

92



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE UNA CIMENTACIÓN  
CON Y SIN INTERACCIÓN ESTÁTICA SUELO  
ESTRUCTURA”

T E S I S

Que para obtener el grado de:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

JUAN MURILLO TAMAYO

DIRECTOR DE TESIS:

M.I. Héctor Sángines García



MÉXICO, D.F.

CIUDAD UNIVERSITARIA, 2002

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE INGENIERÍA

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE UNA CIMENTACIÓN CON Y  
SIN INTERACCIÓN ESTÁTICA SUELO ESTRUCTURA"

T E S I S  
COMO REQUISITO PARA OBTENER  
EL GRADO DE INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A:  
JUAN MURILLO TAMAYO



ASESOR: M.I. HÉCTOR SÁNGINES GARCÍA

MÉXICO, D.F.

CIUDAD UNIVERSITARIA, 2002

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
I. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS.....	2
1.1 Exploración.....	2
1.1.1. Pozo a cielo abierto.....	2
1.1.2. Muestreo inalterado.....	3
1.1.3. Métodos indirectos.....	4
1.2. Pruebas de laboratorio.....	7
1.2.1. Consolidación Unidimensional.....	7
1.2.2. Pruebas Triaxiales.....	8
1.3. Resumen de propiedades índices y mecánicas.....	10
1.4. Estratigrafía.....	16
II. SELECCIÓN DEL TIPO DE CIMENTACIÓN.....	17
2.1. Cimentaciones someras.....	17
2.2. Selección del tipo de cimentación.....	20
2.2.1. Selección.....	20
2.2.2. Propuesta de dimensiones.....	22
2.2.3. Revisión de estado límite de falla.....	23
2.2.4. Revisión de estado límite de servicio.....	24
III. INTERACCIÓN ESTÁTICA SUELO- ESTRUCTURA.....	24
3.1. Análisis estructural.....	24
3.2. Cálculo de asentamientos.....	27
3.3. Compatibilidad de deformaciones.....	29
3.4. Programa de Computadora.....	29
3.5. Resumen de Resultados.....	35
IV. DISEÑO DE CIMENTACIÓN.....	44
4.1. Diseño estructural.....	44
4.2. Estado límite de falla.....	48
4.3. Estado límite de servicio.....	53
4.4. Comparación de diseños.....	54
V. CONCLUSIONES.....	57
ANEXO 1.....	58
BIBLIOGRAFÍA.....	101

## **AGREDICIMIENTOS**

❖ *A mi padre, donde quiera que estés, y a mi madre, por tu apoyo, tus consejos y sobre todo tu amor que siempre serán las cosas mas preciadas para mí.*

❖ *A Héctor, mi maestro, por su infinita paciencia y su valiosa guía para la elaboración de esta tesis.*

***A mis mejores amigos, que hicieron de mi estancia en la universidad una colección de gratos recuerdos, en especial:***

- ❖ ***A Pablito, por tu autenticidad, tu apoyo tan tangible y por aguantarme.***
- ❖ ***A Tere, por toda esa alegría que desbordas y tu confianza (y por aguantarme).***
- ❖ ***A Mawjin, por haber compartido tanto conmigo.***
- ❖ ***A Jimena, por toda tu atención y tu cariño que siempre he apreciado (y también por aguantarme).***
- ❖ ***A Rafa, por ser ese pegamento que nos manteníamos juntos a todos en la escuela.***
- ❖ ***A Jeanine, por compartir tus miedos y tus alegrías conmigo.***

## **INTRODUCCIÓN**

La tesis pretende cumplir con los siguientes dos objetivos:

1. Hacer un análisis comparativo entre el diseño estructural tradicional de una losa de cimentación siguiendo las especificaciones de las Normas Técnicas Complementarias del reglamento de construcciones contra el diseño que se obtiene haciendo un análisis de Interacción Estática Suelo Estructura (Deméneghi 1979).
2. Facilitar el cálculo e interpretación de la interacción mediante un desarrollo de software alternativo y vinculado al programa para el cálculo de la interacción presentado para la tesis de maestría de Ing. Héctor Sanginés García (Sanginés 2000).

En el capítulo I se presentan los estudios preliminares de carácter geotécnico que deben preceder al diseño estructural de una losa de cimentación. Los estudios expuestos se centran en las cimentaciones de tipo somero, por tratarse de una losa.

El capítulo II presenta una justificación de la selección del tipo de cimentación basándose en las solicitudes de carga del proyecto y tipo de suelo. También se describen los tipos de cimentaciones alternos para complementar la selección.

El capítulo III presenta los fundamentos del cálculo, análisis estructural y de asentamientos, se expone el uso y funcionamiento del software desarrollado y finalmente se concluye con los valores de los elementos mecánicos actuantes y deformaciones del conjunto suelo estructura.

El capítulo IV presenta el diseño de la losa de cimentación basándose en los coeficientes de momentos de las normas técnicas complementarias NTC87 y en forma comparativa con los momentos obtenidos por el método de interacción.

En el capítulo V se presentan las conclusiones de este trabajo.

En el anexo 1 se presenta el listado del programa.

## **I. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS**

La información que nos proveen los estudios geotécnicos es básica para el proyecto, ya que de aquí partimos para tomar una decisión sobre el tipo de cimentación y previsión de asentamientos. Los muestreos deben de ser llevados a cabo de la forma mas apropiada para la obtención de muestras representativas del suelo. Además, las pruebas de laboratorio deben de diseñarse teniendo en mente el objetivo principal de las mismas, que son la de simular las condiciones mas desfavorables a las que estará sujeto el suelo durante el procedimiento constructivo y posterior.

### **1.1 Exploración**

A continuación se presentan los muestreos que son adecuados para el tipo de cimentaciones someras.

#### **1.1.1. Pozo a cielo abierto**

El pozo a cielo abierto permite observar directamente las características estratigráficas del suelo, y rescatar muestras inalteradas de los estratos principales. Esta técnica de exploración y muestreo es particularmente recomendable en suelos seco y duros, como la de la costra superficial de la zona del lago y los depósitos de lomas y de algunas transiciones.

Se requiere equipo para la excavación del pozo y labrado de las muestras inalteradas, la excavación puede hacerse con herramienta manual o con máquinas perforadoras capaces de abrir en seco pozos de por lo menos 80 cm de diámetro. El labrado de las muestras se realiza con herramientas manuales.

El pozo a cielo abierto puede excavar con sección cuadrada o circular, la forma se elegirá en razón de la técnica de estabilización de las paredes de la excavación. Si se utilizan tablonés y marcos estructurales, la forma cuadrada es la más adecuada. Por otra parte, la forma de pozo circular es la conveniente cuando se estabilizan sus paredes con tubo de lámina corrugada o con ferrocemento. Esta última solución se ha venido empleando con mucha frecuencia por su sencillez y bajo costo.

La perforación mediante máquina rotatoria también puede presentar paredes inestables, en esos casos, el problema deberá resolverse perforando tramos cortos y estabilizándolos con anillos de malla de acero y mortero.

Las zonas de tobas duras, donde las perforaciones pierden velocidad de avance, se acostumbra atravesarlas agregando agua para ablandar los materiales, esta práctica es inadecuada porque altera las propiedades de los suelos.

En la excavación se deja un escalón en el cual se limpia un área de unos 50 cm de diámetro, a continuación se marca la sección deseada y se labran los lados del cubo de suelo (de 25 x 25 cm). Posteriormente, la muestra se envuelve con manta de cielo, que se impregna con una mezcla caliente de parafina y brea mediante una brocha.

Conforme avanza la excavación del pozo se lleva un registro donde se anota la descripción y clasificación de los estratos, indicando gráficamente la profundidad de las muestras, en el registro se incluirán comentarios relativos al procedimiento de excavación y ademe utilizados. Asimismo, conviene registrar los valores de resistencia al corte determinados en las paredes y fondo del pozo con torcómetro y penetrómetro portátil.

El pozo a cielo abierto es una técnica de exploración y muestreo que puede clasificarse como excelente, en suelos secos es la única confiable, ya que los métodos de perforación y muestreo convencionales que emplean agua o lodo como fluido de perforación pueden provocar cambio de sus propiedades mecánicas.

Los factores que deben tomarse en cuenta para la selección del pozo a cielo abierto como técnica de muestreo en caso particular son: 1) la profundidad máxima que pueda alcanzarse, 2) el tiempo y costo de ejecución y 3) que el nivel freático sea profundo.

#### **1.1.2. Muestreo inalterado.**

El empleo de tubos de pared delgada (conocidos como tubos Shelby) permite obtener muestras del subsuelo relativamente inalteradas. Para fines prácticos, esta técnica debe aplicarse selectivamente para suministrar al laboratorio especímenes, en los cuales se determinen las características de resistencia y compresibilidad que se requiere para el diseño geotécnico de detalle.

Las muestras de suelos blando que se obtienen con tubos Shelby, utilizando técnicas de perforación a rotación, o por lavado, frecuentemente resultan fisuradas, observándose fácilmente por la bentonita o azolve que penetra en ella. Las muestras fisuradas no son útiles para obtener confiablemente las propiedades mecánicas de esos suelos.

Para reducir la influencia que induce la técnica de perforación, se requiere el empleo de la posteadora – rimadora, combinando su aplicación con la broca de aleta, de acuerdo con la siguiente secuencia: a) perforar con la broca de aletas hasta llegar 1.0 m arriba de la profundidad de muestreo, b) perforar con la posteadora – rimador el tramo faltante de 1.0 m, y c) muestrear con el tubo de pared delgada.

El muestreador Shelby se debe hincar con velocidad constante entre 15 y 30 cm/s una longitud de 75 cm, esto es, queda sin muestra una longitud mínima de 15 cm donde se alojan los azolves que pudieran

haber quedado dentro del tubo. Después del hincado se deja el muestreador en reposo durante tres minutos, para que la muestra se expanda en el interior y aumente su adherencia contra las paredes, enseguida se corta la base del espécimen girando dos vueltas el muestreador, se saca al exterior y se limpian sus extremos y se identifica el tubo.

Estudios recientes señalan que para lograr un muestreo inalterado de calidad en suelos blandos cohesivos debe recurrirse al uso de tubos de pared delgada con pistón fijo. Sin embargo, en la Ciudad de México se han establecido rutinas de trabajo en campo, entre las cuales se cuenta el muestreo inalterado con tubos Shelby y los procedimientos de perforación a rotación y por lavado, esto provoca que el muestreo inalterado sea generalmente de baja calidad y lleva a subestimar las propiedades del subsuelo, resultando un sobrediseño geotécnico. Actualmente es preciso modificar al menos las técnicas de perforación, de manera que la alteración al subsuelo sea la mínima posible, y provisionalmente seguir empleando el muestreo con tubos Shelby, admitiendo que se extraen muestras ligeramente alteradas, mientras se desarrolla una mejor técnica de muestreo.

El resultado final del muestreo selectivo es la obtención de especímenes inalterados de la mejor calidad posible, además del índice de calidad que proporciona el porcentaje de recuperación. En campo, se revisarán ambos extremos de cada tubo para comprobar que la apariencia del suelo sea inalterada y que no exista fracturamiento hidráulico, fisuramiento, remoldeo, etc. Los especímenes que hayan sufrido alguna alteración no servirán para ser ensayados en pruebas de laboratorio de resistencia o deformabilidad. El ingeniero encargado de los trabajos de campo deberá supervisar la correcta aplicación de las técnicas de perforación y muestreo para alcanzar la calidad requerida.

### **1.1.3. Métodos indirectos**

El método más usual es la prueba de cono eléctrico. Con esta podemos determinar las variaciones con la profundidad de la resistencia a la penetración de punta de fricción del cono, la interpretación de estos parámetros permite definir con precisión los cambios en las condiciones estratigráficas del suelo y estimar la resistencia al corte de suelos mediante correlaciones empíricas.

El cono eléctrico consta de una celda de carga con dos unidades sensibles instrumentadas con deformómetros eléctricos (strain gages), en el caso de suelos duros podrá alcanzar una capacidad de 5 t y resolución de  $\pm 2$  kg, generalmente tiene 3.6 cm de diámetro exterior, aunque para suelos blandos se han utilizado hasta de 7.0 cm.

La fuerza que se desarrolla en la punta cónica se mide en la celda inferior, y la que se desarrolla en la funda de fricción se mide en la celda superior. La señal de salida del cono se transmite con cables a la

superficie, la recibe un aparato receptor y la transforma en señal digital, impresión numérica o directamente en una gráfica.

El cono se hince en el suelo empujándolo con una columna de barras de acero, usualmente de 3.6 cm de diámetro exterior, por cuyo interior sale el cable que lleva la señal a la superficie. La fuerza necesaria para el hincado se genera con un sistema hidráulico con velocidad de penetración controlada.

La velocidad de hincado del cono es usualmente de 2 cm/s, para las arcillas de la Ciudad de México se ha adoptado 1 cm/s porque así se controla mejor la prueba, sin embargo, es admisible operar con 2 cm/s, sabiendo que se obtienen valores ligeramente más altos, sin embargo, es muy importante que durante la prueba la velocidad de penetración se mantenga constante, ya que es inevitable que en las capas duras el cono pierda velocidad de penetración y que al pasarlas se acelere.

La prueba de penetración estática de cono permite definir las variaciones de las resistencias de punta y fricción con la profundidad.

El penetrómetro eléctrico permite detectar con precisión los cambios estratigráficos, utilizando como indicador la variación de la resistencia de punta.

La identificación de los suelos se hace de manera indirecta mediante correlaciones empíricas. En el caso del subsuelo de la Ciudad de México, particularmente en la Zona del Lago, la identificación de los suelos se puede hacer comparando la variación de la resistencia de punta con la estratigrafía definida mediante sondeos con muestreo inalterado continuo.

La resistencia al corte de suelos cohesivos en condiciones no drenadas se puede obtener aproximadamente con la expresión.

$$C_{uv} = \frac{q_c}{N_k}$$

donde  $C_{uv}$  resistencia al corte no drenada, en  $t/m^2$   
 $q_c$  resistencia de punta de cono, en  $kg/cm^2$   
 $N_k$  coeficiente de correlación

A continuación se presentan los valores del coeficiente  $N_k$ , determinados para suelos de la Ciudad de México (Santoyo, 1998).

Tipo de suelo	$q_c$	Prueba		Torcómetro		Penetrómetro de Bolsillo
		Triaxial UU	Compresión simple	Lab	Campo	
Costra seca	$5 < q_c < 10$	$q_c / 14$	$q_c / 20$	-	-	-
Arcillas blandas	$q_c > 5$	$q_c / 13$	$q_c / 16$	$q_c / 12$	$q_c / 14$	-
Limos arcillosos duros	$q_c > 10$	$q_c / 24$	$q_c / 54$	-	-	$q_c / 29$

Para determinar el valor del ángulo de fricción interna,  $\phi'$ , usualmente se utilizan las fórmulas de capacidad de carga, empleando como datos la capacidad de carga última y la estimación del peso volumétrico. En suelos cohesivo friccionante, se resuelve considerando dos valores de la resistencia de punta cercanos, que corresponden a un mismo estrato ( $q_{c1}$  y  $q_{c2}$ ). Así se pueden plantear dos expresiones de la capacidad de carga última, que al considerarlas simultánea resultan:

$$\phi = \arctan \left( \frac{q_{c2} - q_{c1}}{\gamma(z_2 - z_1)N_q} \right)^{-1} \dots 1$$

$$c = \frac{(q_{c1} + q_{c2}) - \gamma N_q (1 + \tan \phi)(z_1 + z_2)}{2N_c (1 + N_q / N_c)} \dots 2$$

donde  $c$  y  $\phi$  parámetros de la resistencia al corte  
 $q_{c1}$  y  $q_{c2}$  valores de la resistencia de punta ( $q_{c2} > q_{c1}$ )  
 $z_1$  y  $z_2$  profundidades de medición  
 $N_c$  y  $N_q$  coeficientes de capacidad de carga

$$N_q = \frac{q_{c2} - q_{c1}}{\gamma(1 + \tan \phi)(z_2 - z_1)} \dots 3$$

Para determinar el valor  $\phi$  se deben resolver por aproximaciones sucesivas las ecuaciones implícitas (ecuaciones 1 y 3), para ello, primero se supone un valor de  $\phi$  para calcular  $N_q$  (ecuación 3) y con el valor obtenido calcular  $\phi$  (ecuación 1), este último se toma como valor inicial y se repite el cálculo que converge en dos o tres iteraciones.

La prueba de penetración con cono es la técnica de exploración de suelos mas eficiente y económica de que se dispone actualmente. Cuando se trata de suelos blandos, el cono eléctrico tiene mayor precisión que el cono mecánico. Los coeficientes de correlación  $N_q$  entre las mediciones con cono y la resistencia

al corte no drenada de los suelos, están basados en un número reducido de sondeos inalterados, por ello deben utilizarse con reserva y de preferencia ratificarse con sondeos de correlación, para asegurarse de su validez. El cono deberá calibrarse después de cada diez sondeos a fin de comprobar su confiabilidad.

## **1.2. Pruebas de laboratorio**

A continuación se presentan las pruebas de laboratorio mas adecuadas para conocer los parámetros del suelo.

### **1.2.1. Consolidación Unidimensional**

El objeto de la prueba es determinar el decremento de volumen y la velocidad con que este decremento se produce en un espécimen de suelo, confinado lateralmente y sujeto a una carga axial. Durante la prueba se aplica una serie de incrementos crecientes de carga axial y, por efecto de éstos, el agua tiende a salir del espécimen a través de piedras porosas colocadas en sus caras. El cambio de volumen se mide con un micrómetro montado en un puente fijo y conectado a la placa de carga sobre la piedra porosa superior.

Para cada incremento de carga aplicada se miden los cambios volumétricos, usando intervalos apropiados para efectuar las mediciones. Los datos registrados conducen a la obtención de la curva de consolidación. Dibujando las lecturas del micrómetro como ordenadas, en escala natural y los tiempos, como abscisas, en escala logarítmica, se logra que la curva de consolidación obtenida en laboratorio sea fácilmente comparable con la curva teórica, lo cual permite establecer, toscamente, el grado de aplicabilidad de las teorías al problema específico tratado. Es común encontrar en la mayoría de los suelos arcillosos de alta plasticidad, una concordancia excelente hasta un 60% o 70% de consolidación, delante de estos límites la curva de laboratorio suele volverse asintótica a una recta inclinada respecto a la horizontal por el valor de 100% de consolidación de la curva teórica. Esta desviación corresponde a la consolidación secundaria y esta deformación adicional se atribuye, por hipótesis, a un reajuste de las fuerzas de fricción dentro de la masa de suelo. Puesto que este cambio volumétrico secundario es generalmente muy pequeño (por lo menos para incrementos de carga relativamente importantes) en comparación con el que tiene lugar durante el efecto primario de expulsión de agua, su influencia se hace notoria sólo después de que se ha producido la mayor parte de la deformación volumétrica primaria.

Al realizar la prueba de consolidación unidimensional, cada incremento de carga se mantiene el tiempo suficiente para que el tramo recto de consolidación secundaria se defina claramente, después de la cual, se podrá aplicar el siguiente incremento.

En las curvas de consolidación obtenidas para cada incremento de carga se selecciona un tiempo arbitrario, tal que las lecturas del micrómetro en las diferentes curvas caigan ya más allá del período de

consolidación primaria. La presión y la lectura del micrómetro correspondientes a ese tiempo proporcionan los datos de partida para el trazado de las curvas de compresibilidad. Ver figuras 1.1 y 1.2.

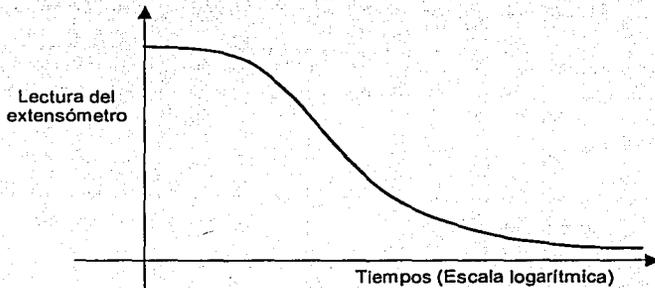


Figura 1.1 Forma típica de la curva de consolidación en arcillas (sin escala)

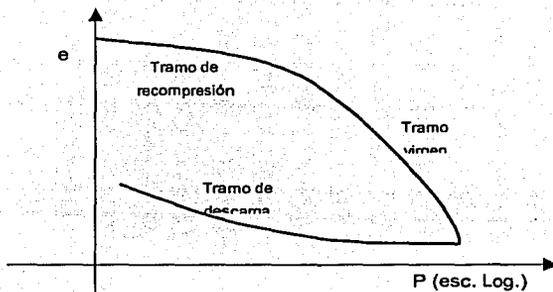


Figura 1.2 Forma típica de la curva de compresibilidad en suelos compresibles.

### 1.2.2. Pruebas Triaxiales

Teóricamente son pruebas en que se podrían variar a voluntad las presiones actuante en tres direcciones ortogonales sobre un espécimen de suelo, efectuando mediciones sobre sus características mecánicas en forma completa. En realidad y buscando sencillez en su realización, en las pruebas que hoye efectúan, los esfuerzos en dos direcciones son iguales. Los especímenes son usualmente cilíndricos y están sujetos a presiones laterales de un líquido, generalmente agua, del cual se protegen con una membrana impermeable. Para lograr el debido confinamiento, la muestra se coloca en el interior de una

cámara cilíndrica y hermética, de lucita, con bases metálica. En las bases de la muestra se colocan piedras porosas, cuya comunicación con una bureta exterior puede establecerse a voluntad con segmentos de tubo plástico. El agua de la cámara puede adquirir cualquier presión deseada por la acción de un compresor comunicado con ella. La carga axial se transmite al espécimen por medio de un vástago que atraviesa la base superior de la cámara.

La presión que se ejerce con el agua que llena la cámara es hidrostática y produce, por lo tanto, esfuerzos principales sobre el espécimen, iguales en todas las direcciones, tanto lateral como axialmente. En las bases del espécimen actuará, además de la presión del agua, el efecto transmitido por el vástago de la cámara desde el exterior.

Las pruebas triaxiales suelen considerarse constituidas por dos etapas. La primera es aquella en que se aplica a la muestra la presión de confinamiento ( $\sigma_c$ ), durante ella puede o no permitirse el drenaje de la muestra. En la segunda etapa, de carga propiamente dicha, la muestra se sujeta a un esfuerzo desviador, sometiéndola a esfuerzos principales que ya no son iguales entre sí, esta segunda etapa puede también ser o no drenada.

#### *Prueba lenta (L). Prueba con consolidación y con drenaje:*

La característica fundamental de la prueba es que los esfuerzos aplicados al espécimen son efectivos. Primeramente se sujeta al suelo a una presión hidrostática ( $\tau_c$ ), teniendo abierta la válvula de comunicación con la bureta y dejando transcurrir el tiempo necesario para que haya completa consolidación bajo la presión actuante. Cuando el equilibrio estático interno se haya reestablecido, todas las fuerzas exteriores estarán actuando sobre la fase sólida del suelo, es decir, producen esfuerzos efectivos, en tanto que los esfuerzos neutrales en el agua corresponden a la condición hidrostática. La muestra es llevada a la falla a continuación aplicando la carga axial en pequeños incrementos, cada uno de los cuales se mantiene el tiempo necesario para que la presión del agua, en exceso de la hidrostática, se reduzca a cero.

#### *Prueba rápida-consolidada (Rc) Prueba con consolidación y sin drenaje:*

En este tipo de prueba, el espécimen se consolida primeramente bajo la presión hidrostática ( $\tau_c$ ), como en la primera etapa de la prueba lenta, así, el esfuerzo ( $\tau_c$ ) llega a ser efectivo ( $\sigma_c$ ), actuando sobre la fase sólida del suelo. Enseguida, la muestra es llevada a la falla por un rápido incremento de la carga axial, de manera que no se permita cambio de volumen. El hecho esencial de este tipo de prueba es el no permitir ninguna consolidación adicional durante el período de falla, de aplicación de la carga axial. Esto se logra fácilmente en una cámara de compresión triaxial cerrando la válvula de salida de las

piedras porosas a la bureta, una vez hecho esto, el requisito es cumplido independientemente de la velocidad de aplicación de la carga axial, sin embargo, parece no existir duda que esa velocidad influye en la resistencia del suelo, aun con drenaje totalmente restringido.

En la segunda etapa podría pensarse que todo el esfuerzo desviador fuera tomado por el agua de los vacíos del suelo en forma de presión neutral, ello no ocurre así y se sabe qué parte de esa presión axial es tomada por la fase sólida del suelo, sin que, hasta la fecha, se hayan dilucidado por completo ni la distribución de esfuerzos, ni las razones que la gobiernan. De hecho no hay ninguna razón en principio para que el esfuerzo desviador sea íntegramente tomado por el agua en forma de presión neutral, si la muestra estuviese lateralmente confinada, como en el caso de una prueba de consolidación, si ocurriera esa distribución simple del esfuerzo vertical, pero en una prueba triaxial la muestra puede deformarse lateralmente y, por lo tanto, su estructura toma esfuerzos cortantes desde un principio.

#### *Prueba rápida (R) prueba sin consolidación y drenaje:*

En este tipo de prueba no se permite en ninguna etapa consolidación de la muestra. La válvula de comunicación entre el espécimen y la bureta permanece siempre cerrada impidiendo el drenaje. En primer lugar se aplica al espécimen una presión hidrostática y, de inmediato, se hace fallar al suelo con la aplicación rápida de la carga axial. Los esfuerzos efectivos en esta prueba no se conocen bien, ni tampoco su distribución, en ningún momento.

### **1.3. Resumen de propiedades índices y mecánicas**

Las relaciones que se dan a continuación son importantísimas, para el manejo comprensible de las propiedades mecánicas de los suelos y un completo dominio de su significado y sentido físico, es imprescindible para poder expresar en forma asequible los datos y conclusiones de la Mecánica de Suelos.

- a) Se denomina *Relación de Vacíos* a la relación entre el volumen de los vacíos y el de los sólidos de un suelo:  $e = \frac{V_v}{V_s}$ . La relación puede variar teóricamente de 0 ( $V_v=0$ ) a  $\infty$  (valor correspondiente a un espacio vacío). En la práctica no suelen hallarse valores menores de 0.25 (arenas muy compactas con finos) ni mayores de 15, en el caso de algunas arcillas altamente comprensibles.
- b) Se llama *porosidad* a la relación entre su volumen de vacíos y el volumen de su masa. Se expresa como porcentaje:  $n(\%) = \frac{V_v}{V_m} \cdot 100$ , esta relación puede variar de 0 (en un suelo ideal con sólo fase sólida) a 100% (espacio vacío). Los valores reales suelen oscilar entre 20% y 95%

- c) Se denomina *grado de saturación* a la relación entre su volumen de agua y el volumen de sus vacíos. Suele expresarse como porcentaje:  $S_r(\%) = \frac{V_w}{V_v} \cdot 100$ ; Varía de 0 (suelo seco) a 100% (suelo totalmente saturado).
- d) Se conoce como *contenido de agua* a la relación entre el peso de agua contenida en el mismo y el peso de su fase sólida. Suele expresarse como porcentaje:  $w(\%) = \frac{w_w}{w_s} \cdot 100$ ; varía teóricamente de 0 a ∞. En la naturaleza la humedad de los suelos varía entre límites muy amplios: en arcillas japonesas se han registrado contenidos de agua de 1,200– 1,400 %, si bien estos valores son excepcionales. En México, existen valores de 1,000% en arcillas procedentes de la región sureste del país. En el valle de México son normales humedades de 500– 600%.

### Granulometría:

El análisis granulométrico es más adecuado para suelos gruesos que para finos. Solamente en suelos gruesos, cuya granulometría puede determinarse por mallas, la distribución por tamaños puede revelar algo de lo referente a las propiedades físicas del material. El comportamiento mecánico e hidráulico está principalmente definido por la compactación de los granos y su orientación, características que destruye, por la misma manera de realizarse, la prueba de granulometría. En suelos finos en estado inalterado, las propiedades mecánicas e hidráulicas dependen en tal grado de su estructuración e historia geológica, que el conocimiento de su granulometría, resulta totalmente inútil.

La gráfica granulométrica suele dibujarse con porcentajes como ordenadas y tamaños de las partículas como abscisas. Las ordenadas se refieren a porcentaje, en peso, de las partículas menores que el tamaño correspondiente. La representación en escala semilogarítmica (eje de abscisas en escala logarítmica) resulta preferible a la simple representación natural, pues en la primera se dispone de mayor amplitud en los tamaños finos y muy finos, que en escala natural resultan muy comprimidos, usando un módulo práctico de escala. Ver figura 1.3.

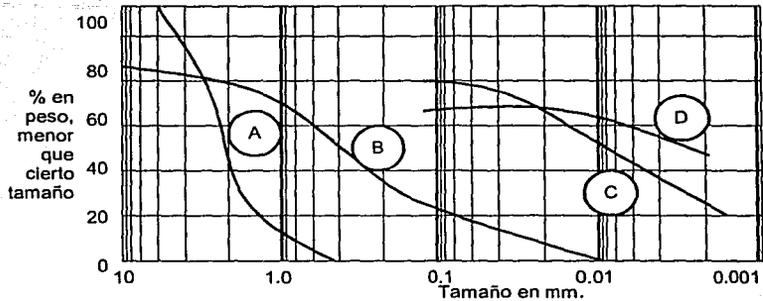


Figura 1.3. Curvas granulométricas de algunos suelos. A) Arena muy uniforme, de Ciudad Cuahatemoc, México; B) Suelo bien graduado, Puebla, México; C) Arcilla del Valle de México; D) Arcilla del Valle de México

Siempre que se cuente con suficiente número de puntos, la representación gráfica de la distribución granulométrica debe estimarse preferible a la numérica en tablas. La forma de la curva da inmediata idea de la distribución granulométrica del suelo; un suelo constituido por partículas de un solo tamaño, estará representado por una línea vertical.

Hazen propuso el coeficiente de uniformidad.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}, \text{ en donde:}$$

$D_{60}$ : Tamaño tal, que el 60%, en peso, del suelo, sea igual o menor.

$D_{10}$ : Llamado por Hazen diámetro efectivo; es el tamaño tal que sea igual o mayor que el 10% en peso del suelo.

Como dato complementario, necesario para definir la graduación, se define el coeficiente de curvatura del suelo con la expresión:

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60}D_{10}}$$

$D_{30}$  se define análogamente que los  $D_{10}$  y  $D_{60}$  anteriores. Esta relación tiene un valor entre 1 y 3 en suelos bien graduados, con amplio margen de tamaños de partículas y cantidades apreciables e cada tamaño intermedio.

### Límites de plasticidad:

Según el contenido de agua de una arcilla en orden decreciente, un suelo susceptible de ser plástico puede estar en cualquiera de los siguientes estados de consistencia, definidos por Atterberg.

1. Estado líquido, con las propiedades y apariencia de una suspensión.
2. Estado semilíquido, con las propiedades de un fluido viscoso.
3. Estado plástico, en que el suelo se comporta plásticamente.
4. Estado semisólido, en el que el suelo tiene la apariencia de un sólido, pero aún disminuye de volumen al estar sujeto a secado.
5. Estado sólido, en que el volumen del suelo no varía con el secado.

La frontera convencional entre los estados semilíquido y plástico fue llamada por Atterberg *límite líquido*, nombre que hoy se conserva; la frontera convencional entre los estados plástico y semisólido fue llamada por Atterberg *límite plástico*.

A las fronteras anteriores, que definen el intervalo plástico del suelo, se les ha llamado *límite de plasticidad*.

Atterberg consideraba que la plasticidad del suelo quedaba determinada por el límite líquido y por la cantidad máxima de una cierta arena que podía ser agregada al suelo, estando éste con el contenido de agua correspondiente al límite líquido, sin que perdiera por completo su plasticidad. Además encontró que la diferencia entre los valores de los límites de plasticidad, llamada *índice plástico*, se relacionaba fácilmente con la cantidad de arena añadida, siendo de más fácil determinación, por lo que sugirió su uso, en lugar de arena como segundo parámetro para definir la plasticidad.

$$I_p = LL - LP$$

La determinación del límite líquido se lleva a cabo mediante el uso de la copa de Casagrande, que es un recipiente de bronce o latón con un tacón solidario del mismo material; el tacón y la copa giran en torno a un eje fijo unido a la base. Una excéntrica hace que la copa caiga periódicamente, golpeándose contra la base del dispositivo, que es de hule duro o micarta 221. La altura de la caída de la copa es, por especificación, de 1 cm, medido verticalmente desde el punto de la copa que toca la base al caer, hasta la base misma, estando la copa en su punto más alto. Es importante que este ajuste se haga con todo cuidado, usando un prisma metálico de 1 cm de lado, para hacer la calibración; este prisma se introduce entre base y copa, cuidando que su arista superior quede en contacto con el punto de la copa que golpea

la base. La copa es esférica, con un radio de 54 mm, espesor 2 mm y peso 200200 g incluyendo el tacón.

