciones X y Y, calculadas con el método de la rotura.

También se puede calcular con el programa el tensor de esfuerzos, los esfuerzos principales para cada una de las capas del suelo, bajo cada uno de los nodos de la estructura

1.3 METODOLOGÍA

Los puntos de la investigación, presentados en el numeral anterior, tuvieron su desarrollo metodológico de la siguiente forma:

1. Se hizo un estudio bibliográfico sobre el tema.
2. Se definió un procedimiento para el análisis de losas de cimentación, apoyadas en suelos blandos, mediante los siguientes pasos:
 - La losa se modeló por medio de elementos finitos rectangulares de losa plana, que tienen tres grados de libertad por nodo (un desplazamiento vertical W_z y dos giros en los ejes horizontales θ_x y θ_y), éstos elementos transmiten al suelo cargas verticales puntuales en cada nodo, que se reemplazan posteriormente por cargas distribuidas bajo cada elemento.
 - El suelo se modeló en capas horizontales identificadas por su altura, peso unitario y parámetros tales como el módulo de elasticidad, relación de Poisson y el coeficiente de presión lateral en reposo.
 - Para analizar la losa, se usó un proceso matricial en el que se garantizó el equilibrio y la compatibilidad de la estructura y el suelo.
3. Basados en el procedimiento planteado en el punto dos, se elaboró, un software, el cual tiene las siguientes características:
 - Toda la programación se hizo en lenguaje Visual Basic.
 - Se pueden modelar losas mediante elementos finitos rectangulares del tipo MZC donde, cada elemento posee tres grados de libertad por nodo.

- El programa proporciona los valores de los módulos de reacción del suelo bajo cada nodo de la placa.
- El programa calcula esfuerzos y desplazamientos en la losa y el suelo.
- El programa da las áreas de refuerzo a flexión, en las dos direcciones, de acuerdo con las recomendaciones del NSR 10.
- La calidad de algunos resultados parciales obtenidos por el programa se comprobó mediante la comparación con los resultados obtenidos con una versión educativa del SAP-2000.

2. DESPLAZAMIENTOS VERTICALES DEL SUELO APLICANDO LA TEORÍA DE LA ELASTICIDAD.

En este capítulo se explica una de las aplicaciones más interesantes del modelo elástico en el cálculo de los desplazamientos del suelo, que en el caso de las cimentaciones es de gran importancia. Para hacer éstas predicciones hay que tener en cuenta que los módulos de deformación no dependen del estado inicial de esfuerzos y de la posterior trayectoria de esfuerzos.

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema planteado en el presente capítulo es el siguiente:

Se tiene un área de suelo dividida en rectángulos de dimensiones conocidas, con una carga distribuida W aplicada en cada uno de esos rectángulos.

El suelo bajo el área cargada se ha discretizado en estratos de diferentes espesores. A cada uno de estos estratos se les conoce los parámetros elásticos, tales como, el módulo de elasticidad, relación de Poisson y coeficiente de presión lateral en reposo; también se conoce su peso unitario y la posición del nivel freático en el suelo. Se desea saber cuál es el desplazamiento vertical del suelo en cada uno de los vértices de los rectángulos. En este trabajo no se tendrá en cuenta la eventual plastificación del suelo en algunos puntos, debido al efecto arco.

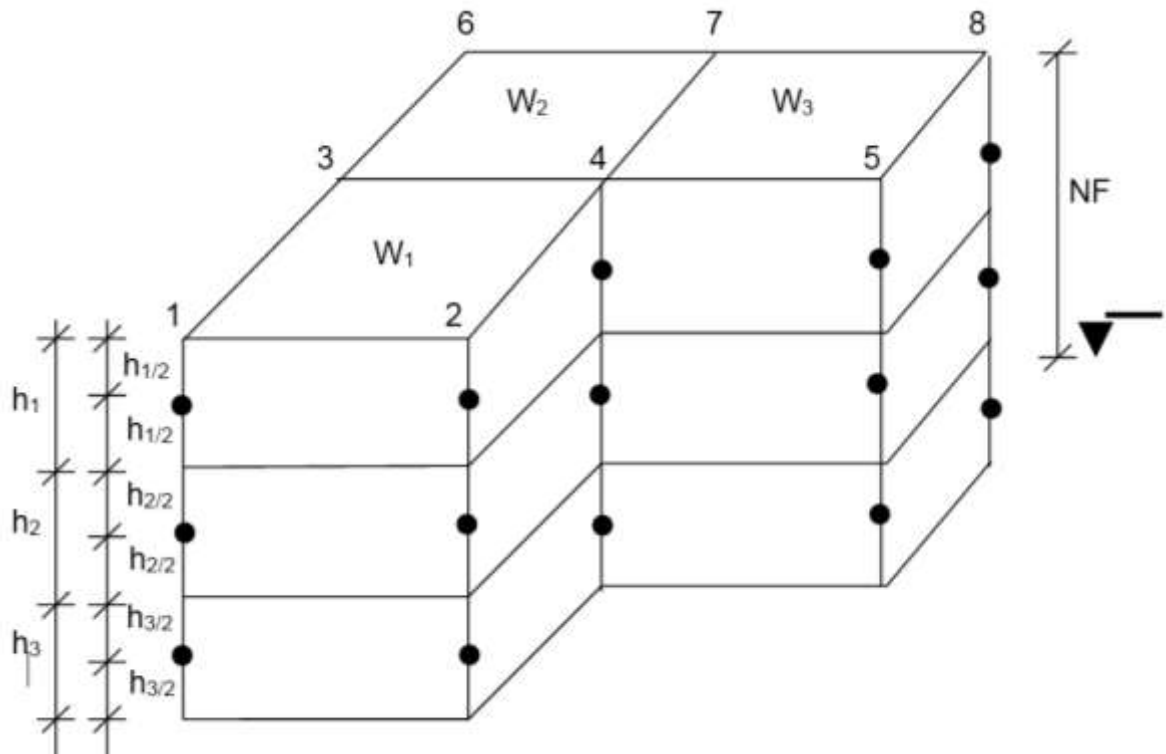
Es evidente que la interacción entre la placa y el suelo tiene una relación directa con los desplazamientos finales suelo estructura, pero por lo pronto solo se calcularán los desplazamientos del suelo, como si no hubiese placa sobre él.

2.2 PROCEDIMIENTO

2.2.1 Discretización del suelo El suelo se discretiza dividiéndose en capas, a cada una de estas se le localiza el punto central directamente bajo cada nodo. Nótese en la Figura 2-1, que el área cargada consta de 3 rectángulos con cargas uniformemente distribuidas W_1 , W_2 y W_3 respectivamente y que los puntos centrales de cada capa se encuentran a la mitad de la altura de la respectiva capa.

Es decir, se va a suponer que los esfuerzos en el punto central de cada capa representan un buen promedio de la distribución de esfuerzos en esa capa.

Figura 1. Discretización de las capas.



Los parámetros conocidos para cada capa son los siguientes:

E : Modulo de elasticidad del suelo,

ν : Relación de Poisson,

K_0 : coeficiente de presión lateral de tierra en reposo.

A continuación se presentan algunos de los valores típicos del módulo de elasticidad y la relación de Poisson para diferentes tipos de suelo:

Tabla 1. Constantes elásticas para diferentes tipos de suelos modificadas de acuerdo con el U.S.Department of the Navy (1982) y Bowles (1988).

Tipo de Suelo	Rango de valores típicos	Coeficiente de Poisson, ν (adimensional)	Estimación de E_s a partir de N	
	Módulo de Young, E_s (MPa)		Tipo de suelo	E_s (MPa)
Arcilla:				
Blanda sensible	2,4 - 15	0,4 - 0,5 (no drenada)	Limos, limos arenosos, mezclas levemente cohesivas Arenas limpias finas a medias y arenas levemente limosas Arenas gruesas y arenas con poca grava Grava arenosa y gravas	0,4 N_1
Medianamente rígida a rígida	15 - 50			0,7 N_1
Muy rígida	50 - 100			1,0 N_1
				1,1 N_1
Loes	15 - 60	0,1 - 0,3	Grava arenosa y gravas	1,1 N_1
Limo	2 - 20	0,3 - 0,35		
Arena fina:			Estimación de E_s a partir de S_u	
Suelta	7,5 - 10	0,25	Arcilla blanda sensible Arcilla medianamente rígida a rígida Arcilla muy rígida	400 S_u - 1000 S_u
Medianamente densa	10 - 20			1500 S_u - 2400 S_u
Densa	20 - 25			3000 S_u - 4000 S_u
Arena:				
Suelta	10 - 25	0,20 - 0,35		
Medianamente densa	25 - 50	0,30 - 0,40		
Densa	50 - 75			
Grava:			Estimación de E_s a partir de q_c	
Suelta	25 - 75	0,2 - 0,35	Suelos arenosos	4 q_c
Medianamente densa	75 - 100	0,3 - 0,4		
Densa	100 - 200			

Los valores para el coeficiente de presión de tierra en reposo varían entre 0.5 y 1 con valores mayores para arcillas fuertemente preconsolidadas.

Para suelos de grano grueso, el coeficiente de presión de tierra en reposo se estima por la relación empírica (Jaki, 1944)

$$K_0 = 1 - \text{Sen} \varnothing$$

Donde \varnothing = ángulo de fricción efectiva. Para suelos de grano fino, normalmente consolidados, Massarsch (1979) sugirió la siguiente ecuación para K_0 :

$$K_0 = 0.44 + 0.42 * \left(\frac{IP(\%)}{100} \right)$$

Para arcillas preconsolidadas, el coeficiente de presión de tierra en reposo se aproxima por

$$K_{0(\text{preconsolidada})} = K_{0(\text{normalmente consolidada})} * \sqrt{OCR}$$

Donde OCR = tasa de preconsolidación. La tasa de preconsolidación se define como

$$OCR = \frac{\text{presión de preconsolidación}}{\text{presión de sobrecarga efectiva presente}}$$

2.2.2 Cálculo de los Esfuerzos Efectivos Verticales Iniciales Los esfuerzos efectivos verticales iniciales se calculan en el punto central de cada capa. En condiciones geostáticas los esfuerzos son iguales a la misma profundidad.

Siendo:

Z_i = Profundidad del punto medio de la capa i

h_i = Altura de la capa i

NF = Profundidad del nivel freático.

γ_{si} = Peso unitario del suelo en la capa i

γ_w = Peso unitario del agua

σ_{vo} = Esfuerzo efectivo vertical inicial.

La profundidad en el punto medio de cada capa es:

$$Z_i = \begin{cases} \frac{h_i}{2} & (\text{para la primera capa}) \\ \sum_1^{i-1} h_i + \left(\frac{h_i}{2}\right) & (\text{para otras capas}) \end{cases}$$

El esfuerzo vertical efectivo para diferentes posiciones del nivel freático es:

Si $Z_i \leq NF$

$$\sigma_{vo} = \begin{cases} \gamma_{si} Z_i (\text{para la primera capa}) \\ \sum_1^{i-1} \gamma_{si} h_i + \left(\frac{\gamma_{si} h_i}{2}\right) (\text{tras capas}) \end{cases}$$

Si $Z_i > NF$

$$\sigma_{vo} = \begin{cases} \gamma_{si} Z_i - \gamma_w (Z_i - NF) (\text{para la primera capa}) \\ \sum_1^{i-1} \gamma_{si} h_i + \left(\frac{\gamma_{si} h_i}{2}\right) - \gamma_w (Z_i - NF) (\text{tras capas}) \end{cases}$$

2.2.3 Cálculo de los esfuerzos efectivos horizontales iniciales. Para evaluar la magnitud de los esfuerzos efectivos horizontales iniciales, se supone que no existen deformaciones laterales en el terreno; por tanto, el esfuerzo horizontal en un punto será el esfuerzo vertical correspondiente multiplicado por el coeficiente de presión lateral en reposo K_o , luego el problema se reduce a calcular el valor de K_o . Es importante recalcar el hecho de que como los esfuerzos efectivos verticales iniciales son iguales en cualquier plano horizontal, solo se hace un cálculo por capa.

2.2.4 Incrementos de Esfuerzos. Se entiende por incremento de esfuerzos el valor en que se aumentan todos los componentes del tensor de esfuerzos en el suelo debido a las cargas w_1, w_2, w_3, \dots

Para calcular éstos incrementos se parte de la formulación realizada por Holl en 1940 que sirve para calcular los incrementos de esfuerzos en un semiespacio elástico lineal homogéneo e isotrópico, producidos bajo una esquina de un área rectangular uniformemente cargada y a una profundidad Z (Figura 2-2), los valores del tensor de esfuerzos son:

$$\Delta\sigma_x = \frac{W}{2\pi} \left(A_{TN} \frac{l * b}{Z * R_3} - \frac{l * b * Z}{R_1^2 * R_3} \right)$$

$$\Delta\sigma_y = \frac{W}{2\pi} \left(A_{TN} \frac{l * b}{Z * R_3} - \frac{l * b * Z}{R_2^2 * R_3} \right)$$

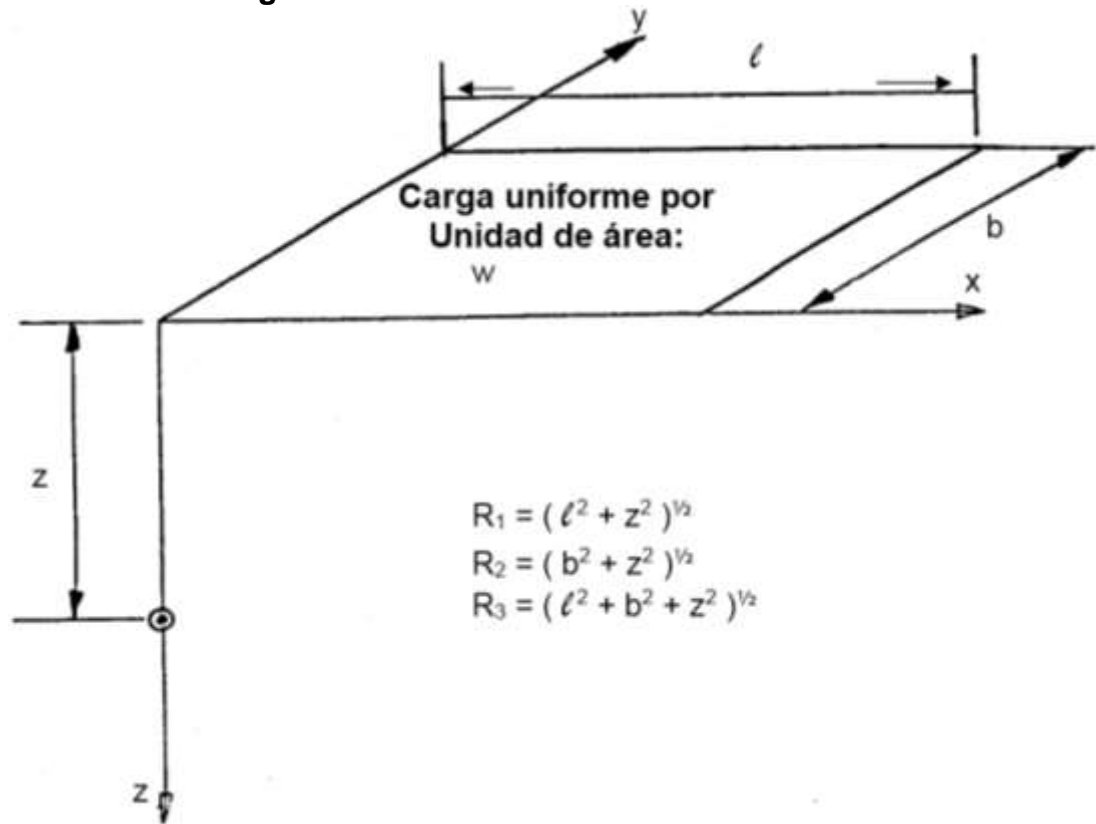
$$\Delta\sigma_z = \frac{W}{2\pi} \left(A_{TN} \frac{l * b}{Z * R_3} + \frac{l * b * Z}{R^3} \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_2^2} \right) \right)$$

$$\Delta\tau_{xz} = \frac{W}{2\pi} \left(\frac{b}{R_2} - \frac{Z^2 * b}{R_1^2 * R_3} \right)$$

$$\Delta\tau_{yz} = \frac{W}{2\pi} \left(\frac{l}{R_1} - \frac{Z^2 * l}{R_2^2 * R_3} \right)$$

$$\Delta\tau_{xy} = \frac{W}{2\pi} \left(1 + \frac{Z}{R_3} - Z * \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \right)$$

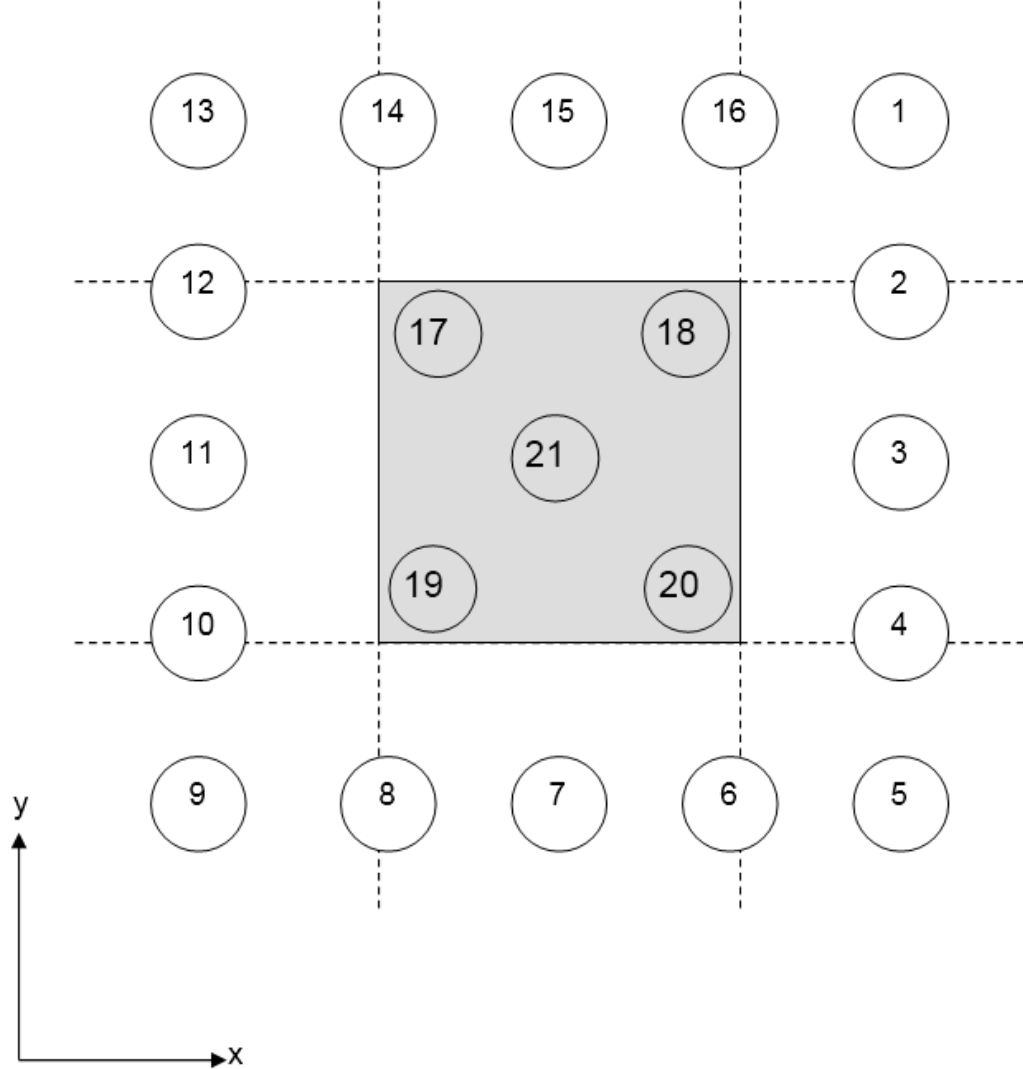
Figura 2. Incrementos de esfuerzos bajo la esquina de un área rectangular uniformemente cargada.



Para el cálculo de R_1 , R_2 y R_3 , l es la dimensión mayor y b es la dimensión menor.

Para poder calcular los incrementos de esfuerzos en otros puntos diferentes a los que están bajo la esquina del área cargada, recurrimos al principio de superposición, donde el punto bajo el cual se quieren calcular los incrementos de esfuerzos puede estar ubicado en cualquiera de las 21 posiciones mostradas en la Figura 2-3.

Figura 3. Posiciones de un punto con relación a un área rectangular cargada.



Es evidente que si se quieren calcular los esfuerzos en cualquiera de las posiciones que muestra la Figura 2-3, en todas se puede hacer mediante una conveniente combinación de áreas. La Tabla 2-2 resume como se combinan éstas áreas para poder calcular los esfuerzos mediante el principio de superposición.

En la Tabla 2-2:

- x_1, y_1 : Coordenadas de la esquina inferior izquierda del área rectangular cargada.
- x_3, y_3 : Coordenadas de la esquina superior derecha del área rectangular cargada.
- x_5, y_5 : Coordenadas del punto bajo el cual se quieren calcular los esfuerzos.

l_i b_i : Dimensiones longitud y altura del rectángulo del área A_i .

Lógicamente los datos que aparecen en la Tabla 2-2 sólo sirven para el cálculo de los esfuerzos normales σ_x , σ_y , σ_z , toda vez que los signos de estos esfuerzos son siempre positivos, mas no se pueden emplear para el cálculo de τ_{xy} , τ_{xz} y τ_{yz} , ya que los signos de estos esfuerzos dependen de la posición relativa del punto donde se quiere calcular los esfuerzos con respecto al centro del área cargada.

La Figura 2-4 muestra como son éstos signos.

Si se tienen en cuenta los signos indicados en la Figura 2-4 nos queda que existen unos signos para los esfuerzos normales y otros para los cortantes, la Tabla 2-3 muestra como son estos signos.

Para calcular los incrementos de todos los esfuerzos en los puntos centrales de cada capa, se deben superponer los efectos de cada una de las cargas w_i , finalmente se obtiene el siguiente tensor de esfuerzos en cada punto.

$$\overline{\Delta\sigma} = \begin{bmatrix} \Delta\sigma_x & \Delta\tau_{xy} & \Delta\tau_{xz} \\ \Delta\tau_{xy} & \Delta\sigma_y & \Delta\tau_{yz} \\ \Delta\tau_{xz} & \Delta\tau_{yz} & \Delta\sigma_z \end{bmatrix}$$

El hecho de utilizar las fórmulas de Holl para el cálculo de los incrementos de esfuerzos, implica que el suelo debe ser muy homogéneo, por tanto no deben existir diferencias importantes entre las capas en la cual se divide el suelo.

Tabla 2. Superposición de rectángulos para el cálculo de los esfuerzos σ_x , σ_y y σ_z

POSICION	A ₁		A ₂		A ₃		A ₄		COMBINACION
	l_1	b_1	l_2	b_2	l_3	b_3	l_4	b_4	
1	$x_5 - x_1$	$y_5 - y_1$	$x_5 - x_3$	$y_5 - y_1$	$x_5 - x_1$	$y_5 - y_3$	$x_5 - x_3$	$y_5 - y_1$	$A_1 + A_2 - A_3 - A_4$
2	$x_5 - x_1$	$y_5 - y_1$	$x_5 - x_3$	$y_5 - y_1$					$A_1 - A_2$
3	$x_5 - x_1$	$y_3 - y_5$	$x_5 - x_1$	$y_5 - y_1$	$x_5 - x_3$	$y_3 - y_5$	$x_5 - x_3$	$y_5 - y_1$	$A_1 + A_2 - A_3 - A_4$
4	$x_5 - x_1$	$y_3 - y_5$	$x_5 - x_3$	$y_3 - y_5$					$A_1 - A_2$
5	$x_5 - x_1$	$y_3 - y_5$	$x_5 - x_3$	$y_1 - y_5$	$x_5 - x_1$	$y_1 - y_5$	$x_5 - x_3$	$y_3 - y_5$	$A_1 + A_2 - A_3 - A_4$
6	$x_5 - x_1$	$y_3 - y_5$	$x_5 - x_1$	$y_1 - y_5$					$A_1 - A_2$
7	$x_5 - x_1$	$y_3 - y_5$	$x_3 - x_5$	$y_3 - y_5$	$x_5 - x_1$	$y_1 - y_5$	$x_3 - x_5$	$y_1 - y_5$	$A_1 + A_2 - A_3 - A_4$
8	$x_3 - x_5$	$y_3 - y_5$	$x_3 - x_5$	$y_1 - y_5$					$A_1 - A_2$
9	$x_3 - x_5$	$y_3 - y_5$	$x_1 - x_5$	$y_1 - y_5$	$x_3 - x_5$	$y_1 - y_5$	$x_1 - x_5$	$y_3 - y_5$	$A_1 + A_2 - A_3 - A_4$
10	$x_3 - x_5$	$y_3 - y_5$	$x_1 - x_5$	$y_3 - y_1$					$A_1 - A_2$
11	$x_3 - x_5$	$y_3 - y_5$	$x_3 - x_5$	$y_5 - y_1$	$x_1 - x_5$	$y_3 - y_5$	$x_1 - x_5$	$y_5 - y_1$	$A_1 + A_2 - A_3 - A_4$
12	$x_3 - x_5$	$y_5 - y_1$	$x_1 - x_5$	$y_5 - y_1$					$A_1 - A_2$
13	$x_3 - x_5$	$y_5 - y_1$	$x_1 - x_5$	$y_5 - y_3$	$x_3 - x_5$	$y_5 - y_3$	$x_1 - x_5$	$y_5 - y_1$	$A_1 + A_2 - A_3 - A_4$
14	$x_3 - x_5$	$y_5 - y_1$	$x_3 - x_5$	$y_5 - y_3$					$A_1 - A_2$
15	$x_5 - x_1$	$y_5 - y_1$	$x_3 - x_5$	$y_5 - y_1$	$x_5 - x_1$	$y_5 - y_3$	$x_3 - x_5$	$y_5 - y_3$	$A_1 + A_2 - A_3 - A_4$
16	$x_5 - x_1$	$y_5 - y_1$	$x_5 - x_1$	$y_5 - y_3$					$A_1 - A_2$
17	$x_3 - x_1$	$y_3 - y_1$							A_1
18	$x_3 - x_1$	$y_3 - y_1$							A_1
19	$x_3 - x_1$	$y_3 - y_1$							A_1
20	$x_3 - x_1$	$y_3 - y_1$							A_1
21	$x_5 - x_1$	$y_3 - y_5$	$x_3 - x_5$	$y_3 - y_5$	$x_5 - x_1$	$y_3 - y_1$	$x_3 - x_5$	$y_5 - y_1$	$A_1 + A_2 + A_3 + A_4$

Figura 4. Signos de los esfuerzos.

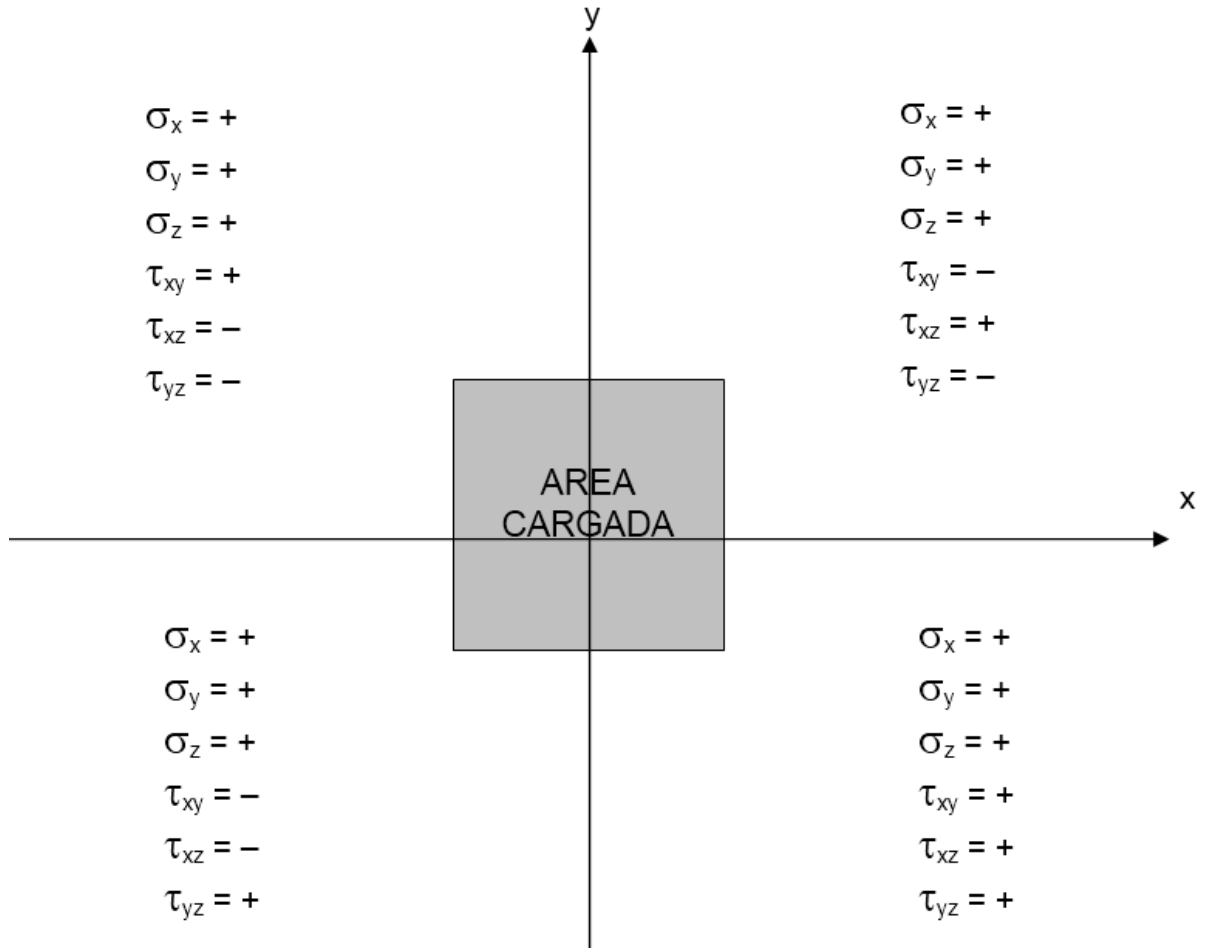


Tabla 3. Superposición de rectángulos para cálculo de esfuerzos σ_x , σ_y , σ_z , τ_{xy} , τ_{xz} y τ_{yz} .

POSICION	Combinación de áreas para calcular σ_x , σ_y y σ_z .	Combinación de áreas para calcular τ_{xy} .	Combinación de áreas para calcular τ_{xz} .	Combinación de áreas para calcular τ_{yz} .
1	$A_1+A_2-A_3-A_4$	0	$A_1+A_2-A_3-A_4$	0
2	$A_1 - A_2$	0	$A_1 - A_2$	0
3	$A_1+A_2-A_3-A_4$	$A_1-A_2-A_3+A_4$	$A_1+A_2-A_3-A_4$	$A_1-A_2-A_3+A_4$
4	$A_1 - A_2$	$A_1 - A_2$	$A_1 - A_2$	$A_1 - A_2$
5	$A_1+A_2-A_3-A_4$	$A_1+A_2-A_3-A_4$	$A_1+A_2-A_3-A_4$	$A_1+A_2-A_3-A_4$
6	$A_1 - A_2$	$A_1 - A_2$	$A_1 - A_2$	$A_1 - A_2$
7	$A_1+A_2-A_3-A_4$	$A_1-A_2-A_3+A_4$	$A_1-A_2-A_3+A_4$	$A_1+A_2-A_3-A_4$
8	$A_1 - A_2$	0	0	$A_1 - A_2$
9	$A_1+A_2-A_3-A_4$	0	0	$A_1+A_2-A_3-A_4$
10	$A_1 - A_2$	0	0	$A_1 - A_2$
11	$A_1+A_2-A_3-A_4$	0	0	$A_1-A_2-A_3+A_4$
12	$A_1 - A_2$	$A_1 - A_2$	0	0
13	$A_1+A_2-A_3-A_4$	$A_1+A_2-A_3-A_4$	0	0
14	$A_1 - A_2$	$A_1 - A_2$	0	0
15	$A_1+A_2-A_3-A_4$	0	$A_1-A_2-A_3+A_4$	0
16	$A_1 - A_2$	$-A_1 - A_2$	$A_1 - A_2$	0
17	A_1	A_1	0	0
18	A_1	0	A_1	0
19	A_1	0	0	A_1
20	A_1	A_1	A_1	A_1
21	$A_1+A_2+A_3+A_4$	$A_1-A_2-A_3+A_4$	$A_1-A_2+A_3-A_4$	$A_1+A_2-A_3-A_4$

2.2.5 Cálculo de los esfuerzos principales. Los esfuerzos principales se calculan por medio de las invariantes siguiendo el siguiente procedimiento:

El tensor de esfuerzos finales es:

$$\bar{\sigma}_f = \begin{bmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{xy} & \sigma_y & \tau_{yz} \\ \tau_{xz} & \tau_{yz} & \sigma_z \end{bmatrix}$$

Para calcular Los esfuerzos principales se hallan los invariantes I que son los siguientes:

$$I_1 = \sigma_x + \sigma_y + \sigma_z$$

$$I_2 = \sigma_x * \sigma_y + \sigma_y * \sigma_z + \sigma_z * \sigma_x - \tau_{xy}^2 - \tau_{yz}^2 - \tau_{xz}^2$$

$$I_3 = \sigma_x * \sigma_y * \sigma_z - \sigma_x * \tau_{yz}^2 - \sigma_y * \tau_{xz}^2 - \sigma_z * \tau_{xy}^2 + 2 * \tau_{xy} * \tau_{yz} * \tau_{xz}$$

La ecuación cúbica a resolver es:

$$\sigma_\eta^3 - I_1 * \sigma_\eta^2 + I_2 * \sigma_\eta - I_3 = 0$$

Una forma de resolver la ecuación cúbica es haciendo la siguiente transformación:

$$j_2 = \frac{I_1^2}{3} - I_2$$

$$j_3 = \frac{2I_1^3}{27} - \frac{I_1 I_2}{3} + I_3$$

$$r = 2 \sqrt{\frac{j_2}{3}}$$

$$\theta_1 = \frac{1}{3} * \cos^{-1} \left(\frac{4 * j_3}{r_3} \right)$$

$$\theta_2 = \frac{2\pi}{3} + \theta_1$$

$$\theta_3 = \frac{2\pi}{3} - \theta_1$$

Los esfuerzos desviadores son:

$$\sigma_{\eta d_1} = r \cos \theta_1$$

$$\sigma_{\eta d_2} = r \cos \theta_2$$

$$\sigma_{\eta d_3} = r \cos \theta_3$$

Los tres esfuerzos principales son:

$$\sigma_1 = \sigma_{\eta d_1} + \frac{I_1}{3}$$

$$\sigma_2 = \sigma_{\eta d_2} + \frac{I_2}{3}$$

$$\sigma_3 = \sigma_{\eta d_3} + \frac{I_3}{3}$$

σ_{1f} : El mayor valor algebraico entre σ_1 , σ_2 y σ_3 .

σ_{3f} : El promedio de los otros dos valores.

De esta forma se obtienen los dos esfuerzos principales, mayor y menor en la condición final de esfuerzos para todos los puntos del suelo.

2.2.6 Desplazamientos del suelo. El asentamiento de un estrato de espesor h es según las fórmulas de elasticidad, es el siguiente:

$$\delta_i = \frac{h_i}{E_i} \left(\sigma_{zi} - \nu_i (\sigma_{xi} - \sigma_{yi}) \right) \quad 2.1$$

Donde:

H_i : Altura de la capa i

E_i : Módulo de elasticidad de la capa i

ν_i : Relación de Poisson de la capa i

σ_{xi} , σ_{yi} , σ_{zi} : Esfuerzos normales del suelo en el punto central de la capa.

Para calcular el desplazamiento que sufre un punto sobre la superficie del suelo se hace una sumatoria de los desplazamientos de cada una de las capas bajo ese punto, por tanto el desplazamiento del punto será:

$$\delta = \sum_{i=1}^{\text{No de capas}} \frac{h_i}{E_i} \left(\sigma_{zi} - \nu_i (\sigma_{xi} + \sigma_{yi}) \right) \quad 2.2$$

3. MODELO MATEMÁTICO PARA LOSAS DE CIMENTACIÓN

3.1 INTRODUCCIÓN

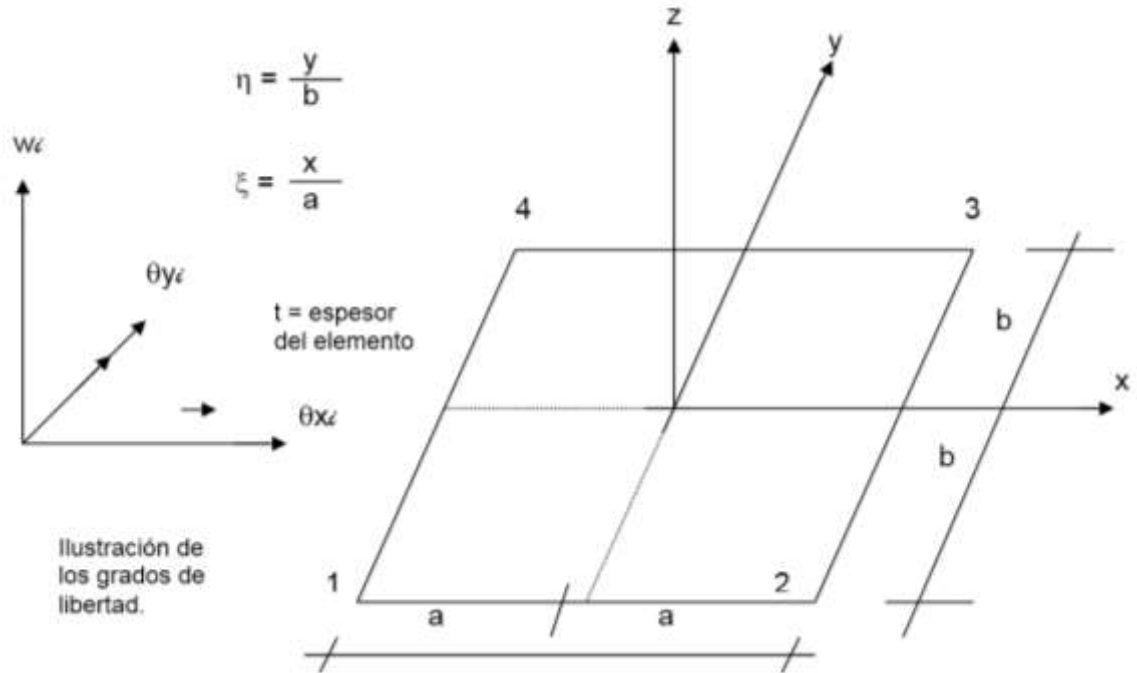
En el capítulo 2 se explicó como calcular las deformaciones del suelo cuando está sometido a una serie de cargas rectangulares uniformemente distribuidas. Este capítulo trata sobre lo que corresponde al modelo matemático de la losa de cimentación, se estudia como es la respuesta de la losa si se le somete a una deformación vertical en cada uno de sus nodos; para lograr esto, se utiliza el método de los elementos finitos.

A continuación se define el desarrollo de este método aplicado a losas de cimentación.

3.2 ELEMENTO FINITO RECTANGULAR TIPO PLACA.

En este trabajo se utiliza el elemento rectangular tipo placa denominado MZC, el cual fue originalmente desarrollado por MELOSH, ZENKIEWICZ y CHEUNG, este elemento, como se puede ver en la Figura 3-1, posee 4 nodos y tres grados de libertad por nodo (un desplazamiento vertical y dos giros en los ejes X y Y).

Figura 5. Elemento rectangular MZC.



La función de desplazamiento escogida para este elemento es:

$$W = C_1 + C_2\xi + C_3\eta + C_4\xi^2 + C_5\xi\eta + C_6\eta^2 + C_7\xi^3 + C_8\xi^2 * \eta + C_9\xi\eta^2 + C_{10}\eta^3 + C_{11}\xi_3\eta + C_{12}\xi\eta^3 \quad 3.1$$

$C_1, C_2 \dots C_{12}$: son constantes

La función de forma está compuesta por 3 funciones así:

$$f_i = [f_{i1} \quad f_{i2} \quad f_{i3}] \quad 3.2$$

Donde

$$\begin{aligned}
 f_{i1} &= \left(\frac{1}{8}\right)(1 + \xi_o)(1 + \eta_o)(2 + \xi_o + \eta_o - \xi^2 - \eta^2) \\
 f_{i2} &= -\left(\frac{1}{8}\right)(b\eta_i)(1 + \xi_o)(1 - \eta_o)(1 + \eta_o)^2 \\
 f_{i3} &= \left(\frac{1}{8}\right)(a\xi_i)(1 - \xi_o)(1 + \eta_o)(1 + \xi_o)^2 \\
 \xi &= \frac{x}{a}
 \end{aligned} \quad 3.3$$

$$\eta = \frac{y}{b}$$

$$\xi_0 = \xi_i \xi$$

$$\eta_0 = \eta_i \eta$$

$$(i = 1, 2, 3, 4)$$

Para evaluar ξ_i y η_i se toman las coordenadas x y y del nodo correspondiente, quedando los siguientes valores:

NODO	ξ_i	η_i
1	-1	-1
2	1	-1
3	1	1
4	-1	1

El operador diferencial \bar{d} es:

$$\bar{d} = \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2}, \frac{\partial^2}{\partial y^2}, \frac{2\partial^2}{\partial x \partial y} \right)$$

La matriz \bar{B} que relaciona los desplazamientos de los nodos del elemento con las deformaciones unitarias es:

$$\bar{B}_i = \bar{d}f_i = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 f_{i1}}{\partial x^2} & \frac{\partial^2 f_{i2}}{\partial x^2} & \frac{\partial^2 f_{i3}}{\partial x^2} \\ \frac{\partial^2 f_{i1}}{\partial y^2} & \frac{\partial^2 f_{i2}}{\partial y^2} & \frac{\partial^2 f_{i3}}{\partial y^2} \\ 2 \frac{\partial^2 f_{i1}}{\partial xy} & 2 \frac{\partial^2 f_{i2}}{\partial xy} & 2 \frac{\partial^2 f_{i3}}{\partial xy} \end{bmatrix}$$

$$(i = 1, 2, 3, 4)$$

Resolviendo estas derivadas se obtiene:

$$\frac{\partial^2 f_{i1}}{\partial x^2} = \left(\frac{1}{4a^2 b^2} \right) (1 + \eta_i \eta) (-1 + \xi_i^2 - 3\xi_i \xi b^2)$$

$$\begin{aligned}
\frac{\partial^2 f_{i2}}{\partial x^2} &= 0 \\
\frac{\partial^2 f_{i3}}{\partial x^2} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) (-\xi_i^3(1 + \eta_i\eta)(1 + 3\xi_i\xi)ab^2) \\
\frac{\partial^2 f_{i1}}{\partial y^2} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) ((1 + \xi_i\xi)(-1 + \eta_i^2 + 3\eta_i\eta)a^2) \\
\frac{\partial^2 f_{i2}}{\partial y^2} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) (\eta_i^3(1 + \xi_i\xi)(1 + 3\eta_i\eta)a^2b) \\
\frac{\partial^2 f_{i3}}{\partial y^2} &= 0 \\
2\frac{\partial^2 f_{i1}}{\partial xy} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) [\xi_i\eta_i(4 - 3\xi^2 - 3\eta^2) + 2\eta_i\xi(\xi_i^2 - 1) + 2\xi_i\eta(\eta_i^2 - 1)]ab \\
2\frac{\partial^2 f_{i2}}{\partial xy} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) [-\eta_i^2\xi_i(1 + \eta_i\eta)(1 - 3\eta_i\eta)ab^2] \\
2\frac{\partial^2 f_{i3}}{\partial xy} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) [\xi_i^2\eta_i(1 + \xi_i\xi)(1 - 3\xi_i\xi)a^2b]
\end{aligned}$$

Reemplazando i por sus valores de 1, 2, 3 y 4 se halla la matriz \bar{B} en forma generalizada, esta es una matriz de 3x12 cuyos 36 términos son:

$$\begin{aligned}
B_{1,1} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) [3\xi(1 - \eta)b^2] \\
B_{1,2} &= 0 \\
B_{1,3} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) [(1 - \eta)(1 - 3\xi)ab^2] \\
B_{1,4} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) [-3\xi(1 - \eta)b^2] \\
B_{1,5} &= 0 \\
B_{1,6} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) [-(1 - \eta)(1 + 3\xi)ab^2] \\
B_{1,7} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) [-3\xi(1 + \eta)b^2] \\
B_{1,8} &= 0 \\
B_{1,9} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) [-(1 + \eta)(1 + 3\xi)ab^2] \\
B_{1,10} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) [3\xi(1 + \eta)b^2] \\
B_{1,11} &= 0 \\
B_{1,12} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) [(1 + \eta)(1 - 3\xi)ab^2]
\end{aligned} \tag{3.4}$$

$$\begin{aligned}
B_{2,1} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) [3\eta(1 - \xi)a^2] \\
B_{2,2} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) [-(1 - \xi)(1 - 3\eta)a^2b] \\
B_{2,3} &= 0 \\
B_{2,4} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) [3\eta(1 + \xi)a^2] \\
B_{2,4} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) [-(1 + \xi)(1 - 3\eta)a^2b] \\
B_{2,6} &= 0 \\
B_{2,7} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) [-3\eta(1 + \xi)a^2] \\
B_{2,8} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) [(1 + \xi)(1 + 3\eta)a^2b^2] \\
B_{2,9} &= 0 \\
B_{2,10} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) [-3\eta(1 - \xi)a^2] \\
B_{2,11} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) [(1 - \xi)(1 + 3\eta)a^2b] \\
B_{2,12} &= 0 \\
B_{3,1} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) [(4 - 3\xi^2 - 3\eta^2)ab] \\
B_{3,2} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) [(1 - \eta)(1 + 3\eta)ab^2] \\
B_{3,3} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) [-(1 - \xi)(1 + 3\xi)a^2b] \\
B_{3,4} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) [-(4 - 3\xi^2 - 3\eta^2)ab] \\
B_{3,5} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) [-(1 - \eta)(1 + 3\eta)ab^2] \\
B_{3,6} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) [-(1 + \xi)(1 - 3\xi)a^2b] \\
B_{3,7} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) [(4 - 3\xi^2 - 3\eta^2)ab] \\
B_{3,8} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) [-(1 + \eta)(1 - 3\eta)ab^2] \\
B_{3,9} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) [(1 + \xi)(1 - 3\xi)a^2b] \\
B_{3,10} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) [-(4 - 3\xi^2 - 3\eta^2)ab] \\
B_{3,11} &= (1 + \eta)(1 - 3\eta)ab^2 \\
B_{3,12} &= \left(\frac{1}{4a^2b^2}\right) [(1 - \xi)(1 + 3\xi)a^2b]
\end{aligned}$$

Si se quieren calcular los momentos

$$M = \{M_{xx} \quad M_{yy} \quad M_{xy}\} = \frac{t^3}{12} \bar{E} \bar{B} \bar{q} \quad 3.5$$

E = Matriz de propiedades del material es una matriz de 3x3:

$$\begin{aligned} \bar{E} &= \frac{E}{1-\nu^2} \begin{bmatrix} 1 & \nu & 0 \\ \nu & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda \end{bmatrix} \\ \lambda &= \frac{1-\nu}{2} \end{aligned} \quad 3.6$$

Donde:

E : Módulo de elasticidad del material.

ν : Relación de Poisson del material

\bar{q} : Matriz de desplazamientos nodales (12 x 1)

$$\bar{q}_i = \begin{Bmatrix} W_i \\ \theta_{x_i} \\ \theta_{y_i} \end{Bmatrix} \quad i = 1, 2, 3, 4$$

La matriz de rigidez del elemento se puede encontrar aplicando el principio del trabajo virtual, resolviendo la siguiente integral.

$$K = \frac{t^3}{12} \int_A \bar{B}^T \bar{E} \bar{B} dA \quad 3.7$$

Haciendo el producto matricial y resolviendo las integrales se obtiene una matriz de rigidez de 12x12, la cual es simétrica, los elementos de la diagonal superior son:

$$\begin{aligned} \text{Si;} \\ \lambda &= \frac{1-\nu}{2} \end{aligned}$$

$$\beta = \frac{Et^3}{12(1-v^2)}$$

$$K_{1,1} = \beta \left(\frac{b}{a^3} + \frac{a}{b^3} + \frac{v}{2ab} + \frac{7\lambda}{5ab} \right)$$

$$K_{1,2} = \beta \left(\frac{a}{b^2} + \frac{v}{2a} + \frac{\lambda}{5a} \right)$$

$$K_{1,3} = \beta \left(-\frac{b}{a^2} - \frac{v}{2b} - \frac{\lambda}{5b} \right)$$

$$K_{1,4} = \beta \left(-\frac{b}{a^3} + \frac{a}{2b^3} - \frac{v}{2ab} - \frac{7\lambda}{5ab} \right)$$

$$K_{1,5} = \beta \left(\frac{a}{2b^2} - \frac{v}{2a} - \frac{\lambda}{5a} \right)$$

$$K_{1,6} = \beta \left(-\frac{b}{a^2} - \frac{\lambda}{5b} \right)$$

$$K_{1,7} = \beta \left(-\frac{b}{2a^3} - \frac{a}{2b^3} + \frac{v}{2ab} + \frac{7\lambda}{5ab} \right)$$

$$K_{1,8} = \beta \left(\frac{a}{2b^2} - \frac{\lambda}{5a} \right)$$

$$K_{1,9} = \beta \left(-\frac{b}{2a^2} + \frac{\lambda}{5b} \right)$$

$$K_{1,10} = \beta \left(\frac{b}{2a^3} - \frac{a}{b^3} - \frac{v}{2ab} - \frac{7\lambda}{5ab} \right)$$

$$K_{1,11} = \beta \left(\frac{a}{b^2} + \frac{\lambda}{5a} \right)$$

$$K_{1,12} = \beta \left(-\frac{b}{2a^2} + \frac{v}{2b} + \frac{\lambda}{5b} \right)$$

$$K_{2,2} = \beta \left(\frac{4a}{3b} + \frac{8\lambda b}{15a} \right)$$

$$K_{2,3} = -\beta v$$

$$K_{2,4} = K_{1,5}$$

$$K_{2,5} = \beta \left(\frac{2a}{3b} - \frac{8\lambda b}{15a} \right)$$

$$K_{2,6} = 0$$

$$K_{2,7} = -K_{1,8}$$

$$K_{2,8} = \beta \left(\frac{a}{3b} + \frac{2\lambda b}{15a} \right)$$

$$K_{2,9} = 0$$

$$K_{2,10} = -K_{1,11}$$

$$K_{2,11} = \beta \left(\frac{2a}{3b} - \frac{2\lambda b}{15a} \right)$$

$$K_{2,12} = 0$$

$$K_{3,3} = \beta \left(\frac{4b}{3a} + \frac{8\lambda a}{15b} \right)$$

$$K_{3,4} = -K_{1,6}$$

3.8

$$\begin{aligned}
K_{3,5} &= 0 \\
K_{3,6} &= \beta \left(\frac{2b}{3a} - \frac{2\lambda a}{15b} \right) \\
K_{3,7} &= -K_{1,9} \\
K_{3,8} &= 0 \\
K_{3,9} &= \beta \left(\frac{b}{3a} + \frac{2\lambda a}{15b} \right) \\
K_{3,10} &= K_{1,12} \\
K_{3,11} &= 0 \\
K_{3,12} &= \beta \left(\frac{2b}{3a} - \frac{8\lambda a}{15b} \right) \\
K_{4,4} &= K_{1,1} \\
K_{4,5} &= K_{1,2} \\
K_{4,6} &= -K_{1,3} \\
K_{4,7} &= K_{1,10} \\
K_{4,8} &= K_{1,11} \\
K_{4,9} &= -K_{1,12} \\
K_{4,10} &= K_{1,7} \\
K_{4,11} &= K_{1,8} \\
K_{4,12} &= -K_{1,9} \\
K_{5,5} &= K_{2,2} \\
K_{5,6} &= -K_{2,3} \\
K_{5,7} &= -K_{1,11} \\
K_{5,8} &= K_{2,11} \\
K_{5,9} &= 0 \\
K_{5,10} &= -K_{1,8} \\
K_{5,11} &= K_{2,8} \\
K_{5,12} &= 0 \\
K_{6,6} &= K_{3,3} \\
K_{6,7} &= \beta \left(\frac{b}{2a^2} - \frac{v}{2b} - \frac{\lambda}{5b} \right) \\
K_{6,8} &= 0 \\
K_{6,9} &= \beta \left(\frac{2b}{3a} - \frac{8\lambda a}{15b} \right) \\
K_{6,10} &= K_{1,9} \\
K_{6,11} &= 0 \\
K_{6,12} &= K_{3,9} \\
K_{7,7} &= K_{1,1} \\
K_{7,8} &= -K_{1,2} \\
K_{7,9} &= -K_{1,3} \\
K_{7,10} &= K_{1,4} \\
K_{7,11} &= -K_{1,5}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
K_{7,12} &= -K_{1,6} \\
K_{8,8} &= K_{2,2} \\
K_{8,9} &= K_{2,3} \\
K_{8,10} &= \beta \left(-\frac{a}{2b^2} + \frac{v}{2a} + \frac{\lambda}{5a} \right) \\
K_{8,11} &= K_{2,5} \\
K_{8,12} &= 0 \\
K_{9,9} &= K_{3,3} \\
K_{9,10} &= K_{1,6} \\
K_{9,11} &= 0 \\
K_{9,12} &= K_{3,6} \\
K_{10,10} &= K_{1,1} \\
K_{10,11} &= -K_{1,2} \\
K_{10,12} &= \beta \left(-\frac{b}{a^2} - \frac{v}{2b} - \frac{\lambda}{5b} \right) \\
K_{11,11} &= K_{2,2} \\
K_{11,12} &= -K_{2,3} \\
K_{12,12} &= K_{3,3}
\end{aligned}$$

Para este elemento, las acciones de fijación son las reacciones que resultan de fijar totalmente los desplazamientos de los 4 nodos y colocar una carga W uniformemente distribuida sobre el elemento. Estas son:

$$\overline{MF} = \begin{bmatrix} P_{Z1} \\ M_{X1} \\ M_{Y1} \\ P_{Z2} \\ M_{X2} \\ M_{Y2} \\ P_{Z3} \\ M_{X3} \\ M_{Y3} \\ P_{Z4} \\ M_{X4} \\ M_{Y4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{wab}{3} \\ \frac{wab^2}{wa^2b} \\ \frac{wab}{3} \\ \frac{wab}{wab^2} \\ \frac{3}{wa^2b} \\ \frac{3}{3} \\ \frac{wab}{3} \\ \frac{wab^2}{3} \\ \frac{wab}{wa^2b} \\ \frac{3}{3} \\ \frac{wab^2}{3} \\ \frac{wab}{3} \\ \frac{wab}{wa^2b} \\ \frac{3}{3} \end{bmatrix} \quad 3.9$$

3.3 PLANTEAMIENTO GENERAL DEL MÉTODO DE LA RIGIDEZ

Si una losa se divide en elementos rectangulares, se le aplican una serie de cargas externas y se apoya sobre una serie de capas de suelo, representadas por la matriz de rigidez del suelo, se puede hacer un planteamiento general de la estructura por el método de la rigidez como sigue:

$$\begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ P_{C2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} MF_1 \\ MF_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} K_{1,1} & K_{1,2} \\ K_{2,1} & K_{2,2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & K_{su} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} K_{es1,1} & K_{es1,2} \\ K_{es2,1} & K_{es2,2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix}$$

Del planteamiento anterior despejamos los desplazamientos U_1 y U_2 , y nos queda la siguiente ecuación:

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix} = \left\{ \begin{bmatrix} K_{1,1} & K_{1,2} \\ K_{2,1} & K_{2,2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & K_{su} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} K_{es1,1} & K_{es1,2} \\ K_{es2,1} & K_{es2,2} \end{bmatrix} \right\}^{-1} * \left\{ \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ P_{C2} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} MF_1 \\ MF_2 \end{bmatrix} \right\}$$

Las reacciones de la placa que se transmiten al suelo como cargas puntuales $[R_2]$ se calculan con la siguiente ecuación:

$$[R_2] = [k_{su}][U_2]$$

Las fuerzas internas de los elementos se calculan con la siguiente ecuación

$$[F]_i = [MF]_i + [K]_i[U]_i$$

Las fuerzas internas que toma la estructura superior se calculan así:

$$[F_{es}] = [K_{es}]_{nc}[U]_{nc}$$

$[P_1]$: Cargas externas correspondientes a los giros θ_x y θ_y .

$[P_2]$: Cargas externas correspondientes a los desplazamientos verticales W_z .

$[P_{C2}]$: Cargas externas debidas al peso de la placa, correspondientes a los desplazamientos verticales W_z .

$[MF_1]$: Cargas de fijación correspondientes a en los giros θ_x y θ_y .

$[MF_2]$: Cargas de fijación correspondientes a los desplazamientos verticales W_z .

$[U_1]$: Desplazamientos correspondientes a los giros θ_x y θ_y .

$[U_2]$: Desplazamientos verticales W_z .

$[K_{1,1}] [K_{1,2}] [K_{2,1}] [K_{2,2}]$: Submatrices de la matriz de rigidez de la placa.

$[K_{su}]$: Matriz de rigidez del suelo, correspondiente a los desplazamientos verticales W_z . Esta se obtiene invirtiendo la matriz de flexibilidad del suelo. La matriz de flexibilidad del suelo se obtiene colocando cargas unitarias en cada uno de los nodos, convirtiéndolas en cargas distribuidas en el suelo al dividir las por las áreas aferentes. Con estas cargas se calcula la deformación vertical de todos los nodos, sumando las deformaciones de las capas, conformando con esto, la matriz de flexibilidad del suelo.

$[K_{es1,1}] [K_{es1,2}] [K_{es2,1}] [K_{es2,2}]$: submatrices de la matriz de rigidez de la estructura superior conectada a la placa, correspondiente a los grados de libertad θ_x , θ_y y W_z

de los nodos que se conectan a la placa

$[R_2]$: Reacciones de la placa que se transmiten al suelo como cargas puntuales, corresponden a los desplazamientos W_z

$[F]_i$: Fuerzas internas de los elementos de la placa, corresponden a los grados de libertad θ_x , θ_y y W_z , de cada uno de los cuatro nodos del elemento.

$[MF]_i$: Fuerzas de fijación de los elementos de la placa, corresponden a los grados de libertad θ_x , θ_y y W_z , de cada uno de los cuatro nodos del elemento.

$[K]_i$: Matriz de rigidez de los elementos de la placa, corresponden a los grados de libertad θ_x , θ_y y W_z , de cada uno de los cuatro nodos del elemento.

$[U]_i$: Matriz de desplazamiento de los elementos de la placa, corresponden a los grados de libertad θ_x , θ_y y W_z , de cada uno de los cuatro nodos del elemento.

$[F_{es}]_{nc}$: Fuerzas internas de la estructura superior, corresponde a los grados de libertad de los nodos conectados a la placa.

$[K_{es}]_{nc}$: Matriz de rigidez de la estructura superior, corresponde a los grados de libertad de los nodos conectados a la placa.

$[U]_{nc}$: Desplazamientos θ_x , θ_y y W_z , correspondientes a los grados de libertad de los nodos conectados a la placa.

3.4 TRANSMISIÓN DE CARGAS DE LA LOSA AL SUELO.

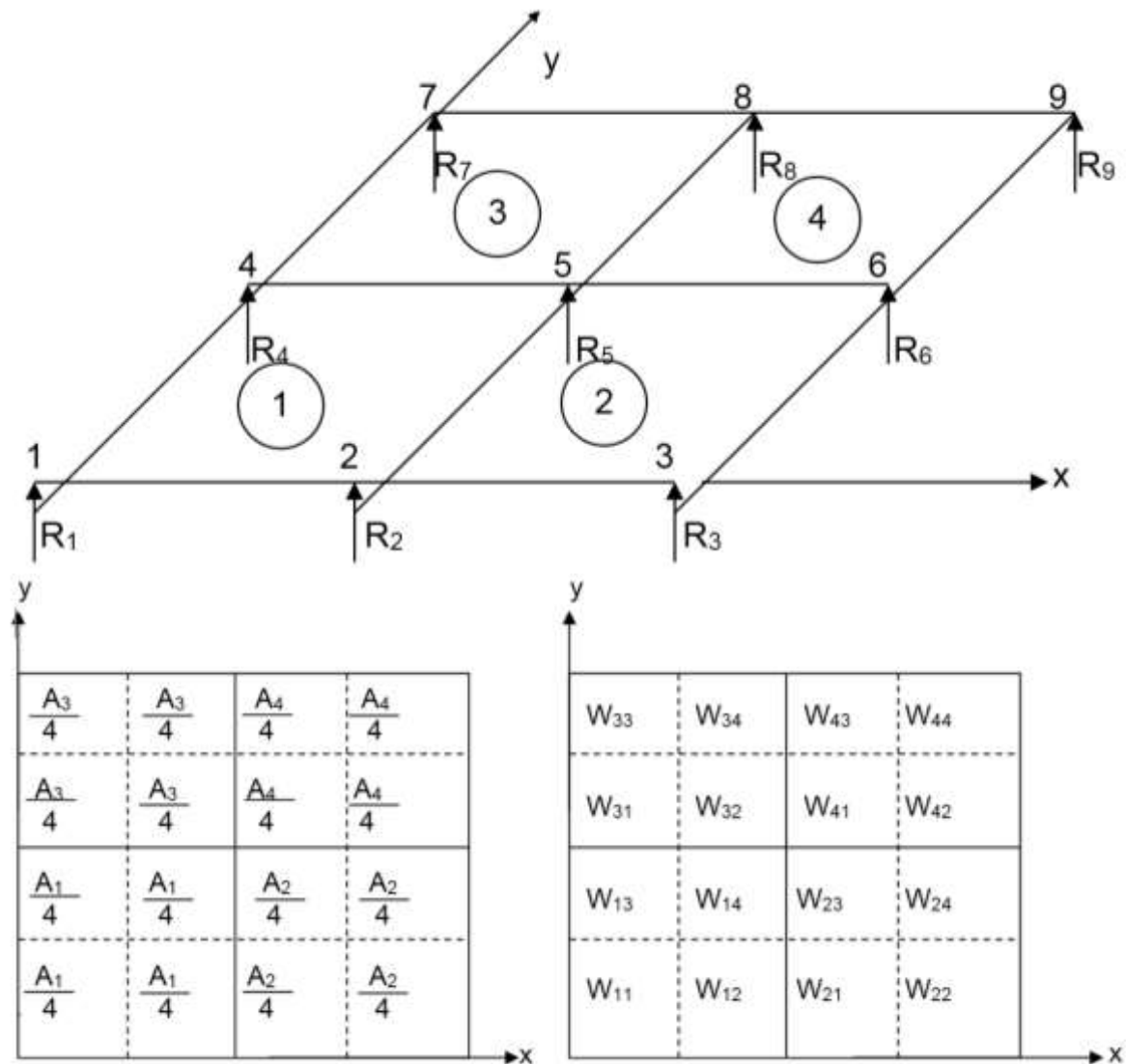
De acuerdo como se ha planteado la solución de la losa, ésta transmite cargas al suelo de tipo puntual vertical en cada nodo, pero para poder calcular los desplazamientos del suelo según el procedimiento del capítulo 2, se deben convertir estas cargas puntuales nodales a cargas rectangulares uniformemente distribuidas, lo cual se logra con aferencia de áreas.

