

ANEXO B. ARCHIVOS DEL MODELO

Los archivos que generan el modelo y submodelo, lo resuelven, y posprocesan los resultados son los siguientes:

B.1. Modelo.inp

```
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!! Archivo principal para la resolución del modelo
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
/prep7
/output,dv,out,,append
/input,pe1,dv          !Sólo para el problema de optimización

/output,inicio,out
/delete,eje,node
/delete,cubo,node
/delete,eje,cbdo
/delete,cubo,cbdo

      ! Coarse
/title,contacto
      /input,geometria,inp
      /input,montajec,inp
      save
      finish

      ! Submodelo 1 (refinado1)
      ls=1
      /input,subm1,inp
      /input,montaje1,inp
      finish

! Carga1
      ! Coarse
/title,carga1
      time=2
      ls=2
      /input,geometria,inp
      /input,carga1c,inp
      save
      finish

      ! Submodelo 1 (refinado1)
      time=2
      ls=2
      /input,subm1,inp
      /input,carga11,inp
      finish

! Descarga hasta estado único de torsión
      ! Coarse
/title,carga2
      time=3
      ls=3
      /input,geometria,inp
      /input,carga3c,inp
      save
      finish

      ! Submodelo 1 (refinado1)
      time=3
      ls=3
      /input,subm1,inp
      /input,carga11,inp

/input,vida,inp
```

PARSAV, ALL, PARAM, PARM

B.2. Parametros.inp

```
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!! Definición de los parámetros del modelo
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!!!!!!!!!!!!geometria en mm
pi=3.1416
pmedida=75e-3/2          !Punto de evaluación de resultados (a0/2)
d=50.00                  !diámetro nominal del eje
fkn=1
ftoln=1

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
/input,pe1,dv            !Archivo de variables de diseño. Sólo para
optimización

! Parámetros usados como variables de diseño en el problema
! de optimización. Para optimizar no se le debe asignar aquí
! ningún valor a las variables de diseño (se asignan en pe1.dv)
r=8                      !radio de acuerdo en el eje
dejepd=1.17              !relación entre deje y d
interf=33.3e-3           !interferencia
rcubo=2.5                !radio de acuerdo del cubo

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
! Obtención de otros parámetros del modelo

deje=dejepd*d            ! Diámetro del eje en el ajuste
t=d                      ! Ancho del cubo
dext=127*d/30            ! Diámetro exterior del cubo

!!radio de acuerdo
theta=acos(1-(deje-d)/(2*r))
rx=r*sin(theta)
dcubo=deje-2*interf
p1=2*0.05
rcont=2*p1

l1=d*3-t/2
l=l1+t/2
ll=2*l

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
! Parámetros de modelos y mallados

tamañoelem=2.5           !Tamaños de elementos en modelo completo
tamañoelem2=0.3          !Tamaños de elementos en submodelo
tamac=10                 !divisiones en el grosero
tama2=4                   !divisiones en el submodelo

! Fkn descarga
fknd=0.1

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!!!!!!!!!!!!parametros modelo completo (COARSE)
! Parametros montaje
fknmc=0.1
ftolnmc=1
pinbmc=1

! Parametros carga1
fkn1c=0.1
ftoln1c=1
pinb1c=1

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!!!!!!!!!!!!parametros submodelo (REFINAD01)
raspect=19
divzc=6
divpro=4
nn=3
```

```

nelto=3                                !!número de elementos hasta a0/2
corte2=3*rcubo                        !!Longitud axial del submodelo
profeje2=8                            !Profundidad en eje
profcubo2=8                           !Profundidad en cubo
arco2=25

! Parametros montaje
fknm1=0.01
ftolnm1=1
pinbm1=1

! Parametros carga
fknc=0.01
ftoln11=1
pinb11=1

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
! Se comprueban los parámetros introducidos
! y se ajustan para obtener un mallado correcto.

*if,corte2,lt,9,then
corte2=9
*endif

*if,rcubo,gt,2.5,then
    divzc=7
    divpro=5
    nn=5
*endif

*if,rcubo,gt,3.5,then
    divzc=9
    divpro=6
    nn=6
*endif

tamace=tamac
tamacc=tamac
DIVCUBG=12

*if,rcubo,gt,3,then
profeje2=profeje2*rcubo/3
profcubo2=profcubo2*rcubo/3
*else
*endif

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
! Propiedades del material

MP,EX,1,2.1e11/1000**2
MP,PRXY,1,0.3
MP,DENS,1,7850/1000**3
MP,MU,1,0.2

! Carga
sigmau=725
fuerza=0.8*pi*d**3*sigmau*0.4/(4*ll)    !!carga que alcanza el 40% de
sigmau por flexión

fuerzap=fuerza/2 ! Fuerza que simula el torsor, la mitad ya que se aplica un
par de fuerzas

! Debido a la simetría:
fuerza=fuerza/2
fuerzap=fuerzap/2

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
! Elementos
et,1,solid45
et,2,conta173
et,3,targe170

```

```
keyopt,2,9,0      ! Efecto de penetración inicial: penetración inicial
con efecto escalón
keyopt,2,5,4      !4 auto icon 3 auto cnof
keyopt,2,10,3     !para cada elemento, no la media del contact pair
keyopt,2,12,0     !comportamiento estándar
```

```
! Constantes reales
r,1
r,2,,,1,1,,1      !!fkn, ftoln, pinb
r,3,,,1,1,,1
```