Sobre la copa se coloca el suelo y se procede a hacerle una ranura trapecial simétrica midiendo la base menor 2 mm (base que imaginariamente hace contacto con la copa), base mayor 11 mm y de una altura de 8 mm.

Para hacer la ranura debe usarse un ranurador laminar. La copa se sostiene con la mano izquierda, con el tacón hacia arriba y el ranurador se pasa a través de la muestra, manteniéndolo normal a sus superficie, a lo largo del meridiano que pasa por el centro del tacón, con un movimiento de arriba hacia abajo.

La prueba debe ejecutarse en un cuarto húmedo. Un ambiente seco afecta la exactitud de la prueba debido a la evaporación durante el remoldeo y manipulación en la copa; esto es suficiente para que el número de golpes muestre un incremento demasiado rápido.

Se estableció que el límite líquido obtenido por la copa de Casagrande corresponde al de Atterberg, si se define como el contenido de agua del suelo para el que la ranura se cierra a lo largo de 1.27 cm, con 25 golpes en la copa. Esta correlación permitió incorporar a la experiencia actual toda la adquirida previamente al uso de la copa.

De hecho, el límite líquido se determina conociendo 3 ó 4 contenidos de agua diferentes en su vecindad, con los correspondiente números de golpes y trazando la curva Contenido de agua- Número de golpes (ver figura 1.4 en la siguiente página).

La ordenada de esta curva correspondiente a la abscisa de 25 golpes es el contenido de agua correspondiente al límite líquido. Usando papel semilogarítmico (con los contenidos de agua en la escala aritmética y el número de golpes en la escala logarítmica), la curva anterior llamada de fluidez, es una recta cerca del límite líquido. La ecuación de la curva de flujo es:

$$W = -F_w \log N + C \text{ donde:}$$

$W$  = Contenido de agua, como porcentaje del peso seco.

$F_w$  = Índice de fluidez, pendiente de la curva de fluidez, igual a la variación del contenido de agua correspondiente a un ciclo de escala logarítmica.

$N$  = Número de golpes.

C = Constante que representa la ordenada en la abscisa de 1 golpe; se calcula prolongando el trazo de la curva de fluidez.

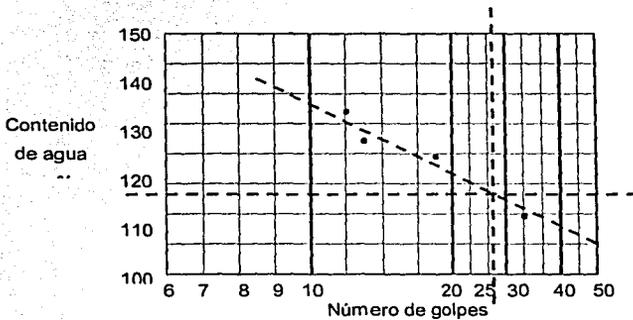


Figura 1.4. Determinación de límite líquido en la curva de flujo

La fuerza que se opone a la fluencia de los lados de la ranura proviene de la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, por lo que el número de golpes requerido para cerrar la ranura es una medida de esa resistencia, al correspondiente contenido de agua. De lo anterior puede deducirse que la resistencia de todos los suelos en el límite líquido debe ser la misma, siempre y cuando el impacto sirva solamente para deformar al suelo, como es el caso de los suelos plásticos; pero en el caso de los suelos no plásticos (arenosos), de mayor permeabilidad que las arcillas, las fuerzas de impacto producen un flujo del agua hacia la ranura, con la consecuencia de que el suelo se reblandece en las proximidades de aquélla, disminuyendo su resistencia al esfuerzo cortante; por ello en esos suelos, el límite líquido ya no representa un contenido de agua para el cual el suelo presente una resistencia al corte definida.

Para determinar el límite plástico, Atterberg rolaba un fragmento de suelo hasta convertirlo en un cilindro de espesor no especificado; el agrietamiento y desmoronamiento del rollito, es un cierto momento, indicaba que se había alcanzado el límite plástico y el contenido de agua en tal momento era la frontera deseada. Terzaghi agregó la condición de que el diámetro del rollito sea de 3 mm (1/8"). La formación de los rollitos se hace usualmente sobre una hoja de papel totalmente seca, para acelerar la pérdida de humedad del material; también es frecuente efectuar el rolado sobre una placa de vidrio. Cuando los rollitos llegan a los 3 mm, se doblan y presionan, formando una pastilla que vuelve a rolarse, hasta que en los 3 mm justos ocurra el desmoronamiento y agrietamiento; en tal momento, se determinará rápidamente su contenido de agua, que es el límite plástico.

#### 1.4. Estratigrafía

A continuación se presenta la estratigrafía del subsuelo que subyace a la cimentación. Se presentan las propiedades mecánicas que necesitamos conocer para el cálculo de la interacción, y una descripción física por estrato.

Estrato	Profundidad [m]	Propiedades	Descripción
1	0 ~ 1.10	$\gamma = 1.55$ [t/m <sup>3</sup> ], $M = 0.0058$ [m <sup>2</sup> /t], $\nu = 0.42$	Arcilla limosa café
2	1.10 ~ 2.3	$\gamma = 1.4$ [t/m <sup>3</sup> ], $M = 0.0046$ [m <sup>2</sup> /t], $\nu = 0.35$	Limo arenoso con poca arcilla
3	2.3 ~ 4.7	$\gamma = 1.15$ [t/m <sup>3</sup> ], $M = 0.0033$ [m <sup>2</sup> /t], $\nu = 0.32$	Arcilla con arena negra
4	4.7 ~ 7.7	$\gamma = 1.25$ [t/m <sup>3</sup> ], $M = 0.0039$ [m <sup>2</sup> /t], $\nu = 0.44$	Arcilla gris rojiza
5	7.7 ~ 12.5	$\gamma = 1.17$ [t/m <sup>3</sup> ], $M = 0.0026$ [m <sup>2</sup> /t], $\nu = 0.39$	Arcilla gris verdoso

Tabla 2.1. Estratigrafía del subsuelo de cimentación

Donde:

$\gamma$  = Peso volumétrico en [t/m<sup>3</sup>]

$M = 1/E$  = Inverso del módulo de deformación en [m<sup>2</sup>/t]

$\nu$  = Relación de Poisson

## II. SELECCIÓN DEL TIPO DE CIMENTACIÓN

### 2.1. Cimentaciones someras

En un cimiento somero, como en toda cimentación, se debe revisar su estabilidad tanto para los estados límite de falla como para los estados límite de servicio. Es decir, se debe verificar que se tenga una seguridad razonable para evitar que se presente una falla por resistencia al corte del terreno de cimentación, y que las deformaciones que sufra éste no afecten el comportamiento de los elementos de cimentación y de la propia estructura.

Cabe aclarar que en la revisión de una cimentación existen otros factores que deben tomarse en cuenta adicionalmente, pero la falla por resistencia al corte y las deformaciones del terreno de cimentación están entre los más importantes.

Profundidad de desplante: En una cimentación somera el estrato de apoyo se encuentra a poca profundidad, por lo que la profundidad de desplante debe ser tal que el cimiento quede desplantado satisfactoriamente en dicho estrato de apoyo. En muchas ocasiones conviene colar una plantilla de concreto pobre de  $f'c = 60$  [kg/cm<sup>2</sup>] de 3 cm de espesor, inmediatamente después de llegar al fondo del corte.

La profundidad de desplante deberá ser tal que se cumpla con los requisitos de seguridad de la cimentación. En este sentido, se propone una profundidad de desplante y se revisa que con ella se cumplan los requisitos de seguridad de la cimentación; el proceso se repite hasta determinar la profundidad de desplante que cumpla con lo anterior.

En general, es importante que los cimientos queden desplantados sobre un mismo estrato, ya que si se apoyan en materiales diferentes se pueden presentar asentamientos diferenciales en la estructura de cimentación.

El desplante de los cimientos deberá quedar abajo del suelo sujeto a erosión superficial o interna. Además, en cualquier cimentación somera existen suelos especialmente susceptibles a la erosión por agua o por viento, como son las arenas o los limos no plásticos, los que deberán protegerse para evitar que se descubran los cimientos.

Cuando el terreno de cimentación es una arcilla del tipo expansivo, el desplante de los cimientos deberá quedar por debajo de esta arcilla, para evitar que los movimientos por cambios de volumen de ella dañen

la estructura de cimentación. Si los cimientos quedan por arriba de la arcilla expansiva, deberán tomarse las precauciones correspondientes para que la estabilidad de la cimentación no resulte afectada.

No existe una profundidad mínima de desplante aceptada de manera general por los ingenieros de mecánica de suelos, pero a manera de ejemplo, el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal de 1966 dice que "los cimientos deberán desplantarse, por lo menos, 50 cm bajo la superficie del terreno (...) Se exceptúan de este requisito las construcciones cimentadas directamente sobre roca". Por otra parte, se puede considerar en una cimentación somera una profundidad de desplante máxima de 2.5 m, a partir de la cual se trataría ya de una cimentación intermedia o profunda.

Determinación del área de la cimentación: El área de un cimiento somero es aquella para la cual la cimentación cumple con los requisitos de seguridad correspondientes. Por lo tanto, en la práctica se supone una cierta área y se revisa que con ella se cumplan los requisitos de seguridad; se procede por tanteos, hasta hallar el área que haga que el cimiento cumpla con todos y cada uno de los requisitos de seguridad, al mínimo costo.

Con el propósito de reducir el número de tanteos, se puede estimar en forma aproximada la capacidad de carga admisible del terreno de cimentación, y hallar en forma aproximada la capacidad de carga admisible del terreno de cimentación, y hallar un área preliminar para iniciar los cálculos.

La capacidad de carga admisible del terreno de cimentación es aquella presión vertical media de contacto entre la subestructura y el terreno, que garantiza un comportamiento adecuado de la cimentación. Se entiende por comportamiento adecuado que exista un factor de seguridad razonable contra una falla por resistencia al corte del suelo, y que el asentamiento del cimiento no produzca daños a la estructura, ni afecte su buen funcionamiento. Usualmente la capacidad de carga admisible se halla dividiendo la capacidad de carga última del suelo entre un cierto factor de seguridad. Sin embargo, se debe verificar que la capacidad de carga admisible o presión media de contacto no produzca asentamientos excesivos del cimiento. En la tabla 2.2 se muestran algunos valores para asentamientos permisibles, de tal forma que no se presente daño funcional en las siguientes instalaciones o elementos.

Obras de drenaje	15 a 30 cm
Accesos a la estructura	30 a 60 cm
Muros de mampostería	2.5 a 5 cm
Marcos estructurales de concreto o acero	5 a 10 cm
Losas o cajones de cimentación	7.5 a 30 cm

TABLA 2.2 Los valores mayores son para asentamientos en terrenos de cimentación homogéneos y estructuras de buena calidad de construcción. Los valores menores son para asentamientos en terrenos de cimentación homogéneos y estructuras de buena calidad de construcción. Los valores menores son para asentamientos en terrenos de cimentación con estratigrafía errática y estructuras de regular calidad de construcción. (Sowers 1962)

Por lo anterior, la carga transmitida o presión media de contacto vale

$$q_a = \Sigma Q / A \quad (2.1)$$

donde:  $\Sigma Q$  = sumatoria de cargas al nivel de desplante del cimiento.

$A$  = área de contacto entre cimiento y suelo.

Despejando de la ecuación anterior.  $A = \Sigma Q / q_a \quad (2.2)$

Por otra parte, se define la carga neta transmitida o incremento neto de presión como la diferencia de la presión de contacto menos la presión total previamente existente al nivel de desplante de la subestructura, es decir

$$q_{an} = q_a - \gamma D_f \quad (2.3)$$

donde:  $q_{an}$  = carga neta transmitida o incremento neto de presión.

$q_a$  = presión de contacto o carga transmitida

$\gamma$  = peso volumétrico natural del suelo

$D_f$  = profundidad de desplante

En la tabla 2.3 se presentan valores aproximados de la capacidad de carga admisible neta del terreno, para diferentes tipos de suelo.

TABLA 2.3 CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE NETA APROXIMADA DEL SUELO		
q <sub>an</sub> [t/m <sup>2</sup> ]		
Tipo de suelo	Zapatas	Losa de cimentación
Arcilla blanda, arena suelta	3.6 a 6.0	1.5 a 2.0
Arcilla de consistencia media	5.0 a 8.0	2.0 a 3.0
Arena medianamente compacta, arcilla firme	7.0 a 10.0	3.0 a 5.0
Arena compacta, toba cementada	9.0 a 13.0	5.0 a 7.0
Arena muy compacta, roca sana	12.0 a 20.0	8.0 a 12.0

Cabe aclarar que el área  $A$  no se puede calcular directamente de la ecuación 2.2, pues  $\Sigma Q$  no se conoce a priori, ya que depende del área del cimiento, por lo que para estimar en forma aproximada esta área se procede de la siguiente forma:

La resultante de cargas  $\Sigma Q = \Sigma Q' + W_{cim}$ , en que  $\Sigma Q'$  es la carga al nivel de la superficie del terreno o al nivel de piso terminado y  $W_{cim}$  es el peso del cimiento (incluyendo el peso del relleno que está sobre él),

$$\Sigma Q / A = \Sigma Q' / A + W_{cim} / A$$

pero  $W_{cim} / A \approx \gamma D_f$       y       $q_a = q_{an} + \gamma D_f = \Sigma Q / A$

$\therefore$        $q_{an} + \gamma D_f \approx \Sigma Q' / A + \gamma D_f$

y       $q_{an} \approx \Sigma Q' / A$

$$A = \Sigma Q' / q_{an} \quad (2.4)$$

La ecuación 2.4 permite estimar en forma aproximada el área del cimiento.

## 2.2. Selección del tipo de cimentación

### 2.2.1. Selección

Los tipos más frecuentes de cimentaciones poco profundas son las zapatas aisladas, las zapatas corridas y las losas de cimentación.

Las zapatas aisladas son elementos estructurales, generalmente cuadrados o rectangulares y más raramente circulares, que se construyen bajo las columnas con el objeto de transmitir la carga de éstas al terreno en una mayor área, para lograr una presión apropiada. En ocasiones las zapatas aisladas soportan más de una columna. Las zapatas aisladas se construyen generalmente de concreto reforzado.

Las zapatas corridas son elementos análogos a los anteriores, en los que la longitud supera en mucho al ancho. Soportan varias columnas o un muro y pueden ser de concreto reforzado o de mampostería, en el caso de cimientos que transmiten cargas no muy grandes. La zapata corrida es una forma evolucionada de la zapata aislada, en el caso en que el suelo ofrezca una resistencia baja, que obligue al empleo de mayores áreas de repartición o en el caso en que deban transmitirse al suelo grandes cargas.

Cuando la resistencia del terreno sea muy baja o las cargas sean muy altas, las áreas requeridas para apoyo de la cimentación deben aumentarse, llegándose al empleo de verdaderas losas de cimentación, construidas también de concreto reforzado, las que pueden llegar a ocupar toda la superficie construida.

No existe ningún criterio preciso para distinguir entre sí los tres tipos anteriores, siendo la práctica la norma para su distinción. También existen multitud de variedades de cimentaciones combinadas, en las que los tres tipos básicos se entremezclan al gusto del proyectista o del constructor, que se esforzará siempre por extraer del suelo el mayor partido posible, combinando los factores estructurales con las características del terreno de la manera más ventajosa en cada punto.

Si aún en el caso de emplear una losa corrida la presión transmitida al subsuelo sobrepasa la capacidad de carga de éste, es evidente que habrá de recurrirse a soportar la estructura en estratos más firmes, que se encuentre a mayores profundidades, llegándose así a las cimentaciones profundas.

A continuación se exponen ciertas normas breves que han de ser tomadas en cuenta para el proyecto de cualquier cimentación. En rigor, lo que más adelante se dice es aplicable tanto a cimentaciones poco profundas, como a otras desplazadas a mayor profundidad, pues se trata de comentarios de orden general que deben presidir cualquier proyecto de cualquier cimentación.

En general, los factores que influyen en la correcta selección de una cimentación dada pueden agruparse en tres clases principales.

1. Los relativos a la superestructura, que engloban su función, cargas que transmite al suelo, materiales que la constituyen, etc.
2. Los relativos al suelo, que se refieren a sus propiedades mecánicas, especialmente a su resistencia y compresibilidad, a sus condiciones hidráulicas, etc.
3. Los factores económicos, que deben balancear el costo de la cimentación en comparación con la importancia y aún el costo de la superestructura.

De hecho, el balance de los factores anteriores puede hacer que diferentes proyectistas de experiencia lleguen a soluciones ligeramente distintas para una cimentación dada, pues el problema carece de solución única por faltar un criterio "exacto" para efectuar tal balance, que siempre tendrá una parte de apreciación personal.

En general, puede decirse que un balance meditado de los factores anteriores permite en un análisis preliminar a un proyectista con experiencia eliminar todos aquellos tipos de cimentación francamente inadecuados para resolver su problema específico, quedando sólo algunos que deberán de ser más cuidadosamente estudiados para elegir entre ellos unas cuantas soluciones que satisfagan todos los requisitos para escoger entre éstos el proyecto final, generalmente con una apreciación simplemente económica. Si ha habido éxito en todas las etapas del estudio, la solución final representará un excelente compromiso entre requerimientos estructurales y costo.

### 2.2.2. Propuesta de dimensiones

Azotea		[kg/m <sup>2</sup> ]
Wm	Impermeabilizante	7.00
	Lámina Cal. 20	5.00
	Firme 8 cms	150.00
	Muros divisorios	<u>20.00</u>
		<b>182.00</b>
Wv	RCDF	40.00
	Granizo	<u>20.00</u>
		<b>60.00</b>
Wt	Wm + Wv	<b>242.00</b>

Entrepiso		[kg/m <sup>2</sup> ]
Wm	Nervaduras	144.00
	Firme de compresión 5 cms	120.00
	Instalaciones	5.00
	Muros divisorios	40.00
	Loseta	<u>30.00</u>
		<b>339.00</b>
Wv	RCDF	170.00
Wt	Wm + Wv	<b>509.00</b>

#### Carga total transmitida al suelo

1 Azotea	242.00 [kg/cm <sup>2</sup> ]
13 Entrepisos 509 [kg/cm <sup>2</sup> ] x 13 =	6617.00 [kg/cm <sup>2</sup> ]
1 Losa de cimentación = $\gamma_c \times h = 2.4 \text{ [t/m}^2\text{]} \times 0.2 \text{ [m]} =$	<u>480.00 [kg/cm<sup>2</sup>]</u>
	<b>7339.00 [kg/cm<sup>2</sup>]</b>

es decir  $Q = 7.34 \text{ [t/m}^2\text{]}$

Revisando las recomendaciones de la tabla 2.3 tenemos que  $3.0 \leq q_{an} \leq 5.0$  para arenas medianamente compactas o arcillas firmes;  $\therefore D_r = (q_a - q_{an}) / \gamma = (7.3 - 5) / 1.52 = 1.51 \text{ [m]}$ . Obteniendo de esta forma, la profundidad de desplante tentativa para cumplir con las recomendaciones de capacidad de carga mencionadas en la tabla 2.3, la cual, a continuación, será revisada de acuerdo a las especificaciones del RCDF.

### 2.2.3. Revisión de estado límite de falla

Obtenidos un valor propuesto para el área de cimentación y profundidad de desplante, procedemos a una revisión de la seguridad del terreno de cimentación por capacidad de carga. Consideramos las siguientes propiedades del suelo y factores de seguridad.

$$F_c = 1.1 ; F_R = 0.45 ; \gamma_d = 1.52 \text{ [t/m}^3\text{]} ; c_u = 2.5 \text{ [t/m}^2\text{]} ; B = 18.5 \text{ [m]} ; L = 20.6 \text{ [m]} ; \phi = 1.50 \text{ [m]} ; h = 20 \text{ [cm]}$$

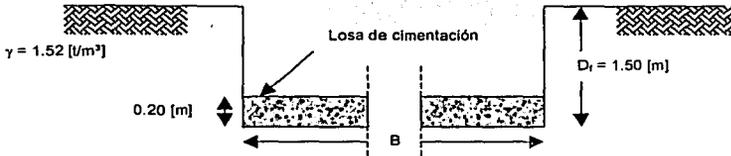


Fig. 2.1 Losa de cimentación

- Calculamos la carga última que recibe el suelo:

$$\text{Excavación} = \gamma \times D_f = 1.52 \times 1.5 = 2.28 \text{ [t/m}^2\text{]}.$$

$$q_{ult} = (\Sigma Q/A + W_{cm}/A) \cdot F_c - \text{Excavación} = (6.85 \text{ [t/m}^2\text{]} + 0.48 \text{ [t/m}^2\text{]}) \cdot 1.4 - 2.28 \text{ [t/m}^2\text{]} = 7.38$$

$$q_{ult} = 7.38 \text{ [t/m}^2\text{]}.$$

- Calculamos la carga resistente según especificaciones del RCDF:

$$q_R = 5.14 c_u F_R f_c + P_v$$

donde  $q_R$  = carga resistente

$c_u$  = cohesión aparente determinada en prueba de compresión triaxial UU

$F_R$  = factor de reducción

$f_c$  = factor que toma en cuenta la forma de la cimentación

$P_v$  = presión vertical total a la profundidad de desplante por peso propio del suelo

$$q_R = 5.14 c_u F_R f_c + P_v = 5.14 \times 2.5 \times 0.45 \times f_c + 1.72 \times 1.5$$

$$q_R = 5.78 \times f_c + 2.58$$

$$\text{donde } f_c = 1 + 0.25 D_f/B + 0.25 B/L = 1 + 0.25 \times 1.5 / 18.5 + 0.25 \times 18.5 / 20.6$$

$$f_c = 1.24 \therefore q_R = 5.78 \times 1.24 + 2.58 = 9.77 \text{ [t/m}^2\text{]} \Rightarrow q_R > q_{ult} \therefore \text{Cumple.}$$

#### **2.2.4. Revisión de estado límite de servicio**

El estado límite de servicio se analizará con el método de la interacción estática suelo estructura por Agustín Deméneghi y que a continuación se describe.

### **III. INTERACCIÓN ESTÁTICA SUELO- ESTRUCTURA**

Básicamente, la interacción consiste en hacer una compatibilidad de deformaciones entre el suelo y la estructura, para poder despejar las incógnitas del sistema, que serán los elementos mecánicos que resiste la cimentación y las deformaciones del suelo.

Esto lo conseguimos haciendo el análisis estructural de la losa por el método de rigideces. Partimos la matriz discretizando la losa de cimentación mediante barras ortogonales. Ahora, por la tercera ley de Newton, la carga transmitida por la losa al suelo, será igual en magnitud y de sentido contrario a la reacción del suelo sobre la estructura de la losa. Esto significa que la matriz quedará en función de las reacciones, dejando la ecuación general de equilibrio (3.1) sin solución, con las reacciones como incógnitas. Después procedemos hacer un análisis de deformaciones del terreno, utilizando como cargas las mismas reacciones que tenemos como incógnitas en el análisis estructural pero con sentido opuesto.

El resultado es otro sistema de ecuaciones con las mismas incógnitas. Al resolver los dos sistemas de ecuaciones producto del análisis estructural de la losa y del análisis de deformaciones del suelo, estamos llevando a cabo la interacción estática suelo estructura, despejando las reacciones, y a su vez, los elementos mecánicos y asentamientos que estaban en función de estas.

#### **3.1. Análisis estructural**

El análisis estructural lo llevamos a cabo mediante el método de rigideces, considerando marcos planos y barras ortogonales. El método consta de las siguientes etapas:

- 1) Se emprota la estructura y se determinan sus elementos mecánicos.
- 2) Se liberan los nudos de la estructura y se calculan los elementos mecánicos debido a los giros y desplazamientos.
- 3) Se establecen las condiciones de equilibrio en todos los nudos.
- 4) Se resuelven las ecuaciones de equilibrio y se obtienen los elementos mecánicos, giros y desplazamientos de la estructura, que quedarán en función de las reacciones del suelo sobre la cimentación.

La ecuación general del equilibrio de la estructura es:

$$K\delta + P_e + P_c = 0 \dots (3.1)$$

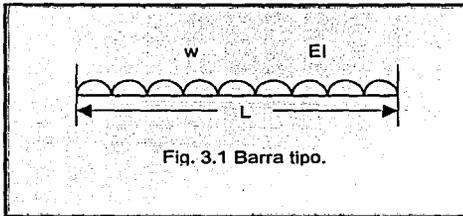
Donde:

$K$  = matriz de rigideces de la estructura

$\delta$  = vector de desplazamientos

$P_e$  = vector de cargas de empotramiento

$P_c$  = vector de cargas concentradas



La matriz de rigideces  $K$ , la podemos obtener como la suma de las matrices de cada barra que forma la estructura. El vector de cargas de empotramiento se obtiene sumando los vectores de carga de cada barra. A continuación, a manera de ejemplo, obtendremos la matriz de rigideces y el vector de cargas de empotramiento para una barra con apoyos continuos, bajo una carga uniformemente repartida, como se muestra en la figura 3.1. La convención de signos será: giros positivos en sentido antihorario; desplazamientos verticales positivos si van hacia abajo; desplazamientos horizontales positivos si van a la izquierda, ver figura 3.2; momentos flexionantes positivos en sentido horario; fuerzas cortantes positivas si van hacia arriba o a la derecha, ver figura 3.3.

Los elementos mecánicos que aparecen en la barra son:

$$M_r = \frac{wL^2}{12} + \left(\frac{4EI}{L}\right)\theta_r + \left(\frac{2EI}{L}\right)\theta_q - \left(\frac{6EI}{L^2}\right)\delta_r + \left(\frac{6EI}{L^2}\right)\delta_s \quad (3.2)$$

$$M_q = -\frac{wL^2}{12} + \left(\frac{2EI}{L}\right)\theta_p + \left(\frac{4EI}{L}\right)\theta_q - \left(\frac{6EI}{L^2}\right)\delta_r + \left(\frac{6EI}{L^2}\right)\delta_s \quad (3.3)$$

$$V_r = -\frac{wL}{2} - \left(\frac{6EI}{L^2}\right)\theta_p - \left(\frac{6EI}{L^2}\right)\theta_q + \left(\frac{12EI}{L^3}\right)\delta_r - \left(\frac{12EI}{L^3}\right)\delta_s \quad (3.4)$$

$$V_s = -\frac{wL}{2} + \left(\frac{6EI}{L^2}\right)\theta_p + \left(\frac{6EI}{L^2}\right)\theta_q - \left(\frac{12EI}{L^3}\right)\delta_r + \left(\frac{12EI}{L^3}\right)\delta_s \quad (3.5)$$

El vector de desplazamiento es  $\delta = \begin{bmatrix} \theta_p \\ \theta_q \\ \delta_r \\ \delta_s \end{bmatrix}$  (3.6)

El vector de cargas de empotramiento es  $P_e = \begin{bmatrix} \frac{wL^2}{12} - \frac{11}{192}L^2r_r - \frac{5}{192}L^2r_s \\ -\frac{wL^2}{12} + \frac{5}{192}L^2r_r + \frac{11}{192}L^2r_s \\ -\frac{wL}{2} + \frac{13}{32}Lr_r + \frac{3}{32}Lr_s \\ -\frac{wL}{2} + \frac{3}{32}Lr_r + \frac{13}{32}Lr_s \end{bmatrix}$  (3.7)

Armando la matriz de rigidez para una barra con referencia a las ecuaciones 3.2 a 3.5 tenemos

$$K = \begin{bmatrix} 0_p & 0_q & \delta_r & \delta_s \\ 4EI & 2EI & -6EI & 6EI \\ \frac{L}{2EI} & \frac{L}{4EI} & \frac{L^2}{6EI} & \frac{L^2}{6EI} \\ \frac{L}{6EI} & \frac{L}{6EI} & \frac{L^2}{12EI} & \frac{L^2}{12EI} \\ \frac{L^2}{6EI} & \frac{L^2}{6EI} & \frac{L^3}{12EI} & \frac{L^3}{12EI} \\ \frac{L^2}{L^2} & \frac{L^2}{L^2} & \frac{L^3}{L^3} & \frac{L^3}{L^3} \end{bmatrix} \quad (3.8)$$

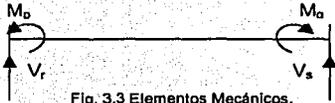


Fig. 3.3 Elementos Mecánicos.

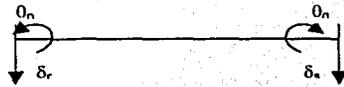


Fig. 3.2 Giros y Desplazamientos.

### 3.2. Cálculo de asentamientos

Recordando lo mencionado al principio del capítulo, las cargas que recibe el terreno transmitidas por la losa, son de igual magnitud y de sentido contrario, a la reacción del suelo sobre la losa, por la tercera ley de Newton. El cálculo de asentamientos lo haremos en función de estas cargas.

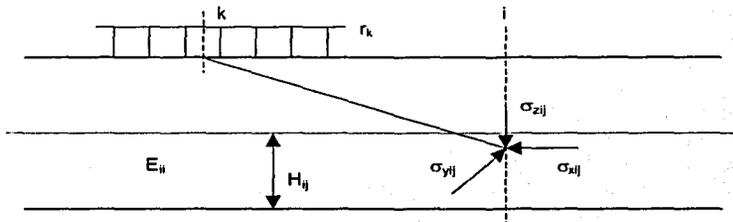


Figura 3.4

Consideramos una reacción  $r_k$  actuando sobre la superficie del terreno como en la figura 3.4. La presión vertical vale  $r_k d_k / a_k$ , donde  $d_k$  y  $a_k$  son la longitud y el área en las que actúa la carga, respectivamente. La deformación unitaria del estrato de espesor  $H$ , debida a la carga  $r_k$  vale, según la ley de Hooke:

$$\epsilon_z = 1/E (\sigma_z - \nu(\sigma_x + \sigma_y)) \quad 3.9$$

$\epsilon_z$  = Deformación unitaria

$E$  = Modulo de deformación [ $t/m^2$ ].

$\sigma_z$  = Esfuerzo en el suelo en direcciónz [ $t/m^2$ ].

$\nu$  = Relación de Poisson.

$\sigma_x$  = Esfuerzo en el suelo en direcciónx [ $t/m^2$ ].

$\sigma_y$  = esfuerzo en el suelo en direccióny [ $t/m^2$ ].

Siendo la deformación total del estrato:

$$\delta_z = \epsilon_z H \quad 3.10$$

$\delta_z$  = Deformación total del estrato en la direcciónz.

$\epsilon_z$  = Deformación unitaria

$H$  = Espesor del estrato

Pero

$$\sigma_{zijk} = I_{zijk} r_k d_k / a_k \quad 3.11$$

$$\sigma_{xijk} = I_{xijk} r_k d_k / a_k \quad 3.12$$

$$\sigma_{yijk} = I_{yijk} r_k d_k / a_k \quad 3.13$$

donde  $I_{zijk}$ ,  $I_{xijk}$  y  $I_{yijk}$  son los valores de influencia, los cuales están dados por los esfuerzos normales  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$  y  $\sigma_z$  en el punto  $ij$ , producidos por una presión unitaria actuando en el área  $a_k$  (Zeevaert, 1973).

$1/E_{ij}$  es el módulo lineal de deformación del suelo, bajo la condición de carga que se considere (corto plazo, largo plazo, etc), y correspondiente a la presión media de confinamiento de campo. En consecuencia

$$\delta_{ijk} = 1/E_{ij} H_{ij} (I_{zijk} - \nu(I_{xijk} + I_{yijk})) r_k d_k / a_k \quad 3.14$$

Si

$$I_{ijk} = I_{zijk} - \nu(I_{xijk} + I_{yijk}) \quad 3.15$$

La deformación del estrato debida a todas las cargas vale

$$\delta_{ijk} = \frac{1}{E_{ij}} H_{ij} \sum_{k=1}^{n_r} I_{ijk} \frac{r_k d_k}{a_k} \quad 3.16$$

Donde  $n_r$  = número total de cargas  $r_k$ .

