

**ANEXO VII:**  
**DISEÑO SEGÚN EC9: SOLUCIÓN**  
**ÓPTIMA. CRITERIO DE**  
**ESTABILIDAD**

## **Anexo VII: Diseño según EC9: Solución Óptima. Criterio de Estabilidad**

### **Índice**

1	Pandeo del cuerpo cilíndrico.....	156
2	Pandeo de la cubierta.....	160

## 1 Pandeo del cuerpo cilíndrico

### Compresión circunferencial

$f_o (Pa)$	2,40E+08
$\gamma_{MI}$	1,1
$E (Pa)$	7,00E+10
$C_\theta$	1,5
$r (m)$	8,75E+00
$\lambda_{\theta,0}$	2,00E-01
$\mu_\theta$	7,00E-01
$l_{eff}(m)$	4,82E+00
$Q$	6,00E+01
$\rho_{\theta,w}$	6,50E-01
$\alpha_{\theta,ref}$	7,50E-01
$t_a(m)$	7,40E-03
$\omega$	1,89E+01

Zona	Espesor (m)	$\sigma_{\theta,Ed} (Pa)$	$\sigma_{\theta,cr\ eff} (Pa)$	$\sigma_{\theta,cr} (Pa)$
1ª virola	0,005	1,353E+06	2,88E+06	4,26E+06
2ª virola	0,007	8,845E+05	2,88E+06	3,04E+06
3ª virola	0,01	5,236E+05	2,88E+06	2,13E+06
4ª virola	0,014	3,544E+05	2,88E+06	1,52E+06
5ª virola	0,018	2,619E+05	2,88E+06	1,18E+06
6ª virola	0,022	2,074E+05	2,88E+06	9,67E+05
7ª virola	0,025	1,790E+05	2,88E+06	8,51E+05
8ª virola	0,029	1,513E+05	2,88E+06	7,34E+05
9ª virola	0,033	1,295E+05	2,88E+06	6,45E+05
10ª virola	0,037	1,129E+05	2,88E+06	5,75E+05

Zona	$\lambda_\theta$	$\Phi_\theta$	$X_{\theta,perf}$	$\alpha_\theta$	$\sigma_{\theta,Rd}(Pa)$	Ratio de aprovechamiento
1ª virola	7,50988994	3,13E+01	0,01623	6,06E-01	1,40E+06	96,96%
2ª virola	8,8858216	4,30E+01	0,01175	5,64E-01	9,40E+05	94,07%
3ª virola	10,6205882	6,05E+01	0,00832	5,19E-01	6,13E+05	85,45%
4ª virola	12,5664494	8,38E+01	0,00600	4,76E-01	4,05E+05	87,41%
5ª virola	14,2490143	1,07E+02	0,00470	4,45E-01	2,96E+05	88,42%
6ª virola	15,752878	1,30E+02	0,00386	4,20E-01	2,30E+05	90,28%
7ª virola	16,7926244	1,47E+02	0,00341	4,04E-01	1,95E+05	91,74%
8ª virola	18,08621	1,70E+02	0,00294	3,86E-01	1,61E+05	93,87%
9ª virola	19,2932566	1,93E+02	0,00259	3,71E-01	1,36E+05	94,95%
10ª virola	20,4291093	2,16E+02	0,00232	3,57E-01	1,17E+05	96,14%

