

SIDEA

ENGINEERING SOLUTIONS
Advanced Engineering

GALIGRU

SISTEMAS DE SEGURIDAD

FEM Viga Ascensor - EN 12811
Hueco 2060-3000 mm - Atornillada

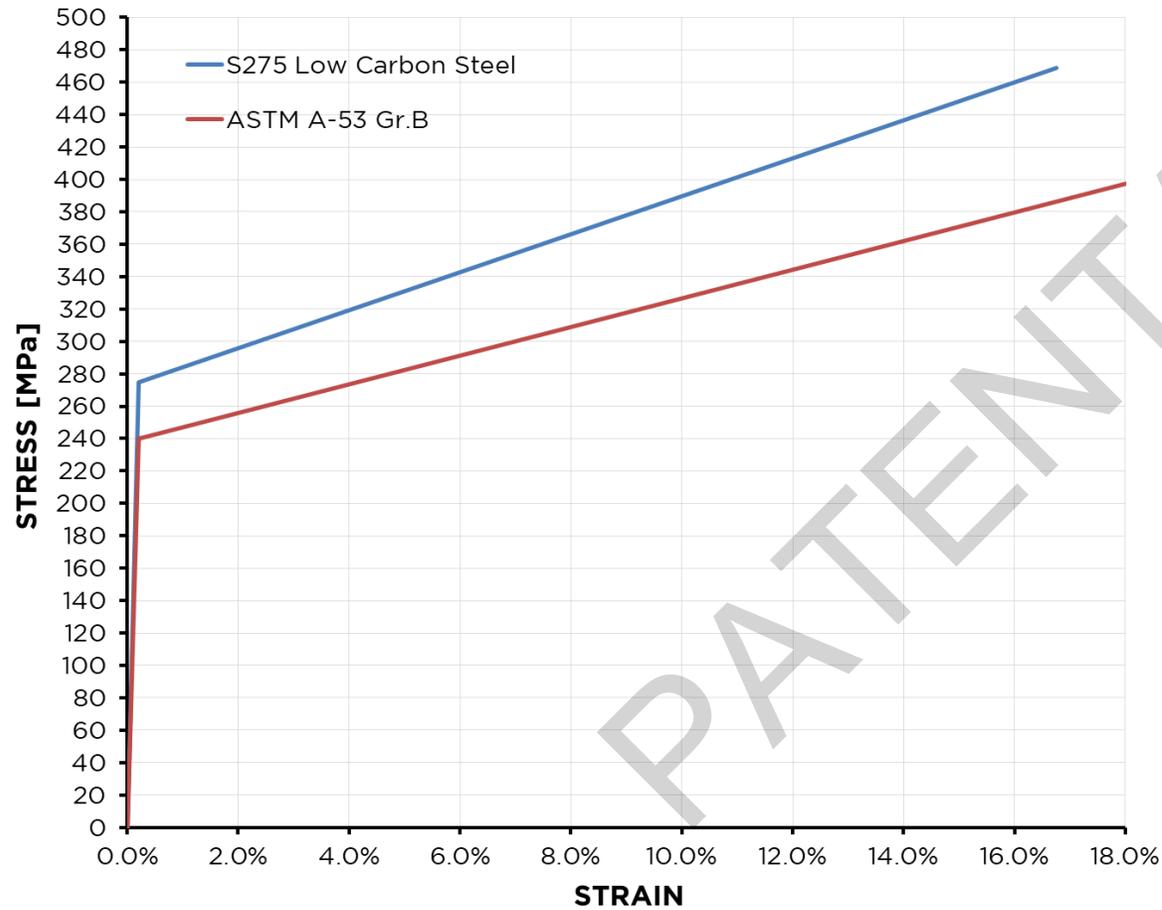
180-H489-RP4-1386 rev.03
07/06/2021



Contexto

- GALIGRU desea evaluar varios de sus sistemas de seguridad mediante cálculos por método elementos finitos [FEM] para su posterior certificación. En este documento se presentan los cálculos para el sistema de viga ascensor en su **versión atornillada**. La evaluación será según el estándar EN-12811
- Se evaluará el sistema según la normativa para los siguientes distintos casos de carga:
 - Carga puntual en centro de viga [aplicada en 500 mm]
 - Carga distribuida en todo el hueco
- Modelos evaluados:
 - Estudiado para modelo con espesores 4.6/3.6 y 6.2/3.2 mm
 - Ambos para hueco 2060-3000 mm en 3 posiciones [2060-2530-3000 mm]
 - Materiales ASTM A53 Gr.B y S275, respectivamente
- A continuación se muestran los resultados llevando el sistema hasta rotura

