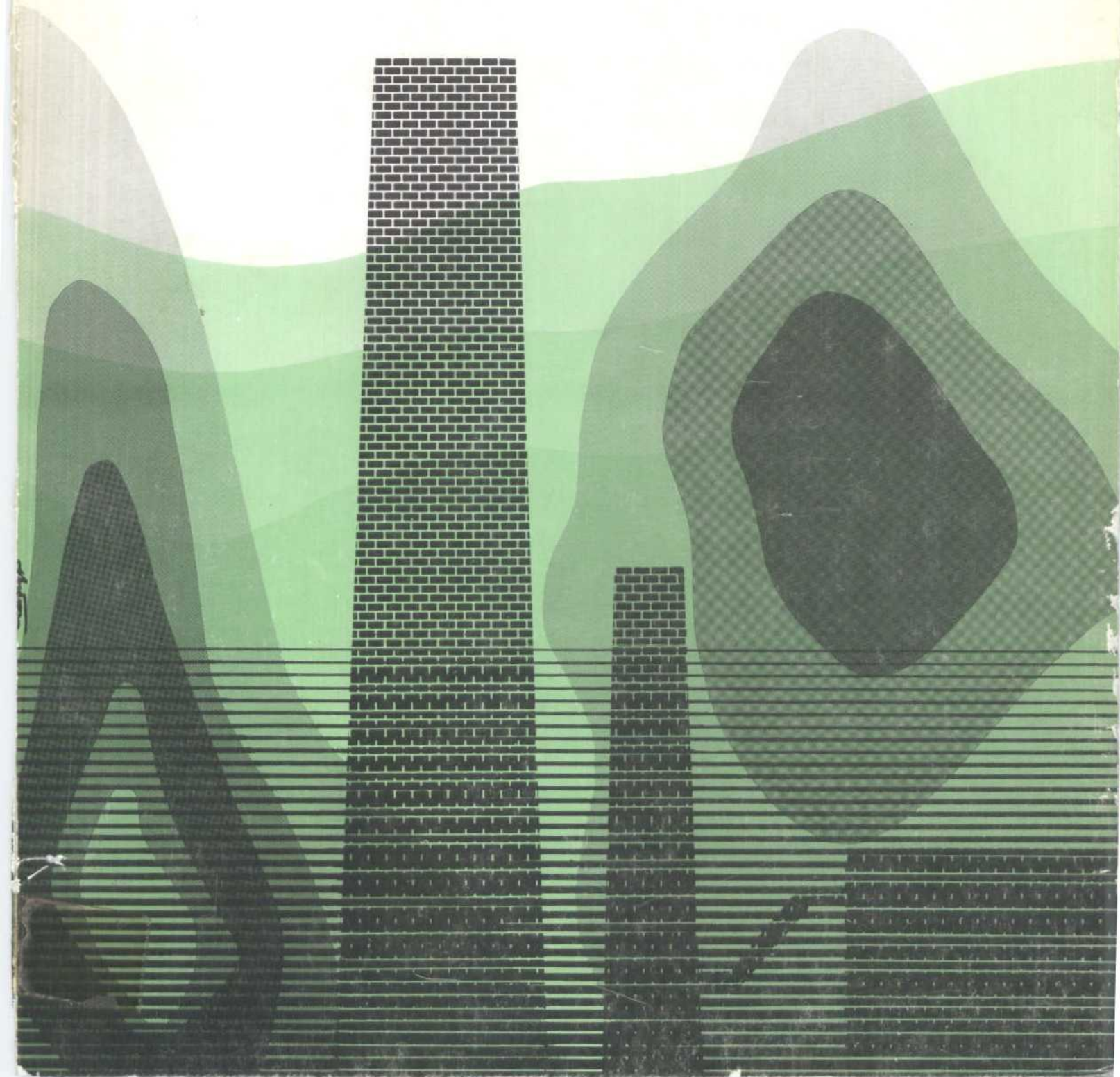


H. y PILARES - 2.º

MINISTERIO DE INDUSTRIA
DIRECCION GENERAL DE MINAS
E INDUSTRIAS DE LA CONSTRUCCION
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

PLAN NACIONAL DE LA MINERIA
PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION MINERA

00219



00219

SEGUNDA PARTE

DATOS NECESARIOS PARA EL EMPLEO DEL METODO DE LOS
ELEMENTOS FINITOS CON VISTAS A LA RESOLUCION DE UN
PROBLEMA DE DIMENSIONAMIENTO DE PILARES

I N D I C E

	<u>PAG.</u>
1 - INTRODUCCION	1
2 - DATOS OBTENIDOS	1
3 - DATOS NECESARIOS	1
3.1.- CARACTERISTICAS DE DEFORMABILIDAD DE LOS TERRENOS	2
3.2.- CRITERIOS DE RUPTURA	4
3.3.- TENSIONES INICIALES ANTES DEL COMIENZO DE LAS EXCAVACIONES	5
3.3.1.- METODO DEL GATO PLANO	5
3.3.2.- METODO DE LA LIBERACION DE TENSIONES EN EL FONDO DEL SONDEO (METODO DEL DOORSTO- PPER).	6
4 - METODO DE ESTUDIO	7
4.1.- DETERMINACION GLOBAL DE LAS CARGAS QUE SE EJERCEN SOBRE LOS PILARES	7
4.2.- ESTUDIO DETALLADO DE LAS TENSIONES, REPARTICION DE LAS TENSIONES EN LOS PI- LARES EN FUNCION DE LAS DIMENSIONES	9

PAG.

5 - PROGRAMA DE ELEMENTOS FINITOS BIMEF	12
6 - NOTICIA DE UTILIZACION DEL PROGRAMA BIMEF	71

1 - INTRODUCCION

La utilización del método de los elementos finitos para el dimensionamiento de pilares supone la realización de un modelo matemático del comportamiento de los diversos terrenos interesados por la explotación del yacimiento. Es evidente que cuando mas se ajusten a la realidad los datos introducidos en el modelo mas fiables serán los resultados obtenidos.

2 - DATOS OBTENIDOS

En primer lugar conviene conocer con precisión la geometría de la explotación actual o futura según que el estudio consista en verificar la estabilidad de un esquema de explotación existente o en hacer un proyecto de explotación de un yacimiento virgen. En los dos casos es necesario disponer de cortes del yacimiento indicando la altura de recubrimiento y conocer el espesor y la pendiente de la capa así como de los principales bancos que constituyen el techo y el muro. Es indispensable igualmente conocer la situación de los principales accidentes geológicos así como la importancia de las venidas de agua en la mina ya que estos factores son susceptibles de modificar de forma sensible la repartición de las tensiones en los terrenos. En el caso en que el estudio consista en verificar un esquema de explotación existente se deberá evidentemente conocer la dimensión de las cámaras y pilares.

3 - DATOS NECESARIOS

A parte de la densidad de los diferentes terrenos interesados sobre la cual no vamos a insistir, el segundo conjunto de datos necesarios para el establecimiento del modelo está constituido por los datos mecánicos que se dividen en tres grupos:

- Características de deformabilidad de los terrenos
- Criterios de ruptura
- Tensiones iniciales existentes en los terrenos antes de la realización de las excavaciones

3.1.- CARACTERISTICAS DE DEFORMABILIDAD DE LOS TERRENOS

El comportamiento de una roca sometida a un esfuerzo de compresión creciente está generalmente caracterizada por tres fases:

- una fase de apretamiento en la que las diversas discontinuidades presentes en la roca se cierran . .
- una fase elástica en la que las deformaciones aumentan proporcionalmente a las tensiones.
- una fase de preruptura que pueden dar lugar bien sea a una fisuración irreversible o bien a un flujo plástico. En esta última fase el mantenimiento de la roca bajo tensión constante provoca deformaciones de fluencia y conduce fatalmente al cabo de un tiempo mas o menos largo a la ruina de la ruina de la muestra.

Conviene observar que incluso en las dos primeras fases se pueden registrar deformaciones de fluencia pero estas deformaciones se estabilizarían tendiendo asintóticamente hacia un límite: se trata entonces de un comportamiento viscoelástico.

Como en la puesta a punto del esquema de explotación de un yacimiento existe la preocupación generalmente de asegurar la estabilidad de la mina durante un tiempo indefinido está claro que para que esta condición sea cumplida con absoluta certeza, las tensiones de-

ben permanecer dentro del dominio de elasticidad (1).

Partiendo de este principio conviene pues determinar las características de deformabilidad elástica de los diversos terrenos interesados. En los terrenos mineros por presentar frecuentemente una dirección de estratificación puede ocurrir que exista una anisotropía de comportamiento que es necesario tener en consideración si se quiere que el modelo represente correctamente la realidad. En este caso se admite generalmente que el terreno es ortótropo, es decir, que no existe dirección privilegiada en el interior del plano de estratificación.

Los coeficientes de elasticidad independientes son entonces cinco, a saber, dos módulos de YOUNG, dos coeficientes de POISSON y un módulo de CIZALLAMIENTO, mientras que en el caso de un terreno isótropo no existe más que un módulo de YOUNG y un coeficiente de POISSON. Estas diversas características son determinadas por ensayos de compresión simple y por ensayos triaxiales efectuados en el laboratorio sobre probetas cilíndricas de esbelted comprendida entre 2 y 2,5 . En el caso de un terreno anisótropo se efectuaran tres series de ensayos en los que el esfuerzo de compresión forma respectivamente con la estratificación un ángulo de 0° , 45° y 90° .

Para cada terreno es necesario, para un punto de desmuestra da do, hacer como mínimo cinco ensayos de compresión simple de cada tipo (0° , 45° , y 90°) a fin de evaluar los efectos de dispersión inherentes a todo ensayo mecánico; en lo concerniente a los ensayos triaxiales el número puede ser reducido a dos o tres pues se ha observado que la dispersión de los resultados disminuye a medida que aumente la presión de confinamiento. Conviene también hacer desmuestras en

(1) Esta condición puede ser cumplida incluso cuando aparecen deformaciones plásticas pero es necesario para que esto suceda que las zonas plásticas estén rodeadas por todas partes por las zonas elásticas (plasticidad contenida). No obstante en el dominio minero este tipo de comportamiento es poco frecuente y no concierne en la práctica mas que a la sal gema y a la potasa.

varios puntos del yacimiento a fin de saber como varían las propiedades de las rocas de un punto a otro. La implantación de los puntos de desmuestra entra en el dominio de la geoestadística. En todos estos ensayos las deformaciones serán medidas con ayuda de extensómetros de resistencia pegadas en la parte central de la probeta. Para la medida de las deformaciones longitudinales se puede también utilizar los captadores inductivos a condición de medir el desplazamiento relativo de dos collares solidarios con la probeta y suficientemente alejados de sus extremos para que no estén afectados por los esfuerzos de zunchado debido a la diferencia de deformabilidad entre la probeta y los platos de la prensa.

3.2.-CRITERIOS DE RUPTURA

Como hemos explicado anteriormente, no son los sistemas de tensiones los que provocan instantáneamente la ruptura al cabo de un día, de un mes, de un año, en otras palabras lo que debe conocerse es el límite elástico correspondiente a cada presión de confinamiento. Tal relación para el criterio de ruptura diferida de la roca considerada: Para cada ensayo de compresión simple o triaxial se trazará el límite elástico sobre las curvas esfuerzo deformación y se llevará este valor sobre un gráfico en función de la presión de confinamiento. Otra presentación consiste en trazar diversos círculos de MOHR correspondientes a estos ensayos y a tomar la envolvente de la curva intrínseca de la roca considerada (curva intrínseca del límite elástico).

En lo concerniente a la resistencia en tracción se podrá obtener bien por ensayos de tracción simple bien por ensayos brasileños. Conviene no obstante observar que estos ensayos dan la resistencia en tracción de la matriz rocosa mientras que a nivel del macizo esta resistencia está sobretodo condicionada por la existencia de discontinuidades (fisuras y diaclasas) y puede ser netamente mas débil que los valores deducidos de los ensayos.

3.3.- TENSIONES INICIALES ANTES DEL COMIENZO DE LAS EXCAVACIONES

Este parámetro muy importante en la práctica es también uno de los más difíciles de medir. Si este parámetro es importante es porque los terrenos se deformarán en proporción de estas tensiones iniciales en el momento en que se excavan las cámaras, además el valor de la tensión inicial horizontal condicionará la estabilidad del techo de las cámaras así como el zunchado de los extremos de los pilares, por último la tensión vertical en el pilar será tan to más fuerte cuanto más importante sea la tensión inicial vertical.

Si este parámetro es difícil de medir es porque no se dispone generalmente más que de un número muy limitado de accesos al macizo virgen en la capa y aún menor en los hastiales mientras que es impor tante hacer por lo menos una decena de medidas de forma que se puede poner de manifiesto la inevitable dispersión experimental. También existe el inconveniente de que cualquiera que sea el aparato empleado las medidas son delicadas y deben ser hechas con muchas precauciones.

Los dos métodos más frecuentemente utilizados son el método del gato plano y el método de la liberación de tensiones en el fondo de un sondeo (método del doorstopper).

3.3.1.- METODO DEL GATO PLANO

Consiste, después de haber señalado referencias en los hastiales, en hacer una roza que pasa entre estas referencias e introducir en la roza, un gato plano que se extiende hasta que las referencias hayan recuperado su posición inicial siendo entonces la presión en el gato igual a la tensión inicial normal al plano de la roca. Esta tensión no es la tensión inicial en el macizo

virgen porque la excavación de la galería ha perturbado el estado inicial pero es suficiente hacer, varias medidas a inclinaciones diferentes para encontrar por fórmulas teóricas simples las tensiones que se buscan.

Las ventajas de este método residen en la simplificación de los instrumentos de medida que se utilizan (manómetro comparador con precisión de 1×10^{-2} mm.), por el contrario las fórmulas que permiten calcular las tensiones iniciales a partir de los valores medidos suponen implícitamente que el terreno tiene un comportamiento elástico isótropo lo que es muy discutible ya que los aparatos al estar situados en la proximidad de los hastiales se encuentran a menudo en una zona perturbada por las explosiones de los barrenos.

3.3.2.- METODO DE LA LIBERACION DE TENSIONES EN EL FONDO DEL SONDEO (METODO DEL DOORSTOPPER).

El método consiste en pegar en el fondo de un sondeo un aparato provisto de un extensómetro de resistencias, este aparato es el doorstopper propiamente dicho.

Se hace la medida inicial y después se liberan las tensiones continuando la perforación del sondeo. Se recupera el testigo y con la ayuda de un simulador se aplican las tensiones que permiten encontrar la medida inicial.

La ventaja del método es que ejecutando sondeos suficientemente profundos se obtienen informaciones relativas al macizo virgen. Por el contrario las medidas son medidas eléctricas de variaciones de resistencia y al ser estas variaciones muy débiles las medidas

pueden ser perturbadas por la presencia de agua en el sondeo también por las operaciones de desconexión y de reconexión de los hilos antes y después de la realización de la perforación.

4 - METODO DE ESTUDIO

4.1.- DETERMINACION GLOBAL DE LAS CARGAS QUE SE EJERCEN SOBRE LOS PILARES

Conociendo las tensiones que no se pueden sobrepasar en el mineral, se puede, utilizando la teoría del área tributaria, obtener una primera aproximación del porcentaje de recuperación límite τ , teniendo en cuenta el espesor y la densidad de los terreno de recubrimiento. Si se examinan los fenómenos de forma global una capa explotada por cámaras y pilares sometida perpendicularmente a su plano a una tensión de compresión σ tomará una deformación

$$\epsilon = \frac{\sigma / (1 - \tau)}{E}$$

siendo E = módulo de YOUNG del mineral.

Esta misma capa sometida a un cizallamiento tomará deformaciones de distorsión

$$\gamma = \frac{\tau / (1 - \tau)}{E / 2(1 + \nu)}$$

Se vé pues que esta capa explotada se comportará como una capa continua de modelo de YOUNG :

$$E' = E(1 - \tau)$$

y de módulo de cizallamiento

$$G' = \frac{E(1 - \tau)}{2(1 + \nu)}$$

Por el contrario para representar correctamente la capa explotada esta capa ficticia continua no debe oponer reacción a los esfuerzos que se ejercen paralelamente a su plano igual que no debe ejercer reacciones horizontales cuando esta cargada verticalmente : todas estas condiciones pueden ser simplificadas reemplazando la capa explotada por una capa ficticia continua ortrótota y características:

$$E_1 = 0 \quad , \quad \nu_1 = 0 \quad , \quad E_2 = E' \quad , \quad \nu_2 = 0 \quad , \quad \mu = G'$$

Se puede entonces realizar en elementos finitos un modelo del conjunto de la explotación reemplazando la capa supuesta explotada, con el porcentaje de recuperación límite definido antes, por la capa ficticia continua., se harán elementos pequeños en las zonas donde razonablemente se espera fuertes gradientes de tensiones, por el contrario lejos de las explotaciones se podrá aumentar las dimensiones de estos elementos.

Se calcularán las modificaciones de las tensiones provocadas por la apertura de las cámaras y se superpondrán estas modificaciones al estado de tensión inicial deducido de las medidas para obtener las tensiones después de la excavación. Se verificará que las tensiones que se ejercen sobre la capa ficticia son compatibles con el porcentaje de recuperación que sirvió para definir las características de esta capa; se deberá tener:

$$\frac{\sigma}{1 - \tau} < R_c$$

donde R_c = resistencia en compresión del mineral.

Si esta condición no se cumple se disminuirá el porcentaje de recuperación, se modificará en consecuencia las características de la capa ficticia y se volverá a repetir el cálculo hasta que los resultados sean coherentes.

4.2.-ESTUDIO DETALLADO DE LAS TENSIONES , REPARTICION DE LAS TENSIONES EN LOS PILARES EN FUNCIÓN DE LAS DIMENSIONES

El porcentaje de recuperación global calculado puede ser obtenido de una infinidad de maneras. Conviene pues precisar cuales son las anchuras de pilar y las anchuras de cámara que son compatibles con las exigencias de la seguridad. La teoría y la práctica muestran que un pilar es tanto mas estable cuanto menor sea su esbeltez. Por el contrario aumentar la anchura de los pilares conduce a aumentar la anchura de las cámaras lo que compromete la estabilidad del techo. Se vé que hay un óptimo que es necesario encontrar.

Admitiendo que se realice un esquema repetitivo de cámaras y pilares, las simetrías inherentes a tal sistema permite tratar en deformaciones planas el problema de la repartición de las tensiones en un pilar y en los hastiales en las proximidades de este pilar supuesto representativo del conjunto de la explotación.

Se harán pues varios modelos correspondientes a diversas anchuras de pilares y cámaras. En razón de las condiciones de simetría el modelo representará el corte de la mitad de un pilar y de la mitad de una cámara, según el plano vertical.

La carga de este modelo se deducirá de los resultados obtenidos sobre el modelo global de la forma siguiente:

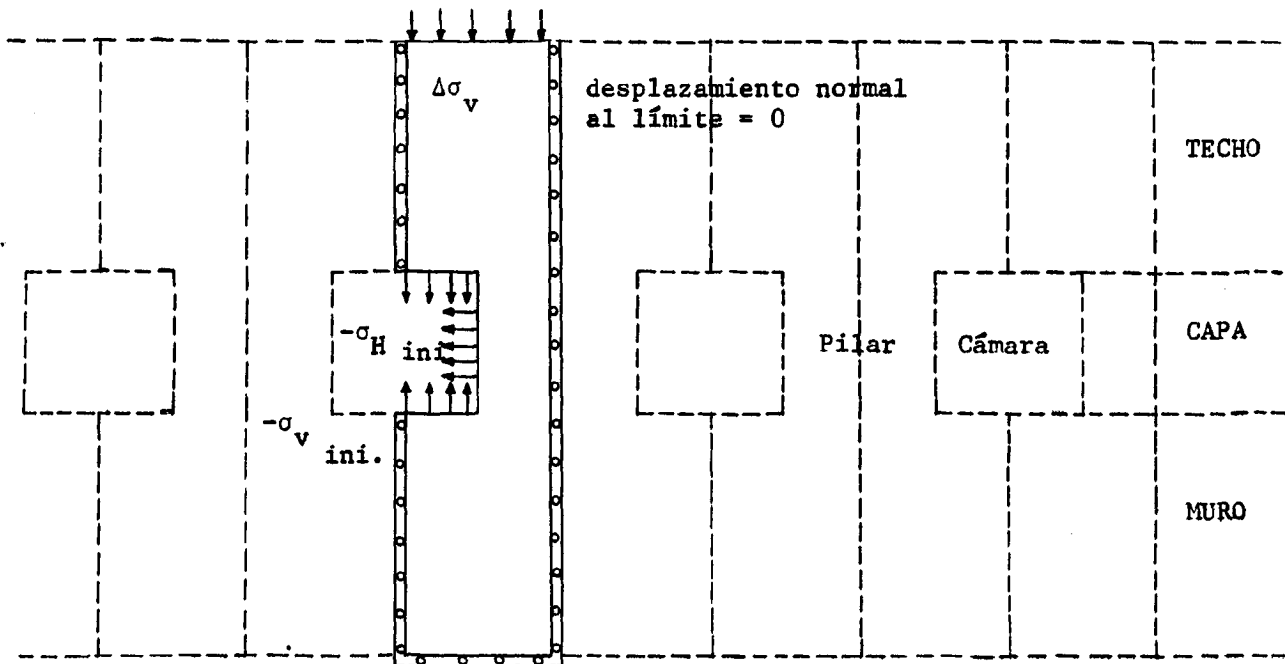
suponiendo que los primeros cálculos han mostrado que la excavación provoca un aumento de las tensiones verticales en el techo

$$\Delta\sigma_r = \sigma_v - \sigma_v \text{ inicial}$$

se cargará la parte superior del modelo por una presión de los límites correspondientes al techo y al muro serán cargados por una tracción

Se cargará la parte superior del modelo por una presión $\Delta\sigma_v$ los límites correspondientes al techo y al muro serán cargados por una fracción $-\sigma_v$ inicial y los hastiales del pilar serán cargados por una fracción $-\sigma_H$ inicial

σ_v inicial y σ_H inicial serán respectivamente las tensiones iniciales vertical y horizontal.



La figura representa un modelo de pilar y la forma de cargar este modelo.

Será suficiente para obtener las tensiones reales en el pilar y los hastiales añadir las tensiones iniciales a las tensiones así calculadas.

La repartición de tensiones obtenidas serán comparadas con los criterios de ruptura de los terrenos y se retendrá en definitiva los esquemas de explotación para los cuales no se encuentra ninguna zona fuera de equilibrio en el pilar.

Por el contrario se podrá admitir la existencia en el techo de las cámaras zonas fuera de equilibrio a condición de que sus dimensiones sean compatibles con una estabilización por bulonaje.

Al término de este estudio si existen diversas soluciones admisibles desde el punto de vista de la seguridad la elección entre ellas no será mas que una cuestión que tan solo dependerá de criterios económicos.