## Esfuerzos circunferenciales

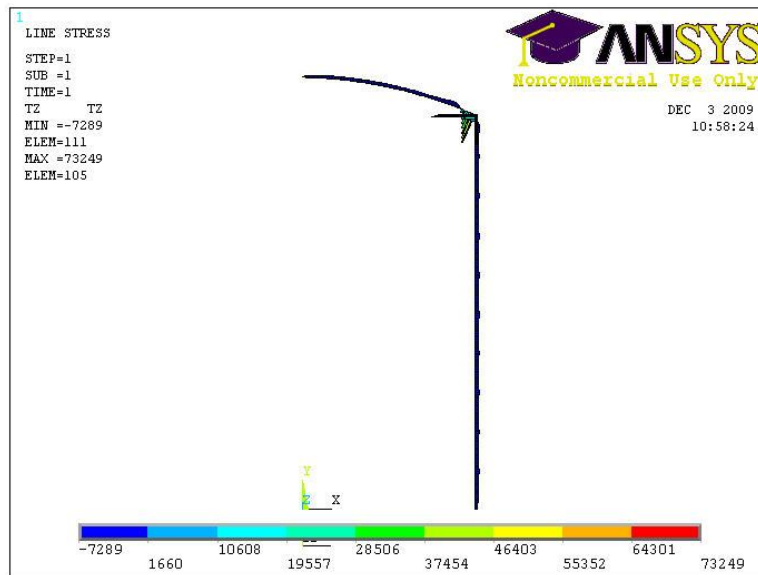


Fig. A7.1: Esfuerzos circunferenciales en el cuerpo cilíndrico

## Compresión axial

$f_o$ (Pa)	2,40E+08
$\gamma_{MI}$	1,1
$E$	7,00E+10
$C_x$	1
$r$ (m)	8,75E+00
$\lambda_{x,0}$	1,00E-01
$\mu_x$	2,00E-01
$Q$	6,00E+01
$\rho_{x,w}$	6,50E-01

Parte	Espesor (m)	$\sigma_{x,Ed}$ (Pa)	$\sigma_{x,cr}$ (Pa)
1ª virola	0,005	2,42E+07	2,42E+07
2ª virola	0,007	3,39E+07	3,39E+07
3ª virola	0,01	4,84E+07	4,84E+07
4ª virola	0,014	6,78E+07	6,78E+07
5ª virola	0,018	8,71E+07	8,71E+07
6ª virola	0,022	1,06E+08	1,06E+08
7ª virola	0,025	1,21E+08	1,21E+08
8ª virola	0,029	1,40E+08	1,40E+08
9ª virola	0,033	1,60E+08	1,60E+08
10ª virola	0,037	1,79E+08	1,79E+08

Parte	Espesor (m)	$\lambda_x$	$\Phi_x$	$X_{x,perf}$	$\alpha_x$	$\sigma_{x,Rd}$ (Pa)	Ratio de aprovechamiento
1ª virola	0,005	3,14918329	5,76E+00	9,44E-02	2,33E-01	3,12E+06	85,104%
2ª virola	0,007	2,66154565	4,30E+00	1,30E-01	2,72E-01	5,03E+06	26,502%
3ª virola	0,01	2,22680886	3,19E+00	1,83E-01	3,17E-01	8,21E+06	12,068%
4ª virola	0,014	1,88199698	2,45E+00	2,49E-01	3,63E-01	1,28E+07	5,976%
5ª virola	0,018	1,65976533	2,03E+00	3,12E-01	3,99E-01	1,76E+07	3,709%
6ª virola	0,022	1,50131423	1,77E+00	3,70E-01	4,28E-01	2,25E+07	2,637%
7ª virola	0,025	1,40835758	1,62E+00	4,12E-01	4,47E-01	2,61E+07	2,213%
8ª virola	0,029	1,30762719	1,48E+00	4,63E-01	4,69E-01	3,08E+07	1,812%
9ª virola	0,033	1,22581793	1,36E+00	5,10E-01	4,88E-01	3,53E+07	1,552%
10ª virola	0,037	1,1576628	1,28E+00	5,52E-01	5,05E-01	3,95E+07	1,371%