El asentamiento bajo el punto  $i$  vale

$$\delta_{ik} = \sum_{j=1}^{n_e} \frac{1}{E_{ij}} H_{ij} \sum_{k=1}^{n_r} I_{ijk} \frac{r_k d_k}{a_k} \quad 3.17$$

Donde  $n_e$  = número total de estratos.

Cabe recordar que los asentamientos calculados quedan en función de las cargas  $r_k$ , al igual que la matriz de rigidez.

### 3.3. Compatibilidad de deformaciones

Ahora solo queda resolver los dos sistemas de ecuaciones planteados por el análisis estructural y el de deformaciones del suelo. El considerar las mismas reacciones en ambos sistemas de ecuaciones, equivale a admitir que los asentamientos del suelo son iguales a las deformaciones de la estructura de la cimentación. Ahora que tenemos el mismo número de ecuaciones que de incógnitas, podemos resolver ambos sistemas, despejando los elementos mecánicos, giros, desplazamientos y reacciones del suelo y estructura.

### 3.4. Programa de Computadora

Se realizó un programa de computadora escrito en Visual Basic para efectuar el cálculo de la interacción. Este software se vincula a otro programa escrito en FORTRAN, presentado por el Ing. Héctor Sanginés para su tesis de maestría (Sanginés 2000). El software desarrollado pretende complementar el anterior desarrollo y cubrir específicamente las siguientes funciones:

1. Generar y administrar la base de datos que antes se requería preparar manualmente. El programa vincula la información gráfica correspondiente a la estructura de la cimentación con la base de datos.
2. Asistir la modificación y revisión de las propiedades geométricas y mecánicas de las barras de cimentación, estratigrafía y la solicitud de cargas a la estructura. De tal forma de hacer

modificaciones en forma gráfica, segura y obtener resultados de manera inmediata, eliminando la posibilidad de corromper la estructura del archivo de datos con una revisión manual.

3. Desplegar los resultados del análisis de interacción mediante diagramas de momentos y cortantes directamente sobre la geometría de las barras de la cimentación, además de otras modalidades gráficas de interpretación de resultados.

La forma de utilizar el programa se encuentra documentada en línea. A continuación se presenta, a manera de una breve guía de usuario, la metodología a seguir para hacer un análisis de interacción paso a paso.

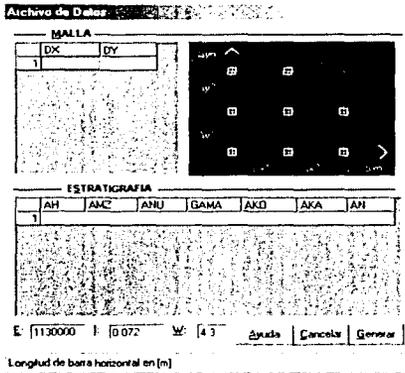


Figura 3.5. Creación de un archivo de datos.

### 1. Como generar la losa y el suelo de cimentación

En el menú, accedemos a Archivo -> Nuevo, y se muestra el cuadro de captura de la figura 3.5. En la tabla de *Malla* podemos capturar los incrementos  $\Delta x$  y  $\Delta y$ , que representan las separaciones de las barras horizontales ( $\Delta x$ ) y las separaciones de las barras verticales ( $\Delta y$ ), que forman la cimentación. Se esperan valores positivos reales y las unidades están en metros. Las siguientes combinaciones de teclas son válidas para cualquiera de las dos tablas de captura que aparecen en la figura 3.5.

- |           |                                  |
|-----------|----------------------------------|
| INS       | Inserta un renglón               |
| CTRL.+DEL | Elimina un renglón               |
| SUPR      | Elimina el contenido de la celda |

Retomando la cimentación propuesta en la sección 2.2.2 y que se muestra en la figura 3.7, procedemos a capturarla como se muestra en la tabla 3.1

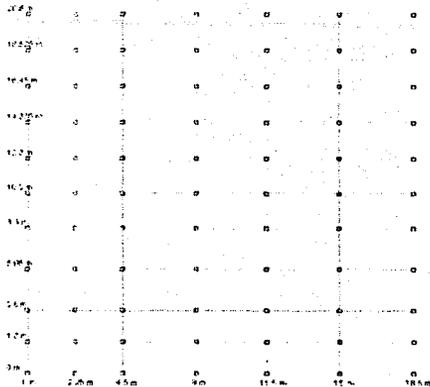


Figura 3.7. Croquis de la losa de cimentación

	$\Delta x$	$\Delta y$
1	2.25	1.8
2	2.25	1.8
3	3.5	2.35
4	3.5	2.35
5	3.5	2
6	3.5	2
7		2.075
8		2.075
9		2.075
10		2.075

Tabla 3.1 Datos para generar la malla de la figura 3.7

Cabe hacer notar, que podemos tener los últimos elementos de  $\Delta x$  o  $\Delta y$  vacíos, es decir, se pueden generar losas con distintos números de elementos en los ejes  $x$  y  $y$ . Además, en la barra de estado de la ventana (barra inferior), nos recuerda, según el parámetro que estemos capturando, si se tratan de barras horizontales o verticales y las unidades, que deben estar en metros.

En la siguiente tabla, en la sección de *Estratigrafía*, contamos con un renglón para la captura de los parámetros de cada estrato. Cuando colocamos el cursor en la primera celda de la estratigrafía la barra de estado en la parte inferior de la ventana, nos recuerda el tipo de dato que estamos capturando y las unidades que se esperan.

AH	Espesor del estrato en [m].
AMZ	Inverso del módulo de deformación del estrato en [m <sup>2</sup> /t].
ANU	Relación de Poisson.
GAMA	Peso volumétrico del suelo en [t/m <sup>3</sup> ].
AKO	Coefficiente de presión de tierra en reposo.
AKA	Coefficiente K del suelo, para cálculo de $E_i$ .
AN	Coefficiente n del suelo, para cálculo de $E_i$

Para la estratigrafía mostrada en la tabla 2.1 debemos capturar los parámetros de la siguiente manera:

	AH	AMZ	ANU	GAMA	AKO	AKA	AN
1	1.1	0.0058	0.42	1.55	1	1	1
2	1.2	0.0046	0.35	1.4	1	1	1
3	2.4	0.0033	0.32	1.15	1	1	1
4	3	0.0039	0.44	1.25	1	1	1
5	4.8	0.0026	0.39	1.17	1	1	1

Por último, en la parte inferior de la ventana tenemos las siguientes variables de captura E, I y W. Módulo de deformación elástica en  $[t/m^2]$ , momento de inercia en  $[m^4]$  y carga uniformemente distribuida en  $[t/m]$  respectivamente. Los valores que capturemos aquí, se asignaran a todas las barra por igual al instante de presionar el botón *Generar*. Hasta aquí, ya tenemos generada la losa de cimentación y la estratigrafía del suelo.

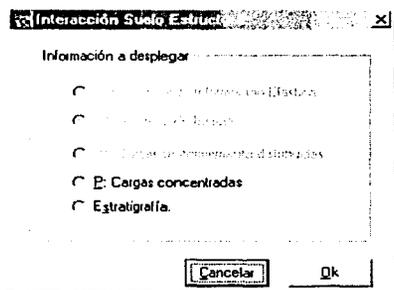
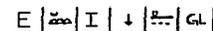


Figura 3.8 Información que puede desplegar el sistema

## 2. Como modificar propiedades de barras, cargas y estratigrafía de la cimentación.

En el menú Edición -> Mostrar, se activa la ventana de la figura 3.8. La figura 3.8 muestra los elementos que se pueden desplegar sobre la geometría de la losa. Los elementos disponibles para editar estarán en función del tipo de nuestra selección. Es decir, para el caso de E, I y W, se mostrarán los valores sobre las barras, según estemos seleccionando barras verticales u horizontales. De la misma manera, la opción de cargas concentradas solo estará disponible si estamos seleccionando nudos. La estratigrafía no se

despliega para cada nudo o barra en particular (aunque el programa dispone esta información por cada nudo), en lugar de esto, se muestra la información por estrato, es decir, se supone una estratigrafía uniforme, y el acceso a esta opción es independiente del tipo de selección.



También podemos acceder presionando F4, o mediante los botones de herramientas mostrados al principio de este párrafo a la ventana de la figura 3.8, e insistimos, la disponibilidad de estos botones estará sujeta, de la misma forma, al tipo de selección que se esté llevando a cabo (nudos, barras horizontales o verticales). Cabe hacer notar que el último botón GL (grados de libertad), no tiene equivalencia en menús o en la ventana de la figura anterior. En este caso

podemos presionar hasta 3 veces, para recorrer todos los grados de libertad así como la numeración de las barras.



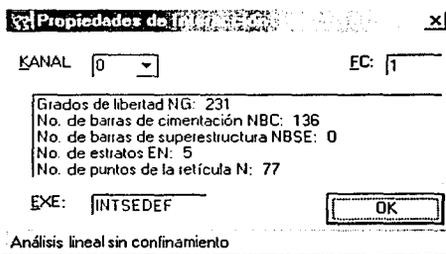
Para poder modificar los valores anteriores en detalle, debemos ir al menú *Seleccionar*, y escoger si deseamos modificar barras horizontales, barras verticales o nudos. También es posible acceder por la barra de herramientas mostrada al principio de este párrafo o en el menú *Selección*. El sistema tiene seleccionado por omisión la opción de nudos. Después, debemos formar un recuadro en la pantalla que enmarque los nudos que queremos modificar. Estos cambiarán a un blanco intenso, indicando que han sido seleccionados. La forma de hacer el recuadro es la siguiente: Con el mouse, colocamos el cursor en la esquina de un recuadro imaginario que se desee trazar. Después presionamos el botón izquierdo, y sin soltarlo, nos movemos a la esquina opuesta de este rectángulo de selección, que ahora se hará visible mostrando su perímetro con líneas punteadas a la vez que arrastramos el mouse. Los elementos de la losa que se encuentren dentro del recuadro, serán seleccionados al soltar el botón del mouse.

Es importante notar que sólo después de haber seleccionado elementos, se activará la opción de *Modificar*, en el menú de *Edición*, además, las propiedades que se modificarán en este momento, serán las últimas que se hayan mostrado en el sistema. Es decir, la opción de *Modificar* no estará disponible, hasta que seleccionemos elementos a modificar. También podemos utilizar la tecla F2, para *Modificar*.

Por ejemplo, para cambiar la carga uniformemente distribuida sobre algunas barras verticales de nuestra elección, primero tendríamos que hacer clic en el menú *Seleccionar*>*Barras Verticales*, o usar el botón de herramienta con barras verticales; después desplegamos los valores de carga uniformemente repartida, ya sea del menú *Edición*>*Mostrar* ó con el botón de la barra de herramientas correspondiente; ya que estamos viendo los valores que deseamos cambiar (también veremos los del resto de la losa), procedemos a seleccionar con el mouse las barras deseadas; después presionamos F2 ó del menú, *Edición*>*Modificar* y aparecerá una ventana para capturar el nuevo valor deseado.

### 3. Como ejecutar la interacción sueloestructura

Antes de ejecutar el cálculo, debemos de revisar las propiedades de interacción, ya sea desde Archivo→Propiedades o presionando CTRL+ P.



Propiedades de Interacción

KANAL: 0 FC: 1

Grados de libertad NG: 231  
No. de barras de cimentación NBC: 136  
No. de barras de superestructura NBSE: 0  
No. de estratos EN: 5  
No. de puntos de la retícula N: 77

EXE: INTSEDEF

OK

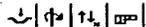
Análisis lineal sin confinamiento

Figura 3.9 Parámetros de Interacción

En la casilla de KANAL, se indica el tipo de cálculo a efectuar, en la casilla de FC, colocamos el factor de carga deseado, los siguientes datos son de solo lectura y finalmente tenemos el tercer parámetro que indica el nombre en disco del programa de Interacción. Es importante notar que el ejecutable debe encontrarse en la misma carpeta que los archivos de datos, de lo contrario, no será posible proseguir.

El archivo de datos siempre tendrá extensión DAT y el archivo de salida siempre tendrá extensión OUT.

### 4. Despliegue de información



Después de ejecutado el cálculo, podemos examinar los resultados sobre la geometría de la losa. En el mismo menú de *Análisis*, escogemos *ver*, y después la variable que nos interese. En la figura 3.10 se muestran las deformaciones de la losa. También podemos acceder mediante la barra de herramientas indicada al principio de este párrafo. Estos solo estarán disponibles en la presencia de un archivo OUT, que indicará al sistema, que ya había sido efectuado un cálculo con anterioridad. Para revisar numéricamente los resultados debemos acceder al menú *Análisis>Numérico*. Cabe hacer notar que también estas opciones de cálculo estarán disponibles según el tipo de elemento que estemos seleccionando. Al seleccionar nudos, solo tendremos disponible la revisión de asentamientos y reacciones (ya que estas se calculan por nudo) y, al seleccionar barras podremos revisar momentos y cortantes.

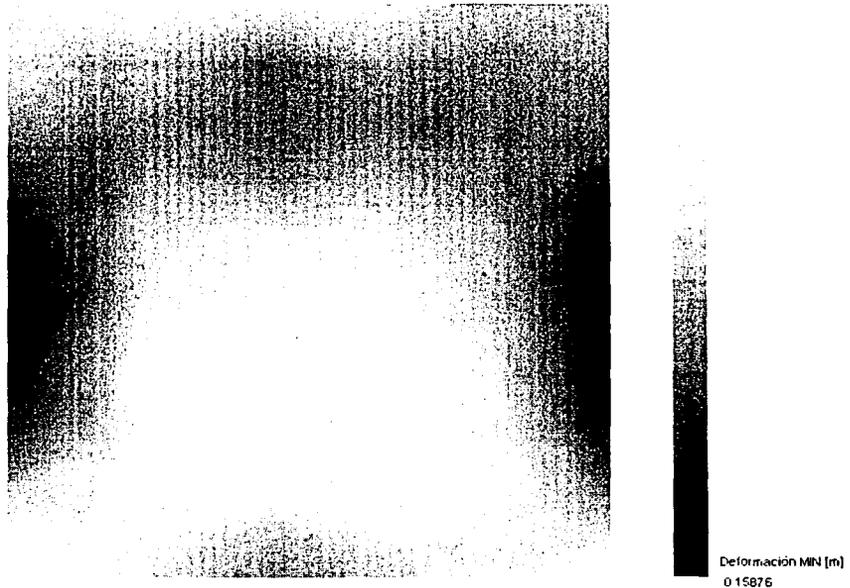


Figura 3.10 Deformaciones en la losa de cimentación desplegada por el programa de computadora. Análisis cromático.

### 3.5. Resumen de Resultados

Para discretizar la losa en barras utilizamos el siguiente módulo de elasticidad según las recomendaciones del RCDF para concretos clase I.

$$E_c = 14000 \cdot (f'_c)^{1/2} = 14000 (250)^{1/2} = 221,359 \text{ [kg/cm}^2] \approx 2.2 \times 10^6 \text{ [t/m}^2\text{]}.$$

Los momentos de inercia de las barras se estimaron considerando una franja de concreto de 1 metro de ancho por 17 centímetros de alto (peralte efectivo) con un refuerzo de  $\rho_{\min} = 0.003$  como recomienda el RCDF para losas expuestas a la intemperie.

Se recurrió al método de la sección transformada para calcular el momento de inercia del concreto reforzado. Para la estimación de la profundidad del eje neutro se analizó el mecanismo de falla por flexión pura según hipótesis de las NTC-87, con una deformación unitaria del concreto de 0.0015 considerando ésta como una deformación de servicio y no de estado límite de falla.

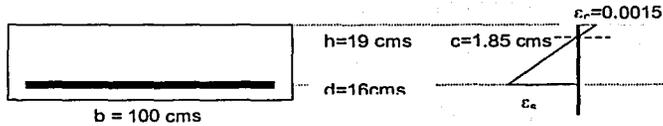


Figura 3.11 Sección de concreto armado considerado.

Sabemos que:  $E_c = 2.2E5$  [kg/cm<sup>2</sup>]  
 $E_s = 2.1E6$  [kg/cm<sup>2</sup>]  
 $f_c = 250$  [kg/cm<sup>2</sup>]  
 $f'_c = 200$  [kg/cm<sup>2</sup>]  
 $f''_c = 170$  [kg/cm<sup>2</sup>]  
 $f_y = 4,200$  [kg/cm<sup>2</sup>]  
 $\rho_{min} = 0.003 = A_s/A_c \Rightarrow A_s = 20 \times 100 \times 0.003 = 6$  [cm<sup>2</sup>]  
 $\rho_y = f_y/E_s = 4200 / 2.1E6 = 0.002$

Del mecanismo de servicio mostrado en la figura 3.11 tenemos que:

$$\epsilon_c / 1.85 = \epsilon_s / 15.15 \therefore \epsilon_s = 0.0122 \therefore \text{fluye el acero.}$$

$$T = f_y \cdot A_s = 4200 \cdot 6 = 25,200 \text{ [kg]}$$

$$C = 0.8 \times c \times f'_c \times b = 0.8 \times 1.85 \times 170 \times 100 = 25,160 \text{ [kg]}$$

$$C = T$$

Por lo que la profundidad del eje neutro está a 1.85 cms de la fibra superior. La sección transformada entonces queda:

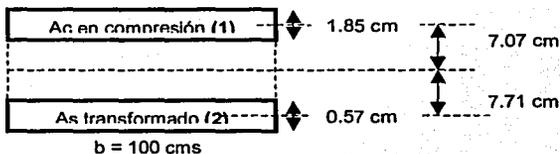


Figura 3.12 Sección Transformada

Transformando el área de acero tenemos que:

$$n = E_s / E_c = 2.1 / 0.22 = 9.54$$

$$n \cdot A_s = 9.54 \times 6 = 57.24 \text{ [cm}^2\text{]}$$

Y calculando el momento de inercia para la sección tenemos que:

$$I_1 = 1/12 b h^3 = 1/12 \times 1 \times 0.0185^3 = 5.27 \times 10^7 \text{ [m}^4\text{]}.$$

$$I_2 = 1/12 b h^3 = 1/12 \times 1 \times 0.0057^3 = 1.54 \times 10^8 \text{ [m}^4\text{]}.$$

$$I = (I_1 + A_1 d_1^2) + (I_2 + A_2 d_2^2) = (5.27 \times 10^7 + 0.0185 \times 0.07^2) + (1.54 \times 10^8 + 0.0057 \times 0.0771^2)$$

$$I = 0.000125 \text{ [m}^4\text{]}$$

A continuación se presentan los resultados del análisis estructural para nuestro ejemplo, tomando en cuenta los valores de módulo de elasticidad y momento de inercia anteriormente calculados.

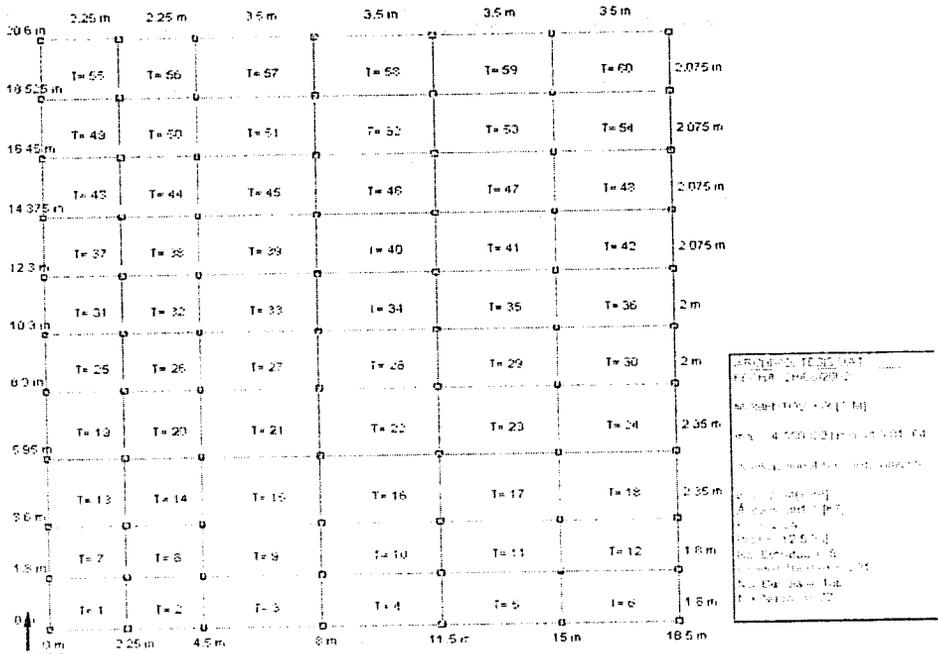
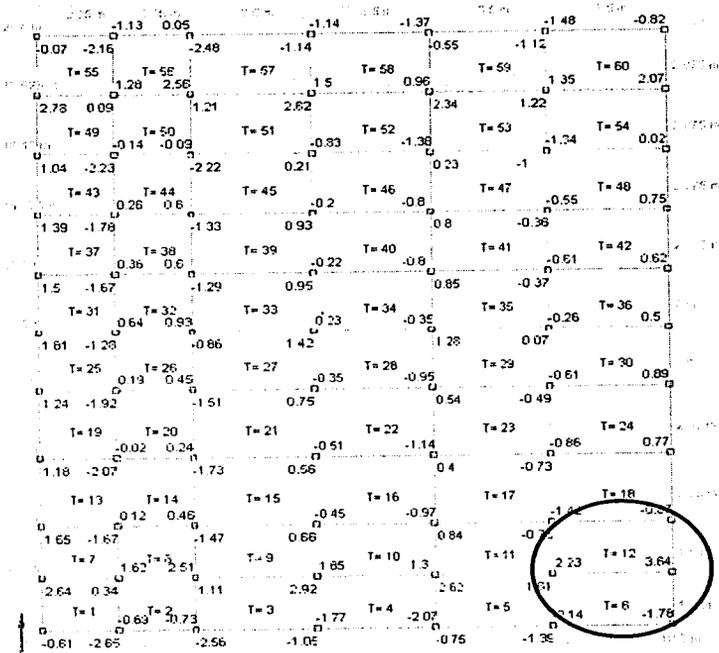


Figura 3.13 Momentos sobre las barras horizontales





APROXIMADO TRANSFORMADO  
 FORMULA 2.10.10.1  
 CONSTANTES K=K(1)  
 EN EL CENTRO DE LA BARRA  
 APLICANDO LA LEY DE HOOKE  
 EN EL CENTRO DE LA BARRA  
 EN EL CENTRO DE LA BARRA

Figura 3.15 Cortantes sobre las barras horizontales. En el tablero 6 tenemos un máximo de  $(3.64 + 2.23) / 2 = 2.93$  t/m



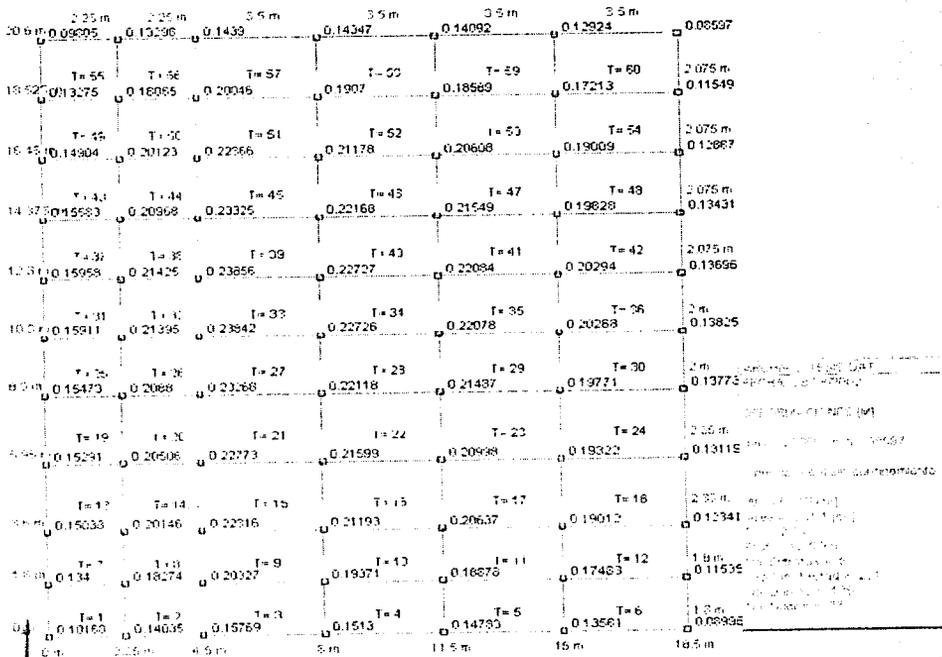


Figura 3.17 Deformaciones en nudos

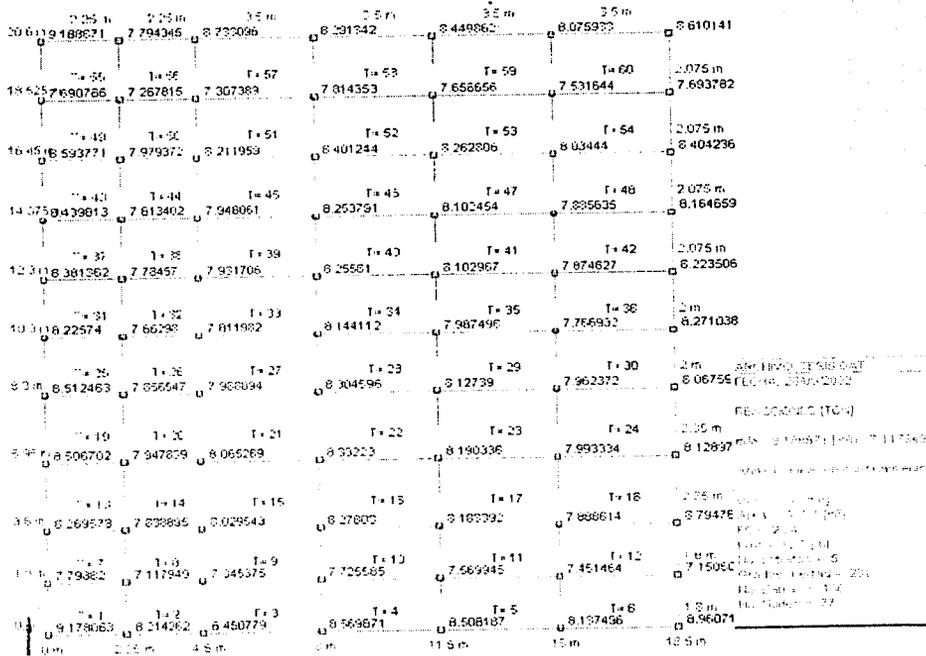


Figura 3.13 Momentos sobre las barras horizontales

#### IV. DISEÑO DE CIMENTACIÓN

Ahora procedemos al diseño estructural de la losa de cimentación. Diseñaremos la sección con los momentos calculados utilizando la tabla de coeficientes de las NTC87 y después compararemos con el diseño obtenido con los momentos de la interacción estática suelo- estructura.

Datos de diseño propuesto:

$$f_c = 250 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

$$f_y = 4,200 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

$$w_s = 7,340 \text{ [kg/m}^2\text{]} \quad (\text{ver sección 2.2.2})$$

##### 4.1. Diseño estructural

Para efectuar el diseño escogimos los siguientes tableros de la losa.

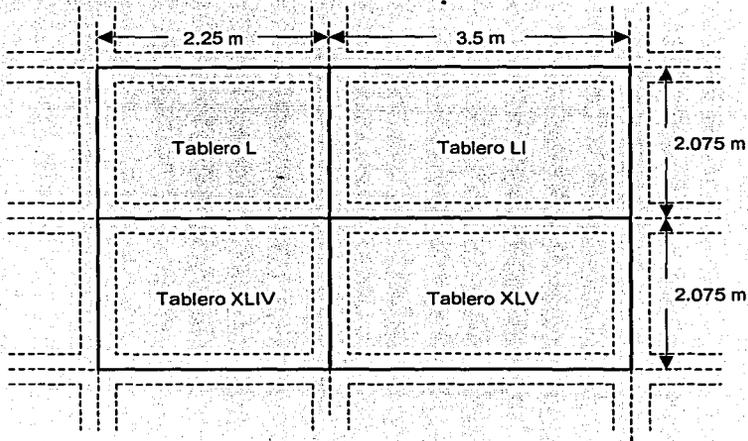


Figura 4.1 Tableros internos seleccionados para diseño.

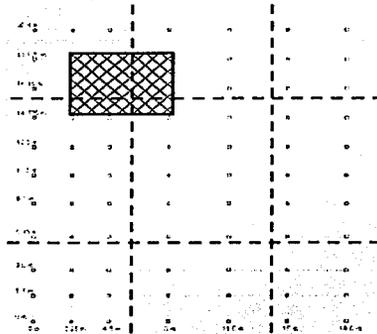


Figura 4.2 Ubicación de los tableros seleccionados respecto a la división por franjas especificadas en las N707

### 1. Peralte mínimo

Para revisar el perímetro escogemos un tablero de borde, y consideramos la losa no colada monolíticamente con sus apoyos, que representa la situación más desfavorable.

$$\text{perímetro} = 350 + 207.5 + 1.50(350 + 207.5) = 1393.75 \text{ cm}$$

$$f_s = 0.6 f_y = 0.6 (4200) = 2520 \text{ [kg/cm}^2\text{]} > 2000 \text{ [kg/cm}^2\text{]} \therefore \text{aplicar factor de corrección}$$

$$\text{Factor de corrección del perímetro} = 0.034 \sqrt{2520 \times 7340} = 2.23$$

$$\text{Perímetro corregido} = 1393.75 \times 2.22 = 3107 \text{ [cm]}$$

$$d_{\min} = 3107 / 300 = 10.35 \text{ [cm]} \approx 11 \text{ [cm]}$$

$$h = d_{\min} + 3 = 14 \text{ [cm]}$$

### 2. Cargas

Aplicamos el factor de carga  $F_c=1.4$  y un factor de 1.6 como especifican las normas técnicas para convertir las cargas lineales de la superestructura a carga uniformemente repartida en la cimentación, como se ve en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Factores para transformar cargas lineales en cargas distribuidas equivalentes			
Relación de lados $m = a_1 / a_2$	0.5	0.8	1.0
Muro paralelo a lado corto	1.3	1.5	1.6
Muro paralelo a lado largo	1.8	1.7	1.6

$$w_u = 1.4 \times 1.6 \times 7,340 = 17,161.6 \text{ [kg/m}^2\text{]}$$

3. Cálculo de momentos por carga uniformemente distribuida utilizando la tabla de coeficientes.

①  $10^{-4} w a_1^2 = 10^{-4} \times 17,161.6 \times 2.075^2 = 7.1$

		②		③		④		⑤		⑥		⑦		⑧		⑨		⑩		⑪		⑫		⑬		⑭		⑮	
		Franja central=1 borde=.6																											
Tablero	Momento	Claro	$\alpha_1$	Mi	Mi corregidos	d NTC	Q= Mi/(F <sub>R</sub> bd <sup>2</sup> f' <sub>c</sub> )	Mn=bd <sup>2</sup> f' <sub>c</sub> ω(1-0.59ω)	ρ= ωf' <sub>c</sub> /f <sub>y</sub>	As [cm <sup>2</sup> /m]	s [cm] No. 3																		
Interior (L)	Neg. en bordes	corto	327.78	0.60	1,392.23	1,392.23	0.09	0.1264	0.1375	0.0056	5.01	14.17																	
	interiores	largo	321.56	0.60	1,365.80	1,560.76	0.09	0.1417	0.1560	0.0063	5.68	12.49																	
	positivo	corto	155.56	0.60	660.72	660.72	0.11	0.0402	0.0411	0.0017 *	3.30	21.52																	
		largo	129.89	0.60	551.70	551.70	0.11	0.0335	0.0342	0.0014 *	3.30	21.52																	
Interior (XLIV)	Neg. en bordes	corto	327.78	0.60	1,392.23	1,392.23	0.09	0.1264	0.1375	0.0056	5.01	14.17																	
	interiores	largo	321.56	0.60	1,365.80	1,560.76	0.09	0.1417	0.1560	0.0063	5.68	12.49																	
	positivo	corto	155.56	0.60	660.72	660.72	0.11	0.0402	0.0411	0.0017 *	3.30	21.52																	
		largo	129.89	0.60	551.70	551.70	0.11	0.0335	0.0342	0.0014 *	3.30	21.52																	
Interior (LI)	Neg. en bordes	corto	502.79	1.00	3,559.29	3,559.29	0.09	0.3231	0.4345	0.0176	15.83	4.49																	
	interiores	largo	413.36	0.60	1,755.73	1,560.76	0.09	0.1417	0.1560	0.0063	5.68	12.49																	
	positivo	corto	279.29	1.00	1,977.10	1,977.10	0.11	0.1201	0.1301	0.0053	5.79	12.25																	
		largo	139.36	1.00	986.53	986.53	0.11	0.0599	0.0622	0.0025 *	3.30	21.52																	
Interior (XLV)	Neg. en bordes	corto	502.79	1.00	3,559.29	3,559.29	0.09	0.3231	0.4345	0.0176	15.83	4.49																	
	interiores	largo	413.36	0.60	1,755.73	1,560.76	0.09	0.1417	0.1560	0.0063	5.68	12.49																	
	positivo	corto	279.29	1.00	1,977.10	1,977.10	0.11	0.1201	0.1301	0.0053	5.79	12.25																	
		largo	139.36	1.00	986.53	986.53	0.11	0.0599	0.0622	0.0025 *	3.30	21.52																	

Tabla 4.2 Primera revisión del armado usando la tabla de coeficientes NTØ7.