5 - PROGRAMA DE ELEMENTOS FINITOS

B I M E F


```

PROGRAM BIMEF(INPUT,OUTPUT,TAPE1=512,TAPE2=512,TAPE3=512,TAPE4=512
*,TAPE5=512,TAPE12=512,TAPE13=512,TAPE31=512,TAPE15=INPUT)
COMMON Z(8700)
DIMENSION TITRE(8),FORM(7)
COMMON/TAB/T(550)
COMMON/ELEM/NSTYPE(30),NEL(20),NAL(20)
DATA NSTYPE/3,3,3,6,6,6,6,4,4,4,4,9,9,9,2,6,6,7,7,4,4,9,9,2/
NDIMZ=8700
NTAPE=5
NK=0 SPRINT 13
11 FORMAT(8A10)
12 FORMAT(I8,2X,8A10)
13 FORMAT(1H1,18X,1H1,9X,1H2,9X,1H3,9X,1H4,9X,1H5,9X,1H6,9X,1H7
* /10X,8(10H1234567890),10X,24HREPRODUCTION DES DONNEES/)
14 FORMAT(/10X,8(10H1234567890),10X,15HFIN DES DONNEES/
*19X,1H1,9X,1H2,9X,1H3,9X,1H4,9X,1H5,9X,1H6,9X,1H7//)
15 READ(15,11)(Z(I),I=1,8) $ IF(EOF(15))17,16
16 NK=NK+1 SPRINT 12,NK,(Z(I),I=1,8) $ GO TO 15
17 PRINT 14 $DO 18 I=1,NK
18 BACKSPACE 15
READ 1000,TITRE,NOPT,NETAPESREAD 1001,N,FORM,NRANG
1000 FORMAT(7A10,A6,2I2)
1001 FORMAT(I4,7A10,3X,13)
NR=NRANG*NRANG $ NY=N+1 $ NF=2*N+1 $ NU=4*N+1
IF(NU-NF.LT.52)NU=NF+52 $NRP=NU+4*$NSIF(NRP-NU.LT.351)NRP=NU+351
NS=NRP-NRS MEMOIR=NDIMZ-NS $ MEM=NS-1
CALL EXEC(Z(1),Z(NY),Z(NF),Z(NU),Z(NRP),Z(NS),N,NOPT,NETAPE,NRANG,
1TITRE,FORM,MEM,MEMOIR,NTAPE)
STOP
END

```

SUBROUTINE SECOND(T)
T=0. S RETURN
END

2

```

SUBROUTINE EXEC(X,Y,F,U,RP,S,N,NOPT,NETAPE,NRANG,TITRE,FORM,MEM,
*MEMDIR,NTAPE)
DIMENSION X(1),Y(1),F(1),U(1),RP(1:1),S(1)
DIMENSION TITRE(1),FORM(1)
DIMENSION EM1(10),RP1(10),RO(10)
DIMENSION EM2(10),RP2(10),SM(10)
NFOIS=1 $ NVAR=2*N
CALL DONNEES(X,Y,F,NVAR,LB,EM1,EM2,RP1,RP2,SM,RO,THETA,NETAPE,NEB,
*NRANG,NMAT,N,NOPT,TITRE,FORM)
NMAC=NMAT
CALL GESFICH(NVAR,LB,NEB,NBFICH,NPF,NTBLOC,MEMDIR,NTAPE,IZ)
PRINT 4502,MEM,MEM
4502 FORMAT(1H,10X,*LA MEMOIRE SCH NECESSAIRE EST DE *,I8,* MOTS DEC
11MAUX SOIT *,O8,* MOTS OCTALS *)
IF(NETAPE.EQ.1)STOP
IF(NETAPE.EQ.11)GO TO 11
CALL SECOND(T1)
IF(NETAPE.EQ.6)12,13
12 READ 499,ICOB $ IF(ICOB.EQ.99)1013,12
499 FORMAT(I2)
13 IF(NETAPE.EQ.7)GO TO 7
CALL RAIDEUR(X,Y,Z,F,U,EM1,EM2,RP1,RP2,SM,RO,THETA,LB,NVAR,NBFICH,
1RP,NRANG,NPF)
CALL SECOND(T2) $ TPS=T2-T1 $ PRINT 4500,TPS
CALL RAIGLOB(U,F,NBFICH,S,NEB,IBLOC,LB,NPF,EM1)
7 CONTINUE
NTBLOC=(NVAR-1)/NEB+1
NCU=NTBLOC*NEB$MAH=MEM+2*NCU-NRANG*NRANG-NVAR
IF(NETAPE.EQ.2)STOP
CALL SECOND(T3) $ TPS=T3-T2 $ PRINT 4500,TPS
29 CALL CONLIN(X,Y,U,F,NEB,NVAR)
32 IF(NETAPE.EQ.10) GO TO 1010
CALL ECRITF(F,NVAR)
1010 CONTINUE
CALL SECOND(T4) $ TPS=T4-T3 $ PRINT 4500,TPS
IF(NETAPE.EQ.3)STOP
REWIND 3
CALL DIREC2(S,F,U,NVAR,LB,NEB,13,3,2,NFOIS)
CALL SECOND(T5) $ TPS=T5-T4 $ PRINT 4500,TPS
IF(NETAPE.EQ.10) GO TO 1011
CALL ECRITU(U,NVAR)
IF(NETAPE.EQ.4)GO TO 11
1011 CONTINUE
CALL CNTRAIN(X,Y, S,EM1,EM2,RP1,RP2,SM,RO,NVAR,U,F,NMAT,IEC)
REWIND 5
NCSU=5*NMAT*NVAR/2 $ WRITE( 5)(S(I),I=1,NCSU),IECSREWIND 5
GO TO 1014
1013 CONTINUE
NCSU=5*NMAT*NVAR/2$READ( 5)(S(I),I=1,NCSU),IEC
REWIND 5 $ GO TO 1014
1014 CALL SORTIE(X,Y,S,NVAR,NMAT,IEC)
CALL SECOND(T6) $ TPS=T6-T5 $ PRINT 4500,TPS
IF(NETAPE.EQ.5)STOP
CALL CONPRI(X,Y,S,NVAR,NMAT,IEC)$CALL SECOND(T7)
TPS=T7-T6$PRINT 4500,TPS
4500 FORMAT(1H0,F10.3)
1012 CONTINUE
11 CALL TRACEUR(X,Y,F,S,NVAR,NMAC)
READ 4501,CASCHA
4501 FORMAT(A3)
IF(CASCHA.NE.JMBIS)STOP $NFOIS=25 DO 1 I=1,NVAR
1 F(I)=0. $ GO TO 29
END

```

```

SUBROUTINE DONNEES(X,Y,F,NVAR,LB,EM1,EM2,RP1,RP2,SM,RO,THETA,
*NETAPE,NEB,NRANG,NMAT,N,NOPT,TITRE,FORM)
DIMENSION X(1),Y(1),F(1),EM1(1),EM2(1),RP1(1),RP2(1),SM(1),RO(1)
DIMENSION FORM(1),TITRE(8),NR(4),TCPU(30)
COMMON/ELEM/NSTYPE(30),NEL(20)
DATA TCPU/1.,1.,1.,16.,16.,1.,4.,5.,2.,5.,2.,5.,5.,55.,55.,1.,.
S17.,17.,43.,43.,4.,5.,4.,5.,69.,69./
LB=0 $ NMAT=1$TRMS=0.$ THETA=0. $ IF(NOPT)4.5,4
5 READ FORM,(X(I),I=1,N)$READ FORM,(Y(I),I=1,N) $ GO TO 6
4 CALL M6(X,Y,N,NOPT) $NVAR=2*N
6 READ 1005,ECHEX,ECHEY $ IF(ECHEX)1,2,1
2 ECHEX=1. $ ECHEY=1.
1 DO 3 I=1,N SX(I)=X(I)*ECHEXSY(I)=Y(I)*ECHEY
3 CONTINUE
PRINT 900,(TITRE(I),I=1,8) $ PRINT 910
14 READ 1002,ICODE,YOUNG1,POIS1,YOUNG2,POIS2,AMU,DEN,THETAP
IF(THETAP.NE.0.)THETA=THETAP*3.141592/180.$IF(ICODE=99)13,12,13
13 EM1(ICODE)=YOUNG1$RP1(ICODE)=POIS1 $ IF(YOUNG2)8,7,8
7 EM2(ICODE)=YOUNG1$RP2(ICODE)=POIS1$SM(ICODE)=YOUNG1*0.5/(1.+POIS1)
GO TO 9
8 EM2(ICODE)=YOUNG2$RP2(ICODE)=POIS2$SM(ICODE)=AMU $ GO TO 9
9 RO(ICODE)=DEN $ TET=THETA*180./3.141592
PRINT 911,ICODE,YOUNG1,POIS1,EM2(ICODE),RP2(ICODE),SM(ICODE),DEN
2,TET $ GO TO 14
12 CONTINUE
17 READ 1003,NTYPE,IMAT,NR,RX,RY$DO 63 J=1,45 IF(NR(J).EQ.0)NR(J)=1
63 CONTINUE $ IF(NTYPE=99)28,16,20
20 IF(IMAT=NMAT)27,27,28
28 NMAT=IMAT
27 READ 1004,(NEL(I),I=1,20)
15 WRITE(12)NTYPE,IMAT,NR,NEL,RX,RY$CALL LBAND(LB,NTYPE,NEL)
TRMS=TCPU(NTYPE)*0.001*NR(1)*NR(3)*TRMS $GO TO 17
16 WRITE(12)NTYPE,IMAT,NR,NEL,RX,RY $REWIND 12$CALL MILIEUX(X,Y)
TT=TRMS*0.66*1.E-06*NVAR*0.5*LB*LB$TT=1.5*TT
IF(NETAPE.EQ.10)GO TO 1010 $ CALL ECRITXY(X,Y,NVAR)
1010 CONTINUE $ PRINT 912 $ PRINT 2415,LB $PRINT 1006,TT
900 FORMAT(1H1,40X,7A10,A6////)
910 FORMAT(1H0,////,41X,28#CARACTERISTIQUES DU MATERIAU/1H ,40X,28(1H-
1,//)
911 FORMAT(1H , 1X,8#MATERIAU,2X,I3,2X,3#E1=,F10.0,2X,4#MU1=,F10.3,2X,
13#E2=,F10.0,2X,4#MU2=,F10.3,2X,5#AMU2=,F10.0,2X,8#DENSITE=,F10.5,
32X,6#THETA=,F4.0,5# DEG.)
912 FORMAT(1H0,////,21X,33#CARACTERISTIQUES DE LA RESOLUTION,/1H ,20X,
133(1H-),//)
1000 FORMAT(7A10,A6,2I2)
1001 FORMAT(I4,7A10,3X,I3)
1002 FORMAT(I2,8X,7F10.0)
1003 FORMAT(I2,1X,I2,1X,2(I4,1X,I4,1X),3X,2F10.0)
1004 FORMAT(20I4)
1005 FORMAT(2F10.0)
1006 FORMAT(1H ,10X,*TEMPS TT DE CALCUL SUR LE CDC T600 DE FRANLAB DE L
$ ORDRE DE*.F5.1.* SEC. (SANS TRACE SUR PLOTTER)*
2415 FORMAT(1H0,10X,16#LARGEUR DE BANDE,IS)
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE M6(X,Y,N,NOPT)
DIMENSION A(7),B(15),X(1),Y(1)
COMMON/TAB/FORM(7),DELTA(20),EBAN(8)
DATA A/0.,0.1,0.25,0.5,0.75,0.90,1./
DATA B/0.,0.1,0.3,0.5,0.68,0.8,0.88,0.95,1.,0.05,0.12,0.25,0.45,
*0.70,1./
READ 1000,N,NP,FORM
1000 FORMAT(2I4,7A10)
60 TO (21,22,23,24,25,26,27,21,29),NOPT
21 IF (NOPT.NE.8) 60 TO 76SNCON=NSNPCON=NP$NP=(NP-1)/2
N=NP*((NCON/NPCON+1)/2)
76 NP1=NP-1$NP2=NP-2$DO 13 J=1,NP,NP1$READ FORM,(X(I),I=J,N,NP)
READ FORM,(Y(I),I=J,N,NP) $ GO TO 13
13 CONTINUE $ IF (NP2)14,1,14
14 READ 10,(DELTA(I),I=1,NP2)$DO 32 J=1,N,NP$JP1=J+NP1
DO 33 L=1,NP2,1$K=L+$X(K)=X(J)+DELTA(L)*X(JP1)-X(J)
33 Y(K)=Y(J)+DELTA(L)*(Y(JP1)-Y(J))
32 CONTINUE$IF (NOPT.NE.8)60 TO 1$NR=N/NP$DO 70 K=1,NR
L=(K-1)*NP+1 $ M=K*NP
70 WRITE(1)(X(I),I=L,M) $DO 71 K=1,NR
L=(K-1)*NP+1 $ M=K*NP
71 WRITE(1)(Y(I),I=L,M) $REWIND 1 $ GO TO 23
10 FORMAT(16F5,3)
22 READ FORM,RINT,REXT $ GO TO 50
50 SECT=1.57096/FLOAT(N/NP-1) $ ACCR=(REXT-RINT)/FLOAT(NP-1)
DO 31 I=1,N $ ANG=SECT*FLOAT((I-1)/NP)
RAY=RINT+ACCR*FLOAT(I-1-(I-1)/NP*NP) $X(I)=RAY*COS(ANG)
31 Y(I)=RAY*SIN(ANG) $ GO TO 1
23 IF (NOPT.NE.8)60 TO 77$N=NCON$NP=NPCON
77 NBR=N/NP$DO 100 J=1,NBR,2$IA=1+NP*(J-1)$IB=J*NP
IF (NOPT-8)73,72,73
72 READ(1)(X(I),I=IA,IB,2) $ GO TO 100
73 READ FORM,(X(I),I=IA,IB,2) $ GO TO 100
100 CONTINUE
DO 101 J=1,NBR,2$IA=1+NP*(J-1)$IB=J*NP
IF (NOPT-8)75,74,75
74 READ(1)(Y(I),I=IA,IB,2) $ GO TO 101
75 READ FORM,(Y(I),I=IA,IB,2) $ GO TO 101
101 CONTINUE
DO 200 J=1,NBR,2$IA=(J-1)*NP+2$IB=J*NP-1$DO 200 I=IA,IB,2
X(I)=0.5*(X(I+1)+X(I-1))
200 Y(I)=0.5*(Y(I+1)+Y(I-1))
DO 300 J=2,NBR,2$IA=(J-1)*NP+1$IB=J*NP$DO 300 I=IA,IB
X(I)=0.5*(X(I-NP)+X(I+NP))
300 Y(I)=0.5*(Y(I-NP)+Y(I+NP))
42 READ 900,ICODE,NPOINT,RP,ZP $ IF (ICODE-99)40,500,40
900 FORMAT(1Z,1A,2F5,0)
40 X(NPOINT)=RPSY(NPOINT)=ZP$GO TO 42
24 NK1=N-NP $ NK=NK1+1
READ FORM,(X(I),I=1,NP)$READ FORM,(Y(I),I=1,NK,NP)$GO TO 6
6 NP1=NP-1 $ DO 7 I=1,NK,NP $ DO 7 J=1,NP1 $ IJ=I+J
7 Y(IJ)=Y(I) $ DO 8 J=NP,NK1,NP $ DO 8 I=1,NP $ IJ=I+J
8 X(IJ)=X(I) $ GO TO 1
25 NK1=N-NP $ NK=NK1+1
READ FORM,(X(I),I=1,NK,NP)$READ FORM,(Y(I),I=1,NP)$GO TO 9
9 NP1=NP-1 $ DO 11 I=1,NK,NP $ DO 11 J=1,NP1 $ IJ=I+J
11 X(IJ)=X(I) $ DO 12 J=NP,NK1,NP $ DO 12 I=1,NP $ IJ=I+J
12 Y(IJ)=Y(I)$GO TO 1
26 IPAS=2*NP-1$NN=IPAS*(2*N/NP-1)
IPAS=2*NP-1$ NN=IPAS*(2*N/NP-1)
NR=NN/IPAS$DO 2 K=1,NR,2$IA=IPAS*(K-1)+1$IB=K*IPAS
2 READ FORM,(X(I),I=IA,IB,2)$DO 3 K=1,NR,2$IA=IPAS*(K-1)+1$IB=K*IPAS
3 READ FORM,(Y(I),I=IA,IB,2)$DO 4 I=1,NR,2$DO 4 J=2,IPAS,2
K=(I-1)/IPAS+$X(K)=0.5*(X(K-1)+X(K+1))

```

```

4 Y(K)=0.5*(Y(K+1)+Y(K-1));SNR2=NR-2SDO 5 I=1,NR2+2SDO 5 J=2,IPAS*2
K=(I-1)*IPAS+JSL=K-IPASSM=L+IPASSX(L)=0.5*(X(K-1)+X(M+1))
Y(L)=0.5*(Y(K-1)+Y(M+1));SX(L-1)=0.5*(X(K-1)+X(M-1))
Y(L-1)=0.5*(Y(K-1)+Y(M-1));SX(L+1)=0.5*(X(K+1)+X(M+1))
5 Y(L+1)=0.5*(Y(K+1)+Y(M+1))
GO TO 1
27 CALL COORD(X,Y,N,NP) $ GO TO 1
29 READ 7000,G,P SNP=15
HEAD 7000,EBAN$NBAN=1SDO 702 I=2,10$IF(EBAN(I),EQ.0,100 TO 703
7000 FORMAT(8F10.0)
702 NBAN=NBAN+1
703 DO 704 I=1,9
704 X(I)=B(I)*GSDO 705 I=10,15
705 X(I)=G+P*B(I) SY(I)=0.
NR=7$NR1=NR-1SDO 701 NB=1,NBAN$DO 701 K=1,NRSK1=K-1
J=1+(NB-1)*NR1*NPSI=1+K1*NP+(NB-1)*NR1*NP
701 Y(I)=Y(J)+A(K)*EBAN(NB) SNP1=NP-1
N=NP*NR1*NP*NBAN$NK1=N-NPSNK=NK1-1SDO 707 I=1,NK,NPSDO 707 J=1,NP1
IJ=I+J
707 Y(IJ)=Y(I)$DO 708 J=NP,NK1,NPSDO 708 I=1,NPSI,J=I+J
708 X(IJ)=X(I)
GO TO 1
500 HEAD 8000,SYMSIF(SYM.NE.0$SYMETRIE)GO TO 1$YMIL=Y(N)$NA=NSN=2*N-NP
8000 FORMAT(A6)
NR=N/NPS$NRA=NA/NPSDO 5000 I=1,NRAS$ICOR=NR+1-1SDO 5000 IA=1,NP
KA=(I-1)*NP+IASKB=(ICOR-1)*NP+IASX(KB)=X(KA)
5000 Y(KB)=2.*YMIL-Y(KA)
GO TO 1
1 CONTINUE $ REWIND 1
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE MILIEUX(X,Y)
DIMENSION X(1),Y(1)
COMMON/ELEM/NSTYPE(30),NEL(20),NAL(20)
1 READ(12)NTYPE,IMAT,NREP1,IPAS1,NREP2,IPAS2,NAL,RX,RY
IF(NTYPE.EQ.99)GO TO 1000 SNSOM=NSTYPE(NTYPE)
DO 2 NF2=1,NREP2$JA=IPAS2*(NF2-1)$DO 2 NE1=1,NREP1
K=JA+IPAS1*(NE1-1) $DO 3 J=1,NSOM
3 NEL(J)=NAL(J)+K$J1=NEL(1)$J2=NEL(2)$J3=NEL(3)$J4=NEL(4)$J5=NEL(5)
J6=NEL(6)$J7=NEL(7)$J8=NEL(8)$J9=NEL(9)
GO TO (1,1,1,4,4,4,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,15,15,15,15,19,19,21,21,1),
NSTYPE
4 X(J2)=0.5*(X(J1)+X(J3))$X(J4)=0.5*(X(J3)+X(J5))
Y(J2)=0.5*(Y(J1)+Y(J3))$Y(J4)=0.5*(Y(J3)+Y(J5))
X(J6)=0.5*(X(J1)+X(J5))$Y(J6)=0.5*(Y(J1)+Y(J5)) $GO TO 2
15 X(J2)=X(J1)$X(J3)=0.5*(X(J1)+X(J5))$X(J4)=X(J3)$X(J6)=X(J5)
Y(J2)=Y(J1)$Y(J3)=0.5*(Y(J1)+Y(J5))$Y(J4)=Y(J3)$Y(J6)=Y(J5)$GO TO 2
11 X(J2)=0.5*(X(J1)+X(J3))$X(J4)=0.5*(X(J3)+X(J5))
Y(J2)=0.5*(Y(J1)+Y(J3))$Y(J4)=0.5*(Y(J3)+Y(J5))
X(J6)=0.5*(X(J5)+X(J7))$X(J8)=0.5*(X(J1)+X(J7))
Y(J6)=0.5*(Y(J5)+Y(J7))$Y(J8)=0.5*(Y(J1)+Y(J7))
X(J9)=0.25*(X(J1)+X(J3)+X(J5)+X(J7))
Y(J9)=0.25*(Y(J1)+Y(J3)+Y(J5)+Y(J7)) $GO TO 2
19 X(J4)=0.5*(X(J2)+X(J3))$Y(J4)=0.5*(Y(J2)+Y(J3)) $ GO TO 2
21 X(J2)=X(J1)$X(J6)=X(J5)$X(J3)=0.5*(X(J1)+X(J5))$X(J4)=X(J3)
Y(J2)=Y(J1)$Y(J6)=Y(J5)$Y(J3)=0.5*(Y(J1)+Y(J5))$Y(J4)=Y(J3)
X(J8)=0.5*(X(J9)+X(J7))$Y(J8)=0.5*(Y(J9) +Y(J7)) $ GO TO 2
2 CONTINUE $ GO TO 1
1000 REMIND 12
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE ECRITXY(X,Y,NVAR)
DIMENSION X(1),Y(1)
NP=NVAR/2
PRINT 902
902 FORMAT(1H0,///,48X,34HCOORDONNEES DES NOEUDS DU MAILLAGE,///)
PRINT 903
903 FORMAT(1H0,129(1H-)/1H ,129HI POINTI X I Y I++I POI
1NI X I Y I++I POINTI X I Y I++I POI
2NI X I Y I/1H ,3(7H-----,2(11H-----),4H-----
3),7H-----,2(11H-----),1H-)
LC=(NP-1)/4+1$DO 500 I=1,LC$J=I+LC$K=J+LC$L=K+LC
IF(L.GT.NP)GO TO 501
PRINT 1500,I,X(I),Y(I),J,X(J),Y(J),K,X(K),Y(K),L,X(L),Y(L)
GO TO 500
501 PRINT 1501,I,X(I),Y(I),J,X(J),Y(J),K,X(K),Y(K)
500 CONTINUE
1500 FORMAT(1H ,3(2HI ,I4,2(3H I ,F8.0),5H I///),2HI ,I4,2(3H I ,F8.0),
12H I)
1501 FORMAT(1H ,2(2HI ,I4,2(3H I ,F8.0),5H I///),2HI ,I4,2(3H I ,F8.0),
12H I)
PRINT 904
904 FORMAT(1H ,129(1H-))
RETURN
END