## Esfuerzos axiales

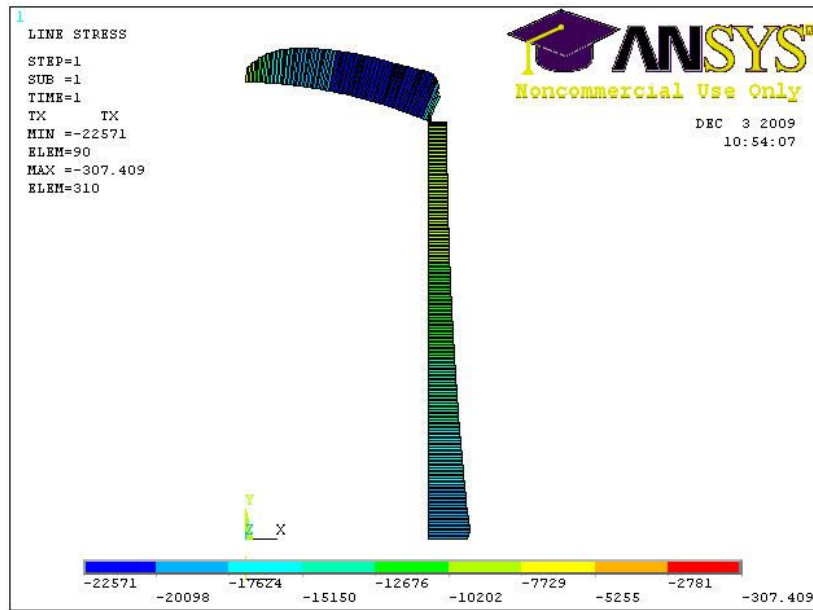


Fig. A7.2: Esfuerzos axiales en el cuerpo cilíndrico

## 2 Pandeo de la cubierta

$\sigma_{\theta, Si} = \sigma_{\gamma, Si}$	1,45E+08
$\lambda_{\theta, s}$	1,28564869
$X_2$	0,121
$\gamma_M$	1,45
$\sigma_{Rk}$	2,904E+07
$\sigma_{Rd}$	2,00E+07
$\sigma_{\theta}$	1,89E+07
$\sigma_{\gamma}$	1,22E+07
<b>Ratio de aprovechamiento <math>\theta</math></b>	94,41%
<b>Ratio de aprovechamiento <math>\gamma</math></b>	78,21%

## Esfuerzos circunferenciales

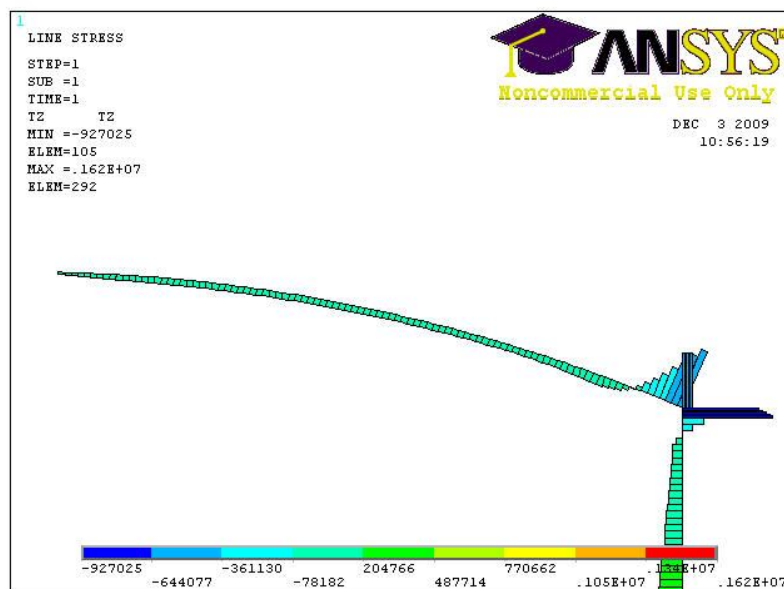


Fig. A7.3: Esfuerzos circunferenciales en la cubierta

## Esfuerzos axiales

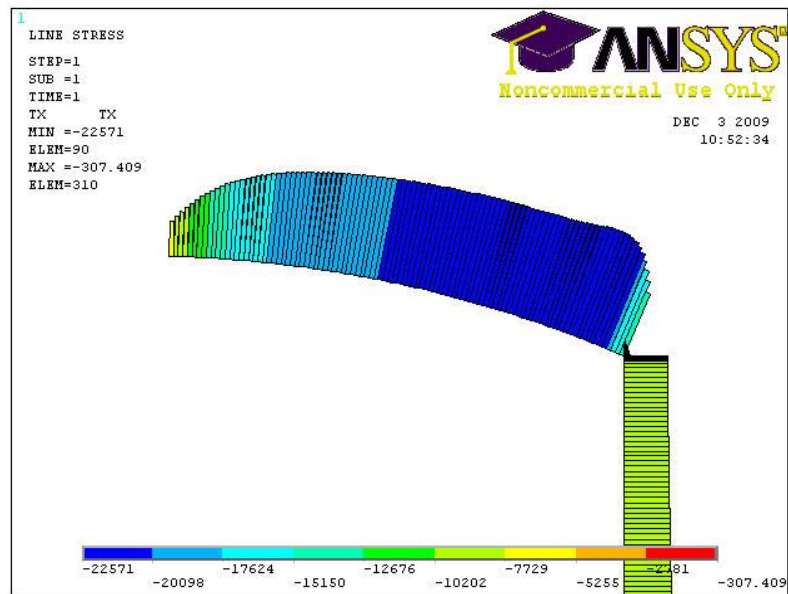


Fig. A7.4: Esfuerzos axiales en la cubierta