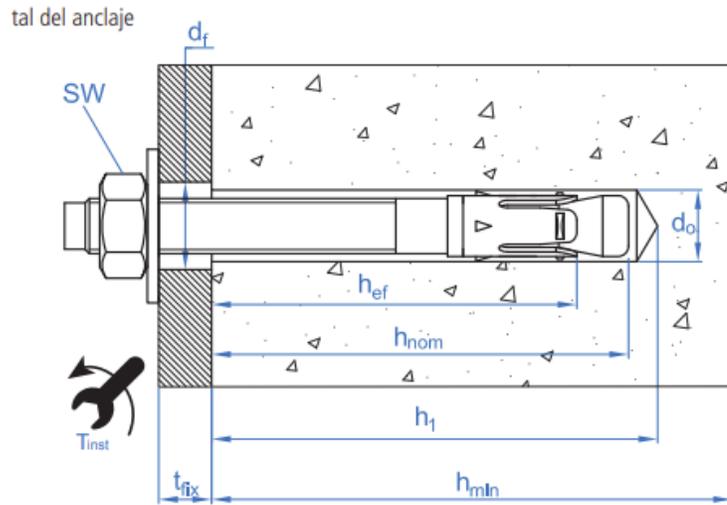
Materiales



	ASTM A-53 Gr.B [$\gamma_M=1$]	S275 Low Carbon
Densidad [kg/m ³]	7750	7750
Módulo Young [MPa]	210000	210000
Ratio Poisson	0.3	0.3
Yield stress f_y [MPa]	240	275
Ultimate stress f_u [MPa]	430	470

Propiedades material

Materiales

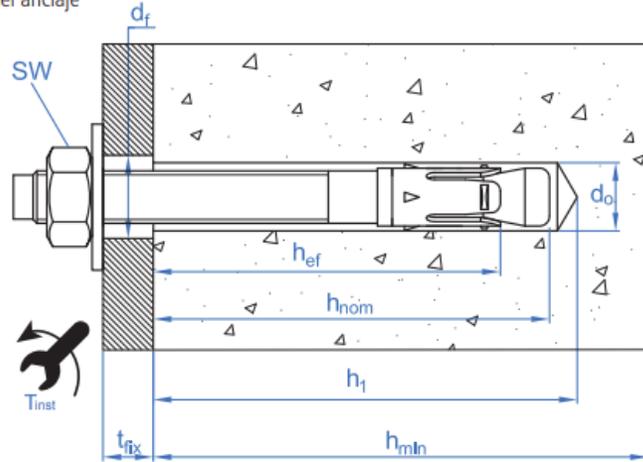


PARAMETROS DE INSTALACIÓN			Homologado	Diámetro broca	Par de instalación	Esesor mínimo de hormigón	Profundidad del taladro	Profundidad instalación	Profundidad efectiva	Esesor a fijar	Distancia crítica entre ejes	Distancia Crítica al borde	Distancia mínima entre anclajes	Distancia mínima al borde
Familia	Código	Medida	ETE	d ₀ [mm]	T _{inst} [Nm]	h _{min} [mm]	h ₁ [mm]	h _{nom} [mm]	h _{ef} [mm]	t _{fix} [mm]	S _{cr} [mm]	C _{cr} [mm]	S _{min} [mm]	C _{min} [mm]
MTP-X	APX10090	M10x90	✓	10	40	100	60	53	45	5	180	90	60	60
	APX10105	M10x105	✓			25								
	APX10115	M10x115	✓			35								
	APX10135	M10x135	✓			55								
	APX10165	M10x165	✓			85								
	APX10185	M10x185	✓			105								
	APX12080	M12x80	✓			100	65	60	50	4				
APX12100	M12x100	✓	4											
APX12110	M12x110	✓	14											
APX12120	M12x120	✓	24											
APX12130	M12x130	✓	34											
APX12150	M12x150	✓	54											
APX12180	M12x180	✓	84											

Propiedades tornillo MTP-X 12*110

Materiales

tal del anclaje



Carga máxima recomendada N_{rec} y V_{rec}

TRACCIÓN

Métrica		M8	M10	M12	M16	M20	M24
N_{rec}	Hormigón no fisurado [kN]	3,5	7,6	9,5	16,6	23,8	19,8
N_{rec}	Hormigón fisurado [kN]	2,0	4,2	5,7	11,9	14,2	11,9

CORTANTE

Métrica		M8	M10	M12	M16	M20	M24
V_{rec}	Hormigón no fisurado [kN]	6,3	9,9	14,4	26,9	41,7	48,4
V_{rec}	Hormigón fisurado [kN]	6,3	9,9	14,4	26,9	41,7	48,4

PROPIEDADES MECÁNICAS

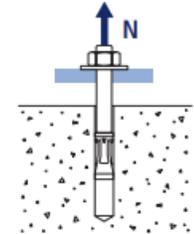
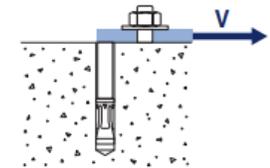
			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Sección en la zona del cono								
A_s	(mm ²)	Sección en la zona del cono	22,9	41,8	55,4	103,9	176,7	298,6
$f_{u,s}$	(N/mm ²)	Resistencia característica a tracción	790	750	730	700	660	600
$f_{y,s}$	(N/mm ²)	Límite elástico	632	600	585	560	530	480
Sección en la zona roscada								
A_s	(mm ²)	Sección en la zona de la rosca	36,6	58,0	84,3	157,0	245,0	353,0
$f_{u,s}$	(N/mm ²)	Resistencia característica a tracción	600	600	600	600	600	600
$f_{y,s}$	(N/mm ²)	Límite elástico	480	480	480	480	480	480