```


9

```
SUBROUTINE LBAND(LB,NTYPE,NEL)SDIMENSION NEL(1)
DIMENSION NEL(1)
COMMON/ELEM/NSTYPE(30)
NMIN=NEL(1)3NMAX=03IFIN=NSTYPE(NTYPE)3DOO 1 I=1,IFIN
IF(NEL(I)-NMIN)3,2,2
3 NMIN=NEL(I)
2 IF(NEL(I)-NMAX)1,1,5
5 NMAX=NEL(I)
1 CONTINUE3LBN=(NMAX-NMIN)*2+23IF(LBN-LB)7,7,6
6 LB=LBN
7 RETURN
END
```

```
SUBROUTINE COORD(X,Y,N,NP)
DIMENSION X(1),Y(1)
RETURN
END
```

```

SUBROUTINE GESFICH(NVAR, LB, NEB, NBFICH, NPF, NTBLOC, MEMOIR, NTAPE, IZ)
IF (NVAR, NE, LB) GO TO 12
PRINT 903 $ STOP
903 FORMAT(1H, *, LE NOMBRE D EQUATION EST EGAL A LB, LE SYSTEME IMPOSSIB
*, LE A RESOUDRE PAR DIREC *)
12 NC=NVAR*LB
IF (MEMOIR-LB*LB) 3,3,4
3 PRINT 900 $ STOP
4 IF (MEMOIR-NC) 11,10,10
10 MEMOIR=NC
NPF=NVAR/2 $ NEB=NPF $ NCMAX=NC $ GO TO 7
11 NLH=(MEMOIR-LB*LB)/LB
5 NEB=NEB/2 $ N3=NEB/2 $ NPF=MEMOIR/(2*LB) $ NPF=NPF/N3 $ N3
NCMAX=2*NPF*LB $ NCHA=((LB-1)/NEB+2)*NEB*LB
IF (NCHA.GT.NCMAX) NCMAX=NCHA $ IF (NCMAX-MEMOIR) 7,7,8
6 NEB=NEB-1 $ GO TO 5
7 CONTINUE
NBFICH=(NVAR-1)/(2*NPF)+1 $ NTBLOC=(NVAR-1)/NEB+1 $ IF (NTBLOC-3) 1,2,2
1 NEB=(NVAR+2)/3 $ GO TO 5
2 IF (NBFICH-NTAPE) 9,9,6
6 PRINT 901 $ STOP
9 CONTINUE $ IZ=(NCMAX-1)/512+1
PRINT 902, NBFICH, NPF, NTBLOC, NEB, NCMAX, IZ
IZ=NCMAX
DO 13 I=1, NBFICH
13 REWIND I $ REWIND 13 $ REWIND 31
900 FORMAT(1H0,10X,40NDIMENSIONNEMENT DU TABLEAU $ INSUFFISANT)
901 FORMAT(1H0,43HLE NOMBRE DE FICHIERS DISQUE EST TROP GRAND)
902 FORMAT(1H0,10X,*, LA MATRICE DE RAIDEUR DE LA STRUCTURE EST ASSEMBLE
SE SUR LE FICHIER 13 AU MOYEN DE *, I3, * SOUS FICHIERS */
S10X, * CHAQUE SOUS FICHIER TRAITE *, I4, * NOEUDS DE LA STRUCTURE */
S10X, * LE SYSTEME EST RESOLU PAR *, I4, * BLOCS COMPRENANT CHACUN *, I4,
S * EQUATIONS */
S10X, * LA MEMOIRE ECS NECESSAIRE EST DE *, I8, * MOTS DECINAUX SOIT *,
S04, * MILLIERS OCTALS DE MOTS *)
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE RAIDEUR(X,Y,Z,F,U,EW1,EM2,RP1,RP2,SM,RO,THETA,LB,NVAR,
1NBFICH,RP,NRANG,NPF)
DIMENSION X(1),Y(1),F(1),U(1),RP(NRANG,1),EM1(1),EM2(1),RP1(1),
1RP2(1),RO(1),SM(1),AL(7),XA(14),YA(14),FV(26)
COMMON/ELEM/NSTYPE(38),NEL(20),NAL(20)
DO 7 I=1,26
7 FV(I)=0.
DO 5 I=1,NVAR
5 F(I)=0.
10 READ(12)NTYPE,IMAT,NREP1,IPAS1,NREP2,IPAS2,NAL,RX,RY
IF(NTYPE-99)17,1,17
17 NSOM=NSTYPE(NTYPE)
15 DO 2 NE2=1,NREP2SDO 2 NE1=1,NREP1      S DO 3 J=1,NSOM
3 NEL(J)=NAL(J)*IPAS1*(NE1-1)+IPAS2*(NE2-1)
DO 6 J=1,NSOMSIJ=NEL(J)$XA(J)=X(IJ)
6 YA(J)=Y(IJ) S K=IMATSAL(1)=EM1(K)$AL(2)=RP1(K)$AL(3)=EM2(K)
AL(4)=RP2(K) S AL(6)=RO(K)*SIN(THETA) S AL(7)=-RO(K)*COS(THETA)
AL(5)=SM(K) S AL(6)=AL(6)+RX S AL(7)=AL(7)+RY
IF(AL(1).EQ.0.)GO TO 2
60 TO (21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,
*50,51,52,53),NTYPE
21 IEC=1 S GO TO 40
22 IEC=2 S GO TO 40
23 IEC=3 S GO TO 20
24 IEC=1 S GO TO 41
25 IEC=2 S GO TO 41
26 IEC=3 S GO TO 41
27 CALL JOINT(XA,YA,RP,NRANG,AL(1),AL(2)) S GO TO 20
28 IEC=1SGO TO 42
29 IEC=2SGO TO 42
30 IEC=3 S GO TO 42
31 IEC=1SGO TO 43
32 IEC=2SGO TO 43
33 IEC=3SGO TO 43
34 CALL BOULON(XA,YA,RP,NRANG,AL)SGO TO 20
35 IEC=1 S GO TO 44
36 IEC=2 S GO TO 44
37 IEC=1 S GO TO 45
38 IEC=2 S GO TO 45
39 IEC=1 S GO TO 46
50 IEC=2 S GO TO 46
51 IEC=1 S GO TO 47
52 IEC=2 S GO TO 47
53 CALL ROTUL(RP,NRANG,AL) S GO TO 20
40 CALL RTRI3(XA,YA,RP,NRANG,AL,FV,IEC) S GO TO 20
41 CALL RTRI6(XA,YA,RP,NRANG,AL,FV,IEC) S GO TO 20
42 CALL RTRIS(XA,YA,RP,NRANG,AL,U,FV,IEC) S GO TO 20
43 CALL RTRI13(XA,YA,RP,NRANG,AL,U,FV,IEC)SGO TO 20
44 CALL RCOQ(XA,YA,RP,NRANG,AL,FV,IEC) S GO TO 20
45 CALL RACCOQ(XA,YA,RP,NRANG,AL,FV,IEC) S GO TO 20
46 CALL RACOR4(XA,YA,RP,NRANG,AL,FV,IEC) S GO TO 20
47 CALL RCOQ12(XA,YA,RP,NRANG,AL,U,FV,IEC) S GO TO 20
20 CALL FICHRAI(NSOM,NEL,RP,NRANG,U,NBFICH,NPF)
DO 200 I=1,NSOM S IJ=NEL(I) S F(2*IJ-1)=F(2*IJ-1)+FV(2*I-1)
200 F(2*IJ)=F(2*IJ)+FV(2*I)
2 CONTINUE S GO TO 10
1 CONTINUE SREWIND 12
REWIND 31
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE RTR13(X,Y,RE,NRANG,AL,FV,IEC)
DIMENSION X(1),Y(1),RE(NRANG,1),AL(1),FV(1)
COMMON/TAB/BB(3),CC(3),B(3,6),T(3,3),TB(3,6)
DO 1 I=1,18
1 B(I)=0.
      BB(1)=Y(2)-Y(3)SBB(2)=Y(3)-Y(1)SBB(3)=Y(1)-Y(2)
      CC(1)=X(3)-X(2)SCC(2)=X(1)-X(3)SCC(3)=X(2)-X(1)SB(1,1)=BB(1)
      B(1,3)=BB(2)SB(1,5)=BB(3)SB(2,2)=CC(1)SB(2,4)=CC(2)SB(2,6)=CC(3)
      B(3,1)=CC(1)SB(3,2)=BB(1)SB(3,3)=CC(2)SB(3,4)=BB(2)SB(3,5)=CC(3)
      B(3,6)=BB(3)SDD=CC(3)*BB(2)-CC(2)*BB(3) S SURF=0.5*ABS(DD)/3.
DO 20 I=1,9
20 T(I)=0.
      EN=AL(1)/AL(3)SCA=AL(1)/(1.-AL(2)-2.*EN*AL(4)*AL(4))
      GO TO (11,12),IEC
11 T(1,1)=AL(1)/(1.-EN*AL(4)*AL(4))
      T(1,2)=AL(1)*AL(4)/(1.-EN*AL(4)*AL(4)) ST(2,2)=T(1,1)/EN
      GO TO 13
12 T(1,1)=(1.-EN*AL(4)*AL(4))*CA/(1.+AL(2)) ST(1,2)=AL(4)*CA
      T(2,2)=CA*(1.-AL(2))/EN
13 T(2,1)=T(1,2)S T(3,3)=AL(5)
      DO 2 I=1,3S DO 2 J=1,6S TB(I,J)=0.S DO 2 K=1,3
2 TB(I,J)=TB(I,J)+T(I,K)*B(K,J)S DO 3 I=1,6S DO 3 J=1,6S RE(I,J)=0.
      DO 3 K=1,3
3 RE(I,J)=RE(I,J)+B(K,I)*TB(K,J)S DD=0.5/ABS(DD)
      DO 4 I=1,6S DO 4 J=1,6
4 RE(I,J)=RE(I,J)*DDS DO 5 I=1,6S DO 5 J=1,6
5 RE(I,J)=RE(J,I)
      FV(1)=FV(3)+FV(5)+SURF*AL(6)
      FV(2)=FV(4)+FV(6)+SURF*AL(7)
      RETURN
      END

```

```

SUBROUTINE RTRIS(X,Y,RP,NRANG,AL,U,FV,IEC)
DIMENSION X(1),Y(1),RP(NRANG,1),AL(1),U(6,6),NUS(12),NS(3)
DIMENSION FV(1),FA(6)
COMMON/TAB/BID(60),XA(3),YA(3),AM(2,2)
DATA NUS/1,2,5,2,3,5,3,4,5,4,1,5/
NAVE=5 $ NAPE=4 $ NEG=4 $ NNE=3
X(5)=0.25*(X(1)+X(2)+X(3)+X(4)) $ Y(5)=0.25*(Y(1)+Y(2)+Y(3)+Y(4))
NVAV=2*NAVE $ NVNE=2*NNE $ NVE=2*(NAVE-NAPE) $ NVAP=2*NAPE
DO 15 I=1,NVAV $ FV(I)=0. $ DO 15 J=1,NVAV
15 RP(I,J)=0. $ DO 10 NTET=1,NEGSK=NNE*(NTET-1) $ DO 1 I=1,NNE
J=I+K $ NS(I)=NUS(J) $ II=NS(I) $ XA(II)=X(II)
1 YA(II)=Y(II) $ CALL RTRIS(XA,YA,U,NVNE,AL,FA,IEC)
DO 2 I=1,NNE $ II=NS(1) $ FV(2*II-1)=FV(2*II-1)+FA(2*I-1)
2 FV(2*II)=FV(2*II)+FA(2*I)
CALL RAIPART(NAPE,RP,NRANG,U,NVNE,NS,2)
10 CONTINUE
CALL ELIMIN(RP,NRANG,AM,NVE,NVAV,FW)
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE RTR16(R,Z,AK,NRANG,M,FV,IEC)
DIMENSION R(1),Z(1),M(1),AK(NRANG,1),MAT1(6),MAT2(6),FV(1)
COMMON/TAB/BTTB(12,12),BK(12,12),AM(6,6),A1(12,12)
DO 1 I=1,12 $ FV(I)=0. $ DD 1 J=1,12
1 AK(I,J)=0.$IF(M(I).EQ.0.)RETURN
S1=S2=S3=S4=S5=S6=S7=S8=S9=S10=S11=S12=S13=S14=S15=0.
DO 24 IND=1,3360 TO (14,15,16).IND
14 J1=1$J2=3360 TO 17
15 J1=35J2=5360 TO 17
16 J1=55J2=1360 TO 17
17 RI=R(J1)$RJ=R(J2)$ZI=Z(J1)$ZJ=Z(J2)$IF(RI-RJ)18,24,18
18 A=RJ*ZI-RI*ZJ$B=ZJ-ZI$A=0.
33 IF(RJ)19,20,19
19 ARJ=ABS(RJ)$A=AL+ALOG(ARJ)
20 IF(RI)21,22,21
21 ARI=ABS(RI)$A=AL-ALOG(ARI)
22 RJI=RJ-RI$R1=1,$R2=RJ-RI$R3=RJ*RI+RJ*RI+RI*RI$R4=RJ*RI*RI
R6=RJ*RI*RI*RI*RI$R7=RJ*RI*RI$R5=(R2*R6+R7)
RJI1=1./RJI$RJI2=RJI1*RI$RJI3=RJI2*RI$RJI4=RJI2*RI2
AP2=A*AP3=AP2*AP4=AP2*AP2$AP5=AP4*A
BP2=B*BP3=BP2*BP4=BP2*BP2$BP5=BP4*B
IF(IEC-3)55,44,55
44 S1=S1+A*AL*RJI1+B*RI$S5=S5+(AP2*AL/(Z.*RJI)+A*B*RI+BP2*R2/4.)*RJI1
S6=S6+(AP3*AL/(3.*RJI)+AP2*B*RI+A*BP2*R2/2.+BP3*R3/9.)*RJI2
S10=S10+(AP4*AL/(4.*RJI)+AP3*B*RI+3.*AP2*BP2*R2/4.+A*BP3*R3/3.+BP4
1*R2*R4/16.)*RJI3
S11=S11+(A*R2*R4/4.+B*R5/5.)
S12=S12+(AP2*R3/6.+A*B*R2*R4/4.+BP2*R5/10.)*RJI1
S13=S13+(AP3*R2/6.+AP2*B*R3/3.+A*BP2*R2*R4/4.+BP3*R5/15.)*RJI2
S14=S14+(AP4/4.+AP3*B*R2/2.+AP2*BP2*R3/2.+A*BP3*R2*R4/4.+BP4*R5/
120.)*RJI3
S15=S15+(AP5*AL/(5.*RJI)+AP4*B*RI+AP3*BP2*R2+2.*AP2*BP3*R3/3.+A*
1BP4*R2*R4/4.+BP5*R5/25.)*RJI4
55 S2=S2+A*RI+B*R2/2.$S3=S3+A*R2/2.+B*R3/3.
S4=S4+(AP2*RI/2.+A*B*R2/2.+BP2*R3/6.)*RJI1
S7=S7+(A*R3/3.+B*R2*R4/4.)
S8=S8+(AP2*R2/4.+A*B*R3/3.+BP2*R2*R4/8.)*RJI1
S9=S9+(AP3*RI/3.+AP2*B*R2/2.+A*BP2*R3/3.+BP3*R2*R4/12.)*RJI2
24 CONTINUE$YOUNG1=M(1)$POIS1=M(2)$YOUNG2=M(3)$POIS2=M(4)$AMU2=M(5)
EN=YOUNG1/YOUNG2
CA=YOUNG1/(1.-POIS1-2.*EN*POIS2*POIS2)DDO 6531 I=1,12
DO 6531 J=1,12
6531 BTTB(I,J)=0.$IF(IEC-2)77,77,66
66 AM1=(1.-EN*POIS2*POIS2)*CA/(1.+POIS1)
AM2=(POIS1-EN*POIS2*POIS2)*CA/(1.+POIS1)$AM3=POIS2*CA
AM4=CA*(1.-POIS1)/EN$AM5=AMU2$AM12=CA$BTTB(1,1)=AM1*S1
BTTB(1,2)=AM12*$S2$BTTB(1,3)=AM1*$S5$BTTB(1,4)=(AM2*2.+AM1)*S3
BTTB(1,5)=AM12*$S4$BTTB(1,6)=AM1*$S6$BTTB(1,9)=AM3*$S2
BTTB(1,11)=AM3*$S3$BTTB(1,12)=AM3*2.*$S4$BTTB(2,2)=AM12*2.*$S3
BTTB(2,3)=AM12*$S4$BTTB(2,4)=AM12*3.*$S7$BTTB(2,5)=AM12*2.*$S8
BTTB(2,6)=AM12*$S9$BTTB(2,9)=AM3*2.*$S3$BTTB(2,11)=AM3*2.*$S7
BTTB(2,12)=AM3*4.*$S8$BTTB(3,3)=AM1*$S6+AM5*$S3
BTTB(3,4)=(2.*AM2+AM1)*$S8$BTTB(3,5)=AM12*$S9+AM5*$S7
BTTB(3,6)=AM1*$S10+2.*AM5*$S8$BTTB(3,8)=AM5*$S3$BTTB(3,9)=AM3*$S4
BTTB(3,10)=2.*AM5*$S7$BTTB(3,11)=(AM3+AM5)*$S8$BTTB(3,12)=2.*AM3*$S9
BTTB(4,4)=(5.*AM1+4.*AM2)*$S11$BTTB(4,5)=3.*AM12*$S12
BTTB(4,6)=(2.*AM2+AM1)*$S13$BTTB(4,9)=3.*AM3*$S7
BTTB(4,11)=3.*AM3*$S11$BTTB(4,12)=6.*AM3*$S12
BTTB(5,5)=2.*AM12*$S13+AM5*$S11$BTTB(5,6)=AM12*$S14+2.*AM5*$S12
BTTB(5,8)=AM5*$S7$BTTB(5,9)=2.*AM3*$S8$BTTB(5,10)=2.*AM5*$S11
BTTB(5,11)=(2.*AM3+AM5)*$S12$BTTB(5,12)=4.*AM3*$S13
BTTB(6,6)=AM1*$S15+4.*AM5*$S13$BTTB(6,8)=2.*AM5*$S8$BTTB(6,9)=AM3*$S9
BTTB(6,10)=4.*AM5*$S12$BTTB(6,11)=(AM3+2.*AM5)*$S13
BTTB(6,12)=2.*AM3*$S14$BTTB(8,8)=AM5*$S3$BTTB(8,10)=2.*AM5*$S7

```

```

BTB(8,11)=AM5*S8BTB(9,9)=AM4*S3S8TTB(9,11)=AM4*S7
BTB(9,12)=2.*AM4*S8S8TTB(10,10)=4.*AM5*S11S8TTB(10,11)=2.*AM5*S12
BTB(11,11)=AM4*S11+AM5*S13S8TTB(11,12)=2.*AM4*S12
BTB(12,12)=4.*AM4*S13S80 TO 88
77 IF(IEC-1)78,79,78
79 AM1=YOUNG1/(1.-EN*POIS2*POIS2)
AM3=YOUNG1*POIS2/(1.-EN*POIS2*POIS2)SAM4=AM1/ENSAM5=AMU2580 TO 98
78 AM1=(1.-EN*POIS2*POIS2)*CA/(1.+POIS1)SAM3=POIS2*CA
AM4=CA*(1.-POIS1)/ENSAM5=AMU2
98 BTB(2,2)=AM1*S2S8TTB(2,4)=2.*AM1*S3S8TTB(2,5)=AM1*S4
BTB(2,9)=AM3*S2S8TTB(2,11)=AM3*S3S8TTB(2,12)=2.*AM3*S4
BTB(3,3)=AM5*S2S8TTB(3,5)=AM5*S3S8TTB(3,6)=2.*AM5*S4
BTB(3,8)=AM5*S2S8TTB(3,10)=2.*AM5*S3S8TTB(3,11)=AM5*S4
BTB(4,4)=4.*AM1*S7S8TTB(4,5)=2.*AM1*S8S8TTB(4,9)=2.*AM3*S3
BTB(4,11)=2.*AM3*S7S8TTB(4,12)=4.*AM3*S8S8TTB(5,5)=AM1*S9+AM5*S7
BTB(5,6)=2.*AM5*S8S8TTB(5,8)=AM5*S3S8TTB(5,9)=AM3*S4
BTB(5,10)=2.*AM5*S7S8TTB(5,11)=(AM3+AM5)*S8S8TTB(5,12)=2.*AM3*S9
BTB(6,6)=4.*AM5*S9S8TTB(6,8)=2.*AM5*S4S8TTB(6,10)=4.*AM5*S8
BTB(6,11)=2.*AM5*S9S8TTB(8,8)=AM5*S2S8TTB(8,10)=2.*AM5*S3
BTB(8,11)=AM5*S4S8TTB(9,9)=AM4*S2S8TTB(9,11)=AM4*S3
BTB(9,12)=2.*AM4*S4S8TTB(10,10)=4.*AM5*S7S8TTB(10,11)=2.*AM5*S8
BTB(11,11)=AM4*S7+AM5*S9S8TTB(11,12)=2.*AM4*S8
BTB(12,12)=4.*AM4*S9
88 DO 25 IP=1,113IP1=IP+1SDO 25 IQ=IP1,12
25 BTB(IQ,IP)=BTB(IP,IQ)SII=1SIJ=3SIK=5SJM=4SJK=6SKM=2SAM(1,1)=1.
AM(1,2)=R(II)SAM(1,3)=Z(II)SAM(1,4)=AM(1,2)*AM(1,2)
AM(1,5)=AM(1,2)*AM(1,3)SAM(1,6)=AM(1,3)*AM(1,3)SAM(2,1)=1.
AM(2,2)=(R(II)+R(IJ))*0.5SAM(2,3)=(Z(II)+Z(IJ))*0.5
AM(2,4)=AM(2,2)*AM(2,2)SAM(2,5)=AM(2,2)*AM(2,3)
AM(2,6)=AM(2,3)*AM(2,3)SAM(3,1)=1.SAM(3,2)=R(IJ)SAM(3,3)=Z(IJ)
AM(3,4)=AM(3,2)*AM(3,2)SAM(3,5)=AM(3,2)*AM(3,3)
AM(3,6)=AM(3,3)*AM(3,3)SAM(4,1)=1.SAM(4,2)=(R(IJ)+R(IK))*0.5
AM(4,3)=(Z(IJ)+Z(IK))*0.5SAM(4,4)=AM(4,2)*AM(4,2)
AM(4,5)=AM(4,2)*AM(4,3)SAM(4,6)=AM(4,3)*AM(4,3)SAM(5,1)=1.
AM(5,2)=R(IK)SAM(5,3)=Z(IK)SAM(5,4)=AM(5,2)*AM(5,2)
AM(5,5)=AM(5,2)*AM(5,3)SAM(5,6)=AM(5,3)*AM(5,3)SAM(6,1)=1.
AM(6,2)=(R(II)+R(IK))*0.5SAM(6,3)=(Z(II)+Z(IK))*0.5
AM(6,4)=AM(6,2)*AM(6,2)SAM(6,5)=AM(6,2)*AM(6,3)
AM(6,6)=AM(6,3)*AM(6,3)SR(KM)=AM(2,2)SZ(KM)=AM(2,3)SR(IM)=AM(4,2)
Z(IM)=AM(4,3)SR(JM)=AM(6,2)SZ(JM)=AM(6,3)
CALL MINV(AM,6,0,MAT1+MAT2)SDO 6 I=1,12SDO 6 J=1,12
6 A(I,J)=0.SDO 7 I=1,6SDO 7 J=1,6SA1(I,J)=AM(I,J)
7 A(I+6,J+6)=A1(I,J)SDO 27 IP=1,12SDO 27 IQ=1,12SBK(IP,IQ)=0.
DO 26 IR=1,12
26 BK(IP,IQ)=BK(IP,IQ)+BTB(IP,IR)*A1(IR,IQ)
27 CONTINUESDO 29 IP=1,12SDO 29 IQ=1,12SAK(IP,IQ)=0.SDO 28 IR=1,12
28 AK(IP,IQ)=AK(IP,IQ)+A1(IR,IP)*BK(IR,IQ)
29 CONTINUE
DO 30 I=1,6SDO 30 J=1,12SK=2*I-1SM=2*I+1SA(K,J)=AK(I,J)
30 A(M,J)=AK(I+6,J)SDO 31 I=1,6SDO 31 J=1,12SK=2*I-1SM=2*I
AK(J,K)=A1(J,I)
31 AK(J,M)=A1(J,I+6)
SURF=(R(3)-R(1))*Z(5)-Z(1)-(Z(3)-Z(1))*R(5)-R(1))/2.
IF(SURF.LT.0.160 TO 99 SDO 32 I=1,12SDO 32 J=1,12
32 AK(I,J)=AK(I,J)
99 GO TO(100,100,200),IEC
100 A=ABS(SURF)*H(6)/3. S DO 101 I=3,11,4
101 FV(I)=A S A=ABS(SURF)*H(7)/3. S DO 102 I=4,12,4
102 FV(I)=A S RETURN
200 A=-SQRT(H(6)*H(6)+H(7)*H(7))*ABS(SURF)/60.
FV(2)=A*(2.*R(1)-R(3)-R(5)) S FV(6)=A*(2.*R(3)-R(1)-R(5))
FV(10)=A*(2.*R(5)-R(1)-R(3)) S FV(4)=A*(8.*R(1)+8.*R(3)+4.*R(5))
FV(8)=A*(8.*R(3)+8.*R(5)+4.*R(1))SFV(12)=A*(8.*R(5)+8.*R(1)+4.*R(3))
RETURN
END

```



```

SUBROUTINE RTRI3(X,Y,RP,NRANG,AL,U,FV,IEC)
DIMENSION X(1),Y(1),RP(NRANG-1),AL(1),U(12,12),NUS(24),NS(6)
DIMENSION FV(1),FA(12)
COMMON/TAB/81D(468),XA(6),YA(6),AM(8,8)
DATA NUS/1,2,3,11,9,10,3,4,5,12,9,11,5,6,7,13,9,12,7,8,1,10,9,13/
X(10)=0.5*(X(1)+X(9))SY(10)=0.5*(Y(1)+Y(9))
X(11)=0.5*(X(3)+X(9))SY(11)=0.5*(Y(3)+Y(9))
X(12)=0.5*(X(5)+X(9))SY(12)=0.5*(Y(5)+Y(9))
X(13)=0.5*(X(7)+X(9))SY(13)=0.5*(Y(7)+Y(9))
NAVE=13NAPE=9NEG=43NNE=6
NVAV=2*NAVESNVNE=2*NNESNVE=2*(NAVE-NAPE)SNVAP=2*NAPE
DO 15 I=1,NVAV & FV(I)=0. & DO 15 J=1,NVAV
15 RP(I,J)=0. & DO 10 NTET=1,NEG&K=NNE*(NTET-1)SDO 1 I=1,NNE
J=I+K & NS(I)=NUS(J)&II=NS(I)&XA(I)=X(II)
1 YA(I)=Y(II) & CALL RTRI6(XA,YA,U,NVNE,AL,FA,IEC)
DO 2 I=1,NNE & II=NS(I) & FV(2*II-1)=FV(2*II-1)+FA(2*I-1)
2 FV(2*II)=FV(2*II)+FA(2*I)
CALL RAIPART(NAPE,RP,NRANG,U,NVNE,NS,2)
10 CONTINUE
CALL ELIMIN(RP,NRANG,AM,NVE,NVAV,FV)
RETURN
END