En la parte superior de la Figura 3-2 se muestra una placa rectangular compuesta por 4 elementos y 9 nodos. Por efecto de las cargas aplicadas, en la placa aparecen unas reacciones nodales $R_1, R_2, R_3, \dots, R_9$, estas reacciones se

trasmite al suelo mediante 16 cargas distribuidas, cada una ocupa la cuarta parte del área de cada elemento rectangular (Figura 3-2 parte inferior derecha), asignándole a cada reacción un área aferente que es la suma de todas las áreas adyacentes al nodo, así, la carga distribuida que corresponde a un nodo será el resultado de dividir el valor de la reacción en el nodo por el área aferente correspondiente. Las cargas distribuidas, ubicadas alrededor de un nodo, tendrán el mismo valor, es decir, el valor de la carga distribuida que corresponde al nodo.

Las cargas distribuidas ($W_{11}, W_{12}, \dots, W_{44}$), son finalmente las cargas con que se evalúan los desplazamientos del suelo a que se refiere el Capítulo 2.

Figura 6. Placa rectangular formada por 4 elementos y 9 nodos.



Las áreas aferentes que corresponden a cada reacción son:

$$\text{Para } R_1 \quad AA_1 = \frac{A_1}{4}$$

$$\text{Para } R_2 \quad AA_2 = \frac{A_1}{4} + \frac{A_2}{4}$$

$$\text{Para } R_3 \quad AA_3 = \frac{A_2}{4}$$

$$\text{Para } R_4 \quad AA_4 = \frac{A_1}{4} + \frac{A_3}{4}$$

$$\text{Para } R_5 \quad AA_5 = \frac{A_1}{4} + \frac{A_2}{4} + \frac{A_3}{4} + \frac{A_4}{4}$$

$$\text{Para } R_6 \quad AA_6 = \frac{A_2}{4} + \frac{A_4}{4}$$

$$\text{Para } R_7 \quad AA_7 = \frac{A_3}{4}$$

$$\text{Para } R_8 \quad AA_8 = \frac{A_3}{4} + \frac{A_4}{4}$$

$$\text{Para } R_9 \quad AA_9 = \frac{A_4}{4}$$

Las cargas distribuidas se calculan de la siguiente forma:

$$W_{11} = \frac{R_1}{AA_1}$$

$$W_{12} = \frac{R_2}{AA_2}$$

$$W_{13} = \frac{R_4}{AA_4}$$

$$W_{14} = \frac{R_5}{AA_5}$$

$$W_{21} = \frac{R_2}{AA_2}$$

$$W_{22} = \frac{R_3}{AA_3}$$

$$W_{23} = \frac{R_5}{AA_5}$$

$$W_{24} = \frac{R_6}{AA_6}$$

$$W_{31} = \frac{R_4}{AA_4}$$

$$W_{32} = \frac{R_5}{AA_5}$$

$$W_{33} = \frac{R_7}{AA_7}$$

$$W_{34} = \frac{R_8}{AA_8}$$

$$W_{41} = \frac{R_5}{AA_5}$$

$$W_{42} = \frac{R_6}{AA_6}$$

$$W_{43} = \frac{R_8}{AA_8}$$

$$W_{44} = \frac{R_9}{AA_9}$$

$A_1, A_2, A_3, A_4 =$ Área de los rectángulos 1, 2, 3 y 4.

Así, cada elemento rectangular trasmite la carga al suelo mediante cuatro cargas diferentes, cada una ocupa la cuarta parte del elemento.

4. PROGRAMA DE COMPUTADOR

4.1 ALCANCE DEL PROGRAMA

El programa placas de cimentación es una aplicación directa de la metodología explicada en los capítulos 2 y 3 fue elaborado en lenguaje Visual Basic, y su alcance se puede resumir en los siguientes puntos:

1. Permite modelar el suelo, mediante una serie de estratos con espesores, peso por unidad de volumen y parámetros elásticos definidos. También se asigna la posición del nivel freático.
2. Se pueden modelar losas macizas mediante elementos finitos rectangulares y con ciertas limitaciones en el modelo, las cuales se explicarán más adelante en la Sección 4.2.
3. Las losas modeladas pueden recibir los tres tipos de cargas nodales detalladas a continuación:
 - Fuerzas Verticales.
 - Momentos de flexión eje X
 - Momentos de flexión eje y.

El programa recibe un solo tipo de cargas, no hace combinaciones de cargas.

4. El programa permite modelar la estructura sobre la losa considerándola como un elemento más de esta y cuyos grados de libertad en los puntos de conexión son:
 - Desplazamiento vertical W_z
 - Giro en el eje X θ_x
 - Giro en el eje Y θ_y
5. El programa presenta un gráfico por pantalla de los nodos y elementos de la placa.
6. El programa analiza la estructura, presentando por pantalla, impresión y archivos los siguientes resultados:
 - Reacciones nodales.
 - Módulos de reacción del suelo en cada nodo.
 - Desplazamientos nodales W_z , θ_x y θ_y de la placa.
 - Esfuerzos internos en los cuatro nodos de cada elemento estos esfuerzos son:

- Cortante Vertical
 - Momento de Flexión eje X
 - Momento de Flexión eje Y
 - Esfuerzos internos que transmite la placa a la estructura en los puntos comunes (columnas), estos esfuerzos son:
 - Cortante Vertical
 - Momento de Flexión eje X
 - Momento de Flexión eje Y
7. El programa diseña la estructura, presentando por pantalla, impresora y archivos los siguientes resultados:
- Áreas de Acero en cm^2/m en los cuatro nodos de cada elemento, estas áreas se dan en ambas direcciones tanto en la parte superior como en la inferior de la placa.
 - Envoltentes de las áreas de acero en todos los nodos de la estructura.
8. El programa calcula los siguientes esfuerzos, bajo cada uno de los nodos y en cada una de las diferentes capas:
- Esfuerzos efectivos iniciales
 - Tensor de esfuerzos
 - Esfuerzos principales mayor y menor

4.2 LIMITACIONES DEL PROGRAMA

El programa posee las siguientes limitaciones:

1. Utiliza un modelo elástico para el suelo y elementos finitos para la placa de cimentación, por tanto, el programa también posee las limitaciones inherentes a estos dos modelos.
2. El modelo tomado para el suelo sólo funciona si no se supera el esfuerzo de falla.
3. El modelo del suelo que se plantea en el programa, tiene el mismo comportamiento a tensión y a compresión, lo cual es falso ya que el suelo no resiste tracción.

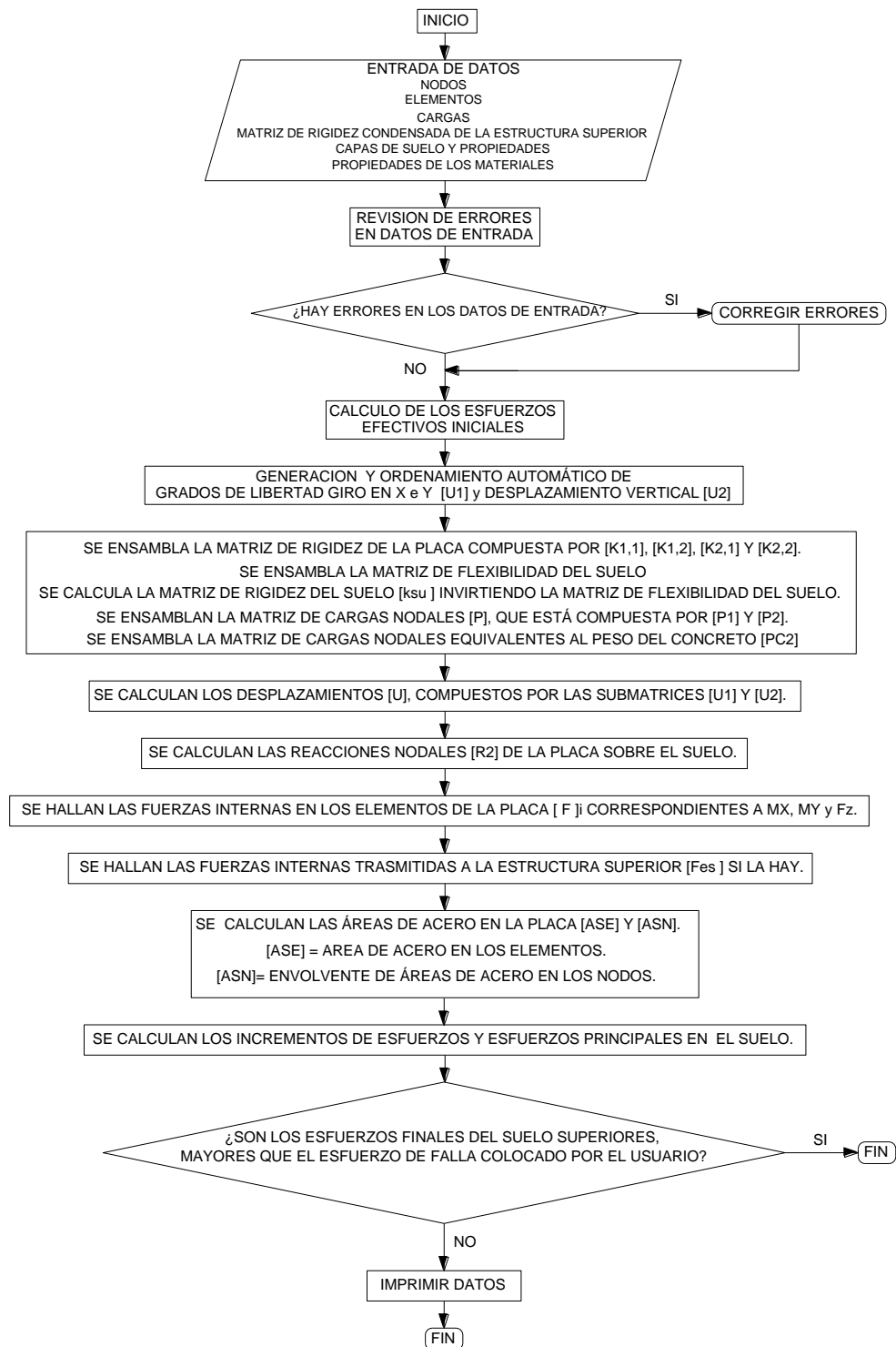
4.3 ALGORITMO DEL PROGRAMA

A continuación se describen cada uno de los pasos llevados a cabo por el programa para la solución de una estructura:

1. Se calculan los esfuerzos efectivos iniciales en el suelo.
2. Se ensambla la matriz de rigidez de la placa compuesta por $[K_{1,1}]$, $[K_{1,2}]$, $[K_{2,1}]$ y $[K_{2,2}]$.
3. Se ensambla la matriz de rigidez de la estructura superior $[K_{es}]$.
4. Se ensambla la matriz de rigidez del suelo $[k_{su}]$.
5. Se ensamblan la matriz $[P]$, que está compuesta por $[P_1]$ y $[P_2]$.
6. Se ensambla la submatriz $[P_{C2}]$.
7. Se calculan los desplazamientos $[U]$, compuestos por las submatrices $[U_1]$ y $[U_2]$.
8. Se calculan las reacciones $[R_2]$.
9. Se hallan las fuerzas internas en los elementos de la placa $[F]_i$.
10. Se hallan las fuerzas internas transmitidas a la estructura superior $[F_{es}]$.
11. Se calculan las áreas de acero en la placa $[ASE]$ y $[ASN]$.
12. Se calculan los incrementos de esfuerzos y esfuerzos principales en el suelo.

El procedimiento indicado en los 15 pasos anteriores se resume en el diagrama de flujo de la Figura 4-1. Este diagrama corresponde al proceso realizado por el programa.

Figura 7. Diagrama de flujo del programa.



4.4 ENTRADA DE DATOS

En esta sección se describen cada una de las variables importantes del programa, que tienen que ver con la entrada de datos, también se describe la forma de elaborar un archivo de entrada de datos.

4.4.1 Variables Utilizadas en la Entrada de Datos.

UNIL: Número de entero entre 1 y 5 que identifica la unidad de longitud con que se realizan todos los cálculos (Tabla 4-1). Su valor por defecto es 5.

Tabla 4. Valores de UNIL.

VALOR NÚMÉRICO	UNIDAD DE LONGITUD
1	Pulgada
2	Pie (Pie)
3	mm (Milímetro)
4	Cm (Centímetro)
5	m (Metro)

UNIF: Número entero entre 1 y 6 que indica la unidad de fuerza con que se realizan todos los cálculos (Tabla 4-2). Su valor por defecto es 4.

Tabla 5. Valores de UNIF.

VALOR NUMÉRICO	UNIDAD DE FUERZA
1	Lb (libra)
2	Klb (Kilolibra)
3	Kgf (Kilogramo fuerza)
4	T (Tonelada)
5	N (Newton)
6	KN (Kilonewton)

NPR: Variable alfanumérica que contiene el nombre del proyecto.

CALC: Variable alfanumérica que contiene el nombre del calculista

EST: Variable alfanumérica que contiene la identificación de la estructura

NN: Número total de nodos de la estructura (Entero mayor que 1).

NER: Número total de elementos rectangulares de la estructura (entero mayor que 1).

NCE: Número total de nodos conectados a la estructura superior (Entero mayor o igual que 0), toma el valor de cero por defecto.

NCA: Número total de capas del suelo (Entero mayor que 1).

NF: Nivel freático del agua en el suelo, medido desde la superficie del suelo (Unidad L).

FC: Resistencia del concreto (Unidades F/L^2), toma el valor de 2109.209 T/m^2 por defecto.

MEC: Módulo de elasticidad del concreto (Unidades F/L^2), su valor por defecto es de 1808690 T/m^2

RPC: Relación de Poisson del concreto ($0,5 > RPC > 0$) su valor por defecto es 0,20.

PEC: Peso por unidad de volumen del concreto (Unidades F/L^3), su valor por defecto es 2,4 T/m^3 .

FS: Factor de seguridad utilizado en el diseño ($FS > 0$), su valor por defecto es 1.

FY: Resistencia del acero de refuerzo (Unidades F/L^2), su valor por defecto es 42184.18 T/m^2 .

ES: Módulo de elasticidad del acero de refuerzo (Unidades F/L^2), su valor por defecto es 20394320 T/m^2 .

R1: Recubrimiento del refuerzo inferior (Unidades L), su valor por defecto es 0.

R2: Recubrimiento del refuerzo superior (Unidades L), su valor por defecto es 0.

CO (NN, 3): Matriz de coordenadas de los nodos está compuesta por:

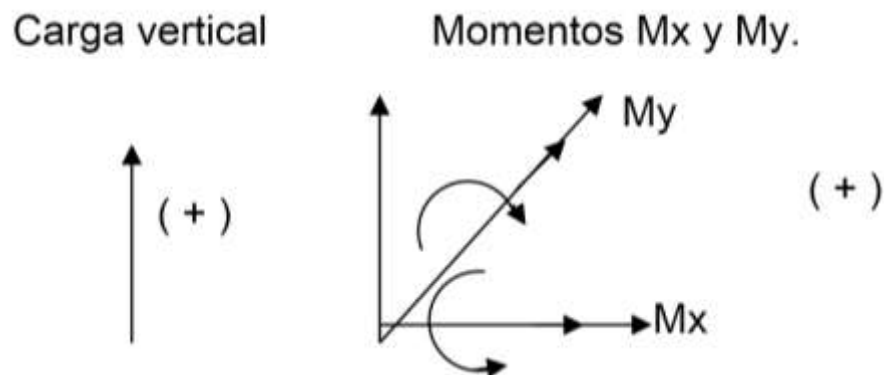
- Col1: Número de identificación del nodo.
- Col2: Coordenada X del nodo.
- Col3: Coordenada Y del nodo.

CAN (NN, 3): Matriz de cargas nodales sus elementos son:

- Col1: Carga vertical del nodo.
- Col2: Momento de flexión sobre el eje X M_x del nodo.
- Col3: Momento de flexión sobre el eje Y M_y del nodo

Las convenciones de signos se indican en la Figura 4-3.

Figura 8. Signos de las cargas.



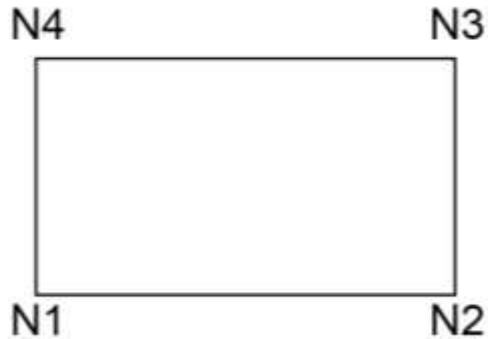
CNR (NER, 5): Matriz de conexión de nodos, sus columnas son:

- Col1: Número de identificación del elemento.
- Col2: Identificación del nodo N1.
- Col3: Identificación del nodo N2
- Col4: Identificación del nodo N3

- Col5: Identificación del nodo N4.

La ubicación de los nodos se puede ver en la Figura 4-3.

Figura 9. Ubicación de los nodos en los elementos.



ESE (NER): Vector de espesores de los elementos.

CNE (NCE): Vector de identificación de los nodos conectados a la estructura superior.

KEST (3NCE, 3NCE): Matriz de rigidez condensada de la estructura superior, los nodos condensados deben ser los mismos de CNE (NCE), los grados de libertad corresponden a los desplazamientos W_z , θ_x y θ_y de cada nodo.

PSU (NCA, 6): Matriz de parámetros del suelo, sus elementos son:

- Col 1: Altura de la capa (Unidades L).
- Col 2: Peso por unidad de volumen del suelo ρ_s (Unidades F/L^3).
- Col 3: Modulo de elasticidad del suelo E (Unidades F/L^2).
- Col 4: Relación de Poisson ν (adimensional)
- Col 5: Coeficiente de presión lateral de reposo en el suelo K_0 (adimensional)
- Col 6: Esfuerzo de falla del suelo (Unidades F/L^2). Este no es el esfuerzo de falla calculado por alguna de las teorías de fallas, el usuario puede colocar el esfuerzo último del suelo (esfuerzo admisible / factor de seguridad) en lugar del esfuerzo de falla.

4.4.2 Archivo Entrada de Datos Con el objeto de facilitar la entrada de datos, el programa puede acceder a éstos por medio de un archivo que se puede elaborar en EDIT del DOS, en Word, Word-Pad o cualquier editor de archivos, la extensión de este archivo es DAT, los datos del archivo están separados por comas (,). Para elaborar un archivo de entrada de datos se escribe lo siguiente:

1. En la fila 1 la palabra UNIDADES.
2. En la fila 2 las variables UNIL y UNIF separadas por comas.
3. En la fila 3 la palabra TITULOS.
4. En la fila 4 la variable alfanumérica NPR entre comillas.
5. En la fila 5 se escribe la variable alfanumérica CALC entre comillas.
6. En la fila 6 la variable alfanumérica EST *entre comillas*.
7. En la fila 7 las palabras DATOS GENERALES.
8. En la fila 8 las 6 variables NN, NER, NCE, NCA y NF.
9. En la fila 9 la palabra CONCRETO.
10. En la fila 10 las variables FC, MEC, RPC, PEC.
11. En la fila 11 la palabra DISEÑO.
12. En la fila 12 las variables FS, FY, ES, R1 y R2.
13. En la fila 13 las palabras NODOS CARGAS.
14. Después de las palabras NODOS CARGAS se escriben en las siguientes NN FILAS los siguientes 6 datos: CO (I,1), CO(I,2), CO(I,3), CAN(I,1), CAN(I,2), CAN(I,3).
15. En la fila siguiente las palabras ELEMENTOS Y ESPESORES.
16. Después de las palabras ELEMENTOS Y ESPESORES se escriben en las siguientes NER filas los siguientes 6 datos: CNR (I,1), CNR (I,2), CNR (I,3), CNR(I,4), CNR (I,5), ESE (I).
17. En la fila siguiente se escriben las palabras NODOS ES.
18. Después de las palabras NODOS ES se escriben en las siguientes NCE filas el dato CNE (I).
19. En la fila siguiente se escriben las palabras RIGIDEZ ES.
20. Después de las palabras RIGIDEZ ES se escriben filas de 9 datos cada una, los 9 datos corresponden a los datos de las submatrices que se obtienen al dividir la matriz KEST en submatrices de 3x3, al terminar las submatrices de una fila se deja un espacio en blanco y se procede a copiar las submatrices de la otra fila y así sucesivamente. Hay que aclarar que la matriz KEST se arma con los términos de la matriz de rigidez de la estructura sobre la placa que corresponden a los grados de libertad comunes entre la estructura superior, y la placa. Esta también se puede armar colocando desplazamientos unitarios en los grados de libertad conectados a la placa y calculando las reacciones que se producen.
21. En la fila siguiente se escribe la palabra SUELO.
22. Después de la palabra suelo se escriben las siguientes NCA filas con los datos: PSU (I,1), PSU (I,2), PSU (I,3), PSU (I,4), PSU (I,5), PSU (I,6).

Para una mejor comprensión de lo descrito se tiene el siguiente ejemplo:

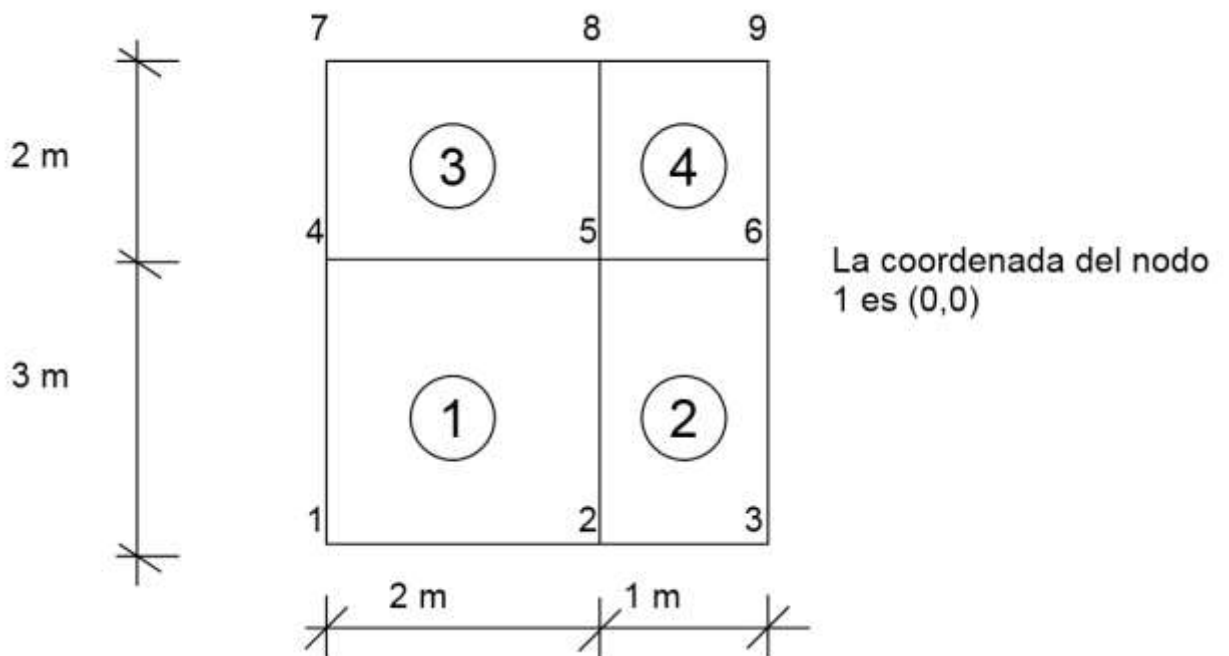
4.4.2.1 Ejemplo de aplicación para la elaboración de un archivo de datos. Se trata de una placa de cimentación de dimensiones 3m x 5m. La Figura 4-4 muestra el modelo de la estructura y la numeración de nodos y elementos; la Figura 4-5 muestra la posición y sentido de las cargas.

La estructura superior está unida a la placa por los nodos 4, 5, 6 y su matriz de rigidez condensada es:

Figura 10. Numeración nodos y elementos ejemplo.

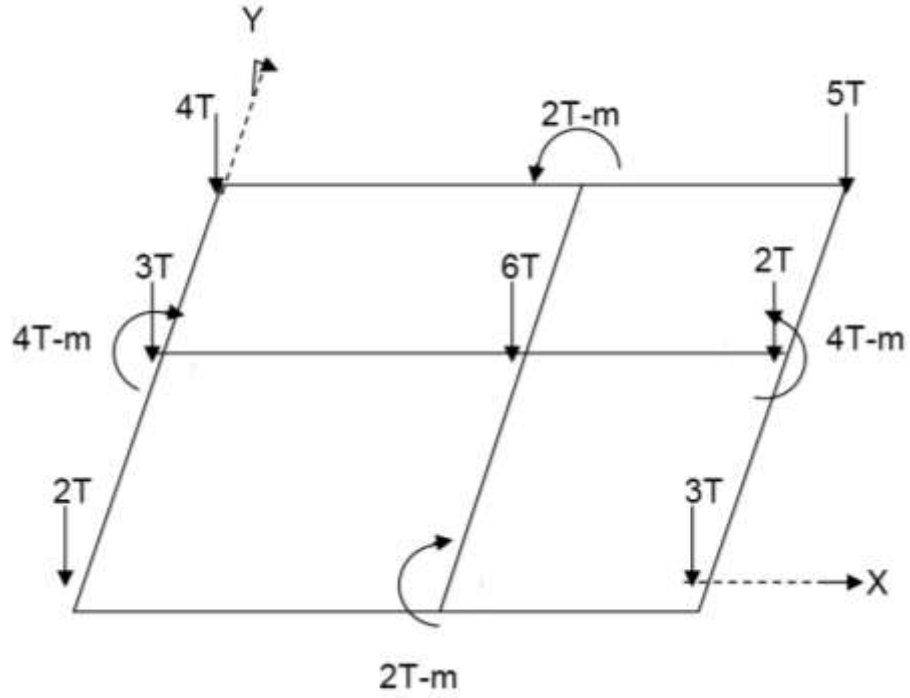
KEST=

1	1	1	4	4	4	7	7	7
2	2	2	5	5	5	8	8	8
3	3	3	6	6	6	9	9	9
10	10	10	13	13	13	16	16	16
11	11	11	14	14	14	17	17	17
12	12	12	15	15	15	18	18	18
19	19	19	22	22	22	25	25	25
20	20	20	23	23	23	26	26	26
21	21	21	24	24	24	27	27	27



Las cargas en la placa son las que muestra la siguiente figura:

Figura 0-11 Cargas en la placa del proyecto ejemplo.



El resto de datos del Ejemplo se presentan a continuación:

El archivo de datos de entrada es el siguiente:

DATOS GENERALES					
PROYECTO: PROYECTO EJEMPLO 1					
CALCULOS ESTRUCTURALES: LEIXER RIVERO L					
ESTRUCTURA: PLACA DE CIMENTACION					
UNIDADES: m \ T					
MATERIALES					
<u>CONCRETO</u>					
RESISTENCIA DEL CONCRETO: 2100					
PESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO: 2.4					
<u>ACERO DE REFUERZO</u>					
RESISTENCIA DEL ACERO: 42000					
MODULO DE ELASTICIDAD DEL ACERO: 20000000					
RECUBRIMIENTO INFERIOR DEL ACERO: 0.03					
RECUBRIMIENTO SUPERIOR DEL ACERO: 0.03					
NODOS Y CARGAS					
NODO	COORD. X	COORD. Y	Pz	Mx	My
1	0	0	-2	0	0
2	2	0	0	-2	0
3	3	0	-3	0	0
4	0	3	-3	0	4
5	2	3	-6	0	0
6	3	3	-2	0	-4
7	0	5	-4	0	0
8	2	5	0	2	0
9	3	5	-5	0	0
ELEMENTOS Y ESPESORES					
ELEMENTO	N1	N2	N3	N4	ESPESOR
1	1	2	5	4	0.1
2	2	3	6	5	0.15
3	4	5	8	7	0.15
4	5	6	9	8	0.1
ESTRUCTURA SUPERIOR					
NODOS (Conectados a la estructura superior)					
4					
5					
6					
Matriz de rigidez condensada de la estructura superior					
col.0	col.1	col.2	col.3	col.4	col.5
0	1	1	1	4	4
0	2	2	2	5	5

<u>col 0</u>	<u>col 1</u>	<u>col 2</u>	<u>col 3</u>	<u>col 4</u>	<u>col 5</u>
0	3	3	3	6	6
0	10	10	10	13	13
0	11	11	11	14	14
0	12	12	12	15	15
0	19	19	19	22	22
0	20	20	20	23	23
0	21	21	21	24	24
<u>col 6</u>	<u>col 7</u>	<u>col 8</u>	<u>col 9</u>		
4	7	7	7		
5	8	8	8		
6	9	9	9		
13	16	16	16		
14	17	17	17		
15	18	18	18		
22	25	25	25		
23	26	26	26		
24	27	27	27		

SUELO

NIVEL FREATICO DEL SUELO: 10

Propiedades de las capas de suelo

<u>CAPA</u>	<u>H</u>	<u>PES</u>	<u>E</u>	<u>V</u>	<u>Ko</u>	<u>FALLA</u>
1	2	1.8	500	0.4	0.3	30
2	3	1.85	510	0.45	0.3	30
3	4	1.7	520	0.3	0.3	35

El archivo de datos de entrada es el siguiente:

ARCHIVO DE DATOS

UNIDADES

5,4

TITULOS

"PROYECTO EJEMPLO"

"LEIXER RIVERO L"

"PLACA DE CIMENTACION"

DATOS GENERALES

9,4,3,3,10

CONCRETO

2100,2100000,0.2,2.4

DISENO

1.5,42000,20000000,0.03,0.03

NODOS CARGAS

1,0,0,-2,0,0

2,2,0,0,-2,0

3,3,0,-3,0,0

4,0,3,-3,0,4

5,2,3,-6,0,0

6,3,3,-2,0,-4

7,0,5,-4,0,0

8,2,5,0,2,0

9,3,5,-5,0,0

ELEMENTOS ESPESORES

1,1,2,5,4,0.1

2,2,3,6,5,0.15

3,4,5,8,7,0.15

4,5,6,9,8,0.1

NODOS ES

4

5

6

RIGIDEZ ES

1,1,1,2,2,2,3,3,3

4,4,4,5,5,5,6,6,6

7,7,7,8,8,8,9,9,9

10,10,10,11,11,11,12,12,12

13,13,13,14,14,14,15,15,15

16,16,16,17,17,17,18,18,18

19,19,19,20,20,20,21,21,21

22,22,22,23,23,23,24,24,24

25,25,25,26,26,26,27,27,27

SUELO

2,1.8,500,0.4,0.3,30

3,1.85,510,0.45,0.3,30

4,1.7,520,0.3,0.3,35

4.5 SALIDA DE DATOS

En esta sección se describen cada una de las variables importantes del programa, que tienen relación con la salida de datos, también se describe el archivo de salida de datos.

4.5.1 Variables Utilizadas en la salida de datos.

R2 (NN, 1): Matriz columna de las relaciones verticales de la estructura en cada uno de los nodos.

AT (NN): Vector de las áreas aferentes de los nodos.

RE2 (NN, 1): Matriz que indica si el suelo bajo el nodo ha sido sometido a un esfuerzo superior a la falla, en cuyo caso el elemento correspondiente al nodo toma el valor de 1, en caso contrario 0.

U₁(2NN, 1) : Matriz columna de desplazamientos no restringidos de los nodos, esto es, θ_x y θ_y .

$$[U_1] = \begin{bmatrix} \theta_{x1} \\ \theta_{y1} \\ \theta_{x2} \\ \theta_{y2} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \end{bmatrix}$$

U₂ (NN, 1): Matriz columna de los desplazamientos verticales de los nodos.

FIE (NER, 12): Matriz de las fuerzas internas de cada uno de los nodos que conforman un elemento (Figura 4-3), sus elementos son:

- COL 1, 2, 3 =Cortante vertical V_z y los momentos M_x , M_y del nodo N1 del elemento.
- COL 4, 5, 6 : V_z , M_x , M_y del nodo N2 del elemento.
- COL 7, 8, 9 : V_z , M_x , M_y del nodo N3 del elemento.
- COL 10, 11, 12 : V_z , M_x , M_y del nodo N4 del elemento.

FEST (NCE, 3): Matriz de las fuerzas internas que toma la estructura superior en cada uno de los nodos con que se conecta a la cimentación, Contiene:

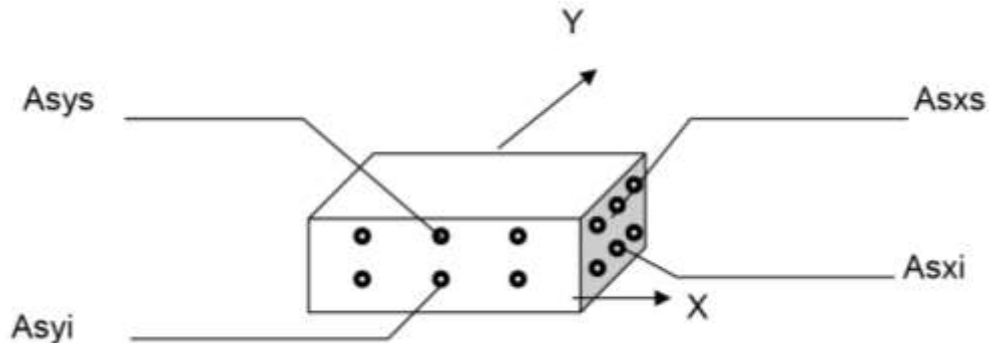
- COL 1 : Cortante V_z del nodo.
- COL 2 : Momento M_x del nodo.
- COL 3 : Momento M_y del nodo.

ASE (NER, 16): Matriz de las áreas de refuerzo en cm^2/m , en las caras inferior y superior de cada uno de los nodos que conforman los elementos.

Observando la Figura 4-6:

- As_{xi} : Área de refuerzo en cm^2/m , en la dirección del eje x, en la cara inferior.
- As_{xs} : Área de refuerzo en cm^2/m , en la dirección del eje x, en la cara superior.
- As_{yi} : Área de refuerzo en cm^2/m , en la dirección del eje y, en la cara inferior.
- As_{ys} : Área de refuerzo en cm^2/m , en la dirección del eje y, en la cara superior.

Figura 12 Ubicación de las áreas de acero.



Los elementos de la matriz son:

- COL 1, 2, 3, 4 : As_{xi} , As_{xs} , As_{yi} , As_{ys} del nodo N1 del elemento.
- COL 5, 6, 7, 8 : As_{xi} , As_{xs} , As_{yi} , As_{ys} del nodo N2 del elemento.
- COL 9, 10, 11, 12 : As_{xi} , As_{xs} , As_{yi} , As_{ys} del nodo N3 del elemento.
- COL 13, 14, 15, 16 : As_{xi} , As_{xs} , As_{yi} , As_{ys} del nodo N4 del elemento.

ASN (NN, 4): Matriz de las envolventes de las áreas de refuerzo en cm^2/m , en las caras inferior y superior en todos los nodos, sus elementos son:

- COL 1, 2, 3, 4: As_{xi} , As_{xs} , As_{yi} , As_{ys}

4.5.2 Archivo de Salida de Datos: El programa genera un archivo de salida de datos cuyo nombre es igual al del archivo de entrada de datos, pero su extensión es “DSA” y su contenido es el siguiente:

DATOS DE SALIDA PARA LA ESTRUCTURA

Reacciones y módulo de resorte.

Desplazamientos nodales

Fuerzas internas elementos

Fuerzas Internas en los Nodos Conectados a la Estructura Superior

Áreas de refuerzo elementos

Envolvente áreas de refuerzo

DATOS DE SALIDA PARA EL SUELO

Esfuerzos efectivos iniciales

Esfuerzo xx (σ_{xx})

Esfuerzo yy (σ_{yy})

Esfuerzo zz (σ_{zz})

Esfuerzo xy (σ_{xy})

Esfuerzo xz (σ_{xz})

Esfuerzo yz (σ_{yz})

Esfuerzos mayores

Esfuerzos menores

Reacciones y módulo de resorte:

- COL 1 : Número del nodo
- COL 2 : Reacción vertical del nodo
- COL 3: Módulo de resorte (Reacción en el nodo / Desplazamiento vertical del nodo).

Desplazamientos nodales:

- COL 1 : Número del nodo
- COL 2 : Desplazamiento vertical W_z del nodo
- COL 3 : Giro θ_x del nodo
- COL 4 : Giro θ_y del nodo

Fuerzas internas de los elementos:

Cada elemento tiene 5 filas:

En la primera fila va el número de identificación del elemento.

En las filas 2, 3, 4 y 5, que corresponden a cada uno de los 4 nodos del elemento (N1, N2, N3 y N4), cada fila tiene 4 columnas, en las cuales van los siguientes datos separados por comas:

- COL 1 : Número del Nodo
- COL 2, Cortante vertical Vz.
- COL 3, Momento de flexión en la dirección X, Mx.
- COL 4, Momento de flexión en la dirección Y, My.

Estas 5 filas se repetirán NER veces dependiendo del número de elementos.

Fuerzas Internas en los Nodos Conectados a la Estructura Superior:

- COL 1: Número del Nodo conectado a la estructura superior.
- COL 2, Cortante vertical Vz.
- COL 3, Momento de flexión en la dirección X, Mx.
- COL 4, Momento de flexión en la dirección Y, My.

Áreas de refuerzo de los elementos:

Cada elemento tiene 5 filas:

En la primera fila va el número de identificación del elemento.

En las filas 2, 3, 4 y 5, que corresponden a cada uno de los 4 nodos del elemento (N1, N2, N3 y N4), cada fila tiene 5 columnas, en las cuales van los siguientes datos separados por comas:

- COL 1 : Número del Nodo
- COL 2, Asx inferior.

- COL 3, Asx superior.
- COL 4, Asy inferior.
- COL 5, Asy superior.

Estas 5 filas se repetirán NER veces dependiendo del número de elementos.

Envolvente de las áreas de refuerzo:

- COL 1 : Número del nodo
- COL 2, Asx inferior envolvente.
- COL 3, Asx superior envolvente.
- COL 4, Asy inferior envolvente.
- COL 5, Asy superior envolvente.

Esfuerzos efectivos iniciales

Para cada una de las capas tiene 3 datos:

- FILA 1 : Profundidad del punto central de la capa
- FILA 2, Esfuerzo vertical σ_{zz} .
- FILA 3, Esfuerzos horizontales $\sigma_{xx}=\sigma_{yy}$.

Incremento de esfuerzo xx (σ_{xx})

Para cada uno de los nodos, hay NCA (Número total de capas del suelo)+1 datos que corresponden al incremento de esfuerzo xx (σ_{xx}) en el punto central de la capa de suelo directamente bajo el nodo.

- FILA 1 : Número del nodo
- FILA 2, incremento de esfuerzo xx (σ_{xx}) en punto central de la capa 1.
- FILA 3, incremento de esfuerzo xx (σ_{xx}) en punto central de la capa 2.
- .
- .
- .
- FILA n, incremento de esfuerzo xx (σ_{xx}) en punto central de la capa n-1.

El número total de filas será NN x (NCA+1).

Incremento de esfuerzo yy (σ_{yy})

Para cada uno de los nodos, hay NCA (Número total de capas del suelo)+1 datos que corresponden al incremento de esfuerzo yy (σ_{yy}) en el punto central de la capa de suelo directamente bajo el nodo.

- FILA 1 : Número del nodo
- FILA 2, incremento de esfuerzo yy (σ_{yy}) en punto central de la capa 1.
- FILA 3, incremento de esfuerzo yy (σ_{yy}) en punto central de la capa 2.
- :
- :
- :
- FILA n, incremento de esfuerzo yy (σ_{yy}) en punto central de la capa n-1.

El número total de filas será NN x (NCA+1).

Incremento de esfuerzo zz (σ_{zz})

Para cada uno de los nodos, hay NCA (Número total de capas del suelo)+1 datos que corresponden al incremento de esfuerzo zz (σ_{zz}) en el punto central de la capa de suelo directamente bajo el nodo.

- FILA 1 : Número del nodo
- FILA 2, incremento de esfuerzo zz (σ_{zz}) en punto central de la capa 1.
- FILA 3, incremento de esfuerzo zz (σ_{zz}) en punto central de la capa 2.
- :
- :
- :
- FILA n, incremento de esfuerzo zz (σ_{zz}) en punto central de la capa n-1.

El número total de filas será NN x (NCA+1).

Incremento de esfuerzo xy (σ_{xy})

Para cada uno de los nodos, hay NCA (Número total de capas del suelo)+1 datos que corresponden al incremento de esfuerzo xy (σ_{xy}) en el punto central de la capa de suelo directamente bajo el nodo.

- FILA 1 : Número del nodo
- FILA 2, incremento de esfuerzo xy (σ_{xy}) en punto central de la capa 1.
- FILA 3, incremento de esfuerzo xy (σ_{xy}) en punto central de la capa 2.

- FILA n, incremento de esfuerzo xy (σ_{xy}) en punto central de la capa n-1.

El número total de filas será NN x (NCA+1).

Incremento de esfuerzo xz (σ_{xz})

Para cada uno de los nodos, hay NCA (Número total de capas del suelo)+1 datos que corresponden al incremento de esfuerzo xz (σ_{xz}) en el punto central de la capa de suelo directamente bajo el nodo.

- FILA 1 : Número del nodo
- FILA 2, incremento de esfuerzo xz (σ_{xz}) en punto central de la capa 1.
- FILA 3, incremento de esfuerzo xz (σ_{xz}) en punto central de la capa 2.
- FILA n, incremento de esfuerzo xz (σ_{xz}) en punto central de la capa n-1.

El número total de filas será NN x (NCA+1).

Incremento de esfuerzo yz (σ_{yz})

Para cada uno de los nodos, hay NCA (Número total de capas del suelo)+1 datos que corresponden al incremento de esfuerzo yz (σ_{yz}) en el punto central de la capa de suelo directamente bajo el nodo.

- FILA 1 : Número del nodo
- FILA 2, incremento de esfuerzo yz (σ_{yz}) en punto central de la capa 1.
- FILA 3, incremento de esfuerzo yz (σ_{yz}) en punto central de la capa 2.
- FILA n, incremento de esfuerzo yz (σ_{yz}) en punto central de la capa n-1.

El número total de filas será $NN \times (NCA+1)$.

Esfuerzos mayores

Para cada uno de los nodos, hay NCA (Número total de capas del suelo)+1 datos que corresponden al esfuerzo mayor en el punto central de la capa de suelo directamente bajo el nodo.

- FILA 1 : Número del nodo
- FILA 2, esfuerzo mayor en punto central de la capa 1.
- FILA 3, esfuerzo mayor en punto central de la capa 2.
-
-
-
- FILA n, esfuerzo mayor en punto central de la capa n-1.

El número total de filas será $NN \times (NCA+1)$.

Esfuerzos menores

Para cada uno de los nodos, hay NCA (Número total de capas del suelo)+1 datos que corresponden al esfuerzo menor en el punto central de la capa de suelo directamente bajo el nodo.

- FILA 1 : Número del nodo
- FILA 2, esfuerzo menor en punto central de la capa 1.
- FILA 3, esfuerzo menor en punto central de la capa 2.
-
-
-
- FILA n, esfuerzo menor en punto central de la capa n-1.

El número total de filas será $NN \times (NCA+1)$.

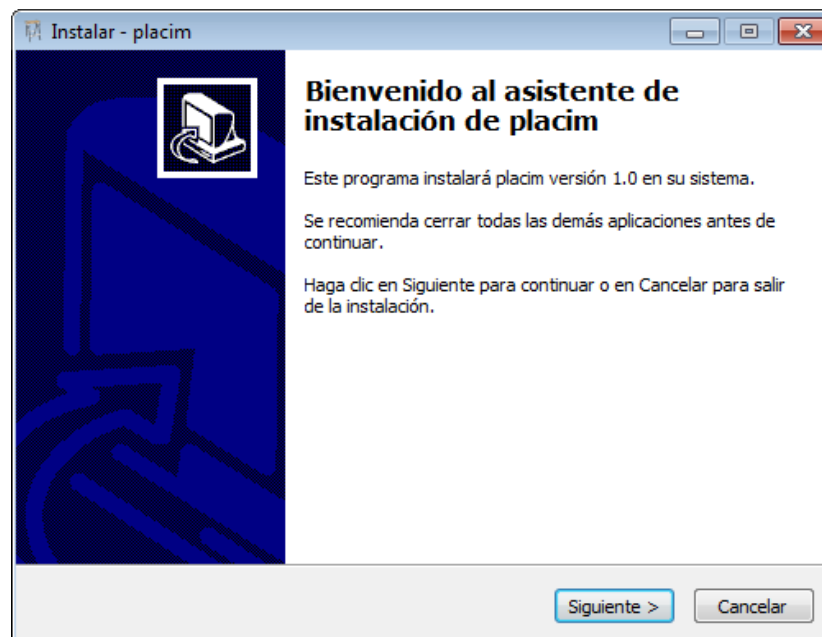
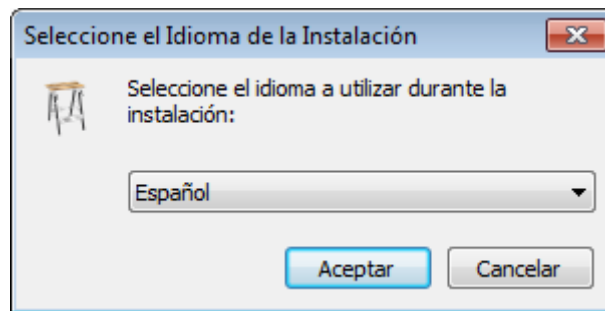
4.6 MANUAL DEL USUARIO

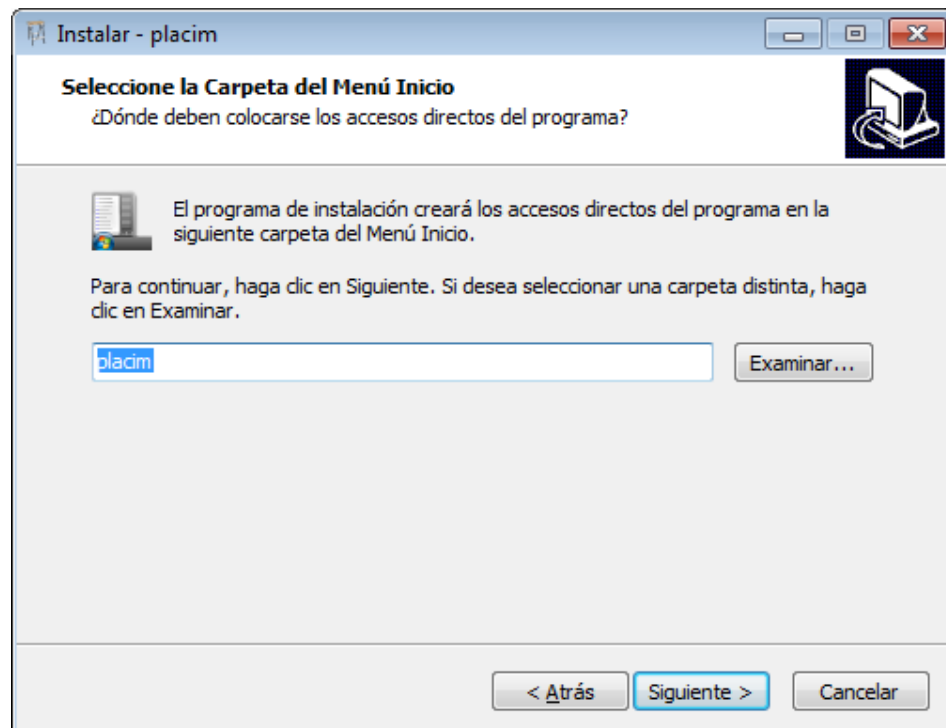
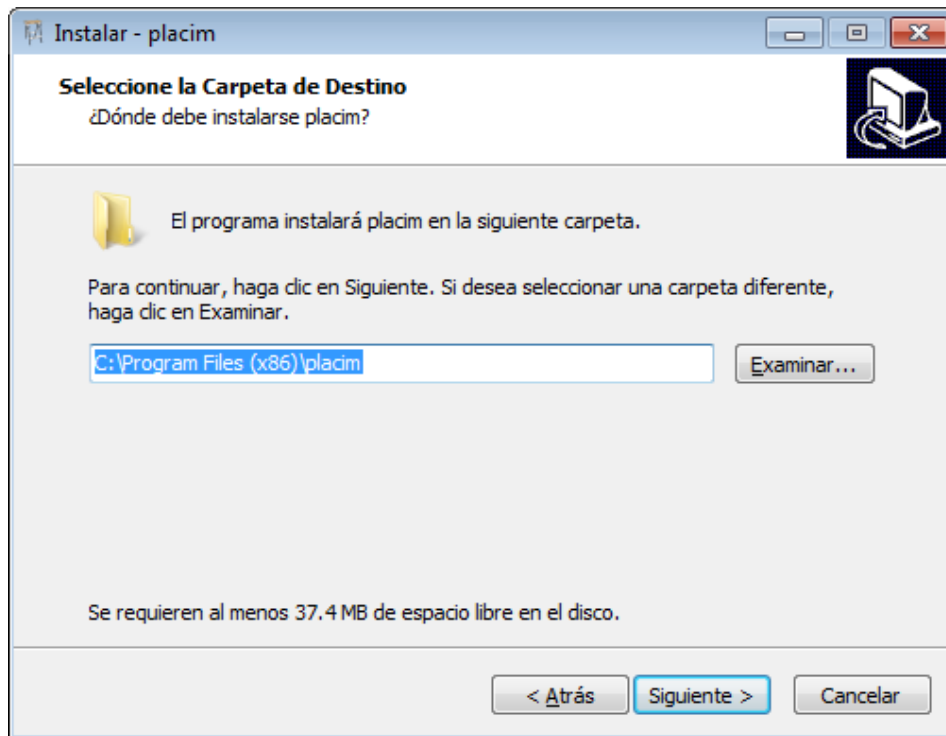
4.6.1 Instalación del Programa Para la instalación del programa se deben seguir los siguientes pasos:

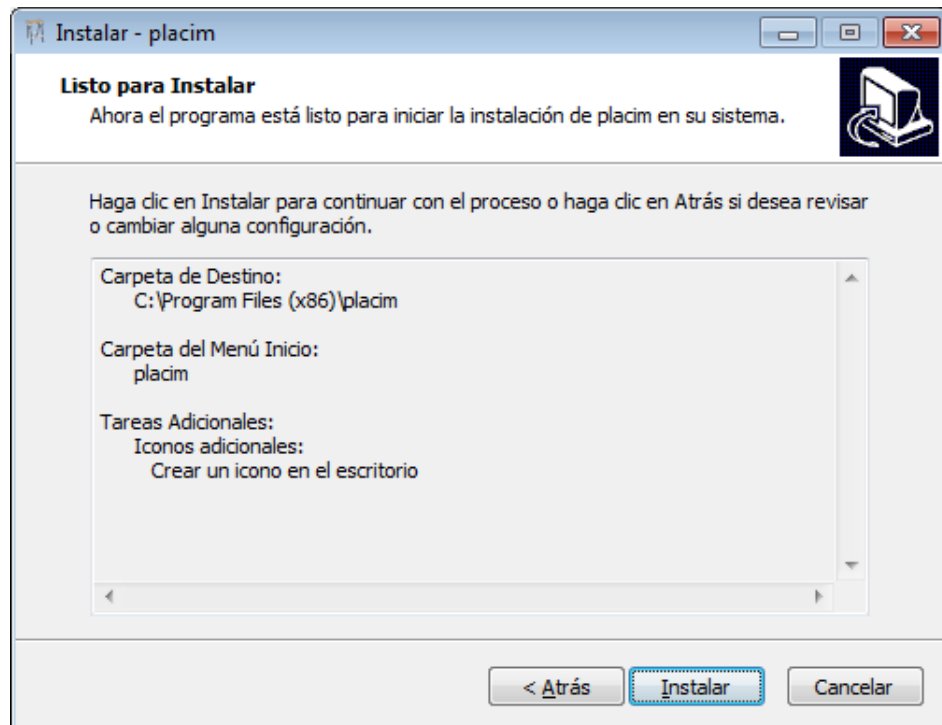
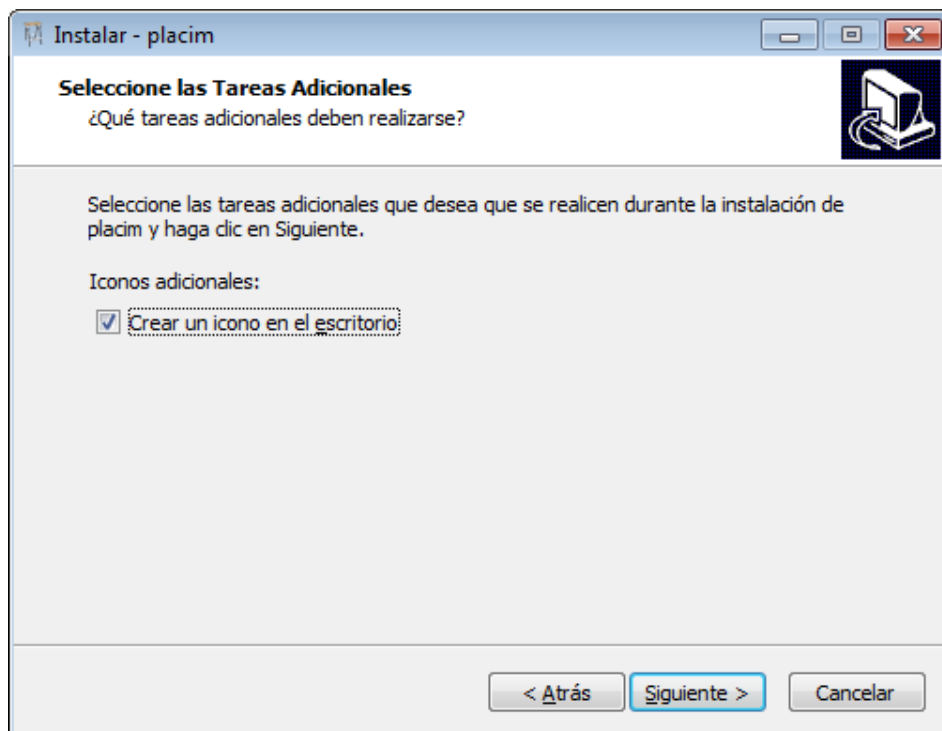
1. Introduzca el disco compacto en la unidad correspondiente
2. Abra la carpeta de nombre instalador.

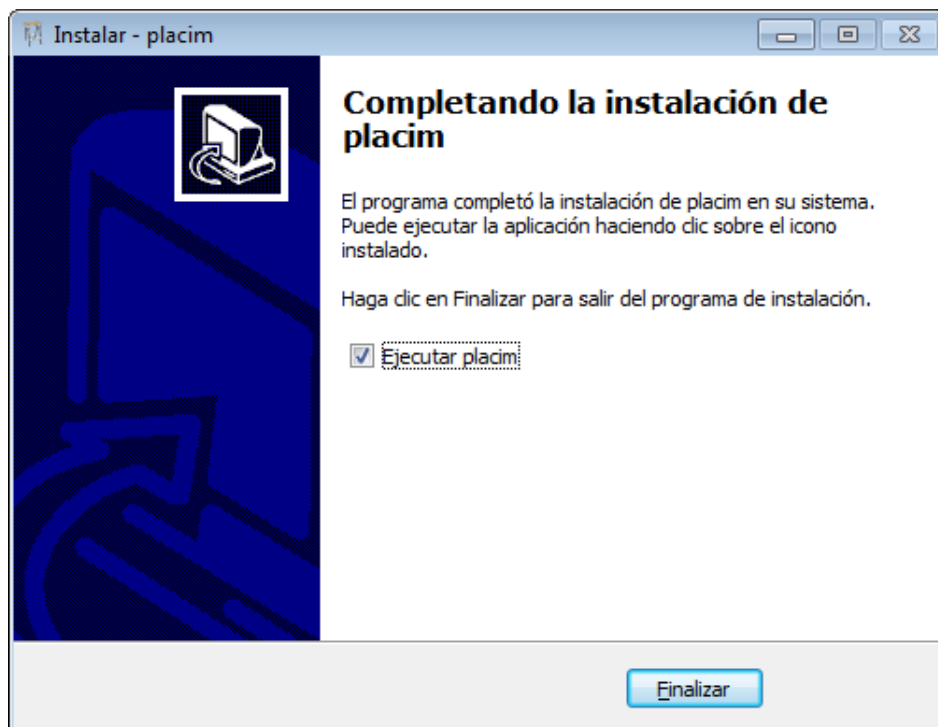
Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
PlaCim	30/08/2016 08:12 a...	Carpeta de archivos	
placim	12/11/2015 10:28 a...	Aplicación	4,532 KB

3. Hacer click en el archivo placim.exe, y el programa comienza a instalarse.





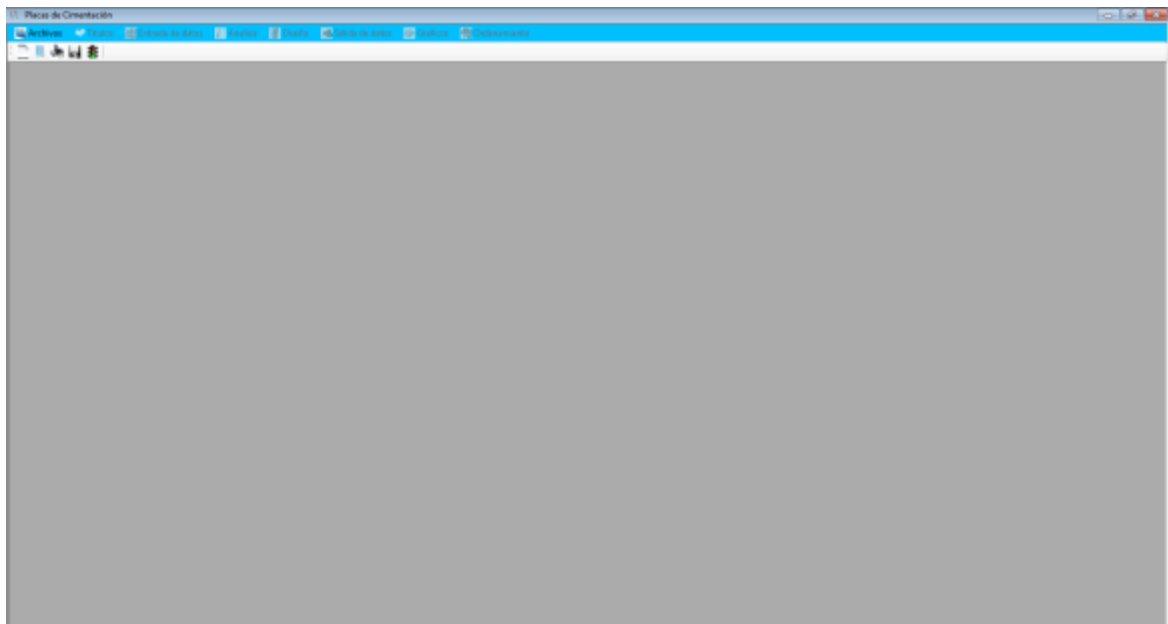




4.6.2 Iniciación del Programa. Una vez instalado e iniciado el programa, aparece en la pantalla la ventana principal del programa. Esta ventana es el área desde donde el usuario interactúa con el programa, toda vez que desde allí se pueden introducir cambiar o borrar datos, manejar archivos, analizar, diseñar e imprimir datos en pantalla e impresora, entre otros.



El aspecto inicial de la pantalla es el mostrado en la Figura.



La ventana principal se divide en varias áreas, las que describimos a continuación:

1. **Línea de Información General:** Se encuentra en la parte superior, contiene el nombre del programa.

2. **Barra de Menús:** Situada bajo la línea de información general, permite el acceso a una serie de menús desplegables que contienen todos los comandos del programa, cuando se inicia el programa en esta barra sólo permanece activa la opción archivos.
3. **Barra de Herramientas Estándar:** En esta barra se encuentran en total cinco botones, los cuales corresponden a comandos importantes del programa.
4. **Área de Trabajo:** Es el área donde aparecen los cuadros de dialogo, los cuadros informativos y todo los resultados durante la ejecución del programa.

4.6.3 Comandos del Programa. Todos los comandos del programa se pueden localizar en la barra de menús. Para poder facilitar el entendimiento de este manual en la Tabla 4-3 se presenta un resumen de todos los comandos y menús desplegables del programa, asignándole un número a cada comando el cual servirá para identificarlo más adelante.

Es importante aclarar que los niveles indican el orden en que aparecen los menús desplegables.

Tabla 6. Comandos y Menús desplegables del programa.

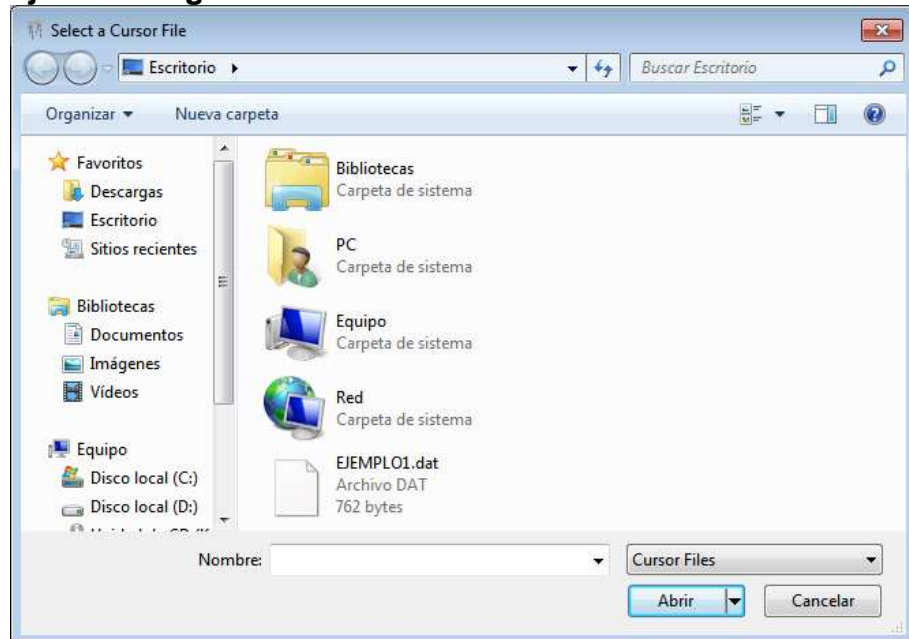
NIVEL 1		NIVEL 2		NIVEL 3		NIVEL 4	
ARCHIVOS	1	NUEVO	11				
		ABRIR	12				
		GUARDAR	13				
		GUARDAR COMO	14				
		SALIR	15				
TITULOS	2						
ENTRADA DE DATOS	3	DATOS PARA EL ANALISIS	31	NODOS	311		
				ELEMENTOS	312	Adicionar elementos	3121
						Generación automática de elementos	3122
				ESTRUCTURA SUPERIOR	313		
				CARGAS	314		
				SUELO	315		
		MATERIALES	316				
DATOS PARA EL DISEÑO	32						
ANALISIS	4						
DISEÑO	5						
SALIDA DE DATOS	6	POR PANTALLA	61				
		POR IMPRESORA	62				
GRAFICOS	7	NODOS Y EELMETOS	71				
ORDENAMIENTO	8	X – Y	81				
		Y – X	82				

4.6.3.1 Archivos (1) Sirve para trabajar todo lo que tiene que ver con los archivos de entrada de datos (Ver sección 4.4.2), tal como crear nuevos archivos, abrir archivos existentes, guardar archivos, cambiar nombre de archivos y salir del programa. Al accionar este comando aparece un menú desplegable con las siguientes opciones:

Nuevo (11)
Abrir (12)
Guardar (13)
Guardar como (14)
Salir (15)

- **Nuevo (11):** Sirve para iniciar un nuevo proyecto, al seleccionarlo se muestra inmediatamente en la línea de información general de la ventana principal la palabra sin título, activando sólo la opción títulos (2) en la barra de menús.
- **Abrir (12):** Abre un proyecto existente, aparece la caja de diálogo mostrada en la Figura 4-7.