Resistencia de cálculo del acero sin brazo palanca

		$V_{Rd,s}$					
Métrica		M8	M10	M12	M16	M20	M24
$V_{Rd,s}$	[kN]	8,8	13,9	20,2	37,6	58,8	67,7

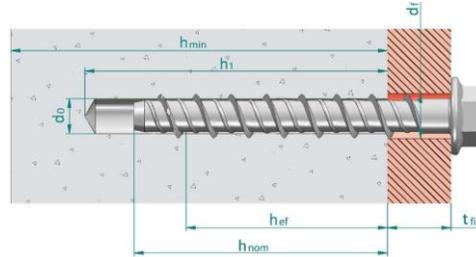
Resistencia de cálculo por extracción

		$N_{Rd,p} = N_{Rd,p}^o \cdot \psi_c$					
Métrica		M8	M10	M12	M16	M20	M24
$N_{Rd,p}^o$	Hormigón no fisurado [kN]	5,0	10,6	13,3	23,3	33,3	27,7
$N_{Rd,p}^o$	Hormigón fisurado [kN]	2,7	6,0	8,0	16,6	20,0	16,6



Propiedades tornillo MTP-X 12*110

Materiales



- d_0 : Diámetro nominal de broca
- d_1 : Diámetro del taladro de paso en la placa de anclaje
- h_{ef} : Profundidad efectiva del anclaje
- h_1 : Profundidad del agujero
- h_{nom} : Profundidad de instalación en el hormigón
- h_{min} : Espesor mínimo del elemento de hormigón
- t_{fix} : Espesor de la placa de anclaje

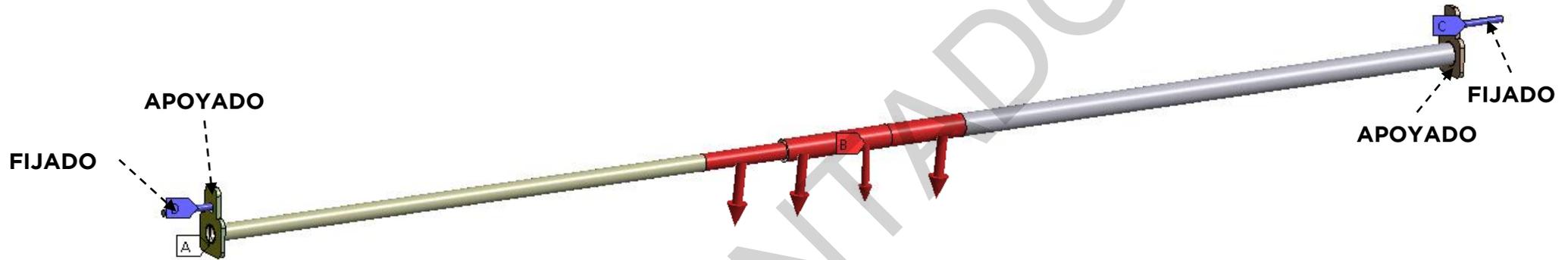
Parámetros de instalación generales									Profundidad de instalación estándar ($h_{ef, std}$)								Profundidad de instalación reducida ($h_{ef, red}$)										
Código	Medida	Homologado	Diámetro de broca	Diámetro del agujero del espesor a fijar	Llave de instalación	Par de instalación máximo	Distancia mínima entre anclajes	Distancia mínima al borde	Espesor mínimo de hormigón	Profundidad del taladro	Profundidad instalación	Profundidad efectiva	Espesor a fijar	Distancia crítica entre ejes (cono)	Distancia crítica al borde (cono)	Distancia crítica entre ejes (fisuración)	Distancia crítica al borde (fisuración)	Espesor mínimo de hormigón	Profundidad del taladro	Profundidad instalación	Profundidad efectiva	Espesor a fijar	Distancia crítica entre ejes (cono)	Distancia crítica al borde (cono)	Distancia crítica entre ejes (fisuración)	Distancia crítica al borde (fisuración)	
																											ETA
TFE12080	Ø12 x 80	✓			SW 18				--	--	--	--	--	--	--	--	--					5					
TFE12090	Ø12 x 90	✓			SW 18				--	--	--	--	--	--	--	--	--					15					
TFE12110	Ø12 x 110	✓	12	16	SW 18	50	75	45					5					120	90	75	58,0	35	174	87	190	95	
TFE12130	Ø12 x 130	✓			SW 18				170	120	105	83,5	25	251	126	220	110					55					
TFE12150	Ø12 x 150	✓			SW 18								45									75					