```

```
SUBROUTINE RAIPART(NSP,RP,NRANGP,RE,NRANGE,NS,ICLAS)
DIMENSION NS(1),RP(NRANGP,NRANGP),RE(NRANGE,NRANGE)
NSE=NRANGE/2
GO TO (1,2),ICLAS
1 DO 10 I=1,NRANGE$INS=(I-1)/NSE+1$NSI=I-NSE*(INS-1)
IA=NS(NSI)+(INS-1)*NSP SDO 10 J=1,NRANGE $JNS=(J-1)/NSE+1
NSN=J-NSE*(JNS-1)$IB=NS(NSN)+(JNS-1)*NSP
10 RP(IA,IB)=RP(IA,IB)+RE(I,J) S GO TO 30
2 DO 20 I=1,NRANGE$INS=(I-1)/2+1$IA=2*NS(INS) +I-2*INS
DO 20 J=1,NRANGE$JNS=(J-1)/2+1$IB=2*NS(JNS) +J-2*JNS
20 RP(IA,IB)=RP(IA,IB)+RE(I,J)
30 RETURN
END
```

```
SUBROUTINE FICRAI(NS,NEL,RP,NRANG,U,NBFICH,NPF)
DIMENSION NEL(1),RP(NRANG,1),U(1)
NDIM=2*NSSIP+0$NCOF=NDIM*(NDIM+1)/2
DO 1 J=1,NSSI=NEL(J)$IA=2*(J-1)$IB=2*J
DO 202 NT=1,2$II=IA+NT
DO 204 K=1,NDIM$KA=(K-1)/2$KB=KA+1$N=2*NEL(KB)-1$K=2*KA-NT+1
IF(M)204,204,200
200 IP=IP+1$U(IP)=RP(II,K)
204 CONTINUE
202 CONTINUE
1 CONTINUE
DO 1000 NF=1,NBFICH$DO 100 J=1,NSSI=NEL(J)$NUF=(I-1)/NPF+1
IF(NF-NUF)100,2,100
100 CONTINUE $ GO TO 1000
2 WRITE(NUF)(U(M),M=1,NCOF)
1000 CONTINUE
RETURN
END
```

```

SUBROUTINE RAIGLOB(U,F,NBFICH,S,NEB,NBLOC,LB,NPF,EM1)
DIMENSION U(1),S(1),EM1(1)
COMMON/ELEM/NSTY(30),NEL(20),NAL(20)
DO 4 I=1,NBFICH
4  REWIND I
   NC=2*LB*NPF/SNB=NEB*LB $ NBLOC=2*NPF/NEB
   DC 1000 NF=1,NBFICH$IDEB=(NF-1)*NPF$I=0
90  I=I+1$IF(I-NC)80,80,500
80  S(I)=0.$GO TO 90
500 READ(12)NTYPE,IMAT,NREP1,IPAS1,NREP2,IPAS2,NAL,RR,RV
   IF(NTYPE-99)17,1,17
17  NSOM=NSTY(NTYPE)$DO 2 NE2=1,NREP2
   DO 2 NE1=1,NREP1$DO 3 J=1,NSOM
3   NEL(J)=NAL(J)+IPAS1*(NE1-1)+IPAS2*(NE2-1)
   IF(EM1(IMAT),EQ,0)$GO TO 2
   NDIM=2*NSOM$NCOF=NDIM*(NDIM+1)/2
   DO 100 J=1,NSOM$NEL(J)$NUF=(I-1)/NPF+1$IF(NF-NUF)100,120,100
100 CONTINUE$GO TO 2
120 READ(NUF)(U(M),M=1,NCOF)$IP=0$DO 10 J=1,NSOM$NEL(J)$IA=2*(J-1)
   I3=2*$ISNQ=1-IDEBSNA=2*NQ-3$NUF=(I-1)/NPF+1$DO 202 NT=1,2$II=IA+NT
   DO 204 K=1,NDIM$KA=(K-1)/2$KB=KA+ISM=2*NEL(KB)-13*K-2*KA+NT+1
   IF(M)204,204,200
200 IP=IP+1$IF(NF.NE.NUF)60 TO 204$IR=(MA+NT)*LB+MSS(IR)=S(IR)+U(IP)
204 CONTINUE
202 CONTINUE
10  CONTINUE
2  CONTINUE
   $ 60 TO 500
1  REWIND 12$ DO 50 K=1,NBLOC$MA=(K-1)*NB+1$MB=MA+NB-1
50  WRITE(13)(S(M),M=MA,MB)
1000 CONTINUE $ REWIND 13
   RETURN
   END

```

```

SUBROUTINE CONLIM(X,Y,U,F,NEB,NVAR)
DIMENSION X(1),Y(1),U(1),F(1),RP(1)
DIMENSION XA(9),YA(9),FA(27),NSOM(9),N(13)
DATA NSOM/2,2,2,3,3,3,6,6/
900 FORMAT(12,F10.0,F11.0,13I4)
NPOINT=NVAR/250-1.E+10 $ NCU=(NVAR-1)/NEB+1) *NEB   SPRINT 899
899 FORMAT(1H0,40X,22HCONDITIONS AUX LIMITE5,///)
DO 9000 I=1,NCU $ U(I)=0.
9000 U(I+NCU)=0.
1000 READ 900,ICODE,A,B,N
DO 110 J=1,13 $ IF(N(J).EQ.0)N(J)=1
110 CONTINUE $ IF(ICODE-99)1001,1002,1001
1001 INDEX=(ICODE-1)/10+1$ICODE=ICODE-10*(INDEX-1)
IDEB=N(1) $ IFIN=N(2) $ IPAS=N(3)
CALL ECRITCL(A,B,N,ICODE,INDEX)
IF(INDEX-1)100,100,200
100 GO TO(1,2,3,4,5,6,7,8),ICODE
1 DO 101 I=IDEB,IFIN,IPASU(2*I-1)=U(2*I-1)+6
101 F(2*I-1)=6*A+F(2*I-1) $ GO TO 1000
2 DO 102 I=IDEB,IFIN,IPAS $ U(2*I)=U(2*I)+6
102 F(2*I)=6*A+F(2*I) $ GO TO 1000
3 DO 103 I=1,NPOINTSIF(X(I).EQ.A)U(2*I-1)=U(2*I-1)+6
103 CONTINUE $ GO TO 1000
4 DO 104 I=1,NPOINTSIF(Y(I).EQ.A)U(2*I)=U(2*I)+6
104 CONTINUE $ GO TO 1000
5 DO 105 I=1,NPOINT $ IF(X(I).EQ.A)U(2*I-1)=U(2*I-1)+6
IF(Y(I).EQ.B)U(2*I)=U(2*I)+6
105 CONTINUE $ GO TO 1000
6 DO 106 I=IDEB,IFIN,IPAS
106 F(2*I-1)=F(2*I-1)+A $ GO TO 1000
7 DO 107 I=IDEB,IFIN,IPAS
107 F(2*I)=F(2*I)+A $ GO TO 1000
8 DO 108 I=IDEB,IFIN,IPAS$ I2=2*I-1$ I1=I2-1$ U(I2)=U(I2)+6*A*A
U(I1)=U(I1)+6$ U(NCU+I2)=U(NCU+I2)-6*A
108 CONTINUE $ GO TO 1000
200 NS=NSOM(ICODE)$ NREP1=N(NS+1)$ IPAS1=N(NS+2)$ NREP2=N(NS+3)
IPAS2=N(NS+4)
IGROUPE=INDEX-1
DO 201 J2=1,NREP2 $ DO 201 J1=1,NREP1
IPAS=IPAS1*(J1-1)+IPAS2*(J2-1)
DO 202 J3=1,N$ NSMN=N(J3)+IPAS$ XA(J3)=X(NN)
202 YA(J3)=Y(NN) $ GO TO(300,400,500,600,700),IGROUPE
300 GO TO(11,12,13,14,15,16,17),ICODE
11 CALL PNTRI3(XA,YA,A,FA,1) $ GO TO 205
12 CALL PNTRI3(XA,YA,A,FA,2) $ GO TO 205
13 CALL PNTRI3(XA,YA,A,FA,3) $ GO TO 205
14 CALL PNTRI6(XA,YA,A,FA) $ GO TO 205
15 CALL PNTRI6(XA,YA,A,FA) $ GO TO 205
16 CALL PNTRI6R(XA,YA,A,FA) $ GO TO 205
17 CALL PNC00(XA,YA,A,FA) $ GO TO 205
400 GO TO 1002
500 GO TO(31,32,33,34,35,36,37),ICODE
31 CALL PPC3(XA,YA,A,B,FA,1) $ GO TO 205
32 CALL PPC3(XA,YA,A,B,FA,2) $ GO TO 205
33 CALL PPC3(XA,YA,A,B,FA,3) $ GO TO 205
34 CALL PP6(XA,YA,A,B,FA,1) $ GO TO 205
35 CALL PP6(XA,YA,A,B,FA,2) $ GO TO 205
36 CALL PP6(XA,YA,A,B,FA,3) $ GO TO 205
37 CALL PPC00(XA,YA,A,B,FA) $ GO TO 205
600 GO TO (47,47,47,47,47,47,47,48),ICODE
47 CALL PPHC00(XA,YA,A,B,FA,1) $ GO TO 205
48 CALL PPHC00(XA,YA,A,B,FA,2) $ GO TO 205
700 GO TO (54,54,54,54),ICODE
54 CALL PPCY56(XA,YA,A,B,FA) $ GO TO 205

```

205 DO 206 J3=1+NS5NN=N(J3)+IPASSN2=2*MMF(N2-1)+F(N2-1)+FA(2*J3-1)
206 F(N2)=F(N2)+FA(2*J3)
201 CONTINUE \$ GO TO 1000
1002 RETURN
END

```

SUBROUTINE ECRITCL(A,B,N,ICODE,INDEX)
DIMENSION N(13)
IDEB=N(1) $ IFIN=N(2) $ IPAS=N(3)
GO TO(100,200,300,400,500,600),INDEX
100 GO TO(1,2,3,4,5,6,7,8),ICODE
1 PRINT 501,ICODE,IDEB,IFIN,IPAS,A $ GO TO 1000
2 PRINT 502,ICODE,IDEB,IFIN,IPAS,A $ GO TO 1000
3 PRINT 503,ICODE,A $ GO TO 1000
4 PRINT 504,ICODE,A $ GO TO 1000
5 PRINT 505,ICODE,A,B $ GO TO 1000
6 PRINT 506,ICODE,IDEB,IFIN,IPAS,A $ GO TO 1000
7 PRINT 507,ICODE,IDEB,IFIN,IPAS,A $ GO TO 1000
8 PRINT 508,A,IPAS,IDEB,IFIN $ GO TO 1000
501 FORMAT(1H0,20X,7HCODE = ,I4,5X,25HDEPLACEMENT U IMPOSE POUR,2X,
23(I4,3X),4HU = ,F12.0)
502 FORMAT(1H0,20X,7HCODE = ,I4,5X,25HDEPLACEMENT V IMPOSE POUR,2X,
23(I4,3X),4HV = ,F12.0)
503 FORMAT(1H0,20X,7HCODE = ,I4,5X,30HDEPLACEMENT U IMPOSE POUR TOUS L
LES X =,F10.0)
504 FORMAT(1H0,20X,7HCODE = ,I4,5X,30HDEPLACEMENT V IMPOSE POUR TOUS L
LES Y =,F10.0)
505 FORMAT(1H0, 1X,7HCODE = ,I4,5X,38HDEPLACEMENT U IMPOSE POUR TOUS L
LES X =,F10.0,10X,38HDEPLACEMENT V IMPOSE POUR TOUS LES Y =,F10.0)
506 FORMAT(1H0,20X,7HCODE = ,I4,5X,21HFORCE FX IMPOSEE POUR,2X,
13(I4,3X),5HFX = ,F12.0)
507 FORMAT(1H0,20X,7HCODE = ,I4,5X,21HFORCE FY IMPOSEE POUR,2X,
13(I4,3X),5HFY = ,F12.0)
508 FORMAT(1H0, 1X,*DEPLACEMENT OBLIQUE SUIVANT LA DIRECTION TETA
STANGENTE TETA= *,F10.5,*TOUS LES*,I4,* POINTS DU POINT*,I4,* AU PO
INT *,I5)
200 GO TO(21,22,23,24,25,26,27),ICODE
21 PRINT 601,A $ GO TO 1000
22 PRINT 602,A $ GO TO 1000
23 PRINT 603,A $ GO TO 1000
24 PRINT 701,A $ GO TO 1000
25 PRINT 702,A $ GO TO 1000
26 PRINT 703,A $ GO TO 1000
27 PRINT 704,A $ GO TO 1000
601 FORMAT(1H0,20X,5X,11HPRESSION = ,F10.5, 11X,47HPROBLEME CO
2NTRAINTE PLANE,TRIANGLE A 3 POINTS )
602 FORMAT(1H0,20X,5X,11HPRESSION = ,F10.5, 11X,48HPROBLEME EN
1DEFORMATION PLANE,TRIANGLE A 3 POINTS)
603 FORMAT(1H0,20X,5X,11HPRESSION = ,F10.5, 11X,42HPROBLEME AX
11XYMETRIQUE,TRIANGLE A 3 POINTS)
701 FORMAT(1H0,20X,5X,11HPRESSION = ,F10.5, 11X,47HPROBLEME CO
2NTRAINTE PLANE,TRIANGLE A 6 POINTS )
702 FORMAT(1H0,20X,5X,11HPRESSION = ,F10.5, 11X,48HPROBLEME EN
1DEFORMATION PLANE,TRIANGLE A 6 POINTS)
703 FORMAT(1H0,20X,5X,11HPRESSION = ,F10.5, 11X,42HPROBLEME AX
11XYMETRIQUE,TRIANGLE A 6 POINTS)
704 FORMAT(1H0,20X,5X,11HPRESSION = ,F10.5,11X,5HCOQUE)
300 GO TO 1000
400 GO TO(41,42,43,44,45,46,47),ICODE
41 PRINT 801,IDEB,IFIN,IPAS, A, B $ GO TO 1000
42 PRINT 802,IDEB,IFIN,IPAS, A, B $ GO TO 1000
43 PRINT 803,IDEB,IFIN,IPAS, A, B $ GO TO 1000
44 PRINT 804,IDEB,IFIN,IPAS, A, B $ GO TO 1000
45 PRINT 805,IDEB,IFIN,IPAS, A, B $ GO TO 1000
46 PRINT 806,IDEB,IFIN,IPAS, A, B $ GO TO 1000
47 PRINT 807,A,B $ GO TO 1000
801 FORMAT(1H0,20X,90HPRESSION VARIANT PROPORTIONNELLEMENT A Z POUR LE
1 TRIANGLE A 3 POINTS - EN CONTRAINTE PLANE/1H ,33X,3(I4,3X),3HA = ,
2F12.5,10X,3HB= ,F12.5)
804 FORMAT(1H0,20X,90HPRESSION VARIANT PROPORTIONNELLEMENT A Z POUR LE

```

```
1 TRIANGLE A 6 POINTS - EN CONTRAINTE PLANE/1M ,33X,3(I4,3X),3HA= ,
2F12.5,10X,3HB= ,F12.5)
802 FORMAT(1M0,20X,91MPRESSION VARIANT PROPORTIONNELLEMENT A Z POUR LE
1 TRIANGLE A 3 POINTS - EN DEFORMATION PLANE/1M ,33X,3(I4,3X),3HA=
2,F12.5,10X,3HB= ,F12.5)
805 FORMAT(1M0,20X,91MPRESSION VARIANT PROPORTIONNELLEMENT A Z POUR LE
1 TRIANGLE A 6 POINTS - EN DEFORMATION PLANE/1M ,33X,3(I4,3X),3HA=
2,F12.5,10X,3HB= ,F12.5)
803 FORMAT(1M0,20X,96MPRESSION VARIANT PROPORTIONNELLEMENT A Z POUR LE
1 TRIANGLE A 6 POINTS - EN PROBLEME AXISYMETRIQUE/1M ,33X,3(I4,3X),
23HA= ,F12.5,10X,3HB= ,F12.5)
806 FORMAT(1M0,20X,96MPRESSION VARIANT PROPORTIONNELLEMENT A Z POUR LE
1 TRIANGLE A 3 POINTS - EN PROBLEME AXISYMETRIQUE/1M ,33X,3(I4,3X),
23HA= ,F12.5,10X,3HB= ,F12.5)
807 FORMAT(1M0,25X,11MPRESSION = ,F10.3,3M * ,F10.3, 2M*Y,3X,5MCOQUE)
500 GO TO(57,57,57,57,57,57,57,57,57,57),ICODE
57 PRINT 107,A,B $ GO TO 1000
58 PRINT 108,A,B $ GO TO 1000
107 FORMAT(1M0,20X,31MPRESSION HORIZONTALE COQUE A= ,F12.5,5X,
13HB= ,F12.5)
108 FORMAT(1M0,20X,31MPRESSION VERTICALE COQUE A= ,F12.5,5X,
13HB= ,F12.5)
600 GO TO(64,64,64,64),ICODE
64 PRINT 204,IDEB,IFIN,IPAS,A,B $ GO TO 1000
204 FORMAT(1M0,20X,31MCISAILLEMENT TRIANGLE 6 POINTS ,3(I4,3X),
13HA= ,F12.5,3HB= ,F12.5)
1000 RETURN
END
```



```
SUBROUTINE PNTRI3(X,Y,P,F,IEC)
DIMENSION X(1),Y(1),F(1)
Y1=Y(1)-Y(2)SX=X(2)-X(1)$ GO TO (21,21,23),IEC
21 P1=-P*0.5 $ P2=P1 $ GO TO 24
23 P1=-P*(X(1)+X(2)/2.)/3. $ P2=-P*(X(1)/2.+X(2))/3.
24 F(1)=P1*Y1SF(3)=P2*Y1SF(2)=P1*X1SF(4)=P2*X1
RETURN
END
```

```
SUBROUTINE PNTRIG(X,Y,P,F)
DIMENSION X(1),Y(1),F(1)
X1=X(3)-X(1) & Y1=Y(1)-Y(3) SP1=-P/6. & P2=-P*2./3.
F(1)=P1*Y1SF(3)=P2*Y1SF(5)=P1*Y1SF(2)=P1*X1SF(4)=P2*X1SF(6)=P1*X1
RETURN
END
```

```
SUBROUTINE PNTRI6R(X,Y,P,F)
DIMENSION X(1),Y(1),F(1)
X1=X(3)-X(1)SY1=Y(1)-Y(3)SP1=-P*X(1)/6,SP2=-P*(X(1)+X(3))/3.
P3=-P*X(3)/6.3F(1)=P1*Y1SF(3)=P2*Y1SF(5)=P3*Y1
F(2)=P1*X1SF(4)=P2*X1SF(6)=P3*X1
RETURN
END
```

```
SUBROUTINE PPC3(X,Y,A,B,F,IEC)
DIMENSION X(1),Y(1),F(1)
Y1=Y(2)-Y(1) S X1=X(1)-X(2) SPI=A+B*Y(1)SPIP=A+B*Y(2)
GO TO (41,41,43),IEC
41 P1=(2.*PI+PIP)/6. S P2=(PI+2.*PIP)/6. S GO TO 44
43 P1=(2.*PI*X(1)+(PI+PIP)*(X(1)+X(2)))/12.
P2=(2.*PIP*X(2)+(PI+PIP)*(X(1)+X(2)))/12.
44 F(1)=P1*Y1 S F(3)=P2*Y1 S F(2)=P1*X1 S F(4)=P2*X1
RETURN
END
```

```
SUBROUTINE PP6(X,Y,A,B,F,IEC)
DIMENSION X(1),Y(1),F(1)
X1=X(1)-X(3)SY1=Y(3)-Y(1)SPI=A+B*Y(1)SPIP=A+B*Y(3)
GO TO (41,41,43),IEC
41 P1=PI/6.SP2=(2.*PI+2.*PIP)/6.SP3=PIP/6.      S GO TO 44
43 P1=(9.*X(1)*PI+X(1)*PIP*X(3)*PI-X(3)*PIP)/60.
P2=(12.*X(1)*PI+8.*X(1)*PIP+8.*X(3)*PI+12.*X(3)*PIP)/60.
P3=(-X(1)*PI+X(1)*PIP+X(3)*PI+9.*X(3)*PIP)/60.
44 F(1)=P1*Y1SF(3)=P2*Y1SF(5)=P3*Y1
F(2)=P1*X1SF(4)=P2*X1SF(6)=P3*X1
RETURN
END
```

33

```
SUBROUTINE PPCIS6 (X,Y,A,B,F)
DIMENSION X(1),Y(1),F(1)
P1 =A+B*Y(1) $ P2=A+B*Y(3)
AL=SQRT((X(3)-X(1))*(X(3)-X(1))+(Y(3)-Y(1))*(Y(3)-Y(1)))
ACOS=(X(3)-X(1))/AL $ ASIN=(Y(3)-Y(1))/AL $ F(1)=P1*ACOS
F(2)=P1*ASIN $ F(5)=P2*ACOS $ F(6)=P2*ASIN $ F(3)=2.*(F(1)+F(5))
F(4)=2.*(F(2)+F(6)) $ DO 1 I=1,6
1 F(I)=F(I)*AL/6. $ RETURN
END
```

```

SUBROUTINE DIREC2(SS,FF,U, NVAR, LB, NEB, NINP, NOUT, NTRAV, NFOIS)
DIMENSION FF(1),U(1),RP(1)
DIMENSION SS(1)
IF(NFOIS-1)5000,5000,5001
5000 NLEC=NINP$NECRIT=NOUT$NECRIF=NTRAV$GO TO 5002
5001 NLEC=NECRIT$NECRIF=NTRAV$NECRIT=NOUT
5002 CONTINUE
C-----RESOLUTION PAR BLOCS LCM NIVEAU 2 OU DISQUE-----
NC=NEB*LB SNEB1=NEB*1 SNBLOC=(LB-1)/NEB*1
NCS=NC*NBLOC$NEF=NEB*NBLOC$NTB=(NVAR-1)/NEB*1$NBFIN=NTB*NBLOC
NVA=NVAR-NEB*NBFIN*NEB $ NV=NVA-1 SLB1=LB-1
NCU=NTB*NEB
DO 2 I=1,NBLOC$MA=(I-1)*NC+1$MB=MA+NC-1
2 READ(NLEC)(SS(M),M=MA,MB)
IF(NFOIS.GT.1)GO TO 200
DO 5 M=1,NEF$ID=(M-1)*LB+1$IF(U(M).NE.0.)SS(ID)=SS(ID)+U(M)
M1=NCU*MS$IF(U(M1).NE.0.)SS(ID+1)=SS(ID+1)+U(M1)
5 CONTINUE
200 CONTINUE
C-----DESCENTE DE LA MATRICE-----
DO 1000 NB=1,NBFIN
MA=NCS+1$MB=NCS+NC$MC=NEF+1$MD=NEF*NEB
READ(NLEC)(SS(M),M=MA,MB)
DO 6 M=MC,MD$ID=(M-1)*NEB$FF(M)=FF(ID+M)
IF(NFOIS.GT.1)GO TO 6 $ IDS=MA+(M-NC)*LBS$N=M+ID
IF(U(N).NE.0.)SS(IDS)=SS(IDS)+U(N)
N1=NCU*NS$IF(U(N1).NE.0.)SS(IDS+1)=SS(IDS+1)+U(N1)
6 CONTINUE
DO 10 I=1,NEB
IL=1*LBS ID=IL-LB1 $ IF(SS(ID))100,10,100
100 IA=I+1$IB=I+LB1$SID=1./SS(ID)
DO 1 J=IA,IB
IH=ID+J-1$JL=J*LBSAA=SS(IH)*SIDSFF(J)=FF(J)-AA*FF(I)
IF(NFOIS.GT.1)GO TO 1 $ KB=JL-IL-J+I
JA=JL-LB1$KF=KB+IL$ DO 111 K=JA,KF$KA=K-KB
111 SS(K)=SS(K)-AA*SS(KA)
1 CONTINUE
10 CONTINUE
IF(NB-NBFIN)1001,1002,1001
1001 IF(NFOIS.EQ.1)WRITE(NECRIT)(SS(M),M=1,NC)
WRITE(NECRIF)(FF(M),M=1,NEB) $ I=0
15 I=I+1$SS(I)=SS(I+NC) $ IF(I.LT.NCS)GO TO 15 $ DO 16 I=1,NEF
16 FF(I)=FF(I+NEB)
1000 CONTINUE
1002 IF(NFOIS.EQ.1)WRITE(NECRIT)(SS(M),M=1,NC)
DO 11 I=NEB1,NV$IL=I*LBSID=IL-LB1$IF(SS(ID))101,11,101
101 SID=1./SS(ID)$IA=I+1$IB=IA+LB-2$NVB=NVA
IF(NVA-IB.GT.0)NVB=IB $DO 4 J=IA,NVBSIH=ID+J-1$AA=SS(IH)*SID
JL=J*LBSFF(J)=FF(J)-AA*FF(I)
IF(NFOIS.GT.1)GO TO 4
KB=JL-IL-J+1$JA=JL-LB1$KF=KB+IL
DO 44 K=JA,KF$KA=K-KB
44 SS(K)=SS(K)-AA*SS(KA)
4 CONTINUE
11 CONTINUE
IF(NFOIS.NE.1)GO TO 8 $NBLOC1=NBLOC+1$DO 7 I=2,NBLOC1
MA=(I-1)*NC+1$MB=MA+NC-1
7 WRITE(NECRIT)(SS(M),M=MA,MB)
8 CONTINUE
NBLOC1=NBLOC+1$DO 25 I=1,NBLOC1
25 BACKSPACE NECRIT
C-----REMONTÉE DE LA MATRICE TRIANGULARISÉE-----
DO 3 I=1,NVAR
3 U(I)=0.