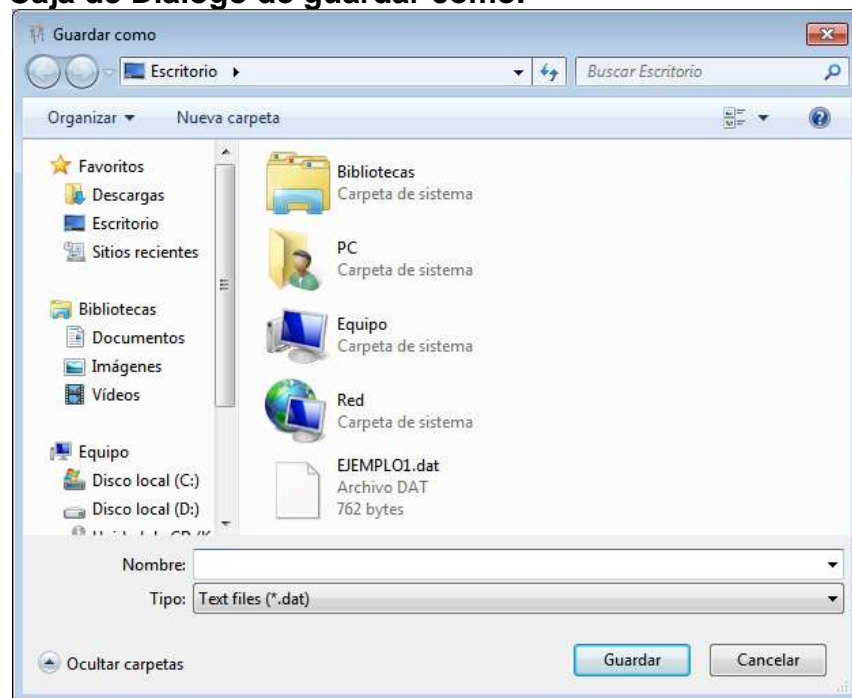
Figura 13. Caja de diálogo de abrir.



Desde esta caja de diálogo se determina la ruta y el nombre del archivo que se desea abrir o se cancela la instrucción, si se abre un proyecto la ruta del archivo sale en la línea de información general del menú principal.

- **Guardar (13):** Genera un archivo de entrada de datos (ver sección 4.4.2), asignando a las variables de entrada los valores que tengan en el momento, si no se le ha asignado el nombre al archivo aparece el cuadro de diálogo de la opción guardar como (14).
- **Guardar como (14):** Da un nombre y una ruta de almacenamiento a un proyecto, e incluso si el proyecto ya tiene nombre, permite guardarlo bajo otro nombre, al accionar este comando aparece la caja de diálogo mostrada en la Figura 4-8.

Figura 14. Caja de Diálogo de guardar como.



Desde esta caja de diálogo se puede seleccionar la ruta y el nombre del archivo que se desea guardar, también se puede cancelar la operación.

- **Salir (15):** Finaliza la ejecución del programa preguntando si se desea o no guardar los datos actuales, si se está trabajando sobre un proyecto o si el proyecto todavía no tiene nombre aparecerá el cuadro de guardar como.

4.6.3.2 Títulos (2) Permite asignar datos referentes a la identificación del proyecto y a las unidades de fuerza y longitud en que se presentarán los resultados, muestra la caja de diálogo presentada en la Figura 4-9.

Figura 15. Caja de diálogo de títulos.

- Nombre del Proyecto: Máximo 35 caracteres.
- Calculista: Máximo 35 caracteres.
- Nombre de la Estructura: Máximo 35 caracteres.

Los resultados se pueden dar en cualquiera de las siguientes unidades de fuerza y longitud indicadas en la Tabla 4-4:

Tabla 7. Unidades de fuerza y longitud.

FUERZA	LONGITUD
Libra (Lb)	Pulgada (pulgs)
Kilolibra (Klb)	Pie (pie)
Kilogramo fuerza (Kgf)	Milímetro (mm)
Tonelada (T)	Centímetro (cm)
Newton (N)	Metro (M)
Kilonewton (KN)	

Es importante advertir el hecho de que estas unidades de fuerza y longitud sólo se pueden asignar una sola vez en cada proyecto, ya que el programa no permite cambiarlas una vez hayan sido asignadas, por tanto, éstas son las unidades que tomará el programa para la entrada y salida de datos, no obstante éstas se pueden cambiar directamente en el archivo de datos mediante la asignación de las variables UNIF y UNIL, (Ver Sección 4.4.2).

Los botones aceptar y cancelar, aceptan o cancelan la operación.

4.6.3.3 Entrada de Datos (3) Este comando permite asignar los datos de entrada del proyecto, para una mejor organización de la entrada de datos, estos están divididos en dos grupos:

- Datos para el análisis (31)
- Datos para el diseño (32).

La opción datos para el análisis, muestra un menú desplegable con las siguientes opciones:

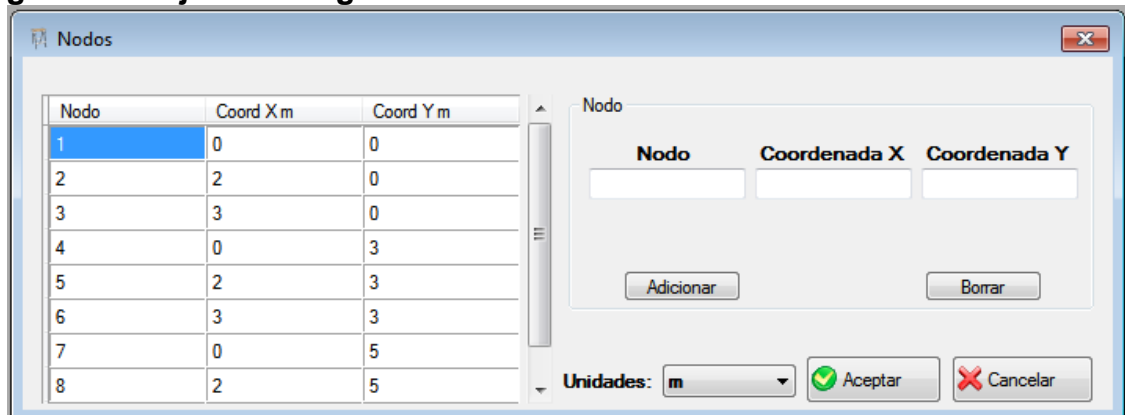
- Nodos (311)
- Elementos (312)
- Estructura Superior (313)
- Cargas (314)
- Suelo (315)
- Materiales (316)

Todas estas opciones se explican a continuación:

- **Nodos (311):** Permite adicionar, cambiar y borrar nodos en un proyecto, aparece la caja de diálogo mostrada en la Figura 4-10.

Desde la parte derecha de la caja se pueden adicionar, cambiar y borrar nodos. En la parte izquierda aparecen todos los nodos de la estructura con sus respectivas coordenadas en las unidades generales.

Figura 16. Caja de diálogo de nodos.



En la Figura 4-10 hay que tener en cuenta los siguientes términos:

Nodos: Es el número que identifica el nodo, este debe ser un entero positivo entre 1 y 9999.

Coordenada X: Se refiere a la coordenada x del nodo, debe ser un número mayor o igual a cero.

Coordenada Y: Se refiere a la coordenada y del nodo, debe ser un número mayor o igual a cero.

Para adicionar un nodo se llenan las casillas correspondientes a nodo, coordenada X y coordenada Y en la parte derecha y se pulsa adicionar, inmediatamente el nodo adicionado aparece en la parte izquierda de la caja de diálogo.

Para borrar un nodo se escoge el nodo con el botón derecho del mouse en el cuadro de la parte izquierda y se toca borrar en el cuadro de la parte derecha, inmediatamente el nodo desaparece del cuadro de la parte izquierda.

El menú desplegable unidades indica la unidad local de longitud de las coordenadas X y Y del cuadro de la parte derecha, en la parte izquierda los datos aparecen con la unidad de longitud general.

Al cambiar o borrar un nodo automáticamente se borran todos los datos de entrada que tengan alguna conexión con ese nodo en particular, esto es, los elementos que llegan al nodo, las cargas del nodo, etc.

Si se intenta adicionar un nodo con una identificación o una coordenada no permitida, o se intenta adicionar un nodo cuya identificación ya existe, o se intenta adicionar un nodo con las mismas coordenadas de otro nodo existente, el programa no lo ejecuta.

Los botones aceptar y cancelar aceptan o cancelan las operaciones realizadas.

- **Elementos (312):** Permite adicionar, cambiar y borrar los elementos y los espesores de éstos, también permite generar automáticamente cuadrículas de nodos y elementos. Al pulsar Adicionar elementos, aparece la caja de diálogo mostrada en la Figura 4-11.

Figura 17. Caja de diálogo generación adicional elementos.



Para adicionar un elemento en el cuadro elementos ubicado en la parte inferior izquierda, se llenan los datos de las casillas elemento, nodo 1, nodo 3, espesor y se selecciona adicionar, los datos a llenar son:

Elemento: Es el número que identifica el elemento, debe ser un entero positivo entre 1 y 9999.

Nodo 1: Número de identificación del nodo ubicado en la esquina inferior izquierda del elemento (N1), debe estar creado en el listado de nodos.

Nodo 3: Número de identificación del nodo ubicado en la esquina superior derecha del elemento (N3), debe estar creado en el listado de nodos.

Espesor: Espesor del elemento debe ser un número positivo mayor que cero.

El programa automáticamente calculará las coordenadas de los nodos N2 y N4, las buscará en el listado de nodos, si existen identificara los nodos y aparecerá el elemento creado en el cuadro de la parte superior izquierda. En caso de no existir cualquiera de los nodos N2 y N4 o ambos, el programa preguntará si se desean generar automáticamente cada uno de los nodos faltantes asignándoles el menor número inferior a 10000 que no exista en el listado de nodos al momento de crearlo.

Para borrar un elemento se busca el número del elemento con el mouse en la casilla elemento del cuadro de la parte superior izquierda y se selecciona borrar, el elemento desaparecerá del cuadro.

El programa no adiciona elementos si en las casillas Elemento Nodo 1, Nodo 3 o Espesor del cuadro elementos tienen valores no permitidos o identificación de nodos no existentes.

Para variar el espesor de uno o varios elementos se selecciona el círculo uno o varios elementos del desplegable elementos y con la flecha → se pasan al cuadro de la derecha, se coloca el valor del espesor en la casilla espesor y se selecciona aplicar.

Para remplazar el espesor de todos los elementos se elige el círculo todos los elementos en el cuadro espesores, se coloca el valor del espesor en la casilla espesor y se selecciona aplicar.

El menú desplegable unidades sirve para escoger la unidad de longitud de los espesores.

El menú generación automática de elementos genera automáticamente los nodos y elementos de una cuadrícula como la mostrada en la Figura 4-13.

En la Figura 4-12 observamos que:

x, y : coordenadas x y y de la esquina inferior izquierda de la cuadrícula.

n : Número de divisiones en que se quiere dividir la cuadrícula en el eje x .

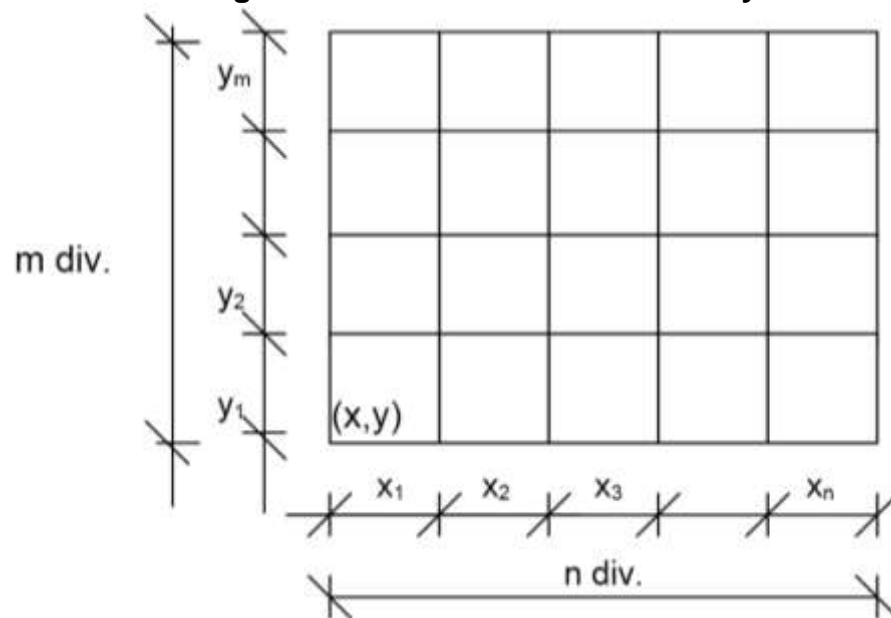
m : Número de divisiones en que se quiere dividir la cuadrícula en el eje y .

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$: Longitud de los espacios 1, 2 n en x .

y_1, y_2, \dots, y_m : Longitud de los espacios 1, 2 m en y .

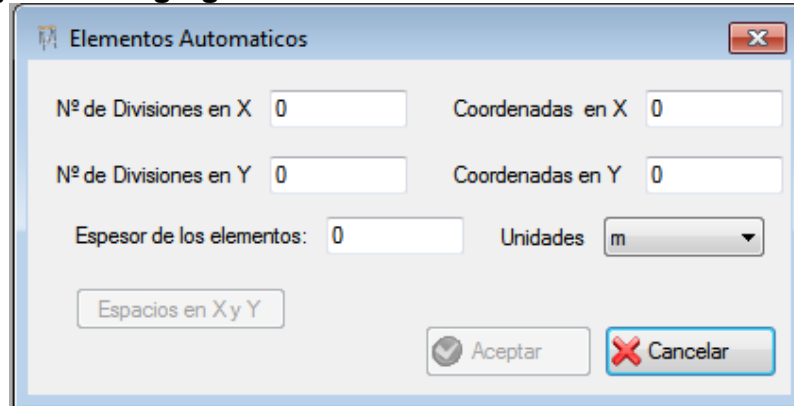
E : Espesor de los elementos.

Figura 18. Cuadrícula de generación automática de nodos y elementos.



Al pulsar generación automática de elementos aparece:

Figura 19. Caja de diálogo generación automática de elementos.

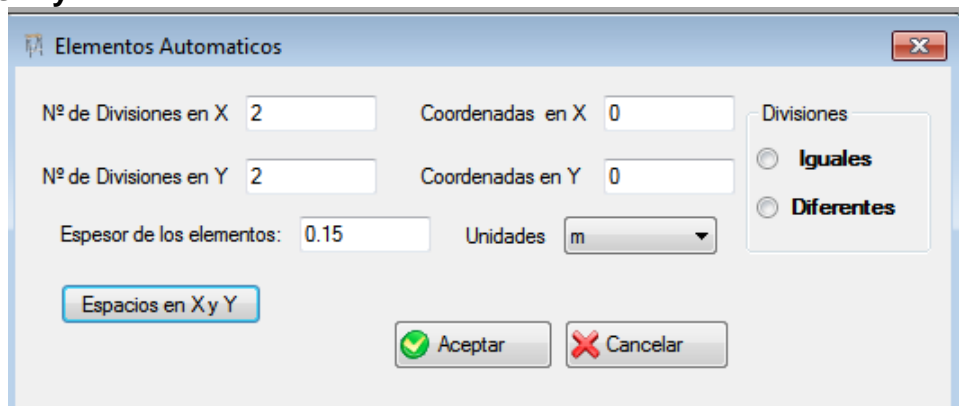


En el cuadro de la Figura 4-13 se deben llenar las siguientes casillas:
No. De divisiones en x: Es el valor de n, debe ser entero mayor que cero.
No. De divisiones en y: Es el valor de m debe ser entero mayor que cero.
Coordenada x: Es el valor de x es un número mayor o igual a cero.
Coordenada y: Es el valor de y es un número mayor o igual a cero.
Espesor de los elementos: Es el espesor de todos los elementos.
Unidades: Este desplegable selecciona la unidad local de longitud.

El botón cancelar anula la operación.

Si se elige el botón espacios en X y Y y el cuadro anterior se completa quedando como el de la Figura 4-14.

Figura 20. Caja de diálogo ampliada de generación automática al seleccionar espacios X y Y.



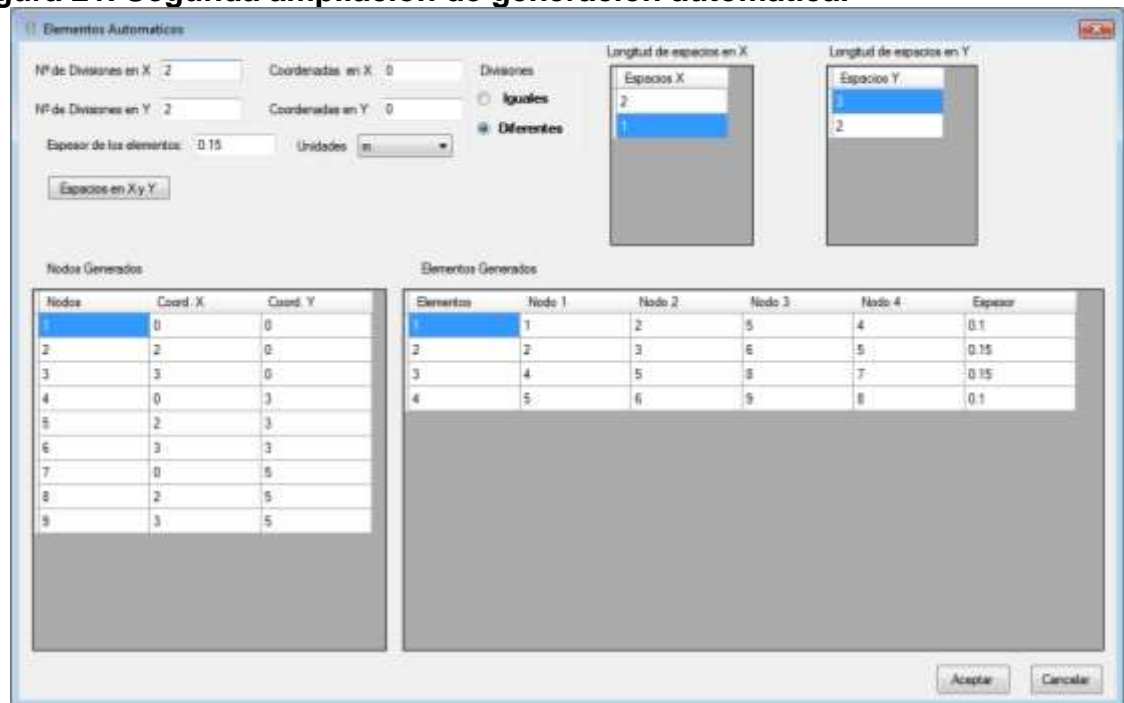
Se deben llenar las siguientes casillas:

Espacios X: Son los valores de $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, deben ser valores positivos mayores que cero.

Espacios Y: Son los valores de y_1, y_2, \dots, y_n , deben ser valores positivos mayores que cero.

Se elige el botón aceptar e inmediatamente el cuadro de diálogo sufre una segunda ampliación mostrando los nodos y elementos que genera el programa Figura 4-15.

Figura 21. Segunda ampliación de generación automática.



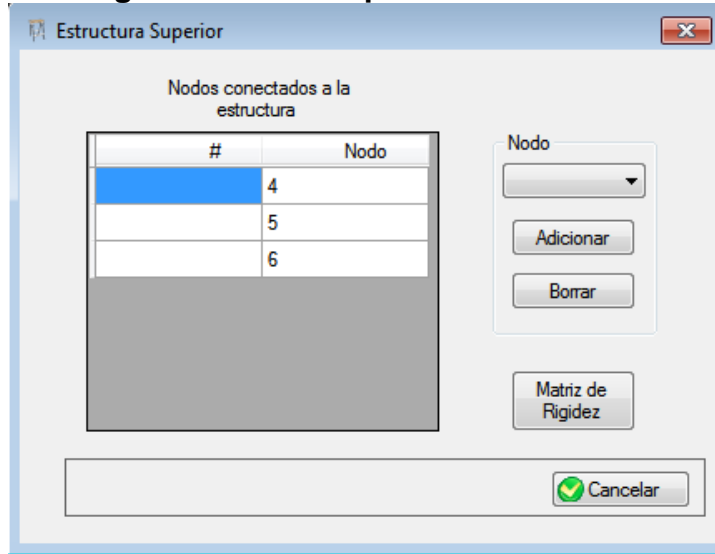
La numeración de nodos y elementos se hace de izquierda a derecha y de abajo hacia arriba, tomando el menor número entre 1 y 9999 que no exista en el momento de crearlos.

El usuario debe seleccionar los botones Aceptar o Cancelar, la opción "Aceptar" genera los nodos y elementos y la opción "Cancelar" cancela la generación.

- **Estructura Superior (313):** Permite identificar los nodos donde se conecta la estructura superior con la placa y la matriz de rigidez de la estructura superior, que es la matriz de rigidez de la estructura suponiendo que ésta es un solo elemento cuyos nodos son los nodos conectados a la placa y los grados de libertad de cada nodo son el desplazamiento vertical W_z y los dos giros θ_x y

θ_y . Al accionar este comando aparece la caja de diálogo mostrada en la Figura 4-16.

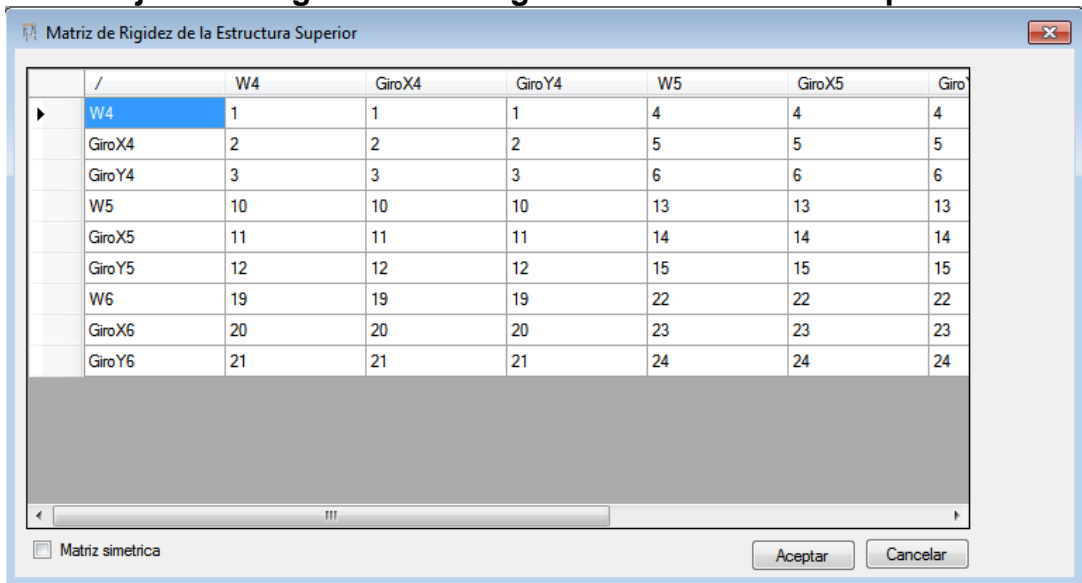
Figura 22. Caja de diálogo estructura superior.



Desde el menú desplegable nodo se pueden seleccionar los nodos que se quieran adicionar o borrar del cuadro de la parte izquierda.

Una vez elegidos los nodos conectados a la estructura superior se escoge el botón matriz de rigidez y aparece la caja de diálogo mostrada en la Figura 4-17.

Figura 23. Caja de diálogo matriz de rigidez de la estructura superior.

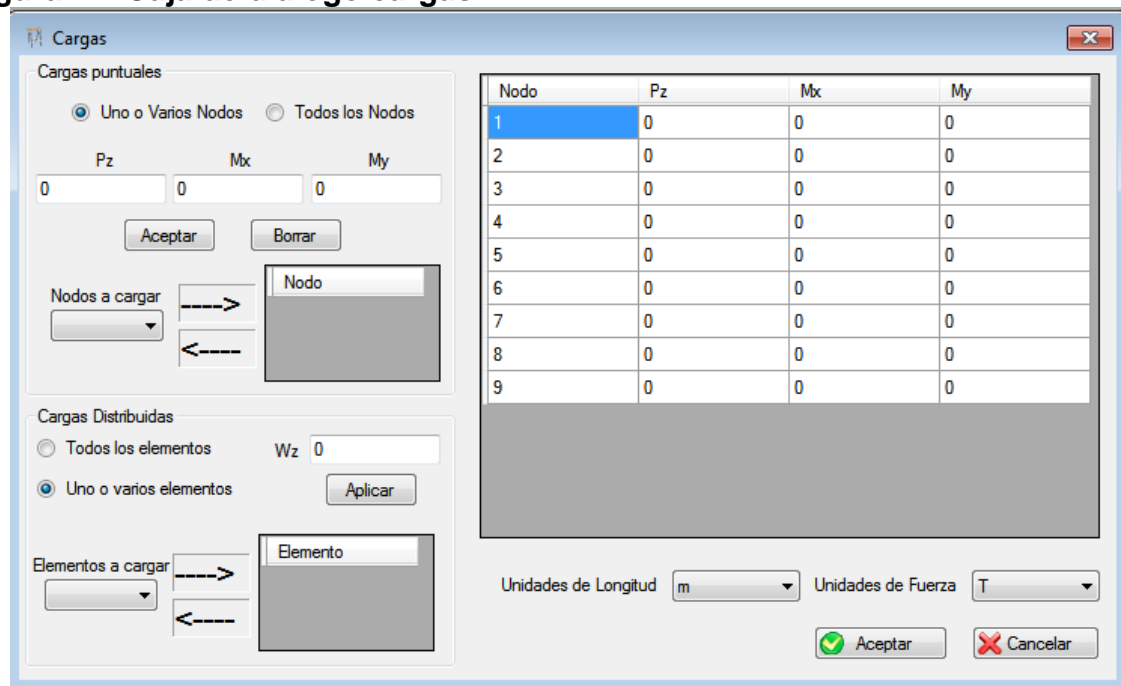


En esta caja de diálogo se pueden colocar los elementos de la matriz de rigidez de la estructura superior, nótese que en la parte superior e izquierda del cuadro se encuentran indicados los desplazamientos y el nodo a que corresponden. La opción matriz simétrica se usa cuando la matriz de rigidez sea simétrica, entonces sólo es necesario colocar los datos de la diagonal y los datos de la diagonal superior o inferior de la matriz.

Las operaciones aceptar y cancelar de la Figura 4-17 aceptan o cancelan los datos de la matriz de rigidez.

- **Cargas (314):** Permite adicionar y borrar cargas nodales y cargas distribuidas a la estructura, al elegirlo aparece la caja de diálogo mostrada en la Figura 4-18.

Figura 24. Caja de diálogo cargas.

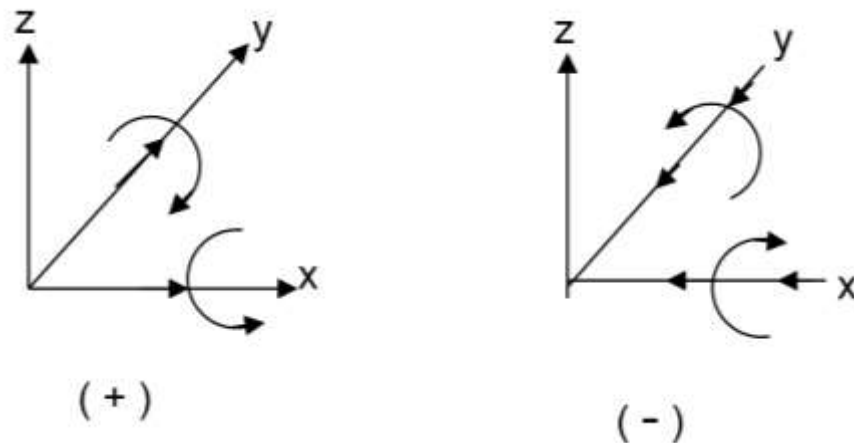


Si se desea adicionar cargas puntuales a uno o varios nodos, en el cuadro de cargas puntuales se escoge el círculo uno o varios nodos, se llenan las casillas correspondientes a Pz, Mx y My, cuyo significado se describe a continuación:

- Pz : Carga vertical en el nodo (Unidades F).
- Mx : Momento de flexión eje x (Unidades de F L).
- My : Momento de flexión eje y (Unidades de F L).

Los signos de Mx y My son los indicados en la Figura 4-20.

Figura 25. Signos de Pz, Mx y My.



Se seleccionan los nodos a cargar uno a uno en el desplegable titulado nodos a cargar y mediante el botón → se envían al desplegable ubicado a la derecha, elegidos todos los nodos a cargar se escoge el botón agregar.

Para borrar uno o varios nodos se sigue el mismo procedimiento de adicionar, omitiendo llenar las casillas Pz, Mx y My, y seleccionando borrar. Si se desea adicionar cargas puntuales a todos los nodos, en el cuadro de cargas puntuales se escoge el círculo todos los nodos, se llenan las casillas correspondientes a Pz, Mx y My y se elige el botón agregar.

Para borrar todos los nodos se sigue el mismo procedimiento de adicionar, omitiendo llenar las casillas Pz, Mx y My, y escogiendo la opción borrar.

Si se desea adicionar una carga distribuida a uno o varios elementos, se selecciona en el cuadro cargas distribuidas el círculo uno o varios elementos, se llena la casilla Wz con el valor de la carga distribuida por unidad de área (F/L^2), se escoge uno a uno los elementos a cargar en el desplegable elementos a cargar, enviándolos al desplegable elemento ubicado a la derecha mediante el botón →, después se elige el botón aplicar.

El programa convierte la carga distribuida en 4 cargas puntuales colocadas en los nodos del elemento. Estas cargas se adicionan a las ya existentes en los nodos.

Si se desea adicionar una carga distribuida a todos los elementos se selecciona el círculo todos los elementos y se sigue el mismo procedimiento que se utiliza para adicionar una carga distribuida a uno o varios elementos.

Los menús desplegables de unidades de longitud y unidades de fuerza corresponde a las unidades locales en que se introducen los datos, en el cuadro de la parte superior derecha, los datos aparecerán en las unidades generales.

Las opciones aceptar y cancelar aceptan o cancelan las operaciones hechas en la sección.

- **Suelo (315):** Permite introducir los datos referentes a los parámetros elásticos, espesores y nivel freático de las capas de suelo, al elegir este comando aparece el cuadro de diálogo mostrado en la Figura 4-20.

Figura 26. Caja de diálogo suelo.

Capas	H (m)	Pes (T/m ³)	E (T/m ²)	V	Ko	Falla (T/m ²)
1	2	1.8	500	0.4	0.3	30
2	3	1.85	510	0.45	0.3	30
3	4	1.7	520	0.3	0.3	35

Detalles

H: altura

Pes: peso unitario

E: modulo de elasticidad

V: relación de poisson (0<V<0.5)

Ko: coeficiente de presión de tierra en reposo.

Falla: esfuerzo de falla.

Unidades de Fuerza: T

Unidades de Longitud: m

Datos

Capas: 4

H(m):

Pes(T/m3):

E(T/m2):

V:

Ko:

Falla(T/m2):

Nivel freatico

Tener en cuenta nivel freatico

Nivel freatico: 10

Adicionar Actualizar Borrar Aceptar Cancelar

Antes de explicar el funcionamiento del cuadro suelo se recuerda en forma breve qué significan cada uno de los parámetros que aparecen, no obstante para una mayor información sobre éstos parámetros, se puede consultar el Capítulo 2 de este mismo trabajo:

H : Altura de la capa de suelo.

Pes : Peso por unidad de volumen del suelo.

E= módulo de elasticidad del suelo.

V= Relación de Poisson.

K_0 =Coeficiente de empuje de tierra en reposo.
Falla= Esfuerzo de falla del suelo.

Para adicionar los parámetros de una capa de suelo se llenan las casillas se elige el botón adicionar.

Para cambiar los parámetros de una capa existente se escoge con el mouse la capa que se desea cambiar en la columna capa del cuadro superior, se selecciona el botón Actualizar.

Para borrar los parámetros de una capa existente se elige con el mouse la capa que se desea borrar en la columna capa del cuadro superior y se escoge el botón borrar.

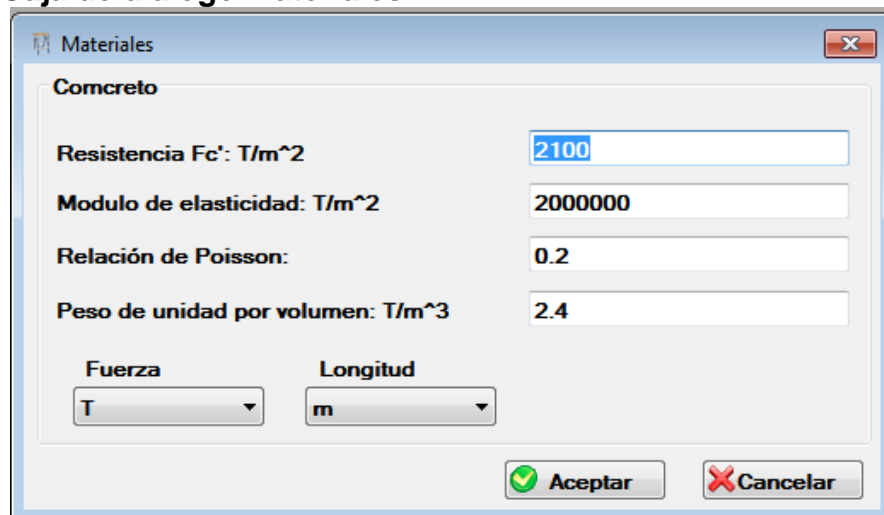
Para indicar la posición del nivel freático, se proporciona un valor de profundidad positivo medido desde la parte superior de la primera capa hacia abajo.

Los menús desplegables de unidades de longitud y unidades de fuerza corresponden a las unidades locales en que se introducen los datos, en el cuadro de la parte superior los datos aparecen en las unidades generales.

Las opciones aceptar y cancelar aceptan o cancelan las operaciones hechas en la sección.

- **Materiales (316):** Esta opción permite introducir las propiedades del concreto de la placa de cimentación, al escogerla aparece la caja de diálogo mostrada en la Figura 4-21.

Figura 27. Caja de diálogo materiales.



The image shows a software dialog box titled "Materiales" with a close button in the top right corner. The dialog is for configuring concrete properties. It contains the following fields and controls:

- Concrete** (Section Header)
- Resistencia F_c' : T/m^2** : Input field with the value **2100**.
- Modulo de elasticidad: T/m^2** : Input field with the value **2000000**.
- Relación de Poisson:** Input field with the value **0.2**.
- Peso de unidad por volumen: T/m^3** : Input field with the value **2.4**.
- Fuerza**: A dropdown menu currently showing **T**.
- Longitud**: A dropdown menu currently showing **m**.
- At the bottom right, there are two buttons: **Aceptar** (with a green checkmark icon) and **Cancelar** (with a red X icon).

Los datos por introducir son los siguientes:

Resistencia $F'c$: Resistencia del concreto (Unidades F/L^2).

Módulo de elasticidad: Módulo de elasticidad del concreto (Unidades F/L^2).

Relación de Poisson: Relación de Poisson del concreto (Valor adimensional mayor que 0 y menor que 0.5).

Peso por unidad de volumen: Peso por unidad de volumen del concreto (Unidades F/L^3).

Las opciones aceptar y cancelar aceptan o cancelan lo realizado en la sección.

- **Datos para el diseño (32):** Permite introducir los datos que tienen que ver con el diseño de la estructura, al escogerla aparece la caja de diálogo de la Figura 4-22.

Figura 28. Caja de diálogo de datos para el diseño.

The image shows a software dialog box titled "Diseño". It contains the following fields and values:

- Refuerzo**
 - Resistencia del acero f_y : T/m²: 42000
 - Módulo de elasticidad del acero: T/m²: 20000000
- Datos Generales**
 - Factor de seguridad diseño: 1.5
 - Recubrimiento Superior Refuerzo: m: 0.03
 - Recubrimiento Inferior Refuerzo: m: 0.03

At the bottom, there are two dropdown menus: "Fuerza" (set to "T") and "Longitud" (set to "m"). To the right are "Aceptar" and "Cancelar" buttons.

Los datos por introducir son los siguientes:

Resistencia del acero F_y (Unidades F/L^2).

Módulo de elasticidad de acero (Unidades F/L^2).

Factor de seguridad del diseño (número adimensional mayor que 1).

Recubrimiento superior del refuerzo (Unidades L)

Recubrimiento inferior del refuerzo (Unidades L).

Las opciones aceptar y cancelar aceptan o cancelan lo realizado en la sección.

4.63.4 Análisis (4) Este comando permite analizar la estructura, se entiende por analizar la realización de los siguientes pasos:

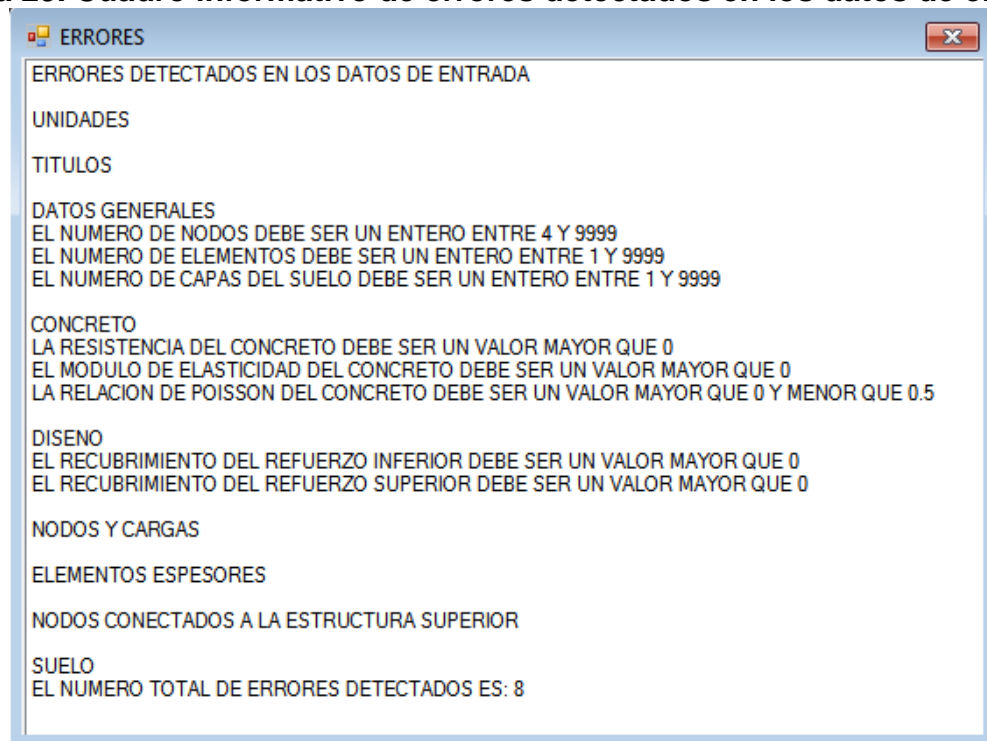
Detección de errores en los datos de entrada.

Cálculo de los datos de salida.

Generación de archivos de entrada y salida de datos.

Detección de Errores en los Datos de entrada: El programa hace una revisión de los datos de entrada generando un cuadro informativo de errores, en donde aparece una descripción de los errores encontrados y el número total de éstos, el cuadro es como el mostrado en la Figura 4-23. El número total de posibles errores que puede detectar el programa, son 46.

Figura 29. Cuadro informativo de errores detectados en los datos de entrada.



Cálculo de los datos de Salida: El programa calcula los siguientes datos:

DATOS DE SALIDA DE LA ESTRUCTURA

Reacciones y Modulo de resorte del suelo
Desplazamientos Nodales
Fuerzas Internas en los Elementos
Fuerzas Internas en los Nodos Conectados a la Estructura Superior
Áreas de acero
Envolvente Áreas en los Nodos de Refuerzo

DATOS DE SALIDA PARA EL SUELO

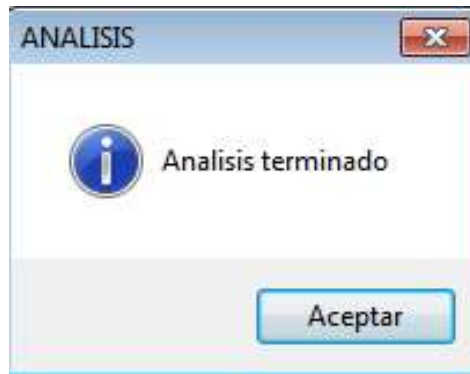
Esfuerzos efectivos iniciales
Incremento de esfuerzo xx
Incremento de esfuerzo yy
Incremento de esfuerzo zz
Incremento de esfuerzo xy
Incremento de esfuerzo xz
Incremento de esfuerzo yz
Esfuerzo Mayores
Esfuerzo Menores

Generación de archivos de entrada y salida de datos: El programa genera:

Un archivo de entrada de datos con extensión “.DAT ” (Ver sección 4.4.2).
Un archivo de salida de datos con extensión “.DSA ” (Ver sección 4.4.4).
Un archivo impreso ya sea en formato pdf o en físico.

Al terminar el análisis el programa muestra el cuadro de la Figura 4-24.

Figura 30. Cuadro de terminación de análisis.



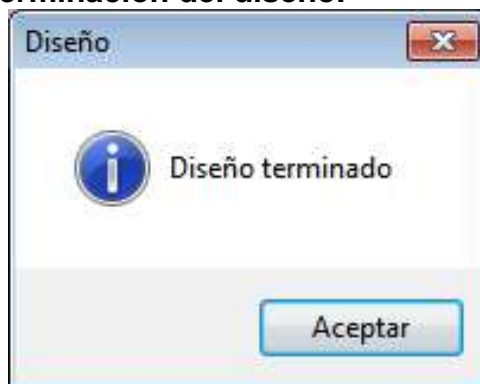
4.6.3.5 Diseño (5) Este comando permite diseñar la estructura, se entiende por diseño la realización de los siguientes pasos:

Cálculo de las envolventes de áreas de refuerzo a flexión en los nodos de los elementos.

Completar los archivos de salida de datos y de impresión.

Al terminar el diseño, el programa muestra el cuadro de la Figura 4-25:

Figura 31. Cuadro de terminación del diseño.



4.6.3.6 Salida de Datos (6) Esta opción controla las salidas de datos por pantalla y por impresora, al escogerla aparece un menú desplegable con las siguientes opciones:

Por pantalla (61)
Por impresora (62).

- **Por pantalla (61):** Controla la salida de datos por pantalla, al elegir esta opción aparece la caja de diálogo de la Figura 4-26.

Las opciones de impresión que existen son:

Datos de entrada:

Datos generales y materiales
Nodos y cargas
Elementos y espesores
Estructura superior
Suelo.

Figura 32. Caja de diálogo salida de datos por pantalla.

The dialog box 'Pantalla' is titled 'DATOS GENERALES Y MATERIALES' and contains the following sections:

- DATOS GENERALES**
 - PROYECTO: "PROYECTO EJEMPLO 1"
 - CALCULOS ESTRUCTURALES: "LEIXER RIVERO L"
 - ESTRUCTURA: "PLACA DE CIMENTACION"
 - UNIDADES: m - T
 - APROXIMACIÓN DEL CALCULO: 0
 - FACTOR DE SEGURIDAD PARA EL DISEÑO: 1.5
- MATERIALES**
 - CONCRETO**
 - RESISTENCIA: 2100
 - MODULO DE ELASTICIDAD: 2100000
 - PESO POR UNIDAD DE VOLUMEN: 2.4
 - ACERO DE REFUERZO**
 - RESISTENCIA: 42000
 - MODULO DE ELASTICIDAD: 20000000
 - RECUBRIMIENTO INFERIOR: 0.03
 - RECUBRIMIENTO SUPERIOR: 0.03
- Output Options (Radio Buttons):**
 - Datos Generales y Materiales
 - Reacciones y Modulo de los Resortes
 - Suelo: Esfuerzo yy
 - Nodos y Cargas
 - Desplazamientos nodales
 - Suelo: Esfuerzo zz
 - Elementos y Espesores
 - Fuerzas Internas en los Elementos
 - Suelo: Esfuerzo xy
 - Estructura Superior
 - Fuerzas Internas en los Nodos Conectados a la Estructura Superior
 - Suelo: Esfuerzo xz
 - Suelo
 - Area de Refuerzo en los Elementos
 - Suelo: Esfuerzo yz
 - Envolverte Areas en los Nodos de Refuerzo
 - Suelo: Esfuerzos Mayores
 - Suelo: Esfuerzos efectivos iniciales
 - Suelo: Esfuerzos Menores
 - Suelo: Esfuerzo xx

At the bottom, there are fields for 'Número de cifras signif.: 7', 'Fuerza' (dropdown menu), 'Longitud' (dropdown menu), and a 'Cerrar' button.

Datos de Salida:

Reacciones y módulo de los resortes.
Desplazamientos nodales
Fuerzas internas en los elementos
Fuerzas internas en los nodos conectados a la estructura superior

Datos de salida del diseño:

Áreas de refuerzo en los elementos
Envolturas áreas de refuerzo en los nodos.

Datos de salida para el suelo:

Esfuerzos efectivos iniciales.
Incremento de esfuerzo σ_{xx} .
Incremento de esfuerzo σ_{yy} .
Incremento de esfuerzo σ_{zz} .
Incremento de esfuerzo σ_{xy} .
Incremento de esfuerzo σ_{xz} .
Incremento de esfuerzo σ_{yz} .
Esfuerzos mayores.
Esfuerzos menores.

Datos generales y materiales: Esta opción transforma la caja de diálogo como la mostrada en la Figura 4-27.

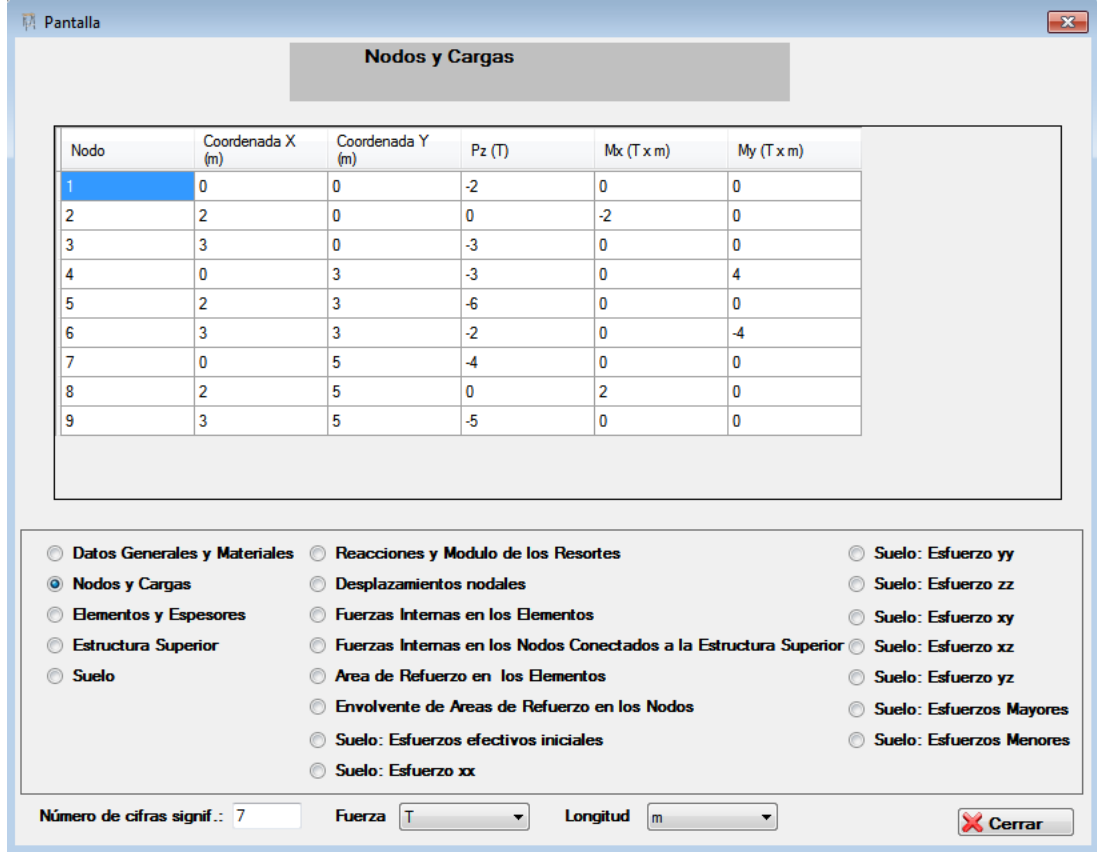
Figura 33. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, datos generales y materiales.

The dialog box is titled "Pantalla" and contains the following sections:

- DATOS GENERALES Y MATERIALES** (Main Title)
- DATOS GENERALES** (Section Header)
 - PROYECTO: EJEMPLO
 - CALCULOS ESTRUCTURALES: Leixer Rivero L.
 - ESTRUCTURA: PLACA DE CIMENTACION
 - UNIDADES: m - T
 - APROXIMACIÓN DEL CALCULO: 0
 - FACTOR DE SEGURIDAD PARA EL DISEÑO: 1.5
- MATERIALES** (Section Header)
 - CONCRETO**
 - RESISTENCIA: 2100
 - MODULO DE ELASTICIDAD: 2100000
 - PESO POR UNIDAD DE VOLUMEN: 2.4
 - ACERO DE REFUERZO**
 - RESISTENCIA: 42000
 - MODULO DE ELASTICIDAD: 20000000
 - RECUBRIMIENTO INFERIOR: 0.03
 - RECUBRIMIENTO SUPERIOR: 0.03
- Radio Button Options**
 - Datos Generales y Materiales
 - Nodos y Cargas
 - Elementos y Espesores
 - Estructura Superior
 - Suelo
 - Reacciones y Modulo de los Resortes
 - Desplazamientos nodales
 - Fuerzas Internas en los Elementos
 - Fuerzas Internas en los Nodos Conectados a la Estructura Superior
 - Area de Refuerzo en los Elementos
 - Envolverte de Areas de Refuerzo en los Nodos
 - Suelo: Esfuerzos efectivos iniciales
 - Suelo: Esfuerzo xx
 - Suelo: Esfuerzo yy
 - Suelo: Esfuerzo zz
 - Suelo: Esfuerzo xy
 - Suelo: Esfuerzo xz
 - Suelo: Esfuerzo yz
 - Suelo: Esfuerzos Mayores
 - Suelo: Esfuerzos Menores
- Bottom Controls**
 - Número de cifras signif.: 7
 - Fuerza: T
 - Longitud: m
 - Cerrar

Nodos y Cargas: Esta opción transforma la caja de diálogo como la mostrada en la Figura 4.28.

Figura 34. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, nodos y cargas.



En la caja de diálogo de la Figura 4-28 se muestran:

Nodo: identificación del nodo.

Coordenada x: Coordenada x del nodo.

Coordenada y: Coordenada y del nodo.

Pz, mx, my: Carga vertical del nodo, Momentos eje x y eje y del nodo.

Elementos y espesores: Esta opción transforma la caja de diálogo como la mostrada en la Figura 4-29.

Figura 35. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, elementos y espesores.

The dialog box is titled "Elementos y Espesores" and contains the following table:

Elemento	N1	N2	N3	N4	Espesor (m)
1	1	2	5	4	0.1
2	2	3	6	5	0.15
3	4	5	8	7	0.15
4	5	6	9	8	0.1

Below the table, there are several radio button options for data output:

- Datos Generales y Materiales
- Nodos y Cargas
- Elementos y Espesores
- Estructura Superior
- Suelo
- Reacciones y Modulo de los Resortes
- Desplazamientos nodales
- Fuerzas Internas en los Elementos
- Fuerzas Internas en los Nodos Conectados a la Estructura Superior
- Area de Refuerzo en los Elementos
- Envolverte de Areas de Refuerzo en los Nodos
- Suelo: Esfuerzos efectivos iniciales
- Suelo: Esfuerzo xx
- Suelo: Esfuerzo yy
- Suelo: Esfuerzo zz
- Suelo: Esfuerzo xy
- Suelo: Esfuerzo xz
- Suelo: Esfuerzo yz
- Suelo: Esfuerzos Mayores
- Suelo: Esfuerzos Menores

At the bottom, there are input fields for "Número de cifras signif.:" (set to 7), "Fuerza" (set to T), and "Longitud" (set to m), along with a "Cerrar" button.

En la Figura 4-29 se define:

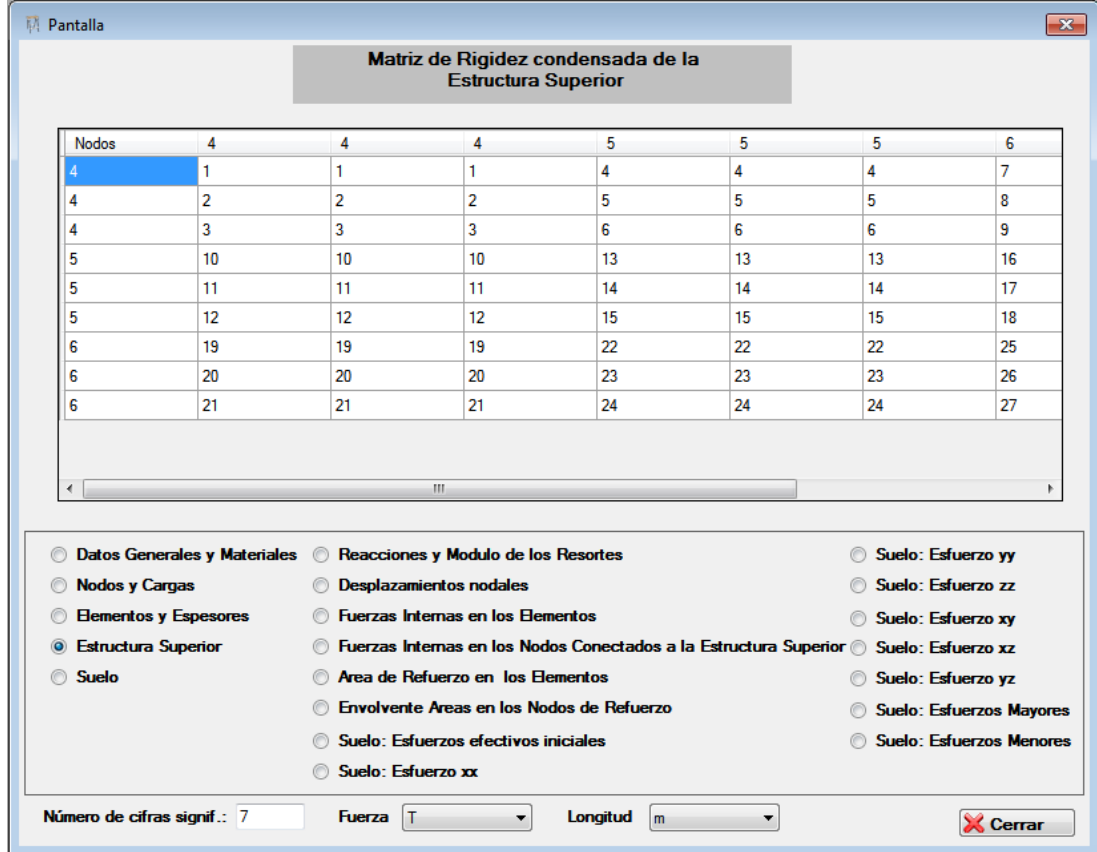
Elemento: Identificación del elemento.

N1, N2, N3, N4: Nodos del elemento.

Espesor de cada elemento.

Estructura Superior: Esta opción transforma la caja de diálogo como la mostrada en la Figura 4-30.

Figura 36. Caja de diálogo salida de datos por pantalla estructura superior.



En la Figura 4-30 se presenta:

Nodo: Identificación nodos conectados a la estructura superior. Los términos de la matriz de rigidez corresponden al efecto de los 3 desplazamientos W_z , θ_x y θ_y para cada nodo.

Suelo: Esta opción transforma la caja de diálogo como la mostrada en la Figura 4-31.

Figura 37. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, suelo.

Capa	H (m)	Pes (T/m3)	E (T/m2)	V	Ko	Falla (T/m2)
1	2	1.8	500	0.4	0.3	30
2	3	1.85	510	0.45	0.3	30
3	4	1.7	520	0.3	0.3	35

Datos Generales y Materiales
 Reacciones y Modulo de los Resortes
 Suelo: Esfuerzo yy
 Nodos y Cargas
 Desplazamientos nodales
 Suelo: Esfuerzo zz
 Elementos y Espesores
 Fuerzas Internas en los Elementos
 Suelo: Esfuerzo xy
 Estructura Superior
 Fuerzas Internas en los Nodos Conectados a la Estructura Superior
 Suelo: Esfuerzo xz
 Suelo
 Area de Refuerzo en los Elementos
 Suelo: Esfuerzo yz
 Envolverte Areas en los Nodos de Refuerzo
 Suelo: Esfuerzos Mayores
 Suelo: Esfuerzos efectivos iniciales
 Suelo: Esfuerzos Menores
 Suelo: Esfuerzo xx

Número de cifras signif.:
Fuerza
Longitud

En la Figura 4-31 se define:

H: Altura de la capa de suelo.

Pes: Peso por unidad de volumen del suelo.

E= Módulo de elasticidad de cada capa de suelo.

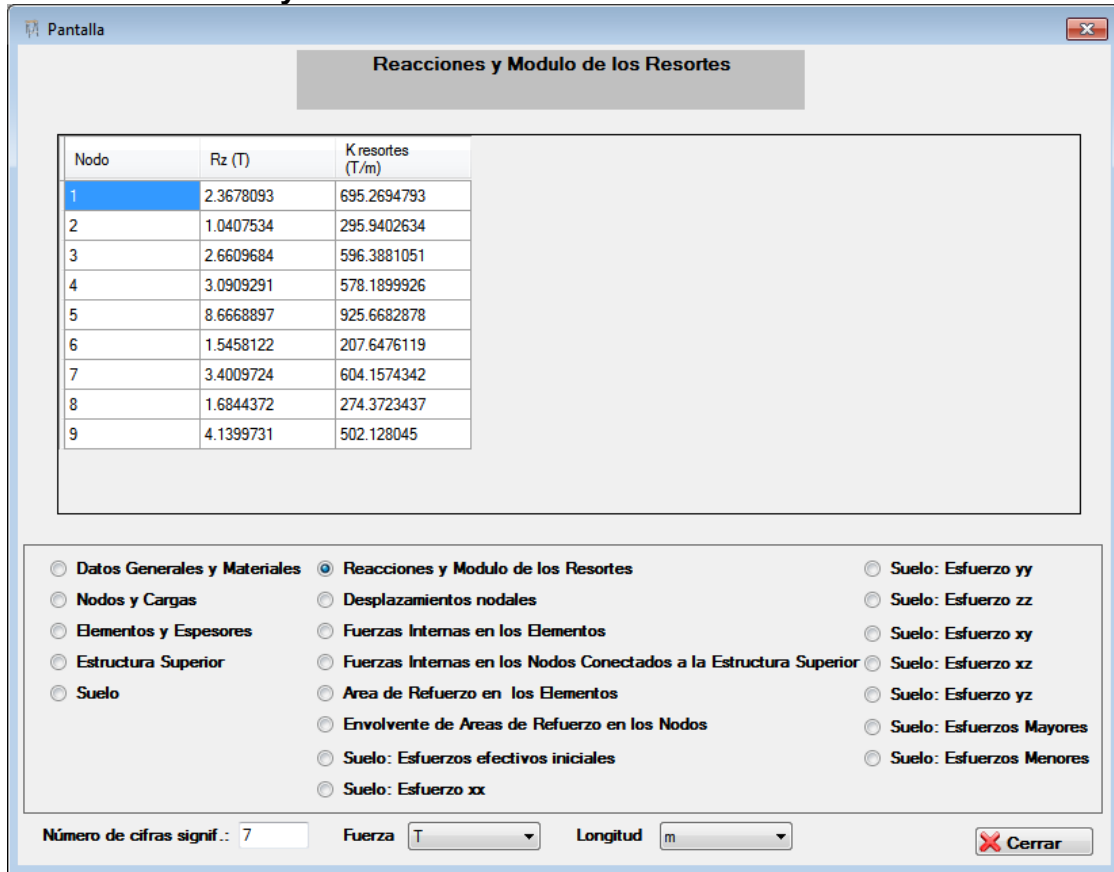
V=Relación de Poisson.

Ko=coeficiente de empuje de tierra en reposo.

Falla: Esfuerzo de falla del suelo.

Reacciones y módulo de los resortes: esta opción transforma la caja de diálogo como la mostrada en la Figura 4-32.

Figura 38. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, reacciones, esfuerzos del suelo y módulos de los resortes.



En la Figura 4-32 se observa:

Nodo: Identificación del nodo.

Rz : Reacción nodal en z.

Kresorte : Módulo de resorte del suelo.

Desplazamientos nodales: Esta opción transforma la caja de diálogo como la mostrada en la Figura 4-33.

Figura 39. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, desplazamientos nodales.

Nodo	Wz (m)	Giro X (Rad)	Giro Y (Rad)
1	-0.0034056	-0.0013465	-0.0011659
2	-0.0035168	-0.0056469	0.0001021
3	-0.0044618	-0.0033181	0.0021144
4	-0.0053459	0.0003392	0.0063038
5	-0.0093628	0.0003758	-0.0003301
6	-0.0074444	0.000791	-0.0041174
7	-0.0056293	-0.0005768	-0.0005499
8	-0.0061392	0.003855	0.0007261
9	-0.0082449	8.39E-05	0.003366

Datos Generales y Materiales Reacciones y Modulo de los Resortes Suelo: Esfuerzo yy
 Nodos y Cargas Desplazamientos nodales Suelo: Esfuerzo zz
 Elementos y Espesores Fuerzas Internas en los Elementos Suelo: Esfuerzo xy
 Estructura Superior Fuerzas Internas en los Nodos Conectados a la Estructura Superior Suelo: Esfuerzo xz
 Suelo Area de Refuerzo en los Elementos Suelo: Esfuerzo yz
 Envolverte de Areas de Refuerzo en los Nodos Suelo: Esfuerzos Mayores
 Suelo: Esfuerzos efectivos iniciales Suelo: Esfuerzos Menores
 Suelo: Esfuerzo xx

Número de cifras signif.: 7 Fuerza: T Longitud: m Cerrar

En la Figura 4-33 se define:

Nodo: Identificación del nodo.

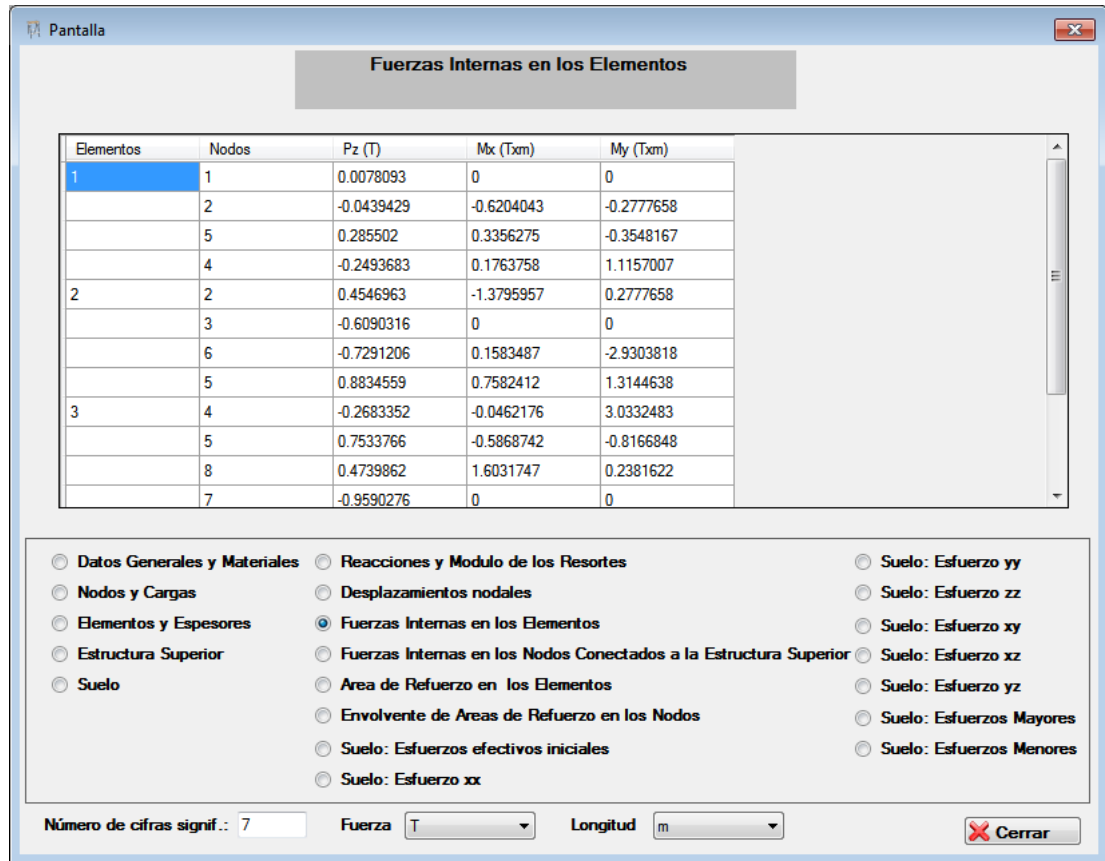
Wz : Deplazamiento vertical.