Parámetros generales				Hormigón no fisurado				Hormigón fisurado			
Familia	Código	Medida	Homologado	Tracción $N_{Rk, ucr}$		Cortadura $V_{Rk, ucr}$		Tracción $N_{Rk, cr}$		Cortadura $V_{Rk, cr}$	
				($h_{ef, std}$)	($h_{ef, red}$)	($h_{ef, std}$)	($h_{ef, red}$)	($h_{ef, std}$)	($h_{ef, red}$)	($h_{ef, std}$)	($h_{ef, red}$)
TFE	TFE12080	Ø12 x 80	✓	--		--		--		--	
	TFE12090	Ø12 x 90	✓		10,60	--			7,57	--	
	TFE12110	Ø12 x 110	✓								
	TFE12130	Ø12 x 130	✓	18,31	10,60	17,73	10,60	13,08	7,57	17,73	7,57
	TFE12150	Ø12 x 150	✓								

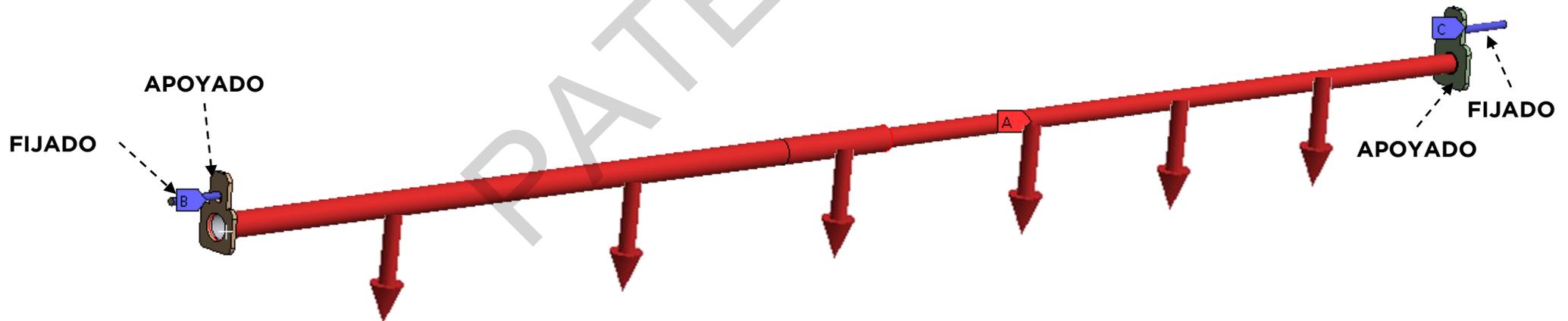
Propiedades tornillo TFE 12*110

Casos de carga - Atornillado

- Carga puntual en centro de viga [aplicada en 500 mm]



- Carga distribuida en todo el hueco [aplicada en todo el ancho]