NOTAS:

- Factor por el que multiplicado el coeficiente nos da momento por unidad de ancho.
- 3, 4. Descripción del tablero de losa analizada.
- Coficiente de momento
- Reducción de coeficiente por localización en franja de borde.
- Momento actuante por el método de coeficientes en [kg/m /m]
- Momento en borde común redistribuidos
- Corrección de peralte efectivo en losas d<0.20 m (NTC)
- 10, 11, 12. Cálculo de porcentaje de refuerzo \* → < ρ<sub>min</sub>
13. Porcentajes no menores a ρ<sub>min</sub> = 0.003
- 14, 15. Áreas de acero y separaciones para Vs#3

#### 4.2. Estado limite de falla

Revisando por cortante de acuerdo a las NTC tenemos que:

Cortante actuante por ancho unitario

$$V_u = \left( \frac{a_1}{2} - d \right) w \sqrt{1 + \left( \frac{a_1}{a_2} \right)^6} = \left( \frac{2.075}{2} - 0.11 \right) 17,161 \sqrt{1 + \left( \frac{2.075}{3.5} \right)^6} = 15,524 \text{ kg}$$

Cortante resistente

$$V_R = 0.5 F_R b d \sqrt{f' c} = 0.5 \times 0.8 \times 100 \times 11 \times \sqrt{200} = 6,222 \text{ kg}$$

Se debe incrementar el peralte de la losa, ahora revisamos con  $d=24$  [cm].

$$V_u = \left( \frac{2.075}{2} - 0.24 \right) 17,161 \sqrt{1 + \left( \frac{2.075}{3.5} \right)^6} = 13,116.3 \text{ kg}$$

$$V_R = 0.5 \times 0.8 \times 100 \times 24 \times \sqrt{200} = 13,576 \text{ kg}$$

$V_R > V_U$  ∴ Se acepta el nuevo peralte.

Debemos revisar el armado por flexión con el nuevo peralte de losa.

①  $10^{-4} w a_1^2 = 10^{-4} \times 17,161.6 \times 2.075^2 = 7.1$

		②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮
		Franja central=1				Mi		d	Q=	Mn=bd <sup>2</sup> f'c	ρ=	As	s [cm]		
Tablero	Momento	Claro	α <sub>1</sub>	borde=.6	Mi	corregidos	NTC	Mi/(F <sub>R</sub> bd <sup>2</sup> f'c)	ω	ω(1-0.59ω)	ω*f'c/fy	[cm <sup>2</sup> /m]	No. 3		
Interior (L)	Neg. en bordes	corto	327.78	0.60	1,392.23	1,392.23	0.24	0.0178	0.0180	0.0007 *	7.20	9.86			
	interiores	largo	321.56	0.60	1,365.80	1,365.80	0.24	0.0199	0.0202	0.0008 *	7.20	9.86			
	positivo	corto	155.56	0.60	660.72	660.72	0.24	0.0084	0.0085	0.0003 *	7.20	9.86			
		largo	129.89	0.60	551.70	551.70	0.24	0.0070	0.0071	0.0003 *	7.20	9.86			
Interior (XLIV)	Neg. en bordes	corto	327.78	0.60	1,392.23	1,392.23	0.24	0.0178	0.0180	0.0007 *	7.20	9.86			
	interiores	largo	321.56	0.60	1,365.80	1,365.80	0.24	0.0199	0.0202	0.0008 *	7.20	9.86			
	positivo	corto	155.56	0.60	660.72	660.72	0.24	0.0084	0.0085	0.0003 *	7.20	9.86			
		largo	129.89	0.60	551.70	551.70	0.24	0.0070	0.0071	0.0003 *	7.20	9.86			
Interior (LI)	Neg. en bordes	corto	502.79	1.00	3,559.29	3,559.29	0.24	0.0454	0.0467	0.0019 *	7.20	9.86			
	interiores	largo	413.36	0.60	1,755.73	1,560.76	0.24	0.0199	0.0202	0.0008 *	7.20	9.86			
	positivo	corto	279.29	1.00	1,977.10	1,977.10	0.24	0.0252	0.0256	0.0010 *	7.20	9.86			
		largo	139.36	1.00	986.53	986.53	0.24	0.0126	0.0127	0.0005 *	7.20	9.86			
Interior (XLV)	Neg. en bordes	corto	502.79	1.00	3,559.29	3,559.29	0.24	0.0454	0.0467	0.0019 *	7.20	9.86			
	interiores	largo	413.36	0.60	1,755.73	1,560.76	0.24	0.0199	0.0202	0.0008 *	7.20	9.86			
	positivo	corto	279.29	1.00	1,977.10	1,977.10	0.24	0.0252	0.0256	0.0010 *	7.20	9.86			
		largo	139.36	1.00	986.53	986.53	0.24	0.0126	0.0127	0.0005 *	7.20	9.86			

Tabla 4.3 Revisión definitiva del armado usando tablas de coeficientes NT07

9. Aquí cambiamos el peralte de 0.11 a 0.24

Ahora revisamos utilizando los momentos y cortantes del análisis de interacción.

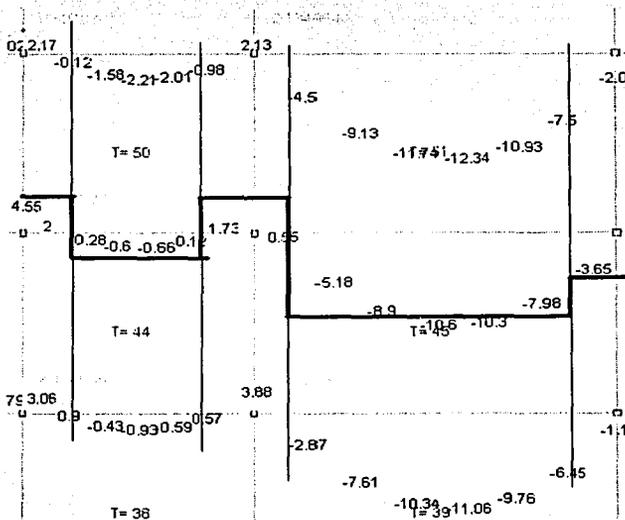


Figura 4.3. La línea gruesa muestra la distribución de momentos para fines de diseño tomando en cuenta los cuatro tableros.

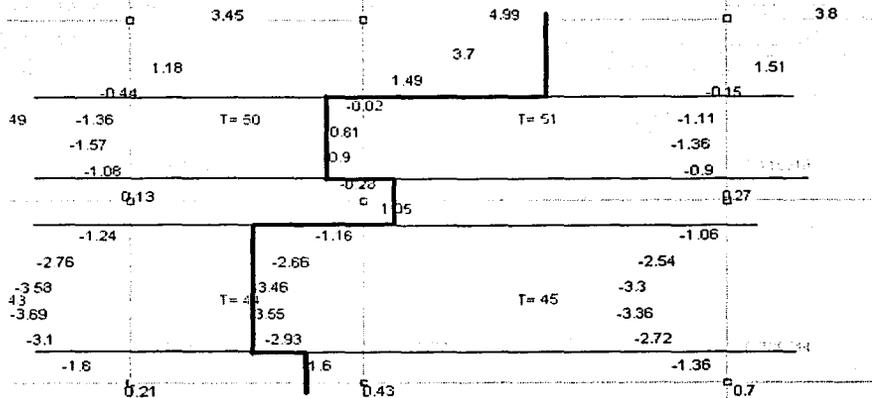


Figura 4.4 La línea gruesa muestra la distribución de momentos para fines de diseño tomando en cuenta los cuatro tableros.

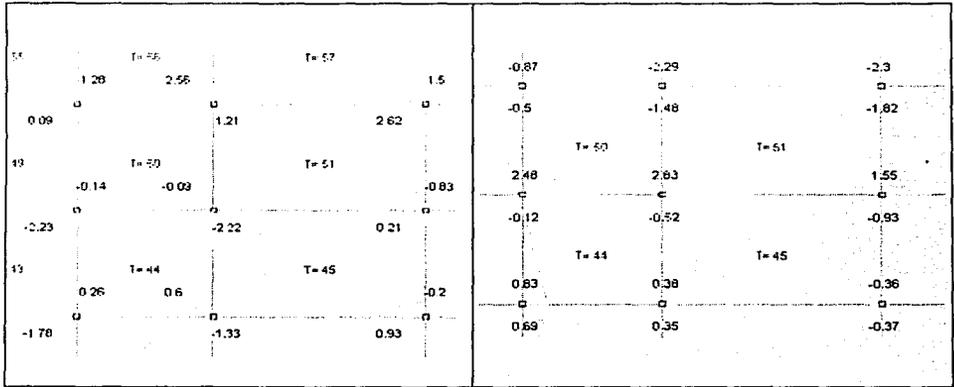


Figura 4.5 Diagrama de fuerzas cortantes sobre elementos horizontales y verticales, resultado del análisis de interacción en [T].

Según los resultados del análisis de interacción, en el tablero 6 (ver figura 3.15), en el borde superior horizontal, tenemos un cortante por metro de 2,930 [kg], que es el más alto que se presenta en la losa. Revisando el peralte necesario para soportar el cortante, tenemos que:

$$V_R = 0.5F_Rbd \sqrt{f'_c} = 0.5 \times 0.8 \times 100 \times 6 \times \sqrt{200} = 3,394 \text{ kg}$$

Es decir, que podríamos reducir el peralte efectivo de la losa hasta 6 centímetros, pero, para no tener un elemento sobrerreforzado de acero, revisaremos el porcentaje de acero balanceado y escogeremos un peralte efectivo que nos permita estar debajo de este porcentaje, para asegurar un diseño subreforzado, de falla dúctil.

$$\rho_h = \frac{f'_c}{f_y} \cdot \frac{4800}{f_y + 6000} = \frac{170}{4200} \cdot \frac{4800}{4200 + 6000} = 0.0190$$

Barras	M	Rango [m]	Mi [kg-m]	d [m]	Q= Mi/(F <sub>R</sub> bd <sup>2</sup> f' <sub>c</sub> )	$\omega$ Mn=bd <sup>2</sup> f' <sub>c</sub> · $\omega$ (1-0.59 $\omega$ )	$\rho$ = $\omega$ ·f' <sub>c</sub> /fy	As [cm <sup>2</sup> /m]	s [cm] No. 3
Verticales	(+)	0 - 1	5,000	0.17	0.1272	0.1385	0.0056	9.53	7.45
	(-)	1 - 1.9	1,570	0.17	0.0399	0.0409	0.0017 *	5.10	13.92
	(+)	1.9 - 2.15	1,050	0.17	0.0267	0.0271	0.0011 *	5.10	13.92
	(-)	2.15 - 3.95	3,700	0.17	0.0941	0.1000	0.0040	6.88	10.31
	(-)	3.95 - 4.15	430	0.17	0.0109	0.0110	0.0004 *	5.10	13.92
Horizontales	(+)	0 - 0.45	4,550	0.17	0.1158	0.1250	0.0051	8.60	8.26
	(-)	0.45 - 1.8	2,210	0.17	0.0562	0.0582	0.0024 *	5.10	13.92
	(+)	1.8 - 2.6	4,170	0.17	0.1061	0.1137	0.0046	7.83	9.07
	(-)	2.6 - 5.57	12,340	0.17	0.3140	0.4161	0.0168	28.63	9.95 *
	(-)	5.57 - 5.75	7,500	0.17	0.1908	0.2192	0.0089	15.08	4.71

Tabla 4.4. Armado según momentos flexionantes obtenidos de la interacción estática suelo estructura.

Los rangos ubican las zonas de corte de varilla, según la distribución simplificada de diseño de momentos, como se aprecia en la figura 4.6, consideramos el origen en la esquina superior izquierda del tablero 50.

En la última columna, la separación marcada con asterisco fue calculada con varilla del número 6, en lugar del número 3, para tener mas espaciamiento de elementos y evitar formar paquetes.

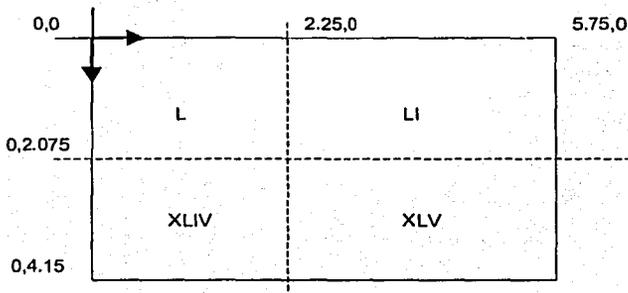


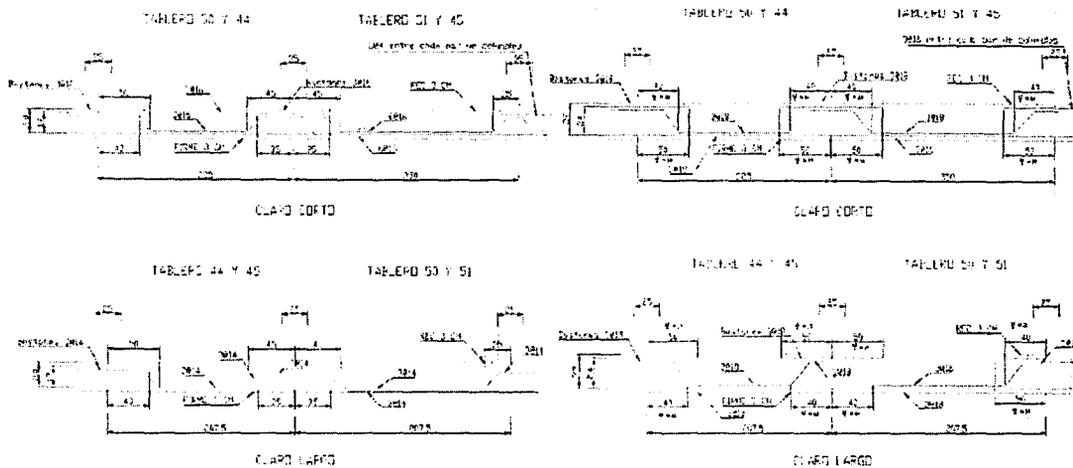
Figura 4.6, sistema de coordenadas usado para ubicar las zonas de corte apoyándonos en las figuras 4.3 y 4.4

#### **4.3. Estado límite de servicio**

Las deformaciones de la cimentación serán las mismas que las deformaciones del terreno. Como se aprecia en la figura 3.17, el asentamiento máximo es de 23.8 [cm] y el mínimo de 8.5 [cm], teniendo un asentamiento diferencial máximo de 15.3 [cm], el cual, al compararlo con la tabla 2.2 de asentamientos permisibles, podemos observar que estamos dentro de los límites aceptados de servicio.

#### 4.4. Comparación de diseños

A continuación se comparan ambos diseños, el obtenido por las NTC87 y la interacción estática.



ARMADO POR INTERACCIÓN

ARMADO POR NTC-87

Figura 4.7 Comparativa de armados de ambos diseños, por interacción, y por NTC-87 respectivamente.

Tabla 4.5 COMPARACIÓN DE VOLÚMENES DE OBRA Y COSTO DE MATERIALES							
	Vol. Interacción	Vol. NTC-87	Dif. en vol. (%)	PU (Cot. Sep/2002)	SubTotal Interacción	SubTotal NTC-87	Dif. en costo (%)
CONCRETO [m <sup>3</sup> ]	4.77	6.44	35.01%	\$ 1,255.00	\$ 5,986.35	\$ 8,082.20	
ACERO [kg]	442.53	316	-28.59%	\$ 3.30	\$ 1,460.35	\$ 1,042.80	
				Σ =	\$ 7,446.70	\$ 9,125.00	22.54%

54

### Envolvente de Momentos Para Refuerzo Longitudinal

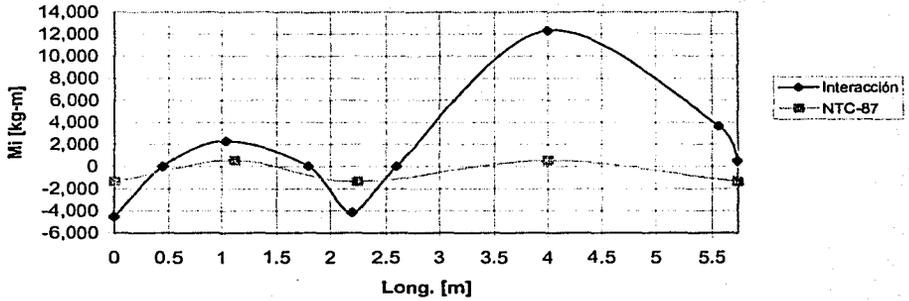


Figura 4.8 Comparativa de envolventes de diseño sobre el claro corto

### Envolvente de Momentos Para Refuerzo Transversal

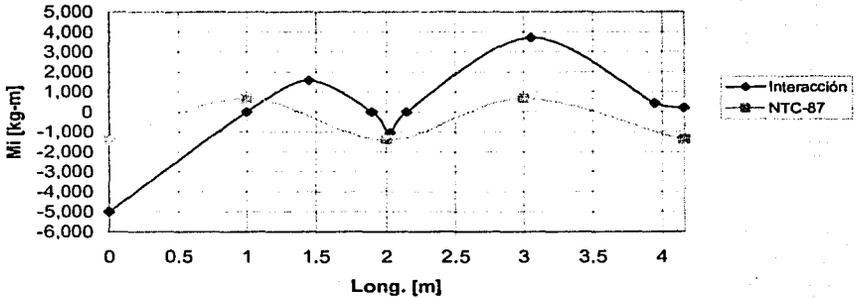


Figura 4.9 Comparativa de envolventes de diseño sobre el claro largo.

Comparando el diseño estructural de las dos losas obtenidas por los diferentes métodos, podemos observar:

- ✓ La diferencia de peraltes: El método de coeficientes de las NTC se muestra más conservador que el método de interacción. Las NTC especifican revisar el peralte por cortante, que en nuestro caso, por la magnitud de las solicitaciones de cargas, tienen una influencia considerable. Las NTC consideran un cortante actuante más alto que el que se obtiene mediante el análisis elástico de la interacción, que para nuestro caso fue más alto en un orden del 350% (13,116 [kg] contra 2,930 [kg]). Este hecho incrementa considerablemente el peralte de la cimentación. Por lo tanto, sobrediseñamos al no contar con un análisis más preciso del cortante actuante.
- ✓ La diferencia en áreas de acero: Observando la tabla 4.5 se aprecia que diseñando con las NTC, obtenemos menos volumen de acero, en el orden de un 30% que el obtenido por el método de interacción. El hecho que el área de acero calculada por el método de la interacción sea mayor que el calculado por las NTC, no debe malinterpretarse. Se podría pensar que utilizando el método de interacción, deberíamos obtener áreas menores, lo cual sería parte de un diseño estructural "más eficiente". Antes de concluir sobre el resultado, debemos tomar en cuenta que:
  - Observando la tabla 4.5, podemos ver que el costo del acero para el diseño por las NTC abarca un 12% del costo total en materiales, y para el diseño por interacción, abarca un 24%. Es decir, es el concreto extra que agregamos por cortante, el que incrementa el costo global. La participación del acero en los costos en ambos casos es lo suficientemente baja, que el diseño por interacción sigue resultando en un diseño más económico en un 22%.
  - Observando las figuras 4.8 y 4.9, podemos ver la distribución de momentos que se presenta al deformarse la losa conjuntamente con el suelo. Esta distribución no es tomada en cuenta al diseñar con las NTC, como se puede apreciar en el envolvente uniforme de diseño. Esto nos permite reforzar la cimentación en las zonas de mayor momento flexionante, como se aprecia en la figura 4.7, sin incrementar los costos del diseño estructural. Por lo tanto, para esta situación, estamos subdiseñando con las NTC en las zonas donde se presentan estos incrementos de momentos, como lo son los tableros 51 y 45 del lado corto de la cimentación.

## V. CONCLUSIONES

En conclusión, comparando los diseños por interacción y por las NTC podemos afirmar que el diseño por interacción, modela un estado de servicio más real que el que consideran las NTC, ya que es razonable la suposición que el estado de servicio de una cimentación será con los asentamientos a corto o largo plazo que presente el subsuelo.

Los armados conseguidos con la interacción refuerzan más las áreas donde se presentan distribuciones de momentos, resultando en cimentaciones con refuerzos algo más complicados de armar en la práctica.

El conocer los cortantes actuantes sobre la cimentación, nos permite reducir el área de concreto que obtenemos diseñando con las NTC. Esta reducción en el peralte es la que más impacta en volumen y costos de construcción, como se aprecia en la tabla 4.5.

Cabe mencionar que estas conclusiones se desprenden de este único análisis comparativo. Antes de desarrollar esta tesis, no se contaba con la facilidad que ofrece el programa para realizar el cálculo de la interacción. Se recomienda, para un trabajo futuro, hacer un análisis de sensibilidad, realizando la interacción con distintas estratigrafías y configuraciones de cargas, para conocer en que grado prevalecen las conclusiones expuestas en este trabajo. También se podría comparar contra otros métodos simplificados de diseño.

Acercas del programa desarrollado, quizás muchas de las ventajas que ofrece la nueva forma de realizar la interacción y de interpretar los resultados sean obvias, pero vale la pena mencionar la utilidad de los diagramas de momentos flexionantes para conocer las envolventes de diseño. Además de los análisis cromáticos (ver figura 3.10), que nos ayudan a comprender en forma cualitativa el comportamiento general de la cimentación.

## ANEXO 1.

A continuación se presenta el listado del programa:

frmAbout.frm

Option Explicit  
Dim M As Boolean

```
' Reg Key Security Options...
Const READ_CONTROL = &H20000
Const KEY_QUERY_VALUE = &H1
Const KEY_SET_VALUE = &H2
Const KEY_CREATE_SUB_KEY = &H4
Const KEY_ENUMERATE_SUB_KEYS = &H8
Const KEY_NOTIFY = &H10
Const KEY_CREATE_LINK = &H20
Const KEY_ALL_ACCESS =
KEY_QUERY_VALUE + KEY_SET_VALUE +
KEY_CREATE_SUB_KEY +
KEY_ENUMERATE_SUB_KEYS +
KEY_NOTIFY +
KEY_CREATE_LINK + READ_CONTROL
```

```
' Reg Key ROOT Types...
Const HKEY_LOCAL_MACHINE = &H80000002
Const ERROR_SUCCESS = 0
Const REG_SZ = 1 ' Unicode nul
                    ' terminated string
Const REG_DWORD = 4 ' 32bit
                    ' number
```

```
Const gREGKEYSYSINFOLOC =
"SOFTWARE\Microsoft\Shared Tools Location"
Const gREGVALSYSINFOLOC = "MSINFO"
Const gREGKEYSYSINFO =
"SOFTWARE\Microsoft\Shared Tools\MSINFO"
Const gREGVALSYSINFO = "PATH"
```

```
Private Declare Function RegOpenKeyEx Lib
"advapi32" Alias "RegOpenKeyExA" (ByVal
hKey As Long, ByVal lpSubKey As String, ByVal
uiOptions As Long, ByVal samDesired As Long,
ByRef phkResult As Long) As Long
Private Declare Function RegQueryValueEx Lib
"advapi32" Alias "RegQueryValueExA" (ByVal
hKey As Long, ByVal lpValueName As String,
ByVal lpReserved As Long, ByRef lpType As
```

```
Long, ByVal lpData As String, ByRef lpcbData
As Long) As Long
Private Declare Function RegCloseKey Lib
"advapi32" (ByVal hKey As Long) As Long
```

```
Private Sub cmdSysInfo_Click()
Call StartSysInfo
End Sub
```

```
Private Sub Animation1_DblClick()
If M Then frmA.Show 1
End Sub
```

```
Private Sub cmdOK_Click()
Unload Me
End Sub
```

```
Private Sub Form_KeyDown(KeyCode As
Integer, Shift As Integer)
If Shift = 1 Then
M = True
End If
End Sub
```

```
Private Sub Form_KeyUp(KeyCode As Integer,
Shift As Integer)
M = False
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
Me.Caption = "Acerca de " & App.Title
lblVersion.Caption = "Versión " & App.Major &
"." & App.Minor & "." & App.Revision
lblTitle.Caption = App.Title
Animation1.Open "bear.avi"
M = False
End Sub
```

```
Public Sub StartSysInfo()
On Error GoTo SysInfoErr
```

```
Dim rc As Long
Dim SysInfoPath As String
```

```
' Try To Get System InfoProgram Path\Name
From Registry...
If GetKeyValue(HKEY_LOCAL_MACHINE,
gREGKEYSYSINFO, gREGVALSYSINFO,
SysInfoPath) Then
```

```

' Try To Get System Info Program Path Only
From Registry...
Elseif
GetKeyValue(HKEY_LOCAL_MACHINE,
gREGKEYSYSINFOLOC,
gREGVALSYSINFOLOC, SysInfoPath) Then
' Validate Existence Of Known 32 Bit File
Version
If (Dir(SysInfoPath & "MSINFO32.EXE") <>
"") Then
SysInfoPath = SysInfoPath &
"MSINFO32.EXE"

' Error - File Can Not Be Found..
Else
GoTo SysInfoErr
End If
' Error - Registry Entry Can Not Be Found...
Else
GoTo SysInfoErr
End If

Call Shell(SysInfoPath, vbNormalFocus)

Exit Sub
SysInfoErr:
MsgBox "System Information Is Unavailable
At This Time", vbOKOnly
End Sub

Public Function GetKeyValue(KeyRoot As Long,
KeyName As String, SubKeyRef As String,
ByRef KeyVal As String) As Boolean
Dim i As Long
Loop Counter
Dim rc As Long
Return Code
Dim hKey As Long
Handle To An Open Registry Key
Dim hDepth As Long
Dim KeyValType As Long
' Data Type Of A Registry Key
Dim tmpVal As String
Temporary Storage For A Registry Key Value
Dim KeyValSize As Long
' Size Of Registry Key Variable
-----
Open RegKey Under KeyRoot
{HKEY_LOCAL_MACHINE...}
-----
rc = RegOpenKeyEx(KeyRoot, KeyName, 0,
KEY_ALL_ACCESS, hKey) ' Open Registry Key

```

```

If (rc <> ERROR_SUCCESS) Then GoTo
GetKeyError ' Handle Error...

tmpVal = String$(1024, 0)
Allocate Variable Space
KeyValSize = 1024
Mark Variable Size

-----
' Retrieve Registry Key Value...
-----
rc = RegQueryValueEx(hKey, SubKeyRef, 0,
KeyValType, tmpVal,
KeyValSize) ' Get/Create Key Value

If (rc <> ERROR_SUCCESS) Then GoTo
GetKeyError ' Handle Errors

If (Asc(Mid(tmpVal, KeyValSize, 1)) = 0) Then
' Win95 Adds Null Terminated String...
tmpVal = Left(tmpVal, KeyValSize - 1)
' Null Found, Extract From String
Else ' WinNT
Does NOT Null Terminate String...
tmpVal = Left(tmpVal, KeyValSize)
' Null Not Found, Extract String Only
End If

-----
' Determine Key Value Type For Conversion...
-----
Select Case KeyValType
' Search Data Types...
Case REG_SZ
String Registry Key Data Type
KeyVal = tmpVal
Copy String Value
Case REG_DWORD
' Double Word Registry Key Data Type
For i = Len(tmpVal) To 1 Step -1
' Convert Each Bit
KeyVal = KeyVal + Hex(Asc(Mid(tmpVal,
i, 1))) ' Build Value Char. By Char.
Next
KeyVal = Format$("&h" + KeyVal)
' Convert Double Word To String
End Select

GetKeyValue = True
Return Success
rc = RegCloseKey(hKey)
' Close Registry Key
Exit Function
' Exit

```

```
GetKeyError: ' Cleanup After An Error Has  
Occured...  
    KeyVal = "" ' Set  
Return Val To Empty String  
    GetKeyValue = False  
Return Failure  
    rc = RegCloseKey(hKey)  
' Close Registry Key  
End Function
```

frmGeneraMalla.frm

```

Private Sub btnAyuda_Click()
    MsgBox _
        "Ins          - Insertar nuevo renglón."
    & Chr(13) & _
        "Del          - Borrar contenido de
        celda." & Chr(13) & _
        "Shift+Del     - Borrar renglón.",
    vbInformation
End Sub

Private Sub btnCancelar_Click()
    Unload Me
End Sub

Private Sub btnOk_Click()
    Dim x, y As Integer
    Dim Flag As Boolean
    Dim Nudos, Estratos, Hor, Ver, RepHor,
    RepVer, BarraActual As Integer
    Dim tempY, tempX As Integer
    Dim z, Nx, Ny As Single

    If EditaEstratigrafia Then l1(6) =
    grdEstratos.Rows - 1: GoTo l5

    'Revisa que no tengamos abierto otro archivo,
    y da la opción de guardar
    'los datos
    If Len(NombreDeArchivo) > 0 And Not
    EditaMalla Then
        Select Case MsgBox("¿Desea guardar su
        archivo " & NombreDeArchivo & _
        "?", vbQuestion + vbYesNoCancel)
            Case vbYes
                Guarda
            Case vbCancel
                MsgBox "Generación cancelada, se
                prosigue con la edición de " & _
                NombreDeArchivo & ".",
                vbInformation
                Unload Me
                Exit Sub
            End Select
        End If

    'Pide el nombre del nuevo archivo
    If Not EditaMalla Then
        NombreDeArchivo = ""
        Guarda
    
```

```

If NombreDeArchivo = "" Then Exit Sub 'se
arripió, vámonos
End If

'Valida la tabla, que no hayan valores
negativos
Flag = False
With Grid
    For x = 1 To 2
        For y = 1 To .Rows - 1
            If .TextMatrix(y, x) <> Empty Then
                .TextMatrix(y, x) = Val(.TextMatrix(y,
                x))
            If Val(.TextMatrix(y, x)) <= 0 Then
                Flag = True
                Exit For
            End If
        End If
    Next y
    If Flag Then Exit For
Next x
If Flag Then
    MsgBox "Existe un error de captura en la
    fila " & Str(y) & _
    " columna " & Str(x) & ". " & Chr(13) & _
    "Corregir valor para proseguir.",
    vbInformation
    Grid.SetFocus
    Exit Sub
End If

'Si llegamos aqui, entonces la tabla está
validada
'Genera la malla

'1ero. Averigua el número de barras
For x = 1 To .Rows - 1
    If Val(.TextMatrix(x, 1)) = 0 Then Exit For
Next
For y = 1 To .Rows - 1
    If Val(.TextMatrix(y, 2)) = 0 Then Exit For
Next
x = x - 1: y = y - 1

NoBaHor = x * (y + 1)
NoBaVer = y * (x + 1)

Hor = x
Ver = y
RepHor = 1 'Esto se dejo en unos para
ahorrar modificar el código
RepVer = 1 'por la revisión 1.00 p1
.....