Giro x : Giro eje x

Giro y : Giro eje y

Fuerzas internas en los elementos: Esta opción transforma la caja de diálogo como la mostrada en la Figura 4-34.

Figura 40. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, fuerzas internas en los elementos.



En la Figura 4-34 se define:

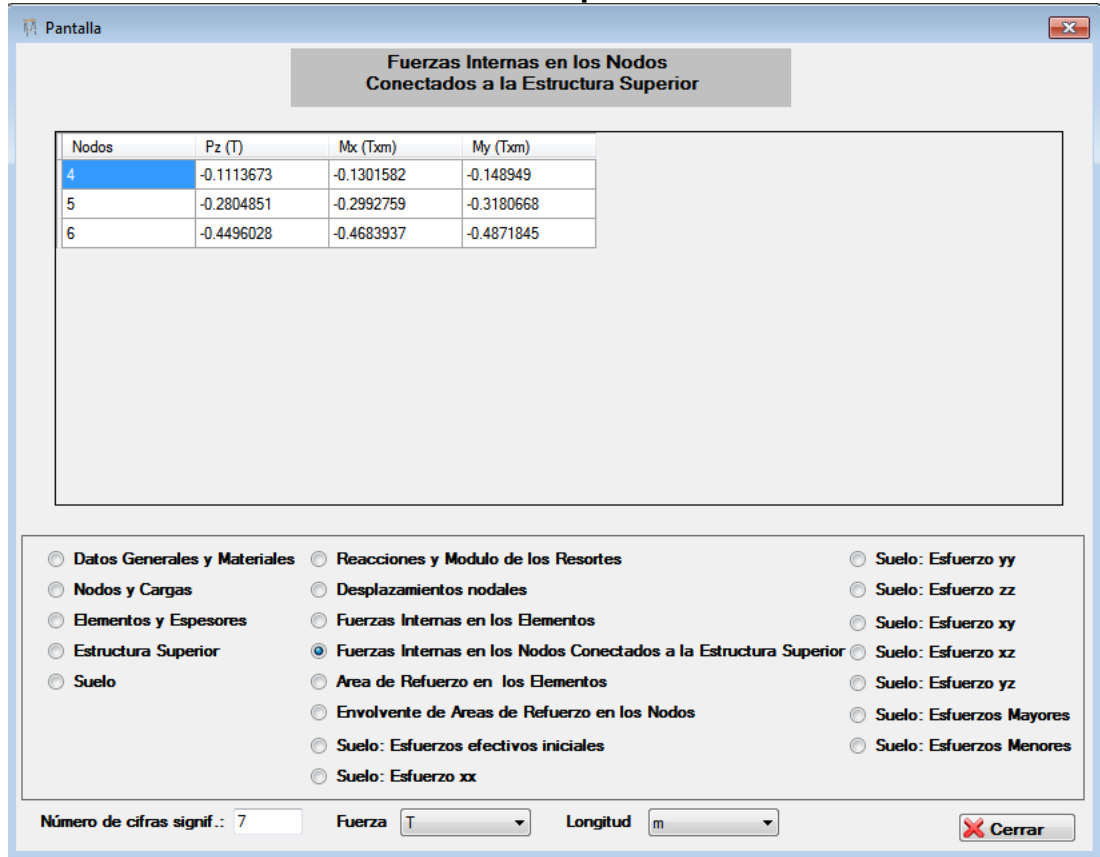
Elemento: identificación del elemento.

Nodo: Nodos del elemento, están en el siguiente orden para cada elemento N1, N2, N3, N4.

Pz, mx, my: Cortante vertical, momentos eje x y momentos eje y.

Fuerzas Internas en los nodos conectados a la estructura superior: esta opción transforma la caja de diálogo como la mostrada en la Figura 4-35.

Figura 41. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, fuerzas internas en los nodos conectados a la estructura superior.



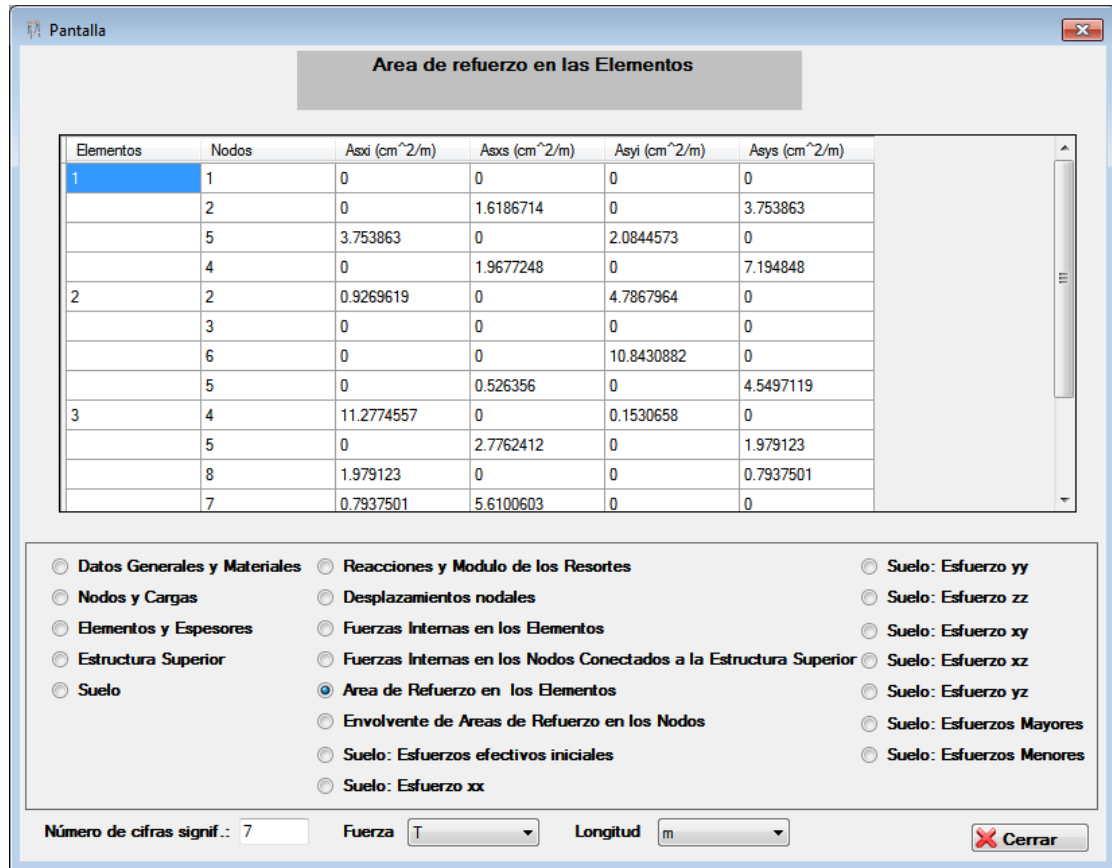
En la Figura 4-35 se define:

Nodo : Identificación del nodo conectado a la estructura superior.

mx, my : Momento de flexión eje x, momento de flexión eje y.

Área de refuerzo en los elementos: esta opción transforma la caja de diálogo como la mostrada en la Figura 4-36.

Figura 42. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, áreas de refuerzo en los elementos.



En la Figura 4-36 se define:

Elemento: Identificación elemento.

Nodo = Nodos del elemento, están en el siguiente orden N1, N2, N3, N4.

Asxi: Área de refuerzo en cm²/m, en la dirección del eje x, en la cara inferior.

Asyi: Área de refuerzo en cm²/m, en la dirección del eje y, en la cara inferior.

Asxs: Área de refuerzo en cm²/m, en la dirección del eje x, en la cara superior.

Asys: Área de refuerzo en cm²/m, en la dirección del eje y, en la cara superior.

El programa no controla las cuantías mínimas.

Envolvente áreas de refuerzo en los nodos: Esta opción transforma la caja de diálogo como la mostrada en la Figura 4-37.

Figura 43. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, envolvente áreas de refuerzo en los nodos.

Nodos	Asxi (cm ² /m)	Asxs (cm ² /m)	Asyi (cm ² /m)	Asys (cm ² /m)
1	0	0	0	0
2	1.6186714	0	4.7867964	0
3	0	0	0	0
4	11.2774557	0	1.0172544	0
5	4.5497119	0	2.5722802	0
6	10.8430882	0	0.526356	1.8128593
7	0	0	0	0
8	0	1.3822361	5.6100603	0
9	0	0	0	0

Datos Generales y Materiales Reacciones y Modulo de los Resortes Suelo: Esfuerzo yy
 Nodos y Cargas Desplazamientos nodales Suelo: Esfuerzo zz
 Elementos y Espesores Fuerzas Internas en los Elementos Suelo: Esfuerzo xy
 Estructura Superior Fuerzas Internas en los Nodos Conectados a la Estructura Superior Suelo: Esfuerzo xz
 Suelo Area de Refuerzo en los Elementos Suelo: Esfuerzo yz
 Envlovente de Areas de Refuerzo en los Nodos Suelo: Esfuerzos Mayores
 Suelo: Esfuerzos efectivos iniciales Suelo: Esfuerzos Menores
 Suelo: Esfuerzo xx

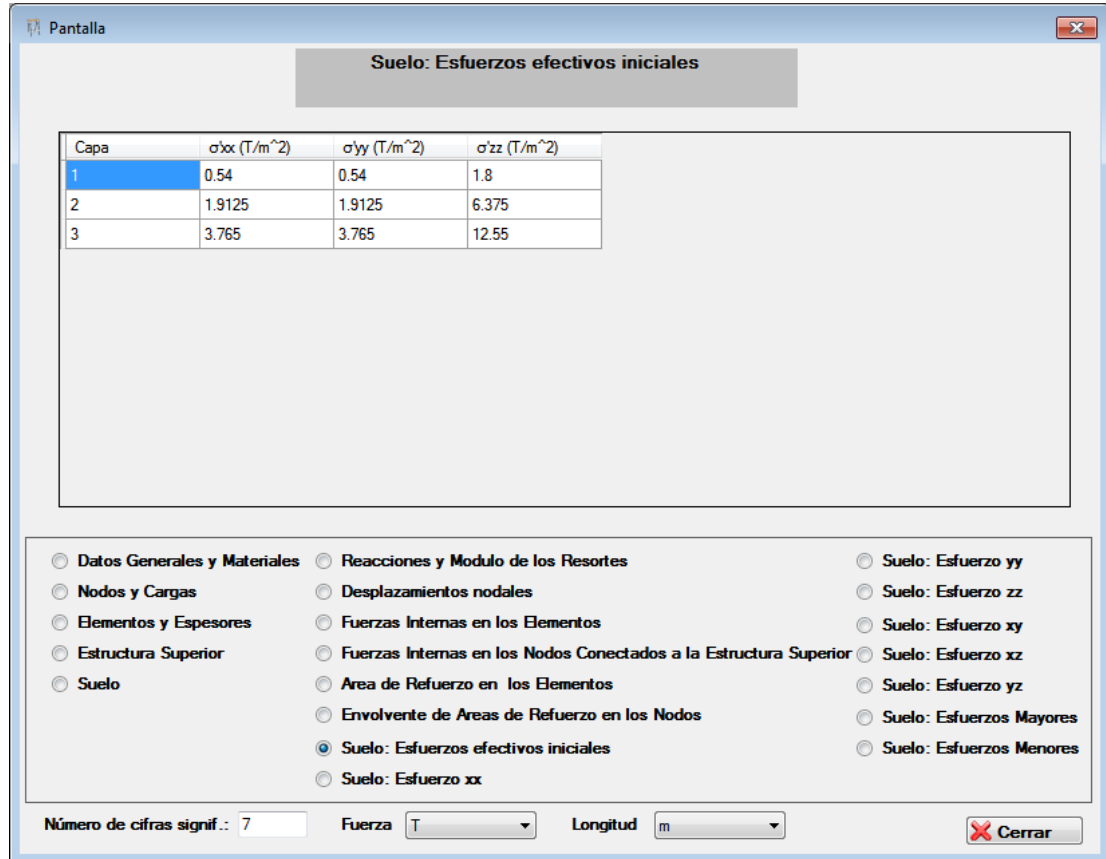
Número de cifras signif.: Fuerza Longitud

En la Figura 4-37 se define:

Asxi, Asxs, Asyi, Asys son las envolventes de las áreas de refuerzo definidas en el punto anterior.

Esfuerzos efectivos iniciales: Esta opción transforma la caja de diálogo como la mostrada en la Figura 4-38.

Figura 44. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, esfuerzos efectivos iniciales.



En la figura 4-38 se define:

σ'_{xx} , σ'_{yy} , y σ'_{zz} que son los esfuerzos efectivos iniciales en cada una de las capas de suelo.

Incremento de esfuerzo σ_{xx} : Esta opción transforma la caja de diálogo como la mostrada en la Figura 4-39.

Figura 45. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, esfuerzos σ_{xx} .

Pantalla

Suelo: σ_{xx}

Nodos	Capa: 1 (T/m ²)	Capa: 2 (T/m ²)	Capa: 3 (T/m ²)
1	0.2393383	0.1091184	0.02656
2	0.4251906	0.1389327	0.0290828
3	0.3257662	0.1170942	0.0271954
4	0.6009215	0.1009622	0.0131342
5	0.7730326	0.0780814	0.0086486
6	0.7161166	0.1008069	0.0122897
7	0.330679	0.1053014	0.0209676
8	0.6421083	0.1213836	0.0208612
9	0.4517673	0.1057676	0.0203379

Datos Generales y Materiales
 Reacciones y Modulo de los Resortes
 Suelo: Esfuerzo yy
 Nodos y Cargas
 Desplazamientos nodales
 Suelo: Esfuerzo zz
 Elementos y Espesores
 Fuerzas Internas en los Elementos
 Suelo: Esfuerzo xy
 Estructura Superior
 Fuerzas Internas en los Nodos Conectados a la Estructura Superior
 Suelo: Esfuerzo xz
 Suelo
 Area de Refuerzo en los Elementos
 Suelo: Esfuerzo yz
 Envolverte de Areas de Refuerzo en los Nodos
 Suelo: Esfuerzos Mayores
 Suelo: Esfuerzos efectivos iniciales
 Suelo: Esfuerzos Menores
 Suelo: Esfuerzo xx

Número de cifras signif.: 7 Fuerza T Longitud m

Incremento de esfuerzo σ_{yy} : Esta opción transforma la caja de diálogo como la mostrada en la Figura 4-40.

Figura 46. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, esfuerzos σ_{yy} .

Suelo: σ_{yy}

Nodos	Capa: 1 (T/m ²)	Capa: 2 (T/m ²)	Capa: 3 (T/m ²)
1	0.2274777	0.058093	0.0103783
2	0.2476704	0.0242327	0.0033134
3	0.1910464	0.0476024	0.0082514
4	0.3795775	0.0661799	0.0093636
5	0.6499739	0.0538259	0.0054036
6	0.4267925	0.0569969	0.0073906
7	0.3538709	0.0615686	0.0095793
8	0.4157169	0.0275133	0.0032234
9	0.3157961	0.0517042	0.0078402

Datos Generales y Materiales
 Reacciones y Modulo de los Resortes
 Suelo: Esfuerzo yy
 Nodos y Cargas
 Desplazamientos nodales
 Suelo: Esfuerzo zz
 Elementos y Espesores
 Fuerzas Internas en los Elementos
 Suelo: Esfuerzo xy
 Estructura Superior
 Fuerzas Internas en los Nodos Conectados a la Estructura Superior
 Suelo: Esfuerzo xz
 Suelo
 Area de Refuerzo en los Elementos
 Suelo: Esfuerzo yz
 Envolverte de Areas de Refuerzo en los Nodos
 Suelo: Esfuerzos Mayores
 Suelo: Esfuerzos efectivos iniciales
 Suelo: Esfuerzos Menores
 Suelo: Esfuerzo xx

Número de cifras signif.:
Fuerza
Longitud

Incremento de esfuerzo σ_{zz} : Esta opción transforma la caja de diálogo como la mostrada en la Figura 4-41.

Figura 47. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, esfuerzos σ_{zz} .

Pantalla

Suelo: σ_{zz}

Nodos	Capa: 1 (T/m ²)	Capa: 2 (T/m ²)	Capa: 3 (T/m ²)
1	0.3555742	0.2722577	0.1605787
2	0.470424	0.354586	0.1776598
3	0.5495009	0.301753	0.1663343
4	0.7178606	0.5110314	0.2155701
5	1.8289945	0.6951984	0.2409193
6	0.8932348	0.5687959	0.2242152
7	0.7005969	0.3797367	0.185488
8	1.0057399	0.5099401	0.2066532
9	1.1727885	0.4318793	0.1931142

Datos Generales y Materiales
 Reacciones y Modulo de los Resortes
 Suelo: Esfuerzo yy
 Nodos y Cargas
 Desplazamientos nodales
 Suelo: Esfuerzo zz
 Elementos y Espesores
 Fuerzas Internas en los Elementos
 Suelo: Esfuerzo xy
 Estructura Superior
 Fuerzas Internas en los Nodos Conectados a la Estructura Superior
 Suelo: Esfuerzo xz
 Suelo
 Area de Refuerzo en los Elementos
 Suelo: Esfuerzo yz
 Envolverte de Areas de Refuerzo en los Nodos
 Suelo: Esfuerzos Mayores
 Suelo: Esfuerzos efectivos iniciales
 Suelo: Esfuerzos Menores
 Suelo: Esfuerzo xx

Número de cifras signif.:
Fuerza
Longitud

Incremento de esfuerzo σ_{xy} : Esta opción transforma la caja de diálogo como la mostrada en la Figura 4-42.

Figura 48. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, esfuerzos σ_{xy} .

Pantalla

Suelo: σ_{xy}

Nodos	Capa: 1 (T/m ²)	Capa: 2 (T/m ²)	Capa: 3 (T/m ²)
1	-0.3303836	-0.4338642	-0.472642
2	0.0620938	0.0013517	-0.0022831
3	0.9853394	1.0769905	1.1053895
4	-0.1280771	-0.0751084	-0.0292955
5	-0.2047279	-0.060677	-0.0180477
6	0.116631	0.0591067	0.022014
7	0.7228114	0.965409	1.0374992
8	-0.3058887	-0.0429816	-0.0083954
9	-2.2927683	-2.5368121	-2.5973518

Datos Generales y Materiales Reacciones y Modulo de los Resortes Suelo: Esfuerzo yy
 Nodos y Cargas Desplazamientos nodales Suelo: Esfuerzo zz
 Elementos y Espesores Fuerzas Internas en los Elementos Suelo: Esfuerzo xy
 Estructura Superior Fuerzas Internas en los Nodos Conectados a la Estructura Superior Suelo: Esfuerzo xz
 Suelo Area de Refuerzo en los Elementos Suelo: Esfuerzo yz
 Envolverte de Areas de Refuerzo en los Nodos Suelo: Esfuerzos Mayores
 Suelo: Esfuerzos efectivos iniciales Suelo: Esfuerzos Menores
 Suelo: Esfuerzo xx

Número de cifras signif.: Fuerza Longitud

Incremento de esfuerzo σ_{xz} . Esta opción transforma la caja de diálogo como la mostrada en la Figura 4-43.

Figura 49. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, esfuerzos σ_{xz} .

Pantalla

Suelo: σ_{xz}

Nodos	Capa: 1 (T/m ²)	Capa: 2 (T/m ²)	Capa: 3 (T/m ²)
1	-0.2000682	-0.1357696	-0.0556438
2	-0.0417851	0.0277142	0.0096665
3	0.2943117	0.1487741	0.0573279
4	-0.504397	-0.1974577	-0.0471074
5	-0.0304543	-0.0094305	-0.000493
6	0.6222205	0.2072831	0.046179
7	-0.3355459	-0.1543656	-0.0515327
8	-0.0334372	0.04269	0.0115693
9	0.5226919	0.1626197	0.0508897

Datos Generales y Materiales
 Reacciones y Modulo de los Resortes
 Suelo: Esfuerzo yy
 Nodos y Cargas
 Desplazamientos nodales
 Suelo: Esfuerzo zz
 Elementos y Espesores
 Fuerzas Internas en los Elementos
 Suelo: Esfuerzo xy
 Estructura Superior
 Fuerzas Internas en los Nodos Conectados a la Estructura Superior
 Suelo: Esfuerzo xz
 Suelo
 Area de Refuerzo en los Elementos
 Suelo: Esfuerzo yz
 Envoltente de Areas de Refuerzo en los Nodos
 Suelo: Esfuerzos Mayores
 Suelo: Esfuerzos efectivos iniciales
 Suelo: Esfuerzos Menores
 Suelo: Esfuerzo xx

Número de cifras signif.: 7 Fuerza T Longitud m

Incremento de esfuerzo σ_{yz} : Esta opción transforma la caja de diálogo como la mostrada en la Figura 4-44.

Figura 50. Caja de diálogo salida de datos por pantalla, esfuerzos σ_{yz} .

Pantalla

Suelo: σ_{yz}

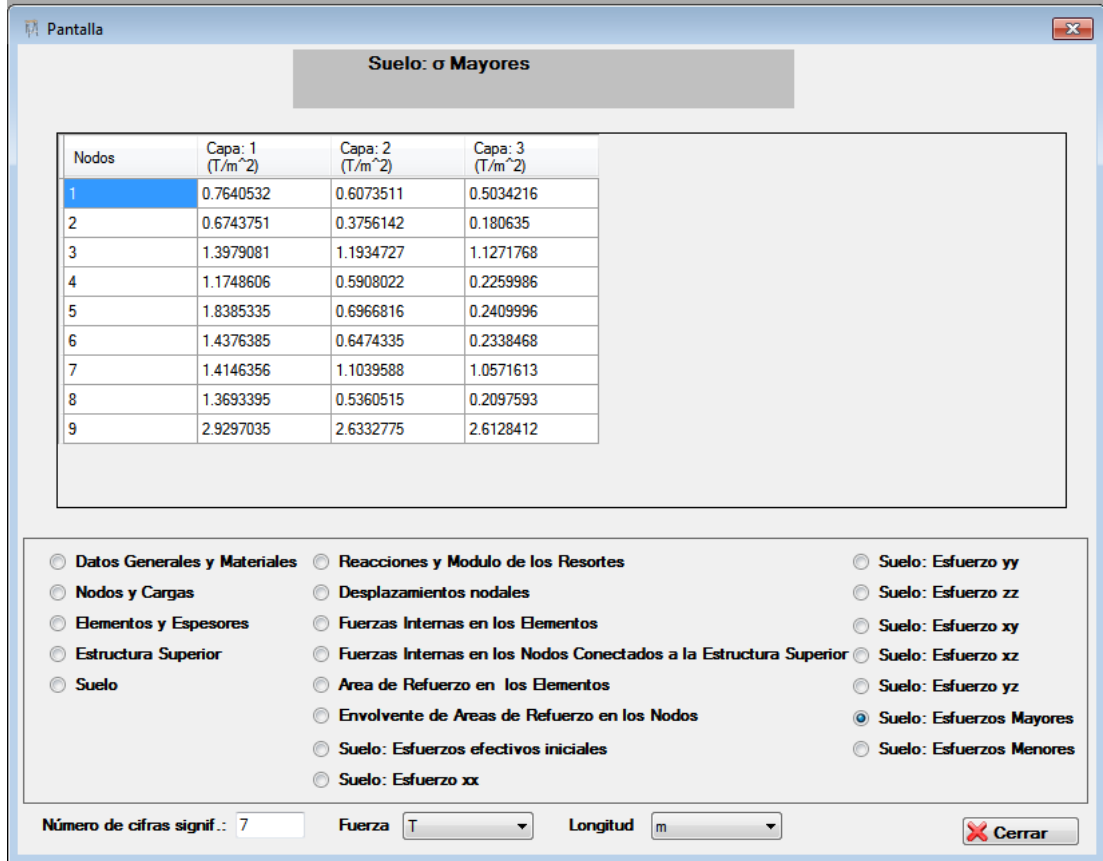
Nodos	Capa: 1 (T/m ²)	Capa: 2 (T/m ²)	Capa: 3 (T/m ²)
1	0.2043965	0.1078406	0.0357808
2	0.2949993	0.0788891	0.0205947
3	0.2104327	0.0950094	0.0304806
4	-0.0099988	-0.0208197	-0.007342
5	0.0939591	0.0282824	0.0042698
6	-0.0125144	-0.0178985	-0.0057965
7	-0.3705132	-0.127225	-0.0357352
8	-0.5605867	-0.1002026	-0.0217183
9	-0.4168837	-0.1153741	-0.0311858

Datos Generales y Materiales
 Reacciones y Modulo de los Resortes
 Suelo: Esfuerzo yy
 Nodos y Cargas
 Desplazamientos nodales
 Suelo: Esfuerzo zz
 Elementos y Espesores
 Fuerzas Internas en los Elementos
 Suelo: Esfuerzo xy
 Estructura Superior
 Fuerzas Internas en los Nodos Conectados a la Estructura Superior
 Suelo: Esfuerzo xz
 Suelo
 Suelo: Esfuerzo yz
 Suelo: Esfuerzos Mayores
 Area de Refuerzo en los Elementos
 Suelo: Esfuerzos efectivos iniciales
 Suelo: Esfuerzos Menores
 Envolverte de Areas de Refuerzo en los Nodos
 Suelo: Esfuerzo xx

Número de cifras signif.:
Fuerza
Longitud

Esfuerzos mayores: Esta opción transforma la caja de diálogo como la mostrada en la Figura 4-45.

Figura 51. Esfuerzos mayores.



Esfuerzos menores: Esta opción transforma la caja de diálogo como la mostrada en la Figura 4-46.

Figura 52. Esfuerzos menores.

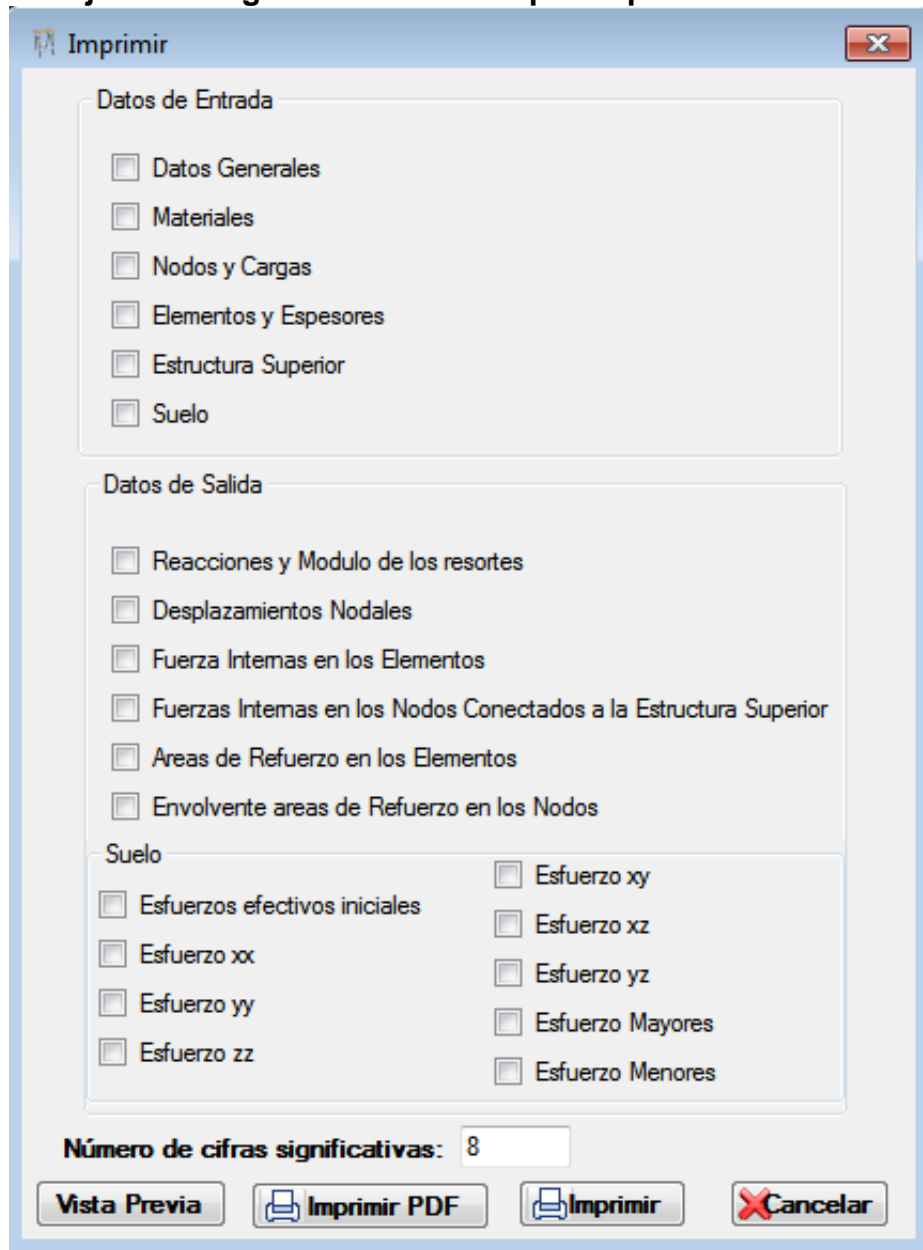
Nodos	Capa: 1 (T/m ²)	Capa: 2 (T/m ²)	Capa: 3 (T/m ²)
1	-0.0971251	-0.3513738	-0.4545402
2	0.0295662	0.006184	0.0005054
3	-0.7310579	-0.9961693	-1.0879864
4	0.1117053	-0.036908	-0.0243376
5	0.495246	0.0037086	-0.011126
6	0.143096	-0.0244334	-0.0178311
7	-0.3811016	-0.8824526	-1.0223418
8	-0.0391888	-0.0020947	-0.00143
9	-1.9114069	-2.4585834	-2.5833395

Datos Generales y Materiales
 Reacciones y Modulo de los Resortes
 Suelo: Esfuerzo yy
 Nodos y Cargas
 Desplazamientos nodales
 Suelo: Esfuerzo zz
 Elementos y Espesores
 Fuerzas Internas en los Elementos
 Suelo: Esfuerzo xy
 Estructura Superior
 Fuerzas Internas en los Nodos Conectados a la Estructura Superior
 Suelo: Esfuerzo xz
 Suelo
 Area de Refuerzo en los Elementos
 Suelo: Esfuerzo yz
 Envolverte de Areas de Refuerzo en los Nodos
 Suelo: Esfuerzos Mayores
 Suelo: Esfuerzos efectivos iniciales
 Suelo: Esfuerzos Menores
 Suelo: Esfuerzo xx

Número de cifras signif.:
 Fuerza
 Longitud

- **Por Impresora (62):** Esta opción controla la salida por el dispositivo de impresora, de los mismos datos que se acaban de explicar en la salida por pantalla al seleccionarla aparece la caja de diálogo mostrada en la Figura 4-47.

Figura 53. Caja de diálogo salida de datos por impresora.



Para imprimir cualquier grupo de datos, se seleccionan los rectángulos de la parte izquierda en cada uno de los datos a imprimir, y se selecciona la opción imprimir.

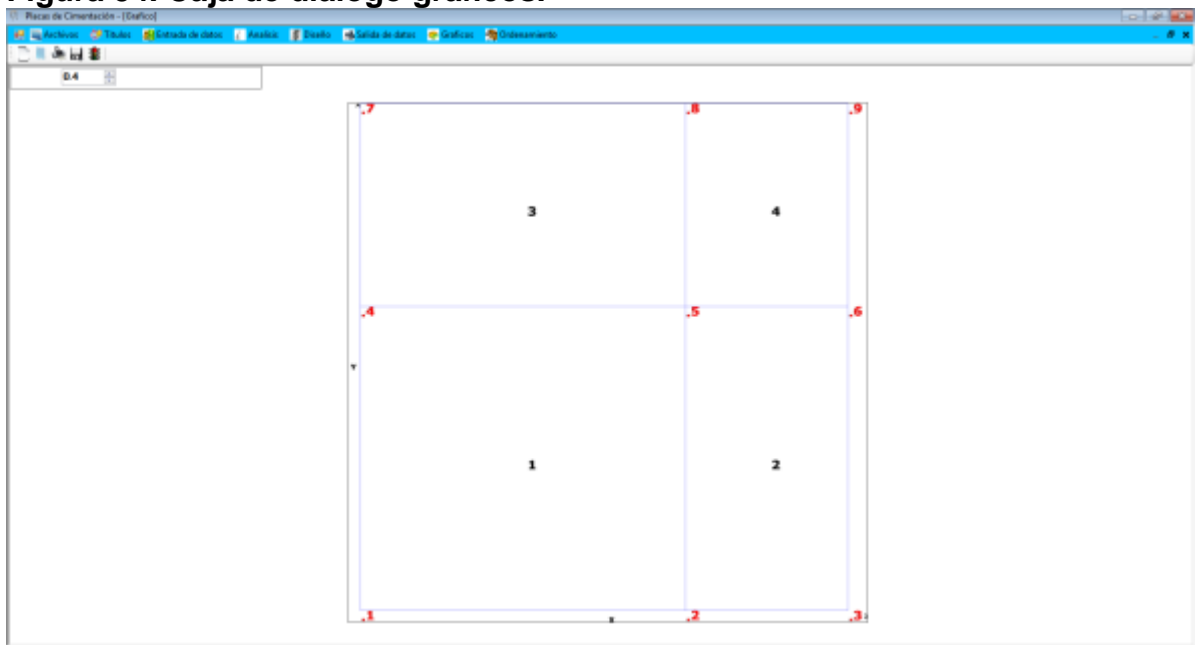
El número de cifras significativas que aparece en la parte inferior del cuadro es el número de cifras significativas con que se imprimen los datos de salida de análisis.

La opción cerrar, desaparece el cuadro de diálogo.

4.6.3.7 Gráficos (7) Este comando produce un gráfico de nodos y elementos (Figura 4-48.).

En el gráfico de la Figura 4-48 aparecen todos los elementos y nodos de la estructura pero sin escala, también se encuentra la numeración de los nodos y elementos. El comando escala amplía o reduce el tamaño del gráfico.

Figura 54. Caja de diálogo gráficos.



4.6.3.8 Ordenamiento (8) Este comando permite numerar nodos y elementos en forma consecutiva de acuerdo a la posición de éstos en la estructura, al accionarlo aparece un menú desplegable con las siguientes opciones:

Ordenamiento x – y (81).

Ordenamiento y – x (82).

- **Ordenamiento x – y (81):** Este comando ordena los nodos y elementos de izquierda a derecha y de abajo hacia arriba. La Figura 4-49 muestra un ordenamiento x – y.

Figura 55. Ordenamiento del tipo x-y.

.111	.112	.113	.114	.115	.116	.117	.118	.119	.120	.121
.91	.92	.93	.94	.95	.96	.97	.98	.99	.100	
.100	.101	.102	.103	.104	.105	.106	.107	.108	.109	.110
.81	.82	.83	.84	.85	.86	.87	.88	.89	.90	
.89	.90	.91	.92	.93	.94	.95	.96	.97	.98	.99
.71	.72	.73	.74	.75	.76	.77	.78	.79	.80	
.78	.79	.80	.81	.82	.83	.84	.85	.86	.87	.88
.61	.62	.63	.64	.65	.66	.67	.68	.69	.70	
.67	.68	.69	.70	.71	.72	.73	.74	.75	.76	.77
.51	.52	.53	.54	.55	.56	.57	.58	.59	.60	
.56	.57	.58	.59	.60	.61	.62	.63	.64	.65	.66
.41	.42	.43	.44	.45	.46	.47	.48	.49	.50	
.45	.46	.47	.48	.49	.50	.51	.52	.53	.54	.55
.31	.32	.33	.34	.35	.36	.37	.38	.39	.40	
.34	.35	.36	.37	.38	.39	.40	.41	.42	.43	.44
.21	.22	.23	.24	.25	.26	.27	.28	.29	.30	
.23	.24	.25	.26	.27	.28	.29	.30	.31	.32	.33
.11	.12	.13	.14	.15	.16	.17	.18	.19	.20	
.12	.13	.14	.15	.16	.17	.18	.19	.20	.21	.22
.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	.10	
.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	.10	.11

- **Ordenamiento y – x (82):** Este comando ordena los nodos y elementos de abajo hacia arriba y de izquierda a derecha. La Figura 4-50 muestra un ordenamiento típico y – x.

Figura 56. Ordenamiento del tipo y-x.

11	22	33	44	55	66	77	88	99	110	121
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
10	21	32	43	54	65	76	87	98	109	120
9	19	29	39	49	59	69	79	89	99	
9	20	31	42	53	64	75	86	97	108	119
8	18	28	38	48	58	68	78	88	98	
8	19	30	41	52	63	74	85	96	107	118
7	17	27	37	47	57	67	77	87	97	
7	18	29	40	51	62	73	84	95	106	117
6	16	26	36	46	56	66	76	86	96	
6	17	28	39	50	61	72	83	94	105	116
5	15	25	35	45	55	65	75	85	95	
5	16	27	38	49	60	71	82	93	104	115
4	14	24	34	44	54	64	74	84	94	
4	15	26	37	48	59	70	81	92	103	114
3	13	23	33	43	53	63	73	83	93	
3	14	25	36	47	58	69	80	91	102	113
2	12	22	32	42	52	62	72	82	92	
2	13	24	35	46	57	68	79	90	101	112
1	11	21	31	41	51	61	71	81	91	
1	12	23	34	45	56	67	78	89	100	111

4.6.4 Iconos del menú principal En la barra de herramientas estándar se encuentran los siguientes íconos cuya función se explica a continuación:



= Opción nuevo (11) del menú archivos.



= Lo mismo que la opción abrir (12) del menú de archivos



= Igual a salida de datos por impresora (62).



= Equivale a guardar (13) del menú de archivos.



= Esta opción permite activar o desactivar la entrada de datos. Cuando esta activada (semáforo verde), se puede adicionar, cambiar o borrar cualquier dato de entrada, y cuando no lo está (semáforo rojo), no se puede adicionar cambiar o borrar ninguno de los datos de entrada. El semáforo se pone en rojo al terminar de analizar la estructura.

5. EJEMPLOS DE APLICACIÓN

Este capítulo contiene tres ejemplos de aplicación, que fueron resueltos con el programa de computador elaborado en el presente trabajo. Para cada uno de los ejemplos se presentan las reacciones y los desplazamientos nodales que se obtienen corriendo el mismo ejemplo en el programa SAP2000, a fin de verificar los resultados.

5.1 EJEMPLO 1

El ejemplo 1 consiste en la cimentación de un edificio de 9 pisos, con una placa de 0.40 m de espesor apoyada sobre 7 capas de suelo, cuyos parámetros elásticos y espesores están plenamente definidos a continuación:

Tabla 8. Capas de suelo ejemplo 1.

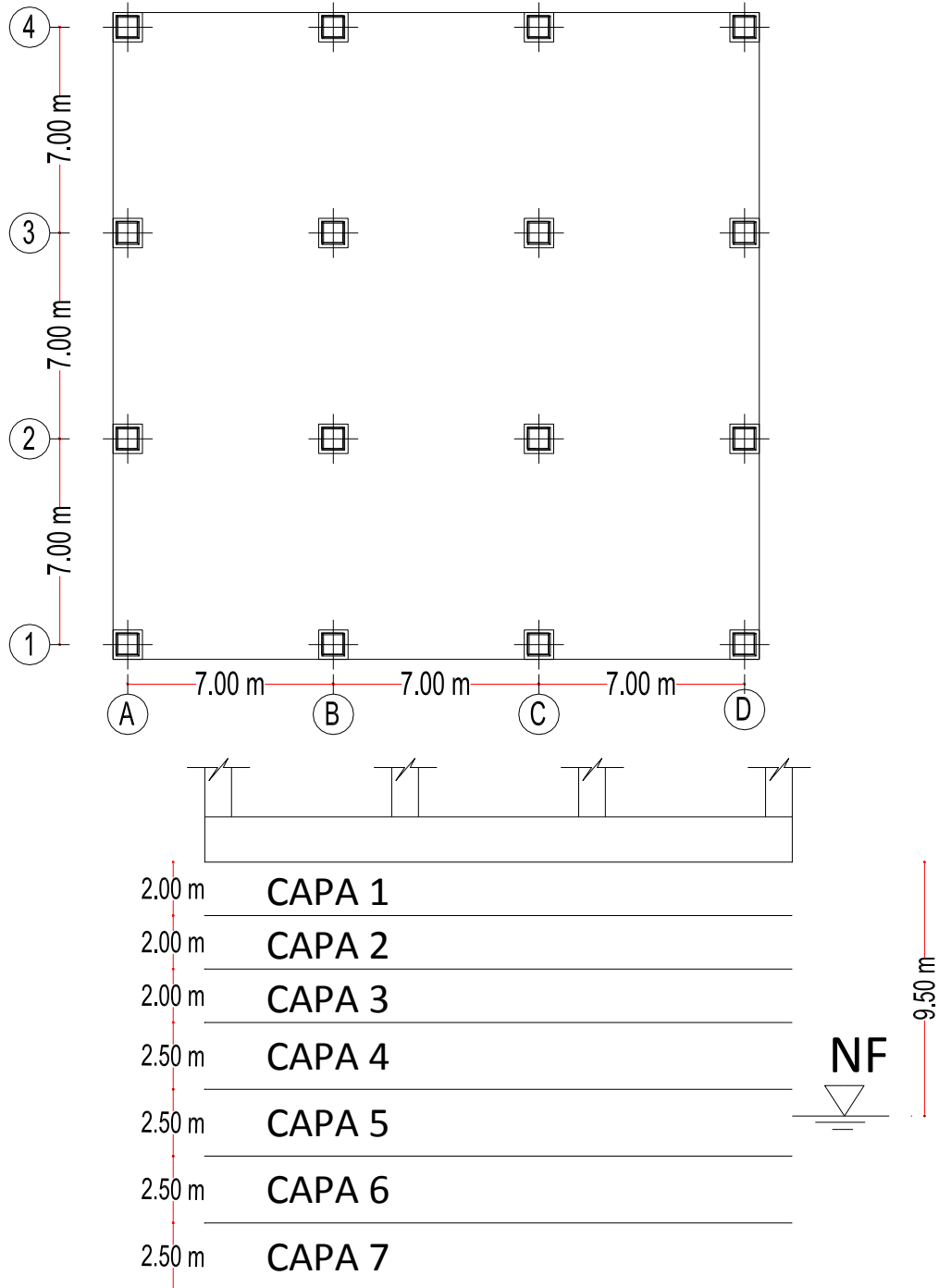
No de la capa	Altura de la capa (m)	Peso unitario del suelo (T/m ³)	Módulo de elasticidad de la capa (T/m ²)	Relación de Poisson de la capa	Coefficiente de presión de tierra en reposo Ko	Esfuerzo último del suelo (T/m ²)
1	2	1.6	238	0.36	0.56	40
2	2	1.7	238	0.36	0.56	40
3	2	1.7	223	0.37	0.59	40
4	2.5	1.75	246	0.35	0.55	40
5	2.5	1.75	253	0.35	0.53	40
6	2.5	1.8	215	0.38	0.61	40
7	2.5	1.8	253	0.35	0.3	40

Las capas se encuentran ordenadas de la más superficial a la más profunda.

En este caso no se consideró estructura superior y el nivel freático se encuentra a 9.50 m de la superficie.

El esquema de la placa se muestra en la Figura 5-1.

Figura 57. Esquema columnas y placa del ejemplo 1.

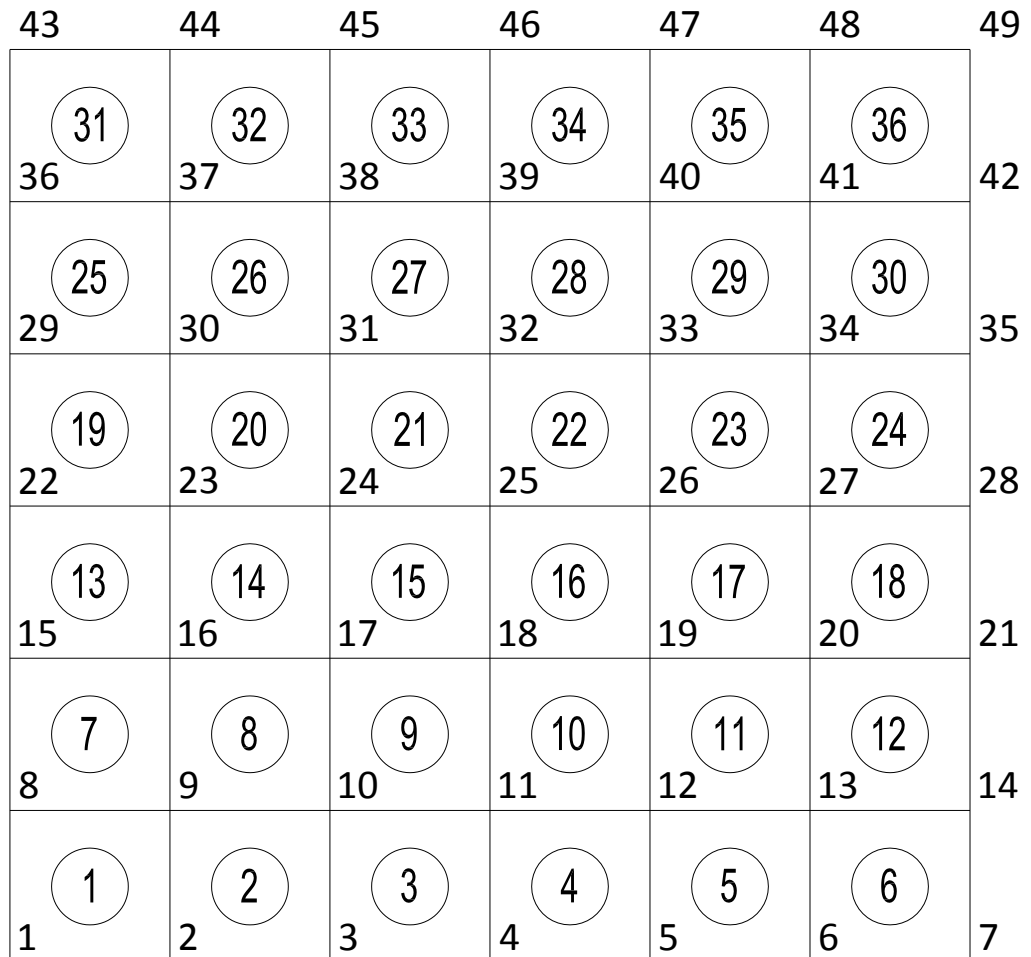


Las cargas de servicio que llegan a la placa por medio de las columnas son las de la Tabla 5-2.

Tabla 9. Cargas en las columnas del ejemplo 1.

COLUMNA	CARGA Pz (TON)
A-1 A-4 D-1 D-4	-122.50
A-2 A-3 B-1 B-4 C-1 C-4 D-2 D-3	-245.00
B-2 B-3 C-2 C-3	-490.00

Figura 58. Modelo del ejemplo 1.



La estructura se modeló siguiendo las recomendaciones de la sección 4.2 tal como lo muestra la Figura 5-2.

Los datos de entrada, y los resultados arrojados por el programa se muestran en el Anexo 1. Los datos de entrada se presentan en forma de archivo, armado tal como se especifica en el numeral 4.4.2.

Se modeló en el programa Sap2000, la losa de cimentación con elementos finitos rectangulares tipo placa. El suelo se modeló colocando bajo cada nodo un resorte vertical cuyo módulo se calculó dividiendo la reacción vertical en el nodo, entre el desplazamiento vertical del nodo.

Los resultados que arrojó el programa comparados con los de SAP2000 se muestran a continuación:

Tabla 10. Comparación resultados del ejemplo 1 con SAP2000.

Nodo	PROGRAMA PLACAS DE CIMENTACION				PROGRAMA SAP2000				PORCENTAJE DE ERROR (%)			
	Reacción vertical Rz	DESPLAZAMIENTOS			Reacción vertical Rz	DESPLAZAMIENTOS			Reacción vertical	DESPLAZAMIENTOS		
		Wz	θx	θy		Wz	θx	θy		Wz	θx	θy
1	81.2496	-0.1800	-0.0069	0.0069	81.1028	-0.1797	-0.0062	0.0062	0.18%	0.18%	9.02%	9.02%
2	81.2848	-0.2089	-0.0100	0.0119	81.8046	-0.2102	-0.0098	0.0125	-0.64%	-0.64%	1.44%	-4.99%
3	109.9206	-0.2532	-0.0053	0.0070	109.0915	-0.2513	-0.0063	0.0067	0.75%	0.75%	-19.03%	3.44%
4	101.2817	-0.2553	-0.0094	0.0000	102.0629	-0.2573	-0.0083	0.0000	-0.77%	-0.77%	11.96%	0.00%
5	109.9206	-0.2532	-0.0053	-0.0070	109.0915	-0.2513	-0.0063	-0.0067	0.75%	0.75%	-19.03%	3.44%
6	81.2848	-0.2089	-0.0100	-0.0119	81.8046	-0.2102	-0.0098	-0.0125	-0.64%	-0.64%	1.44%	-4.99%
7	81.2496	-0.1800	-0.0069	-0.0069	81.1028	-0.1797	-0.0062	-0.0062	0.18%	0.18%	9.02%	9.02%
8	81.2848	-0.2089	-0.0119	0.0100	81.8046	-0.2102	-0.0125	0.0098	-0.64%	-0.64%	-4.99%	1.44%
9	87.1472	-0.2455	-0.0113	0.0113	86.6229	-0.2440	-0.0105	0.0105	0.60%	0.60%	7.59%	7.59%
10	97.2029	-0.2802	-0.0117	0.0070	97.7424	-0.2818	-0.0125	0.0073	-0.56%	-0.55%	-6.50%	-4.64%
11	101.3716	-0.2913	-0.0116	0.0000	100.7334	-0.2895	-0.0111	0.0000	0.63%	0.63%	4.75%	0.00%
12	97.2029	-0.2802	-0.0117	-0.0070	97.7424	-0.2818	-0.0125	-0.0073	-0.56%	-0.55%	-6.50%	-4.64%
13	87.1472	-0.2455	-0.0113	-0.0113	86.6229	-0.2440	-0.0105	-0.0105	0.60%	0.60%	7.59%	7.59%
14	81.2848	-0.2089	-0.0119	-0.0100	81.8046	-0.2102	-0.0125	-0.0098	-0.64%	-0.64%	-4.99%	1.44%
15	109.9206	-0.2532	-0.0070	0.0053	109.0915	-0.2513	-0.0067	0.0063	0.75%	0.75%	3.44%	-19.03%
16	97.2029	-0.2802	-0.0070	0.0117	97.7424	-0.2818	-0.0073	0.0125	-0.56%	-0.55%	-4.64%	-6.50%
17	119.6241	-0.3239	-0.0073	0.0073	119.3119	-0.3230	-0.0069	0.0069	0.26%	0.26%	5.90%	5.90%
18	111.9609	-0.3279	-0.0073	0.0000	112.4460	-0.3293	-0.0078	0.0000	-0.43%	-0.43%	-6.33%	0.00%
19	119.6241	-0.3239	-0.0073	-0.0073	119.3119	-0.3230	-0.0069	-0.0069	0.26%	0.26%	5.90%	5.90%
20	97.2029	-0.2802	-0.0070	-0.0117	97.7424	-0.2818	-0.0073	-0.0125	-0.56%	-0.55%	-4.64%	-6.50%
21	109.9206	-0.2532	-0.0070	-0.0053	109.0915	-0.2513	-0.0067	-0.0063	0.75%	0.75%	3.44%	-19.03%
22	101.2817	-0.2553	0.0000	0.0094	102.0629	-0.2573	0.0000	0.0083	-0.77%	-0.77%	0.00%	11.96%
23	101.3716	-0.2913	0.0000	0.0116	100.7334	-0.2895	0.0000	0.0111	0.63%	0.63%	0.00%	4.75%
24	111.9609	-0.3279	0.0000	0.0073	112.4460	-0.3293	0.0000	0.0078	-0.43%	-0.43%	0.00%	-6.33%
25	115.5536	-0.3391	0.0000	0.0000	115.1325	-0.3379	0.0000	0.0000	0.36%	0.36%	0.00%	0.00%
26	111.9609	-0.3279	0.0000	-0.0073	112.4460	-0.3293	0.0000	-0.0078	-0.43%	-0.43%	0.00%	-6.33%
27	101.3716	-0.2913	0.0000	-0.0116	100.7334	-0.2895	0.0000	-0.0111	0.63%	0.63%	0.00%	4.75%
28	101.2817	-0.2553	0.0000	-0.0094	102.0629	-0.2573	0.0000	-0.0083	-0.77%	-0.77%	0.00%	11.96%
29	109.9206	-0.2532	0.0070	0.0053	109.0915	-0.2513	0.0067	0.0063	0.75%	0.75%	3.44%	-19.03%
30	97.2029	-0.2802	0.0070	0.0117	97.7424	-0.2818	0.0073	0.0125	-0.56%	-0.55%	-4.64%	-6.50%
31	119.6241	-0.3239	0.0073	0.0073	119.3119	-0.3230	0.0069	0.0069	0.26%	0.26%	5.90%	5.90%
32	111.9609	-0.3279	0.0073	0.0000	112.4460	-0.3293	0.0078	0.0000	-0.43%	-0.43%	-6.33%	0.00%
33	119.6241	-0.3239	0.0073	-0.0073	119.3119	-0.3230	0.0069	-0.0069	0.26%	0.26%	5.90%	5.90%
34	97.2029	-0.2802	0.0070	-0.0117	97.7424	-0.2818	0.0073	-0.0125	-0.56%	-0.55%	-4.64%	-6.50%
35	109.9206	-0.2532	0.0070	-0.0053	109.0915	-0.2513	0.0067	-0.0063	0.75%	0.75%	3.44%	-19.03%
36	81.2848	-0.2089	0.0119	0.0100	81.8046	-0.2102	0.0125	0.0098	-0.64%	-0.64%	-4.99%	1.44%
37	87.1472	-0.2455	0.0113	0.0113	86.6229	-0.2440	0.0105	0.0105	0.60%	0.60%	7.59%	7.59%
38	97.2029	-0.2802	0.0117	0.0070	97.7424	-0.2818	0.0125	0.0073	-0.56%	-0.55%	-6.50%	-4.64%
39	101.3716	-0.2913	0.0116	0.0000	100.7334	-0.2895	0.0111	0.0000	0.63%	0.63%	4.75%	0.00%
40	97.2029	-0.2802	0.0117	-0.0070	97.7424	-0.2818	0.0125	-0.0073	-0.56%	-0.55%	-6.50%	-4.64%
41	87.1472	-0.2455	0.0113	-0.0113	86.6229	-0.2440	0.0105	-0.0105	0.60%	0.60%	7.59%	7.59%
42	81.2848	-0.2089	0.0119	-0.0100	81.8046	-0.2102	0.0125	-0.0098	-0.64%	-0.64%	-4.99%	1.44%
43	81.2496	-0.1800	0.0069	0.0069	81.1028	-0.1797	0.0062	0.0062	0.18%	0.18%	9.02%	9.02%
44	81.2848	-0.2089	0.0100	0.0119	81.8046	-0.2102	0.0098	0.0125	-0.64%	-0.64%	1.44%	-4.99%
45	109.9206	-0.2532	0.0053	0.0070	109.0915	-0.2513	0.0063	0.0067	0.75%	0.75%	-19.03%	3.44%
46	101.2817	-0.2553	0.0094	0.0000	102.0629	-0.2573	0.0083	0.0000	-0.77%	-0.77%	11.96%	0.00%
47	109.9206	-0.2532	0.0053	-0.0070	109.0915	-0.2513	0.0063	-0.0067	0.75%	0.75%	-19.03%	3.44%
48	81.2848	-0.2089	0.0100	-0.0119	81.8046	-0.2102	0.0098	-0.0125	-0.64%	-0.64%	1.44%	-4.99%
49	81.2496	-0.1800	0.0069	-0.0069	81.1028	-0.1797	0.0062	-0.0062	0.18%	0.18%	9.02%	9.02%

Para las reacciones el porcentaje de error oscila entre 0.18% y 0.77%.
 Para desplazamientos el porcentaje de error oscila entre 0.18% y 0.77%.
 Para giros en X el porcentaje de error oscila entre 0.00% y 19.03%.
 Para giros en Y el porcentaje de error oscila entre 0.00% y 19.03%.
 Para esta comparación se tomó como base el resultado de Sap2000.

El porcentaje de error se calculó mediante:

$$\% \text{ error} = \left(1 - \frac{\text{Resultado Sap2000}}{\text{Resultado Placim}} \right) * 100$$

Los resultados para esfuerzos, deformaciones de la estructura y el suelo, y las áreas de acero de la losa, se encuentran en el Anexo 1.

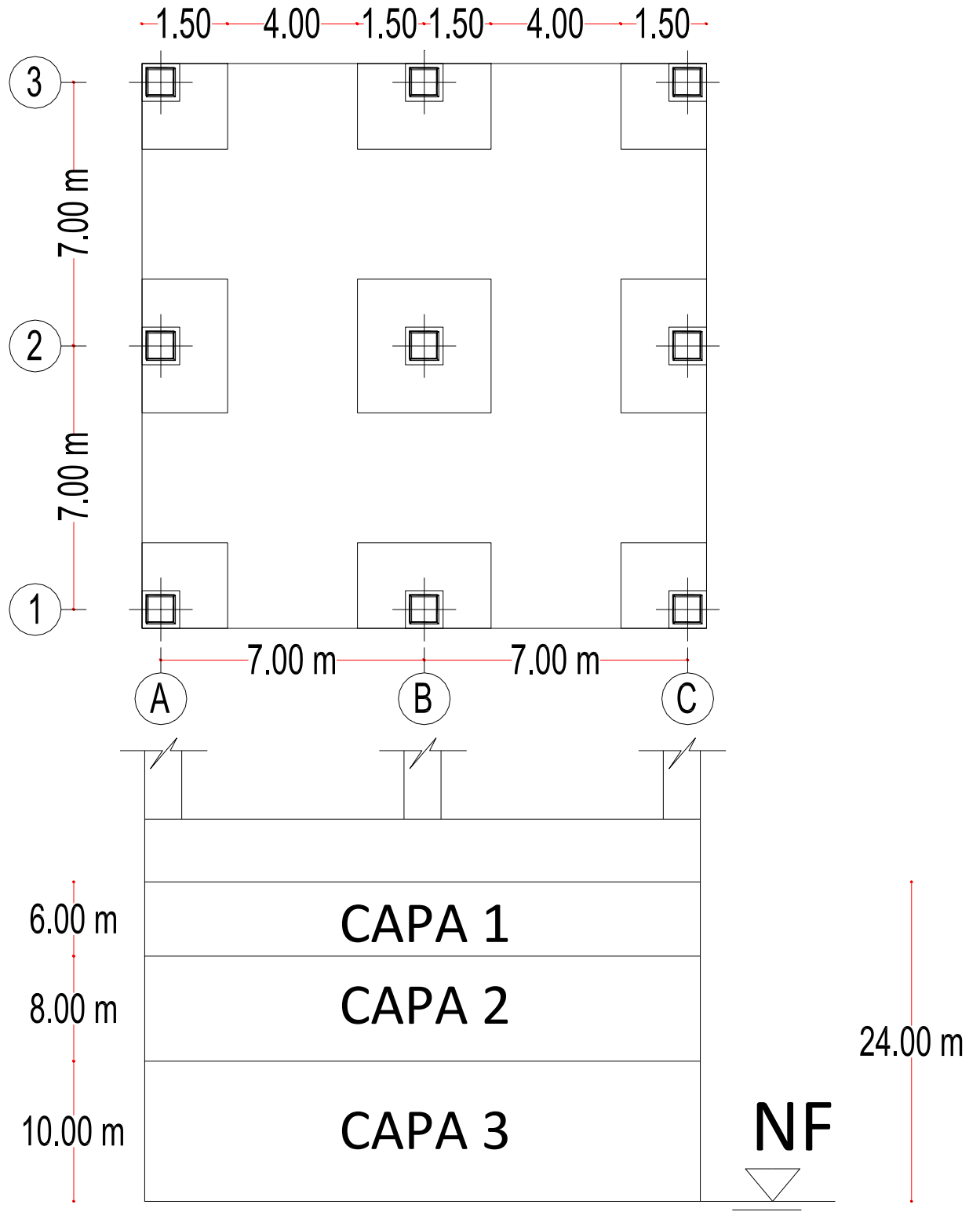
5.2 EJEMPLO 2

El ejemplo 2 es la cimentación de un edificio de 9 pisos. Consta de una placa de 0.15 m de espesor con pedestales de 0.25 m alrededor de las columnas. La placa está apoyada sobre tres capas de suelo cuyos parámetros elásticos y espesores están perfectamente definidos a continuación:

Tabla 11. Capas de suelo ejemplo 2.

No de la capa	Altura de la capa (m)	Peso unitario del suelo (T/m3)	Módulo de elasticidad de la capa (T/m2)	Relación de Poisson de la capa	Coefficiente de presión de tierra en reposo Ko	Esfuerzo último del suelo (T/m2)
1	6	1.60	238	0.36	0.56	100
2	8	1.75	253	0.35	0.53	100
3	10	1.80	215	0.38	0.61	100

Figura 59. Esquema de columnas y placas del ejemplo 2.



Las capas se encuentran ordenadas de la más superficial a la más profunda. En este caso no se consideró estructura superior y el nivel freático se encuentra a 24 m de la superficie.