B.3. Geometría.inp

```
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!! Generación de la geometría del modelo completo
!! y aplicación de las condiciones de contorno
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
fini
PARSAV,ALL,PARAM,PARAM
/clear
/filename,coarse
/prep7
PARRES,change,PARAM,PARAM

/input,parametros,inp

/input,eje,inp

allsel
csys,0

!!cc contorno
/input,cccontorno,inp
allsel
save
```

B.4. Eje.inp

```
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!! Generación de la geometría del eje
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
/prep7

k,1,0,0,0
k,2,0,d/2
k,3,l1-rx,d/2
k,4,l1,deje/2
k,5,l1-rx,d/2+r
k,6,l1+t/2,deje/2
k,7,l1+t/2,0

k,8,l1-rx,0

k,9,l1+rcubo,deje/2

l,1,2
l,2,3
l,3,8
l,8,1

larc,3,4,5,r
l,6,7
l,8,7

!!!poner condición por si se sale el círculo
circle,9,rcont,,,360
l,4,12
l,12,9
l,9,10
l,9,13

kl,12,0.5      !!!kp14
```

```

ldele,12
*if,r,le,3,then
    KGEN,2,14,,,,(d-deje)/3,,,0    !!kp15
    ratkp30=0.6
*else
    KGEN,2,14,,,,(d-deje)/5,,,0    !!kp15
    ratkp30=0.8
*endif

wpoffs,l1+rcubo
CSYS,4
KSYMM,X,14    !!kp16
KSYMM,X,15    !!kp17
kl,5, ratkp30,30    !!kp30
l,16,6
larc,4,30,5,r
larc,30,3,5,r
ldele,5

l,15,30
l,15,14
l,16,17
l,4,14
l,15,17

!!!!!!!
l,14,16

!!!!
csys,0
k,,l1+t/2,deje/2+(d-deje)/3
l,17,18
lang,7,15,90
lang,24,17,90
ldele,6
l,6,18
l,18,7

lang,7,30,90

al,18,19,21,22
al,5,16,18,20
al,19,6,12,23

!del centro al empotramiento
al,23,28,26,27
al,25,27,21,24
al,5,25,30,29
al,7,3,30,17

al,1,2,3,4

!!!
*if,rcubo,lt,1.1,then
    divejecoar=1
*else
    divejecoar=2
*endif

lesize,20,,,divejecoar
lesize,5,,,divejecoar
!!!
lesize,22,,,2
lesize,21,,,2
lesize,18,,,1
lesize,19,,,1

!!

lesize,2,,,13,-4
lesize,4,,,13,-4

!!
lesize,12,,,10,5

```

```
lesize,23,,,10,5
lesize,26,,,10,5

lesize,17,,,5

ldele,8,11
ldele,13,15

!

lesize,16,,,2
lesize,18,,,2
lesize,6,,,2
lesize,19,,,2

! Profundidad
lesize,3,,,tamace,4
lesize,30,,,tamace,1/4
lesize,25,,,tamace,1/4
lesize,27,,,tamace,1/4

vrotat,all,,,,,,1,7,90

!!!
lesize,13,,,tamace
lesize,14,,,tamace
lesize,15,,,tamace
lesize,31,,,tamace

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!cubo
/input,cubo,inp
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

local,20,1,l1+t/2,0,0,,,90
csys,20
VGEN,4,all,,,,,90,,,0

type,1
vmesh,all

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!!eje
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
vsel,s,,,1,8
vsel,a,,,14,21
vsel,a,,,27,34
vsel,a,,,40,47
eslv
cm,eje,elem
nummrg,node

csys,0
cmsel,s,eje
nsle
nsl,r,loc,x,l1,l1*2
esln
cm,zona,elem

!!!!!!!!!!!!elementos de contacto
type,2
real,2
cmsel,s,eje
nsl,s,ext
csys,20
nsl,r,loc,x,deje/2,deje
esurf

csys,0
esel,s,type,,,2
cm,conta,elem
allsel
```

```
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!!cubo
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
cmisel,s,eje
cmisel,a,conta
esel,inve
cm,cubo,elem

nummrg,node

!!!!!!!!!!!!!!!!!!elementos de contacto
type,3
real,2

cmisel,s,cubo
nsle
nsel,r,ext
csys,20
nsel,a,loc,x,dcubo/2,dcubo/2+interf/10
nsel,r,loc,x,dcubo/2,dcubo/2+rcubo+interf/10

esurf
esel,s,type,,3
cm,targe,elem
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
```

B.5. Cubo.inp

```
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!! Generación de la geometría del cubo
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
/prep7

k,51,l1,dext/2
k,52,l1,dcubo/2+rcubo
k,53,l1+rcubo,dcubo/2
k,54,l1+rcubo,dcubo/2+rcubo
k,55,l1+t/2,dcubo/2
k,56,l1+t/2,dext/2

l,51,52
larc,52,53,54,rcubo
l,53,55
l,55,56
l,56,51

k,57,l1+2*rcubo,dcubo/2+rcubo
lang,55,57,90
l,52,57
lang,54,57,90
lang,56,57,88      !!!!!!!

l,57,53

asel,none
al,58,60,55,61
al,53,59,64
al,61,54,64

al,59,52,63,62
al,58,57,56,63

!!radio
*if,rcubo,gt,3,then
rsize=4
*else
rsize=2
*endif

lesize,61,,,rsize
lesize,53,,,rsize
lesize,59,,,rsize
lesize,64,,,rsize
lesize,54,,,rsize
```

```

lesize,62,,,rsize
lesize,55,,,rsize

!!

lesize,52,,,DIVCUBG,0.15
lesize,63,,,DIVCUBG,0.15
lesize,57,,,DIVCUBG,1/0.15

!!

lesize,56,3,,ndiv60

*GET,length56,LINE,56,length
ndiv56=length56/3+0.5
lesize,58,,,ndiv56,0.3
lesize,60,,,ndiv56,1/0.3

vsel,all
aslv
asel,inve
vrotat,all,,,,,1,7,90

!!
lesize,82,,,tamacc
lesize,83,,,tamacc
lesize,86,,,tamacc

lesize,70,,,tamacc
lesize,69,,,tamacc
lesize,76,,,tamacc