Esquema de cargas

MODELO ATORNILLADO 2060 – 3000
ESPESTORES 4.55/3.56

RESULTADOS

Modelo 2060-3000 mm atornillado - Resumen

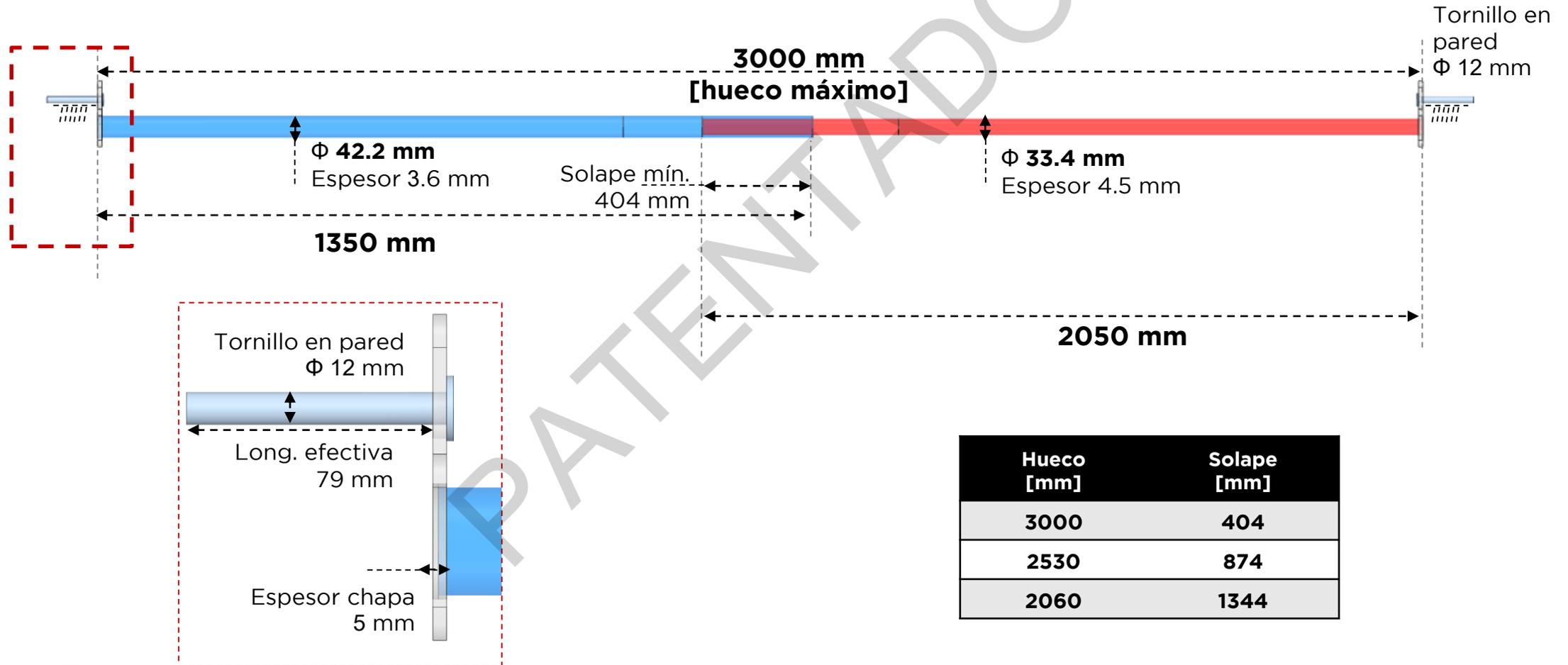
*Extrapolada según curvas material

ASTM A53 Gr.B	CARGA TRABAJO [NO PLAS. EN SECCIÓN, KG]	CARGA LÍMITE DEFORMACIÓN [1%, KG]	CARGA ROTURA [PLASTIFICACIÓN >=10%]
3000 Puntual	240	240	675
3000 Distribuida	420	440	1070
2530 Puntual	300	350	850
2530 Distribuida	530	610	1110
2060 Puntual	465	620	980
2060 Distribuida	680	960	1360

S275	CARGA TRABAJO [NO PLAS. EN SECCIÓN, KG]	CARGA LÍMITE DEFORMACIÓN [1%, KG]	CARGA ROTURA [PLASTIFICACIÓN >=10%]
3000 Puntual	275	275	773
3000 Distribuida	481	504	1226
2530 Puntual	344	401	974
2530 Distribuida	607	699	1272
2060 Puntual	533	710	1123
2060 Distribuida	779	1100	1558

Geometría hueco 3000 - atornillado

Geometría 3D a partir del diseño .dwg enviado por GALIGRU



Modelo 3D Sistema Viga Ascensor

Resultados Carga Puntual

SEGÚN NORMATIVA, LA MÁXIMA DEFLEXIÓN PERMITIDA EN CUALQUIER UNIDAD DE PLATAFORMA SON 1/100 DE SU LONGITUD O 30 mm

RESULTADOS MOSTRADOS PARA MATERIAL A53 Gr.B

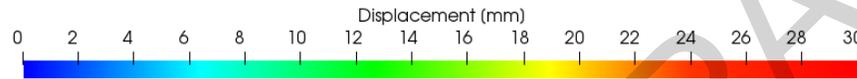
Carga Trabajo / Límite deformación
240 kg [A53]
275 kg [S275]

Rotura [def.plástica >10%]
675 kg [A53]
775 kg [S275]



SE OBSERVA QUE EL SOLAPE SE MANTIENE INCLUSO PARA CARGAS DE ROTURA

LÍMITE DE CARGA CORTANTE EN TORNILLO SEGÚN ESPECIFICACIÓN SON 14400 N, QUE NO SE ALCANZAN EN NINGÚN CASO EN ESTE CÁLCULO



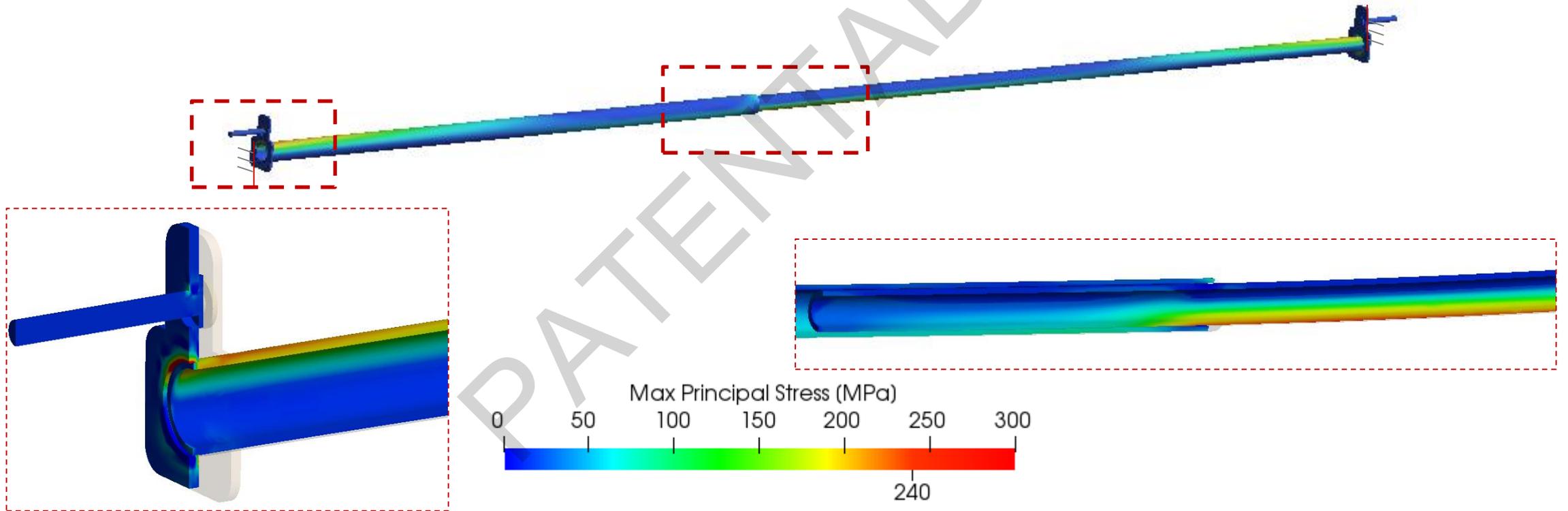
CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	240	240	675
Flecha máxima [mm]	30	30	275
Flecha/L [%]	1%	1%	9.2%