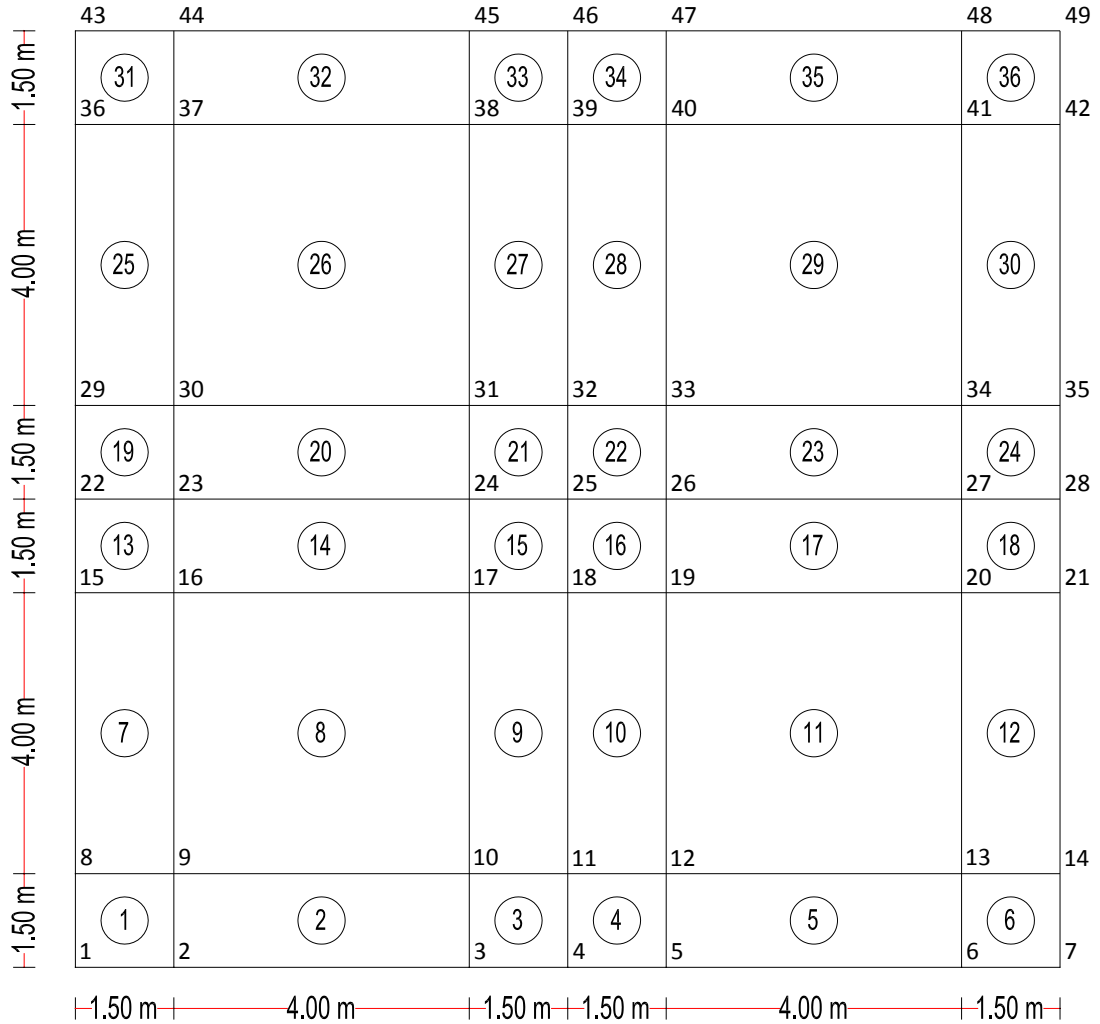
Las cargas de servicio que llega a la placa a través de las columnas se muestran en la Tabla 5-5.

Tabla 12. Cargas en las columnas del ejemplo 2.

COLUMNA	CARGA Pz (TON)
A-1 A-3 C-1 C-3	-122.50
A-2 B-1 B-3 C-2	-245.00
B-2	-490.00

La estructura se modeló tal y como se muestra en la Figura 5-4.

Figura 60. Modelo del ejemplo 2.



Los elementos 1, 2, 3, 4, 6, 13, 15, 16, 18, 19, 21, 22, 24, 31, 33, 34 y 36, tienen 0.25 m de espesor y el resto tienen 0.15 m.

Las cargas de cada columna se repartieron entre los nodos de los elementos que conforman el pedestal de la columna.

Los datos de entrada, y los resultados arrojados por el programa se muestran en el Anexo 2. Los datos de entrada se presentan en forma de archivo, armado tal como se especifica en el numeral 4.4.2.

Se modeló en el programa Sap2000, la losa de cimentación con elementos finitos rectangulares tipo placa. El suelo se modeló colocando bajo cada nodo un resorte vertical cuyo módulo se calculó dividiendo la reacción vertical en el nodo, entre el desplazamiento vertical del nodo.

Los resultados de las reacciones y desplazamientos del ejemplo 2, se comparan con los arrojados por el programa SAP2000 en la Tabla 5-6 siguiente:

Figura 61. Comparación resultados del ejemplo 2 con SAP2000.

Nodo	PROGRAMA PLACAS DE CIMENTACION				PROGRAMA SAP2000				PORCENTAJE DE ERROR (%)			
	Reacción vertical	DESPLAZAMIENTOS			Reacción vertical	DESPLAZAMIENTOS			Reacción vertical	DESPLAZAMIENTOS		
		Wz	θx	θy		Wz	θx	θy		Wz	θx	θy
1	66.8333	-0.2545	0.0236	-0.0236	66.8546	-0.2546	0.0241	-0.0241	-0.03%	-0.03%	-1.70%	-1.70%
2	36.7394	-0.2214	0.0094	-0.0186	36.5035	-0.2200	0.0095	-0.0192	0.64%	0.64%	-0.74%	-3.34%
3	81.7728	-0.2794	0.0189	0.0352	82.1979	-0.2809	0.0195	0.0378	-0.52%	-0.52%	-2.89%	-7.46%
4	25.1160	-0.3176	0.0346	0.0000	25.1168	-0.3176	0.0309	0.0000	0.00%	0.00%	10.60%	0.00%
5	81.7728	-0.2794	0.0189	-0.0352	82.1979	-0.2809	0.0195	-0.0378	-0.52%	-0.52%	-2.89%	-7.46%
6	36.7394	-0.2214	0.0094	0.0186	36.5035	-0.2200	0.0095	0.0192	0.64%	0.64%	-0.74%	-3.34%
7	66.8333	-0.2545	0.0236	0.0236	66.8546	-0.2546	0.0241	0.0241	-0.03%	-0.03%	-1.70%	-1.70%
8	36.7394	-0.2214	0.0186	-0.0094	36.5035	-0.2200	0.0192	-0.0095	0.64%	0.64%	-3.34%	-0.74%
9	1.6209	-0.2076	0.0073	-0.0073	1.6120	-0.2064	0.0075	-0.0075	0.55%	0.55%	-2.99%	-2.99%
10	46.1010	-0.2550	0.0111	0.0226	46.4221	-0.2568	0.0117	0.0208	-0.70%	-0.70%	-5.63%	7.93%
11	-19.3277	-0.2754	0.0216	0.0000	-19.5868	-0.2790	0.0173	0.0000	-1.34%	-1.34%	19.85%	0.00%
12	46.1010	-0.2550	0.0111	-0.0226	46.4221	-0.2568	0.0117	-0.0208	-0.70%	-0.70%	-5.63%	7.93%
13	1.6209	-0.2076	0.0073	0.0073	1.6120	-0.2064	0.0075	0.0075	0.55%	0.55%	-2.99%	-2.99%
14	36.7394	-0.2214	0.0186	0.0094	36.5035	-0.2200	0.0192	0.0095	0.64%	0.64%	-3.34%	-0.74%
15	81.7728	-0.2794	-0.0352	-0.0189	82.1979	-0.2809	-0.0378	-0.0195	-0.52%	-0.52%	-7.46%	-2.89%
16	46.1010	-0.2550	-0.0226	-0.0111	46.4221	-0.2568	-0.0208	-0.0117	-0.70%	-0.70%	7.93%	-5.63%
17	116.3140	-0.3041	-0.0233	0.0233	115.4785	-0.3019	-0.0222	0.0222	0.72%	0.72%	4.60%	4.60%
18	-9.9423	-0.3273	-0.0260	0.0000	-9.8815	-0.3253	-0.0284	0.0000	0.61%	0.61%	-9.18%	0.00%
19	116.3140	-0.3041	-0.0233	-0.0233	115.4785	-0.3019	-0.0222	-0.0222	0.72%	0.72%	4.60%	4.60%
20	46.1010	-0.2550	-0.0226	0.0111	46.4221	-0.2568	-0.0208	0.0117	-0.70%	-0.70%	7.93%	-5.63%
21	81.7728	-0.2794	-0.0352	0.0189	82.1979	-0.2809	-0.0378	0.0195	-0.52%	-0.52%	-7.46%	-2.89%
22	25.1160	-0.3176	0.0000	-0.0346	25.1168	-0.3176	0.0000	-0.0309	0.00%	0.00%	0.00%	10.60%
23	-19.3277	-0.2754	0.0000	-0.0216	-19.5868	-0.2790	0.0000	-0.0173	-1.34%	-1.34%	0.00%	19.85%
24	-9.9423	-0.3273	0.0000	0.0260	-9.8815	-0.3253	0.0000	0.0284	0.61%	0.61%	0.00%	-9.18%
25	-0.1627	-0.3553	0.0000	0.0000	-0.1622	-0.3542	0.0000	0.0000	0.30%	0.29%	0.00%	0.00%
26	-9.9423	-0.3273	0.0000	-0.0260	-9.8815	-0.3253	0.0000	-0.0284	0.61%	0.61%	0.00%	-9.18%
27	-19.3277	-0.2754	0.0000	0.0216	-19.5868	-0.2790	0.0000	0.0173	-1.34%	-1.34%	0.00%	19.85%
28	25.1160	-0.3176	0.0000	0.0346	25.1168	-0.3176	0.0000	0.0309	0.00%	0.00%	0.00%	10.60%
29	81.7728	-0.2794	0.0352	-0.0189	82.1979	-0.2809	0.0378	-0.0195	-0.52%	-0.52%	-7.46%	-2.89%
30	46.1010	-0.2550	0.0226	-0.0111	46.4221	-0.2568	0.0208	-0.0117	-0.70%	-0.70%	7.93%	-5.63%
31	116.3140	-0.3041	0.0233	0.0233	115.4785	-0.3019	0.0222	0.0222	0.72%	0.72%	4.60%	4.60%
32	-9.9423	-0.3273	0.0260	0.0000	-9.8815	-0.3253	0.0284	0.0000	0.61%	0.61%	-9.18%	0.00%
33	116.3140	-0.3041	0.0233	-0.0233	115.4785	-0.3019	0.0222	-0.0222	0.72%	0.72%	4.60%	4.60%
34	46.1010	-0.2550	0.0226	0.0111	46.4221	-0.2568	0.0208	0.0117	-0.70%	-0.70%	7.93%	-5.63%
35	81.7728	-0.2794	0.0352	0.0189	82.1979	-0.2809	0.0378	0.0195	-0.52%	-0.52%	-7.46%	-2.89%
36	36.7394	-0.2214	-0.0186	-0.0094	36.5035	-0.2200	-0.0192	-0.0095	0.64%	0.64%	-3.34%	-0.74%
37	1.6209	-0.2076	-0.0073	-0.0073	1.6120	-0.2064	-0.0075	-0.0075	0.55%	0.55%	-2.99%	-2.99%
38	46.1010	-0.2550	-0.0111	0.0226	46.4221	-0.2568	-0.0117	0.0208	-0.70%	-0.70%	-5.63%	7.93%
39	-19.3277	-0.2754	-0.0216	0.0000	-19.5868	-0.2790	-0.0173	0.0000	-1.34%	-1.34%	19.85%	0.00%
40	46.1010	-0.2550	-0.0111	-0.0226	46.4221	-0.2568	-0.0117	-0.0208	-0.70%	-0.70%	-5.63%	7.93%
41	1.6209	-0.2076	-0.0073	0.0073	1.6120	-0.2064	-0.0075	0.0075	0.55%	0.55%	-2.99%	-2.99%
42	36.7394	-0.2214	-0.0186	0.0094	36.5035	-0.2200	-0.0192	0.0095	0.64%	0.64%	-3.34%	-0.74%
43	66.8333	-0.2545	-0.0236	-0.0236	66.8546	-0.2546	-0.0241	-0.0241	-0.03%	-0.03%	-1.70%	-1.70%
44	36.7394	-0.2214	-0.0094	-0.0186	36.5035	-0.2200	-0.0095	-0.0192	0.64%	0.64%	-0.74%	-3.34%
45	81.7728	-0.2794	-0.0189	0.0352	82.1979	-0.2809	-0.0195	0.0378	-0.52%	-0.52%	-2.89%	-7.46%
46	25.1160	-0.3176	-0.0346	0.0000	25.1168	-0.3176	-0.0309	0.0000	0.00%	0.00%	10.60%	0.00%
47	81.7728	-0.2794	-0.0189	-0.0352	82.1979	-0.2809	-0.0195	-0.0378	-0.52%	-0.52%	-2.89%	-7.46%
48	36.7394	-0.2214	-0.0094	0.0186	36.5035	-0.2200	-0.0095	0.0192	0.64%	0.64%	-0.74%	-3.34%
49	66.8333	-0.2545	-0.0236	0.0236	66.8546	-0.2546	-0.0241	0.0241	-0.03%	-0.03%	-1.70%	-1.70%

Para las reacciones el porcentaje de error oscila entre 0.00% y 1.34%.
 Para desplazamientos el porcentaje de error oscila entre 0.00% y 1.34%.
 Para giros en X el porcentaje de error oscila entre 0.00% y 19.85%.
 Para giros en Y el porcentaje de error oscila entre 0.00% y 19.85%.
 Para esta comparación se tomó como base el resultado de Sap2000.

El porcentaje de error se calculó mediante:

$$\% \text{ error} = \left(1 - \frac{\text{Resultado Sap2000}}{\text{Resultado Placim}} \right) * 100$$

Los resultados para esfuerzos, deformaciones de la estructura y el suelo, y las áreas de acero de la losa, se encuentran en el Anexo 2.

5.3 EJEMPLO 3

El ejemplo 3 es una placa de cimentación de un edificio de 2 pisos, la placa tiene 0.15 m de espesor y está apoyada sobre 3 capas de suelo cuyos parámetros elásticos y espesores están perfectamente definidos a continuación:

Tabla 13. Capas de suelo ejemplo 3.

No de la capa	Altura de la capa (m)	Peso unitario del suelo (T/m3)	Módulo de elasticidad de la capa (T/m2)	Relación de Poisson de la capa	Coefficiente de presión de tierra en reposo Ko	Esfuerzo último del suelo (T/m2)
1	3	1.60	238	0.36	0.56	100
2	6	1.70	238	0.36	0.56	100
3	8	1.70	223	0.37	0.59	100

Se conoce la matriz de rigidez de la estructura sobre la placa y se encuentra especificada en los datos de entrada del Anexo 3.

Las capas se encuentran ordenadas de la más superficial a la más profunda. En este caso se consideró estructura superior y el nivel freático se encuentra a 17 m de la superficie.

El esquema de las columnas y la placa se muestran en la Figura 5-5.

Figura 62. Esquema columnas y placas del ejemplo 3.

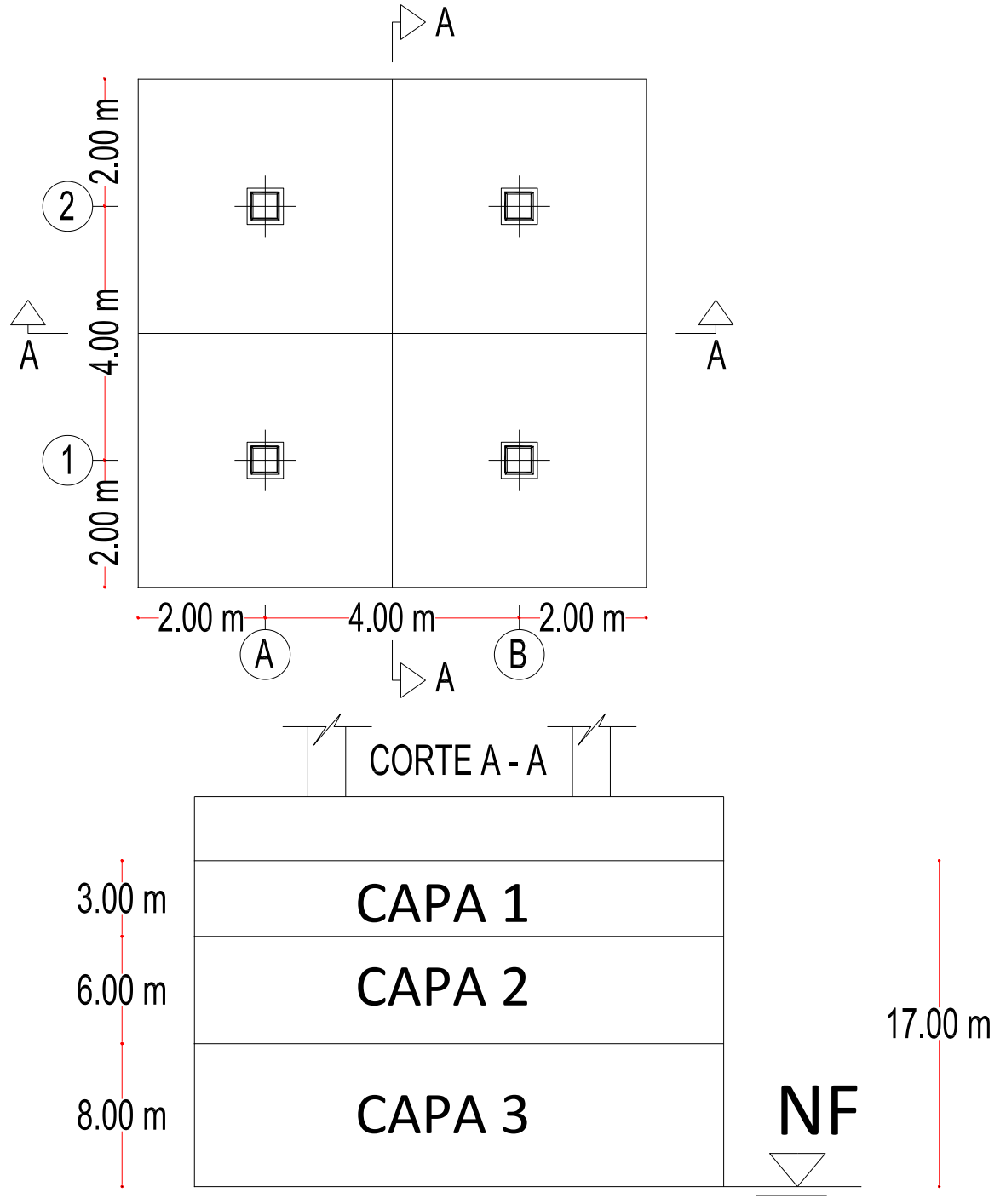
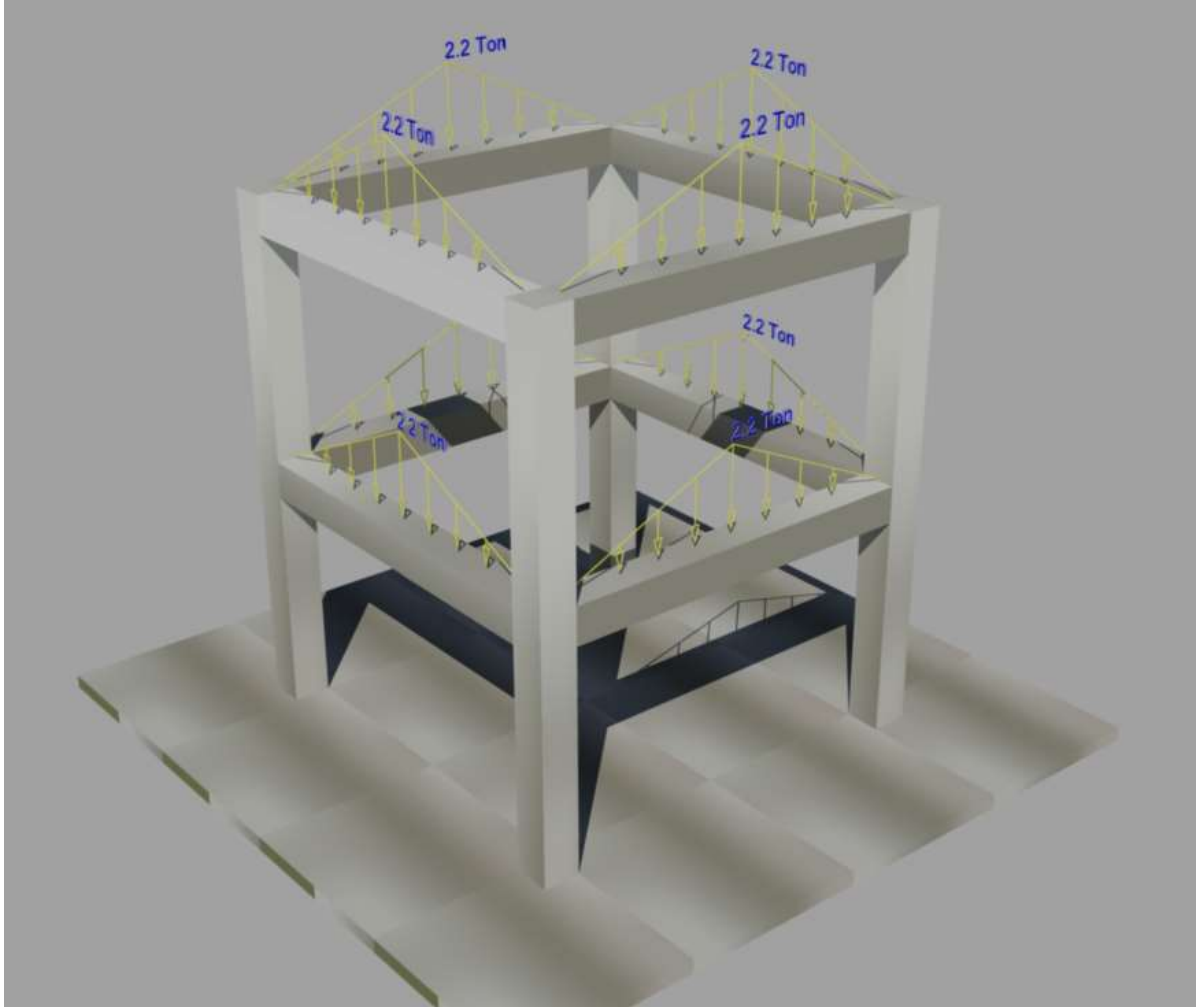


Figura 63. Esquema en tres dimensiones del ejemplo 3.

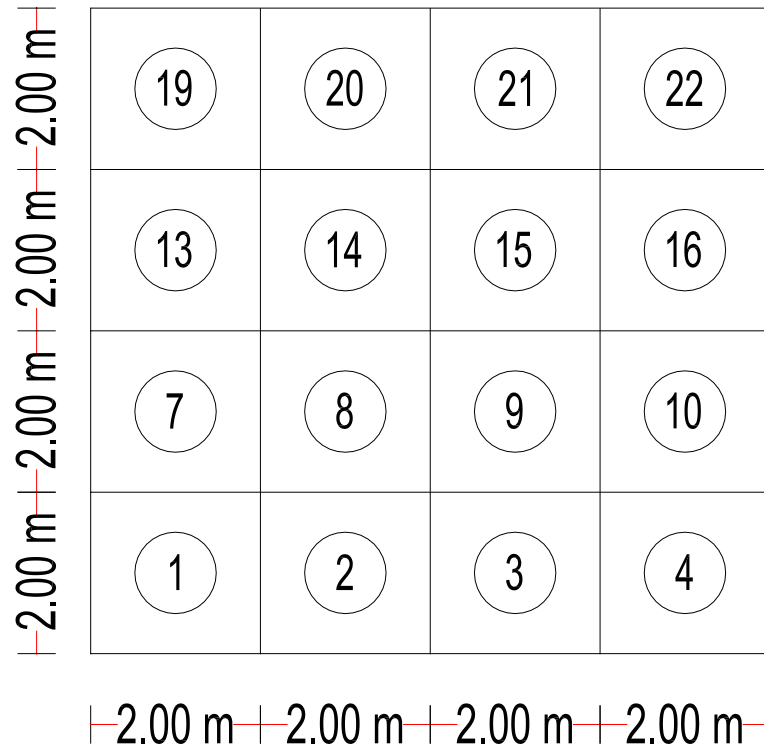


Las cargas de servicio que llegan a la placa son las de la Tabla 5-8.

Tabla 14. Cargas en las columnas del ejemplo 3.

COLUMNA	CARGA Pz (TON)
A-1 A-2	-15.00
B-1 B-2	

Figura 64. Modelo del ejemplo 2.



Los datos de entrada, y los resultados arrojados por el programa se muestran en el Anexo 3. Los datos de entrada se presentan en forma de archivo, armado tal como se especifica en el numeral 4.4.2.

Se modeló en el programa Sap2000, la losa de cimentación con elementos finitos rectangulares tipo placa. El suelo se modeló colocando bajo cada nodo un resorte vertical cuyo módulo se calculó dividiendo la reacción vertical en el nodo, entre el desplazamiento vertical del nodo.

Los resultados de las reacciones y desplazamientos del ejemplo 2, se comparan con los arrojados por el programa SAP2000 en la Tabla 5-9 siguiente:

Tabla 15. Comparación resultados del ejemplo 2 con SAP2000.

Nodo	PROGRAMA PLACAS DE CIMENTACION				PROGRAMA SAP2000				PORCENTAJE DE ERROR (%)			
	Reacción vertical Rz	DESPLAZAMIENTOS			Reacción vertical Rz	DESPLAZAMIENTOS			Reacción vertical Rz	DESPLAZAMIENTOS		
		Wz	θx	θy		Wz	θx	θy		Wz	θx	θy
1	0.9073	-0.0104	-0.0022	0.0022	0.8185	-0.0094	-0.0022	0.0022	9.78%	9.77%	-0.02%	-0.02%
2	2.0247	-0.0138	-0.0030	0.0011	1.9717	-0.0134	-0.0034	0.0013	2.62%	2.64%	-15.12%	-15.80%
3	1.9264	-0.0144	-0.0024	0.0000	1.8995	-0.0142	-0.0027	0.0000	1.40%	1.43%	-12.97%	0.00%
4	2.0252	-0.0138	-0.0030	-0.0011	1.9717	-0.0134	-0.0034	-0.0013	2.64%	2.64%	-15.12%	-15.80%
5	0.9076	-0.0104	-0.0022	-0.0022	0.8185	-0.0094	-0.0022	-0.0022	9.82%	9.77%	-0.02%	-0.02%
6	2.0261	-0.0138	-0.0011	0.0030	1.9717	-0.0134	-0.0013	0.0034	2.68%	2.64%	-15.80%	-15.12%
7	4.0729	-0.0184	-0.0004	0.0004	4.1163	-0.0186	-0.0010	0.0010	-1.07%	-1.06%	-194.65%	-194.65%
8	2.8778	-0.0182	-0.0013	0.0000	3.0207	-0.0191	-0.0016	0.0000	-4.96%	-4.93%	-20.71%	0.00%
9	4.0741	-0.0184	-0.0004	-0.0004	4.1163	-0.0186	-0.0010	-0.0010	-1.04%	-1.06%	-194.65%	-194.65%
10	2.0267	-0.0138	-0.0011	-0.0030	1.9717	-0.0134	-0.0013	-0.0034	2.71%	2.64%	-15.80%	-15.12%
11	1.9284	-0.0144	0.0000	0.0024	1.8995	-0.0142	0.0000	0.0027	1.50%	1.43%	0.00%	-12.97%
12	2.8797	-0.0182	0.0000	0.0013	3.0207	-0.0191	0.0000	0.0016	-4.90%	-4.93%	0.00%	-20.71%
13	2.8924	-0.0192	0.0000	0.0000	3.0463	-0.0202	0.0000	0.0000	-5.32%	-5.34%	0.00%	0.00%
14	2.8792	-0.0182	0.0000	-0.0013	3.0207	-0.0191	0.0000	-0.0016	-4.91%	-4.93%	0.00%	-20.71%
15	1.9281	-0.0144	0.0000	-0.0024	1.8995	-0.0142	0.0000	-0.0027	1.48%	1.43%	0.00%	-12.97%
16	2.0277	-0.0138	0.0011	0.0030	1.9717	-0.0134	0.0013	0.0034	2.76%	2.64%	-15.80%	-15.12%
17	4.0773	-0.0184	0.0004	0.0004	4.1163	-0.0186	0.0010	0.0010	-0.96%	-1.06%	-194.65%	-194.65%
18	2.8792	-0.0182	0.0013	0.0000	3.0207	-0.0191	0.0016	0.0000	-4.92%	-4.93%	-20.71%	0.00%
19	4.0744	-0.0184	0.0004	-0.0004	4.1163	-0.0186	0.0010	-0.0010	-1.03%	-1.06%	-194.65%	-194.65%
20	2.0267	-0.0138	0.0011	-0.0030	1.9717	-0.0134	0.0013	-0.0034	2.71%	2.64%	-15.80%	-15.12%
21	0.9084	-0.0104	0.0022	0.0022	0.8185	-0.0094	0.0022	0.0022	9.90%	9.77%	-0.02%	-0.02%
22	2.0268	-0.0138	0.0030	0.0011	1.9717	-0.0134	0.0034	0.0013	2.72%	2.64%	-15.12%	-15.80%
23	1.9277	-0.0144	0.0024	0.0000	1.8995	-0.0142	0.0027	0.0000	1.47%	1.43%	-12.97%	0.00%
24	2.0258	-0.0138	0.0030	-0.0011	1.9717	-0.0134	0.0034	-0.0013	2.67%	2.64%	-15.12%	-15.80%
25	0.9078	-0.0104	0.0022	-0.0022	0.8185	-0.0094	0.0022	-0.0022	9.83%	9.77%	-0.02%	-0.02%

Para las reacciones el porcentaje de error oscila entre 0.96% y 9.90%.
 Para desplazamientos el porcentaje de error oscila entre 1.06% y 9.77%.
 Para giros en X el porcentaje de error oscila entre 0.00% y 194.65%.
 Para giros en Y el porcentaje de error oscila entre 0.00% y 194.65%.
 Para esta comparación se tomó como base el resultado de Sap2000.

El porcentaje de error se calculó mediante:

$$\% \text{ error} = \left(1 - \frac{\text{Resultado Sap2000}}{\text{Resultado Placim}} \right) * 100$$

Los resultados para esfuerzos, deformaciones de la estructura y el suelo, y las áreas de acero de la losa, se encuentran en el Anexo 3.

5.4 EJEMPLO 4

El ejemplo 4 es una placa de cimentación de 0.50 m de espesor con vigas perimetrales y una viga central de 0.80 m de altura. Está apoyada sobre 3 capas de suelo cuyos parámetros elásticos y espesores están perfectamente definidos a continuación:

Tabla 16. Capas de suelo ejemplo 4.

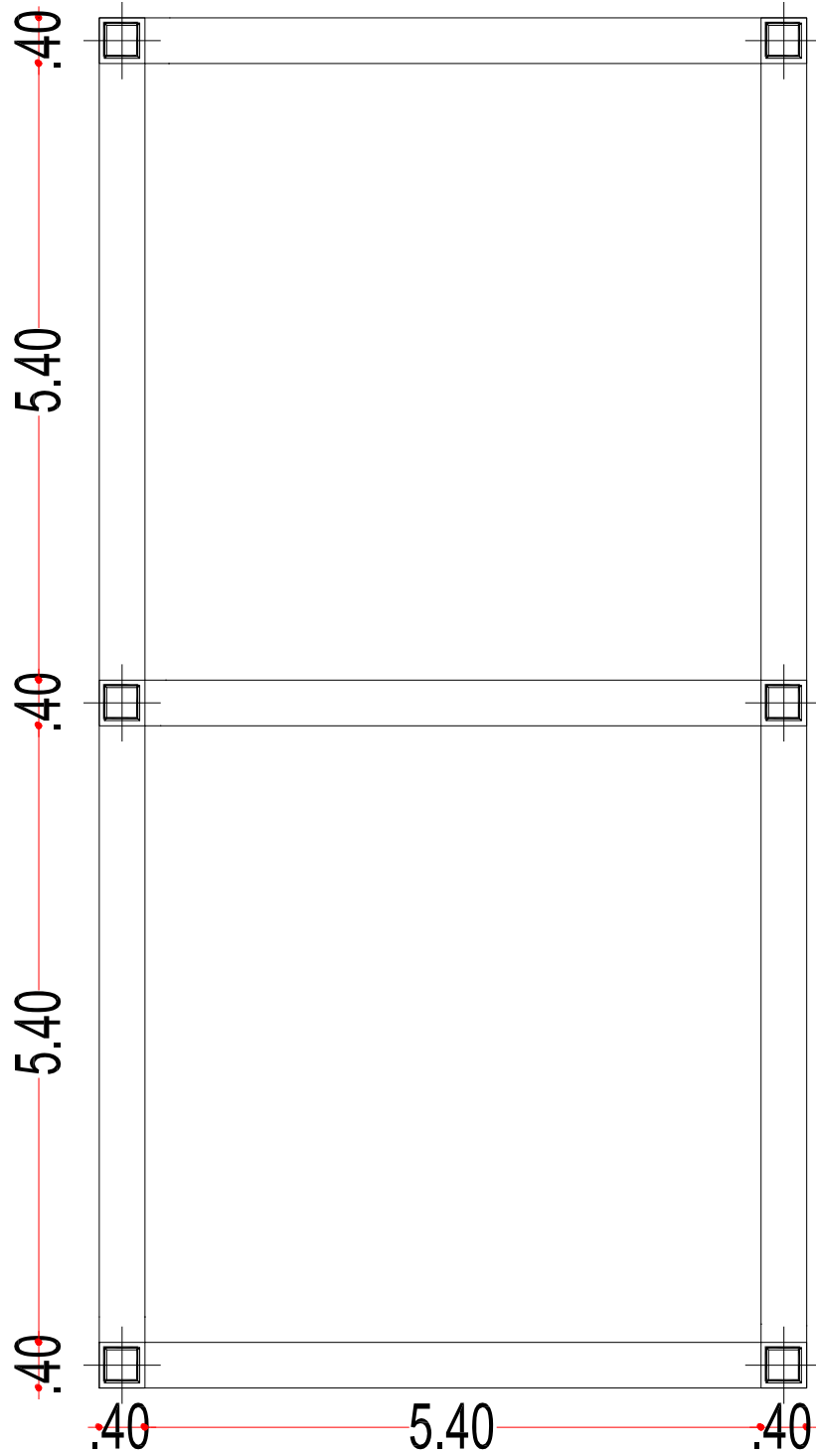
No de la capa	Altura de la capa (m)	Peso unitario del suelo (T/m ³)	Módulo de elasticidad de la capa (T/m ²)	Relación de Poisson de la capa	Coefficiente de presión de tierra en reposo Ko	Esfuerzo último del suelo (T/m ²)
1	2.5	1.75	255	0.35	0.53	100
2	2.5	1.80	215	0.38	0.61	100
3	2.5	1.80	255	0.35	0.50	100

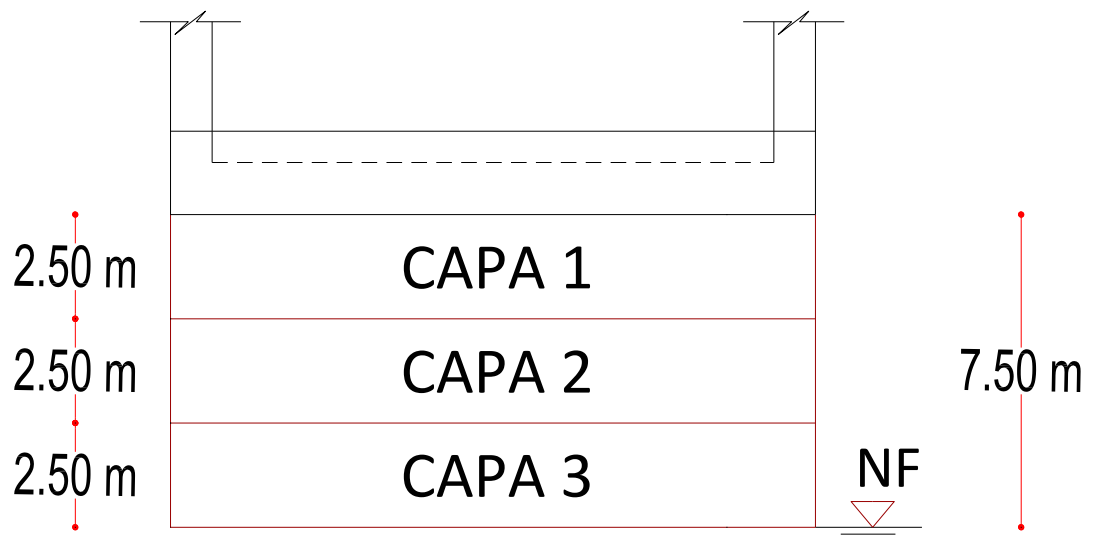
Las capas se encuentran ordenadas de la más superficial a la más profunda.

En este caso no se consideró estructura superior y el nivel freático se encuentra a 7.50 m de la superficie.

El esquema de la placa se muestra en la Figura 5-8.

Figura 65. Esquema columnas y placas del ejemplo 4.





Un esquema en tres dimensiones se muestra en la Figura 5-9.

Figura 66. Esquema de columnas y placas del ejemplo 4.

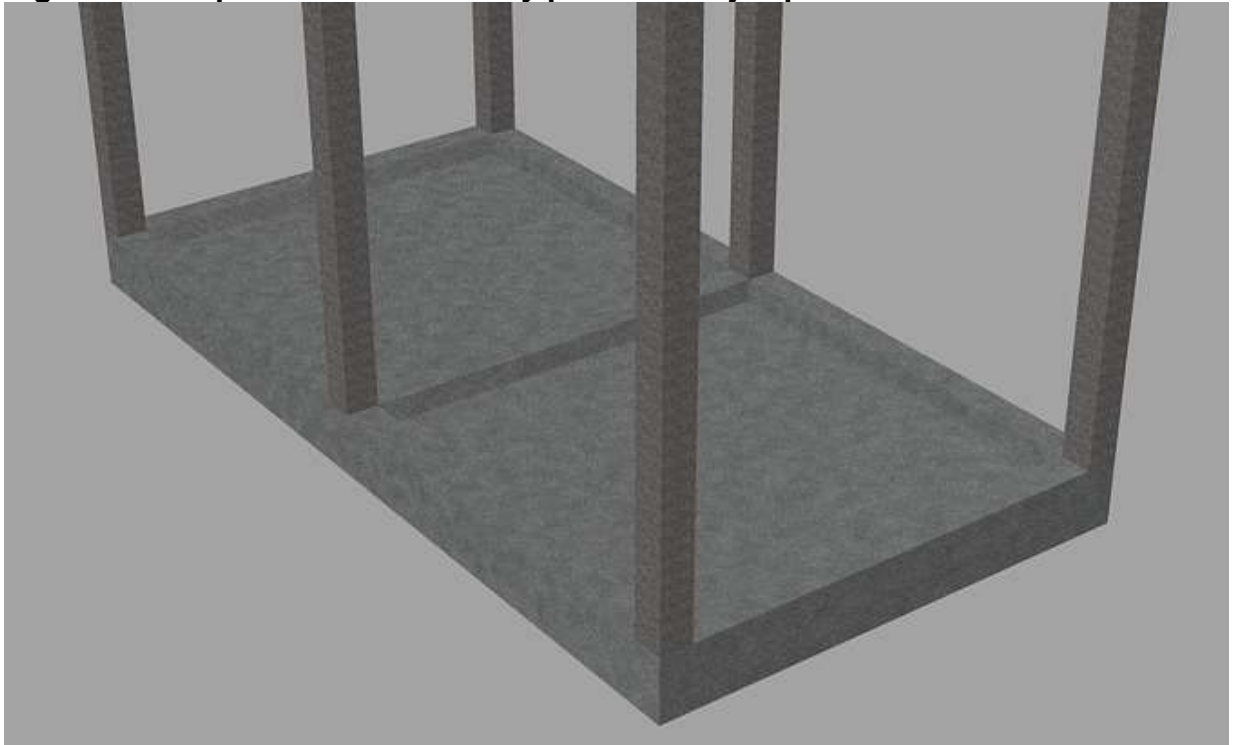
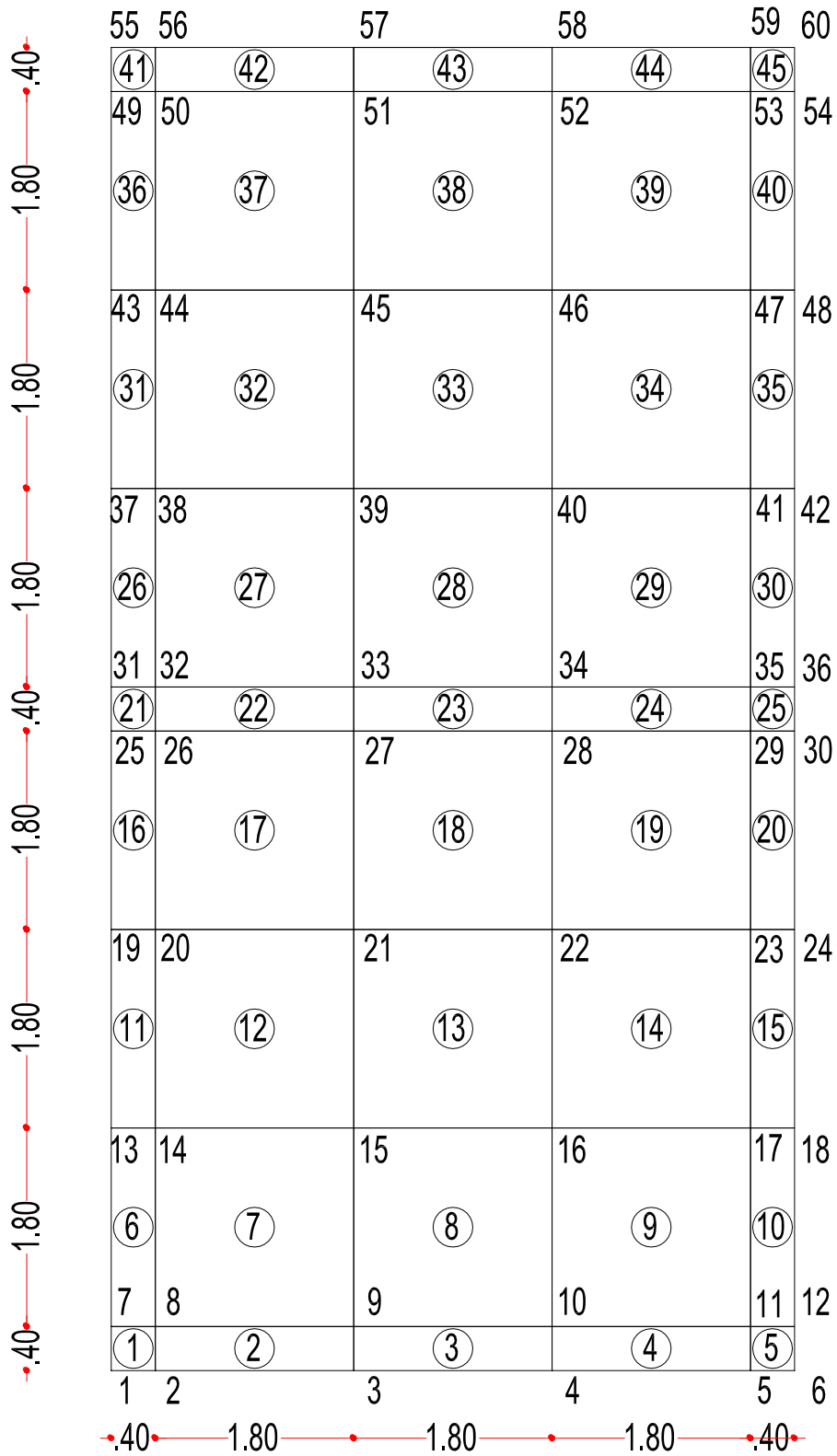


Figura 67. Modelo del ejemplo 4.



Los elementos 7, 8, 9, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 27, 28, 29, 32, 33, 34, 37, 38 y 39 tienen 0.50 m de espesor y el resto tienen 0.80 m.

En los nodos 1, 6, 25, 30, 31, 36, 55 y 60, se aplica una carga vertical de $P_z = -84 \text{ ton}$.

Los datos de entrada, y los resultados arrojados por el programa se muestran en el Anexo 4. Los datos de entrada se presentan en forma de archivo, armado tal como se especifica en el numeral 4.4.2.

Se modeló en el programa Sap2000, la losa de cimentación con elementos finitos rectangulares tipo placa. El suelo se modeló colocando bajo cada nodo un resorte vertical cuyo módulo se calculó dividiendo la reacción vertical en el nodo, entre el desplazamiento vertical del nodo.

Los resultados de las reacciones y desplazamientos del ejemplo 4, se comparan con los arrojados por el programa SAP2000 en la Tabla 5-11:

Tabla 17. Comparación resultados del ejemplo 4 con SAP2000.

Nodo	PROGRAMA PLACAS DE CIMENTACION				PROGRAMA SAP2000				PORCENTAJE DE ERROR (%)			
	Reacción vertical Rz	DESPLAZAMIENTOS			Reacción vertical	DESPLAZAMIENTOS			Reacción vertical	DESPLAZAMIENTOS		
		Wz	θx	θy		Wz	θx	θy		Wz	θx	θy
1	-2.7125	-0.1197	0.0017	-0.0025	-2.7193	-0.1200	0.0018	-0.0025	-0.25%	-0.25%	-0.79%	-0.83%
2	7.1649	-0.1187	0.0016	-0.0024	7.1682	-0.1188	0.0016	-0.0024	-0.05%	-0.05%	0.72%	-0.83%
3	6.7517	-0.1153	0.0011	-0.0011	6.7484	-0.1153	0.0011	-0.0011	0.05%	0.05%	0.18%	-1.58%
4	6.7517	-0.1153	0.0011	0.0011	6.7484	-0.1153	0.0011	0.0011	0.05%	0.05%	0.18%	-1.58%
5	7.1649	-0.1187	0.0016	0.0024	7.1682	-0.1188	0.0016	0.0024	-0.05%	-0.05%	0.72%	-0.83%
6	-2.7125	-0.1197	0.0017	0.0025	-2.7193	-0.1200	0.0018	0.0025	-0.25%	-0.25%	-0.79%	-0.83%
7	7.2673	-0.1190	0.0017	-0.0023	7.2708	-0.1191	0.0017	-0.0023	-0.05%	-0.05%	-1.12%	0.32%
8	23.3651	-0.1181	0.0016	-0.0023	23.3752	-0.1181	0.0016	-0.0023	-0.04%	-0.04%	0.60%	0.14%
9	22.0025	-0.1149	0.0012	-0.0010	21.9922	-0.1148	0.0012	-0.0010	0.05%	0.05%	0.28%	-0.24%
10	22.0025	-0.1149	0.0012	0.0010	21.9922	-0.1148	0.0012	0.0010	0.05%	0.05%	0.28%	-0.24%
11	23.3651	-0.1181	0.0016	0.0023	23.3752	-0.1181	0.0016	0.0023	-0.04%	-0.04%	0.60%	0.14%
12	7.2673	-0.1190	0.0017	0.0023	7.2708	-0.1191	0.0017	0.0023	-0.05%	-0.05%	-1.12%	0.32%
13	6.8654	-0.1167	0.0007	-0.0019	6.8632	-0.1167	0.0007	-0.0019	0.03%	0.03%	-1.18%	-0.60%
14	22.3434	-0.1159	0.0006	-0.0019	22.3352	-0.1159	0.0006	-0.0019	0.04%	0.04%	-0.83%	-0.30%
15	21.3082	-0.1133	0.0005	-0.0008	21.2999	-0.1133	0.0005	-0.0008	0.04%	0.04%	2.62%	2.49%
16	21.3082	-0.1133	0.0005	0.0008	21.2999	-0.1133	0.0005	0.0008	0.04%	0.04%	2.62%	2.49%
17	22.3434	-0.1159	0.0006	0.0019	22.3352	-0.1159	0.0006	0.0019	0.04%	0.04%	-0.83%	-0.30%
18	6.8654	-0.1167	0.0007	0.0019	6.8632	-0.1167	0.0007	0.0019	0.03%	0.03%	-1.18%	-0.60%
19	6.9371	-0.1168	-0.0006	-0.0020	6.9374	-0.1168	-0.0007	-0.0020	0.00%	0.00%	-7.02%	-0.63%
20	21.9841	-0.1160	-0.0006	-0.0020	21.9869	-0.1160	-0.0006	-0.0020	-0.01%	-0.01%	-4.71%	-0.90%
21	20.7649	-0.1132	-0.0002	-0.0009	20.7573	-0.1132	-0.0002	-0.0009	0.04%	0.04%	17.96%	-5.02%
22	20.7649	-0.1132	-0.0002	0.0009	20.7573	-0.1132	-0.0002	0.0009	0.04%	0.04%	17.96%	-5.02%
23	21.9841	-0.1160	-0.0006	0.0020	21.9869	-0.1160	-0.0006	0.0020	-0.01%	-0.01%	-4.71%	-0.90%
24	6.9371	-0.1168	-0.0006	0.0020	6.9374	-0.1168	-0.0007	0.0020	0.00%	0.00%	-7.02%	-0.63%
25	4.1852	-0.1180	-0.0002	-0.0025	4.1922	-0.1182	-0.0002	-0.0025	-0.17%	-0.17%	-6.87%	1.23%
26	12.9152	-0.1170	-0.0001	-0.0024	12.9307	-0.1172	-0.0001	-0.0024	-0.12%	-0.12%	-9.64%	1.44%
27	12.0717	-0.1136	0.0000	-0.0011	12.0761	-0.1137	0.0000	-0.0010	-0.04%	-0.04%	18.14%	3.65%
28	12.0717	-0.1136	0.0000	0.0011	12.0761	-0.1137	0.0000	0.0010	-0.04%	-0.04%	18.14%	3.65%
29	12.9152	-0.1170	-0.0001	0.0024	12.9307	-0.1172	-0.0001	0.0024	-0.12%	-0.12%	-9.64%	1.44%
30	4.1852	-0.1180	-0.0002	0.0025	4.1922	-0.1182	-0.0002	0.0025	-0.17%	-0.17%	-6.87%	1.23%
31	4.1852	-0.1180	0.0002	-0.0025	4.1922	-0.1182	0.0002	-0.0025	-0.17%	-0.17%	-6.87%	1.23%
32	12.9152	-0.1170	0.0001	-0.0024	12.9307	-0.1172	0.0001	-0.0024	-0.12%	-0.12%	-9.64%	1.44%
33	12.0717	-0.1136	0.0000	-0.0011	12.0761	-0.1137	0.0000	-0.0010	-0.04%	-0.04%	18.14%	3.65%
34	12.0717	-0.1136	0.0000	0.0011	12.0761	-0.1137	0.0000	0.0010	-0.04%	-0.04%	18.14%	3.65%
35	12.9152	-0.1170	0.0001	0.0024	12.9307	-0.1172	0.0001	0.0024	-0.12%	-0.12%	-9.64%	1.44%
36	4.1852	-0.1180	0.0002	0.0025	4.1922	-0.1182	0.0002	0.0025	-0.17%	-0.17%	-6.87%	1.23%
37	6.9371	-0.1168	0.0006	-0.0020	6.9374	-0.1168	0.0007	-0.0020	0.00%	0.00%	-7.02%	-0.63%
38	21.9841	-0.1160	0.0006	-0.0020	21.9869	-0.1160	0.0006	-0.0020	-0.01%	-0.01%	-4.71%	-0.90%
39	20.7649	-0.1132	0.0002	-0.0009	20.7573	-0.1132	0.0002	-0.0009	0.04%	0.04%	17.96%	-5.02%
40	20.7649	-0.1132	0.0002	0.0009	20.7573	-0.1132	0.0002	0.0009	0.04%	0.04%	17.96%	-5.02%
41	21.9841	-0.1160	0.0006	0.0020	21.9869	-0.1160	0.0006	0.0020	-0.01%	-0.01%	-4.71%	-0.90%
42	6.9371	-0.1168	0.0006	0.0020	6.9374	-0.1168	0.0007	0.0020	0.00%	0.00%	-7.02%	-0.63%

43	6.8654	-0.1167	-0.0007	-0.0019	6.8632	-0.1167	-0.0007	-0.0019	0.03%	0.03%	-1.18%	-0.60%
44	22.3434	-0.1159	-0.0006	-0.0019	22.3352	-0.1159	-0.0006	-0.0019	0.04%	0.04%	-0.83%	-0.30%
45	21.3082	-0.1133	-0.0005	-0.0008	21.2999	-0.1133	-0.0005	-0.0008	0.04%	0.04%	2.62%	2.49%
46	21.3082	-0.1133	-0.0005	0.0008	21.2999	-0.1133	-0.0005	0.0008	0.04%	0.04%	2.62%	2.49%
47	22.3434	-0.1159	-0.0006	0.0019	22.3352	-0.1159	-0.0006	0.0019	0.04%	0.04%	-0.83%	-0.30%
48	6.8654	-0.1167	-0.0007	0.0019	6.8632	-0.1167	-0.0007	0.0019	0.03%	0.03%	-1.18%	-0.60%
49	7.2673	-0.1190	-0.0017	-0.0023	7.2708	-0.1191	-0.0017	-0.0023	-0.05%	-0.05%	-1.12%	0.32%
50	23.3651	-0.1181	-0.0016	-0.0023	23.3752	-0.1181	-0.0016	-0.0023	-0.04%	-0.04%	0.60%	0.14%
51	22.0025	-0.1149	-0.0012	-0.0010	21.9922	-0.1148	-0.0012	-0.0010	0.05%	0.05%	0.28%	-0.24%
52	22.0025	-0.1149	-0.0012	0.0010	21.9922	-0.1148	-0.0012	0.0010	0.05%	0.05%	0.28%	-0.24%
53	23.3651	-0.1181	-0.0016	0.0023	23.3752	-0.1181	-0.0016	0.0023	-0.04%	-0.04%	0.60%	0.14%
54	7.2673	-0.1190	-0.0017	0.0023	7.2708	-0.1191	-0.0017	0.0023	-0.05%	-0.05%	-1.12%	0.32%
55	-2.7125	-0.1197	-0.0017	-0.0025	-2.7193	-0.1200	-0.0018	-0.0025	-0.25%	-0.25%	-0.79%	-0.83%
56	7.1649	-0.1187	-0.0016	-0.0024	7.1682	-0.1188	-0.0016	-0.0024	-0.05%	-0.05%	0.72%	-0.83%
57	6.7517	-0.1153	-0.0011	-0.0011	6.7484	-0.1153	-0.0011	-0.0011	0.05%	0.05%	0.18%	-1.58%
58	6.7517	-0.1153	-0.0011	0.0011	6.7484	-0.1153	-0.0011	0.0011	0.05%	0.05%	0.18%	-1.58%
59	7.1649	-0.1187	-0.0016	0.0024	7.1682	-0.1188	-0.0016	0.0024	-0.05%	-0.05%	0.72%	-0.83%
60	-2.7125	-0.1197	-0.0017	0.0025	-2.7193	-0.1200	-0.0018	0.0025	-0.25%	-0.25%	-0.79%	-0.83%

Para las reacciones el porcentaje de error oscila entre 0.00% y 0.25%.
Para desplazamientos el porcentaje de error oscila entre 0.00% y 0.25%.
Para giros en X el porcentaje de error oscila entre 0.18% y 18.14%.
Para giros en Y el porcentaje de error oscila entre 0.14% y 5.02%.
Para esta comparación se tomó como base el resultado de Sap2000.

El porcentaje de error se calculó mediante:

$$\% \text{ error} = \left(1 - \frac{\text{Resultado Sap2000}}{\text{Resultado Placim}} \right) * 100$$

Los resultados para esfuerzos, deformaciones de la estructura y el suelo, y las áreas de acero de la losa, se encuentran en el Anexo 4.

6. CONCLUSIONES

Se ha presentado una metodología que permite analizar y diseñar losas de cimentación. Se resaltan los siguientes aspectos de la investigación:

- Se estableció una metodología para el análisis y diseño de losas de cimentación apoyadas en suelos blandos, la cual se encuentra explicada en el numeral 1.3.
- Se modeló el suelo mediante un modelo lineal elástico.
- En el modelo del suelo no se ha considerado plastificación.
- Se ha modelado la losa por un método como el de los elementos finitos, el cual, puede reflejar el comportamiento bidireccional en las losas, evitando hacer el análisis en cada dirección por separado.
- La interacción suelo-estructura se ha planteado como un sistema acoplado con compatibilidad en los desplazamientos verticales del suelo y la estructura en los nodos.
- Se ha considerado el efecto que tiene la estructura sobre la placa de una forma muy sencilla y práctica, considerándola como un elemento más de la placa.
- Se ha elaborado un software, que utilizando la metodología planteada permite obtener información importante sobre reacciones, fuerzas internas y áreas de acero para el análisis y diseño de la losa.
- El software se validó mediante una comparación cuantitativa de los resultados para reacciones, desplazamientos verticales y giros, mediante 4 ejemplos dados en el capítulo 5, con los resultados arrojados por Sap2000, obteniéndose muy pequeñas diferencias en los resultados.
- Durante el desarrollo de la investigación se han planteado algunos aspectos que limitan la total libertad en la construcción del modelo de la estructura, en lo que tiene que ver con la red de elementos, entre los cuales se mencionan los siguientes:
 - Bajo ciertas condiciones de carga, es posible que los resortes que representan el suelo muestren desplazamientos hacia arriba, lo cual no está de acuerdo con la realidad del problema.
 - Las reacciones nodales en la estructura se transmiten al suelo, como cargas distribuidas. A cada reacción nodal le corresponde un área aferente,

en la cual se distribuye y ésta área es la cuarta parte de la suma de las áreas de todos los elementos adyacentes al nodo, por lo tanto existe una dependencia entre la distribución de la red alrededor del nodo y el área correspondiente. Esto causa que para una misma estructura se tienen diferentes soluciones, para diferentes densificaciones de la red.

- Finalmente se puede decir que se cumplieron los objetivos generales y específicos del proyecto.

7. RECOMENDACIONES

Al utilizar el programa, para el análisis y diseño de placas, el autor recomienda revisar el punzonamiento de la placa alrededor de las cargas, dado que el programa no considera este aspecto.

8. FUTURAS INVESTIGACIONES

Como temas para complementar esta investigación hacia el futuro se proponen los siguientes:

- Extender el modelo de la losa incluyendo otros tipos de elementos.
- Tener en cuenta otros modelos de falla del suelo.

BIBLIOGRAFIA

ALVARADO FLOREZ, Carlos Enrique y VILLAMIL LEMUS, Fredy Julian. Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Civil. Interacción Suelo Estructura. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 1995.

BOWLES, Joseph E, Foundation Analysis and Design. New York: McGraw Hill, 1997.

BRAJA M. Das. Principios de Ingeniería de Cimentaciones. Quinta Edición México: Thomson, 2006.

BUCHANAN R, George. Theory and Problems of Finite Element Analysis. Singapore: McGraw Hill, 1995.

BULL W, John. Soil Structure Interaction Numerical Analysis and Modelling. London: EYFN Spon, 1994.

CALAVERA RUIZ, José. Cálculo de Estructuras de Cimentación. Madrid: Intemac, 2000.

DELGADO VARGAS, Manuel. Interacción Suelo Estructura. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería, 1999.

DUNHAM W. Clarence. Cimentaciones de Estructuras. México: McGraw Hill, 1980.

G. R. Liu. The Finite Element Method: A Practical Course. Singapore: Butterworth Heinemann, 2003.

GARCIA REYES, Luis Enrique. Dinámica Estructural Aplicada al Diseño Sísmico. Bogotá: Universidad de los Andes, 1998.

GERE M., James y WEAVER, William Jr. Análisis de Estructuras Reticulares. México: Editorial Continental, 1984.

KIM, Nam-ho. y SANKAR, Bhavani V. Introduction to Finite Element Analysis and Design. New York: John Wiley & Sons, Inc. 2009.

KRISHNAMOORTHY, C S. Finite Element Analysis. Theory and Programing. New Delhi: McGraw-Hill, 1987.

LAMBE T., William y WHITMAN, Robert V. Mecánica de suelos. México: Limusa, 2004.

LÓPEZ, Eloísa y VASQUEZ, Manuel. El Método de los Elementos Finitos Aplicados al Análisis Estructural. Madrid: Editorial Noela, 2001.

MELOSH, Robert J. Structural Engineering Analysis by Finite Elements. New York: Pretince Hall, 1990.

NSR-10, Reglamento Colombiano De Construcción Sismorresistente. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010.

OÑATE, Eugenio. Structural Analysis with the Finite Element Method, Linear Statics. Vol 1. Barcelona: Springer, 2009.

ORTIZ BERROCAL, Luis. Elasticidad. Madrid: McGraw Hill, 1998.

PARK R. y GAMBLE W.L. Losas de Concreto Reforzado. Mexico: Limusa, 1990.

PEREZ MONTOYA, Alejandro y CORREA TOBON, Carlos. Proyecto de Grado para Obtener el Título de Ingeniero Civil. Cálculo de Interacción Suelo-Estructura para losas continuas de Fundación. Universidad Nacional de Colombia, Seccional Medellín, 1986.

PEREZ SILVA, Alejandro. Proyecto de grado para optar al título de Magister de Ingeniería. Análisis y Diseño de Losas de Fundación. Bogotá: Universidad de los Andes, 1989.

RAMIREZ, Oscar: Geotecnia Básica. Apuntes de clase. Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2000.

ROJAS, Otto. Fundaciones. Maracaibo: Universidad del Zulia, 1980.

ROMBACH, G.A. Finite Element Design of Concrete Structures. Practical Problems and Their Solutions. ICE Publishing, 2011.

Seminario de Aplicación de la Teoría de la Plasticidad Memorias, Ingeominas. Bogotá, 2000.

SUKLJE L. Rheological Aspects of Soil Mechanics. New York: Wiley Interscience, 1969.

TURUPATHI R., Chandrupatla y BELEGUNDU D., Ashok. Introducción al estudio del elemento finito en Ingeniería. México: Prentice Hall, 1999.

WINTER, George y NILSON H. A. Diseño de estructuras de concreto, 11ª edición. McGraw Hill. 1994.

ZEEVAERT W., Leonardo. Interacción Suelo - Estructura de Cimentaciones Superficiales y Profundas Sujetas a Cargas Estáticas y Sísmicas. México: Limusa, 1980.

ZIENKIEWICZ O. C. Y TAYLOR R.L. El método de los Elementos Finitos. Volumen I. Madrid: McGraw Hill, 1994.

ZIENKIEWICZ O. C. Y TYLOR R.L. El método de los Elementos Finitos. Volumen II. Madrid: McGraw Hill, 1994.

ANEXOS

ANEXO A. EJEMPLO 1 ARCHIVO DE DATOS DE ENTRADA DEL EJEMPLO 1.

UNIDADES

5 4

TITULOS

EJEMPLO1

LEIXER RIVERO

LONDONO.

PLACA DE

CIMENTACION

DATOS GENERALES

49 36 0 7 9.5

CONCRETO

2100 2000000 0.2 2.4

DISENO

1.5 42000 20394320 0.075 0.075

NODOS

CARGAS

1	0	0	-122.5	0	0
2	3.5	0	0	0	0
3	7	0	-245	0	0
4	10.5	0	0	0	0
5	14	0	-245	0	0
6	17.5	0	0	0	0
7	21	0	-122.5	0	0
8	0	3.5	0	0	0
9	3.5	3.5	0	0	0
10	7	3.5	0	0	0
11	10.5	3.5	0	0	0
12	14	3.5	0	0	0
13	17.5	3.5	0	0	0
14	21	3.5	0	0	0
15	0	7	-245	0	0
16	3.5	7	0	0	0
17	7	7	-490	0	0
18	10.5	7	0	0	0
19	14	7	-490	0	0

20	17.5	7	0	0	0
21	21	7	-245	0	0
22	0	10.5	0	0	0
23	3.5	10.5	0	0	0
24	7	10.5	0	0	0
25	10.5	10.5	0	0	0
26	14	10.5	0	0	0
27	17.5	10.5	0	0	0
28	21	10.5	0	0	0
29	0	14	-245	0	0
30	3.5	14	0	0	0
31	7	14	-490	0	0
32	10.5	14	0	0	0
33	14	14	-490	0	0
34	17.5	14	0	0	0
35	21	14	-245	0	0
36	0	17.5	0	0	0
37	3.5	17.5	0	0	0
38	7	17.5	0	0	0
39	10.5	17.5	0	0	0
40	14	17.5	0	0	0
41	17.5	17.5	0	0	0
42	21	17.5	0	0	0
43	0	21	-122.5	0	0
44	3.5	21	0	0	0
45	7	21	-245	0	0
46	10.5	21	0	0	0
47	14	21	-245	0	0
48	17.5	21	0	0	0
49	21	21	-122.5	0	0

ELEMENTOS
ESPEORES

1	1	2	9	8	0.4
2	2	3	10	9	0.4
3	3	4	11	10	0.4
4	4	5	12	11	0.4
5	5	6	13	12	0.4
6	6	7	14	13	0.4
7	8	9	16	15	0.4
8	9	10	17	16	0.4
9	10	11	18	17	0.4

10	11	12	19	18	0.4
11	12	13	20	19	0.4
12	13	14	21	20	0.4
13	15	16	23	22	0.4
14	16	17	24	23	0.4
15	17	18	25	24	0.4
16	18	19	26	25	0.4
17	19	20	27	26	0.4
18	20	21	28	27	0.4
19	22	23	30	29	0.4
20	23	24	31	30	0.4
21	24	25	32	31	0.4
22	25	26	33	32	0.4
23	26	27	34	33	0.4
24	27	28	35	34	0.4
25	29	30	37	36	0.4
26	30	31	38	37	0.4
27	31	32	39	38	0.4
28	32	33	40	39	0.4
29	33	34	41	40	0.4
30	34	35	42	41	0.4
31	36	37	44	43	0.4
32	37	38	45	44	0.4
33	38	39	46	45	0.4
34	39	40	47	46	0.4
35	40	41	48	47	0.4
36	41	42	49	48	0.4

NODOS ES
RIGIDEZ ES
SUELO

2	1.6	238	0.36	0.56	40
2	1.7	238	0.36	0.56	40
2	1.7	223	0.37	0.59	40
2.5	1.75	246	0.35	0.55	40
2.5	1.75	253	0.35	0.53	40
2.5	1.8	215	0.38	0.61	40
2.5	1.8	253	0.35	0.3	40

ARCHIVO DE DATOS DE SALIDA DEL EJEMPLO 1.