```

```

'prepara instrucción 1
Nudos = (x + 1) * (y + 1)
I1(1) = 0 'KANAL, tipo de cálculo
I1(2) = Nudos * 3 'NG
I1(3) = NoBaHor + NoBaVer 'NBC
I1(4) = 0 'NBSE
I1(5) = 1 'FC
I1(6) = IIf(EditaMalla, I1(6), grdEstratos.Rows
- 1) 'EN
I1(7) = Nudos 'N

```

.....

```

'prepara instrucción 2
If Not EditarMalla Then ReDim I2(8, NoBaVer
+ NoBaHor) 'No redimensionamos si estamos
editando

```

```

BarraActual = 0
For y = 1 To NoBaHor / Hor
For x = 1 To Hor
BarraActual = BarraActual + 1
I2(3, BarraActual) = Grid.TextMatrix(x, 1)

```

```

If Not EditarMalla Then
I2(1, BarraActual) = Val(txtE)
I2(2, BarraActual) = Val(txtI)
I2(4, BarraActual) = Val(txtW)

I2(7, BarraActual) = BarraActual +
Int((BarraActual - 0.5) / (Hor * RepHor))

```

```

I2(5, BarraActual) = I2(7, BarraActual) +
Nudos
I2(6, BarraActual) = I2(5, BarraActual) +
1
I2(8, BarraActual) = I2(7, BarraActual) +
1
End If
Next x, y

```

```

For y = 1 To Ver
For x = 1 To Hor + 1
BarraActual = BarraActual + 1
I2(3, BarraActual) = Grid.TextMatrix(y, 2)

```

```

If Not EditarMalla Then
I2(1, BarraActual) = Val(txtE)
I2(2, BarraActual) = Val(txtI)

I2(4, BarraActual) = Val(txtW)

I2(7, BarraActual) = BarraActual -
NoBaHor

```

```

tempY = Int((BarraActual - NoBaHor -
0.5) / (Hor * RepHor + 1))
tempX = tempY * (Hor * RepHor + 1) + 1

```

```

I2(5, BarraActual) = (Nudos * 2 + 1) +
tempY + (BarraActual - NoBaHor - tempX) * (Ver
* RepVer + 1)
I2(6, BarraActual) = I2(5, BarraActual) +
1
I2(8, BarraActual) = I2(7, BarraActual) +
Hor * RepHor + 1
End If

```

Next x, y

.....

```

'Instrucción 3
If Not EditarMalla Then
ReDim I3(I1(2))
For x = 1 To I1(2): I3(x) = 0: Next
End If

```

```

'Instrucción 4
LimitesMalla
'redimensionamos con +2 para evitar
pasarnos fuera del rango
ReDim I4(6, I1(7)), LongHorAcu(longHor(1) +
2), LongVerAcu(longVer(1) + 2)
LongHorAcu(1) = 0
LongVerAcu(1) = 0

```

```

'Prepara una tablita de consulta de
coordenadas
For x = 1 To longHor(1)
LongHorAcu(x + 1) = LongHorAcu(x) +
longHor(x + 1)
Next x

```

```

For y = 1 To longVer(1)
LongVerAcu(y + 1) = LongVerAcu(y) +
longVer(y + 1)
Next y

```

```

Ny = 0
For y = 1 To longVer(1) + 1
Nx = 0
For x = 1 To longHor(1) + 1
tempY = (y - 1) * (longHor(1) + 1) + x
'lee coordenadas x,y
I4(1, tempY) = Nx
I4(2, tempY) = Ny

```

'calcula su área de influencia

```

'son 2 puntos, investiga coordenadas del
1X I4(3, tempY) = IIf(x = 1, 0, (I4(1, tempY) +
I4(1, tempY - 1)) / 2)
'ahora 1Y
I4(5, tempY) = IIf(y = 1, 0, (I4(2, tempY) +
LongVerAcu(y - 1)) / 2)
'ahora 2X
I4(4, tempY) = IIf(x = (longHor(1) + 1),
I4(1, tempY), (I4(1, tempY) + LongHorAcu(x +
1)) / 2)
'ahora 2Y
I4(6, tempY) = IIf(y = (longVer(1) + 1),
I4(2, tempY), (I4(2, tempY) + LongVerAcu(y +
1)) / 2)
If x = (longHor(1) + 1) Then Exit For
Nx = Nx + longHor(x + 1)
Next x
If y = (longVer(1) + 1) Then Exit For
Ny = Ny + longVer(y + 1)
Next y

```

```

I5: .....
'Instrucción 5
If Not EditaMalla Then
ReDim I5(9, I1(7) * I1(6))
z = 0
Nudos = I1(2) / 3
For y = 1 To I1(6) 'del 1 al # de estratos
z = z + IIf(y = 1, 0, grdEstratos.TextMatrix(y
- 1, 1))
For x = 1 To Nudos
tempY = (y - 1) * Nudos + x
I5(1, tempY) = y
I5(2, tempY) = z +
Val(grdEstratos.TextMatrix(y, 1)) / 2
I5(3, tempY) =
Val(grdEstratos.TextMatrix(y, 1))
I5(4, tempY) =
IIf(Val(grdEstratos.TextMatrix(y, 2)) = 0, 1,
Val(grdEstratos.TextMatrix(y, 2)))
I5(5, tempY) =
Val(grdEstratos.TextMatrix(y, 3))
I5(6, tempY) =
Val(grdEstratos.TextMatrix(y, 4))

```

```

I5(7, tempY) =
Val(grdEstratos.TextMatrix(y, 5))
I5(8, tempY) =
Val(grdEstratos.TextMatrix(y, 6))
I5(9, tempY) =
Val(grdEstratos.TextMatrix(y, 7))
Next x, y
frmPpal.UpDown1.Max =
Me.grdEstratos.Rows - 1
frmPpal.UpDown1 = I1(6)
If EditaEstratigrafia Then Unload Me: Exit
Sub
End If
.....
'Instrucción 6
ReDim I6(I1(7))
For x = 1 To I1(7)
'calcula su semiperimetro
'son 2 lados, lado X
I6(x) = I4(4, x) - I4(3, x) + I4(6, x) - I4(5,
x)
Next
End With
'Si llegamos hasta aqui, entonces ya podemos
cerrar.
Generado = True
With frmPpal
.mnuArcGua.Enabled = True
.mnuArcPro.Enabled = True
.mnuEdiMod.Enabled = True
.mnuEdiMos.Enabled = True
.mnuEdi.Enabled = True
.mnuAna.Enabled = True
.mnuArcGuaCom.Enabled = True
End With
Unload Me
End Sub
Private Sub Form_Activate()
ModificaCajaDialogo
If Not EditaEstratigrafia Then Grid.SetFocus
Else grdEstratos.SetFocus
End Sub
Private Sub Form_Load()
Dim x As Byte
Dim D As Single

```

```

Grid.Height = 2415
Me.grdEstratos.Visible = True
Me.txtE.Visible = True
Me.txtI.Visible = True
Me.txtW.Visible = True
Me.Label13.Visible = True
Me.Label14.Visible = True
Me.Label15.Visible = True
Me.Label17.Visible = True
Me.Line13.Visible = True

```

```

If EditaMalla Then 'Carga la malla

```

```

    With Grid
        .Height = 2415 * 2
        Me.grdEstratos.Visible = False
        Me.txtE.Visible = False
        Me.txtI.Visible = False
        Me.txtW.Visible = False
        Me.Label13.Visible = False
        Me.Label14.Visible = False
        Me.Label15.Visible = False
        Me.Label17.Visible = False
        Me.Line13.Visible = False
        Me.Image2.Visible = False
        .Clear
        For x = 1 To longHor(1)
            D = I2(3, x)
            If .Rows < x + 1 Then
                .AddItem Chr(9) & Str(D)
            Else
                .TextMatrix(x, 1) = Str(D)
            End If
        Next
    End With

```

```

    For x = 1 To longVer(1)
        D = I2(3, NoBaHor + (x - 1) * (longHor(1)
+ 1) + 1)
        If .Rows < x + 1 Then
            .AddItem Chr(9) & Chr(9) & Str(D)
        Else
            .TextMatrix(x, 2) = Str(D)
        End If
    Next
End With
End If

```

```

Renumerar Grid
Renumerar grdEstratos

```

```

ModificaCajaDialogo
End Sub

```

```

Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
    'If EditaEstratigrafia Then Generado = False
    EditaMalla = False
    EditaEstratigrafia = False
End Sub

```

```

Private Sub grdEstratos_EnterCell()
    grdEstratos_GotFocus
End Sub

```

```

Private Sub grdEstratos_GotFocus()

```

```

    With StatusBar1
        Select Case grdEstratos.Col
            Case 1
                .SimpleText = "Espesor de estrato en
[m]"
            Case 2
                .SimpleText = "Inverso del módulo de
deformación en [m2/T]"
            Case 3
                .SimpleText = "Relación de Poisson"
            Case 4
                .SimpleText = "Peso volumétrico del
suelo en [t/m3]"
            Case 5
                .SimpleText = "Coeficiente de presión de
tierra en reposo"
            Case 6
                .SimpleText = "Coeficiente k del suelo,
para cálculo de E'"
            Case 7
                .SimpleText = "Coeficiente n del suelo,
para cálculo de E'"
        End Select
    End With
End Sub

```

```

Private Sub grdEstratos_KeyDown(KeyCode As
Integer, Shift As Integer)
    With grdEstratos
        Select Case KeyCode
            Case vbKeyBack
                If Len(.Text) > 0 Then
                    .Text = Left(.Text, Len(.Text) - 1)
                End If
            Case vbKeyInsert
                .AddItem (LTRim(RTrim(Str(.Rows))))
                Renumerar grdEstratos
            Case vbKeyDelete
                If Shift Then
                    If .Rows > 2 Then .RemoveItem
(.Row): Renumerar grdEstratos
                End If
            End Select
        End With
    End Sub

```

```

Else
    .Text = ""
End If

Case vbKeyReturn
    .Text = Str(Val(.Text))
    If .Row + 1 <> .RowsThen .Row = .Row
+ 1

End Select
End With

End Sub

Private Sub grdEstratos_KeyPress(KeyAscii As Integer)
With grdEstratos
    Select Case KeyAscii
        Case 13
        Case 8
        Case Else
            .Text = .Text & Chr(KeyAscii)
    End Select
End With
End Sub

Private Sub Grid_EnterCell()
    Grid_GotFocus
End Sub

Private Sub Grid_GotFocus()
    If Grid.Col = 1 Then
        StatusBar1.SimpleText = "Longitud de barra horizontal en [m]"
    Else
        StatusBar1.SimpleText = "Longitud de barra vertical en [m]"
    End If
End Sub

Private Sub Grid_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
    With Grid
        Select Case KeyCode
            Case vbKeyBack
                If Len(.Text) > 0 Then
                    .Text = Left(.Text, Len(.Text) - 1)
                End If
            Case vbKeyInsert
                If Not EditaMalla Then
                    .AddItem (LTrim(RTrim(Str(.Rows))))
                    Renumerar Grid
                End If

```

```

Case vbKeyDelete
    If Not EditaMalla Then
        If Shift Then
            If .Rows > 2 Then .RemoveItem (.Row); Renumerar Grid
        Else
            .Text = ""
        End If
    End If

Case vbKeyReturn
    .Text = Str(Val(.Text))
    If .Row + 1 <> .Rows Then .Row = .Row
+ 1

End Select
End With

End Sub

Private Sub Grid_KeyPress(KeyAscii As Integer)
    With Grid
        Select Case KeyAscii
            Case 13
            Case 8
            Case Else
                .Text = .Text & Chr(KeyAscii)
            End Select
        End With
    End Sub

Private Sub txtE_GotFocus()
    StatusBar1.SimpleText = "Módulo de deformación en [T/m²]"
End Sub

Private Sub txtI_GotFocus()
    StatusBar1.SimpleText = "Momento de inercia en [m^4]"
End Sub

Private Sub txtW_GotFocus()
    StatusBar1.SimpleText = "Carga uniformemente repartida en [T/m]"
End Sub

Private Sub ModificaCajaDialogo()
    Dim x, y, Nudos As Integer

    'Prepara para generar malla o para modificar
    'estratigrafía

    If EditaEstratigrafia Then
        Me.HelpContextID = 6
    End If

```

```

Image2.Visible = True
Image1.Visible = False
Grid.Visible = False
Label16.Visible = False
btnOk.Caption = "&Ok"
txtE.Visible = False
txtI.Visible = False
txtW.Visible = False
Label13.Visible = False
Label14.Visible = False
Label17.Visible = False
'Debemos limpiar la tabla y llenarla con los
valores apropiados
With grdEstratos
  For x = 1 To .Rows- 2
    .RemoveItem (1)
  Next
  Nudos = I1(2) / 3
  For y = 1 To I1(6) 'del 1 al # de estratos
    .TextMatrix(y, 1) = I5(3, (y - 1) * Nudos
+ 1)
    .TextMatrix(y, 2) = I5(4, (y 1) * Nudos
+ 1)
    .TextMatrix(y, 3) = I5(5, (y 1) * Nudos
+ 1)
    .TextMatrix(y, 4) = I5(6, (y 1) * Nudos
+ 1)
    .TextMatrix(y, 5) = I5(7, (y - 1) * Nudos
+ 1)
    .TextMatrix(y, 6) = I5(8, (y 1) * Nudos
+ 1)
    .TextMatrix(y, 7) = I5(9, (y 1) * Nudos
+ 1)
    If y <> I1(6) Then .AddItem Str(y)
  Next
End With
Renumerar grdEstratos

Else
If Not EditaMalla Then
  Me.HelpContextID = 2
  Image2.Visible = False
  Image1.Visible = True
  Grid.Visible = True
  Label16.Visible = True
  btnOk.Caption = "&Generar"
  txtE.Visible = True
  txtI.Visible = True
  txtW.Visible = True
  Label13.Visible = True
  Label14.Visible = True
  Label17.Visible = True
End If
End If
End Sub
Private Sub Renumerar(x As MSFlexGrid)
  Dim y As Byte

  For y = 1 To x.Rows- 1: x.TextMatrix(y, 0) =
y: Next
End Sub

```

## frmMostrar.frm

```
Private Sub btnCancelar_Click()  
    Mostrar = False  
    Unload Me  
End Sub  
  
Private Sub btnOk_Click()  
    Mostrar = True  
  
    With frmPpal.StatusBar1  
        If Option1 Then .Panels(3) = "E"  
        If Option2 Then .Panels(3) = "I"  
        If Option3 Then .Panels(3) = "W"  
        If Option4 Then .Panels(3) = "P"  
  
        If frmPpal.Toolbar1.Buttons(12).Value =  
tbrPressed And Not Option4 Then .Panels(3) =  
.Panels(3) & "xx"  
        If frmPpal.Toolbar1.Buttons(13).Value =  
tbrPressed And Not Option4 Then .Panels(3) =  
.Panels(3) & "yy"  
        End With  
  
        Unload Me  
End Sub  
  
Private Sub Form_Load()  
    If frmPpal.Toolbar1.Buttons(14).Value =  
tbrUnpressed Then  
        Option4.Enabled = False  
        Option1.Enabled = True  
        Option2.Enabled = True  
        Option3.Enabled = True  
    Else  
        Option4.Enabled = True  
        Option1.Enabled = False  
        Option2.Enabled = False  
        Option3.Enabled = False  
    End If  
End Sub
```

**FrmNuevo.frm**

```
Dim Ter As String
```

```
Private Sub btnCancelar_Click()
    NombreDeArchivo = ""
    Unload Me
End Sub
```

```
Private Sub btnOk_Click()
    Dim x, y As Integer
```

```
    NombreDeArchivo = Dir1 & "\&" & txtNomArch
    Directorio = Dir1
    Arch = txtNomArch
```

```
If Not Multiple Then
    If LCase(Right(Arch, 4)) <> ".dat" Then
        Arch = Arch & ".dat"
```

```
    Else
        y = 0
        For x = 1 To File1.ListCount - 1 'max 5
            archivos
```

```
                If File1.Selected(x) Then
                    y = y + 1
                    If y > 5 Then MsgBox "Solo se
                    permiten máximo 5 archivos", vbExclamation:
                    CuantosMult = 5: Exit For
                    ArchMult(y) = File1.List(x)
                End If
            Next
```

```
            If y = 1 Then
                MsgBox "Se requieren al menos 2
                archivos", vbExclamation
                CuantosMult = 0
                Multiple = False
            Else
```

```
                Arch = Left(ArchMult(1),
                Len(ArchMult(1)) - 3) & ".dat"
                CuantosMult = y
```

```
                Abre
                If NombreDeArchivo = "" Then Exit
            Sub
                SelInd = 0
```

```
                'Prepara parámetros de escala y
                origen del dibujo
```

```
                Ax = frmPpal.ScaleWidth * 0.09
                Ay = frmPpal.ScaleHeight * 0.9
```

```
                Lx = LongHorAcu(longHor(1) + 1)
                Ly = LongVerAcu(longVer(1) + 1)
```

```
                'Decide la mejor escala para presentar
                el dibujo por primera vez
                If Lx > Ly Then
                    Escala = 0.65 * frmPpal.ScaleWidth
```

```
                / Lx
                If Ly * Escala > frmPpal.ScaleHeight
                Then Escala = 0.65 * frmPpal.ScaleHeight / Ly
                Else
                    Escala = 0.8 * frmPpal.ScaleHeight /
                Ly
                If Lx * Escala > frmPpal.ScaleWidth
                Then Escala = 0.65 * frmPpal.ScaleWidth / Lx
                End If
```

```
                'Dibuja
                'frmProp.Show (1)
```

```
With frmPpal
```

```
    .mnuAnãEje.Enabled = False
    .mnuEdi.Enabled = False
    .mnuSel.Enabled = False
    .toolbar1.Buttons(3).Enabled = False
    .toolbar1.Buttons(8).Enabled = False
    .toolbar1.Buttons(9).Enabled = False
    .toolbar1.Buttons(10).Enabled = False
    .toolbar1.Buttons(12).Enabled = False
    .toolbar1.Buttons(13).Enabled = False
    .toolbar1.Buttons(14).Enabled = False
    .toolbar1.Buttons(15).Enabled = False
    .toolbar1.Buttons(17).Enabled = False
    .toolbar1.Buttons(18).Enabled = False
    .toolbar1.Buttons(19).Enabled = False
    .toolbar1.Buttons(20).Enabled = False
    .toolbar1.Buttons(21).Enabled = False
```

```
End With
End If
ArchSal = Left(Arch, Len(Arch) - 3) & ".out"
```

```
If Not NombreValido Then
    MsgBox "Nombre de archivo inválido" &
    vbCr & vbCr & _
    "No se permiten nombres de archivo con
    mas de 8 caracteres" & _
    "ni espacios en blanco." & vbCr & _
    "Intente con otro nombre", vbCritical +
    vbOKOnly
```

```
Label1_Click
Exit Sub
End If
```

```
Unload Me
End Sub
```

```

Private Sub Dir1_Change()
    File1 = Dir1
End Sub

Private Sub Drive1_Change()
    Dir1 = Drive1
End Sub

Private Sub File1_Click()
    txtNomArch = File1.FileName
End Sub

Private Sub File1_Db1Click()
    txtNomArch = File1.FileName
    btnOk_Click
End Sub

Private Sub File1_KeyDown(KeyCode As Integer, Shift As Integer)
    File1_Click
End Sub

Private Sub Form_Activate()
    File1.SetFocus
End Sub

Private Sub Form_Load()
    If Multiple Then
        Ter = "out"
        Me.Caption = "Análisis Comparativo"
        File1.Pattern = "*.out"
        File1.Refresh
    Else
        Ter = "dat"
        File1.Pattern = "*.dat"
        File1.Refresh
    End If
End Sub

Private Sub Label1_Click()
    With txtNomArch
        .SetFocus
        .SelStart = 0
        .SelLength = Len(txtNomArch)
        .Refresh
        .SetFocus
    End With
End Sub

Private Sub txtNomArch_GotFocus()
    Label1_Click
End Sub
Private Function NombreValido() As Boolean
    If Len(Arch) > 12 Then NombreValido = False:
Exit Function
    For x = 1 To Len(Arch)
        If Mid(Arch, x, 1) = " " Then NombreValido
= False: Exit Function
    Next
    NombreValido = True
End Function

```

**FrmPpal.frm**

```
Dim SelCua, Flag, Flag2 As Boolean
Dim Ax, Ay, SelInd As Integer
Dim CuaX, CuaY, xt, yt As Long
Dim xR, yR As Integer
Dim Lx, Ly As Single
Dim Escala As Single
Dim UltimoBoton As Byte
Dim Cadena As String
```

```
Private Sub ActivaMom()
    With Toolbar1
        .Buttons(6).Enabled = .Buttons(14).Value
        .Buttons(7).Enabled = 1 -
        .Buttons(14).Value
        .Buttons(8).Enabled = 1 -
        .Buttons(14).Value
        .Buttons(9).Enabled = 1 -
        .Buttons(14).Value
        .Buttons(10).Enabled = .Buttons(14).Value
    End With
    mnuAnaCorX.Enabled = 1 -
    Toolbar1.Buttons(14).Value
    mnuAnaDef.Enabled =
    Toolbar1.Buttons(14).Value
    mnuAnaRea.Enabled =
    Toolbar1.Buttons(14).Value
    mnuAnaMomX.Enabled = 1 -
    Toolbar1.Buttons(14).Value
End Sub
```

```
Private Sub LlanaCD()
    Dim W, H As Single
    Dim x As Integer

    With List1
        .Clear

        .AddItem "ARCHIVO: " & UCase(Arch)
        .AddItem "FECHA: " & Date
        .AddItem ""
        .AddItem UCase(TipoCalculo)
        .AddItem ""
        .AddItem "máx: " & Str(Max) & " | min: " &
        Str(Min)
        .AddItem ""
        .AddItem K(I1(1))
        .AddItem ""

        W = 0
        For x = 1 To I1(7): W = W + Val(I3(x)):
    Next
```

```
For x = 1 To I1(3): W = W + I2(4, x) * I2(3,
x): Next
.AddItem "W = " & Str(Round(Val((W /
(LongHorAcu(longHor(1) + 1)
LongVerAcu(longVer(1) + 1))), 2)) & "[T/m²]"

.AddItem "Área = " &
Str(LongHorAcu(longHor(1) + 1)
LongVerAcu(longVer(1) + 1)) & " [m²]"
.AddItem "FC = " & Str(I1(5))
```

```
H = 0: For x = 1 To I1(6): H = H + I5(3, (x
1) * I1(7) + 1): Next
.AddItem "Prof = " & Str(H) & " [m]"

.AddItem "No. Estratos = " & Str(I1(6))
.AddItem "Grados libertad = " & Str(I1(2))
.AddItem "No. Barras = " & Str(I1(3))
.AddItem "No. Nudos = " & Str(I1(7))
End With
End Sub
```

```
Private Function SubStrEx(x As Byte) As String
    Dim y, z As Byte

    'Aísta la columna que nos interesa en la
    lectura
    'de la estratigrafía

    Line Input #1, Cadena
```

```
For y = 1 To x
    Cadena = LTrim(Cadena)
    For z = 1 To Len(Cadena)
        If Mid(Cadena, z, 1) = " " Then Exit For
    Next z, y

    SubStrEx = Val(Mid(Cadena, 1, z))
End Function
```

```
Private Sub btnCam_Click()
    Dim x, Temp As Integer
    Dim y As Single
    Dim yt As String

    With frmMostrar
        If mnuSelNod.Checked And SelInd Then
            yt = Val(txtVal)
            y = Val(yt)
            If SelInd Then For x = 1 To SelInd:
            I5(cmbPar.SelectedItem.Index + 2, (UpDown1 -
            1) * I1(7) + Sel(x)) = y: Next
```

```

End If
End With

'solo recalcula los puntos medios de los
estratos, en caso de
'tener espesores no uniformes
If cmbPar.SelectedItem.Index = 0 Then
    z = 0
    For y = 1 To I1(6) 'del 1 al # de estratos
        For x = 1 To Nudos
            z = z + IIf(y = 1, 0, I5(3, y - 1))
            tempY = (y - 1) * Nudos + x
            I5(1, tempY) = y
            I5(2, tempY) = z + I5(3, y) / 2
        Next x, y
    End If
    TipoCalculo = "Temporal"
    Guarda
    btnMos_Click
End Sub

Private Sub btnMos_Click()
'Vamos a desplegar los valores de la
estratigrafía
'nudo a nudo

Dim Def() As Single
Dim txtTemp As String
Dim x, y As Single
Dim xF, yF As Long 'Franja de interpolación
cromática
Dim aT, bT, cT As Single 'Valorestemporales
de interpolación
Dim xt, xxt, yt, yyt, axt, Ey As Single 'Para
diagrams de momento
Dim Pn, Pb As Long

'iniciamos un análisis cromático
ReDim Def(I1(7))

TipoCalculo = "Temporal"
Guarda
On Error GoTo Sale
Open NombreDeArchivo For Input As #1
On Error GoTo 0

Dibuja

For xF = 1 To 2 + I1(2) + I1(3) + I1(7)
    Line Input #1, txtTemp
Next

If EOF(1) Then

```

```

MsgBox "Error al analizar el archivo de
entrada.", vbExclamation + vbOKOnly
Close #1
Exit Sub
End If

'Ya comprobamos la integridad del archivo
'Ahora hay que ubicarse en el estrato
Do
    Input #1, txtTemp
    Input #1, txtTemp
    If Val(txtTemp) = UpDown1 Then Exit Do
    Line Input #1, txtTemp
Loop

For xF = 1 To cmbPar.SelectedItem.Index + 1
    Input #1, txtTemp
Next

Min = 0: Max = 0: Flag2 = True
For x = 1 To I1(7)
    Def(x) = Val(txtTemp)
    If Flag2 Then Min = Def(x): Max = Min:
Flag2 = Not Flag2
    If Def(x) > Max Then Max = Def(x)
    If Def(x) < Min Then Min = Def(x)
    Line Input #1, txtTemp
    Input #1, txtTemp
    Input #1, txtTemp
    For xF = 1 To cmbPar.SelectedItem.Index +
1
        Input #1, txtTemp
        Next
    Next
    Close #1

StatusBar1.Panels(3) = "Def"

'Muestra un título del gráfico e información
descriptiva
'de que estamos viendo para que el entienda
el baboso

TipoCalculo = cmbPar.SelectedItem
LlenaCD
If Abs(Min) > Abs(Max) Then Max = Abs(Min)
List1.Visible = True

If OpNum Then
'Muestra análisis numérico y cancela el
cromático
Me.ForeColor = RGB(249, 240, 104)

```

```

Ey = (LongVerAcu(longVer(1) + 1) /
(longVer(1) + 1)) / (1.5 * ((1 - If(Min = Max, Min *
0.9, Min) / Max)))
For y = 1 To longVer(1) + 1
For x = 1 To longHor(1) + 1

```

```

Pn = (y - 1) * (longHor(1) + 1) + x
Pb = (y - 1) * longHor(1) + x

```

```

'Dibuja diagrama Def
If x <> longHor(1) + 1 Then
For xtl = LongHorAcu(x) To
LongHorAcu(x + 1) Step (LongHorAcu(x + 1) -
LongHorAcu(x)) / 14 'nuestro rango de dibujo
xxt = xtl - LongHorAcu(x) 'nuestra
variable para diagrama relativo
If xtl > LongHorAcu(x) Then

```

```

'estamos en >= 2ndo. punto del diagrama
yt = (Def(Pn + 1) - Def(Pn)) /
((LongHorAcu(x + 1) - LongHorAcu(x))) * xxt +
Def(Pn) - Min

```

```

If yt < 0 Then C = RGB(255, 0,
0) Else C = RGB(0, 0, 255)

```

```

Linea axt + LongHorAcu(x), Ey
* yyt / Max + LongVerAcu(y), xxt +
LongHorAcu(x), Ey * yt / Max + LongVerAcu(y),
C

```

```

Linea axt + LongHorAcu(x), Ey
* yyt / Max + LongVerAcu(y), axt +
LongHorAcu(x), LongVerAcu(y), C

```

```

End If
'mantenemos el punto anterior
axt = xxt
yyt = (Def(Pn + 1) - Def(Pn)) /
((LongHorAcu(x + 1) - LongHorAcu(x))) * xxt +
Def(Pn) - Min
Next xtl

```

```

'Revisa si se dibujó el último
segmento del diagrama

```

```

If xtl - ((LongHorAcu(x + 1) -
LongHorAcu(x)) / 14) < LongHorAcu(x + 1) Then
xxt = xtl - LongHorAcu(x)
yt = (Def(Pn + 1) - Def(Pn)) /
((LongHorAcu(x + 1) - LongHorAcu(x))) * xxt +
Def(Pn) - Min

```

```

If yt < 0 Then C = RGB(255, 0, 0)
Else C = RGB(0, 0, 255)

```

```

Linea axt + LongHorAcu(x), Ey *
yyt / Max + LongVerAcu(y), xxt +
LongHorAcu(x), Ey * yt / Max + LongVerAcu(y),
C

```

```

Linea axt + LongHorAcu(x), Ey *
yyt / Max + LongVerAcu(y), axt +
LongHorAcu(x), LongVerAcu(y), C

```

```

End If
End If
PosX LongHorAcu(x) + 0.15
PosY LongVerAcu(y) + 0.5
Print Def(Pn)

```

```

Next x, y

```

```

Exit Sub
End If

```

```

'Empieza analisis cromático
'Muestra una la tabla de valores

```

```

Me.DrawWidth = 4
For y = 0 To Ly Step 0.1
Linea Lx + 2, y, Lx + 2 + Lx * 0.05, y,
Color(y / Ly)

```

```

Next
Me.DrawWidth = 1

```

```

PosX Lx + 2 + Lx * 0.075
PosY 0
Me.ForeColor = RGB(0, 0, 255)
Print Min

```

```

PosX Lx + 2 + Lx * 0.075
PosY 0.035 * Ly
Print "Deformación MIN [m]"

```

```

PosY Ly
PosX Lx + 2 + Lx * 0.075
Me.ForeColor = RGB(255, 0, 0)
Print Max

```

```

PosX Lx + 2 + Lx * 0.075
PosY Ly - 0.035 * Ly
Print "Deformación MAX [m]"
Me.ForeColor = &HFF8080

```

```

'Empieza a graficar
Me.DrawWidth = 1
yF = 2

```

```

ProgressBar1 = 0
For y = 0 To Ly Step Ly / 100
If y > LongVerAcu(yF) Then yF = yF + 1
xF = 2

```

```

For x = 0 To Lx Step Lx / 100
If x > LongHorAcu(xF) Then xF = xF + 1
'Franja ubicada en xf,yf
'necesitamos 3 interpolaciones lineales
aT = Interp(Def(Trans(xF - 1, yF - 1)),
Def(Trans(xF, yF - 1)), LongHorAcu(xF - 1),
LongHorAcu(xF), x)

```

```

    bT = Interp(Def(Trans(xF - 1, yF)),
Def(Trans(xF, yF)), LongHorAcu(xF - 1),
LongHorAcu(xF, x)
    cT = Interp(aT, bT, LongVerAcu(yF - 1),
LongVerAcu(yF, y)
    Punto x + 0.005 * Lx, y, Color((cT - Min) /
(Max - If(Min = Max, 0.9 * Min, Min)))
    ProgressBar1 = 100 * y / Ly
    Next x, y
    ProgressBar1 = 0
Exit Sub

```

```

Sale: 'No existe el archivo, notifica y cancela
If Err.Number = 53 Then
    MsgBox "Archivo no encontrado." &
Chr(13) & _
"Aparentemente no se ha ejecutado un
análisis." & Chr(13) & _
"Pulse F5, para ejecutar uno.", vbCritical
+ vbOKOnly
    On Error GoTo 0
Exit Sub
Else
    MsgBox "Error #" & Err.Number & Chr(13)
& Err.Description
    Stop
End If
End Sub

```

```

Private Sub cmbPar_Change()
    btnMos_Click
End Sub

```

```

Private Sub Form_Activate()
    List1.Left = Me.Width - 5000
    List1.Top = Me.Top + 2000
End Sub

```

```

Private Sub Form_Load()
    Dim ic1, ic2, ic3, ic4, ic5, ic6, ic7 As
Comboltem
    With cmbPar
        Set ic1 = .Comboltems.Add(1, "Espesor",
1)
        Set ic2 = .Comboltems.Add(2, "Módulo
Deformación", 2)
        Set ic3 = .Comboltems.Add(3, "Poisson",
3)
        Set ic4 = .Comboltems.Add(4, "Peso
Volumétrico", 4)

```

```

        Set ic5 = .Comboltems.Add(5, "Coef.
Presión Rep.", 5)
        Set ic6 = .Comboltems.Add(6, "Coef. K",
6)
        Set ic7 = .Comboltems.Add(7, "Coef. n",
7)
    End With
    cmbPar.SelectedItem = ic1