REACCIONES POR APOYO / BULÓN	LÍMITE PLAST.	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Fx [N] [APOYO]	2680	2680	8200
Fz [N] CORTANTE TORNILLO	1290	1290	3500
My [N*m]	62	62	165

Resultados – Deformaciones y reacciones en el sistema

Resultados Carga Puntual

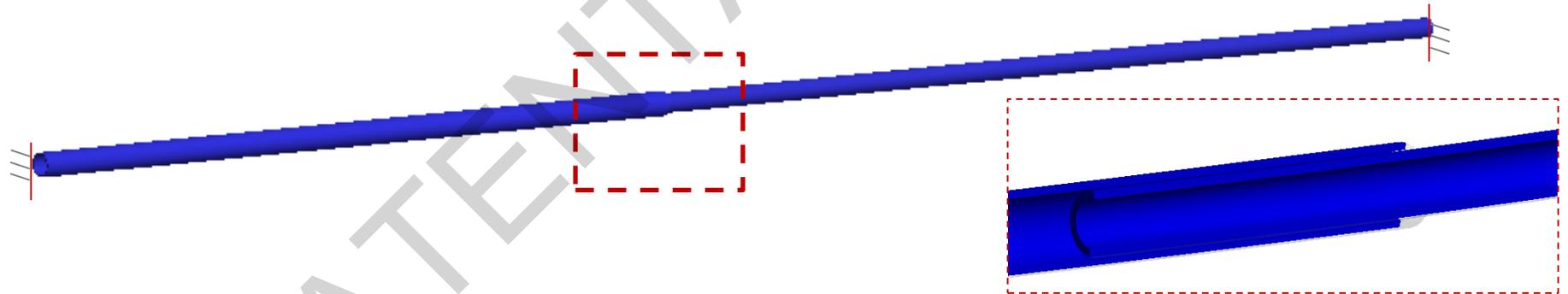
Carga Trabajo / Límite deformación
[No plastificación, 240 kg]



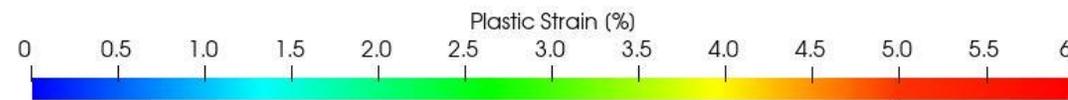
Resultados – Tensiones en el sistema

Resultados Carga Puntual

Carga Trabajo / Límite deformación
[No plastificación, **240 kg**]