```

```
IDEB=NTB*NEB-NVAR+2SIFIN=(NBLOC+1)*NEBND=(NTB-NBLOC-1)*NEB
I=NVAR-NDSID=(I-1)*LB+1          SIF(SS(ID))23,24,23
23 U(NVAR)=FF(I)/SS(ID)
24 DO 700 IA=IDEB,IFINSI=IFIN+1-IA,NUR=I+NDSID=LB*(I-1)+1
   IF(SS(ID))800,700,800
800 IF(NUR-NVAR+LB)20,20,21
20 JFIN=LB1 $ GO TO 22
21 JFIN=NVAR-NUR
22 DO 9 J=1,JFIN $ K=NUR+JS IK=ID+J
   9 FF(I)=FF(I)-U(K)*SS(IK)
   U(NUR)=FF(I)/SS(ID)
700 CONTINUE$NBFAN=NBFIN-1$IF(NBFIN.EQ.1)60 TO 8000
   DO 7000 NB=1,NBFAN$BACKSPACE NECRIT $ BACKSPACE NECRIF
   READ(NECRIT)(SS(M),M=1,NC)$READ(NECRIF)(FF(M),M=1,NEB)
   DO 701 IA=1,NEBSI=NEB+1-IA$NUR=NEB*(NBFAN-NB)+SID=LB*(I-1)+1
   IF(SS(ID))801,701,801
801 DO 90 J=1,LB1$K=NUR+JSIK=ID+J
   90 FF(I)=FF(I)-U(K)*SS(IK)
   U(NUR)=FF(I)/SS(ID)
701 CONTINUE
   BACKSPACE NECRIT $ BACKSPACE NECRIF
7000 CONTINUE
8000 CONTINUE
   REWIND NECRIT $ REWIND NECRIF
   RETURN
   END
```



```

SUBROUTINE ECRITF(F,NVAR)
DIMENSION F(1)
PRINT 900
900 FORMAT(1H0,///.40X,18NFORCES EXTERIEURES,///)
PRINT 908
908 FORMAT(1H0,129(1H-)/1H ,129HI POINTI FX I FY I+++I POI
INTI FX I FY I+++I POINTI FX I FY I+++I POI
2NTI FX I FY I/1H ,3(7H-----),2(11H-----),4H-----
3),7H-----,2(11H-----),1H-)
NP=NVAR/25LC=(NP-1)/4+1800 502 I=1,LC$IP=2*I-1$IQ=2*I
J=1+LCSJP=2*J-1$JQ=2*J$K=J+LCSKP=2*K-1$KQ=2*K$KSL=K+LCSLP=2*L-1
LQ=2*L $IF( L.GT.NP)GO TO 503
PRINT 1500,I,F(IP),F(IQ),J,F(JP),F(JQ),K,F(KP),F(KQ),L,F(LP),F(LQ)
GO TO 502
503 PRINT 1501,I,F(IP),F(IQ),J,F(JP),F(JQ),K,F(KP),F(KQ)
502 CONTINUE
1500 FORMAT(1H ,3(2HI ,I4,2(3H I ,F8.2),5H I///),2HI ,I4,2(3H I ,F8.2),
12H I)
1501 FORMAT(1H ,2(2HI ,I4,2(3H I ,F8.2),5H I///),2HI ,I4,2(3H I ,F8.2),
12H I)
PRINT 904
904 FORMAT(1H ,129(1H-))
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE ECRITU(U,NVAR)
DIMENSION U(1)
PRINT 910
910 FORMAT(1H0,///,40X,23HVALEUR DES DEPLACEMENTS,///)
PRINT 903
903 FORMAT(1H0,129(1H-)/1H ,129HI POINTI U I V I+++I POI
INTI U I V I+++I POINTI U I V I+++I POI
2NTI U I V I/1H ,3(7H-----),2(11H-----),4H-----
3),7H-----,2(11H-----),)H*)
NP=NVAR/2
LC=(NP-1)/4+13DO 504 I=1,LCSIP=2*I-1SIQ=2*I
J=1+LCSJP=2*J-13JQ=2*JSK=J+LCSKP=2*K-1SKQ=2*KSLE=K+LCSLEP=2*L-1
LQ=2*L
IF(U(IP).EQ.0.)U(IP)=1.E+20
IF(U(IQ).EQ.0.)U(IQ)=1.E+20
IF(U(JP).EQ.0.)U(JP)=1.E+20
IF(U(JQ).EQ.0.)U(JQ)=1.E+20
IF(U(KP).EQ.0.)U(KP)=1.E+20
IF(U(KQ).EQ.0.)U(KQ)=1.E+20
IF(L.GT.NP)60 TO 505
IF(U(LP).EQ.0.)U(LP)=1.E+20
IF(U(LQ).EQ.0.)U(LQ)=1.E+20
PRINT 1502,I,U(IP),U(IQ),J,U(JP),U(JQ),K,U(KP),U(KQ),L,U(LP),U(LQ)
60 TO 504
505 PRINT 1503,I,U(IP),U(IQ),J,U(JP),U(JQ),K,U(KP),U(KQ)
504 CONTINUE
1502 FORMAT(1H ,I4,2(3H I ,F8.3),5H I///),2HI ,I4,2(3H I ,F8.3),
12H I)
1503 FORMAT(1H ,3(2HI ,I4,2(3H I ,F8.3),5H I///),2HI ,I4,2(3H I ,F8.3),
12H I)
PRINT 907
907 FORMAT(1H ,129(1H-))
DO 1 I=1,NVAR
IF(U(I).EQ.1.E+20)U(I)=0.
1 CONTINUE
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE CNTRAIN(X,Y,S,EM1,EM2,RP1,RP2,SH,RO,NVAR,U,SIGMA,
INMAT,IEC)
DIMENSION X(1),Y(1),Z(1),S(1),EM1(1),RP1(1),RO(1),U(1)
DIMENSION EM2(1),RP2(1),SH(1),AL(5)
DIMENSION SIGMA(4,1),V(28),XA(14),YA(14)
COMMON/ELEM/NSTYPE(30),NEL(20),NAL(20)
NCSU=5*NMAT*(NVAR/2) $ DO 65 I=1,NCSU
65 S(I)=0. $ NEL10=0
10 READ(12)NTYPE,IMAT,NREP1,IPAS1,NREP2,IPAS2,NAL,RA,RY
IF(NTYPE-99)17,1,17
17 NSOM=NSTYPE(NTYPE)
DO 2 NE2=1,NREP2$DO 2 NE1=1,NREP1 $ DO 3 J=1,NSOM
3 NEL(J)=NAL(J)+IPAS1*(NE1-1)+IPAS2*(NE2-1)
DO 6 J=1,NSOM$IJ=NEL(J)$XA(J)=X(IJ)$YA(IJ)=Y(IJ)
J1=2*IJ-1$J2=2*IJ$V(2*J-1)=U(J1)
6 V(2*J)=U(J2) $K=IMAT$AL(1)=EM1(K)$AL(2)=RP1(K)$AL(3)=EM2(K)
AL(4)=RP2(K)
4 AL(5)=SH(K) $ IF(AL(1).EQ.0.)60 TO 2
60 TO (21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,
*50,51,52,27),NTYPE
21 IEC=1 $ GO TO 40
22 IEC=2 $ GO TO 40
23 IEC=3 $ GO TO 40
24 IEC=1$GO TO 41
25 IEC=2 $ GO TO 41
26 IEC=3 $ GO TO 41
27 GO TO 2
28 IEC=1$GO TO 42
29 IEC=2$GO TO 42
30 IEC=3$GO TO 42
31 IEC=1$GO TO 43
32 IEC=2$GO TO 43
33 IEC=3$GO TO 43
34 IEC=1 $ CALL CBOULON(XA,YA,V,SIGMA,AL) $ GO TO 20
35 IEC=1 $ GO TO 44
36 IEC=2 $ GO TO 44
37 IEC=1 $ GO TO 45
38 IEC=2 $ GO TO 45
39 IEC=1 $ GO TO 46
40 IEC=2 $ GO TO 46
41 IEC=1 $ GO TO 47
42 IEC=2 $ GO TO 47
40 CALL CTRI3(XA,YA,V,SIGMA,AL,IEC) $ GO TO 20
41 CALL CTRI6(XA,YA,V,SIGMA,AL,IEC) $ GO TO 20
42 CALL CTRI5(XA,YA,V,SIGMA,AL,IEC)$GO TO 20
43 CALL CTRI13(XA,YA,V,SIGMA,AL,IEC)$GO TO 20
44 CALL CCOQ(XA,YA,V,SIGMA,AL,IEC) $ GO TO 20
45 CALL CRACCOQ(XA,YA,V,SIGMA,AL,IEC) $ GO TO 20
46 CALL CRACOR4(XA,YA,V,SIGMA,AL,IEC) $ GO TO 20
47 CALL CCOQ12(XA,YA,V,SIGMA,AL,IEC) $ GO TO 20
20 CALL FICHCON(NEL,NSOM,IMAT,NVAR,SIGMA,S)
2 CONTINUE $ GO TO 10
1 CONTINUE $ REWIND 12
101 RETURN
END

```

```

SUBROUTINE CTR13(X,Y,U,SIGMA,AL,IEC)
DIMENSION X(1),Y(1),SIGMA(4,1),U(1),AL(1)
COMMON/TAB/SIGMB(3),B(3,6),T(3,3),TB(3,6),BB(3),CC(3)
DO 7 I=1,18
7 B(I)=0.
      BB(1)=Y(2)-Y(3)SBB(2)=Y(3)-Y(1)SBB(3)=Y(1)-Y(2)
      CC(1)=X(3)-X(2)SCC(2)=X(1)-X(3)SCC(3)=X(2)-X(1)SB(1,1)=BB(1)
      B(1,3)=BB(2)SB(1,5)=BB(3)SB(2,2)=CC(1)SB(2,4)=CC(2)SB(2,6)=CC(3)
      B(3,1)=CC(1)SB(3,2)=BB(1)SB(3,3)=CC(2)SB(3,4)=BB(2)SB(3,5)=CC(3)
      B(3,6)=BB(3)SDD=CC(3)*BB(2)-CC(2)*BB(3)      SDD=1./DU
      DO 1 I=1,9
1 T(I)=0.
      EN=AL(1)/AL(3)SCA=AL(1)/(1.-AL(2)-2.*EN*AL(4)*AL(4))
      GO TO (11,12),IEC
11 T(1,1)=AL(1)/(1.-EN*AL(4)*AL(4))
      T(1,2)=AL(1)*AL(4)/(1.-EN*AL(4)*AL(4))      ST(2,2)=T(1,1)/EN
      GO TO 13
12 T(1,1)=(1.-EN*AL(4)*AL(4))*CA/(1.-AL(2)) ST(1,2)=AL(4)*CA
      T(2,2)=CA*(1.-AL(2))/EN
13 T(2,1)=T(1,2)S T(3,3)=AL(5)
      DO 2 I=1,3SDD 2 J=1,6STB(I,J)=0.SDD 2 K=1,3
2 TB(I,J)=TB(I,J)+T(I,K)*B(K,J)
      DO 3 I=1,3 S SIGMB(I)=0.SDD 3 K=1,6
3 SIGMB(I)=SIGMB(I)+TB(I,K)*U(K)S DO 4 I=1,3 S DO 4 J=1,3
4 SIGMA(I,J)=SIGMB(I)*DD
      DO 6 J=1,3SSIGMA(4,J)=(EN*AL(4)*SIGMB(2)+SIGMB(1)*AL(2))*DD
      IF(IEC.EQ.1)SIGMA(4,J)=0.
6 CONTINUE
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE CTRI6(XX,YY,U,SIGMA,AL,IEC)
DIMENSION XX(1),YY(1),U(1),AL(1),SIGMA(4,6),I(6),J(6)
COMMON/TAB/X(3),Y(3),T(4,4),A(3),B(3),BB(4,12),TB(4,12)
DIMENSION EM1(1),EM2(1),RP1(1),RP2(1),SM(1),RO(1)
REAL L(3)
DATA I/1,2,3,3/
DATA J/1,2,2,3,3,1/
IMAT=ISEM1(1)=AL(1)SEM2(1)=AL(3)SRP1(1)=AL(2)SRP2(1)=AL(4)
T(1,3)=T(1,4)=T(2,3)=T(2,4)=T(3,1)=T(3,2)=T(3,4)=0.
T(4,1)=T(4,2)=T(4,3)=T(4,4)=0.      SSM(1)=AL(5)
DO 109 II=1,4 $ DO 109 JJ=1,6
109 SIGMA(II,JJ)=0.
X(1)=XX(1)SX(2)=XX(3)SX(3)=XX(5)SY(1)=YY(1)SY(2)=YY(3)SY(3)=YY(5)
A(1)=Y(2)-Y(3) $ A(2)=Y(3)-Y(1) $ A(3)=Y(1)-Y(2)
B(1)=X(3)-X(2) $ B(2)=X(1)-X(3) $ B(3)=X(2)-X(1)
EN=EM1(IMAT)/EM2(IMAT)
CA=EM1(IMAT)/(1.-RP1(IMAT))-2.*EN*RP2(IMAT)*RP2(IMAT)
GO TO (11,12,12),IEC
11 T(1,1)=EM1(IMAT)/(1.-EN*RP2(IMAT)*RP2(IMAT))
T(1,2)=EM1(IMAT)*RP2(IMAT)/(1.-EN*RP2(IMAT)*RP2(IMAT))
T(2,1)=T(1,2) $ T(2,2)=T(1,1)/LM $ T(3,3)=SM(IMAT) $ GO TO 13
12 T(1,1)=(1.-EN*RP2(IMAT)*RP2(IMAT))*CA/(1.+RP1(IMAT))
T(1,2)=RP2(IMAT)*CA $ T(2,1)=T(1,2)ST(2,2)=CA*(1.-RP1(IMAT))/EN
T(3,3)=SM(IMAT) $ GO TO (13,13,3),IEC
3 T(4,1)=CA*(RP1(IMAT)+EN*RP2(IMAT)*RP2(IMAT))/(1.+RP1(IMAT))
T(1,4)=T(4,1) $ T(4,4)=T(1,1)ST(2,4)=T(1,2)ST(4,2)=T(2,4)
13 CONTINUE $ DELTA=0. $ DO 2 K=1,3
2 DELTA=DELTA*X(K)*A(K)
DO 56 K=1,3 $ A(K)=A(K)/DELTA
56 B(K)=B(K)/DELTA
DO 50 NNN=1,6 $ DO 52 K=1,3
52 L(K)=0. $ IN=I(NNN) $ JN=J(NNN) $ IF(IN-JN)53,54,53
54 L(IN)=1. $ GO TO 55
53 L(IN)=0.5 $ L(JN)=0.5 $ GO TO 55
55 DO 1 II=1,4 $ DO 1 JJ=1,12
1 BB(II,JJ)=0. $ SR=0. $ DO 14 K=1,3
14 R=R+X(K)*L(K) $ IND=1 $ IF(R.EQ.0.)IND=2
DO 4 K=1,6 $ M=2*(K-1) $ IK=I(K) $ JK=J(K) $ IF(IK-JK)6,5,6
5 CK=4.*L(IK)-1.$BB(1,M+1)=CK*A(IK)$BB(2,M+2)=CK*B(IK)
GO TO (7,7,28),IEC
28 GO TO(18,21),IND
21 BB(4,M+1)=BB(1,M+1) $ GO TO 7
18 BB(4,M+1)=L(IK)*(2.*L(IK)-1.)/R $ GO TO 7
6 BB(1,M+1)=4.*(L(IK)*A(JK)+L(JK)*A(IK))
BB(2,M+2)=4.*(L(IK)*B(JK)+L(JK)*B(IK)) $ GO TO(7,7,29),IEC
29 GO TO (19,21),IND
19 BB(4,M+1)=4.*L(IK)*L(JK)/R
7 BB(3,M+1)=BB(2,M+2)$BB(3,M+2)=BB(1,M+1)
4 CONTINUE $ DO 8 K=1,4 $ DO 8 M=1,12 $ TB(K,M)=0. $ DO 8 N=1,4
8 TB(K,M)=TB(K,M)+T(K,N)*BB(N,M)
DO 51 II=1,4 $ SIGMA(II,NNN)=0. $ DO 51 KK=1,12
51 SIGMA(II,NNN)=SIGMA(II,NNN)+TB(II,KK)*U(KK)
GO TO (50,62,50),IEC
62 SIGMA(4,NNN)=EN*RP2(IMAT)*SIGMA(2,NNN)+SIGMA(1,NNN)*RP1(IMAT)
50 CONTINUE
RETURN
END

```

```
SUBROUTINE CTRIS(X,Y,U,SIGMA,AL,IEC)
DIMENSION X(1),Y(1),AL(1),SIGMA(4,1),U(1),NUS(12)
COMMON/TAB/BID(54),XA(3),YA(3),V(6),SIGMAB(4,3),DIV(5),AH(2,9)
DATA NUS/1,2,5+2,3+5,3+4,5+4,1,5/
X(5)=0.25*(X(1)+X(2)+X(3)+X(4))BY(5)=0.25*(Y(1)+Y(2)+Y(3)+Y(4))
NAVE=5 $ NAPE=4 $ NNE=3
NVAV=2*NAVE$NVNE=2*NNE$NVE=2*(NAVE-NAPE)$NVAP=2*NAPE
DO 1 I=1,NAVE$DIV(I)=0.$DO 1 J=1,4
1 SIGMA(J,I)=0.$READ (31)AH$DO 3 I=1,NVESU(I+NVAP)=AH(I,NVAP+1)
DO 3 J=1,NVAP
3 U(I+NVAP)=U(I+NVAP)-AH(I,J)*U(J)$DO 10 NTET=1,NEG
K=NNE*(NTET-1)$DO 2 I=1,NNESJ=I+KSII=NUS(J)
XA(I)=X(II)$YA(I)=Y(II)$V(2*I-1)=U(2*II-1)
2 V(2*I)=U(2*II)$ CALL CTRIS(XA,YA,V,SIGMAB,AL,IEC)
DO 11 I=1,NNESM=I+KSII=NUS(M)$DIV(II)=DIV(II)+1.$DO 11 J=1,4
11 SIGMA(J,II)=SIGMA(J,I)+SIGMAB(J,I)
10 CONTINUE
DO 13 I=1,NAPE$DO 13 J=1,4
13 SIGMA(J,I)=SIGMA(J,I)/DIV(I)
RETURN
END
```

```

SUBROUTINE CTRI13(X,Y,U,SIGMA,AL,IEC)
DIMENSION X(1),Y(1),AL(1),SIGMA(4,1),U(1),NUS(24)
COMMON/TAB/BID(150),XA(6),YA(6),V(12),SIGMAB(4,6),DIV(13),
1AM(8,19)
DATA NUS/1,2,3,11,9,10,3,4,5,12,9,11,5,6,7,13,9,12,7,8,1,10,9,13/
X(10)=0.5*(X(1)+X(9))SY(10)=0.5*(Y(1)+Y(9))
X(11)=0.5*(X(3)+X(9))SY(11)=0.5*(Y(3)+Y(9))
X(12)=0.5*(X(5)+X(9))SY(12)=0.5*(Y(5)+Y(9))
X(13)=0.5*(X(7)+X(9))SY(13)=0.5*(Y(7)+Y(9))
NAVE=133NAPE=9SNEG=4SNNE=6
NVAV=2*NAVE3NVNE=2*NNESNVE=2*(NAVE-NAPE)SNVAP=2*NAPE
DO 1 I=1,NAVESDIV(I)=0.5DO 1 J=1,4
1 SIGMA(J,I)=0.5READ (31)AMSDO 3 I=1,NVESU(I+NVAP)=AM(I,NVAP+1)
DO 3 J=1,NVAP
3 U(I+NVAP)=U(I+NVAP)-AM(I,J)*U(J)SDO 10 NTET=1,NEG
K=NN*(NTET-1)SDO 2 I=1,NNESJ=I+KSII=NUS(J)
XA(I)=X(II)SYA(I)=Y(II)SV(2*I-1)=U(2*II-1)
2 V(2*I)=U(2*II)S CALL CTRI6(XA,YA,V,SIGMAB,AL,IEC)
DO 11 I=1,NNESH=I+KSII=NUS(N)SDIV(II)=DIV(II)+1.5DO 11 J=1,4
11 SIGMA(J,II)=SIGMA(J,II)+SIGMAB(J,I)
10 CONTINUE
DO 13 I=1,NAPESDO 13 J=1,4
13 SIGMA(J,I)=SIGMA(J,I)/DIV(I)
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE FICHCON(NEL,NSOM,IMAT,NVAR,SIGMA,S)
DIMENSION NEL(1),SIGMA(4,1),S(1)
NB=(IMAT-1)*5*(NVAR/2)SDO 1 I=1,NSOM & N=NEL(I) & DO 2 J=1,4
M=5*(N-1)+J+NB
2 S(M)=S(N)+SIGMA(J,I)SNCOMP=5*N+NBSS(NCOMP)=S(NCOMP)+1.
IF(SIGMA(1,I).EQ.1.E+20)S(NCOMP)=0.
1 CONTINUE
RETURN
END
```



```

SUBROUTINE SORTIE(X,Y,S,NVAR,NMAT,IEC)
DIMENSION X(1),Y(1),Z(1),S(1)
NP=NVAR/25NA=5*NPSDD 1 IMAT=1,NMATSDO 2 N=1,NP
NCOMP=5*N*(IMAT-1)*NA
IF(SINCOMP).EQ.0.)GO TO 25SN=1./S(NCOMP)SDO 4 J=1,4
M=5*(N-1)+J*(IMAT-1)*NA
4 S(M)=S(M)*SN
2 CONTINUE
1 CONTINUE
200 READ 900,IMAT,A,B,QP1,QP2
IF(IMAT.EQ.99)GO TO 20SDO 100 N=1,NP
MA=5*(N-1)+(IMAT-1)*NA+1
P=A*B*Y(N) $ S(MA)=S(MA)+P*QP1
S(MA+1)=S(MA+1)*P $ S(MA+3)=S(MA+3)+P*QP2
100 CONTINUE
GO TO 200

900 FORMAT(I2,8X,4F10.0)
20 CONTINUE
DO 300 IMAT=1,NMATSPRINT 1001,IMAT
GO TO (21,21,23),IEC
21 PRINT 1003 $ GO TO 22
23 PRINT 1004 $ GO TO 22
1003 FORMAT(1H ,5X,54(1H-),16X,54(1H-)/1H ,5X,54HI POINTS I SIGMA X I
1 SIGMA Y I TAU XY I SIG.PERP.I,16X,54HI POINTS I SIGMA X I SIG
2MA Y I TAU XY I SIG.PERP.I/1H ,5X,10H+-----,4(11H-----
3),16X,10H+-----,4(11H-----))
1004 FORMAT(1H ,5X,54(1H-),16X,54(1H-)/1H ,5X,54HI POINTS I SIGMA R I
1 SIGMA Z I TAU RZ I SI.TETA I,16X,54HI POINTS I SIGMA R I SIG
2MA Z I TAU RZ I SI.TETA I/1H ,5X,10H+-----,4(11H-----
3),16X,10H+-----,4(11H-----))
22 KONT=1
DO 10 I=1,NPSMA=5*(I-1)+1*(IMAT-1)*NASHB=MA+3
IF(S(MB+1).EQ.0.)GO TO 10 $ GO TO (30,40),KONT
30 PRINT 1000,I,(S(M),M=MA,MB) $ GO TO 50
40 PRINT 2000,I,(S(M),M=MA,MB)
50 KONT=KONT+1$IF(KONT.GT.2)KONT=1
10 CONTINUE SPRINT 1002
300 CONTINUE
1000 FORMAT(1H , 5X,3HI ,I4,4(5H I ,F6.0),3H I)
2000 FORMAT(1H+,75X,3HI ,I4,4(5H I ,F6.0),3H I)
1001 FORMAT(1H1,50X,28HCONTRAINTEES DANS LE MATERIAU,I2///)
1002 FORMAT(6X,54(1H-),16X,54(1H-))
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE CONPRI(X,Y,S,NVAR,NMAT,IEC)
DIMENSION X(1),Y(1),S(1)
NP=NVAR/2 $ NA=5*NP $ DO 1 IMAT=1,NMAT $ PRINT 2001,IMAT
PRINT 2002
PRINT 1003
1003 FORMAT(1H ,10X,80HI POINTS I      X      I      Y      I      CP1 I
1      CP2 I      CP3 I      ANGLE I/1H ,10X,10H+-----+,2(13H-----
2-----),4(11H-----))
DO 10 I=1,NP$NA=5*(I-1)+1*(IMAT-1)*NA $ MB=MA+3
IF(S(MB+1).EQ.0.)GO TO 10
31 TX=S(MA) $ TY=S(MA+1) $ TXY=S(MA+2) $IF(TXY.GE.1.E+20)GO TO 1
15 CCM=(TX+TY)*0.5 $ RCM=SQRT(TXY*TXY+(TY-CCM)*(TY-CCM))
IF(TY-CCM)2,5,2
5 ANG=45. $ GO TO 3
2 ANG=-90./3.141592*ATAN(TXY/(TY-CCM))
IF(TY-CCM)6,6,7
7 IF(TXY)8,9,9
8 ANG=ANG-90. $ GO TO 6
9 ANG=ANG+90. $ GO TO 6
3 IF(TXY)8,11,6
11 ANG=0.
6 CONTINUE
CP1=CCM+RCM $ CP2=CCM-RCM
GO TO (21,22,22),IEC
21 CP3=0. $ GO TO 24
22 CP3=S(MA+3) $ GO TO 24
24 PRINT 2003,I,X(I),Y(I),CP1,CP2,CP3,ANG
ANGUS=ANG/180.*3.14159255(MA)=CP155(MA+1)=CP255(MA+2)=ANGUS
10 CONTINUE
1 CONTINUE
2001 FORMAT(1H1,30X,40HCONSTRAINTES PRINCIPALES DANS LE MATERIAU,I2,////)
2002 FORMAT(11X,80(1H-))
2003 FORMAT(1H ,10X,3HI ,I4,2(3H I,F10.4),4(5H I ,F6.0),3H I)
PRINT 2002
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE SINV(S,NVAR,F,U)
DIMENSION S(1),F(1),U(1)
NV1=NVAR-1,NV2=NVAR*NVARSDO 1000 NRESOL=1,NVISDO 11 I=1,NVAR
11 F(I)=0,SF(NRESOL)=1,SIF(NRESOL.NE.1)GO TO 7SDO 1 I=1,NV1
I1=(I-1)*NVARSID=I+1SIF(S(ID).EQ.0.)GO TO 17SSID=1./S(ID)SIA=I+1
DO 2 J=IA,NVARSIJ=(I-1)*NVAR+JSAA=SID*S(IJ)SF(J)=F(J)-AA*F(I)
JA=(J-1)*NVARSDO 2 K=J,NVARSIK=JA+KSIA=I+1K
2 S(JK)=S(JK)-AA*S(IK)
1 CONTINUEIF(S(NV2).EQ.0.)GO TO 17SSNVAR=1./S(NV2)
6 DO 15 I=NRESOL,NVAR
15 U(I)=0,SU(NVAR)=F(NVAR)*SNVAR
5 NVA=NVAR-NRESOLSDO 3 I=1,NVASJ=NVAR-ISIA=J+1SJA=(J-1)*NVAR
DO 4 K=IA,NVARSIK=JA+K
4 F(J)=F(J)-U(K)*S(JK)SJJ=JA+JSU(J)=F(J)/S(JJ)
3 CONTINUEGO TO 10
7 DO 8 I=NRESOL,NVISIA=I+1SI1=(I-1)*NVARSI1=I+1SSID=1./S(I1)
DO 8 J=IA,NVARSIJ=I1+JSAA=SID*S(IJ)
8 F(J)=F(J)-AA*F(I1)SGO TO 6
10 DO 12 J=NRESOL,NVARSIA=(NRESOL-1)*NVARSJA=IA+J
12 S(JA)=U(J)
1000 CONTINUESS(NV2)=SNVARSDO 14 I=1,NVARSDO 14 J=I,NVARSI1=(I-1)*NVAR
IJ=I1+JSJ1=(J-1)*NVARSIJ=J1+1
14 S(J1)=S(IJ)SGO TO 18
17 PRINT 999$STOP
999 FORMAT(1H0,10X,*,LA MATRICE NE PEUT PAS ETRE INVERSEE PAR SINV*)
18 RETURN
END