```

```

mnuArcGua.Enabled = False
mnuArcGuaCom.Enabled = False
mnuArcPro.Enabled = False
mnuEdiMos.Enabled = False
mnuAna.Enabled = False
mnuAnaVer.Enabled = False
MotorInteraccion = "intsedef"
EditaEstratigrafia = False
cmbPar.ListIndex = 0
TipoGL = 1
Mano = False
Lupa = False
List1.Visible = False
Flag2 = True
Multiple = False
CuantosMult = 0
UltimoBoton = 14
mnuAnaNum_Click
StatusBar1.Panels(1).Text = "S=0"

```

```

K(0) = "Análisis lineal sin confinamiento"
K(1) = "Análisis lineal con confinamiento"
K(2) = "Análisis con confinamiento Iziyk en
arenas (Janbu Ez)"
K(3) = "Análisis con confinamiento Iijk en
arenas (Janbu E)"

```

```

Caption = "Interacción Estática Suelo -
Estructura: [SinNombre.dat]"
Me.WindowState = 2
Escala = 1
Generado = False
SelCua = False
Flag = False
SelInd = 0 'Índice de selección
ProgressBar1 = 0
ProgressBar1.Refresh
With Toolbar1
    .Buttons(8).Visible = False
    .Buttons(3).Enabled = False
    .Buttons(4).Enabled = False
    .Buttons(6).Enabled = False
    .Buttons(7).Enabled = False

```

```

.Buttons(8).Enabled = False
.Buttons(9).Enabled = False
.Buttons(10).Enabled = False
.Buttons(12).Enabled = False
.Buttons(13).Enabled = False
.Buttons(14).Enabled = False
.Buttons(15).Enabled = False
.Buttons(17).Enabled = False
.Buttons(18).Enabled = False
.Buttons(19).Enabled = False
.Buttons(20).Enabled = False
.Buttons(21).Enabled = False
.Buttons(22).Enabled = False
.Buttons(24).Enabled = False
.Buttons(26).Enabled = False
.Buttons(27).Enabled = False
.Buttons(28).Enabled = False
End With

```

```

Frame2.Enabled = False
End Sub

```

```

Private Sub Form_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, x As Single, y As Single)

```

```

    If Not Generado Then Exit Sub
    Flag = True
    CuaX = x
    CuaY = y
End Sub

```

```

Private Sub Form_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, x As Single, y As Single)

```

```

    'Dibuja retícula de selección
    If Not Generado Then Exit Sub

```

```

    If Button = vbLeftButton Then

```

```

        If Mano Then
            'Modifica el origen de coordenadas
            Ax = Ax - CuaX + x
            Ay = Ay - CuaY + y
            CuaY = y
            CuaX = x
            Dibuja
            Exit Sub
        End If

```

```

        If Lupa Then
            'Modifica la escala del dibujo
            Escala = Escala + CuaY - y
            CuaY = y
            Dibuja

```

```

        Exit Sub
    End If

```

```

    Me.DrawMode = 7 'Xor
    Me.DrawStyle = 3 'Punteado
    SelCua = True

```

```

    If Flag Then

```

```

        Line (CuaX, CuaY)-(x, y), RGB(255, 255, 255), B

```

```

        xt = x: yt = y
        Flag = False
    Else

```

```

        Line (CuaX, CuaY)(xt, yt), RGB(255, 255, 255), B

```

```

        Line (CuaX, CuaY)-(x, y), RGB(255, 255, 255), B

```

```

        xt = x: yt = y
    End If

```

```

End If

```

```

End Sub

```

```

Private Sub Form_MouseUp(Button As Integer, Shift As Integer, x As Single, y As Single)

```

```

    Dim px, py As Integer

```

```

    If Mano Then Mano = Not Mano: MouseIcon = LoadPicture("cross.cur"): Exit Sub

```

```

    If Lupa Then Lupa = Not Lupa: MouseIcon = LoadPicture("cross.cur"): Exit Sub

```

```

    If Not SelCua Then Exit Sub
    SelCua = False

```

```

    Line (CuaX, CuaY)(xt, yt), RGB(255, 255, 255), B

```

```

    Me.DrawMode = 13 'Copypen
    Me.DrawStyle = 0 'solid

```

```

    'Inicia proceso de selección de elementos en NUDOS

```

```

    If mnuSelNod.Checked Then

```

```

        For py = 1 To longVer(1) + 1

```

```

            For px = 1 To longHor(1) + 1

```

```

                If Not ExisteEnIndice((py - 1) * (longHor(1) + 1) + px) Then

```

```

                    If NodoAdentro(LongHorAcu(px) * Escala + Ax, -LongVerAcu(py) * Escala + Ay) Then

```

```

                        SelInd = SelInd + 1

```

```

                        Sel(SelInd) = (py - 1) *

```

```

                    (longHor(1) + 1) + px

```

```

                        NodosF

```

```

                    LongVerAcu(py), RGB(255, 255, 255)

```

```

        End If
    End If
    Next px, py
End If

'Inicia selección de barrasH
If mnuSelBH.Checked = True Then
    Me.DrawWidth = 3
    For py = 1 To longVer(1) + 1
        Flag = False
        For px = 1 To longHor(1) + 1
            If NodoAdentro(LongHorAcu(px) *
Escala + Ax, -LongVerAcu(py) * Escala + Ay)
Then
                If Not Flag Then
                    Flag = True
                Else
                    'Apareció una barrita, revisa que
no haya estado antes y 'prendela'
                    If Not ExisteEnIndice(NoBH((py -
1) * (longHor(1) + 1) + px)) Then
                        SelInd = SelInd + 1
                        Sel(SelInd) = NoBk((py - 1) *
(longHor(1) + 1) + px)
                        BarrasHF LongHorAcu(px),
LongVerAcu(py), px
                    End If
                End If
            Else
                Flag = False
            End If
        Next px, py
        Me.DrawWidth = 1
    End If

'Inicia selección de barrasV
If mnuSelBV.Checked = True Then
    Me.DrawWidth = 3
    For px = 1 To longHor(1) + 1
        Flag = False
        For py = 1 To longVer(1) + 1
            If NodoAdentro(LongHorAcu(px) *
Escala + Ax, -LongVerAcu(py) * Escala + Ay)
Then
                If Not Flag Then
                    Flag = True
                Else
                    'Apareció una barrita, revisa que
no haya estado antes y 'prendela'
                    If Not ExisteEnIndice(NoBV((py -
1) * (longHor(1) + 1) + px)) Then
                        SelInd = SelInd + 1
                        Sel(SelInd) = NoBV((py - 1) *
(longHor(1) + 1) + px)

```

```

        BarrasVF LongHorAcu(px),
LongVerAcu(py), py
    End If
    End If
    Else
        Flag = False
    End If
    Next py, px
    Me.DrawWidth = 1
End If

StatusBar1.Panels(1) = "S=" & Str(SelInd)
mnuEdiMod.Enabled = True
End Sub

```

```

Private Sub Form_QueryUnload(Cancel As
Integer, UnloadMode As Integer)
    If Not mnuArcGua.Enabled Then Exit Sub

    Select Case MsgBox("¿Desea guardar su
archivo?", vbQuestion + vbYesNoCancel)
        Case vbYes
            Guarda
            Cancel = 0
        End
        Case vbNo
            Cancel = 0
        End
        Case vbCancel
            Cancel = 1
        End
    End Select
End Sub

```

```

End Sub

Private Sub Form_Resize()
    Image1.Move 240, Height - 1995
    With ProgressBar1
        .Value = 100
        .Move 1560, Height - 915
        .Value = 0
    End With

    With Frame2
        .Move Me.Width - Frame2.Width - 100, 400
        If WindowState <> 1 Then .Height =
Me.Height - 1300
    End With

    If Generado Then
        Cls
        Dibuja
    End If

```

End Sub

```
Private Sub List1_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, x As Single, y As Single)
```

```
    CuaX = x  
    CuaY = y
```

End Sub

```
Private Sub List1_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, x As Single, y As Single)
```

```
    If Button = 1 Then
```

```
        With List1
```

```
            .Move .Left + (x - CuaX), .Top + (y -
```

```
CuaY)
```

```
        End With
```

```
    End If
```

End Sub

```
Private Sub mnuAnaCom_Click()
```

```
    Multiple = True
```

```
    frmNuevo.Show
```

End Sub

```
Private Sub mnuAnaCorX_Click()
```

```
    Dim Def() As Single
```

```
    Dim txtTemp As String
```

```
    Dim x, y As Single
```

```
    Dim xF, yF, C, D As Long 'Franja de interpolación cromática
```

```
    Dim aT, bT, cT As Single 'Valores temporales de interpolación
```

```
    Dim xt, xxt, yt, yyt, axt, Ey As Single 'Para diagramas de momento
```

```
    Dim Pn, Pb As Long
```

```
    If ToolBar1.Buttons(13).Value Then
```

```
        mnuAnaCorY_Click
```

```
        Exit Sub
```

```
    End If
```

```
    Min = 0: Max = 0: Flag2 = True
```

```
    'iniciamos un análisis cromático
```

```
    'los cortantes se tratan distinto a los demás elementos
```

```
    ReDim Def(NoBaHor * 2)
```

```
    On Error GoTo Sale
```

```
    Open Directorio & "\* & ArchSal For Input As
```

```
#1  
    On Error GoTo 0
```

```
    Dibuja
```

```
    Do
```

```
        Line Input #1, txtTemp
```

```
        Loop While Not (Left(LTrim(txtTemp), 5) = "BARRA" Or EOF(1))
```

```
    If EOF(1) Then
```

```
        MsgBox "Error al analizar el archivo de salida.", vbExclamation + vbOKOnly
```

```
        Close #1
```

```
        Exit Sub
```

```
    End If
```

```
    Line Input #1, txtTemp
```

```
    Min = 0: Max = 0
```

```
    xF = 1
```

```
    yF = 11(7)
```

```
    D = 0
```

```
    'at=número de lecturas por nudo
```

```
    'aT = 11(7) * 4 - 8 - (longHor(1) - 1) * 2 - (longVer(1) - 1) * 2
```

```
    Do
```

```
        Input #1, txtTemp
```

```
        C = Substr3(txtTemp)
```

```
        If C >= xF And C <= yF Then
```

```
            D = D + 1
```

```
            Def(D) = Substr2(txtTemp)
```

```
            If Flag2 Then Min = Def(C): Max = Min:
```

```
            Flag2 = Not Flag2
```

```
            If Def(D) > Max Then Max = Def(D)
```

```
            If Def(D) < Min Then Min = Def(D)
```

```
        End If
```

```
        Loop While D <= NoBaHor * 2 - 1
```

```
        Close #1
```

```
        'Muestra un título del gráfico e información descriptiva
```

```
        'de que estamos viendo para que el baboso entienda
```

```
        TipoCalculo = "Cortantes X-X [T]"
```

```
        LlenaCD
```

```
        If Abs(Min) > Abs(Max) Then Max = Abs(Min)
```

```
        List1.Visible = True
```

```
        StatusBar1.Panels(3) = "Vxx"
```

```
        If Not mnuAnaCro.Checked Then
```

'Muestra análisis numérico y cancela el cromático

Me.ForeColor = RGB(249, 240, 104)

Ey = (LongVerAcu(longVer(1) + 1) / (longVer(1) + 1)) / 1.5

For y = 1 To longVer(1) + 1

For x = 1 To longHor(1)

Pn = (y - 1) \* (longHor(1) \* 2) + x \* 2 -

1

Pb = (y - 1) \* longHor(1) + x

Flag2 = Not Flag2

For xt = LongHorAcu(x) To LongHorAcu(x + 1) Step (LongHorAcu(x + 1) - LongHorAcu(x)) / 14 'nuestro rango de dibujo

xxt = xt - LongHorAcu(x) 'nuestra variable para diagrama relativo

If xt > LongHorAcu(x) Then 'estamos en >= 2ndo. punto del diagrama

yt = ((Def(Pn + 1) - Def(Pn)) / (LongHorAcu(x + 1) - LongHorAcu(x))) \* xxt + Def(Pn)

If yt > 0 Then C = RGB(255, 0, 0) Else C = RGB(0, 0, 255)

Linea axt + LongHorAcu(x), Ey \* yyt / Max + LongVerAcu(y), xxt + LongHorAcu(x), Ey \* yt / Max + LongVerAcu(y), C

Linea axt + LongHorAcu(x), Ey \* yyt / Max + LongVerAcu(y), axt + LongHorAcu(x), LongVerAcu(y), C

End If

'mantenemos el punto anterior

axt = xxt

yyt = ((Def(Pn + 1) - Def(Pn)) / (LongHorAcu(x + 1) - LongHorAcu(x))) \* xxt + Def(Pn)

Next xt

'Revisa si se dibujó el último segmento del diagrama

If xt - ((LongHorAcu(x + 1) - LongHorAcu(x)) / 14) < LongHorAcu(x + 1) Then

xxt = xt - LongHorAcu(x)

yt = ((Def(Pn + 1) - Def(Pn)) / (LongHorAcu(x + 1) - LongHorAcu(x))) \* xxt + Def(Pn)

If yt > 0 Then C = RGB(255, 0, 0) Else C = RGB(0, 0, 255)

Linea axt + LongHorAcu(x), Ey \* yyt / Max + LongVerAcu(y), xxt + LongHorAcu(x), Ey \* yt / Max + LongVerAcu(y), C

Linea axt + LongHorAcu(x), Ey \* yyt / Max + LongVerAcu(y), axt + LongHorAcu(x), LongVerAcu(y), C

End If

PosX LongHorAcu(x)

0.6) PosY LongVerAcu(y) + IIf(Flag2, -0.2,

Print Round(Def(Pn), 2)

PosX LongHorAcu(x + 1) \* 0.85

0.6) PosY LongVerAcu(y) + IIf(Flag2, -0.2,

Print Round(Def(Pn + 1), 2)

Next x, y

Exit Sub

End If

'Empieza analisis cromático

'Muestra una la tabla de valores

Me.DrawWidth = 4

For y = 0 To Ly Step 0.1

Linea Lx + 2, y, Lx + 2 + Lx \* 0.05, y, Color(y / Ly)

Next

Me.DrawWidth = 1

PosX Lx + 2 + Lx \* 0.075

PosY 0

Me.ForeColor = RGB(0, 0, 255)

Print Min

PosX Lx + 2 + Lx \* 0.075

PosY Ly \* 0.035

Print "V MIN [Ton]"

PosY Ly

PosX Lx + 2 + Lx \* 0.075

Me.ForeColor = RGB(255, 0, 0)

Print Max

PosY Ly - 0.035 \* Ly

PosX Lx + 2 + Lx \* 0.075

Print "V MAX [Ton]"

Me.ForeColor = &HFF8080

'Empieza a graficar

Me.DrawWidth = 1

yF = 1

ProgressBar1 = 0

For y = 0 To Ly Step Ly / 100

If y > LongVerAcu(yF + 1) Then yF = yF + 1

```

xF = 1
For x = 0 To Lx Step Lx / 100
  If x > LongHorAcu(xF + 1) Then xF = xF
+ 1

```

```

'Franja ubicada en xF,yF
'necesitamos 3 interpolaciones lineales
aT = Interp(Def(Trans3(xF, yF)),
Def(Trans3(xF, yF) + 1), LongHorAcu(xF),
LongHorAcu(xF + 1), x)
bT = Interp(Def(Trans3(xF, yF) + 1)),
Def(Trans3(xF, yF + 1) + 1), LongHorAcu(xF),
LongHorAcu(xF + 1), x)
cT = Interp(aT, bT, LongVerAcu(yF),
LongVerAcu(yF + 1), y)
Punto x + 0.005 * Lx, y, Color((cT - Min) /
(Max - Min))
ProgressBar1 = 100 * y / Ly
Next x, y
ProgressBar1 = 0
LlenaCD
List1.Visible = True

```

```
Exit Sub
```

```

Sale: 'No existe el archivo, notifica y cancela
If Err.Number = 53 Then
  MsgBox "Archivo no encontrado." &
Chr(13) & _
  "Aparentemente no se ha ejecutado un
análisis." & Chr(13) & _
  "Pulse F5, para ejecutar uno.", vbCritical
+ vbOKOnly
  On Error GoTo 0
  Exit Sub
Else
  MsgBox "Error #" & Err.Number & Chr(13)
& Err.Description
  Stop
End If

```

```
End Sub
```

```
Private Sub mnuAnaCorY_Click()
```

```

Dim Def() As Single
Dim txtTemp As String
Dim x, y As Single
Dim xF, yF, C, D As Long 'Franja de
interpolación cromática
Dim aT, bT, cT As Single 'Valores temporales
de interpolación
Dim xt, xxt, yt, yyt, axt, Ey As Single 'Para
diagramas de momento

```

```
Dim Pn, Pb As Long
```

```

Min = 0: Max = 0: Flag2 = True
'Iniciamos un análisis cromático
'los cortantes se traen distinto a los demás
elementos
'aca estamos en yy
ReDim Def(NoBaVer * 2)

```

```

On Error GoTo Sale
Open Directorio & "\ & ArchSal For Input As
#1
On Error GoTo 0

```

```
Dibuja
```

```
Do
```

```

Line Input #1, txtTemp
Loop While Not (Left(LTrim(txtTemp), 5) =
"BARRA" Or EOF(1))

```

```
If EOF(1) Then
```

```

MsgBox "Error al analizar el archivo de
salida.", vbExclamation + vbOKOnly
Close #1
Exit Sub
End If

```

```

Line Input #1, txtTemp
Min = 0: Max = 0

```

```
xF = 1
```

```
yF = I1(7)
```

```
D = 0
```

```
'at=número de lecturas por nudo
```

```
'aT = I1(7) * 4 - 8 - (longHor(1) - 1) * 2 -
(longVer(1) - 1) * 2
```

```
Do
```

```
Input #1, txtTemp
```

```
B = Substr4(txtTemp)
```

```
C = Substr3(txtTemp)
```

```
If (C >= xF And C <= yF) And B > NoBaHor
```

```
Then
```

```
D = D + 1
```

```
Def(D) = Substr2(txtTemp)
```

```
If Flag2 Then Min = Def(C): Max = Min:
```

```
Flag2 = Not Flag2
```

```
If Def(D) > Max Then Max = Def(D)
```

```
If Def(D) < Min Then Min = Def(D)
```

```
End If
```

```
Loop While D <= NoBaVer * 2 - 1
```

```
Close #1
```

'Muestra un titulo del gráfico e información  
 descriptiva  
 'de que estamos viendo para que el baboso  
 entienda

TipoCalculo = "Cortantes Y-Y [T]"  
 LlanaCD  
 If Abs(Min) > Abs(Max) Then Max = Abs(Min)  
 List1.Visible = True

StatusBar1.Panels(3) = "Vyy"

If Not mnuAnaCro.Checked Then  
 'Muestra análisis numérico y cancela el  
 cromático

Me.ForeColor = RGB(249, 240, 104)  
 Ex = (LongHorAcu(longHor(1) + 1) /  
 (longHor(1) + 1)) / 1.5  
 For y = 1 To longVer(1)  
 For x = 1 To longHor(1) + 1  
 Pn = (y - 1) \* ((longHor(1) + 1) \* 2) + x  
 \* 2 - 1  
 Pb = (y - 1) \* longHor(1) + x

For yt = LongVerAcu(y) To  
 LongVerAcu(y + 1) Step (LongVerAcu(y + 1) -  
 LongVerAcu(y)) / 14 'nuestro rango de dibujo

yyt = yt - LongVerAcu(y) 'nuestra  
 variable para diagrama relativo  
 If yt > LongVerAcu(y) Then  
 'estamos en >= 2ndo. punto del diagrama  
 xt = ((Def(Pn + 1) - Def(Pn)) /  
 (LongVerAcu(y + 1) - LongVerAcu(y))) \* yyt +  
 Def(Pn)

If xt > 0 Then C = RGB(255, 0, 0)  
 Else C = RGB(0, 0, 255)

Linea Ex \* xxt / Max +  
 LongHorAcu(x), ayt + LongVerAcu(y), Ex \* xt /  
 Max + LongHorAcu(x), yyt + LongVerAcu(y), C  
 Linea Ex \* xxt / Max +  
 LongHorAcu(x), ayt + LongVerAcu(y),  
 LongHorAcu(x), ayt + LongVerAcu(y), C

'Linea axt + LongHorAcu(x), Ey \*  
 yyt / max + LongVerAcu(y), xxt +  
 LongHorAcu(x), Ey \* yt / max + LongVerAcu(y),  
 C

'Linea axt + LongHorAcu(x), Ey \*  
 yyt / max + LongVerAcu(y), axt +  
 LongHorAcu(x), LongVerAcu(y), C  
 End If

'mantenemos el punto anterior  
 ayt = yyt

xxt = ((Def(Pn + 1) - Def(Pn)) /  
 (LongVerAcu(y + 1) - LongVerAcu(y))) \* yyt +  
 Def(Pn)

Next yt

'Revisa si se dibujó el último segmento  
 del diagrama

If yt - ((LongVerAcu(y + 1) -  
 LongVerAcu(y)) / 14) < LongVerAcu(y + 1) Then  
 yyt = yt - LongVerAcu(y)  
 xt = ((Def(Pn + 1) - Def(Pn)) /  
 (LongVerAcu(y + 1) - LongVerAcu(y))) \* yyt +  
 Def(Pn)

If xt > 0 Then C = RGB(255, 0, 0)  
 Else C = RGB(0, 0, 255)

Linea Ex \* xxt / Max +  
 LongHorAcu(x), ayt + LongVerAcu(y), Ex \* xt /  
 Max + LongHorAcu(x), yyt + LongVerAcu(y), C  
 Linea Ex \* xxt / Max +  
 LongHorAcu(x), ayt + LongVerAcu(y),  
 LongHorAcu(x), ayt + LongVerAcu(y), C

End If  
 PosX LongHorAcu(x) - 0.2  
 PosY LongVerAcu(y) + 0.5  
 Print Round(Def(Pn), 2)  
 PosX LongHorAcu(x) - 0.2  
 PosY LongVerAcu(y + 1) - 0.3  
 Print Round(Def(Pn + 1), 2)

Next x, y

Exit Sub  
 End If

'Empleza analisis cromático  
 'Muestra una la tabla de valores

Me.DrawWidth = 4  
 For y = 0 To Ly Step 0.1  
 Linea Lx + 2, y, Lx + 2 + Lx \* 0.05, y,  
 Color(y / Ly)

Next  
 Me.DrawWidth = 1

PosX Lx + 2 + Lx \* 0.075  
 PosY 0  
 Me.ForeColor = RGB(0, 0, 255)  
 Print Min

PosX Lx + 2 + Lx \* 0.075  
 PosY Ly \* 0.035  
 Print "V MIN [Ton]"

PosY Ly

```

PosX Lx + 2 + Lx * 0.075
Me.ForeColor = RGB(255, 0, 0)
Print Max

PosY Ly - 0.035 * Ly
PosX Lx + 2 + Lx * 0.075
Print "V MAX [Tm]"

Me.ForeColor = &HFF8080

'Empieza a graficar
Me.DrawWidth = 1
yF = 1
ProgressBar1 = 0
For y = 0 To Ly Step Ly / 100
  If y > LongVerAcu(yF + 1) Then yF = yF + 1
  xF = 1
  For x = 0 To Lx Step Lx / 100
    If x > LongHorAcu(xF + 1) Then xF = xF
+ 1
    'Franja ubicada en xF,yF
    'necesitamos 3 interpolaciones lineales
    aT = Interp(Def(Trans4(xF, yF)),
Def(Trans4(xF, yF) + 2), LongHorAcu(xF),
LongHorAcu(xF + 1), x)
    bT = Interp(Def(Trans4(xF, yF) + 1),
Def(Trans4(xF, yF) + 3), LongHorAcu(xF),
LongHorAcu(xF + 1), x)
    cT = Interp(aT, bT, LongVerAcu(yF),
LongVerAcu(yF + 1), y)
    Punto x + 0.005 * Lx, y, Color((cT - Min) /
(Max - Min))
    ProgressBar1 = 100 * y / Ly
    Next x, y
    ProgressBar1 = 0
    LlenaCD
    List1.Visible = True

Exit Sub

Sale: 'No existe el archivo, notifica y cancela
  If Err.Number = 53 Then
    MsgBox "Archivo no encontrado." &
Chr(13) & _
    "Aparentemente no se ha ejecutado un
análisis." & Chr(13) & _
    "Pulse F5, para ejecutar uno.", vbCritical
+ vbOKOnly
    On Error GoTo 0
    Exit Sub
  Else
    MsgBox "Error #" & Err.Number & Chr(13)
& Err.Description
    Stop

```

```

End If

End Sub

Private Sub mnuAnaCro_Click()
  mnuAnaCro.Checked = True
  mnuAnaNum.Checked = False
  StatusBar1.Panels(2).Text = "CRO"
End Sub

Private Sub mnuAnaDef_Click()
  Dim Def() As Single
  Dim txtTemp As String
  Dim x, y As Single
  Dim xF, yF As Long 'Franja de interpolación
  cromática
  Dim aT, bT, cT As Single 'Valores temporales
  de interpolación
  Dim xt, xxt, yt, yyt, axt, Ey As Single 'Para
  diagrams de momento
  Dim Pn, Pb As Long

  'Iniciamos un análisis cromático
  ReDim Def(11(7))

  On Error GoTo Sale
  Open Directorio & "\ & ArchSal For Input As
#1
  On Error GoTo 0

  Dibuja

  Do
    Line Input #1, txtTemp
    Loop While Not (Left(txtTemp, 4) = "NUDO"
Or EOF(1))

  If EOF(1) Then
    MsgBox "Error al analizar el archivo de
salida.", vbExclamation + vbOKOnly
    Close #1
    Exit Sub
  End If

  Line Input #1, txtTemp
  Min = 0: Max = 0: Flag2 = True
  For x = 1 To 11(7)
    Input #1, txtTemp
    Def(x) = Abs(Val(Right(txtTemp,
Len(txtTemp) - Substr(txtTemp))))
    If Flag2 Then Min = Def(x): Max = Min:
Flag2 = Not Flag2
    If Def(x) > Max Then Max = Def(x)

```

```

If Def(x) < Min Then Min = Def(x)
Next
Close #1

StatusBar1.Panels(3) = "Def"

'Muestra un título del gráfico e información
descriptiva
'de que estamos viendo para que el entienda
el baboso

TipoCalculo = "Deformaciones [m]"
LlenaCD
If Abs(Min) > Abs(Max) Then Max = Abs(Min)
List1.Visible = True

If Not mnuAnaCro.Checked Then
'Muestra análisis numérico y cancela el
cromático
Me.ForeColor = RGB(249, 240, 104)
Ey = (LongVerAcu(longVer(1) + 1) /
(longVer(1) + 1)) / (1.5 * ((1 - Min / Max)))
For y = 1 To longVer(1) + 1
For x = 1 To longHor(1) + 1

Pn = (y - 1) * (longHor(1) + 1) + x
Pb = (y - 1) * longHor(1) + x

'Dibuja diagrama Def
If x <> longHor(1) + 1 Then
For xt = LongHorAcu(x) To
LongHorAcu(x + 1) Step (LongHorAcu(x + 1) -
LongHorAcu(x)) / 14 'nuestro rango de dibujo
xxt = xt LongHorAcu(x) 'nuestra
variable para diagrama relativo
If xt > LongHorAcu(x) Then
'estamos en >= 2ndo. punto del diagrama
yt = (Def(Pn + 1) - Def(Pn)) /
((LongHorAcu(x + 1) - LongHorAcu(x))) * xxt +
Def(Pn) - Min
If yt < 0 Then C = RGB(255, 0,
0) Else C = RGB(0, 0, 255)
Linea axt + LongHorAcu(x), Ey
* yyt / Max + LongVerAcu(y), xxt +
LongHorAcu(x), Ey * yt / Max + LongVerAcu(y),
C
Linea axt + LongHorAcu(x), Ey
* yyt / Max + LongVerAcu(y), axt +
LongHorAcu(x), LongVerAcu(y), C
End If
'mantenemos el punto anterior
axt = xxt

```

```

yyt = (Def(Pn + 1) - Def(Pn)) /
((LongHorAcu(x + 1) - LongHorAcu(x))) * xxt +
Def(Pn) - Min
Next xt

'Revisa si se dibujó el último
segmento del diagrama
If xt - (LongHorAcu(x + 1) -
LongHorAcu(x)) / 14 < LongHorAcu(x + 1) Then
xxt = xt LongHorAcu(x)
yt = (Def(Pn + 1) - Def(Pn)) /
((LongHorAcu(x + 1) - LongHorAcu(x))) * xxt +
Def(Pn) - Min
If yt < 0 Then C = RGB(255, 0, 0)
Else C = RGB(0, 0, 255)
Linea axt + LongHorAcu(x), Ey *
yyt / Max + LongVerAcu(y), xxt +
LongHorAcu(x), Ey * yt / Max + LongVerAcu(y),
C
Linea axt + LongHorAcu(x), Ey *
yyt / Max + LongVerAcu(y), axt +
LongHorAcu(x), LongVerAcu(y), C
End If
End If
PosX LongHorAcu(x) + 0.15
PosY LongVerAcu(y) + 0.5
Print Def(Pn)
Next x, y

Exit Sub
End If

'Empieza analisis cromático
'Muestra una la taba de valores

Me.DrawWidth = 4
For y = 0 To Ly Step 0.1
Linea Lx + 2, y, Lx + 2 + Lx * 0.05, y,
Color(y / Ly)
Next
Me.DrawWidth = 1

PosX Lx + 2 + Lx * 0.075
PosY 0
Me.ForeColor = RGB(0, 0, 255)
Print Min
PosX Lx + 2 + Lx * 0.075
PosY 0.035 * Ly
Print "Deformación MIN [m]"

PosY Ly
PosX Lx + 2 + Lx * 0.075
Me.ForeColor = RGB(255, 0, 0)
Print Max

```

```

PosX Lx + 2 + Lx * 0.075
PosY Ly - 0.035 * Ly
Print "Deformación MAX [m]"
Me.ForeColor = &HFF8080

'Empieza a graficar
Me.DrawWidth = 1
yF = 2
ProgressBar1 = 0
For y = 0 To Ly Step Ly / 100
  If y > LongVerAcu(yF) Then yF = yF + 1
  xF = 2
  For x = 0 To Lx Step Lx / 100
    If x > LongHorAcu(xF) Then xF = xF + 1
    'Franja ubicada en xf,yf
    'necesitamos 3 interpolaciones lineales
    aT = Interp(Def(Trans(xF - 1, yF - 1)),
Def(Trans(xF, yF - 1)), LongHorAcu(xF - 1),
LongHorAcu(xF), x)
    bT = Interp(Def(Trans(xF - 1, yF)),
Def(Trans(xF, yF)), LongHorAcu(xF - 1),
LongHorAcu(xF), x)
    cT = Interp(aT, bT, LongVerAcu(yF - 1),
LongVerAcu(yF), y)
    Punto x + 0.005 * Lx, y, Color((cT - Min) /
(Max - Min))
    ProgressBar1 = 100 * y / Ly
  Next x, y
  ProgressBar1 = 0
Exit Sub
Sale: 'No existe el archivo, notifica y cancela
If Err.Number = 53 Then
  MsgBox "Archivo no encontrado." &
Chr(13) & _
"Aparentemente no se ha ejecutado un
análisis." & Chr(13) & _
"Pulse F5, para ejecutar uno.", vbCritical
+ vbOKOnly
  On Error GoTo 0
Exit Sub
Else
  MsgBox "Error #" & Err.Number & Chr(13)
& Err.Description
  Stop
End If
End Sub

Private Sub mnuAnaEje_Click()
'Antes guarda el archivo
TipoCalculo = "Temporal"
Guarda

'Los parametros de análisis deben ser
correctos

```

```

'si no, no funciona nada por aca

ChDir Directorio

'revisa la existencia del motor de cálculo
On Error GoTo NoEsta
Open Directorio & "\ " & MotorInteraccion &
".exe" For Input As #1
Close #1
On Error GoTo 0

Open Directorio & "\temp~.tmp" For Output As
#1
Print #1, Arch
Print #1, ArchSal
Close #1

Open Directorio & "\puente.bat" For Output As
#1
Print #1, "@echo off"
Print #1, Left(Directorio, 2)
Print #1, "cd " & Chr(34) & Right(Directorio,
Len(Directorio) - 2) & Chr(34)
Print #1, "cd"
Print #1, "echo EJECUTANDO
INTERACCION PARA LOS SIGUIENTES
ARCHIVOS:"
Print #1, "ECHO."
Print #1, "echo ENTRADA: " & Arch
Print #1, "echo SALIDA: " & ArchSal
Print #1, "if exist " & ArchSal & " del " &
ArchSal
Print #1, "intsedef < temp~.tmp > temp~1.tmp"
Print #1, "ECHO."
Print #1, "ECHO LISTO."
Close #1

Shell Directorio & "\puente.bat",
vbNormalFocus

'Debemos asumir que se tuvo éxito, después
de todo no llegaríamos
'hasta aca si no hubiera existo el EXE, ni los
archivos de datos
'obviamente válidos.
'Aunque siempre cabe la posibilidad de un
archivo EXE erróneo

ActivaMom

frmPpal.mnuAnaVer.Enabled = True
Exit Sub

NoEsta:

```

```

If Err.Number = 53 Then
    MsgBox "Archivo ejecutable " &
    UCase(MotorInteraccion) & ".EXE" & " no
    encontrado." & Chr(13) & _
    "El ejecutable debe encontrarse en la
    misma carpeta " & Directorio & " que" & Chr(13)
    & _
    "los archivos de trabajo." & Chr(13) &
    Chr(13) & _
    "No es posible continuar hasta que se
    copie el ejecutable en la" & _
    "carpeta indicada.", vbCritical +
    vbOKOnly
    On Error GoTo 0
    Exit Sub
Else
    MsgBox "Error #" & Err.Number & Chr(13)
    & Err.Description
    Stop
End If

```

End Sub

```

Private Sub mnuAnaEst_Click()
    mnuAnaEst.Checked = Not
    mnuAnaEst.Checked
    Frame2.Visible = mnuAnaEst.Checked
End Sub

```

```

Private Sub mnuAnaF_Click()
    mnuAnaF.Checked = Not mnuAnaF.Checked
End Sub

```

```

Private Sub mnuAnaMomX_Click()
    Dim Def() As Single
    Dim txtTemp As String
    Dim x, y As Single
    Dim xF, yF, C, D As Long 'Franja de
    interpolación cromática
    Dim aT, bT, cT As Single 'Valores temporales
    de interpolación
    Dim xt, xxt, yt, yyt, axt, Ey As Single 'Para
    diagrams de momento
    Dim Pn, Pb As Long
    Dim M As Byte'multiple
    Dim Par, Par2 As Boolean 'Debo invertir el
    signo en grados pares para tener
    'un rango correcto de max a min;
    el otro es para alternar
    'uno si, uno no la impresión de
    M(x).
    Dim momMax, momMin As Single 'Hay que
    revisar si M(x) es mayor que Mi y corregir
    'factor de escala

```

```

If Multiple Then GoTo AnalisisMultiple
Par = False
If Toolbar1.Buttons(13).Value Then
    mnuAnaMomY_Click
    Exit Sub
End If

```

```

'Iniciamos un análisis cromático
ReDim Def(11(7))

```

```

On Error GoTo Sale
Close #1
Open Directorio & "\* & ArchSal For Input As
#1
On Error GoTo 0

```

Dibuja

```

Do
    Line Input #1, txtTemp
    Loop While Not (Left(LTrim(txtTemp), 5) =
    "BARRA" Or EOF(1))

```

```

If EOF(1) Then
    MsgBox "Error al analizar el archivo de
    salida.", vbExclamation + vbOKOnly
    Close #1
    Exit Sub
End If

```

```

Line Input #1, txtTemp
Min = 0: Max = 0: Flag2 = True

```

```

xF = I1(7) + 1
yF = I1(7) * 2
D = 0

```

```

Do
    Input #1, txtTemp
    C = Substr3(txtTemp)
    aT = Substr4(txtTemp)
    If C >= xF And C <= yF And (aT >= 1 And
    aT <= NoBaHor) Then
        aT = C - xF + 1
        Def(aT) = Substr2(txtTemp)
        If Flag2 Then Min = Def(aT): Max = Min:
        Flag2 = Not Flag2
    If Par Then
        If Def(aT) > Max Then Max = -Def(aT)
        If Def(aT) < Min Then Min = -Def(aT)
    Else
        If Def(aT) > Max Then Max = Def(aT)

```

```

    If Def(aT) < Min Then Min = Def(aT)
    End If
    Par = Not Par
    D = D + 1
    End If
    Loop While D < I1(7) * 2 - (longVer(1) + 1) * 2
    Close #1

'Muestra un título del gráfico e información
descriptiva

TipoCalculo = "Momentos X-X [T-m]"
LlenaCD
momMax = Max: momMin = Min
If Abs(Min) > Abs(Max) Then Max = Abs(Min)
List1.Visible = True

StatusBar1.Panels(3) = "Mxx"

If Not mnuAnaCro.Checked Then
'Muestra análisis numérico y cancela el
cromático
    Ey = (LongVerAcu(longVer(1) + 1) /
(longVer(1) + 1)) / 1.5

DibujaMom:

    For y = 1 To longVer(1) + 1
        For x = 1 To longHor(1) + 1
            'Prepara para dibujar diagrama M
            Pn = (y - 1) * (longHor(1) + 1) + x
            Pb = (y - 1) * longHor(1) + x
            'Dibuja diagrama M
            If x <> longHor(1) + 1 Then
                For xt = LongHorAcu(x) To
LongHorAcu(x + 1) Step (LongHorAcu(x + 1) -
LongHorAcu(x)) / 14 'nuestro rango de dibujo
                    xxt = xt LongHorAcu(x) 'nuestra
variable para diagrama relativo
                    If xt > LongHorAcu(x) Then
'estamos en >= 2ndo. punto del diagrama
                        yt = Def(Pn) * (1 - xxt / I2(3,
Pb)) + I2(4, Pb) * xxt * (I2(3, Pb) - xxt) / 2 +
Def(Pn + 1) * xxt / I2(3, Pb)
                        If yt > 0 Then C = RGB(255, 0,
0) Else C = RGB(0, 0, 255)
                            Linea axt + LongHorAcu(x), Ey
* yyt / Max + LongVerAcu(y), xxt +
LongHorAcu(x), Ey * yt / Max + LongVerAcu(y),
C
                                Linea axt + LongHorAcu(x), Ey
* yyt / Max + LongVerAcu(y), axt +
LongHorAcu(x), LongVerAcu(y), C
                            End If
                        End If
                    Me.ForeColor = RGB(249, 50, 50)
                    PosX LongHorAcu(x) + 0.15
                    PosY LongVerAcu(y) + 0.5
                    Print Def(Pn)
                End If
            End If
        Next xt
    Next x

```

```

If mnuAnaF.Checked Then
    If Par2 Then
        Me.ForeColor = RGB(249,
240, 104)
        PosX axt +
LongHorAcu(x) - 0.15
        PosY Ey * yyt / Max +
LongVerAcu(y)
        Print Round(yyt, 2)
    End If
    Par2 = Not Par2
    End If

    End If
    'mantenemos el punto anterior
    axt = xxt
    yyt = Def(Pn) * (1 - xxt / I2(3, Pb))
+ I2(4, Pb) * xxt * (I2(3, Pb) - xxt) / 2 + Def(Pn +
1) * xxt / I2(3, Pb)

'Revisa máximos y mínimos en la
función
    If Sgn(yyt) > 0 Then
        If yyt > momMax Then
            momMax = yyt
        Else
            If yyt < momMin Then momMin
= yyt
        End If
    Next xt

'Revisa si se dibujó el último
segmento del diagrama
    If xt - ((LongHorAcu(x + 1) -
LongHorAcu(x)) / 14) < LongHorAcu(x + 1) Then
        xxt = xt LongHorAcu(x)
        yt = Def(Pn) * (1 - xxt / I2(3, Pb))
+ I2(4, Pb) * xxt * (I2(3, Pb) - xxt) / 2 + Def(Pn +
1) * xxt / I2(3, Pb)
        If yt > 0 Then C = RGB(255, 0, 0)
    Else C = RGB(0, 0, 255)
        Linea axt + LongHorAcu(x), Ey *
yyt / Max + LongVerAcu(y), xxt +
LongHorAcu(x), Ey * yt / Max + LongVerAcu(y),
C
        Linea axt + LongHorAcu(x), Ey *
yyt / Max + LongVerAcu(y), axt +
LongHorAcu(x), LongVerAcu(y), C
    End If
    End If
    Me.ForeColor = RGB(249, 50, 50)
    PosX LongHorAcu(x) + 0.15
    PosY LongVerAcu(y) + 0.5
    Print Def(Pn)

```

```

Next x, y
'Aqui ya acabamos, pero revisa si la escala
del dibujo fue correcta
'si no, corrige y vuelve a dibujar
If momMax > Max Or momMin < Min Then
  Min = momMin
  Max = momMax
  If momMax > Abs(momMin) Then
'rigen positivos
    LlenaCD
  Else
    LlenaCD
    Max = Abs(momMin)
  End If
  Dibuja
  GoTo DibujaMom
End If
Exit Sub
End If

```

```

'Empieza analisis cromático
'Muestra una la tabla de valores

```

```

Me.DrawWidth = 4
For y = 0 To Ly Step 0.1
  Linea Lx + 2, y, Lx + 2 + Lx * 0.05, y,
Color2(y / Ly)
Next
Me.DrawWidth = 1

```

```

PosX Lx + 2 + Lx * 0.075
PosY 0
Me.ForeColor = RGB(0, 0, 255)
Print Min

```

```

PosX Lx + 2 + Lx * 0.075
PosY Ly * 0.035
Print "Myy MIN [Fm]"

```

```

PosY Ly
PosX Lx + 2 + Lx * 0.075
Me.ForeColor = RGB(255, 0, 0)
Print Max

```

```

PosY Ly - 0.035 * Ly
PosX Lx + 2 + Lx * 0.075
Print "Myy MAX [Fm]"

```

```

Me.ForeColor = &HFF8080

```

```

'Empieza a graficar
Me.DrawWidth = 1
yF = 2
ProgressBar1 = 0

```

```

For y = 0 To Ly Step Ly / 100
  If y > LongVerAcu(yF) Then yF = yF + 1
  xF = 2
  For x = 0 To Lx Step Lx / 100
    If x > LongHorAcu(xF) Then xF = xF + 1
    'Franja ubicada en xf,yf
    'necesitamos 3 interpolaciones lineales
    aT = Interp(Def(Trans(xF - 1, yF - 1)),
Def(Trans(xF, yF - 1)), LongHorAcu(xF - 1),
LongHorAcu(xF), x)
    bT = Interp(Def(Trans(xF - 1, yF)),
Def(Trans(xF, yF)), LongHorAcu(xF - 1),
LongHorAcu(xF), y)
    cT = Interp(aT, bT, LongVerAcu(yF - 1),
LongVerAcu(yF), y)
    Punto x + 0.005 * Lx, y, Color2((cT - Min) /
(Max - Min))
    ProgressBar1 = 100 * y / Ly
  Next x, y
  ProgressBar1 = 0

```

```

Exit Sub
Sale: 'No existe el archivo, notifica y cancela
  If Err.Number = 53 Then
    MsgBox "Archivo no encontrado." &
Chr(13) & _
    "Aparentemente no se ha ejecutado un
análisis." & Chr(13) & _
    "Pulse F5, para ejecutar uno.", vbCritical
+ vbOKOnly
    On Error GoTo 0
  Exit Sub
  Else
    MsgBox "Error # & Err.Number & Chr(13)
& Err.Description
    Stop
  End If

```

AnalisisMultiple:

```

'iniciamos un análisis multiple
  For M = 1 To CuantosMult
    ReDim Def(11(7))

    On Error GoTo Sale
    Close #1
    Open Directorio & " & ArchMult(M) For Input
  As #1
    On Error GoTo 0

    Dibuja

    Do
      Line Input #1, txtTemp

```

```

Loop While Not (Left(LTrim(txtTemp), 5) =
"BARRA" Or EOF(1))

```

```

If EOF(1) Then
MsgBox "Error al analizar el archivo de
salida.", vbExclamation + vbOKOnly
Close #1
Exit Sub
End If

```

```

Line Input #1, txtTemp
Min = 1000000: Max = 0

```

```

xF = I1(7) + 1
yF = I1(7) * 2
D = 0

```

```

Do
Input #1, txtTemp
C = Substr3(txtTemp)
aT = Substr4(txtTemp)
If C >= xF And C <= yF And (aT >= 1 And
aT <= NoBaHor) Then
aT = C - xF + 1
Def(aT) = Substr2(txtTemp)
If Def(aT) > Max Then Max = Def(aT)
If Def(aT) < Min Then Min = Def(aT)
D = D + 1
End If
Loop While D < I1(7) * 2 - (longVer(1) + 1) * 2
Close #1

```

```

'Muestra un título del gráfico e información
descriptiva

```

```

If M = CuantosMult Then
TipoCalculo = "Momentos X-X [T-m]"
LlenaCD
List1.Visible = True
End If

```

```

StatusBar1.Panels(3) = "Mxx"

```

```

'Muestra análisis numérico y cancela el
cromático

```

```

Me.ForeColor = RGB(131, 238, 243)
Ey = (LongVerAcu(longVer(1) + 1) /
(longVer(1) + 1)) / 1.5

```

```

For y = 1 To longVer(1) + 1
For x = 1 To longHor(1) + 1
PosX LongHorAcu(x) + 0.15
PosY LongVerAcu(y) + 0.5
'Prepara para dibujar diagrama M
Pn = (y - 1) * (longHor(1) + 1) + x

```

```

Pb = (y - 1) * longHor(1) + x
Print Def(Pn)

```

```

'Dibuja diagrama M

```

```

If x <> longHor(1) + 1 Then
For xt = LongHorAcu(x) To
LongHorAcu(x + 1) Step (LongHorAcu(x + 1) -
LongHorAcu(x)) / 14 'nuestro rango de dibujo
xxt = xt - LongHorAcu(x) 'nuestra
variable para diagrama relativo

```

```

If xt > LongHorAcu(x) Then
'estamos en => 2ndo. punto del diagrama
yt = Def(Pn) * (1 - xxt / I2(3,
Pb)) + I2(4, Pb) * xxt * (I2(3, Pb) - xxt) / 2 +
Def(Pn + 1) * xxt / I2(3, Pb)

```

```

If yt > 0 Then C = RGB(255, 0,
0) Else C = RGB(0, 0, 255)

```

```

Linea axt + LongHorAcu(x), Ey
* yyt / Max + LongVerAcu(y), xxt +
LongHorAcu(x), Ey * yt / Max + LongVerAcu(y),
C

```

```

'Linea axt + LongHorAcu(x), Ey
* yyt / Max + LongVerAcu(y), axt +
LongHorAcu(x), LongVerAcu(y), C
End If

```

```

'mantenemos el punto anterior
axt = xxt
yyt = Def(Pn) * (1 - xxt / I2(3, Pb))
+ I2(4, Pb) * xxt * (I2(3, Pb) - xxt) / 2 + Def(Pn +
1) * xxt / I2(3, Pb)
Next xt

```

```

'Revisa si se dibujó el último
segmento del diagrama

```

```

If xt - ((LongHorAcu(x + 1) -
LongHorAcu(x)) / 14) < LongHorAcu(x + 1) Then
xxt = xt - LongHorAcu(x)
yt = Def(Pn) * (1 - xxt / I2(3, Pb))
+ I2(4, Pb) * xxt * (I2(3, Pb) - xxt) / 2 + Def(Pn +
1) * xxt / I2(3, Pb)

```

```

If yt > 0 Then C = RGB(255, 0, 0)
Else C = RGB(0, 0, 255)

```

```

Linea axt + LongHorAcu(x), Ey *
yyt / Max + LongVerAcu(y), xxt +
LongHorAcu(x), Ey * yt / Max + LongVerAcu(y),
C

```

```

'Linea axt + LongHorAcu(x), Ey *
yyt / Max + LongVerAcu(y), axt +
LongHorAcu(x), LongVerAcu(y), C
End If

```

```

End If
Next x, y
Next M

```

```

Exit Sub

```

End Sub

```
Private Sub mnuAnaMomY_Click()  
Dim Def() As Single  
Dim txtTemp As String  
Dim x, y As Single  
Dim xF, yF, C, D As Long 'Franja de  
interpolación cromática  
Dim aT, bT, cT As Single 'Valores temporales  
de interpolación  
Dim xt, xxt, yt, yyt, axt, Ex As Single 'Para  
diagramas de momento  
Dim Pn, Pb As Long  
Dim Par, Par2 As Boolean 'Debo invertir el  
signo en grados pares para tener  
'un rango correcto de max a min;  
y par2 será para alternar  
'en la graficación de M(y)  
Dim momMax, momMin As Single 'Hay que  
revisar si M(y) es mayor que Mi y corregir  
'factor de escala
```

```
'iniciamos un análisis cromático  
ReDim Def(11(7))
```

```
On Error GoTo Sale  
Open Directorio & "\*" & ArchSal For Input As  
#1  
On Error GoTo 0
```

Dibuja

```
Do  
Line Input #1, txtTemp  
Loop While Not (Left(LTrim(txtTemp), 5) =  
"BARRA" Or EOF(1))
```

```
If EOF(1) Then  
MsgBox "Error al analizar el archivo de  
salida.", vbExclamation + vbOKOnly  
Close #1  
Exit Sub  
End If
```

```
Line Input #1, txtTemp  
Min = 0: Max = 0: Flag2 = True
```

```
xF = 11(7) * 2 + 1  
yF = 11(7) * 3  
D = 0
```

'My es caso especial, el barrido denodos no coincide con el

'barrido de grados de libertad, las direcciones de barrido  
'están rotadas 90 grados una con respecto de la otra.

Do

```
Input #1, txtTemp  
C = Substr3(txtTemp)  
aT = Substr4(txtTemp)  
If (C >= xF And C <= yF) And (aT >  
NoBaHor And aT <= NoBaHor + NoBaVer) Then  
aT = Trans2(C - xF + 1) 'aquí  
transformamos, solo para My  
Def(aT) = Substr2(txtTemp)  
If Flag2 Then Min = Def(aT): Max = Min:  
Flag2 = Not Flag2  
If Par Then  
If-Def(aT) > Max Then Max = -Def(aT)  
If-Def(aT) < Min Then Min = -Def(aT)  
Else  
If Def(aT) > Max Then Max = Def(aT)  
If Def(aT) < Min Then Min = Def(aT)  
End If  
Par = Not Par  
D = D + 1  
End If  
Loop While D < 11(7) * 2 - (longHor(1) + 1) * 2  
Close #1
```

```
StatusBar1.Panels(3) = "Myy"
```

'Muestra un título del gráfico e información  
descriptiva  
'de qué estamos viendo, para que el baboso  
entienda

```
TipoCalculo = "Momentos yy [T-m]"  
momMax = Max: momMin = Min  
LlenaCD  
If Abs(Min) > Abs(Max) Then Max = Abs(Min)  
List1.Visible = True
```

```
Me.FontSize = 8
```

```
If Not mnuAnaCro.Checked Then  
'Muestra análisis numérico y cancela el  
cromático  
Ex = (LongHorAcu(longHor(1) + 1) /  
(longHor(1) + 1)) / 1.5
```

DibujaMom:

```
For y = 1 To longVer(1) + 1  
For x = 1 To longHor(1) + 1
```

```

'Prepara para dibujar diagrama M
Pn = (y - 1) * (longHor(1) + 1) + x
Pb = (y - 1) * (longHor(1) + 1) + x +
NoBaHor
'Dibuja diagrama M
If y <> longVer(1) + 1 Then
  For yt = LongVerAcu(y) To
LongVerAcu(y + 1) Step (LongVerAcu(y + 1) -
LongVerAcu(y)) / 14 'nuestro rango de dibujo
  yyt = yt LongVerAcu(y) 'nuestra
variable para diagrama relativo
  If yt > LongVerAcu(y) Then
'estamos en => 2ndo. punto del diagrama
  xt = Def(Pn) * (1 - yyt / I2(3,
Pb)) + I2(4, Pb) * yyt * (I2(3, Pb) - yyt) / 2 +
Def(Pn + longHor(1) + 1) * yyt / I2(3, Pb)
  If xt > 0 Then C = RGB(255, 0,
0) Else C = RGB(0, 0, 255)
  Linea Ex * xxt / Max +
LongHorAcu(x), ayt + LongVerAcu(y), Ex * xt /
Max + LongHorAcu(x), yyt + LongVerAcu(y), C
  Linea Ex * xxt / Max +
LongHorAcu(x), ayt + LongVerAcu(y),
LongHorAcu(x), ayt + LongVerAcu(y), C

  'Imprime f(x)
  If mnuAnaF.Checked Then
  If Par2 Then
    Me.ForeColor = RGB(249,
240, 104)
    PosX Ex * xxt / Max +
LongHorAcu(x) - 0.15
    PosY ayt +
LongVerAcu(y)
    Print Round(xxt, 2)
    End If
    Par2 = Not Par2
  End If

  End If
  'mantenemos el punto anterior
  ayt = yyt
  xxt = Def(Pn) * (1 - yyt / I2(3, Pb))
+ I2(4, Pb) * yyt * (I2(3, Pb) - yyt) / 2 + Def(Pn +
longHor(1) + 1) * yyt / I2(3, Pb)

  'Revisa máximos y mínimos en la
función
  If Sgn(xxt) > 0 Then
  If xxt > momMax Then
momMax = xxt
  Else
  If xxt < momMin Then momMin
= xxt

```

```

End If
Next yt
'Revisa si se dibujó el último
segmento del diagrama
  If yt - ((LongVerAcu(y + 1) -
LongVerAcu(y)) / 14) < LongVerAcu(y + 1) Then
  yyt = yt LongVerAcu(y)
  xt = Def(Pn) * (1 - yyt / I2(3, Fb))
+ I2(4, Pb) * yyt * (I2(3, Pb) - yyt) / 2 + Def(Pn +
longHor(1) + 1) * yyt / I2(3, Pb)
  If xt > 0 Then C = RGB(255, 0, 0)
  Else C = RGB(0, 0, 255)
  Linea Ex * xxt / Max +
LongHorAcu(x), ayt + LongVerAcu(y), Ex * xt /
Max + LongHorAcu(x), yyt + LongVerAcu(y), C
  Linea Ex * xxt / Max +
LongHorAcu(x), ayt + LongVerAcu(y),
LongHorAcu(x), ayt + LongVerAcu(y), C
  End If

  End If
  Me.ForeColor = RGB(249, 50, 50)
  PosX LongHorAcu(x) + 0.15
  PosY LongVerAcu(y) + 0.5
  Print Def(Pn)
Next x, y

'Aqui ya acabamos, pero revisa si la escala
del dibujo fue correcta
'si no, corrige y vuelve a dibujar
If momMax > Max Or momMin < Min Then
  Min = momMin
  Max = momMax
  If momMax > Abs(momMin) Then
'rigen positivos
  LlenaCD
  Else
  LbnaCD
  Max = Abs(momMin)
  End If
  Dibuja
  GoTo DibujaMom
End If

Exit Sub
End If

'Empieza analisis cromático
'Muestra una la tabla de valores
Me.DrawWidth = 4
For y = 0 To Ly Step 0.1

```

```

Linea Lx + 2, y, Lx + 2 + Lx * 0.05, y,
Color2(y / Ly)
Next
Me.DrawWidth = 1

PosX Lx + 2 + Lx * 0.075
PosY 0
Me.ForeColor = RGB(0, 0, 255)
Print Min

PosX Lx + 2 + Lx * 0.075
PosY Ly * 0.035
Print "Mxx MIN [Fm]"

PosY Ly
PosX Lx + 2 + Lx * 0.075
Me.ForeColor = RGB(255, 0, 0)
Print Max

PosY Ly - 0.035 * Ly
PosX Lx + 2 + Lx * 0.075
Print "Mxx MAX [Fm]"

Me.ForeColor = &HFF8080

'Empieza a graficar
Me.DrawWidth = 1
yF = 2
ProgressBar1 = 0
For y = 0 To Ly Step Ly / 100
    If y > LongVerAcu(yF) Then yF = yF + 1
    xF = 2
    For x = 0 To Lx Step Lx / 100
        If x > LongHorAcu(xF) Then xF = xF + 1
        'Franja ubicada en xf,yf
        'necesitamos 3 interpolaciones lineales
        aT = Interp(Def(Trans(xF - 1, yF - 1)),
Def(Trans(xF, yF - 1)), LongHorAcu(xF - 1),
LongHorAcu(xF), x)
        bT = Interp(Def(Trans(xF - 1, yF)),
Def(Trans(xF, yF)), LongHorAcu(xF - 1),
LongHorAcu(xF), x)
        cT = Interp(aT, bT, LongVerAcu(yF - 1),
LongVerAcu(yF), y)
        Punto x + 0.005 * Lx, y, Color2((cT - Min) /
(Max - Min))
        ProgressBar1 = 100 * y / Ly
    Next x, y
    ProgressBar1 = 0
Exit Sub
Sale: 'No existe el archivo, notifica y cancela
If Err.Number = 53 Then

```

```

MsgBox "Archivo no encontrado." &
Chr(13) & _
"Aparentemente no se ha ejecutado un
análisis." & Chr(13) & _
"Pulse F5, para ejecutar uno.", vbCritical
+ vbOKOnly
On Error GoTo 0
Exit Sub
Else
MsgBox "Error #" & Err.Number & Chr(13)
& Err.Description
Stop
End If

End Sub

Private Sub mnuAnaNum_Click()
mnuAnaNum.Checked = True
mnuAnaCro.Checked = False
StatusBar1.Panels(2).Text = "NUM"
End Sub

Private Sub mnuAnaRea_Click()
Dim Def() As Single
Dim txtTemp As String
Dim x, y As Single
Dim xF, yF As Long 'Franja de interpolación
cromática
Dim aT, bT, cT As Single 'Valores temporales
de interpolación
Dim xt, xxt, yt, yyt, axt, Ey As Single 'Para
diagramas de reacción
Dim Pn, Pb As Long

'iniciamos un análisis cromático
ReDim Def(1(7))

On Error GoTo Sale
Open Directorio & "\* & ArchSal For Input As
#1
On Error GoTo 0

Dibuja

Do
Line Input #1, txtTemp
Loop While Not (Left(txtTemp, 5) = "GRADO"
Or EOF(1))

If EOF(1) Then
MsgBox "Error al analizar el archivo de
salida.", vbExclamation + vbOKOnly
Close #1
Exit Sub

```

```

End If

Line Input #1, txtTemp
Min = 0: Max = 0: Flag2 = True
For x = 1 To I1(7)
  Input #1, txtTemp
  Def(x) = Abs(Val(Right(txtTemp,
Len(txtTemp) - Substr(txtTemp))))
  If Flag2 Then Min = Def(x): Max = Min:
  Flag2 = Not Flag2
  If Def(x) > Max Then Max = Def(x)
  If Def(x) < Min Then Min = Def(x)
Next
Close #1

StatusBar1.Panels(3) = "R"

'Muestra un título del gráfico e información
descriptiva
'de que estamos viendo para que el entienda
el baboso

TipoCalculo = "Reacciones [Ton]"
LlenaCD
If Abs(Min) > Abs(Max) Then Max = Abs(Min)
List1.Visible = True

If Not mnuAnaCro.Checked Then
'Muestra análisis numérico y cancela el
cromático
Me.ForeColor = RGB(249, 240, 104)
Ey = (LongVerAcu(longVer(1) + 1) /
(longVer(1) + 1)) / 1.5

For y = 1 To longVer(1) + 1
  For x = 1 To longHor(1) + 1

    Pn = (y - 1) * (longHor(1) + 1) + x
    Pb = (y - 1) * longHor(1) + x

'Dibuja diagrama R
If x <> longHor(1) + 1 Then
  For xt = LongHorAcu(x) To
LongHorAcu(x + 1) Step (LongHorAcu(x + 1) -
LongHorAcu(x)) / 14 'nuestro rango de dibujo
    xxt = xt LongHorAcu(x) 'nuestra
variable para diagrama relativo
    If xt > LongHorAcu(x) Then
'estamos en >= 2ndo. punto del diagrama
      yt = IIf(xt <= (LongHorAcu(x) +
LongHorAcu(x + 1)) / 2, Def(Pn), Def(Pn + 1))
      If yt < 0 Then C = RGB(255, 0,
0) Else C = RGB(0, 0, 255)

```

```

      Linea axt + LongHorAcu(x), Ey
      * yyt / Max + LongVerAcu(y), xxt +
LongHorAcu(x), Ey * yt / Max + LongVerAcu(y),
C
      Linea axt + LongHorAcu(x), Ey
      * yyt / Max + LongVerAcu(y), axt +
LongHorAcu(x), LongVerAcu(y), C
    End If
    'mantenemos el punto anterior
    axt = xxt
    yyt = IIf(xt <= (LongHorAcu(x) +
LongHorAcu(x + 1)) / 2, Def(Pn), Def(Pn + 1))
    Next xt

'Revisa si se dibujó el último
segmento del diagrama
If xt - ((LongHorAcu(x + 1) -
LongHorAcu(x)) / 14) < LongHorAcu(x + 1) Then
  xxt = xt LongHorAcu(x)
  yt = IIf(xt <= (LongHorAcu(x) +
LongHorAcu(x + 1)) / 2, Def(Pn), Def(Pn + 1))
  If yt < 0 Then C = RGB(255, 0, 0)
Else C = RGB(0, 0, 255)
  Linea axt + LongHorAcu(x), Ey *
  yyt / Max + LongVerAcu(y), xxt +
  LongHorAcu(x), Ey * yt / Max + LongVerAcu(y),
  C
  Linea axt + LongHorAcu(x), Ey *
  yyt / Max + LongVerAcu(y), axt +
  LongHorAcu(x), LongVerAcu(y), C
  End If
  End If
  PosX LongHorAcu(x) + 0.15
  PosY LongVerAcu(y) + 0.5
  Print Def(Pn)
Next x, y

Exit Sub
End If

'Empieza analisis cromático
'Muestra una la tabla de valores

Me.DrawWidth = 4
For y = 0 To Ly Step 0.1
  Linea Lx + 2, y, Lx + 2 + Lx * 0.05, y,
Color(y / Ly)
Next
Me.DrawWidth = 1

PosX Lx + 2 + Lx * 0.075
PosY 0
Me.ForeColor = RGB(0, 0, 255)
Print Min

```

```

PosX Lx + 2 + Lx * 0.075
PosY 0.035 * Ly
Print "Reacción MIN [Ton]"

PosY Ly
PosX Lx + 2 + Lx * 0.075
Me.ForeColor = RGB(255, 0, 0)
Print Max

PosY Ly - 0.035 * Ly
PosX Lx + 2 + Lx * 0.075
Print "Reacción MAX [Ton]"

Me.ForeColor = &HFF8080

'Empleza a graficar
Me.DrawWidth = 1
yF = 2
ProgressBar1 = 0
For y = 0 To Ly Step Ly / 100
    If y > LongVerAcu(yF) Then yF = yF + 1
    xF = 2
    For x = 0 To Lx Step Lx / 100
        If x > LongHorAcu(xF) Then xF = xF + 1
        'Franja ubicada en xf,yf
        'necesitamos 3 interpolacioneslineales
        aT = Interp(Def(Trans(xF - 1, yF - 1)),
Def(Trans(xF, yF - 1)), LongHorAcu(xF - 1),
LongHorAcu(xF), x)
        bT = Interp(Def(Trans(xF - 1, yF)),
Def(Trans(xF, yF)), LongHorAcu(xF - 1),
LongHorAcu(xF), x)
        cT = Interp(aT, bT, LongVerAcu(yF - 1),
LongVerAcu(yF), y)
        Punto x + 0.005 * Lx, y, Color((cT - Min) /
(Max - Min))
        ProgressBar1 = 100 * y / Ly
    Next x, y
    ProgressBar1 = 0
Exit Sub
Sale: 'No existe el archivo, notifica y cancela
If Err.Number = 53 Then
    MsgBox "Archivo no encontrado." &
Chr(13) & _
        "Aparentemente no se ha ejecutado un
análisis." & Chr(13) & _
        "Pulse F5, para ejecutar uno.", vbCritical
+ vbOKOnly
    On Error GoTo 0
Exit Sub
Else

```

```

MsgBox "Error #" & Err.Number & Chr(13)
& Err.Description
Stop
End If
End Sub

```

```

Private Sub mnuAnaTab_Click()
    mnuAnaTab.Checked = Not
mnuAnaTab.Checked
End Sub

```

```

Private Sub mnuArcAbr_Click()
    Abre
    If NombreDeArchivo = "" Then Exit Sub

```

```

SelInd = 0
mnuEdiMos.Enabled = True
mnuSelNod_Click
CuantosMult = 0

```

```

LlenaCD
'Prepara parámetros de escala y origen del
dibujo

```

```

Ax = frmPpal.ScaleWidth * 0.09
Ay = frmPpal.ScaleHeight * 0.9

```

```

Lx = LongHorAcu(longHor(1) + 1)
Ly = LongVerAcu(longVer(1) + 1)

```

```

'Decide la mejor escala para presentar el
dibujo por primera vez

```

```

If Lx > Ly Then
    Escala = 0.65 * frmPpal.ScaleWidth / Lx
    If Ly * Escala > frmPpal.ScaleHeight Then
Escala = 0.65 * frmPpal.ScaleHeight / Ly
    Else
        Escala = 0.8 * frmPpal.ScaleHeight / Ly
        If Lx * Escala > frmPpal.ScaleWidth Then
Escala = 0.65 * frmPpal.ScaleWidth / Lx
    End If

```

```

Dibuja
frmProp.Show (1)
mnuArcMod.Enabled = True
btnCam.Enabled = True
btnMos.Enabled = True

```

```

End Sub

```

```

Private Sub mnuArcGuaCom_Click()

```

```

NombreDeArchivo = ""
frmNuevo.Caption = "Guardar Archivo
como..."
frmNuevo.Show (1)
If NombreDeArchivo <> "" Then Guarda
End Sub

```

```

Private Sub mnuArclmp_Click()
Dim Est As Boolean

```

```
Est = Frame2.Visible
```

```

On Error GoTo ErrorHandler ' Configura el
controlador de errores.