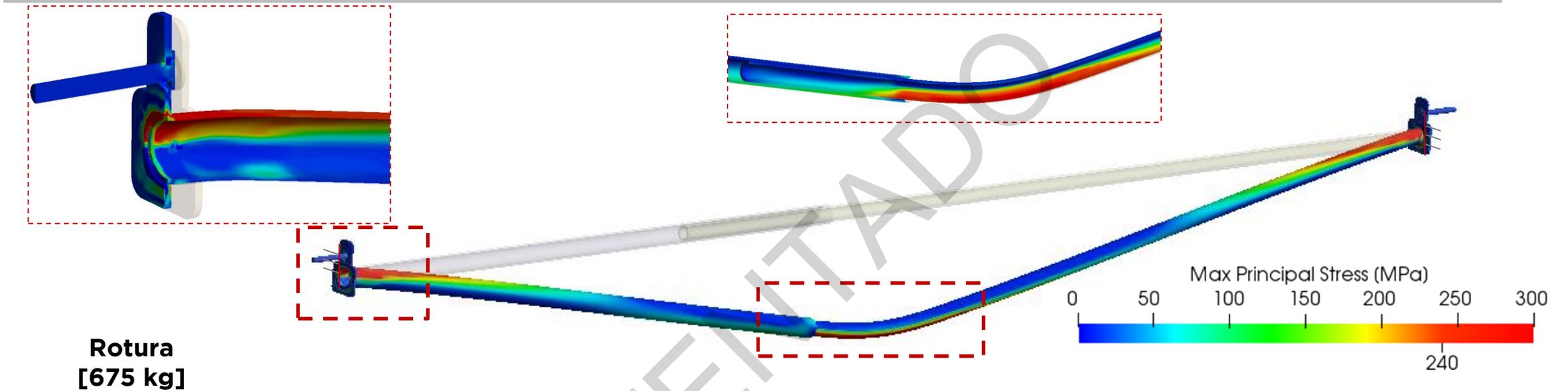


PARA EL LÍMITE DE DEFORMACIÓN [240 kg] NO SE
APRECIA PLASTIFICACIÓN

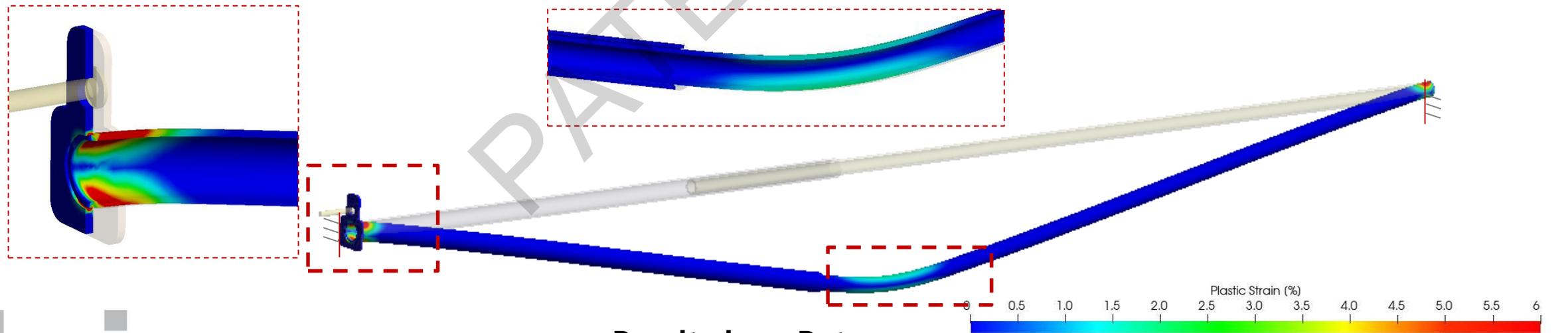


Resultados – Plastificación en el sistema

Resultados Carga Puntual

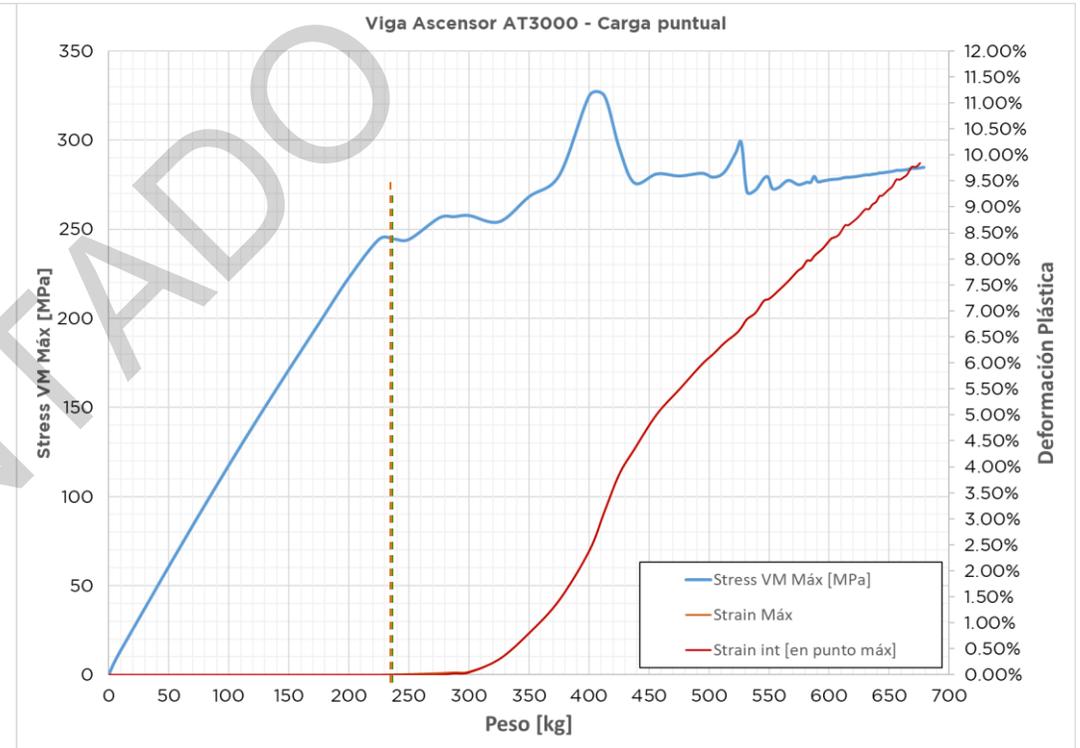
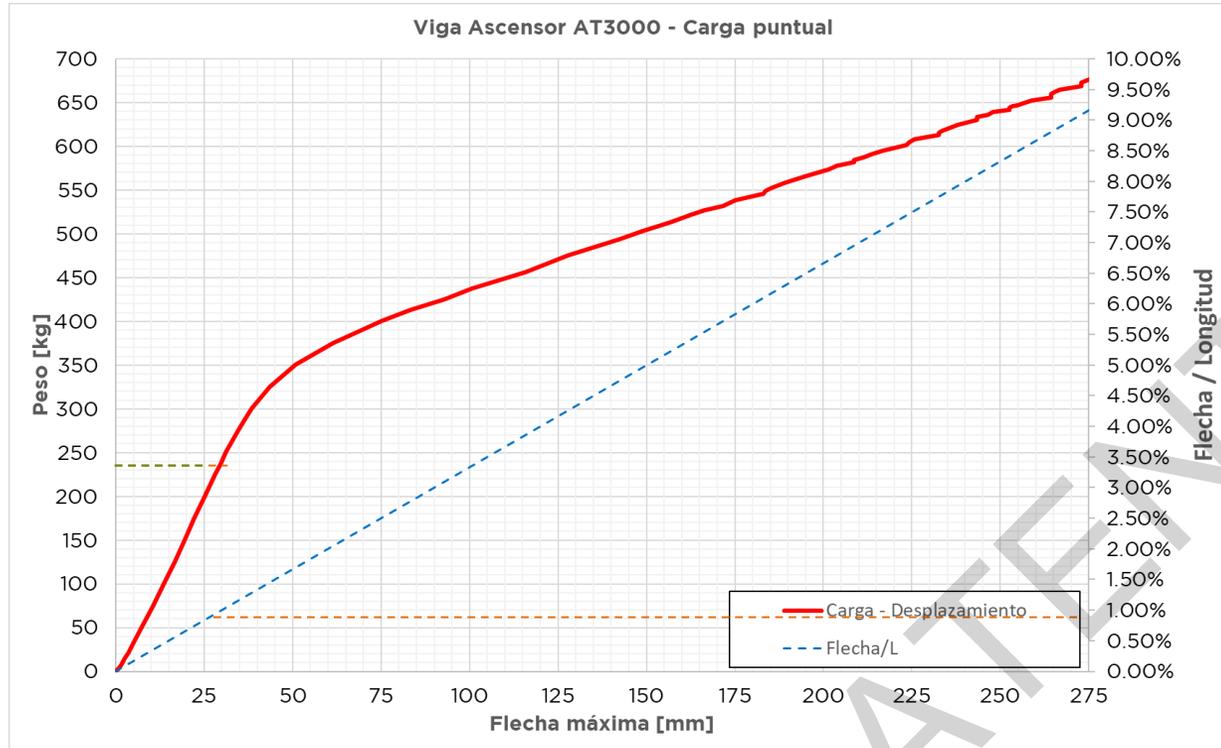


Rotura
[675 kg]



Resultados - Rotura