Reacciones y módulo de los resortes.

Nodo	Rz(T)	K resorte (T/m)
1	81.2496	451.3003
2	81.2848	389.1599
3	109.9206	434.1671
4	101.2817	396.724
5	109.9206	434.1671
6	81.2848	389.1599
7	81.2496	451.3003
8	81.2848	389.1599
9	87.1472	355.0408
10	97.2029	346.8969
11	101.3716	348.0027
12	97.2029	346.8969
13	87.1472	355.0408
14	81.2848	389.1599
15	109.9206	434.1671
16	97.2029	346.8969
17	119.6241	369.3408
18	111.9609	341.4642
19	119.6241	369.3408
20	97.2029	346.8969
21	109.9206	434.1671
22	101.2817	396.724
23	101.3716	348.0027
24	111.9609	341.4642
25	115.5536	340.7347
26	111.9609	341.4642
27	101.3716	348.0027
28	101.2817	396.724
29	109.9206	434.1671
30	97.2029	346.8969
31	119.6241	369.3408
32	111.9609	341.4642
33	119.6241	369.3408
34	97.2029	346.8969
35	109.9206	434.1671
36	81.2848	389.1599
37	87.1472	355.0408
38	97.2029	346.8969

Nodo	Rz(T)	K resorte (T/m)
39	101.3716	348.0027
40	97.2029	346.8969
41	87.1472	355.0408
42	81.2848	389.1599
43	81.2496	451.3003
44	81.2848	389.1599
45	109.9206	434.1671
46	101.2817	396.724
47	109.9206	434.1671
48	81.2848	389.1599
49	81.2496	451.3003

Desplazamientos nodales.

Nodo	Wz(m)	Giro X (rad)	Giro Y (rad)
1	-0.180034	-0.0068674	0.006867
2	-0.208872	-0.0099877	0.011938
3	-0.253176	-0.0052769	0.00699
4	-0.255295	-0.0093841	0
5	-0.253176	-0.0052769	-0.00699
6	-0.208872	-0.0099877	-0.01194
7	-0.180034	-0.0068674	-0.00687
8	-0.208872	-0.0119381	0.009988
9	-0.245457	-0.0113288	0.011329
10	-0.280207	-0.011727	0.006978
11	-0.291295	-0.0116461	0
12	-0.280207	-0.011727	-0.00698
13	-0.245457	-0.0113288	-0.01133
14	-0.208872	-0.0119381	-0.00999
15	-0.253176	-0.0069897	0.005277
16	-0.280207	-0.0069779	0.011727
17	-0.323886	-0.0072878	0.007288
18	-0.327885	-0.0073316	0
19	-0.323886	-0.0072878	-0.00729
20	-0.280207	-0.0069779	-0.01173
21	-0.253176	-0.0069897	-0.00528
22	-0.255295	0	0.009384
23	-0.291295	0	0.011646
24	-0.327885	0	0.007332
25	-0.339131	0	0
26	-0.327885	0	-0.00733
27	-0.291295	0	-0.01165

Nodo	Wz(m)	Giro X (rad)	Giro Y (rad)
28	-0.255295	0	-0.00938
29	-0.253176	0.0069897	0.005277
30	-0.280207	0.0069779	0.011727
31	-0.323886	0.0072878	0.007288
32	-0.327885	0.0073316	0
33	-0.323886	0.0072878	-0.00729
34	-0.280207	0.0069779	-0.01173
35	-0.253176	0.0069897	-0.00528
36	-0.208872	0.0119381	0.009988
37	-0.245457	0.0113288	0.011329
38	-0.280207	0.011727	0.006978
39	-0.291295	0.0116461	0
40	-0.280207	0.011727	-0.00698
41	-0.245457	0.0113288	-0.01133
42	-0.208872	0.0119381	-0.00999
43	-0.180034	0.0068674	0.006867
44	-0.208872	0.0099877	0.011938
45	-0.253176	0.0052769	0.00699
46	-0.255295	0.0093841	0
47	-0.253176	0.0052769	-0.00699
48	-0.208872	0.0099877	-0.01194
49	-0.180034	0.0068674	-0.00687

Fuerzas internas en los elementos.

Elementos	Nodos	Pz(T)	Mx (Ton-m)	My (Ton-m)
1	1	-44.1904309	0	0
	2	20.4845609	1.259687	57.66016
	9	3.2213091	-26.5701	26.57008
2	8	20.4845609	-57.6602	-1.259687
	2	54.920222	-1.25969	-57.66016
	3	-74.0492103	0.735635	-105.7299
3	10	1.6843557	-47.9938	-63.91417
	9	17.4446327	-18.4337	-25.97281
	3	-66.9102139	-0.73563	105.7299
4	4	47.7008402	0	35.51488
	11	10.7858829	-19.8498	-1.081009
	10	8.4234908	-46.6474	64.53981
	4	47.7008402	0	-35.51488
	5	-66.9102139	-0.73563	-105.7299
	12	8.4234908	-46.6474	-64.53981
	11	10.7858829	-19.8498	1.081009

Elementos	Nodos	Pz(T)	Mx (Ton-m)	My (Ton-m)
5	5	-74.0492103	0.735635	105.7299
	6	54.920222	-1.25969	57.66016
	13	17.4446327	-18.4337	25.97281
	12	1.6843557	-47.9938	63.91417
6	6	20.4845609	1.259687	-57.66016
	7	-44.1904309	0	0
	14	20.4845609	-57.6602	1.259687
	13	3.2213091	-26.5701	-26.57008
7	8	54.920222	57.66016	1.259687
	9	17.4446327	25.97281	18.43366
	16	1.6843557	63.91417	47.99375
	15	-74.0492103	105.7299	-0.735635
8	9	37.2765966	19.03092	-19.03092
	10	34.1595108	47.38179	-68.87849
	17	-105.595618	114.7352	-114.7352
	16	34.1595108	68.87849	-47.38179
9	10	41.1755617	47.25935	68.25285
	11	34.0199139	19.84978	-10.48563
	18	19.8126134	77.46157	15.71218
	17	-95.008089	118.6135	114.9344
10	11	34.0199139	19.84978	10.48563
	12	41.1755617	47.25935	-68.25285
	19	-95.008089	118.6135	-114.9344
	18	19.8126134	77.46157	-15.71218
11	12	34.1595108	47.38179	68.87849
	13	37.2765966	19.03092	19.03092
	20	34.1595108	68.87849	47.38179
	19	-105.595618	114.7352	114.7352
12	13	17.4446327	25.97281	-18.43366
	14	54.920222	57.66016	-1.259687
	21	-74.0492103	105.7299	0.735635
	20	1.6843557	63.91417	-47.99375
13	15	-66.9102139	-105.73	0.735635
	16	8.4234908	-64.5398	46.64739
	23	10.7858829	1.081009	19.84978
	22	47.7008402	-35.5149	0
14	16	41.1755617	-68.2529	-47.25935
	17	-95.008089	-114.934	-118.6135
	24	19.8126134	-15.7122	-77.46157
	23	34.0199139	10.48563	-19.84978
15	17	-86.5240778	-118.414	118.4142
	18	30.2878352	-77.4616	14.59839
	25	25.9484073	13.6473	-13.6473

Elementos	Nodos	Pz(T)	Mx (Ton-m)	My (Ton-m)
16	24	30.2878352	-14.5984	77.46157
	18	30.2878352	-77.4616	-14.59839
	19	-86.5240778	-118.414	-118.4142
	26	30.2878352	-14.5984	-77.46157
17	25	25.9484073	13.6473	13.6473
	19	-95.008089	-114.934	118.6135
	20	41.1755617	-68.2529	47.25935
	27	34.0199139	10.48563	19.84978
18	26	19.8126134	-15.7122	77.46157
	20	8.4234908	-64.5398	-46.64739
	21	-66.9102139	-105.73	-0.735635
	28	47.7008402	-35.5149	0
19	27	10.7858829	1.081009	-19.84978
	22	47.7008402	35.51488	0
	23	10.7858829	-1.08101	19.84978
	30	8.4234908	64.53981	46.64739
20	29	-66.9102139	105.7299	0.735635
	23	34.0199139	-10.4856	-19.84978
	24	19.8126134	15.71218	-77.46157
	31	-95.008089	114.9344	-118.6135
21	30	41.1755617	68.25285	-47.25935
	24	30.2878352	14.59839	77.46157
	25	25.9484073	-13.6473	-13.6473
	32	30.2878352	77.46157	14.59839
22	31	-86.5240778	118.4142	118.4142
	25	25.9484073	-13.6473	13.6473
	26	30.2878352	14.59839	-77.46157
	33	-86.5240778	118.4142	-118.4142
23	32	30.2878352	77.46157	-14.59839
	26	19.8126134	15.71218	77.46157
	27	34.0199139	-10.4856	19.84978
	34	41.1755617	68.25285	47.25935
24	33	-95.008089	114.9344	118.6135
	27	10.7858829	-1.08101	-19.84978
	28	47.7008402	35.51488	0
	35	-66.9102139	105.7299	-0.735635
25	34	8.4234908	64.53981	-46.64739
	29	-74.0492103	-105.73	-0.735635
	30	1.6843557	-63.9142	47.99375
	37	17.4446327	-25.9728	18.43366
26	36	54.920222	-57.6602	1.259687
	30	34.1595108	-68.8785	-47.38179
	31	-105.595618	-114.735	-114.7352

Elementos	Nodos	Pz(T)	Mx (Ton-m)	My (Ton-m)
	38	34.1595108	-47.3818	-68.87849
	37	37.2765966	-19.0309	-19.03092
27	31	-95.008089	-118.613	114.9344
	32	19.8126134	-77.4616	15.71218
	39	34.0199139	-19.8498	-10.48563
	38	41.1755617	-47.2594	68.25285
28	32	19.8126134	-77.4616	-15.71218
	33	-95.008089	-118.613	-114.9344
	40	41.1755617	-47.2594	-68.25285
	39	34.0199139	-19.8498	10.48563
29	33	-105.595618	-114.735	114.7352
	34	34.1595108	-68.8785	47.38179
	41	37.2765966	-19.0309	19.03092
	40	34.1595108	-47.3818	68.87849
30	34	1.6843557	-63.9142	-47.99375
	35	-74.0492103	-105.73	0.735635
	42	54.920222	-57.6602	-1.259687
	41	17.4446327	-25.9728	-18.43366
31	36	20.4845609	57.66016	-1.259687
	37	3.2213091	26.57008	26.57008
	44	20.4845609	-1.25969	57.66016
	43	-44.1904309	0	0
32	37	17.4446327	18.43366	-25.97281
	38	1.6843557	47.99375	-63.91417
	45	-74.0492103	-0.73563	-105.7299
	44	54.920222	1.259687	-57.66016
33	38	8.4234908	46.64739	64.53981
	39	10.7858829	19.84978	-1.081009
	46	47.7008402	0	35.51488
	45	-66.9102139	0.735635	105.7299
34	39	10.7858829	19.84978	1.081009
	40	8.4234908	46.64739	-64.53981
	47	-66.9102139	0.735635	-105.7299
	46	47.7008402	0	-35.51488
35	40	1.6843557	47.99375	63.91417
	41	17.4446327	18.43366	25.97281
	48	54.920222	1.259687	57.66016
	47	-74.0492103	-0.73563	105.7299
36	41	3.2213091	26.57008	-26.57008
	42	20.4845609	57.66016	1.259687
	49	-44.1904309	0	0
	48	20.4845609	-1.25969	-57.66016

Áreas de refuerzo en los elementos

Elementos	Nodos	Asxi(cm ² / m)	Asxs(cm ² / m)	Asyi(cm ² / m)	Asys(cm ² / m)
1	1	0	0	0	0
	2	0	48.6355709	88.6892376	0
	9	0	1.546739	0	37.5447479
	8	37.5447479	0	37.5447479	0
2	2	48.6355709	88.6892376	1.546739	0
	3	0	9.3448312	0	0
	10	0	0.9011508	98.6162417	61.8715765
3	9	61.8715765	28.1775707	73.3457374	0
	3	9.3448312	0	0.9011508	0
	4	0	1.7672585	53.5380033	0
4	11	0	0	1.3262807	0
	10	0	0	26.8453834	99.6093182
	4	1.7672585	53.5380033	0	0
	5	0	9.3448312	0	0.9011508
	12	0.9011508	0	99.6093182	63.1956784
5	11	63.1956784	25.3281335	71.2086595	1.3262807
	5	9.3448312	0	0	0.9011508
	6	0.9011508	48.6355709	88.6892376	1.546739
	13	1.546739	0	0	36.5482068
6	12	36.5482068	0	24.7194708	98.6162417
	6	48.6355709	88.6892376	0	1.546739
	7	1.546739	0	0	0
	14	0	0	0	1.546739
7	13	1.546739	48.6355709	88.6892376	0
	8	1.546739	0	48.6355709	88.6892376
	9	88.6892376	0	24.7194708	0
	16	0	36.5482068	28.1775707	73.3457374
8	15	73.3457374	98.6162417	61.8715765	0
	9	0	25.6111953	0	25.6111953
	10	25.6111953	106.496117	72.3780769	26.8824161
	17	26.8824161	72.3743714	-1.9529819	0
9	16	0	-1.9529819	0	26.8824161
	10	105.5030406	71.053975	26.6232881	72.1800254
	11	72.1800254	13.4586654	0	0
	18	0	26.8453834	0	20.741983
10	17	20.741983	120.1200466	90.5433163	-2.1926963
	11	13.4586654	0	0	26.8453834
	12	26.8453834	105.5030406	71.053975	26.6232881
	19	26.6232881	72.1800254	-2.1926963	0
11	18	0	-6.5470234	0	0
	12	106.496117	72.3780769	26.8824161	72.3743714

Elementos	Nodos	Asxi(cm ² / m)	Asxs(cm ² / m)	Asyi(cm ² / m)	Asys(cm ² / m)
	13	72.3743714	0	25.6111953	0
	20	0	25.6111953	26.8824161	72.3743714
	19	72.3743714	106.496117	72.3780769	-1.9529819
12	13	0	24.7194708	0	36.5482068
	14	36.5482068	1.546739	0	48.6355709
	21	48.6355709	88.6892376	0	0.9011508
	20	0.9011508	9.3448312	0	28.1775707
13	15	0.9011508	0	9.3448312	0
	16	0	25.3281335	71.2086595	99.6093182
	23	99.6093182	63.1956784	0	26.8453834
	22	26.8453834	1.3262807	0	0
14	16	26.6232881	72.1800254	105.5030406	71.053975
	17	71.053975	-6.5470234	0	-2.1926963
	24	-2.1926963	0	120.1200466	90.5433163
	23	90.5433163	0	20.741983	0
15	17	-6.3145357	0	-6.3145357	0
	18	0	0	19.1525056	120.1200466
	25	120.1200466	90.5433163	17.8118309	0
	24	0	17.8118309	0	120.1200466
16	18	0	19.1525056	120.1200466	90.5433163
	19	90.5433163	-6.3145357	0	-6.3145357
	26	-6.3145357	0	120.1200466	90.5433163
	25	90.5433163	0	19.1525056	17.8118309
17	19	-6.5470234	0	-2.1926963	0
	20	0	26.6232881	72.1800254	105.5030406
	27	105.5030406	71.053975	0	26.8453834
	26	26.8453834	13.4586654	0	120.1200466
18	20	25.3281335	71.2086595	99.6093182	63.1956784
	21	63.1956784	0.9011508	0	9.3448312
	28	9.3448312	0	0	0
	27	0	1.7672585	53.5380033	0
19	22	0	0	1.7672585	53.5380033
	23	53.5380033	0	26.8453834	1.3262807
	30	1.3262807	0	25.3281335	71.2086595
	29	71.2086595	99.6093182	63.1956784	0.9011508
20	23	0	26.8453834	13.4586654	0
	24	0	120.1200466	90.5433163	0
	31	0	20.741983	-6.5470234	0
	30	0	-2.1926963	0	26.6232881
21	24	120.1200466	90.5433163	0	19.1525056
	25	19.1525056	17.8118309	0	17.8118309
	32	17.8118309	0	0	19.1525056
	31	19.1525056	120.1200466	90.5433163	-6.3145357

Elementos	Nodos	Asxi(cm ² / m)	Asxs(cm ² / m)	Asyi(cm ² / m)	Asys(cm ² / m)
22	25	17.8118309	0	17.8118309	0
	26	0	120.1200466	90.5433163	0
	33	0	19.1525056	-6.3145357	0
	32	0	-6.3145357	0	0
23	26	120.1200466	90.5433163	0	20.741983
	27	20.741983	0	26.8453834	13.4586654
	34	13.4586654	0	26.6232881	72.1800254
	33	72.1800254	105.5030406	71.053975	-6.5470234
24	27	0	26.8453834	1.3262807	0
	28	0	0	0	1.7672585
	35	1.7672585	53.5380033	0.9011508	0
	34	0	9.3448312	0	25.3281335
25	29	0	0.9011508	9.3448312	0
	30	0	28.1775707	73.3457374	98.6162417
	37	98.6162417	61.8715765	0	24.7194708
	36	24.7194708	0	36.5482068	1.546739
26	30	26.8824161	72.3743714	106.496117	72.3780769
	31	72.3780769	-1.9529819	0	-1.9529819
	38	-1.9529819	0	106.496117	72.3780769
	37	72.3780769	26.8824161	72.3743714	0
27	31	-2.1926963	0	-6.5470234	0
	32	0	0	20.741983	120.1200466
	39	120.1200466	90.5433163	13.4586654	0
	38	0	0	26.8453834	105.5030406
28	32	0	20.741983	120.1200466	90.5433163
	33	90.5433163	-2.1926963	0	-6.5470234
	40	-6.5470234	0	105.5030406	71.053975
	39	71.053975	26.6232881	72.1800254	13.4586654
29	33	-1.9529819	0	-1.9529819	0
	34	0	26.8824161	72.3743714	106.496117
	41	106.496117	72.3780769	0	25.6111953
	40	25.6111953	0	25.6111953	106.496117
30	34	28.1775707	73.3457374	98.6162417	61.8715765
	35	61.8715765	0	0.9011508	9.3448312
	42	9.3448312	0	1.546739	0
	41	0	48.6355709	88.6892376	0
31	36	0	1.546739	48.6355709	88.6892376
	37	88.6892376	0	37.5447479	0
	44	0	37.5447479	48.6355709	88.6892376
	43	88.6892376	0	1.546739	0
32	37	0	36.5482068	0	24.7194708
	38	24.7194708	98.6162417	61.8715765	28.1775707
	45	28.1775707	73.3457374	9.3448312	0

Elementos	Nodos	Asxi(cm ² / m)	Asxs(cm ² / m)	Asyi(cm ² / m)	Asys(cm ² / m)
33	44	0	0	0.9011508	48.6355709
	38	99.6093182	63.1956784	25.3281335	71.2086595
	39	71.2086595	1.3262807	0	0
	46	0	26.8453834	1.7672585	53.5380033
34	45	53.5380033	0	0	9.3448312
	39	1.3262807	0	0	26.8453834
	40	26.8453834	99.6093182	63.1956784	25.3281335
	47	25.3281335	71.2086595	9.3448312	0
35	46	0	0.9011508	0	1.7672585
	40	98.6162417	61.8715765	28.1775707	73.3457374
	41	73.3457374	0	36.5482068	0
	48	0	24.7194708	48.6355709	88.6892376
36	47	88.6892376	1.546739	0	9.3448312
	41	0	37.5447479	0	37.5447479
	42	37.5447479	0	1.546739	48.6355709
	49	48.6355709	88.6892376	0	0
	48	0	0	0	48.6355709

Envoltentes de áreas de refuerzo en los nodos

Nodos	Asxi(cm ² / m)	Asxs(cm ² / m)	Asyi(cm ² / m)	Asys(cm ² / m)
1	0	0	0	0
2	48.6355709	88.6892376	1.546739	1.546739
3	9.3448312	0	0.9011508	0.9011508
4	1.7672585	53.5380033	0	0
5	9.3448312	0	0.9011508	0.9011508
6	48.6355709	88.6892376	1.546739	1.546739
7	0	0	0	0
8	1.546739	1.546739	48.6355709	88.6892376
9	0	37.5447479	0	37.5447479
10	106.496117	72.3780769	28.1775707	73.3457374
11	13.4586654	0	0	26.8453834
12	106.496117	72.3780769	28.1775707	73.3457374
13	0	37.5447479	0	37.5447479
14	1.546739	1.546739	48.6355709	88.6892376
15	0.9011508	0.9011508	9.3448312	0
16	28.1775707	73.3457374	106.496117	72.3780769
17	0	0	0	0
18	0	20.741983	120.1200466	90.5433163
19	0	0	0	0
20	28.1775707	73.3457374	106.496117	72.3780769
21	0.9011508	0.9011508	9.3448312	0

Nodos	Asxi(cm² / m)	Asxs(cm² / m)	Asyi(cm² / m)	Asys(cm² / m)
22	0	0	1.7672585	53.5380033
23	0	26.8453834	13.4586654	0
24	120.1200466	90.5433163	0	20.741983
25	17.8118309	0	17.8118309	0
26	120.1200466	90.5433163	0	20.741983
27	0	26.8453834	13.4586654	0
28	0	0	1.7672585	53.5380033
29	0.9011508	0.9011508	9.3448312	0
30	28.1775707	73.3457374	106.496117	72.3780769
31	0	0	0	0
32	0	20.741983	120.1200466	90.5433163
33	0	0	0	0
34	28.1775707	73.3457374	106.496117	72.3780769
35	0.9011508	0.9011508	9.3448312	0
36	1.546739	1.546739	48.6355709	88.6892376
37	0	37.5447479	0	37.5447479
38	106.496117	72.3780769	28.1775707	73.3457374
39	13.4586654	0	0	26.8453834
40	106.496117	72.3780769	28.1775707	73.3457374
41	0	37.5447479	0	37.5447479
42	1.546739	1.546739	48.6355709	88.6892376
43	0	0	0	0
44	48.6355709	88.6892376	1.546739	1.546739
45	9.3448312	0	0.9011508	0.9011508
46	1.7672585	53.5380033	0	0
47	9.3448312	0	0.9011508	0.9011508
48	48.6355709	88.6892376	1.546739	1.546739
49	0	0	0	0

Esfuerzos efectivos iniciales

Capa	σ'_{xx}(T/m²)	σ'_{yy}(T/m²)	σ'_{zz}(T/m²)
1	0.896	0.896	1.6
2	2.744	2.744	4.9
3	4.897	4.897	8.3
4	6.703125	6.703125	12.1875
5	8.645625	8.645625	16.3125
6	11.1325	11.1325	18.25
7	6.075	6.075	20.25

Suelo: esfuerzo xx

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2	Capa 4 Ton/m2	Capa 5 Ton/m2	Capa 6 Ton/m2	Capa 7 Ton/m2
1	4.4624761	2.7436775	2.1073375	1.6418975	1.2582086	0.9667664	0.7441943
2	5.985722	4.1294319	3.0113092	2.2530231	1.6813691	1.2694132	0.9641928
3	6.56735	4.2917466	3.2357351	2.4463901	1.8186344	1.3608313	1.0232708
4	6.7365225	4.6134956	3.4444202	2.5900975	1.9189159	1.4306411	1.071464
5	6.56735	4.2917466	3.2357351	2.4463901	1.8186344	1.3608313	1.0232708
6	5.985722	4.1294319	3.0113092	2.2530231	1.6813691	1.2694132	0.9641928
7	4.4624761	2.7436775	2.1073375	1.6418975	1.2582086	0.9667664	0.7441943
8	5.985722	4.1294319	3.0113092	2.2530231	1.6813691	1.2694132	0.9641928
9	6.2470887	4.826337	3.5224036	2.4983946	1.7428324	1.2346163	0.8853836
10	7.8340128	6.0232683	4.3381324	3.0350359	2.0826243	1.4537593	1.029451
11	7.5522128	5.870733	4.3151604	3.0438485	2.0872032	1.4495094	1.0202768
12	7.8340128	6.0232683	4.3381324	3.0350359	2.0826243	1.4537593	1.029451
13	6.2470887	4.826337	3.5224036	2.4983946	1.7428324	1.2346163	0.8853836
14	5.985722	4.1294319	3.0113092	2.2530231	1.6813691	1.2694132	0.9641928
15	6.56735	4.2917466	3.2357351	2.4463901	1.8186344	1.3608313	1.0232708
16	7.8340128	6.0232683	4.3381324	3.0350359	2.0826243	1.4537593	1.029451
17	8.0213369	5.7381174	4.1532119	2.861447	1.8900657	1.2589533	0.8505477
18	8.394158	6.529618	4.8481142	3.3696075	2.2169386	1.4618039	0.9762945
19	8.0213369	5.7381174	4.1532119	2.861447	1.8900657	1.2589533	0.8505477
20	7.8340128	6.0232683	4.3381324	3.0350359	2.0826243	1.4537593	1.029451
21	6.56735	4.2917466	3.2357351	2.4463901	1.8186344	1.3608313	1.0232708
22	6.7365225	4.6134956	3.4444202	2.5900975	1.9189159	1.4306411	1.071464
23	7.5522128	5.870733	4.3151604	3.0438485	2.0872032	1.4495094	1.0202768
24	8.394158	6.529618	4.8481142	3.3696075	2.2169386	1.4618039	0.9762945
25	7.9810144	5.7495286	4.0119865	2.6087927	1.609332	1.0059137	0.6432006
26	8.394158	6.529618	4.8481142	3.3696075	2.2169386	1.4618039	0.9762945
27	7.5522128	5.870733	4.3151604	3.0438485	2.0872032	1.4495094	1.0202768
28	6.7365225	4.6134956	3.4444202	2.5900975	1.9189159	1.4306411	1.071464
29	6.56735	4.2917466	3.2357351	2.4463901	1.8186344	1.3608313	1.0232708
30	7.8340128	6.0232683	4.3381324	3.0350359	2.0826243	1.4537593	1.029451
31	8.0213369	5.7381174	4.1532119	2.861447	1.8900657	1.2589533	0.8505477
32	8.394158	6.529618	4.8481142	3.3696075	2.2169386	1.4618039	0.9762945
33	8.0213369	5.7381174	4.1532119	2.861447	1.8900657	1.2589533	0.8505477
34	7.8340128	6.0232683	4.3381324	3.0350359	2.0826243	1.4537593	1.029451
35	6.56735	4.2917466	3.2357351	2.4463901	1.8186344	1.3608313	1.0232708
36	5.985722	4.1294319	3.0113092	2.2530231	1.6813691	1.2694132	0.9641928
37	6.2470887	4.826337	3.5224036	2.4983946	1.7428324	1.2346163	0.8853836
38	7.8340128	6.0232683	4.3381324	3.0350359	2.0826243	1.4537593	1.029451
39	7.5522128	5.870733	4.3151604	3.0438485	2.0872032	1.4495094	1.0202768
40	7.8340128	6.0232683	4.3381324	3.0350359	2.0826243	1.4537593	1.029451
41	6.2470887	4.826337	3.5224036	2.4983946	1.7428324	1.2346163	0.8853836
42	5.985722	4.1294319	3.0113092	2.2530231	1.6813691	1.2694132	0.9641928
43	4.4624761	2.7436775	2.1073375	1.6418975	1.2582086	0.9667664	0.7441943
44	5.985722	4.1294319	3.0113092	2.2530231	1.6813691	1.2694132	0.9641928
45	6.56735	4.2917466	3.2357351	2.4463901	1.8186344	1.3608313	1.0232708
46	6.7365225	4.6134956	3.4444202	2.5900975	1.9189159	1.4306411	1.071464
47	6.56735	4.2917466	3.2357351	2.4463901	1.8186344	1.3608313	1.0232708
48	5.985722	4.1294319	3.0113092	2.2530231	1.6813691	1.2694132	0.9641928
49	4.4624761	2.7436775	2.1073375	1.6418975	1.2582086	0.9667664	0.7441943

Suelo: esfuerzo yy

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2	Capa 4 Ton/m2	Capa 5 Ton/m2	Capa 6 Ton/m2	Capa 7 Ton/m2
1	3.6463647	1.981605	1.6461617	1.3895286	1.1359138	0.9158312	0.7317984
2	4.6680252	2.582737	1.7760471	1.3066553	0.967567	0.7245645	0.5452454
3	5.5280356	3.1421289	2.2436568	1.5677868	1.0654579	0.7359466	0.5169977
4	5.3204941	3.1310062	2.2594949	1.5829626	1.0575485	0.7095131	0.4829807
5	5.5280356	3.1421289	2.2436568	1.5677868	1.0654579	0.7359466	0.5169977
6	4.6680252	2.582737	1.7760471	1.3066553	0.967567	0.7245645	0.5452454
7	3.6463647	1.981605	1.6461617	1.3895286	1.1359138	0.9158312	0.7317984
8	4.6680252	2.582737	1.7760471	1.3066553	0.967567	0.7245645	0.5452454
9	7.9268726	4.6586867	2.6426389	1.6923486	1.167487	0.8464257	0.6258105
10	7.2721133	4.5084539	2.7778423	1.7433101	1.1053409	0.7306193	0.497547
11	7.9223618	4.9736712	3.0732894	1.9351554	1.212827	0.7822492	0.517478
12	7.2721133	4.5084539	2.7778423	1.7433101	1.1053409	0.7306193	0.497547
13	7.9268726	4.6586867	2.6426389	1.6923486	1.167487	0.8464257	0.6258105
14	4.6680252	2.582737	1.7760471	1.3066553	0.967567	0.7245645	0.5452454
15	5.5280356	3.1421289	2.2436568	1.5677868	1.0654579	0.7359466	0.5169977
16	7.2721133	4.5084539	2.7778423	1.7433101	1.1053409	0.7306193	0.497547
17	8.0569096	5.821422	4.0535818	2.6125905	1.6229726	1.0393968	0.6864888
18	7.6981421	5.4019451	3.6755118	2.3406883	1.4272174	0.8899443	0.5706991
19	8.0569096	5.821422	4.0535818	2.6125905	1.6229726	1.0393968	0.6864888
20	7.2721133	4.5084539	2.7778423	1.7433101	1.1053409	0.7306193	0.497547
21	5.5280356	3.1421289	2.2436568	1.5677868	1.0654579	0.7359466	0.5169977
22	5.3204941	3.1310062	2.2594949	1.5829626	1.0575485	0.7095131	0.4829807
23	7.9223618	4.9736712	3.0732894	1.9351554	1.212827	0.7822492	0.517478
24	7.6981421	5.4019451	3.6755118	2.3406883	1.4272174	0.8899443	0.5706991
25	8.4539194	6.4941068	4.8254669	3.3479289	2.173222	1.4020588	0.9138782
26	7.6981421	5.4019451	3.6755118	2.3406883	1.4272174	0.8899443	0.5706991
27	7.9223618	4.9736712	3.0732894	1.9351554	1.212827	0.7822492	0.517478
28	5.3204941	3.1310062	2.2594949	1.5829626	1.0575485	0.7095131	0.4829807
29	5.5280356	3.1421289	2.2436568	1.5677868	1.0654579	0.7359466	0.5169977
30	7.2721133	4.5084539	2.7778423	1.7433101	1.1053409	0.7306193	0.497547
31	8.0569096	5.821422	4.0535818	2.6125905	1.6229726	1.0393968	0.6864888
32	7.6981421	5.4019451	3.6755118	2.3406883	1.4272174	0.8899443	0.5706991
33	8.0569096	5.821422	4.0535818	2.6125905	1.6229726	1.0393968	0.6864888
34	7.2721133	4.5084539	2.7778423	1.7433101	1.1053409	0.7306193	0.497547
35	5.5280356	3.1421289	2.2436568	1.5677868	1.0654579	0.7359466	0.5169977
36	4.6680252	2.582737	1.7760471	1.3066553	0.967567	0.7245645	0.5452454
37	7.9268726	4.6586867	2.6426389	1.6923486	1.167487	0.8464257	0.6258105
38	7.2721133	4.5084539	2.7778423	1.7433101	1.1053409	0.7306193	0.497547
39	7.9223618	4.9736712	3.0732894	1.9351554	1.212827	0.7822492	0.517478
40	7.2721133	4.5084539	2.7778423	1.7433101	1.1053409	0.7306193	0.497547
41	7.9268726	4.6586867	2.6426389	1.6923486	1.167487	0.8464257	0.6258105
42	4.6680252	2.582737	1.7760471	1.3066553	0.967567	0.7245645	0.5452454
43	3.6463647	1.981605	1.6461617	1.3895286	1.1359138	0.9158312	0.7317984
44	4.6680252	2.582737	1.7760471	1.3066553	0.967567	0.7245645	0.5452454
45	5.5280356	3.1421289	2.2436568	1.5677868	1.0654579	0.7359466	0.5169977
46	5.3204941	3.1310062	2.2594949	1.5829626	1.0575485	0.7095131	0.4829807
47	5.5280356	3.1421289	2.2436568	1.5677868	1.0654579	0.7359466	0.5169977
48	4.6680252	2.582737	1.7760471	1.3066553	0.967567	0.7245645	0.5452454
49	3.6463647	1.981605	1.6461617	1.3895286	1.1359138	0.9158312	0.7317984

Suelo: esfuerzo zz.

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2	Capa 4 Ton/m2	Capa 5 Ton/m2	Capa 6 Ton/m2	Capa 7 Ton/m2
1	6.2904438	4.4532681	3.5331542	3.0730909	2.7821782	2.5615688	2.3642274
2	6.6286496	6.0603184	5.1523468	4.3840746	3.7920683	3.3465294	2.98033
3	8.6304347	6.7414822	5.6695808	4.9520838	4.3447439	3.830879	3.383271
4	8.0596553	6.7432846	5.807481	5.1143017	4.5124332	3.9880794	3.5199513
5	8.6304347	6.7414822	5.6695808	4.9520838	4.3447439	3.830879	3.383271
6	6.6286496	6.0603184	5.1523468	4.3840746	3.7920683	3.3465294	2.98033
7	6.2904438	4.4532681	3.5331542	3.0730909	2.7821782	2.5615688	2.3642274
8	6.6286496	6.0603184	5.1523468	4.3840746	3.7920683	3.3465294	2.98033
9	7.4211992	8.2808872	7.4405029	6.229073	5.1768077	4.3905662	3.7764352
10	8.152434	8.6820306	8.0033898	6.9584959	5.9038973	5.0215043	4.2917177
11	8.4515497	8.873142	8.1934446	7.163798	6.1190122	5.2231449	4.465052
12	8.152434	8.6820306	8.0033898	6.9584959	5.9038973	5.0215043	4.2917177
13	7.4211992	8.2808872	7.4405029	6.229073	5.1768077	4.3905662	3.7764352
14	6.6286496	6.0603184	5.1523468	4.3840746	3.7920683	3.3465294	2.98033
15	8.6304347	6.7414822	5.6695808	4.9520838	4.3447439	3.830879	3.383271
16	8.152434	8.6820306	8.0033898	6.9584959	5.9038973	5.0215043	4.2917177
17	9.6458792	9.0111251	8.4836921	7.709058	6.7052098	5.7332965	4.8762907
18	9.1421803	9.0270443	8.634858	7.9131631	6.9384061	5.9589045	5.0720603
19	9.6458792	9.0111251	8.4836921	7.709058	6.7052098	5.7332965	4.8762907
20	8.152434	8.6820306	8.0033898	6.9584959	5.9038973	5.0215043	4.2917177
21	8.6304347	6.7414822	5.6695808	4.9520838	4.3447439	3.830879	3.383271
22	8.0596553	6.7432846	5.807481	5.1143017	4.5124332	3.9880794	3.5199513
23	8.4515497	8.873142	8.1934446	7.163798	6.1190122	5.2231449	4.465052
24	9.1421803	9.0270443	8.634858	7.9131631	6.9384061	5.9589045	5.0720603
25	9.4058704	9.1928876	8.7978165	8.1163858	7.175587	6.1914966	5.2750631
26	9.1421803	9.0270443	8.634858	7.9131631	6.9384061	5.9589045	5.0720603
27	8.4515497	8.873142	8.1934446	7.163798	6.1190122	5.2231449	4.465052
28	8.0596553	6.7432846	5.807481	5.1143017	4.5124332	3.9880794	3.5199513
29	8.6304347	6.7414822	5.6695808	4.9520838	4.3447439	3.830879	3.383271
30	8.152434	8.6820306	8.0033898	6.9584959	5.9038973	5.0215043	4.2917177
31	9.6458792	9.0111251	8.4836921	7.709058	6.7052098	5.7332965	4.8762907
32	9.1421803	9.0270443	8.634858	7.9131631	6.9384061	5.9589045	5.0720603
33	9.6458792	9.0111251	8.4836921	7.709058	6.7052098	5.7332965	4.8762907
34	8.152434	8.6820306	8.0033898	6.9584959	5.9038973	5.0215043	4.2917177
35	8.6304347	6.7414822	5.6695808	4.9520838	4.3447439	3.830879	3.383271
36	6.6286496	6.0603184	5.1523468	4.3840746	3.7920683	3.3465294	2.98033
37	7.4211992	8.2808872	7.4405029	6.229073	5.1768077	4.3905662	3.7764352
38	8.152434	8.6820306	8.0033898	6.9584959	5.9038973	5.0215043	4.2917177
39	8.4515497	8.873142	8.1934446	7.163798	6.1190122	5.2231449	4.465052
40	8.152434	8.6820306	8.0033898	6.9584959	5.9038973	5.0215043	4.2917177
41	7.4211992	8.2808872	7.4405029	6.229073	5.1768077	4.3905662	3.7764352
42	6.6286496	6.0603184	5.1523468	4.3840746	3.7920683	3.3465294	2.98033
43	6.2904438	4.4532681	3.5331542	3.0730909	2.7821782	2.5615688	2.3642274
44	6.6286496	6.0603184	5.1523468	4.3840746	3.7920683	3.3465294	2.98033
45	8.6304347	6.7414822	5.6695808	4.9520838	4.3447439	3.830879	3.383271
46	8.0596553	6.7432846	5.807481	5.1143017	4.5124332	3.9880794	3.5199513
47	8.6304347	6.7414822	5.6695808	4.9520838	4.3447439	3.830879	3.383271
48	6.6286496	6.0603184	5.1523468	4.3840746	3.7920683	3.3465294	2.98033
49	6.2904438	4.4532681	3.5331542	3.0730909	2.7821782	2.5615688	2.3642274

Suelo: esfuerzo xy

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2	Capa 4 Ton/m2	Capa 5 Ton/m2	Capa 6 Ton/m2	Capa 7 Ton/m2
1	-5.5846124	-6.7095999	-7.0080916	-7.1609246	-7.2822649	-7.3885715	-7.4866637
2	0.1401633	0.5062352	0.6967197	0.7385804	0.7012796	0.638393	0.5724625
3	0.0762314	0.2257669	0.3345339	0.3978908	0.4091387	0.3869839	0.3522478
4	0	0	0	0	0	0	0
5	-0.0762314	-0.2257669	-0.3345339	-0.3978908	-0.4091387	-0.3869839	-0.3522478
6	-0.1401633	-0.5062352	-0.6967197	-0.7385804	-0.7012796	-0.638393	-0.5724625
7	5.5846124	6.7095999	7.0080916	7.1609246	7.2822649	7.3885715	7.4866637
8	0.1401633	0.5062352	0.6967197	0.7385804	0.7012796	0.638393	0.5724625
9	0.6393469	1.3026028	1.3799504	1.2775312	1.133105	0.9981759	0.8782277
10	-0.0309844	0.1201279	0.2616459	0.337196	0.3518284	0.3328756	0.3026069
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0.0309844	-0.1201279	-0.2616459	-0.337196	-0.3518284	-0.3328756	-0.3026069
13	-0.6393469	-1.3026028	-1.3799504	-1.2775312	-1.133105	-0.9981759	-0.8782277
14	-0.1401633	-0.5062352	-0.6967197	-0.7385804	-0.7012796	-0.638393	-0.5724625
15	0.0762314	0.2257669	0.3345339	0.3978908	0.4091387	0.3869839	0.3522478
16	-0.0309844	0.1201279	0.2616459	0.337196	0.3518284	0.3328756	0.3026069
17	0.2385994	0.621385	0.8205453	0.8737762	0.8242156	0.7340161	0.6384143
18	0	0	0	0	0	0	0
19	-0.2385994	-0.621385	-0.8205453	-0.8737762	-0.8242156	-0.7340161	-0.6384143
20	0.0309844	-0.1201279	-0.2616459	-0.337196	-0.3518284	-0.3328756	-0.3026069
21	-0.0762314	-0.2257669	-0.3345339	-0.3978908	-0.4091387	-0.3869839	-0.3522478
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0
29	-0.0762314	-0.2257669	-0.3345339	-0.3978908	-0.4091387	-0.3869839	-0.3522478
30	0.0309844	-0.1201279	-0.2616459	-0.337196	-0.3518284	-0.3328756	-0.3026069
31	-0.2385994	-0.621385	-0.8205453	-0.8737762	-0.8242156	-0.7340161	-0.6384143
32	0	0	0	0	0	0	0
33	0.2385994	0.621385	0.8205453	0.8737762	0.8242156	0.7340161	0.6384143
34	-0.0309844	0.1201279	0.2616459	0.337196	0.3518284	0.3328756	0.3026069
35	0.0762314	0.2257669	0.3345339	0.3978908	0.4091387	0.3869839	0.3522478
36	-0.1401633	-0.5062352	-0.6967197	-0.7385804	-0.7012796	-0.638393	-0.5724625
37	-0.6393469	-1.3026028	-1.3799504	-1.2775312	-1.133105	-0.9981759	-0.8782277
38	0.0309844	-0.1201279	-0.2616459	-0.337196	-0.3518284	-0.3328756	-0.3026069
39	0	0	0	0	0	0	0
40	-0.0309844	0.1201279	0.2616459	0.337196	0.3518284	0.3328756	0.3026069
41	0.6393469	1.3026028	1.3799504	1.2775312	1.133105	0.9981759	0.8782277
42	0.1401633	0.5062352	0.6967197	0.7385804	0.7012796	0.638393	0.5724625
43	5.5846124	6.7095999	7.0080916	7.1609246	7.2822649	7.3885715	7.4866637
44	-0.1401633	-0.5062352	-0.6967197	-0.7385804	-0.7012796	-0.638393	-0.5724625
45	-0.0762314	-0.2257669	-0.3345339	-0.3978908	-0.4091387	-0.3869839	-0.3522478
46	0	0	0	0	0	0	0
47	0.0762314	0.2257669	0.3345339	0.3978908	0.4091387	0.3869839	0.3522478
48	0.1401633	0.5062352	0.6967197	0.7385804	0.7012796	0.638393	0.5724625
49	-5.5846124	-6.7095999	-7.0080916	-7.1609246	-7.2822649	-7.3885715	-7.4866637

Suelo: esfuerzo xz

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2	Capa 4 Ton/m2	Capa 5 Ton/m2	Capa 6 Ton/m2	Capa 7 Ton/m2
1	-3.644405	-2.3770377	-1.9248105	-1.6569104	-1.4310387	-1.2347149	-1.0601381
2	0.0533035	-0.173639	-0.4639932	-0.6164592	-0.6611933	-0.6414951	-0.591784
3	-0.0783219	-0.2137572	-0.2595445	-0.2963853	-0.3152788	-0.3108425	-0.2909
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0.0783219	0.2137572	0.2595445	0.2963853	0.3152788	0.3108425	0.2909
6	-0.0533035	0.173639	0.4639932	0.6164592	0.6611933	0.6414951	0.591784
7	3.644405	2.3770377	1.9248105	1.6569104	1.4310387	1.2347149	1.0601381
8	-4.2483992	-3.5876484	-2.8645577	-2.335428	-1.9252074	-1.6068999	-1.345797
9	-0.0434237	-0.4061968	-0.7625317	-0.9079978	-0.8918542	-0.8041232	-0.6973936
10	-0.0322578	-0.1948508	-0.3231992	-0.4170564	-0.4535046	-0.4370186	-0.3940218
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0.0322578	0.1948508	0.3231992	0.4170564	0.4535046	0.4370186	0.3940218
13	0.0434237	0.4061968	0.7625317	0.9079978	0.8918542	0.8041232	0.6973936
14	4.2483992	3.5876484	2.8645577	2.335428	1.9252074	1.6068999	1.345797
15	-5.1346458	-3.734905	-3.0686612	-2.5695903	-2.129715	-1.7661077	-1.4636337
16	0.154965	-0.0273233	-0.5419584	-0.876858	-0.9828691	-0.9418724	-0.841445
17	-0.0605088	-0.2663419	-0.4212747	-0.5164402	-0.5308168	-0.4873799	-0.4217103
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0.0605088	0.2663419	0.4212747	0.5164402	0.5308168	0.4873799	0.4217103
20	-0.154965	0.0273233	0.5419584	0.876858	0.9828691	0.9418724	0.841445
21	5.1346458	3.734905	3.0686612	2.5695903	2.129715	1.7661077	1.4636337
22	-4.9735868	-3.9474158	-3.2577912	-2.7204713	-2.2512492	-1.8622415	-1.5377474
23	0.0996552	-0.0612652	-0.5261626	-0.8488338	-0.9640158	-0.9350097	-0.8420733
24	-0.0426065	-0.175656	-0.3051488	-0.436568	-0.5087609	-0.5055423	-0.4594057
25	0	0	0	0	0	0	0
26	0.0426065	0.175656	0.3051488	0.436568	0.5087609	0.5055423	0.4594057
27	-0.0996552	0.0612652	0.5261626	0.8488338	0.9640158	0.9350097	0.8420733
28	4.9735868	3.9474158	3.2577912	2.7204713	2.2512492	1.8622415	1.5377474
29	-5.1346458	-3.734905	-3.0686612	-2.5695903	-2.129715	-1.7661077	-1.4636337
30	0.154965	-0.0273233	-0.5419584	-0.876858	-0.9828691	-0.9418724	-0.841445
31	-0.0605088	-0.2663419	-0.4212747	-0.5164402	-0.5308168	-0.4873799	-0.4217103
32	0	0	0	0	0	0	0
33	0.0605088	0.2663419	0.4212747	0.5164402	0.5308168	0.4873799	0.4217103
34	-0.154965	0.0273233	0.5419584	0.876858	0.9828691	0.9418724	0.841445
35	5.1346458	3.734905	3.0686612	2.5695903	2.129715	1.7661077	1.4636337
36	-4.2483992	-3.5876484	-2.8645577	-2.335428	-1.9252074	-1.6068999	-1.345797
37	-0.0434237	-0.4061968	-0.7625317	-0.9079978	-0.8918542	-0.8041232	-0.6973936
38	-0.0322578	-0.1948508	-0.3231992	-0.4170564	-0.4535046	-0.4370186	-0.3940218
39	0	0	0	0	0	0	0
40	0.0322578	0.1948508	0.3231992	0.4170564	0.4535046	0.4370186	0.3940218
41	0.0434237	0.4061968	0.7625317	0.9079978	0.8918542	0.8041232	0.6973936
42	4.2483992	3.5876484	2.8645577	2.335428	1.9252074	1.6068999	1.345797
43	-3.644405	-2.3770377	-1.9248105	-1.6569104	-1.4310387	-1.2347149	-1.0601381
44	0.0533035	-0.173639	-0.4639932	-0.6164592	-0.6611933	-0.6414951	-0.591784
45	-0.0783219	-0.2137572	-0.2595445	-0.2963853	-0.3152788	-0.3108425	-0.2909
46	0	0	0	0	0	0	0
47	0.0783219	0.2137572	0.2595445	0.2963853	0.3152788	0.3108425	0.2909
48	-0.0533035	0.173639	0.4639932	0.6164592	0.6611933	0.6414951	0.591784
49	3.644405	2.3770377	1.9248105	1.6569104	1.4310387	1.2347149	1.0601381

Suelo: Esfuerzo yz

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2	Capa 4 Ton/m2	Capa 5 Ton/m2	Capa 6 Ton/m2	Capa 7 Ton/m2
1	3.4196705	1.8889249	1.5089114	1.3489123	1.2176031	1.0895274	0.963201
2	3.9302935	2.8151817	2.0987617	1.6570266	1.3465003	1.1156339	0.9293466
3	4.8685346	3.1566508	2.5189741	2.0465323	1.6278599	1.2955693	1.0345505
4	4.603447	3.1570611	2.5517384	2.0972935	1.6758114	1.3261107	1.0470907
5	4.8685346	3.1566508	2.5189741	2.0465323	1.6278599	1.2955693	1.0345505
6	3.9302935	2.8151817	2.0987617	1.6570266	1.3465003	1.1156339	0.9293466
7	3.4196705	1.8889249	1.5089114	1.3489123	1.2176031	1.0895274	0.963201
8	-0.0620067	0.2610085	0.6478338	0.8245032	0.8445693	0.7862222	0.7000726
9	-0.2589514	0.02831	0.6312327	0.9073081	0.9463759	0.877949	0.7752507
10	-0.1759652	0.3317449	0.9719588	1.1741711	1.1034016	0.9457389	0.7831496
11	-0.2269847	0.2726577	1.0005169	1.2626757	1.2011316	1.0245115	0.8382499
12	-0.1759652	0.3317449	0.9719588	1.1741711	1.1034016	0.9457389	0.7831496
13	-0.2589514	0.02831	0.6312327	0.9073081	0.9463759	0.877949	0.7752507
14	-0.0620067	0.2610085	0.6478338	0.8245032	0.8445693	0.7862222	0.7000726
15	0.0595203	0.1830577	0.2795587	0.3783499	0.4296076	0.4250445	0.3898693
16	0.1180884	0.2929964	0.3486275	0.4132687	0.4424768	0.4243597	0.3808417
17	0.0729066	0.1956779	0.2882108	0.4088821	0.4789366	0.4760296	0.432412
18	0.0871284	0.2776108	0.4071813	0.5121879	0.5368721	0.4934388	0.4236884
19	0.0729066	0.1956779	0.2882108	0.4088821	0.4789366	0.4760296	0.432412
20	0.1180884	0.2929964	0.3486275	0.4132687	0.4424768	0.4243597	0.3808417
21	0.0595203	0.1830577	0.2795587	0.3783499	0.4296076	0.4250445	0.3898693
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0
29	-0.0595203	-0.1830577	-0.2795587	-0.3783499	-0.4296076	-0.4250445	-0.3898693
30	-0.1180884	-0.2929964	-0.3486275	-0.4132687	-0.4424768	-0.4243597	-0.3808417
31	-0.0729066	-0.1956779	-0.2882108	-0.4088821	-0.4789366	-0.4760296	-0.432412
32	-0.0871284	-0.2776108	-0.4071813	-0.5121879	-0.5368721	-0.4934388	-0.4236884
33	-0.0729066	-0.1956779	-0.2882108	-0.4088821	-0.4789366	-0.4760296	-0.432412
34	-0.1180884	-0.2929964	-0.3486275	-0.4132687	-0.4424768	-0.4243597	-0.3808417
35	-0.0595203	-0.1830577	-0.2795587	-0.3783499	-0.4296076	-0.4250445	-0.3898693
36	0.0620067	-0.2610085	-0.6478338	-0.8245032	-0.8445693	-0.7862222	-0.7000726
37	0.2589514	-0.02831	-0.6312327	-0.9073081	-0.9463759	-0.877949	-0.7752507
38	0.1759652	-0.3317449	-0.9719588	-1.1741711	-1.1034016	-0.9457389	-0.7831496
39	0.2269847	-0.2726577	-1.0005169	-1.2626757	-1.2011316	-1.0245115	-0.8382499
40	0.1759652	-0.3317449	-0.9719588	-1.1741711	-1.1034016	-0.9457389	-0.7831496
41	0.2589514	-0.02831	-0.6312327	-0.9073081	-0.9463759	-0.877949	-0.7752507
42	0.0620067	-0.2610085	-0.6478338	-0.8245032	-0.8445693	-0.7862222	-0.7000726
43	-3.4196705	-1.8889249	-1.5089114	-1.3489123	-1.2176031	-1.0895274	-0.963201
44	-3.9302935	-2.8151817	-2.0987617	-1.6570266	-1.3465003	-1.1156339	-0.9293466
45	-4.8685346	-3.1566508	-2.5189741	-2.0465323	-1.6278599	-1.2955693	-1.0345505
46	-4.603447	-3.1570611	-2.5517384	-2.0972935	-1.6758114	-1.3261107	-1.0470907
47	-4.8685346	-3.1566508	-2.5189741	-2.0465323	-1.6278599	-1.2955693	-1.0345505
48	-3.9302935	-2.8151817	-2.0987617	-1.6570266	-1.3465003	-1.1156339	-0.9293466
49	-3.4196705	-1.8889249	-1.5089114	-1.3489123	-1.2176031	-1.0895274	-0.963201

Suelo: esfuerzos mayores

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2	Capa 4 Ton/m2	Capa 5 Ton/m2	Capa 6 Ton/m2	Capa 7 Ton/m2
1	13.2451006	10.5782111	9.8291093	9.3939752	9.0405473	8.7654346	8.55532
2	9.7034715	7.6330042	6.162208	5.1336782	4.3810795	3.8187579	3.3585183
3	12.1889763	8.5766311	7.0042619	5.918274	5.021429	4.3104604	3.7283602
4	11.4929358	8.5743385	7.1412879	6.0902063	5.1917316	4.4573073	3.8459705
5	12.1889763	8.5766311	7.0042619	5.918274	5.021429	4.3104604	3.7283602
6	9.7034715	7.6330042	6.162208	5.1336782	4.3810795	3.8187579	3.3585183
7	13.2451006	10.5782111	9.8291093	9.3939752	9.0405473	8.7654346	8.55532
8	10.5710868	8.811797	7.1433777	5.9053245	4.9684969	4.2660614	3.7000429
9	8.2261103	8.3326551	7.6136749	6.5206611	5.5032869	4.6946509	4.0373099
10	8.1881939	8.7209134	8.1975413	7.2378727	6.1787755	5.2549441	4.4784419
11	8.5355702	8.8921144	8.3820087	7.4527552	6.3972893	5.4481034	4.6356759
12	8.1881939	8.7209134	8.1975413	7.2378727	6.1787755	5.2549441	4.4784419
13	8.2261103	8.3326551	7.6136749	6.5206611	5.5032869	4.6946509	4.0373099
14	10.5710868	8.811797	7.1433777	5.9053245	4.9684969	4.2660614	3.7000429
15	12.8361316	9.4472794	7.7541487	6.5604285	5.5643538	4.7608694	4.0946781
16	8.2255441	8.7026326	8.0997024	7.1662507	6.1659269	5.2793367	4.5183804
17	9.6507575	9.0394439	8.5343254	7.7833074	6.7928644	5.8192928	4.9519408
18	9.1474184	9.0481806	8.6680668	7.9598492	6.9902183	6.0064917	5.1115925
19	9.6507575	9.0394439	8.5343254	7.7833074	6.7928644	5.8192928	4.9519408
20	8.2255441	8.7026326	8.0997024	7.1662507	6.1659269	5.2793367	4.5183804
21	12.8361316	9.4472794	7.7541487	6.5604285	5.5643538	4.7608694	4.0946781
22	12.4154821	9.7669218	8.0913824	6.8511771	5.8136942	4.9683569	4.2612711
23	8.4624601	8.8743917	8.2635608	7.3318302	6.3376541	5.4421107	4.6598776
24	9.1445993	9.0393385	8.6592903	7.9547305	6.9926053	6.0150346	5.1229575
25	9.4058704	9.1928876	8.7978165	8.1163858	7.175587	6.1914966	5.2750631
26	9.1445993	9.0393385	8.6592903	7.9547305	6.9926053	6.0150346	5.1229575
27	8.4624601	8.8743917	8.2635608	7.3318302	6.3376541	5.4421107	4.6598776
28	12.4154821	9.7669218	8.0913824	6.8511771	5.8136942	4.9683569	4.2612711
29	12.8361316	9.4472794	7.7541487	6.5604285	5.5643538	4.7608694	4.0946781
30	8.2255441	8.7026326	8.0997024	7.1662507	6.1659269	5.2793367	4.5183804
31	9.6507575	9.0394439	8.5343254	7.7833074	6.7928644	5.8192928	4.9519408
32	9.1474184	9.0481806	8.6680668	7.9598492	6.9902183	6.0064917	5.1115925
33	9.6507575	9.0394439	8.5343254	7.7833074	6.7928644	5.8192928	4.9519408
34	8.2255441	8.7026326	8.0997024	7.1662507	6.1659269	5.2793367	4.5183804
35	12.8361316	9.4472794	7.7541487	6.5604285	5.5643538	4.7608694	4.0946781
36	10.5710868	8.811797	7.1433777	5.9053245	4.9684969	4.2660614	3.7000429
37	8.2261103	8.3326551	7.6136749	6.5206611	5.5032869	4.6946509	4.0373099
38	8.1881939	8.7209134	8.1975413	7.2378727	6.1787755	5.2549441	4.4784419
39	8.5355702	8.8921144	8.3820087	7.4527552	6.3972893	5.4481034	4.6356759
40	8.1881939	8.7209134	8.1975413	7.2378727	6.1787755	5.2549441	4.4784419
41	8.2261103	8.3326551	7.6136749	6.5206611	5.5032869	4.6946509	4.0373099
42	10.5710868	8.811797	7.1433777	5.9053245	4.9684969	4.2660614	3.7000429
43	13.2451006	10.5782111	9.8291093	9.3939752	9.0405473	8.7654346	8.55532
44	9.7034715	7.6330042	6.162208	5.1336782	4.3810795	3.8187579	3.3585183
45	12.1889763	8.5766311	7.0042619	5.918274	5.021429	4.3104604	3.7283602
46	11.4929358	8.5743385	7.1412879	6.0902063	5.1917316	4.4573073	3.8459705
47	12.1889763	8.5766311	7.0042619	5.918274	5.021429	4.3104604	3.7283602
48	9.7034715	7.6330042	6.162208	5.1336782	4.3810795	3.8187579	3.3585183
49	13.2451006	10.5782111	9.8291093	9.3939752	9.0405473	8.7654346	8.55532

Suelo: esfuerzos menores

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2	Capa 4 Ton/m2	Capa 5 Ton/m2	Capa 6 Ton/m2	Capa 7 Ton/m2
1	-1.545177	-4.3660407	-5.1429576	-5.6510356	-6.0878321	-6.4484456	-6.7491843
2	1.5962575	0.9260192	0.4972593	0.17151	-0.0451032	-0.1671048	-0.2321947
3	1.9670289	1.277787	0.8378232	0.483862	0.2371573	0.0905659	0.0042988
4	1.8872135	1.2999524	0.9256881	0.607058	0.3782501	0.2402852	0.1569616
5	1.9670289	1.277787	0.8378232	0.483862	0.2371573	0.0905659	0.0042988
6	1.5962575	0.9260192	0.4972593	0.17151	-0.0451032	-0.1671048	-0.2321947
7	-1.545177	-4.3660407	-5.1429576	-5.6510356	-6.0878321	-6.4484456	-6.7491843
8	2.0452394	1.1587195	0.3849901	-0.079007	-0.3115768	-0.4047968	-0.431317
9	6.0301577	3.4187782	1.4791962	0.475442	-0.0357589	-0.2791637	-0.3928766
10	7.2360099	4.470434	2.5471863	1.3844109	0.7187458	0.3681663	0.174229
11	7.5522128	4.9546988	2.8847252	1.6461982	0.9345499	0.5572906	0.3468542
12	7.2360099	4.470434	2.5471863	1.3844109	0.7187458	0.3681663	0.174229
13	6.0301577	3.4187782	1.4791962	0.475442	-0.0357589	-0.2791637	-0.3928766
14	2.0452394	1.1587195	0.3849901	-0.079007	-0.3115768	-0.4047968	-0.431317
15	2.3587041	1.5336217	1.0001379	0.5543803	0.2209173	0.0258768	-0.0793296
16	7.2518896	4.4783913	2.6991279	1.5861244	0.8768353	0.46751	0.2293067
17	7.7950922	5.1292359	3.2339224	1.7836207	0.8358939	0.3218236	0.0494621
18	7.6929041	5.3808088	3.642303	2.2940022	1.3754052	0.8423571	0.5311668
19	7.7950922	5.1292359	3.2339224	1.7836207	0.8358939	0.3218236	0.0494621
20	7.2518896	4.4783913	2.6991279	1.5861244	0.8768353	0.46751	0.2293067
21	2.3587041	1.5336217	1.0001379	0.5543803	0.2209173	0.0258768	-0.0793296
22	2.3806956	1.5898584	1.1605188	0.8532221	0.617655	0.4503636	0.3301443
23	7.5413024	4.9736712	3.0732894	1.9351554	1.212827	0.7822492	0.517478
24	7.6981421	5.4019451	3.6755118	2.3406883	1.4272174	0.8899443	0.5706991
25	7.9810144	5.7495286	4.0119865	2.6087927	1.609332	1.0059137	0.6432006
26	7.6981421	5.4019451	3.6755118	2.3406883	1.4272174	0.8899443	0.5706991
27	7.5413024	4.9736712	3.0732894	1.9351554	1.212827	0.7822492	0.517478
28	2.3806956	1.5898584	1.1605188	0.8532221	0.617655	0.4503636	0.3301443
29	2.3587041	1.5336217	1.0001379	0.5543803	0.2209173	0.0258768	-0.0793296
30	7.2518896	4.4783913	2.6991279	1.5861244	0.8768353	0.46751	0.2293067
31	7.7950922	5.1292359	3.2339224	1.7836207	0.8358939	0.3218236	0.0494621
32	7.6929041	5.3808088	3.642303	2.2940022	1.3754052	0.8423571	0.5311668
33	7.7950922	5.1292359	3.2339224	1.7836207	0.8358939	0.3218236	0.0494621
34	7.2518896	4.4783913	2.6991279	1.5861244	0.8768353	0.46751	0.2293067
35	2.3587041	1.5336217	1.0001379	0.5543803	0.2209173	0.0258768	-0.0793296
36	2.0452394	1.1587195	0.3849901	-0.079007	-0.3115768	-0.4047968	-0.431317
37	6.0301577	3.4187782	1.4791962	0.475442	-0.0357589	-0.2791637	-0.3928766
38	7.2360099	4.470434	2.5471863	1.3844109	0.7187458	0.3681663	0.174229
39	7.5522128	4.9546988	2.8847252	1.6461982	0.9345499	0.5572906	0.3468542
40	7.2360099	4.470434	2.5471863	1.3844109	0.7187458	0.3681663	0.174229
41	6.0301577	3.4187782	1.4791962	0.475442	-0.0357589	-0.2791637	-0.3928766
42	2.0452394	1.1587195	0.3849901	-0.079007	-0.3115768	-0.4047968	-0.431317
43	-1.545177	-4.3660407	-5.1429576	-5.6510356	-6.0878321	-6.4484456	-6.7491843
44	1.5962575	0.9260192	0.4972593	0.17151	-0.0451032	-0.1671048	-0.2321947
45	1.9670289	1.277787	0.8378232	0.483862	0.2371573	0.0905659	0.0042988
46	1.8872135	1.2999524	0.9256881	0.607058	0.3782501	0.2402852	0.1569616
47	1.9670289	1.277787	0.8378232	0.483862	0.2371573	0.0905659	0.0042988
48	1.5962575	0.9260192	0.4972593	0.17151	-0.0451032	-0.1671048	-0.2321947
49	-1.545177	-4.3660407	-5.1429576	-5.6510356	-6.0878321	-6.4484456	-6.7491843

ANEXO B EJEMPLO 2 ARCHIVO DE DATOS DE ENTRADA DEL EJEMPLO 2.