```

B.6. Ccontorno.inp

```

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!! Aplicación de las condiciones de contorno al modelo completo.
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!plano simetría
nsel,s,loc,x,l1+t/2
d,all,ux
allsel

!fijación empotramiento
nsel,s,loc,x,0
nsel,r,loc,y,0
csys,20
nsel,r,loc,x,d/2
csys,0
d,all,uy
nsel,s,loc,x,0
nsel,r,loc,z,0
csys,20
nsel,r,loc,x,d/2
csys,0
d,all,uz
allsel

!!!apoyo
nsel,s,loc,y,0
nsel,r,loc,z,0
nsel,r,loc,x,0
d,all,all
allsel

```

B.7. Montajec.inp

```

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!! Resolución de la entrada en contacto
!! del modelo completo
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
/solu

```



```

antype,static,new          ! Nuevo análisis estático
time,1                    ! Paso 1

FKN=fknmc                 ! Nuevo valor de FKN para el proceso de carga
rmodif,2,3,FKN            ! Modificación del valor de FKN para el proceso
de carga
FTOLN=ftolnmc             ! Nuevo FTOLN para la inserción
rmodif,2,4,FTOLN          ! Modificación del FTOLN para la inserción
PINB=pinbmc               ! Nuevo PINB para la inserción
rmodif,2,6,PINB           ! Modificación del PINB para la inserción

kbc,1
autots,on
outres,all,all

/output,coarse,res
*get,t0,active,,time,wall

solve

*get,tm,active,,time,wall

/output,tiempom,out

tmontajec=(tm-t0)*60

/output,coars,out,,append

      /delete,coarse,osav
      /delete,coarse,full

```

B.8. Carga1c.inp

```

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!! Aplicación de la carga al modelo completo
!! y resolución del mismo
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
/solu

/output,coarse,res,,append

antype,static,rest,1      ! Restauración del análisis estático

/input,parametros,inp

/prep7
mpdele,mu,1
mp,mu,1,0.5

/solu
time,2
FKN=fkn1c                 ! Nuevo valor de FKN para el proceso de carga
rmodif,2,3,FKN            ! Modificación del valor de FKN para el proceso
de carga
FTOLN=ftoln1c             ! Nuevo FTOLN para la inserción
rmodif,2,4,FTOLN          ! Modificación del FTOLN para la inserción
PINB=pinb1c               ! Nuevo PINB para la inserción
rmodif,2,6,PINB           ! Modificación del PINB para la inserción
nropt,unsym               ! Solver no simétrico
kbc,0                     ! Aplicación de la carga en rampa
autots,on

! Par de fuerzas
nse1,s,loc,y,dext/2
nse1,r,loc,x,l1+t/2
f,all,fz,fuerzap/2

nse1,s,loc,y,-dext/2
nse1,r,loc,x,l1+t/2
f,all,fz,-fuerzap/2

nse1,s,loc,z,dext/2
nse1,r,loc,x,l1+t/2
f,all,fy,-fuerzap/2

```

```

nset,s,loc,z,-dext/2
nset,r,loc,x,l1+t/2
f,all,fy,fuerzap/2

! Fuerza
nset,s,loc,y,dext/2
nset,r,loc,z,0
nset,r,loc,x,l1
f,all,fy,-fuerza
allset

```

! Resolver

```

*get,tini,active,,time,wall ! Resolución del paso de carga y determinación
del tiempo correspondiente

```

solve

```

*get,tfin,active,,time,wall

```

/output,tiempoc,out

```

tcarga1c=(tfin-tini)*60
/output,coars,out,,append

```

B.9. Carga3c.inp

```

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!! Aplicación de la carga al modelo completo
!! y resolución del mismo
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
/solu

```

/output,coarse,res,,append

```

antype,static,rest,ls-1 ! Restauración del análisis estático

```

/input,parametros,inp

```

/prep7
rozamto=0.5
mpdele,mu,1
mp,mu,1,0.5
/solu

```

```

time,time
FKN=fkn1c ! Nuevo valor de FKN para el proceso de carga
rmodif,2,3,FKN ! Modificación del valor de FKN para el proceso
de carga
FTOLN=ftoln1c ! Nuevo FTOLN para la inserción
rmodif,2,4,FTOLN ! Modificación del FTOLN para la inserción
PINB=pinb1c ! Nuevo PINB para la inserción
rmodif,2,6,PINB ! Modificación del PINB para la inserción
nropt,unsym ! Solver no simétrico
kbc,0 ! Aplicación de la carga en rampa
autots,on

```

```

! Par de fuerzas
nset,s,loc,y,dext/2
nset,r,loc,x,l1+t/2
f,all,fz,fuerzap/2