```

```

SUBROUTINE MINV(A,N,D,L,M)SDIMENSION A(I),L(1),M(1)
D=1.0SNK=-NSDO 80 K=1,NSNK=NK*N
L(K)=KSM(K)=KSKK=NK*KSBIGA=A(KK)SDO 20 J=K,NSIZ=N*(J-1)
DO 20 I=K,NSIJ=IZ+I
10 IF (ABS(BIGA)-ABS(A(IJ)))15,20,20
15 BIGA=A(IJ)SL(K)=ISM(K)=J
20 CONTINUE3J=L(K)SIF(J-K)35,35,25
25 KI=K-NSDO 30 I=1,NSKI=KI-NSHOLD=-A(KI)SJI=KI-K+JSA(KI)=A(JI)
30 A(JI)=HOLD
35 I=M(K)SIF(I-K)45,45,38
38 JP=N*(I-1)SDO 40 J=1,NSJK=NK+JSJI=JP+JSHOLD=-A(JK)SA(JK)=A(JI)
40 A(JI)=HOLD
45 IF (BIGA)48,46,48
46 D=0.0SRETURN
48 DO 55 I=1,NSIF(I-K)50,55,50
50 IK=NK+ISA(IK)=A(IK)/(-BIGA)
55 CONTINUESDO 65 I=1,NSIK=NK+ISI,I=1-NSDO 65 J=1,NSIJ=IJ+N
IF (I-K)60,65,60
60 IF (J-K)62,65,62
62 KJ=IJ-I+KSA(IJ)=A(IK)*A(KJ)+A(IJ)
65 CONTINUE3KJ-K-NSDO 75 J=1,NSKJ=KJ+NSIF(J-K)70,75,70
70 A(KJ)=A(KJ)/BIGA
75 CONTINUESD=D*BIGASA(KK)=1.0/BIGA
80 CONTINUESK=N
100 K=(K-1)SIF(K)150,150,105
105 I=L(K)SIF(I-K)120,120,108
108 JO=N*(K-1)SJR=N*(I-1)SDO 110 J=1,NSJK=JQ+JSHOLD=A(JK)SJI=JR+J
A(JK)=-A(JI)
110 A(JI)=HOLD
120 J=M(K)SIF(J-K)100,100,125
125 KI=K-NSDO 130 I=1,NSKI=KI-NSHOLD=A(KI)SJI=KI-K+JSA(KI)=-A(JI)
130 A(JI)=HOLDSGO TO 100
150 RETURN
END

```

```
      SUBROUTINE ELIMIN(RP,NRANG,AN,NELIM,NRANGP,FV)
      DIMENSION RP(NRANG,NRANG),AM(NELIM,NELIM),A1(10),A2(10),FV(1)
      NRED=NRANGP-NELIMSDO 10 I=1,NELIMSDO 10 J=1,NELIM
10  AM(I,J)=RP(I+NHLD,J+NHLD) SCALL SINV(AM,NELIM, A1,A2)
      DO 2 IA=1,NELIMSINA=NRED+IASDO 2 J=1,NREDSRP(INA,J)=0.
      DO 2 IB=1,NELIMSINB=NRED+IB
2  RP(INA,J)=RP(INA,J)+AM(IA,IB)*RP(J,INB)
      NR1=NRED+1$NR2=NRANGP
      DO 4 I=1,NELIMSA1(I)=0.5DO 4 J=1,NELIM
4  A1(I)=A1(I)+AM(I,J)*FV(NRED+J)
      WRITE(31)((RP(INA,J),INA=NR1,NR2),J=1,NRED),(A1(J),J=1,NELIM)
      DO 1 I=1,NREDSDO 1 J=1,NREDSDO 1 IA=1,NELIMSINA=IA+NRD
1  RP(I,J)=RP(I,J)-RP(I,INA)*RP(INA,J)
      DO 3 I=1,NREDS DO 3 J=1,NRED
3  RP(J,I)=RP(I,J)
      DO 5 I=1,NREDSDO 5 IA=1,NELIM
5  FV(I)=FV(I)-RP(I,IA+NRD)*A1(IA)
      RETURN
      END
```

```
SUBROUTINE BOULON(X,Y,RP,NRANG,AL)
DIMENSION X(1),Y(1),RP(NRANG,1),AL(1)
XX=(X(1)-X(2))*(X(1)-X(2)) $ YY=(Y(1)-Y(2))*(Y(1)-Y(2))
XY=(X(1)-X(2))*(Y(1)-Y(2)) $ BB=XX+YY
A=AL(1)*AL(2)/BB/SQRT(BB) $ XX=XX*A $ YY=YY*A $ XY=XY*A
RP(1,1)=RP(3,3)=XX $ RP(2,2)=RP(4,4)=YY $ RP(1,3)=-XX
RP(1,2)=RP(3,4)=XY $ RP(2,3)=RP(1,4)=-XY $ RP(2,4)=-YY
DO 1 I=1,4 $ DO 1 J=1,4
1 RP(J,I)=RP(I,J)
RETURN
END
```

```
SUBROUTINE CBOULON(X,Y,U,SIGMA,AL)
DIMENSION X(1),Y(1),AL(1),U(1),SIGMA(4,1)
BB=(X(1)-X(2))*(X(1)-X(2))+(Y(1)-Y(2))*(Y(1)-Y(2))
D=(X(1)-X(2))*(U(1)-U(3))+(Y(1)-Y(2))*(U(2)-U(4))
DEF=D/BB $ DO 1 I=1,4
1 SIGMA(I,1)=SIGMA(I,2)=1.E+20
SIGMA(1,1)=SIGMA(1,2)=DEF*AL(1)
RETURN
END
```

```
SUBROUTINE JOINT(X,Y,RE,NRANG,CN,CT)
DIMENSION X(1),Y(1),RE(NRANG,NRANG),P(36),Q(36),R(36)
DATA P/2.,0.,1.,0.,-1.,0.,-2.,8*0.,2.,0.,-2.,0.,-1.,6*0.,2.,0.,1.,
14*0.,2.,2*0./
DATA Q/0.,2.,0.,1.,0.,-1.,0.,-2.,0.,1.,0.,-1.,0.,-2.,0.,0.,2.,0.,
1-2.,0.,-1.,0.,-2.,0.,-1.,0.,0.,2.,8*0.,1.,0.,1.,0.,0.,2.,0./
DATA H/8*0.,2.,0.,1.,0.,-1.,0.,-2.,6*0.,2.,0.,-2.,0.,-1.,4*0.,2.,
10.,1.,0.,0.,2./
YY=Y(2)-Y(1)SXX=X(2)-X(1)SAL=SQRT(YY*YY+XX*XX)/6.SKT=CT*AL
KN=CN*AL
IF(X(2).EQ.X(1))GO TO 1TETA=ATAN((Y(2)-Y(1))/(X(2)-X(1)))SGO TO 3
1 TETA=3.141592*0.5
3 C=COS(TETA)S=SIN(TETA)SC2=C*C*S2=S*S2D1=KT*C2+KN*S2
D2=(KT-KN)*S*CSD3=KT*S2+KN*C2SDO 4 I=1,8SDO 4 J=1,8
4 RE(I,J)=0.3M=0SDO 5 I=1,8SDO 5 J=1,8SM=M+1
5 RE(I,J)=P(M)*D1+Q(M)*D2+R(M)*D3
DO 11 I=1,8SDO 11 J=1,8
11 RE(J,I)=RE(I,J)
RETURN
END
```



```

SUBROUTINE TRACEUR(X,Y,F,S,NVAR,NMAT)
DIMENSION X(1),Y(1),F(1),S(1)
DIMENSION IBUF(1024)
DATA NEXY/0/
NBN=0 $ NGRAF=0
1200 READ 1000,PARA,ECHEL,X1,X2,Y1,Y2,OPT
1000 FORMAT(A10,1X,F9.0,5F10.0)
IF (PARA.NE.10HFIN) GO TO 8
IF (NGRAF.EQ.0) RETURN
CALL PLOT(0.,0.,999) $ RETURN
8 IF (NGRAF.NE.0) GO TO 7
REWIND 4
CALL PLOTS(IBUF,1024,4) $ CALL PLOT(20.,1.,-3)
7 IF (ECHEL.EQ.0.) ECHEL=100.SN=NVAR/2SA=1./ECHEL $ NGRAF=1
XMIN=XMAX=YMIN=YMAX=0.
IF (NEXY.NE.0) GO TO 9
REWIND 1 $ WRITE(1)(X(I),Y(I),I=1,N) $ NEXY=1
9 IF (PARA.EQ.4HMOHR) GO TO 25
DO 5 I=1,NS IF (X(I).LT.XMIN) XMIN=X(I)
IF (X(I).GT.XMAX) XMAX=X(I) SIF (Y(I).LT.YMIN) YMIN=Y(I)
5 IF (Y(I).GT.YMAX) YMAX=Y(I) $ IF (X1*X2+Y2.NE.0.) GO TO 3
X1=XMIN X2=XMAX Y1=YMIN Y2=YMAX
3 XG=X1*ASXD=X2*ASYB=Y1*ASYH=Y2*A
IF (YH-YB.GT.26.) OPT=1. $ IF (OPT.EQ.0) GO TO 1
8000 FORMAT(1M0,*LE DESSIN SORT DE L EPURE*)
5000 CONTINUE
YOR=26. $ DO 2 I=1,N SF(I)=Y(I)*A-YB
2 F(I+N)=YOR-X(I)*A-XG XG=Y1*ASXD=Y2*ASYB=YOR-X1*ASYH=YOR-X2*A
GO TO 6
1 DO 4 I=1,NS F(I)=X(I)*A-XG
4 F(I+N)=Y(I)*A-YB
6 CONTINUE
XGG=0. SYBB=0. SXDD=XD-XG SYHH=YH-YB
IF (PARA.NE.7HCONTOUR) GO TO 26 $ CALL CONTOUR(F,N,0) $ GO TO 25
26 IF (PARA.NE.8HMAILLAGE) GO TO 21
CALL DMAIL(F,NVAR,XGG,XDD,YBB,YHH) $ GO TO 50
21 IF (PARA.NE.6HMODELE) GO TO 22 $ CALL CONTOUR(F,N,1) $ GO TO 50
22 IF (PARA.NE.5HDEPLA) GO TO 23 $ CALL CONTOUR(F,N,1)
CALL DEPLA(U,F,N,XG,XD,YB,YH) $ GO TO 50
23 IF (PARA.NE.10HCONTRAINTE) GO TO 24 $ CALL CONTOUR(F,N,1)
CALL CHANCON(S,F,N,NMAT,XGG,XDD,YBB,YHH,OPT) $ GO TO 50
24 IF (PARA.NE.7HCRITERE) GO TO 25
CALL CONTOUR(F,N,1) $ CALL CRITER(S,F,N,NMAT,XGG,XDD,YBB,YHH)
GO TO 50
25 IF (PARA.NE.4HMOHR) GO TO 27
CALL CMOHR(S,N,NMAT,ECHEL) $ GO TO 27
50 AZ=0. $ CALL SYMBOL(XGG*3.,YHH*0.5,0.20,7HECH.=1)/,AZ,7)
CALL NUMBER(XGG*4.5,YHH*0.5,0.20,ECHEL,AZ,-1)
CALL PLOT(XD*10.,0.,-3)
27 CONTINUE
GO TO 1200
END

```

```
SUBROUTINE CONTOUR(F,N,ITRAC)
DIMENSION ICON(20),NC(60) ,F(1)
DATA NCON/0/
IF(NCON.NE.0)GO TO 1
J=05 NCON=1
6 READ 1800,ICONSDO 2 I=1,20$K=ICON(I)
IF(K.EQ.9999)GO TO 1 $ J=J+1
2 NC(J)=K $ 60 TO 6
1 IF(ITRAC.EQ.0)RETURN
IPEN=3500 3 I=1,$K=NC(I)$IF(K)4,4,5
4 IPEN=3560 TO 3
5 CALL PLOT(F(K),F(K+N),IPEN) $ IPEN=2
3 CONTINUE
1000 FORMAT(20I4)
RETURN
END
```

```

SUBROUTINE CRITER(S,F,N,NMAT,XG,XD,YB,YH)
DIMENSION S(1),F(1)
COMMON/TAB/X(20),Y(20),A(20),B(20)
READ 2000,SEUIL,APAS,A1,AJ,SPAS=IFIX(APAS)SII=IFIX(A1)SJJ=IFIX(AJ)
2000 FORMAT(4F10.0)
IF(IPAS.EQ.0)IPAS=NSIF(II.EQ.0)II=1SIF(JJ.EQ.0)JJ=1
N2=2*N$WRITE(2)(F(I),I=1,N2)$REWIND 2$DO 300 IMAT=1,NMAT
READ(2)(F(I),I=1,N2) $REWIND 2
READ 1000,X$READ 1000,Y
1000 FORMAT(20F4.0)
DO 1 I=1,19 $ IF(X(I+1).EQ.9999.)GO TO 2
YY=Y(I+1)-Y(I)$IF(X(I+1).EQ.X(I))X(I+1)=X(I)+0.01
XX=X(I+1)-X(I)$A(I)=YY/XX
1 B(I)=Y(I)-A(I)*X(I)
2 ND=I-1$ NA=5*N
DO 11 I=1,N SMA=5*(I-1)+1+(IMAT-1)*NA
IF(F(I).LT.XG)GO TO 10$IF(F(I).GT.XD)GO TO 10
IF(F(I+N).LT.YB)GO TO 10$IF(F(I+N).GT.YH)GO TO 10
MB=NA+3 $ IF(S(MB+1).EQ.0.)GO TO 10
IR=(I-1)/IPAS+1
IF((I-1)-(I-1)/JJ*JJ.NE.0)GO TO 10
IDEB=IPAS*(IR-1)+1$IS=I-IDEB+1
IF(IS-1-(IS-1)/II*II.NE.0)GO TO 10
CP1=S(MA) $ CP2=S(MA+1) $ CP3=S(MA+3)
CPMAX=CP1 $ CPMIN=CP1
IF(CP2.GT.CPMAX)CPMAX=CP2 $ IF(CP3.GT.CPMAX)CPMAX=CP3
IF(CP2.LT.CPMIN)CPMIN=CP2 $ IF(CP3.LT.CPMIN)CPMIN=CP3
CP1=CPMIN $ CP2=CPMAX
CCM=0.5*(CP1-CP2) $ RCM=0.5*ABS(CP1-CP2) $ DMIN=1.E-15
IF(CCM.GT.X(1))GO TO 40 $DMIN=CCM+RCM-X(1)$JBON=1$GO TO 60
40 DO 50 J=1,NOS XI=(CCM-A(J)*B(J))/(1.+A(J)*A(J))
IF((XI-X(J))*(XI-X(J+1)).GT.0.)GO TO 50
YI=A(J)*XI+B(J) $ DD=(XI-CCM)*(XI-CCM)+YI*YI
D=SQRT(DD)-RCM$IF(D.LT.DMIN)JBON=J$IF(D.LT.DMIN)DMIN=D
50 CONTINUE
60 XX=F(I)$YY=F(I+N)
IF(DMIN.LT.0.)CALL SYMBOL(XX,YY,0.20,1H*,0.,1)
F(I)=DMIN
GO TO 11
10 F(I)=0.
11 CONTINUE
WRITE(1)(F(I),I=1,N)
PRINT 5500,(F(I),I=1,N)
5500 FORMAT(1H ,10F10.0)
5600 FORMAT(1H0)
300 CONTINUE
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE CHAMCON(S,F,N,NMAT,XB,XD,YB,YM,OPT)
DIMENSION F(1),S(1)
READ 1000,ECH,APAS,A1,AJ$IPAS=IFIX(APAS)$II=IFIX(AI)$JJ=IFIX(AJ)
IF(1IPAS.EQ.0)1IPAS=NSIF(11.EQ.0)11=1$IF(JJ.EQ.0)JJ=1
IF(ECH.EQ.0)ECH=100.5A=1./ECH
1000 FORMAT(4F10.0)
NA=5*NSDU 300 IMAT=1,NMAT 500 10 I=1,N
MA=5*(I-1)+1+(IMAT-1)*NASMB=MA+3$IF(S(MB+1).EQ.0)60 TO 10
IR=(I-1)/IPAS+1
IF(IR-1-(IR-1)/JJ*JJ.NE.0)60 TO 10
IOEB=IPAS*(IR-1)+1$IS=I-IOEB+1
IF(1S-1-(1S-1)/II*II.NE.0)60 TO 10
X=F(I)SY=F(I+N)
IF(X.LT.XG)60 TO 10$IF(X.GT.XD)60 TO 10
IF(Y.LT.YB)60 TO 10 $ IF(Y.GT.YH)60 TO 10
CP1=S(MA)$ CP2=S(MA+1) $ PHI=S(MA+2)+1.57079627*OPT
IF(ABS(CP1/CP2-1.).LT.0.02)PHI=0.
IF(CP1*CP2.EQ.0.)60 TO 2
CP1=CP1*ASCP2=CP2*ASA1=PHI$A2=A1+1.573
CALL PLOT(X,Y,3)
AC1=ABS(CP1)*0.5$AC2=ABS(CP2)*0.5$CI=COS(A1)*AC1$S1=SIN(A1)*AC1
X1=X+C1$X2=X-C1$Y1=Y+S1$Y2=Y-S1
C2=COS(A2)*AC2$S2=SIN(A2)*AC2$X3=X+C2$X4=X-C2$Y3=Y+S2$Y4=Y-S2
IF(CP1)30,30,31
31 CALL FLECHE(X,Y,X1,Y1,0.1)
CALL FLECHE(X,Y,X2,Y2,0.1) $ GO TO 32
30 CALL PLOT(X1,Y1,2) $ CALL PLOT(X2,Y2,2)
32 CALL PLOT(X,Y,2) $ IF(CP2)40,40,41
41 CALL FLECHE(X,Y,X3,Y3,0.1)
CALL FLECHE(X,Y,X4,Y4,0.1) $ GO TO 2
40 CALL PLOT(X3,Y3,2) $ CALL PLOT(X4,Y4,2)
2 CONTINUE
10 CONTINUE
300 CONTINUE
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE CMOHR(S,N,NMAT,ECHL)
DIMENSION S(1)
COMMON/TAB/YIMAX(101)
CALL PLOT(10.,5.,-3)
IF(ECHL.EQ.0.)ECHL=25.          SECH=1./ECHL
DO 300 IMAT=1,NMAT
SMIN=SMAX=0. $ NA=5*N          $ DO 10 I=1,N
MA=5*(I-1)+1+NA*(IMAT-1)SMB=MA+3$IF(S(SMB+1).EQ.0.)GO TO 10
CP1=-S(MA) $ CP2=-S(MA+1)$CP3=-S(MA+3)
IF(CP3.GT.SMAX)SMAX=CP3$IF(CP3.LT.SMIN)SMIN=CP3
IF(CP1.GT.SMAX)SMAX=CP1$IF(CP2.GT.SMAX)SMAX=CP2
IF(CP1.LT.SMIN)SMIN=CP1 $ IF(CP2.LT.SMIN)SMIN=CP2
10 CONTINUE $ ECART=(SMAX-SMIN)/50.
AA=ABS(SMIN/ECART)
K1=IFIX(SMAX/ECART) $ K2=IFIX(AA)          $ KT=K1+K2+1
XMIN=-K2*ECART $ DO 3 K=1,KT
3 YIMAX(K)=0. $ DO 1 I=1,N
MA=5*(I-1)+1+NA*(IMAT-1)SMB=MA+3$IF(S(SMB+1).EQ.0.)GO TO 1
CP1=-S(MA) $ CP2=-S(MA+1)$CP3=-S(MA+3)$CPMAX=CP1$CPMIN=CP1
IF(CP2.LT.CPMIN)CPMIN=CP2 $IF(CP3.LT.CP3)CPMIN=CP3
IF(CP2.GT.CPMAX)CPMAX=CP2$IF(CP3.GT.CPMAX)CPMAX=CP3
CP1=CPMAX$CP2=CPMIN
RCM=0.5*(CP1-CP2)$CCM=0.5*(CP1+CP2)
DO 2 K=1,KT $ XI=XMIN+(K-1)*ECART $ D=RCM*RCM-(XI-CCM)*(XI-CCM)
IF(D.LT.0.)GO TO 2 $ YI=SQRT(D) $ IF(YI.GT.YIMAX(K))YIMAX(K)=YI
2 CONTINUE
1 CONTINUE
DAX=GAX=0.
PRINT 9000
9000 FORMAT(1H1,30X,36HCOURBE ENVELOPPE DES CERCLES DE MOHR,/)
Z=0. $ PRINT 9002,IMAT $ PRINT 9003 $ PRINT 9001,SMIN,Z
9002 FORMAT(1H ,50X,10HTERRAIN ,I3/)
9001 FORMAT(1H ,40X,1H1,F7.0,2H I,F7.0,2H I)
9003 FORMAT(1H ,40X,19(1H-)/1H ,40X,1H1,8H X ,1H1,8H Y ,1H1,/
11H ,40X,1H+,8H-----,1H+,8H-----,1H+)
CALL PLOT(SMIN*ECH,0.,3)
DO 4 K=1,KT$XI=XMIN+(K-1)*ECART$YI=YIMAX(K)
CALL PLOT(XI*ECH,YI*ECH,2)
4 PRINT 9001,XI,YI $ PRINT 9001,SMAX,Z
CALL PLOT(SMAX*ECH,0.,2)
AMAT=FLOAT(IMAT)$CALL NUMBER(SMAX*ECH,-0.3,0.25,AMAT,0.,-1)
IF(SMAX*ECH.GT.DAX)DAX=SMAX*ECH
IF(SMIN*ECH.LT.GAX)GAX=SMIN*ECH
DAX=ABS(DAX) $ GAX=ABS(GAX)
EC=ECH*25.
CALL AXE( 1.0,0.,EC,DAX,0.,-1)
CALL AXE(- 1.0,0.,EC,GAX,180.,1)
CALL AXE(- 1.0,0.,EC,10.,90.,1)
PRINT 9004
9004 FORMAT(1H ,40X,19(1H-))
300 CONTINUE
RETURN
END

```

```
SUBROUTINE AXE (NAT,XOR,YOR,UX,AX,THETA,ISENS)
GRAD=FLOAT(NAT)*0.15
TET=THETA*3.141592/180.
C=COS(TET)
S=SIN(TET)
NTIRET=IFIX(AX/UX)
IF (NTIRET.EQ.0)RETURN
DX=UX*C
DY=UX*S
XF=XOR+AX*C
YF=YOR+AX*S
IF (ISENS)4,5,5
5 CALL PLOT(XOR,YOR,3)
DO 1 I=1,NTIRET
X=XOR+I*DX
Y=YOR+I*DY
CALL PLOT(X,Y,2)
XT=X+S*GRAD
YT=Y-C*GRAD
CALL PLOT(XT,YT,2)
1 CALL PLOT(X,Y,2)
CALL PLOT(XF,YF,2)
GO TO 3
4 CALL PLOT(XF,YF,3)
DO 2 I=1,NTIRET
X=XOR+(NTIRET-I+1)*DX
Y=YOR+(NTIRET-I+1)*DY
CALL PLOT(X,Y,2)
XT=X+S*GRAD
YT=Y-C*GRAD
CALL PLOT(XT,YT,2)
2 CALL PLOT(X,Y,2)
CALL PLOT(XOR,YOR,2)
3 RETURN
END
```

```
SUBROUTINE FLECHE(XA,YA,XB,YB,G)
  IF(XB-XA)1,2,1
  1 TETA=ATAN((YB-YA)/(XB-XA))      $ IF(XB-XA)6,2,7
  2 TETA=1.573 $IF(YB-YA)6,7,7
  6 A1=TETA+0.5236 $A2=TETA+5.7596 $GO TO 10
  7 A1=TETA-2.618 $ A2=TETA-2.618
  10 XC=XB+G*COS(A1)$YC=YB+G*SIN(A1)
  XD=XB+G*COS(A2)$YD=YB +G*SIN(A2)$CALL PLOT(XB,YB,2)
  CALL PLOT(XC,YC,2)$CALL PLOT(XD,YD,2)$CALL PLOT(XB,YB,2)
  RETURN
  END
```

```
SUBROUTINE MODELE(S,F,N,NMAT,NBON,XB,XD,YB,YH)
DIMENSION S(1),F(1)
IS=5*NMAT*NS DO 1 I=1,NBONSA=S(IS+I)SKA=IFIX(A)
KB=IFIX(10000.*A)-10000*KACALL PLOT(F(KA),F(KA+N),3)
CALL PLOT(F(KB),F(KB+N),2)
1 CONTINUE
RETURN
END
```



```

SUBROUTINE DMAIL(F,NVAR,XG,XD,YB,YH)
DIMENSION F(1)
COMMON/TAB/XA(35),YA(35)
COMMON/ELEM/NSTYPE(30),NEL(28),NAL(20)
REWIND 12      $ N=NVAR/2
10 READ(12)NTYPE,IMAT,NREP1,IPAS1,NREP2,IPAS2,NAL,RX,RY
IF(NTYPE.EQ.99)GO TO 100      $ NSOM=NSTYPE(NTYPE)
IF((NTYPE-4)*(NTYPE-6).LE.0)GO TO 20
IF(NTYPE.EQ.15.OR.NTYPE.EQ.16)GO TO 21
IF(NTYPE.EQ.17.OR.NTYPE.EQ.18)GO TO 22
IF(NTYPE.EQ.19.OR.NTYPE.EQ.20)GO TO 23
IF(NTYPE.EQ.11.OR.NTYPE.EQ.12)GO TO 24
IF(NTYPE.EQ.13)GO TO 24
GO TO 30
20 NSOM=3$NAL(2)=NAL(3)$NAL(3)=NAL(5)$GO TO 30
21 NSOM=2$NAL(2)=NAL(5)$GO TO 30
22 NSOM=3$NAL(2)=NAL(5)$NAL(3)=NAL(7)$GO TO 30
23 NSOM=3$GO TO 30
24 NSOM=4$NAL(2)=NAL(3)$NAL(3)=NAL(5)$NAL(4)=NAL(7)$GO TO 30
30      DO 2 NE2=1,NREP2$DO 2 NE1=1,NREP1
      DO 3 J=1,NSOM
3  NEL(J)=NAL(J)+IPAS1*(NE1-1)+IPAS2*(NE2-1)$DO 6 J=1,NSOM$IJ=NEL(J)
  XA(J)=F(IJ)$YA(J)=F(IJ+N)
  IF(XA(J).LT.XG)GO TO 2$IF(XA(J).GT.XD)GO TO 2
  IF(YA(J).LT.YB)GO TO 2$IF(YA(J).GT.YH)GO TO 2
6  CONTINUE
  CALL PLOT(XA(1),YA(1),3)$DO 7 J=2,NSOM
7  CALL PLOT(XA(J),YA(J),2) $ CALL PLOT(XA(1),YA(1),2)
2  CONTINUE      $ GO TO 10
100 REWIND 12
RETURN

```

FTN(OPT=0)

LGO.