UNIDADES						
	5	4				
TITULOS						
EJEMPLO 2						
LEIXER RIVERO L.						
PLACA CON						
PEDESTALES						
DATOS GENERALES						
	49	36	0	3	0	
CONCRETO						
	2100	2000000	0.2	2.4		
DISEÑO						
	1.5	42000	20394320	0.03	0.03	
NODOS CARGAS						
	1	0	0	-122.5	0	0
	2	1.5	0	0	0	0
	3	5.5	0	0	0	0
	4	7	0	-245	0	0
	5	8.5	0	0	0	0
	6	12.5	0	0	0	0
	7	14	0	-122.5	0	0
	8	0	1.5	0	0	0
	9	1.5	1.5	0	0	0
	10	5.5	1.5	0	0	0
	11	7	1.5	0	0	0
	12	8.5	1.5	0	0	0
	13	12.5	1.5	0	0	0
	14	14	1.5	0	0	0
	15	0	5.5	0	0	0
	16	1.5	5.5	0	0	0
	17	5.5	5.5	0	0	0
	18	7	5.5	0	0	0
	19	8.5	5.5	0	0	0
	20	12.5	5.5	0	0	0
	21	14	5.5	0	0	0
	22	0	7	-245	0	0
	23	1.5	7	0	0	0
	24	5.5	7	0	0	0
	25	7	7	-490	0	0

26	8.5	7	0	0	0
27	12.5	7	0	0	0
28	14	7	-245	0	0
29	0	8.5	0	0	0
30	1.5	8.5	0	0	0
31	5.5	8.5	0	0	0
32	7	8.5	0	0	0
33	8.5	8.5	0	0	0
34	12.5	8.5	0	0	0
35	14	8.5	0	0	0
36	0	12.5	0	0	0
37	1.5	12.5	0	0	0
38	5.5	12.5	0	0	0
39	7	12.5	0	0	0
40	8.5	12.5	0	0	0
41	12.5	12.5	0	0	0
42	14	12.5	0	0	0
43	0	14	-122.5	0	0
44	1.5	14	0	0	0
45	5.5	14	0	0	0
46	7	14	-245	0	0
47	8.5	14	0	0	0
48	12.5	14	0	0	0
49	14	14	-122.5	0	0

ELEMENTOS
ESPEORES

1	1	2	9	8	0.25
2	2	3	10	9	0.15
3	3	4	11	10	0.25
4	4	5	12	11	0.25
5	5	6	13	12	0.15
6	6	7	14	13	0.25
7	8	9	16	15	0.15
8	9	10	17	16	0.15
9	10	11	18	17	0.15
10	11	12	19	18	0.15
11	12	13	20	19	0.15
12	13	14	21	20	0.15
13	15	16	23	22	0.25
14	16	17	24	23	0.15
15	17	18	25	24	0.25
16	18	19	26	25	0.25
17	19	20	27	26	0.15
18	20	21	28	27	0.25
19	22	23	30	29	0.25

20	23	24	31	30	0.15
21	24	25	32	31	0.25
22	25	26	33	32	0.25
23	26	27	34	33	0.15
24	27	28	35	34	0.25
25	29	30	37	36	0.15
26	30	31	38	37	0.15
27	31	32	39	38	0.15
28	32	33	40	39	0.15
29	33	34	41	40	0.15
30	34	35	42	41	0.15
31	36	37	44	43	0.25
32	37	38	45	44	0.15
33	38	39	46	45	0.25
34	39	40	47	46	0.25
35	40	41	48	47	0.15
36	41	42	49	48	0.25
NODOS ES					
RIGIDEZ ES					
SUELO					
6	1.6	238	0.36	0.56	100
8	1.75	253	0.35	0.53	100
10	1.8	215	0.38	0.61	100

ARCHIVO DE DATOS DE SALIDA DEL EJEMPLO 2.

Reacciones y módulo de resorte.

Nodo	Rz(T)	K resorte (T/m)
1	66.8332876	262.617497
2	36.7393801	165.934657
3	81.7727833	292.67333
4	25.1160455	79.0767005
5	81.7727833	292.67333
6	36.7393801	165.934657
7	66.8332876	262.617497
8	36.7393801	165.934657
9	1.6208994	7.8093785
10	46.1010349	180.806754
11	-19.327732	-70.191653
12	46.1010349	180.806754
13	1.6208994	7.8093785
14	36.7393801	165.934657

Nodo	Rz(T)	K resorte (T/m)
15	81.7727833	292.67333
16	46.1010349	180.806754
17	116.314048	382.545817
18	-9.9422734	-30.376047
19	116.314048	382.545817
20	46.1010349	180.806754
21	81.7727833	292.67333
22	25.1160455	79.0767005
23	-19.327732	-70.191653
24	-9.9422734	-30.376047
25	-0.1626837	-0.4579287
26	-9.9422734	-30.376047
27	-19.327732	-70.191653
28	25.1160455	79.0767005
29	81.7727833	292.67333
30	46.1010349	180.806754
31	116.314048	382.545817
32	-9.9422734	-30.376047
33	116.314048	382.545817
34	46.1010349	180.806754
35	81.7727833	292.67333
36	36.7393801	165.934657
37	1.6208994	7.8093785
38	46.1010349	180.806754
39	-19.327732	-70.191653
40	46.1010349	180.806754
41	1.6208994	7.8093785
42	36.7393801	165.934657
43	66.8332876	262.617497
44	36.7393801	165.934657
45	81.7727833	292.67333
46	25.1160455	79.0767005
47	81.7727833	292.67333
48	36.7393801	165.934657
49	66.8332876	262.617497

Desplazamientos nodales

Nodo	Wz(m)	Giro X (rad)	Giro Y (rad)
1	-0.2544891	0.0236488	-0.0236488
2	-0.2214087	0.0094467	-0.0185899
3	-0.2793995	0.0189285	0.0352023

Nodo	Wz(m)	Giro X (rad)	Giro Y (rad)
4	-0.3176163	0.0346048	0
5	-0.2793995	0.0189285	-0.0352023
6	-0.2214087	0.0094467	0.0185899
7	-0.2544891	0.0236488	0.0236488
8	-0.2214087	0.0185899	-0.0094467
9	-0.2075581	0.0072725	-0.0072725
10	-0.2549741	0.0110635	0.0226095
11	-0.2753566	0.0215982	0
12	-0.2549741	0.0110635	-0.0226095
13	-0.2075581	0.0072725	0.0072725
14	-0.2214087	0.0185899	0.0094467
15	-0.2793995	-0.0352023	-0.0189285
16	-0.2549741	-0.0226095	-0.0110635
17	-0.3040526	-0.0233201	0.0233201
18	-0.3273064	-0.025982	0
19	-0.3040526	-0.0233201	-0.0233201
20	-0.2549741	-0.0226095	0.0110635
21	-0.2793995	-0.0352023	0.0189285
22	-0.3176163	0	-0.0346048
23	-0.2753566	0	-0.0215982
24	-0.3273064	0	0.025982
25	-0.3552598	0	0
26	-0.3273064	0	-0.025982
27	-0.2753566	0	0.0215982
28	-0.3176163	0	0.0346048
29	-0.2793995	0.0352023	-0.0189285
30	-0.2549741	0.0226095	-0.0110635
31	-0.3040526	0.0233201	0.0233201
32	-0.3273064	0.025982	0
33	-0.3040526	0.0233201	-0.0233201
34	-0.2549741	0.0226095	0.0110635
35	-0.2793995	0.0352023	0.0189285
36	-0.2214087	-0.0185899	-0.0094467
37	-0.2075581	-0.0072725	-0.0072725
38	-0.2549741	-0.0110635	0.0226095
39	-0.2753566	-0.0215982	0
40	-0.2549741	-0.0110635	-0.0226095
41	-0.2075581	-0.0072725	0.0072725
42	-0.2214087	-0.0185899	0.0094467
43	-0.2544891	-0.0236488	-0.0236488
44	-0.2214087	-0.0094467	-0.0185899
45	-0.2793995	-0.0189285	0.0352023
46	-0.3176163	-0.0346048	0

Nodo	Wz(m)	Giro X (rad)	Giro Y (rad)
47	-0.2793995	-0.0189285	-0.0352023
48	-0.2214087	-0.0094467	0.0185899
49	-0.2544891	-0.0236488	0.0236488

Fuerzas internas en los elementos

Elementos	Nodos	Pz(T)	Mx (Ton-m)	My (Ton-m)
1	1	-56.004212	0	0
	2	37.424697	-2.1620802	14.1824152
	9	-18.845182	-11.524778	11.5247778
2	8	37.424697	-14.182415	2.1620802
	2	-1.5628169	2.1620802	-14.1824152
	3	-10.080512	1.8512986	6.1833652
	10	6.8270834	-11.493964	-2.9092707
3	9	4.8162453	-9.9844084	-2.1053932
	3	90.9757952	-1.8512986	-6.1833652
	4	-110.27948	0	-94.4740217
	11	1.8932221	-13.158063	-59.56615
4	10	17.41046	-13.946162	-2.3558458
	4	-110.27948	0	94.4740217
	5	90.9757952	-1.8512986	6.1833652
	12	17.41046	-13.946162	2.3558458
5	11	1.8932221	-13.158063	59.56615
	5	-10.080512	1.8512986	-6.1833652
	6	-1.5628169	2.1620802	14.1824152
	13	4.8162453	-9.9844084	2.1053932
6	12	6.8270834	-11.493964	2.9092707
	6	37.424697	-2.1620802	-14.1824152
	7	-56.004212	0	0
	14	37.424697	-14.182415	-2.1620802
7	13	-18.845182	-11.524778	-11.5247778
	8	-1.5628169	14.182415	-2.1620802
	9	4.8162453	2.1053932	9.9844084
	16	6.8270834	2.9092707	11.4939635
8	15	-10.080512	-6.1833652	-1.8512986
	9	7.9760903	19.403793	-19.403793
	10	0.9683569	21.078478	3.2567888
	17	-9.9128041	-1.4476933	1.4476933
9	16	0.9683569	-3.2567888	-21.0784779
	10	18.0376346	4.3616473	2.0083276
	11	-12.434588	13.158063	-26.8601257
	18	-24.822205	1.5804944	-32.1624012
	17	19.2191587	3.3119809	1.1290093

Elementos	Nodos	Pz(T)	Mx (Ton-m)	My (Ton-m)
10	11	-12.434588	13.158063	26.8601257
	12	18.0376346	4.3616473	-2.0083276
	19	19.2191587	3.3119809	-1.1290093
	18	-24.822205	1.5804944	32.1624012
11	12	0.9683569	21.078478	-3.2567888
	13	7.9760903	19.403793	19.403793
	20	0.9683569	-3.2567888	21.0784779
	19	-9.9128041	-1.4476933	-1.4476933
12	13	4.8162453	2.1053932	-9.9844084
	14	-1.5628169	14.182415	2.1620802
	21	-10.080512	-6.1833652	1.8512986
	20	6.8270834	2.9092707	-11.4939635
13	15	90.9757952	6.1833652	1.8512986
	16	17.41046	2.3558458	13.9461617
	23	1.8932221	59.56615	13.1580628
	22	-110.27948	94.474022	0
14	16	18.0376346	-2.0083276	-4.3616473
	17	19.2191587	-1.1290093	-3.3119809
	24	-24.822205	32.162401	-1.5804944
	23	-12.434588	26.860126	-13.1580628
15	17	84.9310343	-0.7352782	0.7352782
	18	18.9735683	-1.5804944	-71.2328522
	25	-122.87817	86.939824	-86.9398242
	24	18.9735683	71.232852	1.5804944
16	18	18.9735683	-1.5804944	71.2328522
	19	84.9310343	-0.7352782	-0.7352782
	26	18.9735683	71.232852	-1.5804944
	25	-122.87817	86.939824	86.9398242
17	19	19.2191587	-1.1290093	3.3119809
	20	18.0376346	-2.0083276	4.3616473
	27	-12.434588	26.860126	13.1580628
	26	-24.822205	32.162401	1.5804944
18	20	17.41046	2.3558458	-13.9461617
	21	90.9757952	6.1833652	-1.8512986
	28	-110.27948	94.474022	0
	27	1.8932221	59.56615	-13.1580628
19	22	-110.27948	-94.474022	0
	23	1.8932221	-59.56615	13.1580628
	30	17.41046	-2.3558458	13.9461617
	29	90.9757952	-6.1833652	1.8512986
20	23	-12.434588	-26.860126	-13.1580628
	24	-24.822205	-32.162401	-1.5804944
	31	19.2191587	1.1290093	-3.3119809
	30	18.0376346	2.0083276	-4.3616473

Elementos	Nodos	Pz(T)	Mx (Ton-m)	My (Ton-m)
21	24	18.9735683	-71.232852	1.5804944
	25	-122.87817	-86.939824	-86.9398242
	32	18.9735683	1.5804944	-71.2328522
	31	84.9310343	0.7352782	0.7352782
22	25	-122.87817	-86.939824	86.9398242
	26	18.9735683	-71.232852	-1.5804944
	33	84.9310343	0.7352782	-0.7352782
	32	18.9735683	1.5804944	71.2328522
23	26	-24.822205	-32.162401	1.5804944
	27	-12.434588	-26.860126	13.1580628
	34	18.0376346	2.0083276	4.3616473
	33	19.2191587	1.1290093	3.3119809
24	27	1.8932221	-59.56615	-13.1580628
	28	-110.27948	-94.474022	0
	35	90.9757952	-6.1833652	-1.8512986
	34	17.41046	-2.3558458	-13.9461617
25	29	-10.080512	6.1833652	-1.8512986
	30	6.8270834	-2.9092707	11.4939635
	37	4.8162453	-2.1053932	9.9844084
	36	-1.5628169	-14.182415	-2.1620802
26	30	0.9683569	3.2567888	-21.0784779
	31	-9.9128041	1.4476933	1.4476933
	38	0.9683569	-21.078478	3.2567888
	37	7.9760903	-19.403793	-19.403793
27	31	19.2191587	-3.3119809	1.1290093
	32	-24.822205	-1.5804944	-32.1624012
	39	-12.434588	-13.158063	-26.8601257
	38	18.0376346	-4.3616473	2.0083276
28	32	-24.822205	-1.5804944	32.1624012
	33	19.2191587	-3.3119809	-1.1290093
	40	18.0376346	-4.3616473	-2.0083276
	39	-12.434588	-13.158063	26.8601257
29	33	-9.9128041	1.4476933	-1.4476933
	34	0.9683569	3.2567888	21.0784779
	41	7.9760903	-19.403793	19.403793
	40	0.9683569	-21.078478	-3.2567888
30	34	6.8270834	-2.9092707	-11.4939635
	35	-10.080512	6.1833652	1.8512986
	42	-1.5628169	-14.182415	2.1620802
	41	4.8162453	-2.1053932	-9.9844084
31	36	37.424697	14.182415	2.1620802
	37	-18.845182	11.524778	11.5247778
	44	37.424697	2.1620802	14.1824152
	43	-56.004212	0	0

Elementos	Nodos	Pz(T)	Mx (Ton-m)	My (Ton-m)
32	37	4.8162453	9.9844084	-2.1053932
	38	6.8270834	11.493964	-2.9092707
	45	-10.080512	-1.8512986	6.1833652
	44	-1.5628169	-2.1620802	-14.1824152
33	38	17.41046	13.946162	-2.3558458
	39	1.8932221	13.158063	-59.56615
	46	-110.27948	0	-94.4740217
34	45	90.9757952	1.8512986	-6.1833652
	39	1.8932221	13.158063	59.56615
	40	17.41046	13.946162	2.3558458
	47	90.9757952	1.8512986	6.1833652
35	46	-110.27948	0	94.4740217
	40	6.8270834	11.493964	2.9092707
	41	4.8162453	9.9844084	2.1053932
	48	-1.5628169	-2.1620802	14.1824152
36	47	-10.080512	-1.8512986	-6.1833652
	41	-18.845182	11.524778	-11.5247778
	42	37.424697	14.182415	-2.1620802
	49	-56.004212	0	0
	48	37.424697	2.1620802	-14.1824152

Área de refuerzo en los elementos.

Elementos	Nodos	Asxi(cm ² / m)	Asxs(cm ² / m)	Asyi(cm ² / m)	Asys(cm ² / m)
1	1	0	0	0	0
	2	0	0	30.5833977	3.9847671
	9	3.9847671	0	0	23.8227141
	8	23.8227141	0	23.8227141	3.9847671
2	2	0	4.2800776	0	7.7365407
	3	7.7365407	8.5562269	25.6956536	0
	10	0	6.5415469	10.7545234	0
3	9	0	0	15.2798079	0
	3	0	11.9120653	3.4011429	0
	4	0	-58.5657341	0	0
	11	0	0	-13.0340646	0
4	10	0	0	27.8950114	0
	4	-58.5657341	0	0	0
	5	0	0	11.9120653	3.4011429
	12	3.4011429	0	0	4.3505778
5	11	4.3505778	0	29.9532652	-13.0340646
	5	8.5562269	25.6956536	0	6.5415469
	6	6.5415469	0	4.2800776	0
	13	0	7.7365407	0	7.5161232
6	12	7.5161232	30.90216	42.4551034	10.7545234
	6	0	30.5833977	3.9847671	0
	7	0	0	0	0
	14	0	0	3.9847671	0

Elementos	Nodos	Asxi(cm ² / m)	Asxs(cm ² / m)	Asyi(cm ² / m)	Asys(cm ² / m)
7	13	0	0	30.5833977	0
	8	0	7.7365407	0	4.2800776
	9	4.2800776	30.90216	42.4551034	0
	16	0	7.5161232	0	15.2798079
	15	15.2798079	10.7545234	0	0
8	9	0	-11.800718	0	-11.800718
	10	-11.800718	0	12.2381637	0
	17	0	-16.1476288	0	5.0359843
	16	5.0359843	0	5.0359843	0
9	10	7.1412734	0	0	17.3873619
	11	17.3873619	-29.367674	0	0
	18	0	8.1370151	-39.8153565	0
	17	0	5.5258674	0	3.8811783
10	11	-29.367674	0	0	8.1370151
	12	8.1370151	7.1412734	0	0
	19	0	17.3873619	3.8811783	0
	18	0	12.4790498	0	-39.8153565
11	12	0	12.2381637	0	-16.1476288
	13	-16.1476288	0	-11.800718	0
	20	0	-11.800718	0	-16.1476288
	19	-16.1476288	0	12.2381637	0
	13	30.90216	42.4551034	0	7.5161232
12	14	7.5161232	0	7.7365407	0
	21	0	4.2800776	0	6.5415469
	20	6.5415469	8.5562269	25.6956536	0
	15	3.4011429	0	0	11.9120653
	16	11.9120653	0	29.9532652	0
13	23	0	4.3505778	0	27.8950114
	22	27.8950114	-13.0340646	0	0
	16	0	17.3873619	7.1412734	0
	17	0	12.4790498	0	3.8811783
	24	3.8811783	0	5.5258674	0
14	23	0	-39.8153565	0	0
	17	1.3358014	0	1.3358014	0
	18	0	-30.1313234	0	2.8956583
	25	2.8956583	0	-49.9666885	0
	24	0	-49.9666885	0	2.8956583
15	18	-30.1313234	0	2.8956583	0
	19	0	1.3358014	0	1.3358014
	26	1.3358014	0	2.8956583	0
	25	0	-30.1313234	0	-49.9666885
	19	12.4790498	0	3.8811783	0
16	20	0	0	17.3873619	7.1412734
	27	7.1412734	0	0	8.1370151
	26	8.1370151	-29.367674	0	5.5258674
	20	0	29.9532652	0	4.3505778
	21	4.3505778	3.4011429	0	0
17	28	0	11.9120653	0	0
	27	0	-58.5657341	0	0
	22	0	0	-58.5657341	0
	23	0	0	27.8950114	-13.0340646
	30	-13.0340646	0	0	29.9532652

Elementos	Nodos	Asxi(cm ² / m)	Asxs(cm ² / m)	Asyi(cm ² / m)	Asys(cm ² / m)
20	29	29.9532652	0	4.3505778	3.4011429
	23	0	8.1370151	-29.367674	0
	24	0	5.5258674	0	-39.8153565
	31	-39.8153565	0	12.4790498	0
	30	0	3.8811783	0	0
21	24	2.8956583	0	-30.1313234	0
	25	0	-49.9666885	0	-49.9666885
	32	-49.9666885	0	-30.1313234	0
	31	0	2.8956583	0	1.3358014
22	25	-49.9666885	0	-49.9666885	0
	26	0	2.8956583	0	-30.1313234
	33	-30.1313234	0	1.3358014	0
23	32	0	1.3358014	0	-30.1313234
	26	5.5258674	0	-39.8153565	0
	27	0	0	8.1370151	-29.367674
	34	-29.367674	0	0	17.3873619
24	33	17.3873619	7.1412734	0	12.4790498
	27	0	27.8950114	-13.0340646	0
	28	0	0	0	-58.5657341
	35	-58.5657341	0	3.4011429	0
	34	0	0	11.9120653	0
25	29	0	6.5415469	8.5562269	25.6956536
	30	25.6956536	0	15.2798079	10.7545234
	37	10.7545234	0	30.90216	42.4551034
	36	42.4551034	0	7.5161232	0
	30	0	-16.1476288	0	12.2381637
26	31	12.2381637	0	5.0359843	0
	38	0	5.0359843	0	12.2381637
	37	12.2381637	0	-16.1476288	0
	31	3.8811783	0	12.4790498	0
	32	0	-39.8153565	0	5.5258674
27	39	5.5258674	0	-29.367674	0
	38	0	0	8.1370151	7.1412734
	32	-39.8153565	0	5.5258674	0
	33	0	3.8811783	0	12.4790498
	40	12.4790498	0	7.1412734	0
28	39	0	0	17.3873619	-29.367674
	33	0	5.0359843	0	5.0359843
	34	5.0359843	0	-16.1476288	0
	41	0	12.2381637	0	-11.800718
	40	-11.800718	0	-11.800718	0
29	34	0	15.2798079	10.7545234	0
	35	0	0	6.5415469	8.5562269
	42	8.5562269	25.6956536	0	7.7365407
	41	7.7365407	0	4.2800776	30.90216
	36	3.9847671	0	0	30.5833977
30	37	30.5833977	0	23.8227141	0
	44	0	23.8227141	0	30.5833977
	43	30.5833977	3.9847671	0	0
	37	0	7.5161232	30.90216	42.4551034
	38	42.4551034	10.7545234	0	0
31	45	0	15.2798079	8.5562269	25.6956536

Elementos	Nodos	Asxi(cm ² / m)	Asxs(cm ² / m)	Asyi(cm ² / m)	Asys(cm ² / m)
33	44	25.6956536	0	6.5415469	0
	38	0	4.3505778	0	29.9532652
	39	29.9532652	-13.0340646	0	0
	46	0	27.8950114	-58.5657341	0
	45	0	0	0	0
34	39	-13.0340646	0	0	27.8950114
	40	27.8950114	0	4.3505778	0
	47	0	29.9532652	0	11.9120653
	46	11.9120653	3.4011429	0	-58.5657341
35	40	10.7545234	0	0	15.2798079
	41	15.2798079	0	7.5161232	30.90216
	48	30.90216	42.4551034	0	4.2800776
	47	4.2800776	0	7.7365407	8.5562269
36	41	0	23.8227141	0	23.8227141
	42	23.8227141	3.9847671	0	0
	49	0	30.5833977	0	0
	48	0	0	0	0

Envolvente de áreas de refuerzo en los nodos.

Nodos	Asxi(cm ² / m)	Asxs(cm ² / m)	Asyi(cm ² / m)	Asys(cm ² / m)
1	0	0	0	0
2	0	30.5833977	3.9847671	7.7365407
3	8.5562269	25.6956536	3.4011429	6.5415469
4	0	0	0	0
5	8.5562269	25.6956536	3.4011429	6.5415469
6	0	30.5833977	3.9847671	7.7365407
7	0	0	0	0
8	3.9847671	7.7365407	0	30.5833977
9	30.90216	42.4551034	30.90216	42.4551034
10	10.7545234	12.2381637	0	29.9532652
11	0	0	0	27.8950114
12	10.7545234	12.2381637	0	29.9532652
13	30.90216	42.4551034	30.90216	42.4551034
14	3.9847671	7.7365407	0	30.5833977
15	3.4011429	6.5415469	8.5562269	25.6956536
16	0	29.9532652	10.7545234	12.2381637
17	12.4790498	5.0359843	12.4790498	5.0359843
18	0	0	5.5258674	0
19	12.4790498	5.0359843	12.4790498	5.0359843
20	0	29.9532652	10.7545234	12.2381637
21	3.4011429	6.5415469	8.5562269	25.6956536
22	0	0	0	0
23	0	27.8950114	0	0
24	5.5258674	0	0	0

Nodos	Asxi(cm² / m)	Asxs(cm² / m)	Asyi(cm² / m)	Asys(cm² / m)
25	0	0	0	0
26	5.5258674	0	0	0
27	0	27.8950114	0	0
28	0	0	0	0
29	3.4011429	6.5415469	8.5562269	25.6956536
30	0	29.9532652	10.7545234	12.2381637
31	12.4790498	5.0359843	12.4790498	5.0359843
32	0	0	5.5258674	0
33	12.4790498	5.0359843	12.4790498	5.0359843
34	0	29.9532652	10.7545234	12.2381637
35	3.4011429	6.5415469	8.5562269	25.6956536
36	3.9847671	7.7365407	0	30.5833977
37	30.90216	42.4551034	30.90216	42.4551034
38	10.7545234	12.2381637	0	29.9532652
39	0	0	0	27.8950114
40	10.7545234	12.2381637	0	29.9532652
41	30.90216	42.4551034	30.90216	42.4551034
42	3.9847671	7.7365407	0	30.5833977
43	0	0	0	0
44	0	30.5833977	3.9847671	7.7365407
45	8.5562269	25.6956536	3.4011429	6.5415469
46	0	0	0	0
47	8.5562269	25.6956536	3.4011429	6.5415469
48	0	30.5833977	3.9847671	7.7365407
49	0	0	0	0

Esfuerzos efectivos iniciales.

Capa	σ'_{xx}(T/m²)	σ'_{yy}(T/m²)	σ'_{zz}(T/m²)
1	1.008	1.008	1.8
2	3.498	3.498	6.6
3	8.296	8.296	13.6

Suelo: esfuerzo xx

Nodo	Capa 1 Ton/m²	Capa 2 Ton/m²	Capa 3 Ton/m²
1	1.9464312	0.4089688	0.0840112
2	3.1683795	0.9177581	0.2457829
3	3.3083617	0.9207074	0.2343457
4	3.4718329	0.9665662	0.2414347
5	3.3083617	0.9207074	0.2343457
6	3.1683795	0.9177581	0.2457829
7	1.9464312	0.4089688	0.0840112
8	3.1683795	0.9177581	0.2457829

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
9	2.6757681	0.499833	0.0959785
10	3.8358947	0.9304625	0.206311
11	3.7787966	0.9509411	0.20967
12	3.8358947	0.9304625	0.206311
13	2.6757681	0.499833	0.0959785
14	3.1683795	0.9177581	0.2457829
15	3.3083617	0.9207074	0.2343457
16	3.8358947	0.9304625	0.206311
17	2.6187483	0.4553303	0.0761697
18	4.3655764	0.965764	0.1580406
19	2.6187483	0.4553303	0.0761697
20	3.8358947	0.9304625	0.206311
21	3.3083617	0.9207074	0.2343457
22	3.4718329	0.9665662	0.2414347
23	3.7787966	0.9509411	0.20967
24	4.3655764	0.965764	0.1580406
25	0.651486	0.0628371	0.0094901
26	4.3655764	0.965764	0.1580406
27	3.7787966	0.9509411	0.20967
28	3.4718329	0.9665662	0.2414347
29	3.3083617	0.9207074	0.2343457
30	3.8358947	0.9304625	0.206311
31	2.6187483	0.4553303	0.0761697
32	4.3655764	0.965764	0.1580406
33	2.6187483	0.4553303	0.0761697
34	3.8358947	0.9304625	0.206311
35	3.3083617	0.9207074	0.2343457
36	3.1683795	0.9177581	0.2457829
37	2.6757681	0.499833	0.0959785
38	3.8358947	0.9304625	0.206311
39	3.7787966	0.9509411	0.20967
40	3.8358947	0.9304625	0.206311
41	2.6757681	0.499833	0.0959785
42	3.1683795	0.9177581	0.2457829
43	1.9464312	0.4089688	0.0840112
44	3.1683795	0.9177581	0.2457829
45	3.3083617	0.9207074	0.2343457
46	3.4718329	0.9665662	0.2414347
47	3.3083617	0.9207074	0.2343457
48	3.1683795	0.9177581	0.2457829
49	1.9464312	0.4089688	0.0840112

Suelo: esfuerzo yy

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
1	1.5997327	0.8903161	0.2958892
2	1.244045	0.4041366	0.1147414
3	1.9460647	0.4715504	0.0920012
4	2.0214327	0.4345163	0.081897
5	1.9460647	0.4715504	0.0920012
6	1.244045	0.4041366	0.1147414
7	1.5997327	0.8903161	0.2958892
8	1.244045	0.4041366	0.1147414
9	2.7943162	0.8379827	0.2414616
10	2.5801954	0.4774951	0.090785
11	2.9927214	0.4667657	0.0838851
12	2.5801954	0.4774951	0.090785
13	2.7943162	0.8379827	0.2414616
14	1.244045	0.4041366	0.1147414
15	1.9460647	0.4715504	0.0920012
16	2.5801954	0.4774951	0.090785
17	4.8222693	1.0406115	0.1703807
18	3.4730013	0.5429334	0.0841028
19	4.8222693	1.0406115	0.1703807
20	2.5801954	0.4774951	0.090785
21	1.9460647	0.4715504	0.0920012
22	2.0214327	0.4345163	0.081897
23	2.9927214	0.4667657	0.0838851
24	3.4730013	0.5429334	0.0841028
25	7.4185242	-1.5846357	-0.2471531
26	3.4730013	0.5429334	0.0841028
27	2.9927214	0.4667657	0.0838851
28	2.0214327	0.4345163	0.081897
29	1.9460647	0.4715504	0.0920012
30	2.5801954	0.4774951	0.090785
31	4.8222693	1.0406115	0.1703807
32	3.4730013	0.5429334	0.0841028
33	4.8222693	1.0406115	0.1703807
34	2.5801954	0.4774951	0.090785
35	1.9460647	0.4715504	0.0920012
36	1.244045	0.4041366	0.1147414
37	2.7943162	0.8379827	0.2414616
38	2.5801954	0.4774951	0.090785
39	2.9927214	0.4667657	0.0838851
40	2.5801954	0.4774951	0.090785
41	2.7943162	0.8379827	0.2414616
42	1.244045	0.4041366	0.1147414

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
43	1.5997327	0.8903161	0.2958892
44	1.244045	0.4041366	0.1147414
45	1.9460647	0.4715504	0.0920012
46	2.0214327	0.4345163	0.081897
47	1.9460647	0.4715504	0.0920012
48	1.244045	0.4041366	0.1147414
49	1.5997327	0.8903161	0.2958892

Suelo: esfuerzo zz.

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
1	5.4948144	2.2884238	1.367268
2	6.044211	2.6251479	1.4727077
3	6.4483878	3.1250094	1.6459953
4	6.0387838	3.1627465	1.6607635
5	6.4483878	3.1250094	1.6459953
6	6.044211	2.6251479	1.4727077
7	5.4948144	2.2884238	1.367268
8	6.044211	2.6251479	1.4727077
9	6.593994	3.0134077	1.5880053
10	6.9043596	3.5801862	1.7775105
11	6.1851493	3.6220382	1.7936582
12	6.9043596	3.5801862	1.7775105
13	6.593994	3.0134077	1.5880053
14	6.044211	2.6251479	1.4727077
15	6.4483878	3.1250094	1.6459953
16	6.9043596	3.5801862	1.7775105
17	6.5427682	4.2256536	1.993634
18	5.6285358	4.2716028	2.0120417
19	6.5427682	4.2256536	1.993634
20	6.9043596	3.5801862	1.7775105
21	6.4483878	3.1250094	1.6459953
22	6.0387838	3.1627465	1.6607635
23	6.1851493	3.6220382	1.7936582
24	5.6285358	4.2716028	2.0120417
25	5.0242503	-4.3177229	-2.030641
26	5.6285358	4.2716028	2.0120417
27	6.1851493	3.6220382	1.7936582
28	6.0387838	3.1627465	1.6607635
29	6.4483878	3.1250094	1.6459953
30	6.9043596	3.5801862	1.7775105
31	6.5427682	4.2256536	1.993634
32	5.6285358	4.2716028	2.0120417

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
33	6.5427682	4.2256536	1.993634
34	6.9043596	3.5801862	1.7775105
35	6.4483878	3.1250094	1.6459953
36	6.044211	2.6251479	1.4727077
37	6.593994	3.0134077	1.5880053
38	6.9043596	3.5801862	1.7775105
39	6.1851493	3.6220382	1.7936582
40	6.9043596	3.5801862	1.7775105
41	6.593994	3.0134077	1.5880053
42	6.044211	2.6251479	1.4727077
43	5.4948144	2.2884238	1.367268
44	6.044211	2.6251479	1.4727077
45	6.4483878	3.1250094	1.6459953
46	6.0387838	3.1627465	1.6607635
47	6.4483878	3.1250094	1.6459953
48	6.044211	2.6251479	1.4727077
49	5.4948144	2.2884238	1.367268

Suelo: esfuerzo xy

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
1	-35.5427319	-36.2980546	-36.9151764
2	0.3649415	0.3097831	0.1945066
3	-0.0700413	0.0939696	0.0673021
4	0	0	0
5	0.0700413	-0.0939696	-0.0673021
6	-0.3649415	-0.3097831	-0.1945066
7	35.5427319	36.2980546	36.9151764
8	0.3649415	0.3097831	0.1945066
9	4.2483751	1.752739	0.9004473
10	0.6704265	0.3203059	0.1525349
11	0	0	0
12	-0.6704265	-0.3203059	-0.1525349
13	-4.2483751	-1.752739	-0.9004473
14	-0.3649415	-0.3097831	-0.1945066
15	-0.0700413	0.0939696	0.0673021
16	0.6704265	0.3203059	0.1525349
17	3.5616018	1.9006823	0.7771313
18	0	0	0
19	-3.5616018	-1.9006823	-0.7771313
20	-0.6704265	-0.3203059	-0.1525349
21	0.0700413	-0.0939696	-0.0673021
22	0	0	0

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
23	0	0	0
24	0	0	0
25	0	0	0
26	0	0	0
27	0	0	0
28	0	0	0
29	0.0700413	-0.0939696	-0.0673021
30	-0.6704265	-0.3203059	-0.1525349
31	-3.5616018	-1.9006823	-0.7771313
32	0	0	0
33	3.5616018	1.9006823	0.7771313
34	0.6704265	0.3203059	0.1525349
35	-0.0700413	0.0939696	0.0673021
36	-0.3649415	-0.3097831	-0.1945066
37	-4.2483751	-1.752739	-0.9004473
38	-0.6704265	-0.3203059	-0.1525349
39	0	0	0
40	0.6704265	0.3203059	0.1525349
41	4.2483751	1.752739	0.9004473
42	0.3649415	0.3097831	0.1945066
43	35.5427319	36.2980546	36.9151764
44	-0.3649415	-0.3097831	-0.1945066
45	0.0700413	-0.0939696	-0.0673021
46	0	0	0
47	-0.0700413	0.0939696	0.0673021
48	0.3649415	0.3097831	0.1945066
49	-35.5427319	-36.2980546	-36.9151764

Suelo: esfuerzo xz

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
1	-2.1057966	-0.7818501	-0.2963997
2	0.1318639	-0.5088912	-0.2696901
3	0.2938611	-0.0577272	-0.0504783
4	0	0	0
5	-0.2938611	0.0577272	0.0504783
6	-0.1318639	0.5088912	0.2696901
7	2.1057966	0.7818501	0.2963997
8	-3.1293617	-1.2280537	-0.5060234
9	-0.0406141	-0.2723687	-0.1162668
10	0.4770164	-0.0409986	-0.0447349
11	0	0	0
12	-0.4770164	0.0409986	0.0447349

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
13	0.0406141	0.2723687	0.1162668
14	3.1293617	1.2280537	0.5060234
15	-3.2655961	-1.3131684	-0.5068727
16	0.662206	-0.5698614	-0.2989938
17	0.7235679	-0.0308153	-0.0218464
18	0	0	0
19	-0.7235679	0.0308153	0.0218464
20	-0.662206	0.5698614	0.2989938
21	3.2655961	1.3131684	0.5068727
22	-3.3365526	-1.3768063	-0.5236479
23	0.9429579	-0.5826446	-0.3080586
24	0.6976424	-0.0914961	-0.0772496
25	0	0	0
26	-0.6976424	0.0914961	0.0772496
27	-0.9429579	0.5826446	0.3080586
28	3.3365526	1.3768063	0.5236479
29	-3.2655961	-1.3131684	-0.5068727
30	0.662206	-0.5698614	-0.2989938
31	0.7235679	-0.0308153	-0.0218464
32	0	0	0
33	-0.7235679	0.0308153	0.0218464
34	-0.662206	0.5698614	0.2989938
35	3.2655961	1.3131684	0.5068727
36	-3.1293617	-1.2280537	-0.5060234
37	-0.0406141	-0.2723687	-0.1162668
38	0.4770164	-0.0409986	-0.0447349
39	0	0	0
40	-0.4770164	0.0409986	0.0447349
41	0.0406141	0.2723687	0.1162668
42	3.1293617	1.2280537	0.5060234
43	-2.1057966	-0.7818501	-0.2963997
44	0.1318639	-0.5088912	-0.2696901
45	0.2938611	-0.0577272	-0.0504783
46	0	0	0
47	-0.2938611	0.0577272	0.0504783
48	-0.1318639	0.5088912	0.2696901
49	2.1057966	0.7818501	0.2963997

Suelo: esfuerzo yz

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
1	1.3243128	0.9433315	0.4918451
2	1.6582222	0.6675462	0.2909328
3	1.885413	0.9010128	0.3085934
4	2.2090436	0.9088741	0.3029972
5	1.885413	0.9010128	0.3085934
6	1.6582222	0.6675462	0.2909328
7	1.3243128	0.9433315	0.4918451
8	0.1402134	0.5079657	0.2520514
9	-0.2351924	0.8483803	0.4208285
10	0.2375502	0.7383769	0.2680517
11	0.5347433	0.7735711	0.2690457
12	0.2375502	0.7383769	0.2680517
13	-0.2351924	0.8483803	0.4208285
14	0.1402134	0.5079657	0.2520514
15	-0.2049335	0.1423614	0.0799578
16	-0.3518419	0.1898798	0.0937886
17	-0.4261366	0.2415957	0.131031
18	-0.568908	0.1813745	0.0777121
19	-0.4261366	0.2415957	0.131031
20	-0.3518419	0.1898798	0.0937886
21	-0.2049335	0.1423614	0.0799578
22	0	0	0
23	0	0	0
24	0	0	0
25	0	0	0
26	0	0	0
27	0	0	0
28	0	0	0
29	0.2049335	-0.1423614	-0.0799578
30	0.3518419	-0.1898798	-0.0937886
31	0.4261366	-0.2415957	-0.131031
32	0.568908	-0.1813745	-0.0777121
33	0.4261366	-0.2415957	-0.131031
34	0.3518419	-0.1898798	-0.0937886
35	0.2049335	-0.1423614	-0.0799578
36	-0.1402134	-0.5079657	-0.2520514
37	0.2351924	-0.8483803	-0.4208285
38	-0.2375502	-0.7383769	-0.2680517
39	-0.5347433	-0.7735711	-0.2690457
40	-0.2375502	-0.7383769	-0.2680517
41	0.2351924	-0.8483803	-0.4208285
42	-0.1402134	-0.5079657	-0.2520514

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
43	-1.3243128	-0.9433315	-0.4918451
44	-1.6582222	-0.6675462	-0.2909328
45	-1.885413	-0.9010128	-0.3085934
46	-2.2090436	-0.9088741	-0.3029972
47	-1.885413	-0.9010128	-0.3085934
48	-1.6582222	-0.6675462	-0.2909328
49	-1.3243128	-0.9433315	-0.4918451

Suelo: esfuerzos mayores.

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
1	37.5002709	36.9914031	37.1139756
2	6.5775477	2.897349	1.5717921
3	7.1502213	3.402343	1.7059621
4	7.0158496	3.4377964	1.7169141
5	7.1502213	3.402343	1.7059621
6	6.5775477	2.897349	1.5717921
7	37.5002709	36.9914031	37.1139756
8	8.0511213	3.3005453	1.6738896
9	7.0656399	3.3600648	1.7252347
10	7.0029769	3.7472777	1.8193555
11	6.2723395	3.8014871	1.8349952
12	7.0029769	3.7472777	1.8193555
13	7.0656399	3.3600648	1.7252347
14	8.0511213	3.3005453	1.6738896
15	8.5046093	3.7396984	1.8109365
16	7.0512903	3.7021747	1.8349046
17	7.4577297	4.2485792	2.0037095
18	5.7694722	4.2804047	2.0151691
19	7.4577297	4.2485792	2.0037095
20	7.0512903	3.7021747	1.8349046
21	8.5046093	3.7396984	1.8109365
22	8.330206	3.8257349	1.8330462
23	6.5106335	3.7435979	1.851461
24	5.938051	4.2741332	2.0152548
25	7.4185242	0.0628371	0.0094901
26	5.938051	4.2741332	2.0152548
27	6.5106335	3.7435979	1.851461
28	8.330206	3.8257349	1.8330462
29	8.5046093	3.7396984	1.8109365
30	7.0512903	3.7021747	1.8349046
31	7.4577297	4.2485792	2.0037095
32	5.7694722	4.2804047	2.0151691

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
33	7.4577297	4.2485792	2.0037095
34	7.0512903	3.7021747	1.8349046
35	8.5046093	3.7396984	1.8109365
36	8.0511213	3.3005453	1.6738896
37	7.0656399	3.3600648	1.7252347
38	7.0029769	3.7472777	1.8193555
39	6.2723395	3.8014871	1.8349952
40	7.0029769	3.7472777	1.8193555
41	7.0656399	3.3600648	1.7252347
42	8.0511213	3.3005453	1.6738896
43	37.5002709	36.9914031	37.1139756
44	6.5775477	2.897349	1.5717921
45	7.1502213	3.402343	1.7059621
46	7.0158496	3.4377964	1.7169141
47	7.1502213	3.402343	1.7059621
48	6.5775477	2.897349	1.5717921
49	37.5002709	36.9914031	37.1139756

Suelo: esfuerzos menores.

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
1	-33.7776985	-35.6495299	-36.7258739
2	0.6882424	-0.0007748	-0.1224124
3	1.2473409	0.1791414	0.0076679
4	1.044367	0.1594663	0.0257463
5	1.2473409	0.1791414	0.0076679
6	0.6882424	-0.0007748	-0.1224124
7	-33.7776985	-35.6495299	-36.7258739
8	0.817755	-0.1859912	-0.1874304
9	-1.5160359	-1.2340878	-0.7931021
10	2.2893533	0.174067	-0.0483837
11	2.9055313	0.2873168	0.0425481
12	2.2893533	0.174067	-0.0483837
13	-1.5160359	-1.2340878	-0.7931021
14	0.817755	-0.1859912	-0.1874304
15	1.2159994	0.2227859	-0.0083233
16	2.214426	0.2522648	-0.0499538
17	-0.1124574	-1.181154	-0.6595012
18	3.3320649	0.5341315	0.0809754
19	-0.1124574	-1.181154	-0.6595012
20	2.214426	0.2522648	-0.0499538
21	1.2159994	0.2227859	-0.0083233
22	1.1804108	0.3035778	0.0691519

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
23	2.9927214	0.4667657	0.0838851
24	3.4730013	0.5429334	0.0841028
25	0.651486	-4.3177229	-2.030641
26	3.4730013	0.5429334	0.0841028
27	2.9927214	0.4667657	0.0838851
28	1.1804108	0.3035778	0.0691519
29	1.2159994	0.2227859	-0.0083233
30	2.214426	0.2522648	-0.0499538
31	-0.1124574	-1.181154	-0.6595012
32	3.3320649	0.5341315	0.0809754
33	-0.1124574	-1.181154	-0.6595012
34	2.214426	0.2522648	-0.0499538
35	1.2159994	0.2227859	-0.0083233
36	0.817755	-0.1859912	-0.1874304
37	-1.5160359	-1.2340878	-0.7931021
38	2.2893533	0.174067	-0.0483837
39	2.9055313	0.2873168	0.0425481
40	2.2893533	0.174067	-0.0483837
41	-1.5160359	-1.2340878	-0.7931021
42	0.817755	-0.1859912	-0.1874304
43	-33.7776985	-35.6495299	-36.7258739
44	0.6882424	-0.0007748	-0.1224124
45	1.2473409	0.1791414	0.0076679
46	1.044367	0.1594663	0.0257463
47	1.2473409	0.1791414	0.0076679
48	0.6882424	-0.0007748	-0.1224124
49	-33.7776985	-35.6495299	-36.7258739

ANEXO 3

EJEMPLO 3

ARCHIVO DE DATOS DE ENTRADA DEL EJEMPLO 3.

UNIDADES

5 4

TITULOS

EJEMPLO 3

LEIXER

RIVERO L.

PLACA ESTRUCTURA

SUPERIOR

DATOS GENERALES

25 16 4 3 0

CONCRETO

	2100	2000000	0.2	2.4		
DISEÑO						
	1.5	42000	20394320	0.03	0.03	
NODOS						
CARGAS						
	1	0	0	0	0	0
	2	2	0	0	0	0
	3	4	0	0	0	0
	4	6	0	0	0	0
	5	8	0	0	0	0
	6	0	2	0	0	0
	7	2	2	-8.8	0.26989	-0.26989
	8	4	2	0	0	0
	9	6	2	-8.8	0.26989	0.26989
	10	8	2	0	0	0
	11	0	4	0	0	0
	12	2	4	0	0	0
	13	4	4	0	0	0
	14	6	4	0	0	0
	15	8	4	0	0	0
	16	0	6	0	0	0
	17	2	6	-8.8	-0.26989	-0.26989
	18	4	6	0	0	0
	19	6	6	-8.8	-0.26989	0.26989
	20	8	6	0	0	0
	21	0	8	0	0	0
	22	2	8	0	0	0
	23	4	8	0	0	0
	24	6	8	0	0	0
	25	8	8	0	0	0
ELEMENTOS						
ESPEORES						
	1	1	2	7	6	0.15
	2	2	3	8	7	0.15
	3	3	4	9	8	0.15
	4	4	5	10	9	0.15
	5	6	7	12	11	0.15
	6	7	8	13	12	0.15
	7	8	9	14	13	0.15
	8	9	10	15	14	0.15
	9	11	12	17	16	0.15
	10	12	13	18	17	0.15
	11	13	14	19	18	0.15
	12	14	15	20	19	0.15
	13	16	17	22	21	0.15

	14	17	18	23	22	0.15			
	15	18	19	24	23	0.15			
	16	19	20	25	24	0.15			
NODOS ES									
	7								
	9								
	17								
	19								
RIGIDEZ ES									
	964.413	21.312	-21.312	21.31199	3380.30253	-244.44449	-21.31199	-244.44449	3380.30253
	-815.7904	275.9331	-21.312	275.93311	-350.28569	-244.44449	21.31199	244.44449	-1524.14312
	-815.7904	21.312	-275.9331	-21.31199	-1524.14312	244.44449	-275.93311	-244.44449	-350.28569
	667.1679	275.9331	-275.9331	-275.93311	-316.89333	244.44449	275.93311	244.44449	-316.89333
	-815.7904	275.9331	21.312	275.93311	-350.28569	244.44449	-21.31199	-244.44449	-1524.14312
	964.413	21.312	21.312	21.31199	3380.30253	244.44449	21.31199	244.44449	3380.30253
	667.1679	275.9331	275.9331	-275.93311	-316.89333	-244.44449	-275.93311	-244.44449	-316.89333
	-815.7904	21.312	275.9331	-21.31199	-1524.14312	-244.44449	275.93311	244.44449	-350.28569
	-815.7904	-21.312	-275.9331	21.31199	-1524.14312	-244.44449	-275.93311	244.44449	-350.28569
	667.1679	-275.9331	-275.9331	275.93311	-316.89333	-244.44449	275.93311	-244.44449	-316.89333
	964.413	-21.312	-21.312	-21.31199	3380.30253	244.44449	-21.31199	244.44449	3380.30253
	-815.7904	-275.9331	-21.312	-275.93311	-350.28569	244.44449	21.31199	-244.44449	-1524.14312
	667.1679	-275.9331	275.9331	275.93311	-316.89333	244.44449	-275.93311	244.44449	-316.89333
	-815.7904	-21.312	275.9331	21.31199	-1524.14312	244.44449	275.93311	-244.44449	-350.28569
	-815.7904	-275.9331	21.312	-275.93311	-350.28569	-244.44449	-21.31199	244.44449	-1524.14312
	964.413	-21.312	21.312	-21.31199	3380.30253	-244.44449	21.31199	-244.44449	3380.30253
SUELO									
	3	1.6	238	0.36	0.56		100		
	6	1.7	238	0.36	0.56		100		
	8	1.7	223	0.37	0.59		100		

ANEXO C. ARCHIVO DE DATOS DE SALIDA DEL EJEMPLO 3.

Reacciones y módulo de los resortes.

Nodo	Rz(T)	K resorte (T/m)
1	0.9072146	87.3788075
2	2.0252462	146.7638308
3	1.9270741	133.5219017
4	2.0252462	146.7638308
5	0.9072146	87.3788075
6	2.0252462	146.7638308
7	4.0733695	221.6679525
8	2.8787766	158.1690413
9	4.0733695	221.6679525
10	2.0252462	146.7638308
11	1.9270741	133.5219017
12	2.8787766	158.1690413
13	2.8922839	150.9305838
14	2.8787766	158.1690413
15	1.9270741	133.5219017
16	2.0252462	146.7638308
17	4.0733695	221.6679525
18	2.8787766	158.1690413
19	4.0733695	221.6679525
20	2.0252462	146.7638308
21	0.9072146	87.3788075
22	2.0252462	146.7638308
23	1.9270741	133.5219017
24	2.0252462	146.7638308
25	0.9072146	87.3788075

Desplazamientos nodales.

Nodo	Wz(m)	Giro X (rad)	Giro Y (rad)
1	-0.0103825	-0.0021696	0.0021696
2	-0.0137994	-0.0029761	0.0011054
3	-0.0144326	-0.0023538	0.00E+00
4	-0.0137994	-0.0029761	-0.0011054
5	-0.0103825	-0.0021696	-0.0021696
6	-0.0137994	-0.0011054	0.0029761
7	-0.018376	-0.000355	0.000355
8	-0.0182006	-0.0013064	0.00E+00
9	-0.018376	-0.000355	-0.000355

Nodo	Wz(m)	Giro X (rad)	Giro Y (rad)
10	-0.0137994	-0.0011054	-0.0029761
11	-0.0144326	0.00E+00	0.0023538
12	-0.0182006	0.00E+00	0.0013064
13	-0.019163	0.00E+00	0.00E+00
14	-0.0182006	0.00E+00	-0.0013064
15	-0.0144326	0.00E+00	-0.0023538
16	-0.0137994	0.0011054	0.0029761
17	-0.018376	0.000355	0.000355
18	-0.0182006	0.0013064	0.00E+00
19	-0.018376	0.000355	-0.000355
20	-0.0137994	0.0011054	-0.0029761
21	-0.0103825	0.0021696	0.0021696
22	-0.0137994	0.0029761	0.0011054
23	-0.0144326	0.0023538	0.00E+00
24	-0.0137994	0.0029761	-0.0011054
25	-0.0103825	0.0021696	-0.0021696

Fuerzas internas en los elementos.

Elementos	Nodos	Pz(T)	Mx (Ton-m)	My (Ton-m)
1	1	0.5472146	0	0
	2	0.7633287	0.0149032	-0.8190506
	7	-2.073872	1.7871328	-1.7871328
	6	0.7633287	0.8190506	-0.0149032
2	2	0.5419175	-0.0149032	0.8190506
	3	0.603537	0.00E+00	0.0650175
	8	0.3697318	0.7020621	0.2654482
	7	-1.5151864	1.6037502	0.7970213
3	3	0.603537	0.00E+00	-0.0650175
	4	0.5419175	-0.0149032	-0.8190506
	9	-1.5151864	1.6037502	-0.7970213
	8	0.3697318	0.7020621	-0.2654482
4	4	0.7633287	0.0149032	0.8190506
	5	0.5472146	0	0
	10	0.7633287	0.8190506	0.0149032
	9	-2.073872	1.7871328	1.7871328
5	6	0.5419175	-0.8190506	0.0149032
	7	-1.5151864	-0.7970213	-1.6037502
	12	0.3697318	-0.2654482	-0.7020621
	11	0.603537	-0.0650175	0.00E+00
6	7	-1.0623839	-0.5947372	0.5947372
	8	0.3496565	-0.7020621	0.2009891
	13	0.363071	0.0723335	-0.0723335
	12	0.3496565	-0.2009891	0.7020621

Elementos	Nodos	Pz(T)	Mx (Ton-m)	My (Ton-m)
7	8	0.3496565	-0.7020621	-0.2009891
	9	-1.0623839	-0.5947372	-0.5947372
	14	0.3496565	-0.2009891	-0.7020621
8	13	0.363071	0.0723335	0.0723335
	9	-1.5151864	-0.7970213	1.6037502
	10	0.5419175	-0.8190506	-0.0149032
	15	0.603537	-0.0650175	0.00E+00
9	14	0.3697318	-0.2654482	0.7020621
	11	0.603537	0.0650175	0.00E+00
	12	0.3697318	0.2654482	-0.7020621
	17	-1.5151864	0.7970213	-1.6037502
10	16	0.5419175	0.8190506	0.0149032
	12	0.3496565	0.2009891	0.7020621
	13	0.363071	-0.0723335	-0.0723335
	18	0.3496565	0.7020621	0.2009891
11	17	-1.0623839	0.5947372	0.5947372
	13	0.363071	-0.0723335	0.0723335
	14	0.3496565	0.2009891	-0.7020621
	19	-1.0623839	0.5947372	-0.5947372
12	18	0.3496565	0.7020621	-0.2009891
	14	0.3697318	0.2654482	0.7020621
	15	0.603537	0.0650175	0.00E+00
	20	0.5419175	0.8190506	-0.0149032
13	19	-1.5151864	0.7970213	1.6037502
	16	0.7633287	-0.8190506	-0.0149032
	17	-2.073872	-1.7871328	-1.7871328
	22	0.7633287	-0.0149032	-0.8190506
14	21	0.5472146	0	0
	17	-1.5151864	-1.6037502	0.7970213
	18	0.3697318	-0.7020621	0.2654482
	23	0.603537	0.00E+00	0.0650175
15	22	0.5419175	0.0149032	0.8190506
	18	0.3697318	-0.7020621	-0.2654482
	19	-1.5151864	-1.6037502	-0.7970213
	24	0.5419175	0.0149032	-0.8190506
16	23	0.603537	0.00E+00	-0.0650175
	19	-2.073872	-1.7871328	1.7871328
	20	0.7633287	-0.8190506	0.0149032
	25	0.5472146	0	0
	24	0.7633287	-0.0149032	0.8190506

Fuerzas internas en los nodos conectados a la estructura superior.

Nodos	Pz(T)	Mx (Ton-m)	My (Ton-m)
7	-1.80E-06	-1.7292345	1.7292345

9	-1.80E-06	-1.7292345	-1.7292345
17	-1.80E-06	1.7292345	1.7292345
19	-1.80E-06	1.7292345	-1.7292345

Área de refuerzo en los elementos.

Elementos	Nodos	Asxi(cm ² / m)	Asxs(cm ² / m)	Asyi(cm ² / m)	Asys(cm ² / m)
1	1	0	0	0	0
	2	0	2.7845157	0	0
	7	0	0.0493068	6.2988001	0
	6	0	6.2988001	0	0
2	2	2.7845157	0	0.0493068	0
	3	0	0	0.2154601	0.00E+00
	8	0.00E+00	0	0	0.8854922
	7	0.8854922	2.3770287	0	2.7075219
3	3	0	0.2154601	0	0.00E+00
	4	0.00E+00	2.7845157	0	0.0493068
	9	0.0493068	0	2.7075219	0
	8	0	5.6121987	0	0
4	4	2.7845157	0	0	0.0493068
	5	0.0493068	0	0	0
	10	0	0	0	0.0493068
	9	0.0493068	2.7845157	0	6.2988001
5	6	0.0493068	0	2.7845157	0
	7	0	5.6121987	0	2.7075219
	12	2.7075219	0	2.3770287	0
	11	0	0	0.8854922	0
	7	2.0061821	0	2.0061821	0
6	8	0	0	0.6690348	2.3770287
	13	2.3770287	0	0.2397617	0
	12	0	0.2397617	0	2.3770287
	8	0	0.6690348	2.3770287	0
7	9	0	2.0061821	0	2.0061821
	14	2.0061821	0	2.3770287	0
	13	0	0	0.6690348	0.2397617
	9	5.6121987	0	2.7075219	0
8	10	0	0.0493068	0	2.7845157
	15	2.7845157	0	0.00E+00	0
	14	0	0	0.2154601	2.3770287
	11	0	0	0	0.2154601
	12	0.2154601	2.3770287	0	0
9	17	0	0.8854922	5.6121987	0
	16	0	2.7075219	0	0.0493068
	12	2.3770287	0	0	0.6690348
	12	2.3770287	0	0	0.6690348

Elementos	Nodos	Asxi(cm ² / m)	Asxs(cm ² / m)	Asyi(cm ² / m)	Asys(cm ² / m)
11	13	0.6690348	0.2397617	0	0.2397617
	18	0.2397617	0	0	0.6690348
	17	0.6690348	2.3770287	0	2.0061821
	13	0.2397617	0	0.2397617	0
	14	0	2.3770287	0	0
12	19	0	0.6690348	2.0061821	0
	18	0	2.0061821	0	0
	14	2.3770287	0	0	0.8854922
	15	0.8854922	0	0.00E+00	0
13	20	0	0.2154601	0.0493068	0
	19	0	2.7845157	0	5.6121987
	16	0	0.0493068	2.7845157	0
	17	0	6.2988001	0	6.2988001
	22	6.2988001	0	2.7845157	0
14	21	0	0	0.0493068	0
	17	2.7075219	0	5.6121987	0
	18	0	0	0.8854922	2.3770287
15	23	2.3770287	0	0	0.2154601
	22	0.2154601	0	0	2.7845157
	18	0	0.8854922	2.3770287	0
	19	0	2.7075219	0	5.6121987
	24	5.6121987	0	2.7845157	0
16	23	0	0.0493068	0	0
	19	6.2988001	0	6.2988001	0
	20	0	0	0.0493068	2.7845157
	25	2.7845157	0	0	0
	24	0	0	0	2.7845157

Envolvente de área de refuerzo en los nodos.

Nodos	Asxi(cm ² / m)	Asxs(cm ² / m)	Asyi(cm ² / m)	Asys(cm ² / m)
1	0	0	0	0
2	2.7845157	0	0.0493068	0.0493068
3	0	0.2154601	0.00E+00	0.00E+00
4	2.7845157	0	0.0493068	0.0493068
5	0	0	0	0
6	0.0493068	0.0493068	2.7845157	0
7	6.2988001	0	6.2988001	0
8	0	0.8854922	2.3770287	0
9	6.2988001	0	6.2988001	0

Nodos	Asxi(cm² / m)	Asxs(cm² / m)	Asyi(cm² / m)	Asys(cm² / m)
10	0.0493068	0.0493068	2.7845157	0
11	0	0	0	0.2154601
12	2.3770287	0	0	0.8854922
13	0.2397617	0	0.2397617	0
14	2.3770287	0	0	0.8854922
15	0.00E+00	0.00E+00	0	0.2154601
16	0.0493068	0.0493068	2.7845157	0
17	6.2988001	0	6.2988001	0
18	0	0.8854922	2.3770287	0
19	6.2988001	0	6.2988001	0
20	0.0493068	0.0493068	2.7845157	0
21	0	0	0	0
22	2.7845157	0	0.0493068	0.0493068
23	0	0.2154601	0	0
24	2.7845157	0	0.0493068	0.0493068
25	0	0	0	0

Suelo: esfuerzos efectivos iniciales.

Capa	σ'_{xx}(T/m²)	σ'_{yy}(T/m²)	σ'_{zz}(T/m²)
1	0.504	0.504	0.9
2	2.184	2.184	3.9
3	5.192	5.192	8.8

Suelo: esfuerzo xx.

Nodo	Capa 1 Ton/m²	Capa 2 Ton/m²	Capa 3 Ton/m²
1	0.179734	0.0570421	0.0103343
2	0.3106766	0.0759441	0.0118471
3	2.94E-01	7.90E-02	1.20E-02
4	0.3106766	0.0759441	0.0118471
5	0.179734	0.0570421	0.0103343
6	0.3106766	0.0759441	0.0118471
7	0.4315274	0.0674083	0.0077168
8	4.99E-01	7.21E-02	7.50E-03
9	0.4315274	0.0674083	0.0077168
10	0.3106766	0.0759441	0.0118471
11	2.94E-01	7.90E-02	1.20E-02
12	4.99E-01	7.21E-02	7.50E-03
13	4.13E-01	5.25E-02	4.42E-03
14	4.99E-01	7.21E-02	7.50E-03
15	2.94E-01	7.90E-02	1.20E-02
16	0.3106766	0.0759441	0.0118471

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
17	0.4315274	0.0674083	0.0077168
18	4.99E-01	7.21E-02	7.50E-03
19	0.4315274	0.0674083	0.0077168
20	0.3106766	0.0759441	0.0118471
21	0.179734	0.0570421	0.0103343
22	0.3106766	0.0759441	0.0118471
23	2.94E-01	7.90E-02	1.20E-02
24	0.3106766	0.0759441	0.0118471
25	0.179734	0.0570421	0.0103343

Suelo: esfuerzo yy.

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
1	0.1735556	0.0558467	0.0102695
2	0.2083238	0.0378715	0.0052839
3	2.74E-01	3.57E-02	3.73E-03
4	0.2083238	0.0378715	0.0052839
5	0.1735556	0.0558467	0.0102695
6	0.2083238	0.0378715	0.0052839
7	0.3364528	0.041387	0.0048713
8	3.55E-01	3.60E-02	3.30E-03
9	0.3364528	0.041387	0.0048713
10	0.2083238	0.0378715	0.0052839
11	2.74E-01	3.57E-02	3.73E-03
12	3.55E-01	3.60E-02	3.30E-03
13	5.08E-01	5.45E-02	4.45E-03
14	3.55E-01	3.60E-02	3.30E-03
15	2.74E-01	3.57E-02	3.73E-03
16	0.2083238	0.0378715	0.0052839
17	0.3364528	0.041387	0.0048713
18	3.55E-01	3.60E-02	3.30E-03
19	0.3364528	0.041387	0.0048713
20	0.2083238	0.0378715	0.0052839
21	0.1735556	0.0558467	0.0102695
22	0.2083238	0.0378715	0.0052839
23	2.74E-01	3.57E-02	3.73E-03
24	0.2083238	0.0378715	0.0052839
25	0.1735556	0.0558467	0.0102695

Suelo: esfuerzo zz.