```

```

Toolbar1.Visible = False
StatusBar1.Visible = False
ProgressBar1.Visible = False
Frame2.Visible = False
With List1

```

```

If .Visible = True Then
.BackColor = RGB(255, 255, 255)
.ForeColor = RGB(0, 0, 0)
.Appearance = 0
.Height = 3840
.Refresh

```

```

End If
End With

```

```

DrawMode = 7
Line (0, 0)(12240, 15840), RGB(255, 255,
255), BF

```

```

If MsgBox("El área inversa en la pantalla
muestra su correspondiente" & _

```

```

Chr(13) & "en la impresora para una hoja
tamaño carta." & _

```

```

Chr(13) & "Los gráficos fuera del área
invertida no se imprimirán." & _

```

```

Chr(13) & "Debe ajustar las propiedades de
la impresora para imprimir una hoja carta." & _

```

```

Chr(13) & Chr(13) & "¿Desea imprimir?",
vbQuestion + vbYesNo) = vbYes Then
Me.PrintForm ' Imprime d formulario.

```

```

Line (0, 0)(12240, 15840), RGB(255, 255,
255), BF

```

```
DrawMode = 13
```

```

Toolbar1.Visible = True
StatusBar1.Visible = True
ProgressBar1.Visible = True
Frame2.Visible = Est
With List1

```

```

If .Visible = True Then
.BackColor = RGB(0, 0, 0)
.ForeColor = RGB(0, 255, 0)

```

```

.Appearance = 1
.Height = 3840
.Refresh
End If
End With

```

```

Exit Sub
ErrorHandler:
MsgBox Err.Description ' Muestra el
mensaje.
Resume Next

```

```
End Sub
```

```

Private Sub mnuArcMod_Click()
EditaMalla = True
frmGeneraMalla.Show (1)

```

```

Dibuja
End Sub

```

```

Private Sub mnuArcNue_Click()
EditaEstratigrafia = False

```

```
frmGeneraMalla.Show (1)
```

```

If Generado Then
Multiple = False
CuantosMult = 0
Sellnd = 0
mnuSelNod_Click

```

```

LlenaCD
'Prepara parámetros de escala y origen del
dibujo

```

```

Ax = frmPpal.ScaleWidth * 0.09
Ay = frmPpal.ScaleHeight * 0.9

```

```

Lx = LongHorAcu(longHor(1) + 1)
Ly = LongVerAcu(longVer(1) + 1)

```

```

'Decide la mejor escala para presentar el
dibujo por primera vez

```

```

If Lx > Ly Then
Escala = 0.65 * frmPpal.ScaleWidth / Lx
If Ly * Escala > frmPpal.ScaleHeight
Then Escala = 0.65 * frmPpal.ScaleHeight / Ly
Else

```

```

Escala = 0.8 * frmPpal.ScaleHeight / Ly
If Lx * Escala > frmPpal.ScaleWidth Then
Escala = 0.65 * frmPpal.ScaleWidth / Lx
End If

```

```

Dibuja
frmProp.Show (1)
mnuEdiMos.Enabled = True

With frmPpal.Toolbar1
    .Buttons(6).Enabled = False
    .Buttons(7).Enabled = False
    .Buttons(8).Enabled = False
    .Buttons(9).Enabled = False
    .Buttons(10).Enabled = False
End With

mnuAnaVer.Enabled = False
mnuArcMod.Enabled = True
btnCam.Enabled = True
btnMos.Enabled = True

End If
End Sub

Private Sub mnuArcGua_Click()
    Guarda
End Sub

Private Sub Dibuja()
    Dim x, y As Integer

    Image1.Refresh

    Me.DrawMode = 13 'Xor
    Me.DrawStyle = 0 'Punteado
    Me.ForeColor = &HFF8080

    Lx = LongHorAcu(longHor(1) + 1)
    Ly = LongVerAcu(longVer(1) + 1)

    If Not Multiple Then CIs

    'Dibuja barras
    For x = 1 To longHor(1) + 1
        Linea LongHorAcu(x), 0, LongHorAcu(x),
Ly, RGB(0, 255, 0)
    Next

    For y = 1 To longVer(1) + 1
        Linea 0, LongVerAcu(y), Lx,
LongVerAcu(y), RGB(0, 255, 0)
    Next

    'dibuja nodos
    For y = 1 To longVer(1) + 1: For x = 1 To
longHor(1) + 1

```

```

        Nodos LongHorAcu(x), LongVerAcu(y),
RGB(243, 255, 17)
        If 13((y - 1) * (longHor(1) + 1) + x) <> 0 Then
Columna LongHorAcu(x), LongVerAcu(y)
            If mnuAnaTab.Checked And x < longHor(1)
+ 1 And y < longVer(1) + 1 Then
                Me.ForeColor = RGB(100, 255, 255)
                PosX (LongHorAcu(x) + LongHorAcu(x +
1)) / 2 - 0.25
                PosY (LongVerAcu(y) + LongVerAcu(y +
1)) / 2
                Print "T=" & Str((y - 1) * longHor(1) + x)
                Me.ForeColor = &HFF8080
            End If
        Next x, y

'escribe algo
For x = 1 To longHor(1) + 1
    PosX LongHorAcu(x) - 0.1
    Len(Str(LongHorAcu(x)) & " m") / 2
    PosY - 0.25
    Print LongHorAcu(x) & " m"
    If x < longHor(1) + 1 Then
        PosX (LongHorAcu(x) + LongHorAcu(x +
1)) / 2 - 0.25
        PosY LongVerAcu(longVer(1) + 1) + 1
        Print longHor(x + 1) & " m"
    End If
Next x

For y = 1 To longVer(1) + 1
    PosX - 1
    PosY LongVerAcu(y) + 0.6
    Print LongVerAcu(y) & " m"
    If y < longVer(1) + 1 Then
        PosX LongHorAcu(longHor(1) + 1) + 0.2
        PosY (LongVerAcu(y) + LongVerAcu(y +
1)) / 2
        Print longVer(y + 1) & " m"
    End If
Next y

'Redibuja los nodos, si es que existen
If SelInd Then
    For x = 1 To SelInd
        If mnuSelNod.Checked Then
            y = Int((Sel(x) - 0.5) / (longHor(1) + 1))
            NodosF LongHorAcu(Sel(x) - y *
(longHor(1) + 1)), LongVerAcu(y + 1), RGB(255,
255, 255)
        End If
        If mnuSeBH.Checked Then
            y = Int((Sel(x) - 0.5) / longHor(1))

```

```

        Me.DrawWidth = 3
        BarrasHF LongHorAcu(Sel(x) - y *
longHor(1) + 1), LongVerAcu(y + 1), Sel(x) - y *
longHor(1) + 1
        Me.DrawWidth = 1
        End If
        If mnuSelBV.Checked Then
            y = Int((Sel(x) - 0.5 - NoBaHor) /
(longHor(1) + 1))
            Me.DrawWidth = 3
            BarrasVF LongHorAcu(Sel(x) - y *
(longHor(1) + 1) - NoBaHor), LongVerAcu(y + 2),
y + 2
            Me.DrawWidth = 1
        End If
    Next x
End If

```

```
End Sub
```

```
Private Sub mnuArcPro_Click()
    frmProp.Show (1)
End Sub
```

```
Private Sub mnuArcSal_Click()
    Unload Me
End Sub
```

```
End Sub
Private Sub Linea(x1 As Variant, y1 As Variant,
x2 As Variant, y2 As Variant, C As Variant)
```

```
    Line (x1 * Escala + Ax, Ay - y1 * Escala)(Ax +
x2 * Escala, Ay - y2 * Escala), C
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Nodos(x1 As Variant, y1 As Variant,
C As Long)
```

```
    Line (x1 * Escala + Ax - 35, -35 + Ay - y1 *
Escala)(x1 * Escala + Ax + 35, 35 + Ay - y1 *
Escala), C, B
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Columna(x1 As Variant, y1 As
Variant)
```

```
    Line (x1 * Escala + Ax - 0.3 * Escala, -0.3 *
Escala + Ay - y1 * Escala)(x1 * Escala + Ax +
0.3 * Escala, 0.3 * Escala + Ay - y1 * Escala),
RGB(255, 0, 0), B
```

```
    Circle (x1 * Escala + Ax, Ay - y1 * Escala), 0.2
* Abs(Escala), RGB(255, 0, 0)
```

```
    Circle (x1 * Escala + Ax, Ay - y1 * Escala),
0.225 * Abs(Escala), RGB(255, 0, 0)
```

```
End Sub
```

```
Private Sub PosX(x As Variant)
    CurrentX = x * Escala + Ax
```

```
End Sub
Private Sub PosY(y As Variant)
    CurrentY = -y * Escala + Ay
End Sub
```

```
Private Sub mnuAyuAce_Click()
    frmAbout.Show (1)
End Sub
```

```
Private Sub mnuAyuCon_Click()
    Shell "winhlp32.in"
End Sub
```

```
Private Sub mnuEdiMod_Click()
    Dim x, Temp As Integer
    Dim y As Single
    Dim yt As String
```

```
With frmMostrar
```

```
    If mnuSelNod.Checked Then
```

```
        .Option4 = True
```

```
        MostrarP
```

```
        yt = InputBox("P: Carga concentrada en
{Ton}", "Interacción Suelo Estructura", 0)
```

```
        If yt <> "" Then
```

```
            y = Val(yt)
```

```
            If SelInd Then For x = 1 To SelInd:
```

```
                i3(Sel(x)) = y: Next
```

```
                MostrarP
```

```
            End If
```

```
        End If
```

```
    If mnuSelBH.Checked Then
```

```
        Temp = -.Option1 - .Option2 * 2 + (-
.Option3 - .Option4 - .Option5) * 4
```

```
        MostrarBarras (Temp)
```

```
        yt = InputBox(If(.Option1, "E: Módulo de
deformación en [T/m²]", _
```

```
        If(.Option2, "I: Momento de Inercia en
[m4]", _
```

```
        "W: Carga uniformemente repartida en
[T/m³]"))
```

```
        If yt <> "" Then
```

```
            y = Val(yt)
```

```
            If SelInd Then For x = 1 To SelInd:
```

```
                i2(Temp, Sel(x)) = y: Next
```

```
                MostrarBarras (Temp)
```

```
            End If
```

```
        End If
```

```
    If mnuSelBV.Checked Then
```

```
        Temp = -.Option1 - .Option2 * 2 + (-
.Option3 - .Option4 - .Option5) * 4
```

```
        MostrarBarras (Temp)
```

```

yt = InputBox(If(.Option1, "E: Módulo de
deformación en [T/m²]", If(.Option2, "I: Momento
de Inercia en [m4]", "W: Carga uniformemente
repartida en [T/m]"))))

```

```

If yt <> "" Then
    y = Val(yt)
    If SelInd Then For x = 1 To SelInd:
12(Temp, Sel(x)) = y: Next
        MostrarBarras (Temp)
    End If
End If

```

```

End With
End Sub

```

```

Private Sub mnuEdiMos_Click()

```

```

    With frmMostrar
        .Show (1)
    If Mostrar Then
        If .Option1 Then MostrarBarras (1) 'E
        If .Option2 Then MostrarBarras (2) 'I
        If .Option3 Then MostrarBarras (4) 'W
        If .Option4 Then MostrarP
        If .Option5 Then
            'Empieza el reloj de la estratigrafía
            'Solo estratigrafía uniforme
            EditaEstratigrafía = True
            frmGeneraMalla.Show (1)
        End If
    End If
End With
End Sub

```

```

End Sub

```

```

Private Sub mnuSelBH_Click()

```

```

    mnuSelNod.Checked = False
    mnuSelBH.Checked = True
    mnuSelBV.Checked = False
    PresionaBoton (12)
    SelInd = 0
    Dibuja
    StatusBar1.Panels(1) = "S=0"
    mnuEdiMod.Enabled = False
    UltimoBoton = 12
    ActivaMom
End Sub

```

```

Private Sub mnuSelBV_Click()

```

```

    mnuSelNod.Checked = False
    mnuSelBH.Checked = False
    mnuSelBV.Checked = True
    PresionaBoton (13)
    SelInd = 0
    Dibuja
    StatusBar1.Panels(1) = "S=0"

```

```

mnuEdiMod.Enabled = False
UltimoBoton = 13
ActivaMom
End Sub

```

```

Private Sub mnuSelNod_Click()

```

```

    mnuSelNod.Checked = True
    mnuSelBH.Checked = False
    mnuSelBV.Checked = False
    PresionaBoton (14)
    SelInd = 0
    Dibuja
    StatusBar1.Panels(1) = "S=0"
    mnuEdiMod.Enabled = False
    UltimoBoton = 14
    ActivaMom
End Sub

```

```

Private Sub MostrarBarras(Tipo As Byte)

```

```

    'Tipo = E, I, ó W
    Dim x, y As Integer
    Dim Eje As String
    Dim z As Single

```

```

    Min = 0: Max = 0: Flag2 = True

```

```

    Dibuja
    If Toolbar1.Buttons(12).Value = tbrPressed
    Then

```

```

        'Barras Horizontales
        Eje = "X-X"
        Me.ForeColor = RGB(255, 138, 121)
        For y = 1 To longVer(1) + 1
            For x = 1 To longHor(1)
                PosX LongHorAcu(x) + 0.15
                PosY LongVerAcu(y) + 0.5
                z = I2(Tipo, (y - 1) * longHor(1) + x)
                If Flag2 Then Min = z: Flag2 = Not Flag2
                If z > Max Then Max = z
                If z < Min Then Min = z
                Print z
            Next x, y
        Else

```

```

            'Barras verticales
            Eje = "Y-Y"
            Me.ForeColor = RGB(247, 128, 243)
            For y = 1 To longVer(1)
                For x = 1 To longHor(1) + 1
                    PosX LongHorAcu(x) + 0.15
                    PosY LongVerAcu(y) + 0.5
                    z = I2(Tipo, (y - 1) * (longHor(1) + 1) + x
                    + NoBahor)
                    If Flag2 Then Min = z: Flag2 = Not Flag2
                    If z > Max Then Max = z

```

```

    If z < Min Then Min = z
    Print z
    Next x, y
End If

    TipoCalculo = IIf(Tipo = 1, "Módulo Elástico
[T/m²]", IIf(Tipo = 2, "Mom. Inercia [m4]", "Carga
Línea [T/m]")) & " " & Eje
    LlenaCD
    List1.Visible = True

End Sub

```

```

Private Sub MostrarP()
    Dim x, y As Integer
    Dim z As Single

    Min = 0: Max = 0: Flag2 = True

    Dibuja
    Me.ForeColor = RGB(131, 238, 243)
    For y = 1 To longVer(1) + 1
        For x = 1 To longHor(1) + 1
            PosX LongHorAcu(x) + 0.15
            PosY LongVerAcu(y) + 0.5
            z = 13((y - 1) * (longHor(1) + 1) + x)
            If Flag2 Then Min = z: Flag2 = Not Flag2
            If z > Max Then Max = z
            If z < Min Then Min = z
        Next x, y
    Next y
    Print z

```

```

    TipoCalculo = "Cargas Puntuales [Ton]"
    LlenaCD
    List1.Visible = True
End Sub

```

```

Private Sub mnuSelQui_Click()
    SelInd = 0
    PresionaBoton (15)

    Dibuja
    StatusBar1.Panels(1) = "S=0"
    mnuEdiMod.Enabled = False
End Sub

Private Function ExisteEnIndice(E As Integer)
    As Boolean
    For xR = 1 To SelInd
        If Sel(xR) = E Then
            ExisteEnIndice = True
            Exit Function
        End If
    Next
    ExisteEnIndice = False

```

```

End Function

Private Function NodoAdentro(Nx, Ny As Single)
    As Boolean
    'De izq a abajo
    If CuaX > xt And CuaY < yt Then If CuaX > Nx
    And CuaY < Ny And xt < Nx And yt > Ny Then
    NodoAdentro = True: Exit Function
    'de der a abajo
    If CuaX < xt And CuaY < yt ThenIf CuaX < Nx
    And CuaY < Ny And xt > Nx And yt > Ny Then
    NodoAdentro = True: Exit Function
    'de der a arriba
    If CuaX < xt And CuaY > yt Then If CuaX < Nx
    And CuaY > Ny And xt > Nx And yt < Ny Then
    NodoAdentro = True: Exit Function
    'de izq a arriba
    If CuaX > xt And CuaY > yt Then If CuaX > Nx
    And CuaY > Ny And xt < Nx And yt < Ny Then
    NodoAdentro = True: Exit Function
    NodoAdentro = False
End Function

Private Sub NodosF(x1 As Variant, y1 As
Variant, C As Long)
    'marca el nodo seleccionado
    Line (x1 * Escala + Ax - 45, -45 + Ay - y1 *
Escala)-(x1 * Escala + Ax + 45, 45 + Ay - y1 *
Escala), C, BF
End Sub

```

```

Private Function Substr(ByVal A As String) As
Byte
    'En una línea con 2 columnas, aísala la 2a.
    Dim x As Byte

```

```

    For x = 1 To Len(A)
        If Mid(A, x, 1) = " " Then Exit For
    Next
    Substr = x
End Function

Private Function Color2(z As Single) As Long
    'Este es especial para valores de Momento
    Color2 = RGB(IIf(z >= 0.5, (2 * z - 1) * 205 +
50, 50), 0, IIf(z <= 0.5, (1 - 2 * z) * 205 + 50, 50))
End Function

Private Sub Punto(x1, y1, C)
    'Puntos del 1% del ancho y largo total
    Line (x1 * Escala + Ax - (Lx * 0.005) * Escala,
-(Ly * 0.005) * Escala + Ay - y1 * Escala)-(x1 *
Escala + Ax + (Lx * 0.005) * Escala, (y * 0.005)
* Escala + Ay - y1 * Escala), C, BF
End Sub

```

```

Private Function Interp(za, zb, A, B, C) As Single
    'Interpolación lineal

```

```

Interp = ((zb - za) / (B - A)) * C + (za - ((zb -
za) / (B - A)) * A)
End Function
Private Function Trans(x, y) As Long
'Transforma coordenadas x,y en el índice lineal
de la variable def(x)
Trans = (y - 1) * (longHor(1) + 1) + x
End Function
Private Function Trans3(x, y) As Long
'Transforma coordenadas x,y en el índice lineal
de la variable def(x) para Vx
Trans = (y - 1) * (longHor(1) + 1) + x
Trans3 = (y - 1) * (longHor(1) * 2) + x * 2 - 1
End Function

```

```

Private Function Substr2(ByVal A As String) As
Single
'En una línea con 3 columnas, aisla la última
Dim x, y As Byte
For x = 1 To Len(A)
If Mid(A, x, 1) = " " Then Exit For
Next
A = LTrim(Mid(A, x, Len(A)- x))
For y = x To Len(A)
If Mid(A, y, 1) = " " Then Exit For
Next
A = LTrim(Mid(A, y, Len(A)- y))
Substr2 = Val(A)
End Function

```

```

Private Sub BarrasHF(x1, y1, C)
'Prende la barra
Line (x1 * Escala + Ax, Ay- y1 * Escala){(x1 -
longHor(C)) * Escala + Ax, Ay - y1 * Escala),
RGB(255, 255, 255)
End Sub

```

```

Private Function NoBH(n) As Integer
NoBH = n - Int((n - 0.5) / (longHor(1) + 1)) - 1
End Function

```

```

Private Function NoBV(n) As Integer
NoBV = n - longHor(1) - 1 + NoBaHor
End Function

```

```

Private Sub BarrasVF(x1, y1, C)
'Prende la barra
Line (x1 * Escala + Ax, Ay- y1 * Escala){x1 *
Escala + Ax, Ay - (y1 - longVer(C)) * Escala),
RGB(255, 255, 255)
End Sub

```

```

Private Sub StatusBar1_PanelDbClick(ByVal
Panel As MSComctlLib.Panel)
If Panel.Index = 2 Then

```

```

If StatusBar1.Panels(2).Text = "CRO" Then
mnuAnaNum_Click
Else
mnuAnaCro_Click
End If
End If
End Sub

```

```

Private Sub Toolbar1_ButtonClick(ByVal Button
As MSComctlLib.Button)
Dim B, B1 As Long

```

```

Select Case Button.Key
Case "N"
mnuArcNue_Click
Case "A"
mnuArcAbr_Click
Case "G"
mnuArcGua_Click
Case "D"
mnuAnaDef_Click
Case "MX"
mnuAnaMomX_Click
Case "MY"
mnuAnaMomY_Click
Case "VX"
mnuAnaCorX_Click
Case "R"
mnuAnaRea_Click
Case "BH"
mnuSelBH_Click
Case "BV"
mnuSelBV_Click
Case "NO"
mnuSelNod_Click
Case "Q"
mnuSelQui_Click
Case "CD"
List1.Visible = Not List1.Visible
Case "E"
With frmMostrar
.Option1 = True
End With
MostrarBarras (1)
Case "I"
With frmMostrar
.Option2 = True
End With
MostrarBarras (2)
Case "W"
With frmMostrar
.Option3 = True
End With
MostrarBarras (4)

```

```

Case "P"
  MostrarP
Case "EST"
  EditaEstratigrafia = True
  frmGeneraMalla.Show (1)
Case "GL"
  Dibuja

  Select Case TipoGL
  Case 1
    Min = 1: Max = l1(7): B = 0
    For y = 1 To longVer(1) + 1
    For x = 1 To longHor(1) + 1
      PosX LongHorAcu(x) + 0.15
      PosY LongVerAcu(y) + 0.5
      z = (y - 1) * (longHor(1) + 1) + x
      Me.ForeColor = RGB(131, 238,
243)      Print z;
      If x < longHor(1) + 1 Then
        PosX (LongHorAcu(x) +
LongHorAcu(x + 1)) / 2
        B = B + 1
        Me.ForeColor = RGB(113, 28,
143)      Print "B=" & B
      End If
      Next x, y
      TipoGL = 2
    Case 2
      Min = l1(7) + 1: Max = l1(7) * 2
      For y = 1 To longVer(1) + 1
      For x = 1 To longHor(1) + 1
        PosX LongHorAcu(x) + 0.15
        PosY LongVerAcu(y) + 0.5
        Me.ForeColor = RGB(131, 238,
243)      z = l1(7) + (y - 1) * (longHor(1) + 1)
      + x
      Print z
      Next x, y
      TipoGL = 3
    Case 3
      Min = l1(7) * 2 + 1: Max = l1(7) * 3: B
= NoBaHor: B1 = B
      For x = 1 To longHor(1) + 1
      B1 = B1 + 1
      B = B1
      For y = 1 To longVer(1) + 1
        PosX LongHorAcu(x) + 0.15
        PosY LongVerAcu(y) + 0.5
        Me.ForeColor = RGB(131, 238,
243)

```

```

z = l1(7) * 2 + (x - 1) * (longVer(1) +
1) + y
Print z;
If y < longVer(1) + 1 Then
  PosY (LongVerAcu(y) +
LongVerAcu(y + 1)) / 2 + 0.15
  PosX LongHorAcu(x) + 0.15
  Me.ForeColor = RGB(113, 28,
143)  Print "B=" & B
  B = B + longHor(1) + 1
  End If
  Next y, x
  TipoGL = 1
End Select
TipoCalculo = "Grados Libertad"
LlenaCD
List1.Visible = True
Case "MA"
  Mano = True
  Me.MouseIcon = LoadPicture("grab.cur")
Case "LU"
  Lupa = True
  MouseIcon = LoadPicture("magnify.cur")
Case "RES"
  List1.Left = Me.Width - 5000
  List1.Top = Me.Top + 2000

'Prepara parámetros de escala y origen
del dibujo
Ax = frmPpal.ScaleWidth * 0.09
Ay = frmPpal.ScaleHeight * 0.9

Lx = LongHorAcu(longHor(1) + 1)
Ly = LongVerAcu(longVer(1) + 1)

'Decide la mejor escala para presentar el
dibujo por primera vez
If Lx > Ly Then
  Escala = 0.65 * frmPpal.ScaleWidth /
Lx
  If Ly * Escala > frmPpal.ScaleHeight
Then Escala = 0.65 * frmPpal.ScaleHeight / Ly
  Else
    Escala = 08 * frmPpal.ScaleHeight /
Ly
  If Lx * Escala > frmPpal.ScaleWidth
Then Escala = 0.65 * frmPpal.ScaleWidth / Lx
  End If
  Dibuja

Case "IMP"
  mnuArclmp_Click
End Select

```

```

End Sub
Private Function Substr3(ByVal A As String) As Integer
'En una línea con 3 columnas, aísla la 2a.
Dim x As Byte

For x = 1 To Len(A)
If Mid(A, x, 1) = " " Then Exit For
Next
A = Mid(A, x, Len(A))
A = LTrim(A)

For x = 1 To Len(A)
If Mid(A, x, 1) = " " Then Exit For
Next

Substr3 = Val(Mid(A, 1, x))
End Function

Private Function Trans2(n) As Integer
Dim x, y As Integer

'Solo para Mx
'Transforma el nudo X a un nudo que
corresponde con
los ejes girados 90°

'averigua coords x y
x = Int((n - 0.5) / (longVer(1) + 1)) + 1
y = n - (x - 1) * (longVer(1) + 1)

'listo, ahora transforma
Trans2 = (y - 1) * (longHor(1) + 1) + x
End Function
Private Function Substr4(ByVal A As String) As Integer
'Aísla la primera columna de 3
Dim x As Byte

For x = 1 To Len(A)
If Mid(A, x, 1) = " " Then Exit For
Next

Substr4 = Val(Mid(A, 1, x))
End Function
Private Function Color(z As Single) As Long
Color = RGB(255 * z, 0, (1 - z) * 255)
End Function

Private Sub PresionaBoton(y As Byte)
Dim x As Byte

For x = 12 To 15
Toolbar1.Buttons(x).Value = tbrUnpressed

```

```

Next
Toolbar1.Buttons(y).Value = tbrPressed

If y = 15 Then 'presionó "quit"
Toolbar1.Buttons(15).Value = tbrUnpressed
Toolbar1.Buttons(UltimoBoton).Value =
tbrPressed
If UltimoBoton = 14 Then
Toolbar1.Buttons(17).Enabled = False
Toolbar1.Buttons(18).Enabled = False
Toolbar1.Buttons(19).Enabled = False
Toolbar1.Buttons(20).Enabled = True
Else
Toolbar1.Buttons(17).Enabled = True
Toolbar1.Buttons(18).Enabled = True
Toolbar1.Buttons(19).Enabled = True
Toolbar1.Buttons(20).Enabled = False
End If
Exit Sub
End If

If y = 14 Then 'presionó nodo
Toolbar1.Buttons(17).Enabled = False
Toolbar1.Buttons(18).Enabled = False
Toolbar1.Buttons(19).Enabled = False
Toolbar1.Buttons(20).Enabled = True
Else
Toolbar1.Buttons(17).Enabled = True
Toolbar1.Buttons(18).Enabled = True
Toolbar1.Buttons(19).Enabled = True
Toolbar1.Buttons(20).Enabled = False
End If
End Sub
Private Function Trans4(x, y) As Long
'Transforma coordenadas x,y en el índice lineal
de la variable def(x) para Vy
Trans4 = (y - 1) * (longHor(1) * 2) + x * 2 - 1
End Function

```

**FrmProp.frm**  
Option Explicit

```
Private Sub cmbKanal_Change()  
    Me.StatusBar1.SimpleText  
K(Val(cmbKanal))  
End Sub
```

```
Private Sub cmbKanal_Click()  
    cmbKanal_Change  
End Sub
```

```
Private Sub cmbKanal_GotFocus()  
    cmbKanal_Change  
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()  
    With cmbKanal  
        .AddItem ("0")  
        .AddItem ("1")  
        .AddItem ("2")  
        .AddItem ("3")  
    End With
```

```
    cmbKanal = I1(1)  
    txtFC = I1(5)  
    Me.StatusBar1.SimpleText  
K(Val(cmbKanal))
```

```
    With List1  
        .Clear  
        .AddItem ("Grados de libertad NG: " &  
Str(I1(2)))  
        .AddItem ("No. de barras de cimentación  
NBC: " & Str(I1(3)))  
        .AddItem ("No. de barras de  
superestructura NBSE: " & Str(I1(4)))  
        .AddItem ("No. de estratos EN: " &  
Str(I1(6)))  
        .AddItem ("No. de puntos de la retícula N: "  
& Str(I1(7)))  
    End With
```

```
    MotorInteraccion = Text1  
End Sub
```

```
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)  
    I1(1) = cmbKanal  
    I1(5) = txtFC  
End Sub
```

```
Private Sub OKButton_Click()  
    Unload Me
```

End Sub

```
Private Sub Text1_Change()  
    MotorInteraccion = Text1  
End Sub
```

```
Private Sub Text1_GotFocus()  
    StatusBar1.SimpleText = "Nombre de  
programa ejecutable"  
End Sub
```

```
Private Sub txtFC_GotFocus()  
    StatusBar1.SimpleText = "Factor de Carga"  
End Sub
```

**FrmSplahs.frm**

Dim x As Byte

```
Private Sub Form_Load()  
    x = 0
```

End Sub

```
Private Sub Timer1_Timer()  
    x = x + 1  
    If x = 1 Then frmPpal.Show: Me.Show  
    If x = 3 Then Unload Me  
End Sub
```

## BIBLIOGRAFÍA

1. JUÁREZ BADILLO, E., RICO RODRÍGUEZ, A. "Mecánica de Suelos"Fundamentos De La Mecánica De Suelos, Tomo I, Editorial Limusa 1992
2. JUÁREZ BADILLO, E., RICO RODRÍGUEZ, A. "Mecánica de Suelos"Teoría y aplicaciones de la Mecánica de Suelos, Tomo II, Editorial Limusa 1992
3. DEMENEGHI, A. "Un método para el análisis conjunto de la estructura y el suelo"Rev. Ingeniería, Vol XLIX, No 3, 1979
4. SÁNGINES, H. "Interacción Suelo Estructura en Suelos Friccionantes". Tesis de Maestría, Facultad de Ingeniería, UNAM, México 2000.
5. DEMENEGHI, A., PUEBLA, M. y SANGINES, H. "Apuntes de Cimentaciones", Facultad de Ingeniería, UNAM, México, 1998
6. SANTOYO, E. "Manual de Diseño Geotécnico", Comisión de Vialidad y Transporte Urbano México Agosto de 1987.
7. MCCORMAC, J. "Análisis Estructural", Tercera Edición, Editorial Harla
8. ARNAL, L., BETANCOURT, M., "Reglamento de Construcciones Para el Distrito Federal Ilustrado y Comentado", Editorial Trillas, 1991
9. GONZÁLEZ CUEVAS, O. y ROBLES FERNÁNDEZVILLEGAS, F., "Aspectos Fundamentales del Concreto Reforzado", Editorial Limusa, 2000.
10. DEMÉNÉGH, A. y SANGINES, H., "Interacción suelo-zapata corrida", Rev. Ingeniería Investigación y Tecnología, Vol. II. No.4 octubre-diciembre 2001, UNAM