6

```
PROGRAM ESPANA(INPUT,OUTPUT)
LB=28
N=442
NTAPE=5
MMAI=130000B
MMAI=120000B
NRANG=10
NTOUR=1
21 PRINT 6602
6602 FORMAT(1M1)
IF(NTOUR-1)22,22,23
22 PRINT 6603,N,LB,NTAPE,MMAI      $ GO TO 24
23 PRINT 6604,N,LB,NTAPE,MMAI
24 NPROG=752008+512*(NTAPE-5)+900  $ NDIMZ=MMAI-NPROG
NR=NRANG*NRANG      $ NVAR=2*N
NR=NRANG*NRANG $ NY=N+1 $ NF=2*N+1 $ NU=4*N+1
IF(NU-NF.LT.52)NU=NF+52 $NRP=NU+4*$NSIF(NRP-NU.LT.351)NRP=NU+351
NS=NRP*NR $ MEMOIR=NDIMZ-NS
IF(INVAR.NE.LB)GO TO 12
PRINT 903
6604 FORMAT(1H0,21X,*NOMBRE DE NOEUDS = *,I5,/1H ,21X,*LARGEUR DE BANDE
1 = *,I5,/1H ,21X,*NOMBRE DE TAPE A INTRODUIRE DANS LA CARTE PROGRA
2MME = *,I5,/1H ,21X,*MEMOIRE MAXIMALE DISPONIBLE SUR LE CYBER = *,
306,1X,*OCTALS*)
6603 FORMAT(1H0, 21X,*NOMBRE DE NOEUDS = *,I5,/1H ,21X,*LARGEUR DE BAND
1E = *,I5,/1H ,21X,*NOMBRE DE TAPE ACTUELLEMENT PREVU DANS LA CARTE
2 PROGRAMME = *,I5,/1H ,21X,*MEMOIRE MAXIMALE DISPONIBLE SUR LE CYB
3ER = *,06,1X,*OCTALS*)
903 FORMAT(1H ,*LE NOMBRE D EQUATION EST EGAL A LB.LE SYSTEME IMPOSSIB
*LE A RESOUDRE PAR DIREC *)
12 NC=NVAR*LB
IF(MEMOIR-LB*LB)3,3,4
3 PRINT 900      $ STOP
4 IF(MEMOIR-NC)11,10,10
10 MEMOIR=NC
NPF=NVAR/2$NEB=NPF$NCMAX=NC$GO TO 7
11 NEB=(MEMOIR-LB*LB)/LB
5 NEB=NEB/2*$N3=NEB/2$NPF=MEMOIR/(2*LB)$NPF=NPF/N3*N3
NCMAX=2*NPF*LB$NCMA=((LB-1)/NEB+2)*NEB*LB
IF(NCMA.GT.NCMAX)NCMAX=NCMA$IF(NCMAX-MEMOIR)7,7,8
8 NEB=NEB-1 $ GO TO 5
7 CONTINUE
NBFICH=(NVAR-1)/(2*NPF)+1$NTBLOC=(NVAR-1)/NEB+1$IF(NTBLOC-3)1,2,2
1 NEB=(NVAR-2)/3      $ GO TO 5
2 IF(NBFICH-NTAPE)9,9,6
6 PRINT 901
9 CONTINUE      $IZ=(NCMAX-1)/512+1
PRINT 902,NBFICH,NPF,NTBLOC,NEB,NCMAX,IZ
IZ=NCMAX
901 FORMAT(1H0,* LE NOMBRE DE TAPE DOIT ETRE AUGMENTE*)
902 FORMAT(1H0,10X,*LA MATRICE DE RAIDEUR DE LA STRUCTURE EST ASSEMBLE
SE SUR LE FICHER 13 AU MOYEN DE*,I3,* SOUS FICHERS*/
$10X,*CHAQUE SOUS FICHER TRAITE*,I4,* NOEUDS DE LA STRUCTURE*/
$10X,*LE SYSTEME EST RESOLU PAR*,I4,* BLOCS COMPRENANT CHACUN*,I4,
$ EQUATIONS*/
$10X,*LA MEMOIRE ECS NECESSAIRE EST DE *,I8,* MOTS DECIMAUX SOIT *,
$04,* MILLIEHS OCTALS DE MOTS*)
NTBLOC=(INVAR-1)/NEB+1 $ NCU=NEB*NTBLOC
IF(NS-NU.GT.2*NCU)GO TO 222$NRR=2*NCU-(NS-NU)$RN=FLOAT(NRR*NR)
RNP=SQRT(RN)$NRN=IFIX(RNP)+1$PRINT 5600,NRN $ STOP
5600 FORMAT(1H0,*IL FAUT PRENDRE NRANG=*,I4,* RELANCER ESPANA ET METTRE
```

```
1 ENSUITE LA BONNE VALEUR DE NRANG SUR LA CARTE TITRE DE BINEF*)
222 CONTINUE
MZ=NCHAX*NS-1
PRINT 6600,MZ
6600 FORMAT(1H0,60H LA DIMENSION DU TABLEAU Z DOIT ETRE SUPERIEURE OU EG
ALE A : , 15)
PRINT 6601,NDIMZ
6601 FORMAT(1H , *EN AUCUNE FACON LA DIMENSION DE Z NE DOIT DEPASSER *,
*15)
IF (NBFICH.LE.NTAPE)GO TO 20 $ NTAPE=NTAPE*1
NTOUR=NTOUR+1$IF (NTAPE.LT.11)GO TO 21
PRINT 6606
900 FORMAT(1H0,* PROBLEME IMPOSSIBLE A TRAITER. IL FAUT UNE MEMOIRE PL
SUS GRANDE*)
6606 FORMAT(1H0, * PROBLEME IMPOSSIBLE A TRAITER.LE NOMBRE DE TAPES NEC
CESSAIRE EST TROP GRAND. IL FAUT UNE MEMOIRE PLUS GRANDE*)
20 STOP
END
```

6 - NOTICIA DE UTILIZACION DEL PROGRAMA BIMEF

NOTICIA DE UTILIZACION

BIMEF es un programa de cálculo de estructuras bidimensionales constituidas por materiales de comportamiento elástico que permite calcular la repartición de las tensiones.

BIMEF utiliza el material de los elementos finitos.

Este programa proporciona los siguientes resultados:

- desplazamientos en cada nudo de la estructura
- tensiones σ_x , σ_y , τ_{xy} , σ_z
- tensiones principales CP1, CP2, y CP3 en cada nudo

I - TITULO DEL PROBLEMA

TITULO

OP ETAPA

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80

TITULO: 76 caracteres

OP : llamada a un maillaje analítico: ver anexo I

ETAPA : opción de cálculo que puede tomar los valores siguientes:

- 0 : cálculo de los desplazamientos y tensiones principales = opción standard
- 1 : definición de los ficheros y salidas de las coordenadas.
- 2 : cálculo de la matriz de rigidez
- 3 : condiciones límites
- 4 : cálculo de los desplazamientos
- 5 : desplazamientos y tensiones σ_x , σ_y , τ_{xy} , σ_z
- 6 : recuperación de las tensiones σ_x , σ_y , τ_{xy} , σ_z del paso precedente, sobre la TAPE 5 y continuación del cálculo a partir de ahí.

- 10 : tensiones σ_x , σ_y , τ_{xy} , σ_z y coordenadas principales (pas de salida de la X,Y,F,U,)
- 11 : coordenadas y trazador

II - GEOMETRIA DEL MODELO

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

Formato de lectura de las coordenadas

N RANG

Carta que define: N = número de nudos de la estructura
según el formato I4
Formato de lectura de las coordenadas

NRANG \geq RANG de la matriz elemental

Carta de coordenadas: se introducirá:

- bien las abcisas X de todos los nudos después las ordenadas Y de todos los nudos según el formato definido precedentemente.
- bien las cartas que se refieren al maillaje analítico ver anexo.

BIMEF

ECHEX ACHEY

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
F10.0										F10.0																																																																					

Carta ESCALA : esta carta permite modificar la coordenada de los nudos multiplicándolos respectivamente por ECHE X, ECHE Y:

$$X(I) = X(I) \cdot ECHE X$$

$$Y(I) = Y(I) \cdot ECHE Y$$

la opción por defecto (carta blanca) corresponde a:

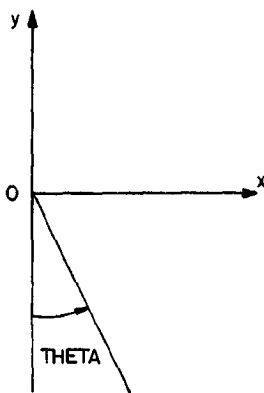
$$ECHEX = ECHEY = 1$$

III - CARACTERISTICAS MECANICAS DE LOS MATERIALES

1) Materiales isotropos y anisotropos

Los materiales son considerados como elásticos isotropos o anisotropos.

Están pues caracterizados por :



E_1 y E_2 : módulos de elasticidad (modulos de YOUNG en kgs/cm^2)

ν_1 y ν_2 : coeficiente de POISSON

μ : módulo de cizallamiento en kg/cm^2

DEN : densidad kg/cm^3 (en el caso de fuerzas de volumen)

THETA : dirección de las fuerzas de volumen

A cada material se le atribuye un número de 01 a 10 llamado IMAT

Cartas a introducir:

	E_1	ν_1	E_2	ν_2	μ	DEN	THETA
IMAT	F10.0	F10.0	F10.0	F10.0	F10.0	F10.0	F10.0

Para un material isotropo se introducirá unicamente los valores de IMAT, E_1 , ν_1 después DEN y THETA si ha lugar.

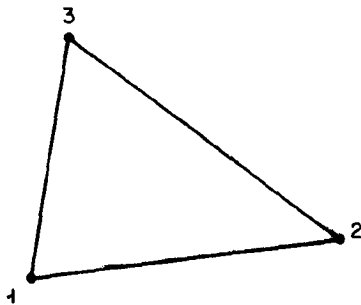
Después las cartas que definen los materiales introducirán una carta con 99 en las columnas 1 y 2.

IV - ELEMENTOS BIMEF

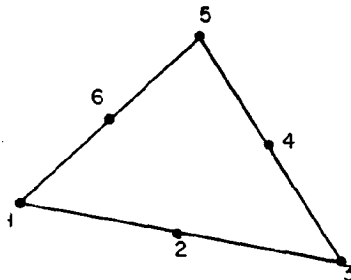
Cada elemento está caracterizado por :

- un código correspondiente a un tipo de elemento y un estado de tensión bien preciso
- el número del material que constituye el elemento
- las frecuencias de repetición de este elemento
- los números de los nudos que constituyen el elemento de base.

1) CODIGO DE EL ELEMENTO

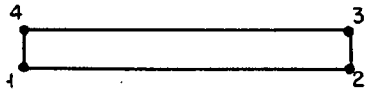


- CODIGO 01 : tensión plana triángulo de 3 puntos (TRI 3)
02 : deformación plana triángulo de 3 puntos (TRI 3)
03 : problema axi-simétrico triángulo de 3 puntos (TRI 3)



- CODIGO 04 : tensión plana triángulo de 6 puntos (TRI 6)
05 : deformación plana triángulo de 6 puntos (TRI 6)
06 : problema axi-simétrico triángulo de 6 puntos (TRI 6)

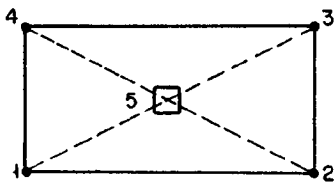
BIMEF



CODIGO 07 : junta

CODIGO 08 : tensión plana

cuadrilátero con punto de gravedad
eliminado (TRI 5)



09 : deformación plana

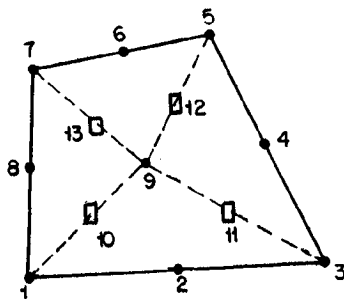
cuadrilátero con punto de gravedad
eliminado (TRI 5)

10 : problema axi-simétrico

cuadrilátero con punto de gravedad
eliminado (TRI 5)

CODIGO 11 : tensión plana

cuadrilátero con 4 triángulos de
6 puntos y 4 puntos eliminados
(TRI 13).



12 : deformación plana

cuadrilátero con 4 triángulos de 6
puntos y 4 puntos eliminados (TRI 13)

13 : problema axi-simétrico

cuadrilátero con 4 triángulos de 6
puntos y 4 puntos eliminados (TRI 13)



CODIGO 14 : bulon

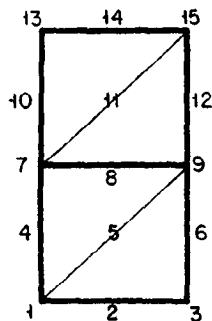
2) NUMERO DEL MATERIAL

Hemos visto en la parte características mecánicas materiales que un número llamado IMAT es atribuido a cada material (de 01 a 10).

Se indicará pues aquí el número del material que constituye el elemento.

3) FRECUENCIAS DE REPETICION

a) repetición en línea



Consideremos el modelo de la figura y el triángulo definido por los números de los puntos 1,2,3,6,9,5 como elementos de base del modelo.

Si los elementos vecinos se deducen unos de otros por una progresión aritmética se dirá que se tiene una línea de elementos caracterizado por :

- los números de nudos del elemento de base
- el número total de elementos que constituyen la línea NREP1
- el decalage de los números IPAS1

EJEMPLO En el ejemplo precedente tenemos dos tipos de elementos:

- 2 elementos definidos por 1,2,3,6,9,5 como elemento de base, a saber los triángulos 1,2,3,6,9,5 y 7,8,9,12,11 que definen una línea con un decalage de 6.
- 2 elementos definidos por 1,5,9,8,7,4, como elemento de base a saber los triángulos 1,5,9,8,7,4, y 7,11,15,18,13,10 que definen otra línea de elementos con un decalage de 6(9-3).

b) repetición en plano

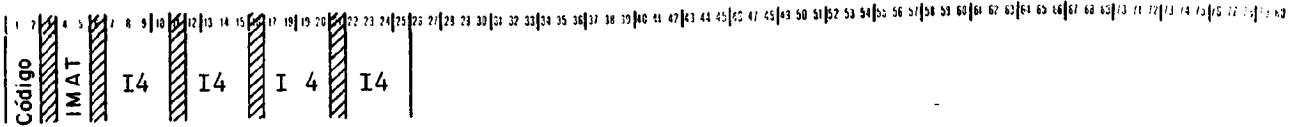
Una línea de elementos puede por una progresión aritmética engendrar un plano de elementos que será caracterizado por:

- el número total de líneas de elementos NREP2
- el decalaje de los nudos de uno a otro IPAS 2

Cada elemento será pues introducido por 2 cartas:

CARTA 1 : comprenderá:

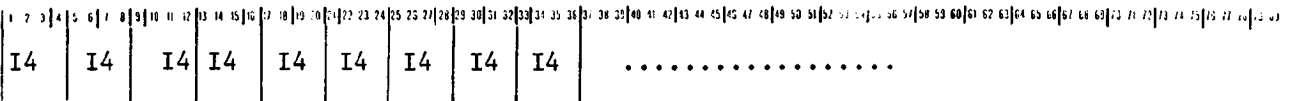
- código del elemento
- número del material IMAT
- repetición en línea NREP1 y IPAS 1
- repetición en plano NREP2 y IPAS2



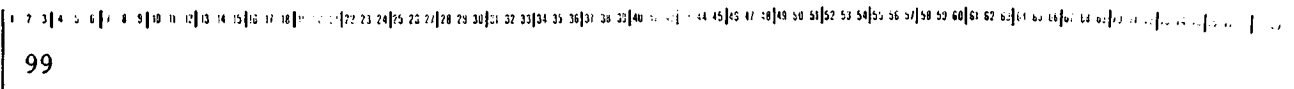
CARTA 2 : comprenderá:

- los números de los nudos del elemento de base

ATENCIÓN : el orden de estos números debe respetar el orden dado por las reglas de numeración propias de cada tipo del elemento.



Al final de la lista de los elementos introducir una carta 99



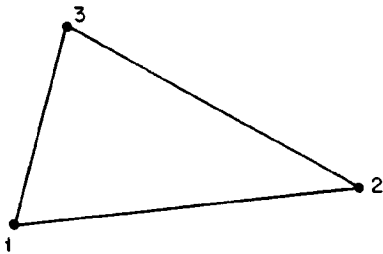
EJEMPLO: para el ejemplo precedente tendríamos:

```
{ 03/01/0002 x 0006  
 000100020003000600090005  
} 03/01/0002 x 0006  
 000100050009000800070004  
[ 99
```

BIMEF

ELEMENTO : TRI 3

TENSION PLANA CODIGO 01
DEFORMACION PLANA CODIGO 02
AXI-SIMETRICO CODIGO 03



NUMERO DE NUDOS : 3

CONSTRUIDO CON :

REGLA DE NUMERACION DEL ELEMENTO:

1 2 3

NUDOS ELIMINADOS:

TIEMPO DE CALCULO Te =

ADITIVO

ESTADO DEL PROGRAMA EL : 1/2/75

Cálculo de los desplazamientos : SI	CODIGO :	11
Cálculo de las tensiones : SI		12
Presión normal sobre la cara : 12		13
Presión variando proporcionalmente a la cota : SI	CODIGO:	31
Fuerzas de volumen : NO		32
		33

ADITIVO :

Presión normal sobre la cara:	CODIGO:
Presión variando proporcionalmente a la cota:	CGDIGO:
	CODIGO:
	CODIGO:

OBSERVACIONES PARTICULARES

BIMEF

ELEMENTO : TRI 6

TENSION PLANA

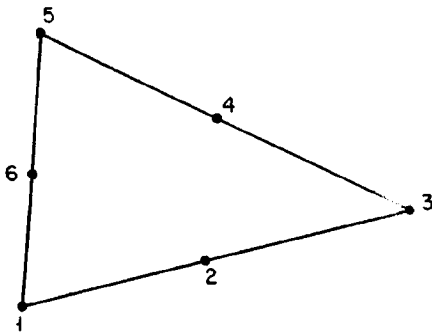
CODIGO 04

DEFORMACION PLANA

CODIGO 05

AXI-SIMETRICO

CODIGO 06



NUMERO DE NUDOS : 6

CONSTRUIDO CON :

REGLA DE NUMERACION DEL ELEMENTO :

1 2 3 4 5 6

NUDOS ELIMINADOS :

TIEMPO DE CALCULO : $T_e = 0,016$ seg.

ADITIVO

ESTADO DEL PROGRAMA EL : 1/2/75

Cálculo de desplazamientos	: SI		14
Cálculo de las tensiones	: SI		15
Presión normal sobre la cara: 1 2 3		CODIGO :	16
Presión variando proporcionalmente a la cota: SI		CODIGO :	34
Fuerzas de volumen	: SI		35
			36

ADITIVO :

Presión normal sobre la cara :	CODIGO :
Presión variando proporcionalmente a la cota:	CODIGO :
	CODIGO :

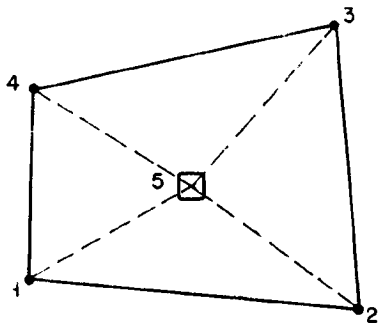
OBSERVACIONES PARTICULARES

Presión de cizallamiento que varía proporcionalmente a la cota sobre el lado 1 2 3 : CODIGO 54

BIMEF

ELEMENTO : TRI 5

TENSION PLANA CODIGO 08
DEFORMACION PLANA CODIGO 09
AXI-SIMETRICO CODIGO 10



NUMERO DE NUDOS : 5
CONSTRUIDO CON : 4 TRI 3
REGLA DE NUMERACION DEL ELEMENTO:

1 2 3 4

NUDOS ELIMINADOS: un nudo eliminado : el 5
no debe ser numerado

TIEMPO DE CALCULO : $T_e =$

ADITIVO

ESTADO DEL PROGRAMA EL : 1/2/75

Cálculo de los desplazamientos : SI	11
Cálculo de las tensiones : SI	12
Presión normal sobre la cara : 1 2	CODIGO : 13
Presión variando proporcionalmente a la cota : SI	CODIGO : 31
Fuerzas de volumen : NO	32
	33

ADITIVO :

Presión normal sobre la cara :	CODIGO:
	CODIGO:
Presión variando proporcionalmente a la cota	CODIGO:
	CODIGO:

OBSERVACIONES PARTICULARES

BIMEF

ELEMENTO : TRI 13

TENSION PLANA

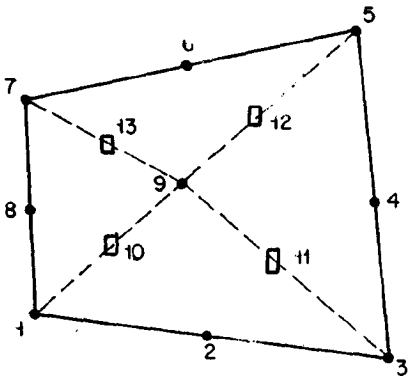
CODIGO 11

DEFORMACION PLANA

CODIGO 12

AXI-SIMETRICO

CODIGO 13



NUMERO DE NUDOS : 13

CONSTRUIDO CON : 4 TRI 6

REGLA DE NUMERACION DEL ELEMENTO :

1 2 3 4 5 6 7 8 9

NUDOS ELIMINADOS : los nudos interiores:

10 11 12 13

TIEMPO DE CALCULO : $T_e = 0,055$ seg.