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
1	0.2366662	0.1890793	0.0999832

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
2	0.4617175	0.257051	0.1133113
3	4.55E-01	2.82E-01	1.18E-01
4	0.4617175	0.257051	0.1133113
5	0.2366662	0.1890793	0.0999832
6	0.4617175	0.257051	0.1133113
7	0.8513101	0.3528228	0.128979
8	7.57E-01	3.88E-01	1.35E-01
9	0.8513101	0.3528228	0.128979
10	0.4617175	0.257051	0.1133113
11	4.55E-01	2.82E-01	1.18E-01
12	7.57E-01	3.88E-01	1.35E-01
13	7.38E-01	4.26E-01	1.41E-01
14	7.57E-01	3.88E-01	1.35E-01
15	4.55E-01	2.82E-01	1.18E-01
16	0.4617175	0.257051	0.1133113
17	0.8513101	0.3528228	0.128979
18	7.57E-01	3.88E-01	1.35E-01
19	0.8513101	0.3528228	0.128979
20	0.4617175	0.257051	0.1133113
21	0.2366662	0.1890793	0.0999832
22	0.4617175	0.257051	0.1133113
23	4.55E-01	2.82E-01	1.18E-01
24	0.4617175	0.257051	0.1133113
25	0.2366662	0.1890793	0.0999832

Suelo: esfuerzo xy.

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
1	-0.1583477	-0.2106115	-0.2529256
2	0.0264823	0.0347514	0.0159237
3	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
4	-0.0264823	-0.0347514	-0.0159237
5	0.1583477	0.2106115	0.2529256
6	0.0264823	0.0347514	0.0159237
7	0.0634613	0.0536322	0.020759
8	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
9	-0.0634613	-0.0536322	-0.020759
10	-0.0264823	-0.0347514	-0.0159237
11	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
12	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
15	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

16	-0.0264823	-0.0347514	-0.0159237
17	-0.0634613	-0.0536322	-0.020759
18	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
19	0.0634613	0.0536322	0.020759
20	0.0264823	0.0347514	0.0159237
21	0.1583477	0.2106115	0.2529256
22	-0.0264823	-0.0347514	-0.0159237
23	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
24	0.0264823	0.0347514	0.0159237
25	-0.1583477	-0.2106115	-0.2529256

Suelo: esfuerzo xz.

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
1	-0.1468486	-0.0831787	-0.0270315
2	-0.0266192	-0.0384412	-0.0135099
3	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
4	0.0266192	0.0384412	0.0135099
5	0.1468486	0.0831787	0.0270315
6	-0.2711844	-0.1122245	-0.0310171
7	-0.0263425	-0.0484054	-0.0131246
8	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
9	0.0263425	0.0484054	0.0131246
10	0.2711844	0.1122245	0.0310171
11	-2.58E-01	-1.18E-01	-3.15E-02
12	-2.56E-02	-5.68E-02	-1.52E-02
13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
14	2.56E-02	5.68E-02	1.52E-02
15	2.58E-01	1.18E-01	3.15E-02
16	-0.2711844	-0.1122245	-0.0310171
17	-0.0263425	-0.0484054	-0.0131246
18	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
19	0.0263425	0.0484054	0.0131246
20	0.2711844	0.1122245	0.0310171
21	-0.1468486	-0.0831787	-0.0270315
22	-0.0266192	-0.0384412	-0.0135099
23	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
24	0.0266192	0.0384412	0.0135099
25	0.1468486	0.0831787	0.0270315

Suelo: esfuerzo yz.

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
-------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
1	0.1446281	0.0809694	0.0266637
2	0.2290173	0.0754736	0.019377
3	2.67E-01	8.60E-02	1.83E-02
4	0.2290173	0.0754736	0.019377
5	0.1446281	0.0809694	0.0266637
6	0.0257817	0.0461612	0.0142732
7	0.0331718	0.0512322	0.013612
8	3.46E-02	5.11E-02	1.15E-02
9	0.0331718	0.0512322	0.013612
10	0.0257817	0.0461612	0.0142732
11	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
12	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
14	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
15	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
16	-0.0257817	-0.0461612	-0.0142732
17	-0.0331718	-0.0512322	-0.013612
18	-3.46E-02	-5.11E-02	-1.15E-02
19	-0.0331718	-0.0512322	-0.013612
20	-0.0257817	-0.0461612	-0.0142732
21	-0.1446281	-0.0809694	-0.0266637
22	-0.2290173	-0.0754736	-0.019377
23	-2.67E-01	-8.60E-02	-1.83E-02
24	-0.2290173	-0.0754736	-0.019377
25	-0.1446281	-0.0809694	-0.0266637

Suelo: esfuerzos mayores.

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
1	0.4977411	0.3505149	0.2716263
2	0.5970642	0.2839951	0.1177676
3	6.47E-01	3.09E-01	1.21E-01
4	0.5970642	0.2839951	0.1177676
5	0.4977411	0.3505149	0.2716263
6	0.6677452	0.3133668	0.122818
7	0.8546288	0.3663998	0.1314291
8	7.60E-01	3.95E-01	1.36E-01
9	0.8546288	0.3663998	0.1314291
10	0.6677452	0.3133668	0.122818
11	6.44E-01	3.36E-01	1.27E-01
12	7.60E-01	3.98E-01	1.37E-01
13	7.38E-01	4.26E-01	1.41E-01
14	7.60E-01	3.98E-01	1.37E-01

15	6.44E-01	3.36E-01	1.27E-01
16	0.6677452	0.3133668	0.122818
17	0.8546288	0.3663998	0.1314291
18	7.60E-01	3.95E-01	1.36E-01
19	0.8546288	0.3663998	0.1314291
20	0.6677452	0.3133668	0.122818
21	0.4977411	0.3505149	0.2716263
22	0.5970642	0.2839951	0.1177676
23	6.47E-01	3.09E-01	1.21E-01
24	0.5970642	0.2839951	0.1177676
25	0.4977411	0.3505149	0.2716263

Suelo: esfuerzos menores.

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
1	0.0182646	-0.1541742	-0.242624
2	0.0678537	-0.009544	-0.0121194
3	8.21E-02	8.64E-03	8.67E-04
4	0.0678537	-0.009544	-0.0121194
5	0.0182646	-0.1541742	-0.242624
6	0.0930194	-0.0226836	-0.0153335
7	0.3015702	-0.0142258	-0.0169629
8	3.52E-01	2.87E-02	2.30E-03
9	0.3015702	-0.0142258	-0.0169629
10	0.0930194	-0.0226836	-0.0153335
11	1.05E-01	2.52E-02	3.40E-03
12	3.55E-01	3.60E-02	3.30E-03
13	4.13E-01	5.25E-02	4.42E-03
14	3.55E-01	3.60E-02	3.30E-03
15	1.05E-01	2.52E-02	3.40E-03
16	0.0930194	-0.0226836	-0.0153335
17	0.3015702	-0.0142258	-0.0169629
18	3.52E-01	2.87E-02	2.30E-03
19	0.3015702	-0.0142258	-0.0169629
20	0.0930194	-0.0226836	-0.0153335
21	0.0182646	-0.1541742	-0.242624
22	0.0678537	-0.009544	-0.0121194
23	8.21E-02	8.64E-03	8.67E-04
24	0.0678537	-0.009544	-0.0121194
25	0.0182646	-0.1541742	-0.242624

ANEXO D. EJEMPLO 4 ARCHIVO DE DATOS DE ENTRADA DEL EJEMPLO 4.

UNIDADES						
	5	4				
TITULOS						
EJEMPLO 4						
LEIXER						
RIVERO L						
PLACA CON VIGAS						
DATOS GENERALES						
	60	45	0	3	7.5	
CONCRETO						
	2100	2000000	0.2	2.4		
DISEÑO						
	1.5	42000	20394320	0.075	0.075	
NODOS						
CARGAS						
	1	0	0	-84	0	0
	2	0.4	0	0	0	0
	3	2.2	0	0	0	0
	4	4	0	0	0	0
	5	5.8	0	0	0	0
	6	6.2	0	-84	0	0
	7	0	0.4	0	0	0
	8	0.4	0.4	0	0	0
	9	2.2	0.4	0	0	0
	10	4	0.4	0	0	0
	11	5.8	0.4	0	0	0
	12	6.2	0.4	0	0	0
	13	0	2.2	0	0	0
	14	0.4	2.2	0	0	0
	15	2.2	2.2	0	0	0
	16	4	2.2	0	0	0
	17	5.8	2.2	0	0	0
	18	6.2	2.2	0	0	0
	19	0	4	0	0	0
	20	0.4	4	0	0	0
	21	2.2	4	0	0	0
	22	4	4	0	0	0
	23	5.8	4	0	0	0
	24	6.2	4	0	0	0
	25	0	5.8	-84	0	0

26	0.4	5.8	0	0	0
27	2.2	5.8	0	0	0
28	4	5.8	0	0	0
29	5.8	5.8	0	0	0
30	6.2	5.8	-84	0	0
31	0	6.2	-84	0	0
32	0.4	6.2	0	0	0
33	2.2	6.2	0	0	0
34	4	6.2	0	0	0
35	5.8	6.2	0	0	0
36	6.2	6.2	-84	0	0
37	0	8	0	0	0
38	0.4	8	0	0	0
39	2.2	8	0	0	0
40	4	8	0	0	0
41	5.8	8	0	0	0
42	6.2	8	0	0	0
43	0	9.8	0	0	0
44	0.4	9.8	0	0	0
45	2.2	9.8	0	0	0
46	4	9.8	0	0	0
47	5.8	9.8	0	0	0
48	6.2	9.8	0	0	0
49	0	11.6	0	0	0
50	0.4	11.6	0	0	0
51	2.2	11.6	0	0	0
52	4	11.6	0	0	0
53	5.8	11.6	0	0	0
54	6.2	11.6	0	0	0
55	0	12	-84	0	0
56	0.4	12	0	0	0
57	2.2	12	0	0	0
58	4	12	0	0	0
59	5.8	12	0	0	0
60	6.2	12	-84	0	0

ELEMENTOS
ESPESORES

1	1	2	8	7	0.8
2	2	3	9	8	0.8
3	3	4	10	9	0.8
4	4	5	11	10	0.8
5	5	6	12	11	0.8
6	7	8	14	13	0.8
7	8	9	15	14	0.5
8	9	10	16	15	0.5

9	10	11	17	16	0.5
10	11	12	18	17	0.8
11	13	14	20	19	0.8
12	14	15	21	20	0.5
13	15	16	22	21	0.5
14	16	17	23	22	0.5
15	17	18	24	23	0.8
16	19	20	26	25	0.8
17	20	21	27	26	0.5
18	21	22	28	27	0.5
19	22	23	29	28	0.5
20	23	24	30	29	0.8
21	25	26	32	31	0.8
22	26	27	33	32	0.8
23	27	28	34	33	0.8
24	28	29	35	34	0.8
25	29	30	36	35	0.8
26	31	32	38	37	0.8
27	32	33	39	38	0.5
28	33	34	40	39	0.5
29	34	35	41	40	0.5
30	35	36	42	41	0.8
31	37	38	44	43	0.8
32	38	39	45	44	0.5
33	39	40	46	45	0.5
34	40	41	47	46	0.5
35	41	42	48	47	0.8
36	43	44	50	49	0.8
37	44	45	51	50	0.5
38	45	46	52	51	0.5
39	46	47	53	52	0.5
40	47	48	54	53	0.8
41	49	50	56	55	0.8
42	50	51	57	56	0.8
43	51	52	58	57	0.8
44	52	53	59	58	0.8
45	53	54	60	59	0.8

NODOS ES
RIGIDEZ ES
SUELO

2.5	1.75	255	0.35	0.53	100
2.5	1.8	215	0.38	0.61	100
2.5	1.8	255	0.35	0.5	100

ARCHIVO DE DATOS DE SALIDA DEL EJEMPLO 4.

Reacciones y módulo de los resortes.

Nodo	Rz(T)	K resorte (T/m)
1	-2.7125007	-22.6605069
2	7.1648814	60.3499498
3	6.7517327	58.5417804
4	6.7517327	58.5417804
5	7.1648814	60.3499498
6	-2.7125007	-22.6605069
7	7.2673098	61.063735
8	23.3651336	197.8498337
9	22.0025178	191.5224061
10	22.0025178	191.5224061
11	23.3651336	197.8498337
12	7.2673098	61.063735
13	6.8654398	58.8263988
14	22.3434376	192.7083579
15	21.3081956	188.0132096
16	21.3081956	188.0132096
17	22.3434376	192.7083579
18	6.8654398	58.8263988
19	6.9371293	59.398628
20	21.9841465	189.5433734
21	20.7648845	183.4098797
22	20.7648845	183.4098797
23	21.9841465	189.5433734
24	6.9371293	59.398628
25	4.1852497	35.4639016
26	12.9151844	110.3719922
27	12.071658	106.2301518
28	12.071658	106.2301518
29	12.9151844	110.3719922
30	4.1852497	35.4639016
31	4.1852497	35.4639016
32	12.9151844	110.3719922
33	12.071658	106.2301518
34	12.071658	106.2301518
35	12.9151844	110.3719922
36	4.1852497	35.4639016
37	6.9371293	59.398628
38	21.9841465	189.5433734
39	20.7648845	183.4098797

Nodo	Rz(T)	K resorte (T/m)
40	20.7648845	183.4098797
41	21.9841465	189.5433734
42	6.9371293	59.398628
43	6.8654398	58.8263988
44	22.3434376	192.7083579
45	21.3081956	188.0132096
46	21.3081956	188.0132096
47	22.3434376	192.7083579
48	6.8654398	58.8263988
49	7.2673098	61.063735
50	23.3651336	197.8498337
51	22.0025178	191.5224061
52	22.0025178	191.5224061
53	23.3651336	197.8498337
54	7.2673098	61.063735
55	-2.7125007	-22.6605069
56	7.1648814	60.3499498
57	6.7517327	58.5417804
58	6.7517327	58.5417804
59	7.1648814	60.3499498
60	-2.7125007	-22.6605069

Desplazamientos nodales.

Nodo	Wz(m)	Giro X (rad)	Giro Y (rad)
1	-0.1197017	0.0017432	-0.0024684
2	-0.1187222	0.0015623	-0.002396
3	-0.1153319	0.001084	-0.0010711
4	-0.1153319	0.001084	0.0010711
5	-0.1187222	0.0015623	0.002396
6	-0.1197017	0.0017432	0.0024684
7	-0.1190119	0.0016733	-0.0022904
8	-0.1180953	0.0015694	-0.0022871
9	-0.1148822	0.0011562	-0.0010235
10	-0.1148822	0.0011562	0.0010235
11	-0.1180953	0.0015694	0.0022871
12	-0.1190119	0.0016733	0.0022904
13	-0.1167068	0.0006602	-0.0018787
14	-0.1159443	0.0006298	-0.0019243
15	-0.1133335	0.0004703	-0.0008163
16	-0.1133335	0.0004703	0.0008163
17	-0.1159443	0.0006298	0.0019243

Nodo	Wz(m)	Giro X (rad)	Giro Y (rad)
18	-0.1167068	0.0006602	0.0018787
19	-0.1167894	-0.0006382	-0.0019964
20	-0.1159848	-0.000573	-0.0020199
21	-0.1132157	-0.000245	-0.0008665
22	-0.1132157	-0.000245	0.0008665
23	-0.1159848	-0.000573	0.0020199
24	-0.1167894	-0.0006382	0.0019964
25	-0.1180144	-0.0002124	-0.0025444
26	-0.1170151	-0.0001058	-0.0024472
27	-0.1136368	-4.52E-05	-0.0010576
28	-0.1136368	-4.52E-05	0.0010576
29	-0.1170151	-0.0001058	0.0024472
30	-0.1180144	-0.0002124	0.0025444
31	-0.1180144	0.0002124	-0.0025444
32	-0.1170151	0.0001058	-0.0024472
33	-0.1136368	4.52E-05	-0.0010576
34	-0.1136368	4.52E-05	0.0010576
35	-0.1170151	0.0001058	0.0024472
36	-0.1180144	0.0002124	0.0025444
37	-0.1167894	0.0006382	-0.0019964
38	-0.1159848	0.000573	-0.0020199
39	-0.1132157	0.000245	-0.0008665
40	-0.1132157	0.000245	0.0008665
41	-0.1159848	0.000573	0.0020199
42	-0.1167894	0.0006382	0.0019964
43	-0.1167068	-0.0006602	-0.0018787
44	-0.1159443	-0.0006298	-0.0019243
45	-0.1133335	-0.0004703	-0.0008163
46	-0.1133335	-0.0004703	0.0008163
47	-0.1159443	-0.0006298	0.0019243
48	-0.1167068	-0.0006602	0.0018787
49	-0.1190119	-0.0016733	-0.0022904
50	-0.1180953	-0.0015694	-0.0022871
51	-0.1148822	-0.0011562	-0.0010235
52	-0.1148822	-0.0011562	0.0010235
53	-0.1180953	-0.0015694	0.0022871
54	-0.1190119	-0.0016733	0.0022904
55	-0.1197017	-0.0017432	-0.0024684
56	-0.1187222	-0.0015623	-0.002396
57	-0.1153319	-0.001084	-0.0010711
58	-0.1153319	-0.001084	0.0010711
59	-0.1187222	-0.0015623	0.002396
60	-0.1197017	-0.0017432	0.0024684

Fuerzas internas en los elementos.

Elementos	Nodos	Pz(T)	Mx (Ton-m)	My (Ton-m)
1	1	-86.7893007	0	0
	2	66.136221	-0.6618517	6.2724802
	8	-44.1028209	-1.5015835	2.0588982
2	7	64.7559006	-6.0977966	0.4819816
	2	-59.3937396	0.6618517	-6.2724802
	3	28.3747963	0.2856098	25.215639
3	9	-10.5985639	-7.154217	15.6437062
	8	41.6175072	-6.2008219	-2.5896468
	3	-22.3142635	-0.2856098	-25.215639
4	4	-22.3142635	-0.2856098	25.215639
	10	22.3142635	-8.6400956	14.8752385
	9	22.3142635	-8.6400956	-14.8752385
5	4	28.3747963	0.2856098	-25.215639
	5	-59.3937396	0.6618517	6.2724802
	11	41.6175072	-6.2008219	2.5896468
6	10	-10.5985639	-7.154217	-15.6437062
	5	66.136221	-0.6618517	-6.2724802
	6	-86.7893007	0	0
7	12	64.7559006	-6.0977966	-0.4819816
	11	-44.1028209	-1.5015835	-2.0588982
	7	-57.9109908	6.0977966	-0.4819816
8	8	44.6132945	0.8438463	8.2114721
	14	-3.6340369	-10.1187891	8.8851574
	13	16.9317333	-20.7587073	-0.2229448
9	8	-20.5028472	6.8585591	-7.6807236
	9	10.5642607	6.9809258	22.4259528
	15	4.0074505	-14.3283506	19.9500474
10	14	5.9311359	-17.4005898	-8.4661965
	9	-2.9126425	8.8133868	-23.1944205
	10	-2.9126425	8.8133868	23.1944205
11	16	2.9126425	-14.0561434	19.708096
	15	2.9126425	-14.0561434	-19.708096
	10	10.5642607	6.9809258	-22.4259528
12	11	-20.5028472	6.8585591	7.6807236
	17	5.9311359	-17.4005898	8.4661965
	16	4.0074505	-14.3283506	-19.9500474
13	11	44.6132945	0.8438463	-8.2114721
	12	-57.9109908	6.0977966	0.4819816
	18	16.9317333	-20.7587073	0.2229448
14	17	-3.6340369	-10.1187891	-8.8851574
	13	-10.7574935	20.7587073	0.2229448
	14	17.6330209	9.5194138	8.9764

Elementos	Nodos	Pz(T)	Mx (Ton-m)	My (Ton-m)
	20	26.2380785	-4.1961283	8.2249826
	19	-33.1136058	-13.7060436	0.1241123
12	14	-0.2218823	17.9999651	-9.3953609
	15	7.2065087	14.006531	19.3031895
	21	4.2971186	-7.8902368	19.7496407
	20	-11.2817449	-11.5439319	-8.9509402
13	15	3.2935939	14.377963	-19.5451409
	16	3.2935939	14.377963	19.5451409
	22	-3.2935939	-8.4494939	20.0800723
	21	-3.2935939	-8.4494939	-20.0800723
14	16	7.2065087	14.006531	-19.3031895
	17	-0.2218823	17.9999651	9.3953609
	23	-11.2817449	-11.5439319	8.9509402
	22	4.2971186	-7.8902368	-19.7496407
15	17	17.6330209	9.5194138	-8.9764
	18	-10.7574935	20.7587073	-0.2229448
	24	-33.1136058	-13.7060436	-0.1241123
	23	26.2380785	-4.1961283	-8.2249826
16	19	39.3595352	13.7060436	-0.1241123
	20	-8.4056527	5.9868073	6.6821234
	26	41.3008676	18.59945	6.7043273
	25	-72.2547501	17.4246876	-0.1042524
17	20	12.7982656	9.7532529	-5.9561658
	21	9.909589	8.9645318	19.3640283
	27	6.6136518	7.2159146	21.6524194
	26	-29.3215064	14.940439	-5.3184485
18	21	5.9637708	7.3751989	-19.0335966
	22	5.9637708	7.3751989	19.0335966
	28	-5.9637708	3.3595886	21.8560551
	27	-5.9637708	3.3595886	-21.8560551
19	22	9.909589	8.9645318	-19.3640283
	23	12.7982656	9.7532529	5.9561658
	29	-29.3215064	14.940439	5.3184485
	28	6.6136518	7.2159146	-21.6524194
20	23	-8.4056527	5.9868073	-6.6821234
	24	39.3595352	13.7060436	0.1241123
	30	-72.2547501	17.4246876	0.1042524
	29	41.3008676	18.59945	-6.7043273
21	25	-7.9824002	-17.4246876	0.1042524
	26	7.9824002	-9.1260531	3.0887077
	32	7.9824002	9.1260531	3.0887077
	31	-7.9824002	17.4246876	0.1042524
22	26	-8.7865771	-24.4138359	-4.4745865
	27	8.7865771	-11.2831661	20.2904252

Elementos	Nodos	Pz(T)	Mx (Ton-m)	My (Ton-m)
23	33	8.7865771	11.2831661	20.2904252
	32	-8.7865771	24.4138359	-4.4745865
	27	0	0.7076629	-20.0867895
	28	0	0.7076629	20.0867895
	34	0	-0.7076629	20.0867895
24	33	0	-0.7076629	-20.0867895
	28	8.7865771	-11.2831661	-20.2904252
	29	-8.7865771	-24.4138359	4.4745865
25	35	-8.7865771	24.4138359	4.4745865
	34	8.7865771	11.2831661	-20.2904252
	29	7.9824002	-9.1260531	-3.0887077
	30	-7.9824002	-17.4246876	-0.1042524
26	36	-7.9824002	17.4246876	-0.1042524
	35	7.9824002	9.1260531	-3.0887077
	31	-72.2547501	-17.4246876	-0.1042524
	32	41.3008676	-18.59945	6.7043273
	38	-8.4056527	-5.9868073	6.6821234
27	37	39.3595352	-13.7060436	-0.1241123
	32	-29.3215064	-14.940439	-5.3184485
	33	6.6136518	-7.2159146	21.6524194
	39	9.909589	-8.9645318	19.3640283
28	38	12.7982656	-9.7532529	-5.9561658
	33	-5.9637708	-3.3595886	-21.8560551
	34	-5.9637708	-3.3595886	21.8560551
	40	5.9637708	-7.3751989	19.0335966
	39	5.9637708	-7.3751989	-19.0335966
29	34	6.6136518	-7.2159146	-21.6524194
	35	-29.3215064	-14.940439	5.3184485
	41	12.7982656	-9.7532529	5.9561658
	40	9.909589	-8.9645318	-19.3640283
30	35	41.3008676	-18.59945	-6.7043273
	36	-72.2547501	-17.4246876	0.1042524
	42	39.3595352	-13.7060436	0.1241123
	41	-8.4056527	-5.9868073	-6.6821234
	37	-33.1136058	13.7060436	0.1241123
31	38	26.2380785	4.1961283	8.2249826
	44	17.6330209	-9.5194138	8.9764
	43	-10.7574935	-20.7587073	0.2229448
	38	-11.2817449	11.5439319	-8.9509402
32	39	4.2971186	7.8902368	19.7496407
	45	7.2065087	-14.006531	19.3031895
	44	-0.2218823	-17.9999651	-9.3953609
33	39	-3.2935939	8.4494939	-20.0800723
	40	-3.2935939	8.4494939	20.0800723

Elementos	Nodos	Pz(T)	Mx (Ton-m)	My (Ton-m)
	46	3.2935939	-14.377963	19.5451409
	45	3.2935939	-14.377963	-19.5451409
34	40	4.2971186	7.8902368	-19.7496407
	41	-11.2817449	11.5439319	8.9509402
	47	-0.2218823	-17.9999651	9.3953609
	46	7.2065087	-14.006531	-19.3031895
35	41	26.2380785	4.1961283	-8.2249826
	42	-33.1136058	13.7060436	-0.1241123
	48	-10.7574935	-20.7587073	-0.2229448
	47	17.6330209	-9.5194138	-8.9764
36	43	16.9317333	20.7587073	-0.2229448
	44	-3.6340369	10.1187891	8.8851574
	50	44.6132945	-0.8438463	8.2114721
	49	-57.9109908	-6.0977966	-0.4819816
37	44	5.9311359	17.4005898	-8.4661965
	45	4.0074505	14.3283506	19.9500474
	51	10.5642607	-6.9809258	22.4259528
	50	-20.5028472	-6.8585591	-7.6807236
38	45	2.9126425	14.0561434	-19.708096
	46	2.9126425	14.0561434	19.708096
	52	-2.9126425	-8.8133868	23.1944205
	51	-2.9126425	-8.8133868	-23.1944205
39	46	4.0074505	14.3283506	-19.9500474
	47	5.9311359	17.4005898	8.4661965
	53	-20.5028472	-6.8585591	7.6807236
	52	10.5642607	-6.9809258	-22.4259528
40	47	-3.6340369	10.1187891	-8.8851574
	48	16.9317333	20.7587073	0.2229448
	54	-57.9109908	-6.0977966	0.4819816
	53	44.6132945	-0.8438463	-8.2114721
41	49	64.7559006	6.0977966	0.4819816
	50	-44.1028209	1.5015835	2.0588982
	56	66.136221	0.6618517	6.2724802
	55	-86.7893007	0	0
42	50	41.6175072	6.2008219	-2.5896468
	51	-10.5985639	7.154217	15.6437062
	57	28.3747963	-0.2856098	25.215639
	56	-59.3937396	-0.6618517	-6.2724802
43	51	22.3142635	8.6400956	-14.8752385
	52	22.3142635	8.6400956	14.8752385
	58	-22.3142635	0.2856098	25.215639
	57	-22.3142635	0.2856098	-25.215639
44	52	-10.5985639	7.154217	-15.6437062
	53	41.6175072	6.2008219	2.5896468

Elementos	Nodos	Pz(T)	Mx (Ton-m)	My (Ton-m)
45	59	-59.3937396	-0.6618517	6.2724802
	58	28.3747963	-0.2856098	-25.215639
	53	-44.1028209	1.5015835	-2.0588982
	54	64.7559006	6.0977966	-0.4819816
	60	-86.7893007	0	0
	59	66.136221	0.6618517	-6.2724802

Área de refuerzo en los elementos.

Elementos	Nodos	Asxi(cm ² / m)	Asxs(cm ² / m)	Asyi(cm ² / m)	Asys(cm ² / m)
1	1	0	0	0	0
	2	0	0	3.4525561	0.3624747
	8	0.3624747	0	0	1.1289968
2	7	1.1289968	0	0.8229839	0.2639234
	2	0	3.4525561	0	0.3624747
	3	0.3624747	0	14.1254412	0
	9	0	0.1563669	0	8.684908
3	8	8.684908	0	3.9410312	0
	3	0	14.1254412	0.1563669	0
	4	0	0	14.1254412	0.1563669
	10	0.1563669	0	0	8.2524036
4	9	8.2524036	0	4.7659756	0
	4	0	14.1254412	0	0.1563669
	5	0.1563669	0	3.4525561	0
	11	0	0.3624747	0	1.4207065
5	10	1.4207065	0	3.4128923	0
	5	0	3.4525561	0.3624747	0
	6	0	0	0	0
	12	0	0	0.2639234	0
6	11	0	0	3.3558757	0
	7	0	0.2639234	0	3.3558757
	8	3.3558757	0	4.5277782	0
	14	0	0.4622221	0	4.902247
7	13	4.902247	0	5.5891641	0
	8	0	7.3198634	0	6.5216176
	9	6.5216176	0	22.3180793	0
	15	0	6.6401924	0	19.7020123
8	14	19.7020123	0	13.9144268	0
	9	0	23.1388871	0	8.4256351
	10	8.4256351	0	23.1388871	0
	16	0	8.4256351	0	19.4486415
9	15	19.4486415	0	13.6392786	0
	10	0	22.3180793	0	6.6401924

Elementos	Nodos	Asxi(cm ² / m)	Asxs(cm ² / m)	Asyi(cm ² / m)	Asys(cm ² / m)
10	11	6.6401924	0	7.3198634	0
	17	0	6.5216176	0	8.0859345
	16	8.0859345	0	17.0519458	0
	11	0	4.5277782	0	0.4622221
	12	0.4622221	0	0.2639234	0
11	18	0	3.3558757	0	0.122052
	17	0.122052	0	11.5797746	0
	13	0.122052	0	0	11.5797746
	14	11.5797746	0	4.9529999	0
12	20	0	5.2552223	0	4.5352835
	19	4.5352835	0	2.3053556	0.0679398
	14	0	8.9965627	0	17.671099
	15	17.671099	0	19.0255131	0
13	21	0	13.5891791	0	19.4921186
	20	19.4921186	0	7.5238699	0
	15	0	19.2782195	0	13.9646241
	16	13.9646241	0	19.2782195	0
14	22	0	13.9646241	0	19.838339
	21	19.838339	0	8.0696091	0
	16	0	19.0255131	0	13.5891791
	17	13.5891791	0	8.9965627	0
15	23	0	17.671099	0	8.5604067
	22	8.5604067	0	11.1210058	0
	17	0	4.9529999	0	5.2552223
	18	5.2552223	0.122052	0	0
16	24	0	11.5797746	0.0679398	0
	23	0	0	7.5955582	0
	19	0	0.0679398	0	7.5955582
	20	7.5955582	0	3.6793977	0
17	26	0	3.2944634	0	3.691698
	25	3.691698	10.3542969	0	0
	20	0	5.649669	0	9.3486066
	21	9.3486066	0	19.089019	0
18	27	0	8.5737291	0	21.4961366
	26	21.4961366	6.8681262	0	0
	21	0	18.7444012	0	7.0227986
	22	7.0227986	0	18.7444012	0
19	28	0	7.0227986	0	21.7121039
	27	21.7121039	3.164593	0	0
	22	0	19.089019	0	8.5737291
	23	8.5737291	0	5.649669	0
	29	0	9.3486066	0	5.036078
	28	5.036078	14.534793	0	0

Elementos	Nodos	Asxi(cm ² / m)	Asxs(cm ² / m)	Asyi(cm ² / m)	Asys(cm ² / m)
20	23	0	3.6793977	0	3.2944634
	24	3.2944634	0	0.0679398	0
	30	0	7.5955582	0	0.0570674
	29	0.0570674	9.689679	0	0
21	25	0.0570674	0	9.689679	0
	26	0	0	1.6952534	5.0362615
	32	5.0362615	0	0	1.6952534
	31	1.6952534	5.0362615	0	0.0570674
22	26	0	2.4589559	13.6658517	0
	27	0	0	11.3135733	6.2389523
	33	6.2389523	0	0	11.3135733
	32	11.3135733	6.2389523	0	0
23	27	0	11.1978884	0	0.3875798
	28	0.3875798	0	11.1978884	0
	34	0	0.3875798	0	11.1978884
	33	11.1978884	0	0.3875798	0
24	28	0	11.3135733	6.2389523	0
	29	0	0	2.4589559	13.6658517
	35	13.6658517	0	0	2.4589559
	34	2.4589559	13.6658517	0	0
25	29	0	1.6952534	5.0362615	0
	30	0	0.0570674	0	9.689679
	36	9.689679	0	0.0570674	0
	35	0	9.689679	0	0
26	31	0	0.0570674	9.689679	0
	32	0	0	3.691698	10.3542969
	38	10.3542969	0	0	3.6793977
	37	3.6793977	0	3.2944634	0
27	32	0	5.036078	14.534793	0
	33	0	0	21.4961366	6.8681262
	39	6.8681262	0	0	19.089019
	38	19.089019	0	8.5737291	0
28	33	0	21.7121039	3.164593	0
	34	0	0	21.7121039	3.164593
	40	3.164593	0	0	18.7444012
	39	18.7444012	0	7.0227986	0
29	34	0	21.4961366	6.8681262	0
	35	0	0	5.036078	14.534793
	41	14.534793	0	0	5.649669
	40	5.649669	0	9.3486066	0
30	35	0	3.691698	10.3542969	0
	36	0	0	0.0570674	9.689679
	42	9.689679	0	0	0.0679398

Elementos	Nodos	Asxi(cm ² / m)	Asxs(cm ² / m)	Asyi(cm ² / m)	Asys(cm ² / m)
31	41	0.0679398	0	7.5955582	0
	37	0.0679398	0	0	7.5955582
	38	7.5955582	0	4.5352835	0
	44	0	2.3053556	0	4.9529999
	43	4.9529999	0	5.2552223	0.122052
32	38	0	8.5604067	0	11.1210058
	39	11.1210058	0	19.4921186	0
	45	0	7.5238699	0	19.0255131
	44	19.0255131	0	13.5891791	0
33	39	0	19.838339	0	8.0696091
	40	8.0696091	0	19.838339	0
	46	0	8.0696091	0	19.2782195
	45	19.2782195	0	13.9646241	0
34	40	0	19.4921186	0	7.5238699
	41	7.5238699	0	8.5604067	0
	47	0	11.1210058	0	8.9965627
	46	8.9965627	0	17.671099	0
35	41	0	4.5352835	0	2.3053556
	42	2.3053556	0.0679398	0	0
	48	0	7.5955582	0.122052	0
	47	0	0	11.5797746	0
36	43	0	0.122052	0	11.5797746
	44	11.5797746	0	4.902247	0
	50	0	5.5891641	0	4.5277782
	49	4.5277782	0	0.4622221	0
37	44	0	8.0859345	0	17.0519458
	45	17.0519458	0	19.7020123	0
	51	0	13.9144268	0	22.3180793
	50	22.3180793	0	6.6401924	0
38	45	0	19.4486415	0	13.6392786
	46	13.6392786	0	19.4486415	0
	52	0	13.6392786	0	23.1388871
	51	23.1388871	0	8.4256351	0
39	46	0	19.7020123	0	13.9144268
	47	13.9144268	0	8.0859345	0
	53	0	17.0519458	0	7.3198634
	52	7.3198634	0	6.5216176	0
40	47	0	4.902247	0	5.5891641
	48	5.5891641	0	0.122052	0
	54	0	11.5797746	0	0.2639234
	53	0.2639234	0	3.3558757	0
41	49	0.2639234	0	0	3.3558757
	50	3.3558757	0	1.1289968	0

Elementos	Nodos	Asxi(cm ² / m)	Asxs(cm ² / m)	Asyi(cm ² / m)	Asys(cm ² / m)
42	56	0	0.8229839	0	3.4525561
	55	3.4525561	0.3624747	0	0
	50	0	1.4207065	0	3.4128923
	51	3.4128923	0	8.684908	0
	57	0	3.9410312	0	14.1254412
43	56	14.1254412	0	0.1563669	0
	51	0	8.2524036	0	4.7659756
	52	4.7659756	0	8.2524036	0
	58	0	4.7659756	0	14.1254412
44	57	14.1254412	0.1563669	0	0
	52	0	8.684908	0	3.9410312
	53	3.9410312	0	1.4207065	0
45	59	0	3.4128923	0	3.4525561
	58	3.4525561	0	0.3624747	0
	53	0	1.1289968	0	0.8229839
	54	0.8229839	0.2639234	0	0
	60	0	3.3558757	0	0
	59	0	0	0	0

Envolvente de área de refuerzo en los nodos.

Nodos	Asxi(cm ² / m)	Asxs(cm ² / m)	Asyi(cm ² / m)	Asys(cm ² / m)
1	0	0	0	0
2	0	3.4525561	0.3624747	0.3624747
3	0	14.1254412	0.1563669	0.1563669
4	0	14.1254412	0.1563669	0.1563669
5	0	3.4525561	0.3624747	0.3624747
6	0	0	0	0
7	0.2639234	0.2639234	0	3.3558757
8	0	7.3198634	0	6.5216176
9	0	23.1388871	0	8.4256351
10	0	23.1388871	0	8.4256351
11	0	7.3198634	0	6.5216176
12	0.2639234	0.2639234	0	3.3558757
13	0.122052	0.122052	0	11.5797746
14	0	8.9965627	0	17.671099
15	0	19.7020123	0	13.9646241
16	0	19.7020123	0	13.9646241
17	0	8.9965627	0	17.671099
18	0.122052	0.122052	0	11.5797746
19	0.0679398	0.0679398	0	7.5955582
20	0	8.5604067	0	11.1210058

Nodos	Asxi(cm² / m)	Asxs(cm² / m)	Asyi(cm² / m)	Asys(cm² / m)
21	0	19.838339	0	8.5737291
22	0	19.838339	0	8.5737291
23	0	8.5604067	0	11.1210058
24	0.0679398	0.0679398	0	7.5955582
25	0.0570674	0.0570674	9.689679	0
26	0	5.036078	14.534793	0
27	0	21.7121039	6.8681262	0.3875798
28	0	21.7121039	6.8681262	0.3875798
29	0	5.036078	14.534793	0
30	0.0570674	0.0570674	9.689679	0
31	0.0570674	0.0570674	9.689679	0
32	0	5.036078	14.534793	0
33	0	21.7121039	6.8681262	0.3875798
34	0	21.7121039	6.8681262	0.3875798
35	0	5.036078	14.534793	0
36	0.0570674	0.0570674	9.689679	0
37	0.0679398	0.0679398	0	7.5955582
38	0	8.5604067	0	11.1210058
39	0	19.838339	0	8.5737291
40	0	19.838339	0	8.5737291
41	0	8.5604067	0	11.1210058
42	0.0679398	0.0679398	0	7.5955582
43	0.122052	0.122052	0	11.5797746
44	0	8.9965627	0	17.671099
45	0	19.7020123	0	13.9646241
46	0	19.7020123	0	13.9646241
47	0	8.9965627	0	17.671099
48	0.122052	0.122052	0	11.5797746
49	0.2639234	0.2639234	0	3.3558757
50	0	7.3198634	0	6.5216176
51	0	23.1388871	0	8.4256351
52	0	23.1388871	0	8.4256351
53	0	7.3198634	0	6.5216176
54	0.2639234	0.2639234	0	3.3558757
55	0	0	0	0
56	0	3.4525561	0.3624747	0.3624747
57	0	14.1254412	0.1563669	0.1563669
58	0	14.1254412	0.1563669	0.1563669
59	0	3.4525561	0.3624747	0.3624747
60	0	0	0	0

Suelo: esfuerzos efectivos iniciales.

Capa	$\sigma'_{xx}(T/m^2)$	$\sigma'_{yy}(T/m^2)$	$\sigma'_{zz}(T/m^2)$
1	1.159375	1.159375	2.1875
2	4.04125	4.04125	6.625
3	5.5625	5.5625	11.125

Suelo: esfuerzo xx.

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
1	3.1625966	1.4556994	0.8356585
2	3.6014137	1.5367666	0.863305
3	4.1069729	1.7642308	0.9423671
4	4.1069729	1.7642308	0.9423671
5	3.6014137	1.5367666	0.863305
6	3.1625966	1.4556994	0.8356585
7	3.6007113	1.5321076	0.8519964
8	4.0200459	1.6056541	0.8765393
9	4.9948143	1.8479466	0.9475661
10	4.9948143	1.8479466	0.9475661
11	4.0200459	1.6056541	0.8765393
12	3.6007113	1.5321076	0.8519964
13	4.1238236	1.7637097	0.8918811
14	5.0039399	1.8629458	0.9128376
15	5.5957054	2.1488177	0.9627014
16	5.5957054	2.1488177	0.9627014
17	5.0039399	1.8629458	0.9128376
18	4.1238236	1.7637097	0.8918811
19	4.0975902	1.8552856	0.8821548
20	4.870793	1.9803194	0.9057942
21	5.2992612	2.3595783	0.9961606
22	5.2992612	2.3595783	0.9961606
23	4.870793	1.9803194	0.9057942
24	4.0975902	1.8552856	0.8821548
25	3.9848661	1.7871555	0.8219484
26	4.7543822	1.9258801	0.8468739
27	5.1573891	2.390776	0.9913762
28	5.1573891	2.390776	0.9913762
29	4.7543822	1.9258801	0.8468739
30	3.9848661	1.7871555	0.8219484
31	3.9848661	1.7871555	0.8219484
32	4.7543822	1.9258801	0.8468739
33	5.1573891	2.390776	0.9913762
34	5.1573891	2.390776	0.9913762
35	4.7543822	1.9258801	0.8468739

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
36	3.9848661	1.7871555	0.8219484
37	4.0975902	1.8552856	0.8821548
38	4.870793	1.9803194	0.9057942
39	5.2992612	2.3595783	0.9961606
40	5.2992612	2.3595783	0.9961606
41	4.870793	1.9803194	0.9057942
42	4.0975902	1.8552856	0.8821548
43	4.1238236	1.7637097	0.8918811
44	5.0039399	1.8629458	0.9128376
45	5.5957054	2.1488177	0.9627014
46	5.5957054	2.1488177	0.9627014
47	5.0039399	1.8629458	0.9128376
48	4.1238236	1.7637097	0.8918811
49	3.6007113	1.5321076	0.8519964
50	4.0200459	1.6056541	0.8765393
51	4.9948143	1.8479466	0.9475661
52	4.9948143	1.8479466	0.9475661
53	4.0200459	1.6056541	0.8765393
54	3.6007113	1.5321076	0.8519964
55	3.1625966	1.4556994	0.8356585
56	3.6014137	1.5367666	0.863305
57	4.1069729	1.7642308	0.9423671
58	4.1069729	1.7642308	0.9423671
59	3.6014137	1.5367666	0.863305
60	3.1625966	1.4556994	0.8356585

Suelo: esfuerzo yy.

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
1	1.8940066	0.7658004	0.3788359
2	1.7858267	0.7195909	0.3443206
3	2.8465404	0.7095805	0.2416438
4	2.8465404	0.7095805	0.2416438
5	1.7858267	0.7195909	0.3443206
6	1.8940066	0.7658004	0.3788359
7	1.7965685	0.7495455	0.3738329
8	1.6764674	0.7048716	0.3395313
9	2.6591659	0.6865521	0.2366009
10	2.6591659	0.6865521	0.2366009
11	1.6764674	0.7048716	0.3395313
12	1.7965685	0.7495455	0.3738329
13	2.8917274	0.928475	0.4151441
14	2.6893179	0.8711889	0.3778353

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
15	4.2651054	0.8923001	0.2779107
16	4.2651054	0.8923001	0.2779107
17	2.6893179	0.8711889	0.3778353
18	2.8917274	0.928475	0.4151441
19	2.9315663	1.2187234	0.5339044
20	2.792379	1.1631898	0.4957987
21	4.448405	1.1669412	0.3617877
22	4.448405	1.1669412	0.3617877
23	2.792379	1.1631898	0.4957987
24	2.9315663	1.2187234	0.5339044
25	3.0210807	1.4256021	0.6506437
26	2.8784571	1.3656418	0.6133953
27	4.5126345	1.3093024	0.4319453
28	4.5126345	1.3093024	0.4319453
29	2.8784571	1.3656418	0.6133953
30	3.0210807	1.4256021	0.6506437
31	3.0210807	1.4256021	0.6506437
32	2.8784571	1.3656418	0.6133953
33	4.5126345	1.3093024	0.4319453
34	4.5126345	1.3093024	0.4319453
35	2.8784571	1.3656418	0.6133953
36	3.0210807	1.4256021	0.6506437
37	2.9315663	1.2187234	0.5339044
38	2.792379	1.1631898	0.4957987
39	4.448405	1.1669412	0.3617877
40	4.448405	1.1669412	0.3617877
41	2.792379	1.1631898	0.4957987
42	2.9315663	1.2187234	0.5339044
43	2.8917274	0.928475	0.4151441
44	2.6893179	0.8711889	0.3778353
45	4.2651054	0.8923001	0.2779107
46	4.2651054	0.8923001	0.2779107
47	2.6893179	0.8711889	0.3778353
48	2.8917274	0.928475	0.4151441
49	1.7965685	0.7495455	0.3738329
50	1.6764674	0.7048716	0.3395313
51	2.6591659	0.6865521	0.2366009
52	2.6591659	0.6865521	0.2366009
53	1.6764674	0.7048716	0.3395313
54	1.7965685	0.7495455	0.3738329
55	1.8940066	0.7658004	0.3788359
56	1.7858267	0.7195909	0.3443206
57	2.8465404	0.7095805	0.2416438

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
58	2.8465404	0.7095805	0.2416438
59	1.7858267	0.7195909	0.3443206
60	1.8940066	0.7658004	0.3788359

Suelo: esfuerzo zz.

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
1	4.1405093	2.8842471	2.1770899
2	6.0026879	3.2278491	2.3264929
3	6.3182209	4.0990689	2.786529
4	6.3182209	4.0990689	2.786529
5	6.0026879	3.2278491	2.3264929
6	4.1405093	2.8842471	2.1770899
7	6.0164219	3.2321547	2.340788
8	8.4314715	3.6194429	2.502848
9	8.188788	4.5825403	3.0010032
10	8.188788	4.5825403	3.0010032
11	8.4314715	3.6194429	2.502848
12	6.0164219	3.2321547	2.340788
13	6.3692686	4.1257401	2.919071
14	8.2498805	4.6016786	3.1226756
15	7.4904925	5.7531491	3.7452961
16	7.4904925	5.7531491	3.7452961
17	8.2498805	4.6016786	3.1226756
18	6.3692686	4.1257401	2.919071
19	5.9667305	4.2458223	3.2011492
20	7.7027101	4.7152123	3.4208852
21	6.8875592	5.8532201	4.0915029
22	6.8875592	5.8532201	4.0915029
23	7.7027101	4.7152123	3.4208852
24	5.9667305	4.2458223	3.2011492
25	5.8277325	4.2336207	3.2827672
26	7.5008711	4.6948824	3.5059118
27	6.644687	5.8110028	4.1864569
28	6.644687	5.8110028	4.1864569
29	7.5008711	4.6948824	3.5059118
30	5.8277325	4.2336207	3.2827672
31	5.8277325	4.2336207	3.2827672
32	7.5008711	4.6948824	3.5059118
33	6.644687	5.8110028	4.1864569
34	6.644687	5.8110028	4.1864569
35	7.5008711	4.6948824	3.5059118
36	5.8277325	4.2336207	3.2827672

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
37	5.9667305	4.2458223	3.2011492
38	7.7027101	4.7152123	3.4208852
39	6.8875592	5.8532201	4.0915029
40	6.8875592	5.8532201	4.0915029
41	7.7027101	4.7152123	3.4208852
42	5.9667305	4.2458223	3.2011492
43	6.3692686	4.1257401	2.919071
44	8.2498805	4.6016786	3.1226756
45	7.4904925	5.7531491	3.7452961
46	7.4904925	5.7531491	3.7452961
47	8.2498805	4.6016786	3.1226756
48	6.3692686	4.1257401	2.919071
49	6.0164219	3.2321547	2.340788
50	8.4314715	3.6194429	2.502848
51	8.188788	4.5825403	3.0010032
52	8.188788	4.5825403	3.0010032
53	8.4314715	3.6194429	2.502848
54	6.0164219	3.2321547	2.340788
55	4.1405093	2.8842471	2.1770899
56	6.0026879	3.2278491	2.3264929
57	6.3182209	4.0990689	2.786529
58	6.3182209	4.0990689	2.786529
59	6.0026879	3.2278491	2.3264929
60	4.1405093	2.8842471	2.1770899

Suelo: esfuerzo xy.

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
1	22.7831362	22.2904819	22.0382952
2	1.0964293	0.6417691	0.4107511
3	-0.0565078	0.1679197	0.1303245
4	0.0565078	-0.1679197	-0.1303245
5	-1.0964293	-0.6417691	-0.4107511
6	-22.7831362	-22.2904819	-22.0382952
7	1.1050364	0.6569701	0.4310612
8	0.1192546	0.4985261	0.3547194
9	0.0534805	0.2089869	0.1459273
10	-0.0534805	-0.2089869	-0.1459273
11	-0.1192546	-0.4985261	-0.3547194
12	-1.1050364	-0.6569701	-0.4310612
13	-0.024463	0.2902761	0.2679598
14	0.0791736	0.311503	0.2572033
15	-0.2979971	-0.0444424	0.0138984

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
16	0.2979971	0.0444424	-0.0138984
17	-0.0791736	-0.311503	-0.2572033
18	0.024463	-0.2902761	-0.2679598
19	0.0138149	0.1251172	0.1427531
20	0.0052837	0.0980992	0.1093733
21	0.0892176	0.1745362	0.1259799
22	-0.0892176	-0.1745362	-0.1259799
23	-0.0052837	-0.0980992	-0.1093733
24	-0.0138149	-0.1251172	-0.1427531
25	-0.1694581	-0.3091039	-0.2749222
26	0.1673953	0.3352464	0.3025498
27	0.0009407	-0.0046749	-0.00466
28	-0.0009407	0.0046749	0.00466
29	-0.1673953	-0.3352464	-0.3025498
30	0.1694581	0.3091039	0.2749222
31	0.1694581	0.3091039	0.2749222
32	-0.1673953	-0.3352464	-0.3025498
33	-0.0009407	0.0046749	0.00466
34	0.0009407	-0.0046749	-0.00466
35	0.1673953	0.3352464	0.3025498
36	-0.1694581	-0.3091039	-0.2749222
37	-0.0138149	-0.1251172	-0.1427531
38	-0.0052837	-0.0980992	-0.1093733
39	-0.0892176	-0.1745362	-0.1259799
40	0.0892176	0.1745362	0.1259799
41	0.0052837	0.0980992	0.1093733
42	0.0138149	0.1251172	0.1427531
43	0.024463	-0.2902761	-0.2679598
44	-0.0791736	-0.311503	-0.2572033
45	0.2979971	0.0444424	-0.0138984
46	-0.2979971	-0.0444424	0.0138984
47	0.0791736	0.311503	0.2572033
48	-0.024463	0.2902761	0.2679598
49	-1.1050364	-0.6569701	-0.4310612
50	-0.1192546	-0.4985261	-0.3547194
51	-0.0534805	-0.2089869	-0.1459273
52	0.0534805	0.2089869	0.1459273
53	0.1192546	0.4985261	0.3547194
54	1.1050364	0.6569701	0.4310612
55	-22.7831362	-22.2904819	-22.0382952
56	-1.0964293	-0.6417691	-0.4107511
57	0.0565078	-0.1679197	-0.1303245
58	-0.0565078	0.1679197	0.1303245

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
59	1.0964293	0.6417691	0.4107511
60	22.7831362	22.2904819	22.0382952

Suelo: esfuerzo xz.

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
1	-2.805516	-1.5212095	-1.03758
2	-1.6072112	-1.0932565	-0.7913721
3	0.1414052	-0.2062333	-0.1994472
4	-0.1414052	0.2062333	0.1994472
5	1.6072112	1.0932565	0.7913721
6	2.805516	1.5212095	1.03758
7	-3.2865703	-1.6328728	-1.0832369
8	-1.8707802	-1.2012623	-0.8369735
9	0.275903	-0.2291253	-0.2157228
10	-0.275903	0.2291253	0.2157228
11	1.8707802	1.2012623	0.8369735
12	3.2865703	1.6328728	1.0832369
13	-3.653326	-2.0141884	-1.2576624
14	-1.5946641	-1.4855378	-0.9912468
15	0.3240512	-0.1994711	-0.2358397
16	-0.3240512	0.1994711	0.2358397
17	1.5946641	1.4855378	0.9912468
18	3.653326	2.0141884	1.2576624
19	-3.4741468	-2.1620794	-1.3555917
20	-1.4260228	-1.4976272	-1.0377006
21	0.2261477	-0.2288282	-0.2613331
22	-0.2261477	0.2288282	0.2613331
23	1.4260228	1.4976272	1.0377006
24	3.4741468	2.1620794	1.3555917
25	-3.3937813	-2.1401399	-1.3426561
26	-1.3526343	-1.4428161	-1.0037168
27	0.2337703	-0.1580984	-0.2120842
28	-0.2337703	0.1580984	0.2120842
29	1.3526343	1.4428161	1.0037168
30	3.3937813	2.1401399	1.3426561
31	-3.3937813	-2.1401399	-1.3426561
32	-1.3526343	-1.4428161	-1.0037168
33	0.2337703	-0.1580984	-0.2120842
34	-0.2337703	0.1580984	0.2120842
35	1.3526343	1.4428161	1.0037168
36	3.3937813	2.1401399	1.3426561

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
37	-3.4741468	-2.1620794	-1.3555917
38	-1.4260228	-1.4976272	-1.0377006
39	0.2261477	-0.2288282	-0.2613331
40	-0.2261477	0.2288282	0.2613331
41	1.4260228	1.4976272	1.0377006
42	3.4741468	2.1620794	1.3555917
43	-3.653326	-2.0141884	-1.2576624
44	-1.5946641	-1.4855378	-0.9912468
45	0.3240512	-0.1994711	-0.2358397
46	-0.3240512	0.1994711	0.2358397
47	1.5946641	1.4855378	0.9912468
48	3.653326	2.0141884	1.2576624
49	-3.2865703	-1.6328728	-1.0832369
50	-1.8707802	-1.2012623	-0.8369735
51	0.275903	-0.2291253	-0.2157228
52	-0.275903	0.2291253	0.2157228
53	1.8707802	1.2012623	0.8369735
54	3.2865703	1.6328728	1.0832369
55	-2.805516	-1.5212095	-1.03758
56	-1.6072112	-1.0932565	-0.7913721
57	0.1414052	-0.2062333	-0.1994472
58	-0.1414052	0.2062333	0.1994472
59	1.6072112	1.0932565	0.7913721
60	2.805516	1.5212095	1.03758

Suelo: esfuerzo yz.

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
1	2.0259245	1.0281396	0.6652922
2	2.2058899	0.9986593	0.6321127
3	3.0911236	1.3476509	0.6675575
4	3.0911236	1.3476509	0.6675575
5	2.2058899	0.9986593	0.6321127
6	2.0259245	1.0281396	0.6652922
7	1.5303401	0.9354304	0.631855
8	1.8546663	0.9208399	0.6026026
9	2.1906991	1.2070997	0.6244643
10	2.1906991	1.2070997	0.6244643
11	1.8546663	0.9208399	0.6026026
12	1.5303401	0.9354304	0.631855
13	-0.235122	0.3652318	0.4025142
14	-0.1935809	0.3613263	0.3798595
15	-0.2341002	0.4225881	0.3472342

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
16	-0.2341002	0.4225881	0.3472342
17	-0.1935809	0.3613263	0.3798595
18	-0.235122	0.3652318	0.4025142
19	-0.0512552	0.0978379	0.1838208
20	-0.0498083	0.0873967	0.1637447
21	-0.0815999	0.0701257	0.1278555
22	-0.0815999	0.0701257	0.1278555
23	-0.0498083	0.0873967	0.1637447
24	-0.0512552	0.0978379	0.1838208
25	-0.0305477	-0.0798368	-0.0751612
26	0.0087847	0.0942691	0.1078484
27	-0.0210204	-0.0033642	0.0053055
28	-0.0210204	-0.0033642	0.0053055
29	0.0087847	0.0942691	0.1078484
30	-0.0305477	-0.0798368	-0.0751612
31	0.0305477	0.0798368	0.0751612
32	-0.0087847	-0.0942691	-0.1078484
33	0.0210204	0.0033642	-0.0053055
34	0.0210204	0.0033642	-0.0053055
35	-0.0087847	-0.0942691	-0.1078484
36	0.0305477	0.0798368	0.0751612
37	0.0512552	-0.0978379	-0.1838208
38	0.0498083	-0.0873967	-0.1637447
39	0.0815999	-0.0701257	-0.1278555
40	0.0815999	-0.0701257	-0.1278555
41	0.0498083	-0.0873967	-0.1637447
42	0.0512552	-0.0978379	-0.1838208
43	0.235122	-0.3652318	-0.4025142
44	0.1935809	-0.3613263	-0.3798595
45	0.2341002	-0.4225881	-0.3472342
46	0.2341002	-0.4225881	-0.3472342
47	0.1935809	-0.3613263	-0.3798595
48	0.235122	-0.3652318	-0.4025142
49	-1.5303401	-0.9354304	-0.631855
50	-1.8546663	-0.9208399	-0.6026026
51	-2.1906991	-1.2070997	-0.6244643
52	-2.1906991	-1.2070997	-0.6244643
53	-1.8546663	-0.9208399	-0.6026026
54	-1.5303401	-0.9354304	-0.631855
55	-2.0259245	-1.0281396	-0.6652922
56	-2.2058899	-0.9986593	-0.6321127
57	-3.0911236	-1.3476509	-0.6675575
58	-3.0911236	-1.3476509	-0.6675575

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
59	-2.2058899	-0.9986593	-0.6321127
60	-2.0259245	-1.0281396	-0.6652922

Suelo: esfuerzos mayores.

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
1	25.3373839	23.4103286	22.6502788
2	7.2816143	3.8978805	2.7497607
3	8.1297184	4.5765126	2.9641335
4	8.1297184	4.5765126	2.9641335
5	7.2816143	3.8978805	2.7497607
6	25.3373839	23.4103286	22.6502788
7	8.3733111	4.2878829	2.9638469
8	9.4921607	4.2953084	2.9273919
9	8.9709479	4.9348847	3.150333
10	8.9709479	4.9348847	3.150333
11	9.4921607	4.2953084	2.9273919
12	8.3733111	4.2878829	2.9638469
13	9.0734279	5.2865245	3.5406746
14	8.9092419	5.2624616	3.5244305
15	7.5683163	5.8008488	3.7989234
16	7.5683163	5.8008488	3.7989234
17	8.9092419	5.2624616	3.5244305
18	9.0734279	5.2865245	3.5406746
19	8.6302375	5.5211302	3.828989
20	8.2967673	5.3761564	3.797915
21	6.9210326	5.8688765	4.1170554
22	6.9210326	5.8688765	4.1170554
23	8.2967673	5.3761564	3.797915
24	8.6302375	5.5211302	3.828989
25	8.4240903	5.4772807	3.8740692
26	8.0557615	5.3105334	3.8422582
27	6.6807614	5.8182975	4.2004815
28	6.6807614	5.8182975	4.2004815
29	8.0557615	5.3105334	3.8422582
30	8.4240903	5.4772807	3.8740692
31	8.4240903	5.4772807	3.8740692
32	8.0557615	5.3105334	3.8422582
33	6.6807614	5.8182975	4.2004815
34	6.6807614	5.8182975	4.2004815
35	8.0557615	5.3105334	3.8422582
36	8.4240903	5.4772807	3.8740692
37	8.6302375	5.5211302	3.828989

38	8.2967673	5.3761564	3.797915
39	6.9210326	5.8688765	4.1170554
40	6.9210326	5.8688765	4.1170554
41	8.2967673	5.3761564	3.797915
42	8.6302375	5.5211302	3.828989
43	9.0734279	5.2865245	3.5406746
44	8.9092419	5.2624616	3.5244305
45	7.5683163	5.8008488	3.7989234
46	7.5683163	5.8008488	3.7989234
47	8.9092419	5.2624616	3.5244305
48	9.0734279	5.2865245	3.5406746
49	8.3733111	4.2878829	2.9638469
50	9.4921607	4.2953084	2.9273919
51	8.9709479	4.9348847	3.150333
52	8.9709479	4.9348847	3.150333
53	9.4921607	4.2953084	2.9273919
54	8.3733111	4.2878829	2.9638469
55	25.3373839	23.4103286	22.6502788
56	7.2816143	3.8978805	2.7497607
57	8.1297184	4.5765126	2.9641335
58	8.1297184	4.5765126	2.9641335
59	7.2816143	3.8978805	2.7497607
60	25.3373839	23.4103286	22.6502788

Suelo: esfuerzos menores.

Nodo	Capa 1 Ton/m2	Capa 2 Ton/m2	Capa 3 Ton/m2
1	-20.7308833	-21.3162852	-21.4933486
2	0.0500286	-0.2206368	-0.2389845
3	1.0325156	0.2060488	0.0430562
4	1.0325156	0.2060488	0.0430562
5	0.0500286	-0.2206368	-0.2389845
6	-20.7308833	-21.3162852	-21.4933486
7	-0.2665569	-0.4273348	-0.3678667
8	1.0684862	-0.0395875	-0.1716567
9	1.8959411	0.2978313	0.0616704
10	1.8959411	0.2978313	0.0616704
11	1.0684862	-0.0395875	-0.1716567
12	-0.2665569	-0.4273348	-0.3678667
13	1.4074338	0.3053998	-0.07476
14	2.6822853	0.5725022	0.0594456
15	4.1933098	0.8552624	0.2415292
16	4.1933098	0.8552624	0.2415292
17	2.6822853	0.5725022	0.0594456
18	1.4074338	0.3053998	-0.07476

19	1.4342329	0.5433556	0.1467228
20	2.7918232	1.0936712	0.35274
21	4.4345995	1.1397036	0.3294015
22	4.4345995	1.1397036	0.3294015
23	2.7918232	1.0936712	0.35274
24	1.4342329	0.5433556	0.1467228
25	1.3753914	0.4484661	0.0894598
26	2.8591969	0.9915291	0.2367324
27	4.5124102	1.3092785	0.4319031
28	4.5124102	1.3092785	0.4319031
29	2.8591969	0.9915291	0.2367324
30	1.3753914	0.4484661	0.0894598
31	1.3753914	0.4484661	0.0894598
32	2.8591969	0.9915291	0.2367324
33	4.5124102	1.3092785	0.4319031
34	4.5124102	1.3092785	0.4319031
35	2.8591969	0.9915291	0.2367324
36	1.3753914	0.4484661	0.0894598
37	1.4342329	0.5433556	0.1467228
38	2.7918232	1.0936712	0.35274
39	4.4345995	1.1397036	0.3294015
40	4.4345995	1.1397036	0.3294015
41	2.7918232	1.0936712	0.35274
42	1.4342329	0.5433556	0.1467228
43	1.4074338	0.3053998	-0.07476
44	2.6822853	0.5725022	0.0594456
45	4.1933098	0.8552624	0.2415292
46	4.1933098	0.8552624	0.2415292
47	2.6822853	0.5725022	0.0594456
48	1.4074338	0.3053998	-0.07476
49	-0.2665569	-0.4273348	-0.3678667
50	1.0684862	-0.0395875	-0.1716567
51	1.8959411	0.2978313	0.0616704
52	1.8959411	0.2978313	0.0616704
53	1.0684862	-0.0395875	-0.1716567
54	-0.2665569	-0.4273348	-0.3678667
55	-20.7308833	-21.3162852	-21.4933486
56	0.0500286	-0.2206368	-0.2389845
57	1.0325156	0.2060488	0.0430562
58	1.0325156	0.2060488	0.0430562
59	0.0500286	-0.2206368	-0.2389845
60	-20.7308833	-21.3162852	-21.4933486