```

```

nset,s,loc,y,-dext/2
nset,r,loc,x,l1+t/2
f,all,fz,-fuerzap/2

```

```

nset,s,loc,z,dext/2
nset,r,loc,x,l1+t/2
f,all,fy,-fuerzap/2

```

```

nset,s,loc,z,-dext/2
nset,r,loc,x,l1+t/2
f,all,fy,fuerzap/2

```

```
! Fuerza
nset,s,loc,y,dext/2
nset,r,loc,z,0
nset,r,loc,x,l1
f,all,fy,fuerza
allset
```

```
! Resolver
```

```
*get,tini,active,,time,wall ! Resolución del paso de carga y determinación
del tiempo correspondiente
```

```
solve
```

```
*get,tfin,active,,time,wall
```

```
/output,tiempoc,out,,append
```

```
tcarga3c=(tfin-tini)*60
/output,coars,out,,append
```

B.10. Subm1.inp

```
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!! Resolución del submodelo
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
PARSAV,ALL,PARAM,PARAM
/clear
PARRES,change,PARAM,PARAM
/input,refinado1,inp
resume,coarse,db
PARRES,change,PARAM,PARAM
/post1
allset
file,coarse,rst
csys,0
set,ls
cmsel,s,eje
cbdof,eje,node,,eje,cbdo !!!!lee de eje.node y crea eje.cbdo
cmsel,s,cubo
cbdof,cubo,node,,cubo,cbdo !!!!lee de cubo.node y crea cubo.cbdo
allset
finish

resume !resume el submod.db
PARRES,change,PARAM,PARAM

! Opciones de contacto
/prep7
r,2,,,fkn2,ftoln2
r,3,,,fkn2,ftoln2
csys,0
allset
```

B.11. Refinado1.inp

```
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!! Generación de la geometría del submodelo
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
/filename,refinado1
/prep7

/input,parametros,inp

tamesize=tamañoelem2
divcirc=deje/2*arco2/(raspect*pmedida/nelto)*3.1416/180+0.5

/input,refineje1,inp

allset
csys,0

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!!!!!!!PARA SUBMODELADO!!!!!!!
```

```

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!!!!!!nodos frontera eje
asel,s,,,101
asel,a,,,104
asel,a,,,67
asel,a,,,22
asel,a,,,6
asel,a,,,2,3
asel,a,,,82
asel,a,,,30
asel,a,,,33
asel,a,,,51
asel,a,,,97
asel,a,,,68
asel,a,,,102
asel,a,,,106
asel,a,,,8
asel,a,,,17
asel,a,,,65
asel,a,,,100
asel,a,,,32
asel,a,,,24
asel,a,,,83
asel,a,,,98
asel,a,,,35
asel,a,,,42,44
asel,a,,,105
asel,a,,,91
asel,a,,,55
asel,a,,,57
asel,a,,,84
asel,a,,,99

nsla,s,1
cm,ejefront,node

! Quito los cercanos a la superficie
csys,20
nsl,u,loc,x,deje/2-2*pmedida,deje/2+1
csys,0

!!!!!!comprobar
asel,s,,,55
nsla,a,1

! Se escribe el archivo que contiene los nodos frontera del eje
nwrite,eje,node
cm,ejefront,node
allsel
!!!!!!nodos frontera cubo
cmsel,s,cubo
nsle
csys,20
nsl,u,loc,x,dcubo/2+10*pmedida,dcubo/2+100
csys,0
cm,quitar,node

cmsel,s,cubo
nsle
nsl,ext
asel,s,,,26
asel,a,,,64
asel,a,,,23
asel,a,,,58
asel,a,,,48
asel,a,,,50
asel,a,,,73
asel,a,,,62
asel,a,,,76
asel,a,,,18
asel,a,,,28

asel,a,,,36
asel,a,,,37
asel,a,,,72

nsla,s,1

```

```

cmsel,u,quitar
! Se escribe el archivo que contiene los nodos frontera del cubo
nwrite,cubo,node
cm,cubofront,node

allsel
save
finish

```

B.12. Refineje1.inp

```

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!! Generación de la geometría del
!! eje para el submodelo
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
/prep7

local,20,1,l1+t/2,0,0,,,90
csys,0

k,1,0,0,0
k,2,0,d/2
k,3,l1-rx,d/2
k,4,l1,deje/2
k,5,l1-rx,d/2+r
k,6,l1+t/2,deje/2
k,7,l1+t/2,0

k,8,l1-rx,0

k,9,l1+rcubo,deje/2

l,1,2
l,2,3
l,3,8
l,8,1
larc,3,4,5,r
l,6,7
l,8,7

!!!poner condición por si se sale el círculo
circle,9,rcont,,,360
l,4,12
l,12,9
l,9,10
l,9,13

parmall=0.4
kl,12,parmall          !!kp14
ldele,12

KGEN,2,14,,,,-6*pmedida,,,0    !!kp15

wpoffs,l1+rcubo
CSYS,4
KSYMM,X,14             !!kp16
KSYMM,X,15             !!kp17
*get,long5,line,5,length

kl,5,1-7*pmedida*1.4/long5,30 !!kp30
l,16,6
larc,4,30,5,r
larc,30,3,5,r
ldele,5

l,15,30
l,15,14
l,16,17
l,4,14
l,15,17