ADITIVO

ESTADO DEL PROGRAMA AL : 1/2/75

Cálculo de los desplazamientos : SI	14
Cálculo de las tensiones : SI	15
Presión normal sobre la cara : 1 2 3	CODIGO: 16
Presión variando proporcionalmente a la cota : SI	CODIGO: 34
Fuerzas de volumen : SI	35
	36

ADITIVO :

Presión normal sobre la cara:	CODIGO:
Presión variando proporcionalmente a la cota :	CODIGO:
	CODIGO:

OBSERVACIONES PARTICULARES

BIMEF

ELEMENTO : JUNTA

TENSION PLANA

CODIGO 07

DEFORMACION PLANA

CODIGO

CODIGO

AXI-SIMETRICO

CODIGO

NUMERO DE NUDOS : 4

CONSTRUIDO CON :

REGLA DE NUMERACION DEL ELEMENTO:

NUDOS ELIMINADOS :

TIEMPO DE CALCULO : $T_e =$



ADITIVO

ESTADO DEL PROGRAMA AL : 1/2/75

Cálculo de los desplazamientos : SI

Cálculo de las tensiones : SI

Presión normal sobre la cara : CODIGO :

Presión variando proporcionalmente a la cota : CODIGO :

Fuerzas de volumen

ADITIVO :

Presión normal sobre la cara : CODIGO :

CODIGO :

Presión variando proporcionalmente a la cota : CODIGO :

CODIGO :

OBSERVACIONES PARTICULARES

BIMEF

ELEMENTO: BULON

TENSION PLANA

CODIGO 14

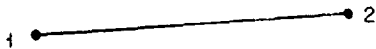
DEFORMACION PLANA

CODIGO

ASIMETRICO

CODIGO

CODIGO



NUMERO DE NUDOS : 2

CONSTRUIDO CON :

REGLA DE NUMERACION DEL ELEMENTO :

NUDOS ELIMINADOS :

TIEMPO DE CALCULO : $T_e =$

ADITIVO

ESTADO DEL PROGRAMA AL: 1/2/75

Cálculo de los desplazamientos :

Cálculo de las tensiones :

CODIGO:

Presión normal sobre la cara :

CODIGO:

Presión variando proporcionalmente a la cota:

Fuerzas de volumen:

ADITIVO

Presión normal sobre la cara :

CODIGO:

CODIGO:

Presión variando proporcionalmente a la cota :

CODIGO:

CODIGO:

OBSERVACIONES PARTICULARES

V - CONDICIONES A LOS LIMITES

Cada condición a los límites es introducida por una carta que puede comprender los parámetros siguientes:

- código
- parámetros A y B
- secuencias N(1), N(2), N(3)

	A	B	N(1)	N(2)	N(3)
Código	F10.0	F11.0	I4	I4	I4	I4

Se distinguen varios grupos de condiciones:

GRUPO 00

- CODIGO 01: desplazamientos $U = A$ para los puntos de una superficie definida por la secuencia N(1),N(2),N(3)
- 02: desplazamientos $V = A$ para los puntos de una superficie definida por la secuencia N(1),N(2),N(3)
- 03: $U = 0$ para todos los $X = A$
- 04: $V = 0$ para todos los $Y = A$
- 05: desplazamiento $U = 0$ para todos los $X = A$ y
 $V = 0$ para todos los $Y = B$
- 06: fuerza $F_X = A$ para todos los puntos definidos por la secuencia N(1),N(2),N(3)
- 07: fuerza $F_Y = A$ para todos los puntos definidos por la secuencia N(1),N(2),N(3)

GRUPO 10 :

- CODIGO 11 : tensión plana
presión normal a la superficie para el triángulo
de 3 puntos
- 12 : deformación plana
presión normal a la superficie para el triángulo
de 3 puntos
- 13 : problema axi-simétrico
presión normal a la superficie para el triángulo
de 3 puntos
- 14 : tensión plana
presión normal a la superficie para el triángulo
de 6 puntos
- 15 : deformación plana
presión normal a la superficie para el triángulo
de 6 puntos
- 16 : problema axi-simétrico
presión normal a la superficie para el triángulo
de 6 puntos.

GRUPO 30 :

CODIGO 31 : Presión variando proporcionalmente a la cota y
para el triángulo de 3 puntos
presión de la fuerza: $P = A + BY$

34 : presión variando proporcionalmente a la cota Y
para el triángulo de 6 puntos
presión de la fuerza: $P = A + BY$

Significado de la secuencia : $N(1), N(2), N(3), N(4) \dots\dots$

Para el grupo 00:

La condición es introducida con puntos definidos por la secuencia $N(1), N(2), N(3)$.

$N(1)$ = primer punto al cual se aplica la condición.

$N(2)$ = último punto al cual está aplicada la condición.

$N(3)$ = razón de la progresión aritmética entre $N(1)$ y $N(2)$

Para los grupos 10 a 30:

$N(1), N(2)$, para el triángulo a 3 puntos,
 $N(1), N(2), N(3)$, para el triángulo a 6 puntos,
designan los números de los 2 o 3 puntos delimitando el lado del elemento sobre el cual está aplicada la presión A.

Así K , siendo el número de puntos delimitando un lado del elemento, se tendrá:

$N(K + 1)$ designará si ha lugar el número de lados sobre los cuales será aplicada la presión A.

$N(K + 2)$ designa la razón de la progresión aritmética permitiendo pasar de un elemento a otro.

Convención de signo para la presión :

El signo de la presión está dado por la regla siguiente:

Cuando un observador recorre el contorno del modelo desde el principio de la secuencia hasta el final de la misma, una presión positiva corresponde a las fuerzas que se ejercen hacia la derecha del observador.

Fin de las condiciones en los límites

Meter obligatoriamente una carta 99 al final de las condiciones a los límites.

VI - TENSIONES INICIALES DE LA FORMA : $P = A + BY$

$$Q = KP$$

	A	B	K_1	K_2
IMAT	F10.0	F10.0	F10.0	F10.0

$K_1 = Q/P1$ es la tensión en el plano de la figura según el eje X

$K_2 = Q/P2$ es la tensión perpendicular al plano de la figura

Si no hay tensiones iniciales no meter incluso carta virgen.

Meter obligatoriamente una carta.99 haya o no tensiones iniciales.

VII - SALIDA SOBRE PLOTTER

utiliza el TAPE 4

1) Sin salida sobre plotter

Carta FIN

FIN

2) Salida sobre plotter

Se puede hacer salir indiferentemente:

- el modelo (no traza más que el contorno del modelo)
- el mallaje
- el campo de las tensiones
- las distancias de una curva intrínseca a los círculos de Mohr.
- la envolvente de los círculos de Mohr

De una forma general, se tendrá siempre una carta del tipo siguiente;

Elección	escala	X_g	X_d	Y_b	Y_h	opción
F10.0	F10.0	F10.0	F10.0	F10.0	F10.0	F10.0

Con a) ELECCION = MALLAJE
 MODELO
 CONTORNO
 TENSIONES
 CRITERIO
 MOHR
 FIN

b) ESCALA = Escala a la cual se representa el dibujo
(1 cm. sobre el papel = X unidades de longitud)

c) X_g, X_d, Y_b, Y_h = son 4 parámetros que permiten reducir o
agrandar el modelo:
(permiten pues tomar unicamente la parte
que nos interesa)

X_g = abcisa de izquierda

X_d = abcisa de derecha

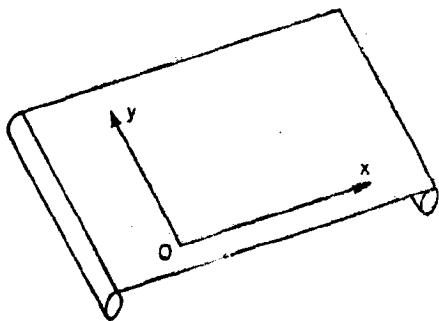
Y_b = ordenada de abajo

Y_h = ordenada de arriba

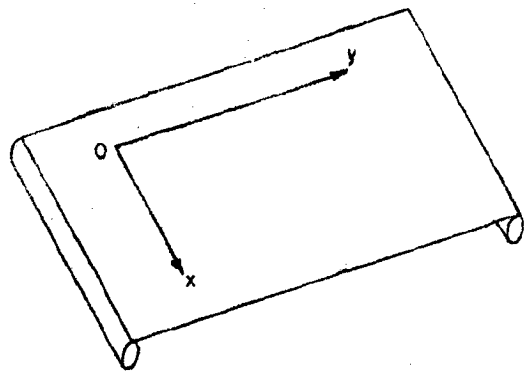
d) OPCION = determina el sentido del trazado con relación al
desenrollamiento del papel de la trazadora.

Opción =

0	sentido normal del desenrollamiento del papel siendo el eje OX el sentido del desenrollamiento.
1	sentido perpendicular al precedente



opción = 0



opción = 1

1) MALLAJE

Carta a introducir:

escala

MALLAJE	
---------	--

2) CONTORNO

Cartas a introducir:

escala

CONTORNO	
----------	--

una o varias cartas de este género definiendo los puntos que pertenecen al contorno en formato I4.

I4	I4	I4	I4	I4	I4	I4	9999
----	----	----	----	----	----	----	-------	------

Observación : si hay un hueco en el modelo, las dos secuencias de puntos deben estar separadas por 4 blancos (a fin de hacer un levantamiento de pluma).

Contorno llamado solo no trazará nada
Indicar enlace 9999 al fin del contorno

3) MODELO

Carta a introducir:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
MODELO										F10.0																																																																																									

4) TENSION

Cartas a introducir:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
TENSION										F10.0																																																																																									
escala										PAS										R										PR																																																																					
F10.0										F10.0										F10.0										F10.0																																																																					

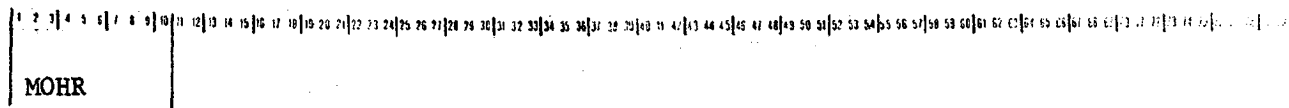
Carta dando varios parámetros:

- escala de las tensiones : 1 cm. sobre papel representa X bars.
- PAS = paso del mallaje
- R = número de líneas sobre las cuales serán trazadas las tensiones.
- PR = número de puntos sobre cada línea en que serán trazadas las tensiones.

6) MOHR

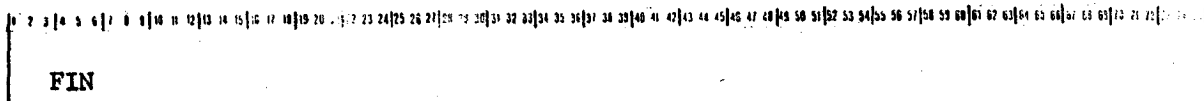
Carta a introducir

escala



Sobre el gráfico una graduación representa 25 bars.

7) FIN



Cartas control

ATTACH (PLOT)

LIBRARY (PLOT)

.....
.....
.....

DISPOSE,TAPE4, PR = I AP

VIII - FIN DE LAS CARTAS DATOS

Carta a introducir

FIN

Carta que termina el juego de datos

MALLAJES ANALITICOS

La llamada a un mallaje analítico se hace con $OP \neq 0$

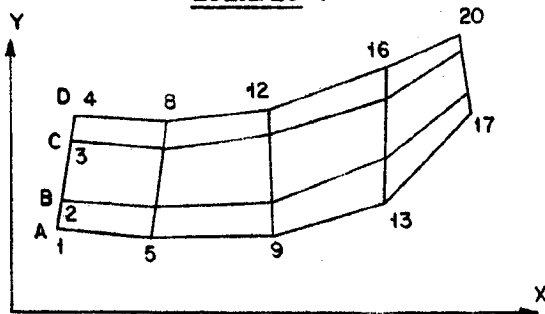
OP puede tomar, según el mallaje analítico elegido, los siguientes valores

{ OP = 01
02
03
04
05
06
07
08

I - OP = 01

Esto permite calcular las coordenadas de los puntos del ma-
llaje conociendo las coordenadas de los puntos frontera de este y
las distancias entre las líneas de una misma familia.

EJEMPLO :



N = 20

NP = 4

se calculará: $DELTA(1) = \frac{AB}{AD}$

$DELTA(2) = \frac{AC}{AD}$

DATOS A INTRODUCIR

Formato de lectura de las coordenadas

```
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 |
| I4 | I4 | ( F )
```

las coordenadas siguientes:

- las abcisas de los puntos de la frontera a partir del punto 1
X(1), X(P+1), X(2P+1) según el formato elegido
- las ordenadas de estos mismos puntos
Y(1), Y(P+1), Y(2P+1), según el mismo formato
- las abcisas de los puntos de la frontera a partir del punto NP
X(NP), X(2NP), X(3NP) según el mismo formato
- las ordenadas de estos mismo puntos
Y(NP), Y(2NP), Y(3NP) según el mismo formato
- los DELTA bajo el formato 16F5.0

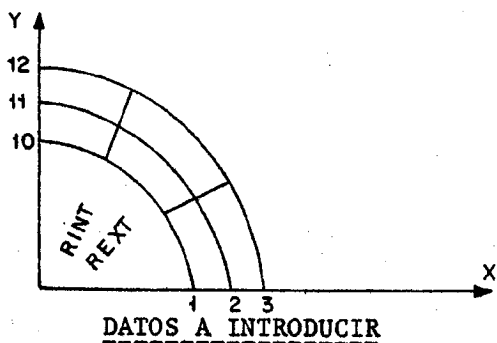
2) OP = 02

Esto permite determinar los círculos concéntricos cuyos radios están en progresión aritmética.

EJEMPLO

N = 12

NP = 3



I4 I4 (F)

RINT REXT

RINT = radio interior según el formato elegido

REXT = radio exterior según el formato elegido

EJEMPLO

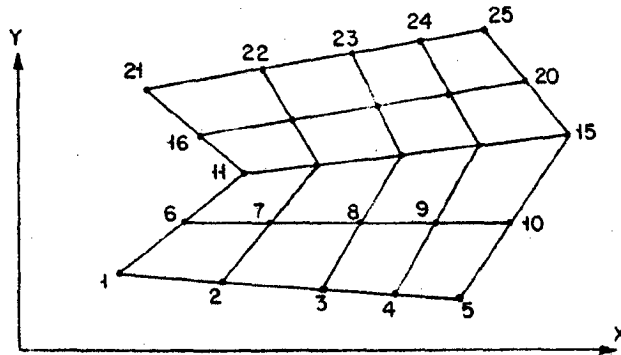
{ 00120003 (2F4.0)
00020003

3) OP = 03

Introducción de las coordenadas X e Y pero un punto de cada dos y una línea de cada dos solamente lo que necesita un PASO IMPAR y un número IMPAR de líneas .

Las coordenadas de los otros puntos serán calculadas por interpolación

EJEMPLO



N = 25
NP = 5

DATOS A INTRODUCIR

N	NP	formato de lectura de las coordenadas
I4	I4	(F)

las coordenadas siguientes:

- X(1),X(3),X(5) según el formato elegido
- X(11),X(13),X(15) según el mismo formato
- X(21),X(23),X(25) " " "
- Y(1), Y(3) ,Y(5) " " "
- Y(11),Y(13),Y(15) " " "
- Y(21),Y(23),Y(25) " " "

carta 99 obligatoria

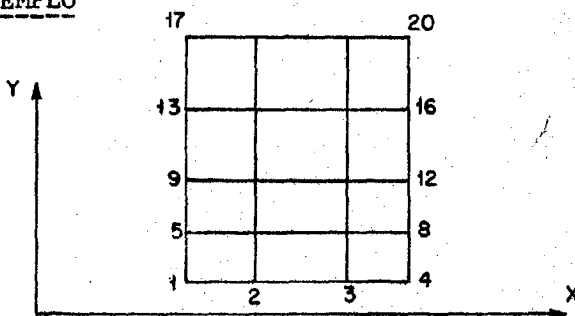
Así el punto 2 estará en el medio de 1,3
 " " 6 " " 1,11
 " " 7 " " 2,12

4) OP = 04

La estructura es rectangular y sus cotas son obligatoriamente paralelas a los ejes OX y OY.

La numeración de los puntos es tal que los puntos 1,2,...,P están situados sobre una paralela a OX o sobre el eje OX.

EJEMPLO



N = 20
NP = 4

DATOS A INTRODUCIR

N NP

Formato de lectura de las coordenadas

I4	I4	(F)
----	----	---	---	---

las coordenadas siguientes:

X(1),X(2),X(3),X(4) según el formato elegido

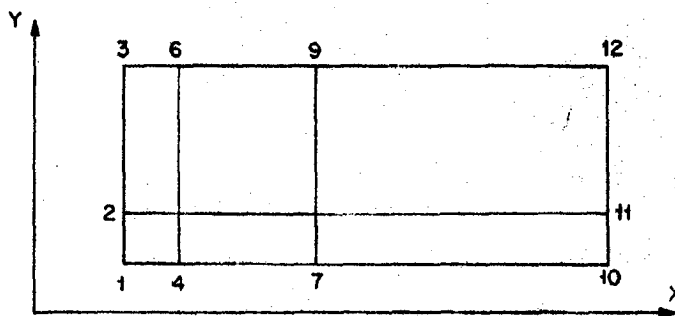
Y(1),Y(5),Y(9),Y(13),Y(17) según el mismo formato

5) OP = 05

La estructura es rectangular y sus lados son obligatoriamente paralelos a los ejes OX y OY.

La numeración de los puntos es tal que los puntos 11,2, 2NP están situados sobre una paralela a OY o sobre el eje OY.

EJEMPLO



N = 12

NP = 3

DATOS A INTRODUCIR

N	NP	Formato de lectura de las coordenadas
I4	I4	(F)

las coordenadas siguientes:

X(1),X(4),X(7),X(10) según el formato elegido

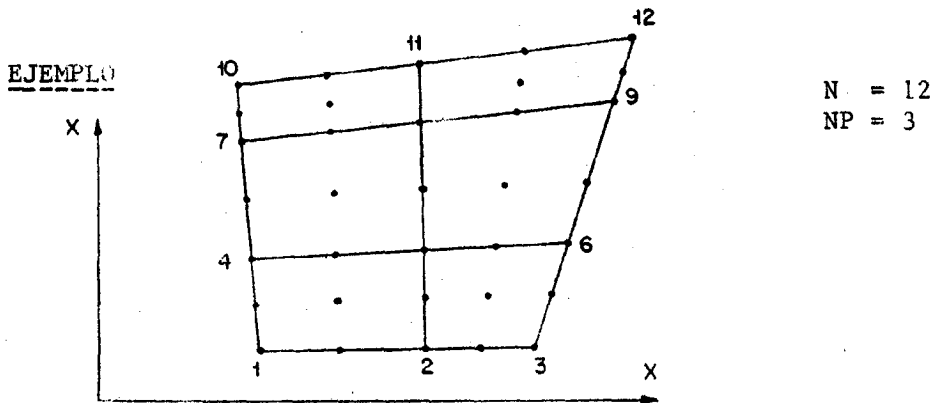
Y(1),Y(2),Y(3) según el mismo formato

6) OP = 06

Introducción de un mallaje utilizando el triángulo de 6 puntos.

Se introducirá las X y las Y y en los nudos solamente. Las coordenadas de los puntos medios serán calculadas automáticamente.

N y NP serán el número de puntos y de paso del mallaje antes de la introducción de los puntos medios.



DATOS A INTRODUCIR

N	NP	Formato de lectura de las coordenadas	
I4	I4	(F)

las coordenadas siguientes:

- X(1),X(2),X(3) según el formato elegido
- X(4),X(5),X(6) según el mismo formato
- X(7),X(8),X(9) " " "
- X(10),X(11),X(12) " " "
- Y(1),Y(2),Y(3) " " "
- Y(4),Y(5),Y(6) " " "
- Y(7),Y(8),Y(9) " " "
- Y(10),Y(11),Y(12) " " "

7) OP = 07

Permite añadir un problema llamado COOR propio a su mallaje que el ingeniero hará el mismo y tendrá cuidado de introducir llegado el momento.

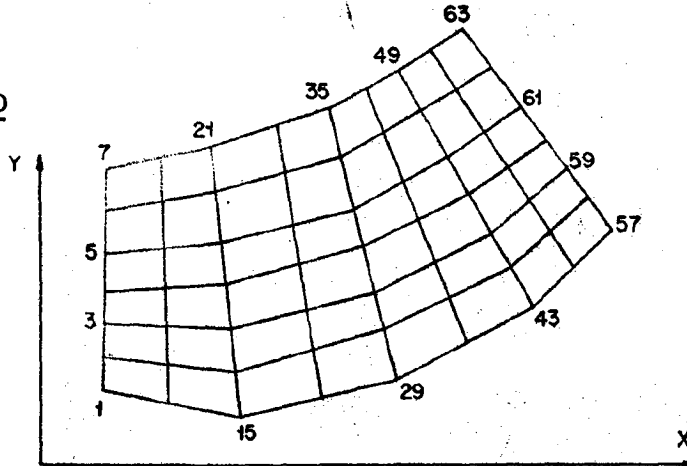
Este programa llamado COORD tendrá por argumentos:

SUBROUTINA COORD (X,Y,N)

8) OP = 08

Permite una combinación de OP = 01 y OP = 03

EJEMPLO



N = 63

NP = 7

DATOS A INTRODUCIR

(Formato de lectura de las coordenadas)

I4	I4	(F)
----	----	---	---	---

las coordenadas siguientes:

X(1),X(15),X(29),X(43),X(57) según el formato elegido

Y(1),Y(15),Y(29),Y(43),Y(57) según el mismo formato

X(7),X(21),X(35),X(49),X(63) " " "

Y(7),Y(21),Y(35),Y(48),Y(63) " " "

Los DELTA según el formato 16F5.0

F5.0	F5.0	F5.0																	
------	------	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

carta obligatoria

99

BIMEF

ELECCION

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80

A 10

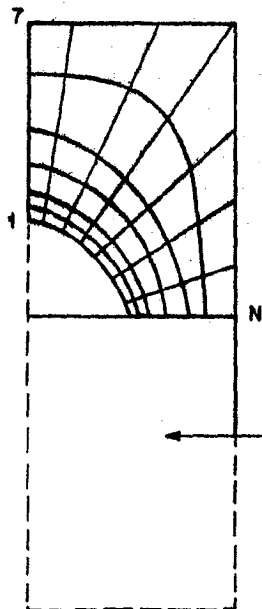
ELECCION = $\left\{ \begin{array}{l} \text{SIMETRIA} \\ \text{NO SIMETRIA} \end{array} \right.$

Esta carga permite hacer una simetría con respecto a un eje horizontal pasando por el último punto N.

donde N es el número de puntos antes de la simetría.

El completado se hace automáticamente.

EJEMPLO



Completado automático

Nota técnica sobre BIMEF de Madrid

PROGRAMA ESPAÑA

Para utilizar BIMEF sobre el CYBER 73 en Madrid, es necesario dimensionar en el programa principal BIMEF el cuadro Z y el cuadro S.

Este dimensionamiento es función de N = número de nudos y de LB = anchura de banda.

El programa ESPAÑA permite calcular estas dimensiones si se conoce N y LB .

La dimensión del cuadro S es arbitraria en cierta medida y corresponde a un tamaño memoria disponible para almacenar la matriz de rigidez. Este parámetro memoria (MEMOIR) está definido en el sub-programa EXEC.

Diagnóstico del PROGRAMA ESPAÑA : "EL NUMERO DE TAPE DEBE SER AUMENTADO".

Actualmente hay 5 TAPES llamados "sub-ficheros" definidos sobre la carta programa de BIMEF. Este diagnóstico quiere decir que el número 5 es insuficiente. Bastará pues meter suficientemente de TAPE correspondiente al número de subficheros indicado sobre la línea siguiente.

La dimensión del cuadro S es la de la memoria ECS necesaria. Hay interés a hacer que el parámetro MEMOIR sea lo mas grande posible. Cuando mas disminuye el parámetro MEMOIR mas crece el número de TAPE subficheros.

EJEMPLO de diagnóstico: N = 450 LB = 36

EL NUMERO DE TAPE DEBE SER AUMENTADO.

LA MATRIZ DE RIGIDEZ DE LA ESTRUCTURA ESTA ENSAMBLADA SOBRE EL FICHERO 13 POR MEDIO DE 6 SUBFICHEROS.

CADA SUBFICHERO TRATA 82 NUDOS DE LA ESTRUCTURA

EL SISTEMA ESTA RESUELTO POR 11 BLOQUES QUE COMPRENEN CADA UNO 82 ECUACIONES

LA MEMORIA ECS NECESARIA ES DE 5904 PALABRAS DECIMALES O SEA 0014 MILLARES DE OCTALES DE PALABRAS.

LA DIMENSION DEL CUADRO Z DEBE SER SUPERIOR O IGUAL A : 3604

COMMON Z (3604)

DIMENSION S (5904)

sobre el CYBER 73, se puede disponer de 130.000₈ solamente por la noche y 120.000₈ por el día.

El programa BIMEF toma actualmente 76.000₈

Con Z(500) S(1.000).

Quedan pues 31.000₈ o sea 12.800₁₀ para aumentar S y Z

Se puede tomar por ejemplo

Z(4.300)

S(10.000)

En EXEC, es necesario introducir MEMOIR = 10.000