```

```

!!!!!!!
l,14,16

!!!!
csys,0
profmall=1.2*(1-parmall)*rcubo
profext=profmall*t/(4*(corte2-rcubo-profmall))
k,,l1+t/2,deje/2-profext/2.3 !kp 18
l,17,18
lang,7,15,90
lang,24,17,90
ldele,6
l,6,18
l,18,7

lang,7,30,90

al,18,19,21,22
al,5,16,18,20
al,19,6,12,23

!del centro al empotramiento
al,23,28,26,27
al,25,27,21,24
al,5,25,30,29
al,7,3,30,17

al,1,2,3,4

!!

ldele,8,11
ldele,13,15

*get,long5,line,5,length
div5=long5/(20*pmedida/3)+0.5

lesize,5,,div5
lesize,20,,div5

vrotat,all,,,,,1,7,arco2

! Se genera el cubo
/input,refincubo1,inp
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

local,20,1,l1+t/2,0,0,,90
csys,20

VGEN,,all,,,,-arco2/2,,,,1

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!!cortes!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

csys,0
allsel
vdele,7,8
wpave,l1+corte2
wprota,,90
vsbw,all
vsel,s,loc,x,l1+corte2,2*l1
vdele,all
allsel

cylind,deje/2-profeje2,,-2*t
csys,20
vgen,,3,,,,-45,,,,1
csys,0
vsbv,all,3,,delete,delete

allsel
vsel,s,,1,2

```

```

vsel,a,,,4
vsel,a,,,7,9
vsel,a,,,13,15
cm,ejev,volu
vsel,inve

cylind,dcubo/2+profcubo2,, -2*t
csys,20
vgen,,3,,,,-45,,,,1
csys,0
vinp,all

allsel
vsel,none
cylind,deje/2-1.2*(1-parmall)*rcubo,, -2*t
aslv
cm,cil,area
allsel
csys,0
allsel
cmsel,none
cmsel,s,cil
cmsel,a,ejev
vsba,all,all,,delete,delete
vdele,3

vsel,all
aslv
asel,inve
adele,all,,,1
allsel

vsel,s,,,8
vsel,a,,,13
vsel,a,,,1
wpave,0,0,0
wpave,l1+rcubo
vsbw,all
allsel

! Mallado mejorado
csys,20
kmodif,1,(deje/2-pmedida)
kmodif,3,(deje/2-pmedida)

*if,rcubo,gt,3,then
kmodif,87,(deje/2-60*pmedida)
kmodif,88,(deje/2-60*pmedida)
*else
kmodif,87,(deje/2-40*pmedida)
kmodif,88,(deje/2-40*pmedida)
*endif

csys,0

!lesize,all,1,,,1
type,1
esize,tamesize

lccat,164,165

lssel,s,,,4
lssel,a,,,7
lssel,a,,,13,15
lssel,a,,,30,31
lssel,a,,,35,36
lssel,a,,,43
lssel,a,,,65
lssel,a,,,70,71
lssel,a,,,76,77
lssel,a,,,83
lssel,a,,,87
lssel,a,,,99
lssel,a,,,109,110
lssel,a,,,125

```

```

lssel,a,,,128
lssel,a,,,133
lssel,a,,,136
lssel,a,,,139
lssel,a,,,142
lssel,a,,,147,148
lssel,a,,,153
lssel,a,,,9
lesize,all,,,divcirc
allsel

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!!refinar en la profundidad
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

rel=1

lesize,8,,,nelto,1/rel
lesize,10,,,nelto,rel
lesize,33,,,nelto,rel
lesize,97,,,nelto,1/rel
lesize,16,,,nelto,rel
lesize,18,,,nelto,1/rel
lesize,19,,,nelto,rel
lesize,100,,,nelto,1/rel
lesize,17,,,nelto,rel
lesize,3,,,nelto,1/rel

allsel

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!!!zona de contacto
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

! EJE

!*get,long96,line,96,leng
tamconta=(3/2)*2*raspect*2*pmedida/(2*nelto)    !poner espesor del último
elemento

*if,rcubo,gt,3,then
tamconta=2*tamconta
*endif

lesize,96,tamconta,,,3
lesize,98,tamconta,,,3
lesize,95,tamconta,,,3
lesize,93,tamconta,,,3
lesize,163,tamconta,,,3
lesize,161,tamconta,,,3
lesize,137,tamconta,,,3
lesize,138,tamconta,,,3

! CUBO
lesize,107,tamconta,,,3
lesize,106,tamconta,,,3
lesize,144,tamconta,,,3
lesize,103,tamconta,,,3
lesize,104,tamconta,,,3
lesize,146,tamconta,,,3

!!!!
! zona de contacto
!!!!
rele2=30

lesize,1,,,divzc,4
lesize,23,,,divzc,4
lesize,6,,,divzc,4
lesize,25,,,divzc,4

lesize,27,,,divpro+nn,rele2-10,1
lesize,29,,,divpro+nn,rele2-10,1

! Poner ratio=5

```



```

lesize,24,,,divzc,3
lesize,2,,,divzc,3
lesize,12,,,divzc,3
lesize,26,,,divzc,3

! abajo del contacto
lesize,37,,,divzc-nn
lesize,39,,,divzc-nn
lesize,28,,,divzc-nn
lesize,38,,,divzc-nn
lesize,41,,,divzc-nn
lesize,46,,,divzc-nn
lesize,45,,,divzc-nn
lesize,47,,,divzc-nn

*if,dejepd,lt,1.1,then
    rele2=9
*endif

rele22=rele2-15

lesize,52,,,divpro,rele22,1
lesize,62,,,divpro,rele22,1
lesize,81,,,divpro,rele22,1
lesize,115,,,divpro,rele22,1

lesize,151,,,divpro,1,1
lesize,160,,,divpro,1,1
lesize,149,,,divpro,1,1
lesize,162,,,divpro,1,1

div162=6
rele2=3
*if,rcubo,gt,4,then
    rele2=1
*endif

lesize,154,,,div162,rele2,1
lesize,40,,,div162,rele2,1
lesize,155,,,div162,rele2,1
lesize,157,,,div162,1/rele2,1
lesize,42,,,div162,rele2,1
lesize,156,,,div162,1/rele2,1

lesize,158,,,div162,1/rele2/2,1
lesize,159,,,div162,1/rele2/2,1
lesize,167,,,div162,1/rele2/2,1
lesize,166,,,div162,1/rele2/2,1

relc2=5
divc2=6
lesize,44,,,divc2,relc2,1
lesize,143,,,divc2,relc2,1
lesize,67,,,divc2,relc2,1
lesize,145,,,divc2,relc2,1
lesize,140,,,divc2,relc2,1
lesize,60,,,divc2,relc2,1
lesize,56,,,divc2,relc2,1
lesize,141,,,divc2,relc2,1

! Acuerdo cubo
lesize,73,,,6,1/6
lesize,53,,,6,1/6

lesize,78,,,6,3
lesize,54,,,6,3

! Zona acuerdo ejes
lesize,34,,,2
lesize,32,,,2
lesize,5,,,2
lesize,20,,,2
!
vmesh,all

vsel,s,,,2,4

```

```

vsel,a,,,7,9,2
vsel,a,,,15
vsel,a,,,12,14,2
vsel,a,,,17,20
cm,ejev,volu

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

!!eje
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
allsel
cm,sel,s,ejev
eslv
cm,eje,elem

nsle
nsel,s,loc,x,l1,l1*2
esln
cm,zona,elem

! Elementos de contacto del eje
type,2
real,2
asel,s,,,5
asel,a,,,21
asel,a,,,66

nsla,s,1

lssel,s,,,99
lssel,a,,,36
lssel,a,,,96,98,2
lssel,a,,,20,22,2
lssel,a,,,9
lssel,a,,,34
lssel,a,,,14
nsls,a,1
lssel,all

esurf

csys,0
esel,s,type,,2
cm,conta,elem
allsel

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!!cubo
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
cm,sel,s,eje
cm,sel,a,conta
esel,inve
cm,cubo,elem

! Elementos de contacto del cubo
type,3
real,2

cm,sel,s,ejev
vsel,inve
cm,cubov,volu

allsel
asel,s,,,45
asel,a,,,49
asel,a,,,75
nsla,s,1

esurf
esel,s,type,,3
cm,targe,elem

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

cm,sel,s,eje

```

```
cmse1,a,conta
nsle
```

```
nummrg,node
```

```
cmse1,s,cubo
cmse1,a,targe
nsle
```

```
nummrg,node
```

```
vse1,s,,,2,4
vse1,a,,,7,9,2
vse1,a,,,15
vse1,a,,,12,14,2
vse1,a,,,17,20
cm,ejev,volu
```

B.13. Refincubo1.inp

```
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!! Generación de la geometría del
!! cubo para el submodelo
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
/prep7
```

```
k,51,l1,dext/2
k,52,l1,dcubo/2+rcubo
k,53,l1+rcubo,dcubo/2
k,54,l1+rcubo,dcubo/2+rcubo
k,55,l1+t/2,dcubo/2
k,56,l1+t/2,dext/2
```

```
l,51,52
larc,52,53,54,rcubo
l,53,55
l,55,56
l,56,51
```

```
k,57,l1+2*rcubo,dcubo/2+rcubo
lang,55,57,90
l,52,57
lang,54,57,90
lang,56,57,90
```

```
l,57,53
```

```
asel,none
al,58,60,55,61
al,53,59,64
al,61,54,64
```

```
al,59,52,63,62
al,58,57,56,63
```

```
vse1,all
aslv
asel,inve
vrotat,all,,,,,1,7,arco2
```

```
allsel
```

B.14. Montaje1.inp

```
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!! Resolución de la entrada en contacto
!! del submodelo
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
/solu
```

```
antype,static,new          ! Nuevo análisis estático
time,1                     ! Paso 1
```

```
/prep7
/input,parametros,inp
```

```

/solu
FKN=fknl1          ! Nuevo valor de FKN para el proceso de carga
rmodif,2,3,FKN      ! Modificación del valor de FKN para el proceso
de carga
FTOLN=ftolnl1       ! Nuevo FTOLN para la inserción
rmodif,2,4,FTOLN    ! Modificación del FTOLN para la inserción
PINB=pinbl1         ! Nuevo PINB para la inserción
rmodif,2,6,PINB     ! Modificación del PINB para la inserción

kbc,1
autots,on
outres,all,all

! Aplicación de los desplazamientos en la frontera de corte
/input,eje,cbdo
/input,cubo,cbdo

/output,refinado1,res
*get,t0,active,,time,wall
solve

*get,tm,active,,time,wall

/output,tiempom,out,,append

tmontaje1=(tm-t0)*60

/output,refinad1,out,,append

      /delete,refinado1,osav
      /delete,refinado1,full

```

B.15. Carga11.inp

```

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!! Resolución del submodelado
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
/solu

/output,refinado1,res,,append

antype,static,rest,ls-1      ! Restauración del análisis estático

PARRES,change,PARAM,PARAM

/prep7
mpdele,mu,1
mp,mu,1,0.5

/solu
time,time
FKN=fknc          ! Nuevo valor de FKN para el proceso de carga
rmodif,2,3,FKN      ! Modificación del valor de FKN para el proceso
de carga
FTOLN=ftolnl1       ! Nuevo FTOLN para la inserción
rmodif,2,4,FTOLN    ! Modificación del FTOLN para la inserción
PINB=pinbl1         ! Nuevo PINB para la inserción
rmodif,2,6,PINB     ! Modificación del PINB para la inserción
nropt,unsym        ! Solver no simétrico
kbc,0              ! Aplicación de la carga en rampa
autots,on
cnvtol,u,,,        ! Criterios de desplazamiento y de fuerza
cnvtol,f,,,

! Imposición de los desplazamientos en la frontera de corte
/output,,
/input,eje,cbdo
/input,cubo,cbdo
/output,refinado1,res,,append

! Resolver

*get,tini,active,,time,wall  ! Resolución del paso de carga y determinación
del tiempo correspondiente

```

```
solve
```

```
*get,tfin,active,,time,wall
```

```
/output,tiempoc,out,,append
```

```
tcarga11=(tfin-tini)*60
```

```
/output,refinad1,out,,append
```

B.16. Vida.inp

```
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
```

```
!! Barrido en la zona crítica para
```

```
!! obtener el máximo del parámetro SWT
```

```
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
```

```
/post1
```

```
/input,definicionfatiga,inp
```

```
cmsel,s,eje
```

```
npaths=20
```

```
npuntos=50
```

```
angulo=arco2-2*arco2/5
```

```
Dmax1=-1e6
```

```
sdmx1=-1e6
```

```
!Búsqueda de def1 máxima
```

```
*do,ismax,1,npaths
```

```
barrido=(angulo*(ismax-1)/(npaths-1)-angulo/2)*pi/180
```

```
path,psup,2,30,npuntos
```

```
ppath,1,,l1,(deje/2-pmedida)*cos(barrido),(deje/2-pmedida)*sin(barrido)
```

```
ppath,2,,l1+corte2,(deje/2-pmedida)*cos(barrido),(deje/2-
```

```
pmedida)*sin(barrido)
```

```
*dele,,_prm
```

```
set,2
```

```
/input,estado2,inp
```

```
set,3
```

```
/input,estado3,inp
```

```
*do,ismaxx,1,npuntos
```

```
/input,tensorls2,inp
```

```
/input,tensorls3,inp
```

```
/input,calcvida,inp
```

```
*if,sDmx,gt,sDmx1,then
```

```
    Dmax1=Dmax
```

```
    Smax1=smax
```

```
    sdmx1=sdmx
```

```
    ismax1=ismax
```

```
    ismaxx1=ismaxx
```

```
    barrido1=barrido
```

```
    xcritic=_estado(ismaxx,1)
```

```
    ycritic=_estado(ismaxx,2)
```

```
    zcritic=_estado(ismaxx,3)
```

```
*else
```

```
*endif
```

```
/output,,
```

```
*enddo
```

```
*enddo
```

```
/output,vida,out
```

```
! Obtención de la vida según Smith-Watson-Topper
```

```
Nvida=(sdmx1/2*2.1e5/1225**2)**(-1/(2*.095))/2
```

```
vidamin=Nvida
```

```
/output,,
```

B.17. Definicionfatiga.inp

```
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!! Definici de los parámetros utilizados
!! en el cálculo de la vida a fatiga.
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
*dim,s2,,1,6
*dim,s3,,1,6
*dim,def,,1,6
*dim,dir2,,1,9
*dim,dir3,,1,9

*dim,dirdef,,1,9

*dim,m2,,3,3
*dim,m3,,3,3
*dim,mdef,,3,3

*dim,SPPAL3,,3,3
*dim,SPPAL2,,3,3
*dim,dPPAL,,3,3
*dim,s3ddef,,3,3
*dim,s2ddef,,3,3

*dim,s2m,,3,3
*dim,s3m,,3,3
*dim,mdefm,,3,3

*dim,m2t,,3,3
*dim,m3t,,3,3
*dim,mdefm,,3,3

*dim,m2au1,,3,3
*dim,m3au1,,3,3
*dim,mdefau1,,3,3
*dim,m2defau,,3,3
*dim,m3defau,,3,3
```

B.18. Estado2.inp

```
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!! Estado de tensiones y deformaciones tras la carga
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
PDEF,sx2,s,x,AVG
PDEF,sy2,s,y,AVG
PDEF,sz2,s,z,AVG
PDEF,sxy2,s,xy,AVG
PDEF,syz2,s,yz,AVG
PDEF,sxz2,s,xz,AVG
PDEF,defx2,epto,x,AVG
PDEF,defy2,epto,y,AVG
PDEF,defz2,epto,z,AVG
PDEF,defxy2,epto,xy,AVG
PDEF,defyz2,epto,yz,AVG
PDEF,defxz2,epto,xz,AVG
```

B.19. Estado3.inp

```
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!! Estado de tensiones y deformaciones tras la descarga
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
PDEF,sx3,s,x,AVG
PDEF,sy3,s,y,AVG
PDEF,sz3,s,z,AVG
PDEF,sxy3,s,xy,AVG
PDEF,syz3,s,yz,AVG
PDEF,sxz3,s,xz,AVG
PDEF,defx3,epto,x,AVG
PDEF,defy3,epto,y,AVG
PDEF,defz3,epto,z,AVG
PDEF,defxy3,epto,xy,AVG
PDEF,defyz3,epto,yz,AVG
PDEF,defxz3,epto,xz,AVG
```

PAGET, _estado, TABL

B.20. Tensorls2.inp

```
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!! Generación del tensor de tensiones
!! y del de deformaciones tras la carga
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
sx2=_estado(ismaxx,5)
sy2=_estado(ismaxx,6)
sz2=_estado(ismaxx,7)
sxy2=_estado(ismaxx,8)
syz2=_estado(ismaxx,9)
sxz2=_estado(ismaxx,10)
defx2=_estado(ismaxx,11)
defy2=_estado(ismaxx,12)
defz2=_estado(ismaxx,13)
defxy2=_estado(ismaxx,14)
defyz2=_estado(ismaxx,15)
defxz2=_estado(ismaxx,16)
```

B.21. Tensorls3.inp

```
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!! Generación del tensor de tensiones
!! y del de deformaciones tras la descarga
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
sx3=_estado(ismaxx,17)
sy3=_estado(ismaxx,18)
sz3=_estado(ismaxx,19)
sxy3=_estado(ismaxx,20)
syz3=_estado(ismaxx,21)
sxz3=_estado(ismaxx,22)
defx3=_estado(ismaxx,23)
defy3=_estado(ismaxx,24)
defz3=_estado(ismaxx,25)
defxy3=_estado(ismaxx,26)
defyz3=_estado(ismaxx,27)
defxz3=_estado(ismaxx,28)
```

B.22. Calcvida.inp

```
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!! Cálculo de la deformación ppal máxima y la tensión normal en dicha
!! dirección
!! para la aplicación del criterio SWT
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
/post1

defx=defx2-defx3
defy=defy2-defy3
defz=defz2-defz3
defxy=defxy2-defxy3
defyz=defyz2-defyz3
defxz=defxz2-defxz3

s2(1,1)=sx2
s2(1,2)=sy2
s2(1,3)=sz2
s2(1,4)=sxy2
s2(1,5)=syz2
s2(1,6)=sxz2
s2m(1,1)=sx2
s2m(1,2)=sxy2
s2m(1,3)=sxz2
s2m(2,1)=sxy2
s2m(2,2)=sy2
s2m(2,3)=syz2
s2m(3,1)=sxz2
s2m(3,2)=syz2
s2m(3,3)=sz2

s3(1,1)=sx3
```

```

s3(1,2)=sy3
s3(1,3)=sz3
s3(1,4)=sxy3
s3(1,5)=sy3z
s3(1,6)=sxz3
s3m(1,1)=sx3
s3m(1,2)=sxy3
s3m(1,3)=sxz3
s3m(2,1)=sxy3
s3m(2,2)=sy3
s3m(2,3)=sy3z
s3m(3,1)=sxz3
s3m(3,2)=sy3z
s3m(3,3)=sz3

def(1,1)=defx
def(1,2)=defy
def(1,3)=defz
def(1,4)=defxy
def(1,5)=defyz
def(1,6)=defxz
mdefm(1,1)=defx
mdefm(1,2)=defxy
mdefm(1,3)=defxz
mdefm(2,1)=defxy
mdefm(2,2)=defy
mdefm(2,3)=defyz
mdefm(3,1)=defxz
mdefm(3,2)=defyz
mdefm(3,3)=defz

!direcciones principales
*vfun,dir2,dircos,s2
*vfun,dir3,dircos,s3
*vfun,dirdef,dircos,def

! matrices con los autovectores ordenados
! por columnas de mayor a menor

*do,column,1,3
  *do,filas,1,3
    m2(filas,column)=dir2(1,filas+3*column-3)
    m3(filas,column)=dir3(1,filas+3*column-3)
    mdef(filas,column)=dirdef(1,filas+3*column-3)
  *enddo
*enddo

! aqui se trasponen las matrices
! que contienen los autovectores

*mfun,m2t,tran,m2
*mfun,m3t,tran,m3
*mfun,mdef,tran,mdef

! aqui se multiplican estas matrices
! por las matrices originales de tensiones
! Cálculo de las tensiones y deformaciones principales

*moper,m2au1,s2m,mult,m2
*moper,sppal2,M2T,mult,m2au1

*moper,m3au1,s3m,mult,m3
*moper,sppal3,M3T,mult,m3au1

*moper,mdefau1,mdefm,mult,mdef
*moper,dppal,mdef,tran,mdefau1

! Cálculo de las tensiones en la dirección de la def ppaes

*moper,m2defau,s2m,mult,mdef
*moper,s2ddef,mdef,tran,m2defau

*moper,m3defau,s3m,mult,mdef
*moper,s3ddef,mdef,tran,m3defau

! Cálculo de la tensión máxima

```



```
/output,vida,aut,,append
*if,abs(dppal(3,3)),gt,dppal(1,1),then
    indiceswt=3
*else
    indiceswt=1
*endif
*if,s3ddef(indiceswt,indiceswt),gt,s2ddef(indiceswt,indiceswt),then
    smax=s3ddef(indiceswt,indiceswt)
*else
    smax=s2ddef(indiceswt,indiceswt)
*endif
! búsqueda de la dirección de la def máxima
Dmax=abs(dppal(indiceswt,indiceswt))
sdmx=smax*dmax
/output,,
```