Resultados Carga Puntual – Huevo 3000 mm



CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	240	240	675
Flecha máxima [mm]	30	30	275
Flecha/L [%]	1%	1%	9.2%
Fz [N] Cortante Tornillo	1290	1290	3500

----- Carga Trabajo [No plastificación en sección]

----- Límite deformación 1%

Resultados revisados – Curvas de carga y deformación

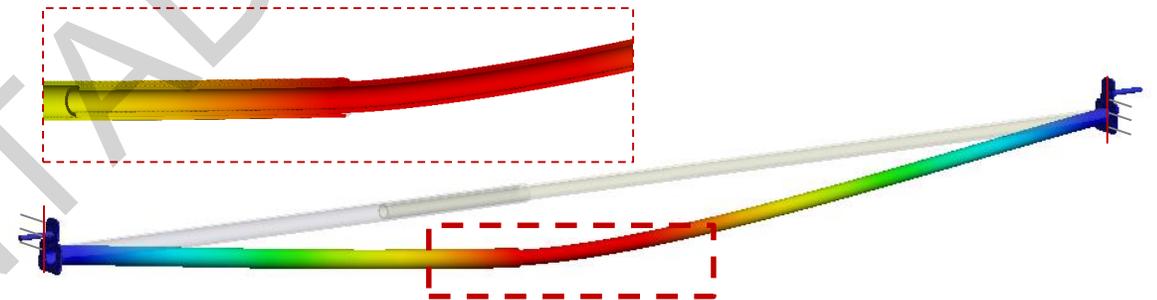
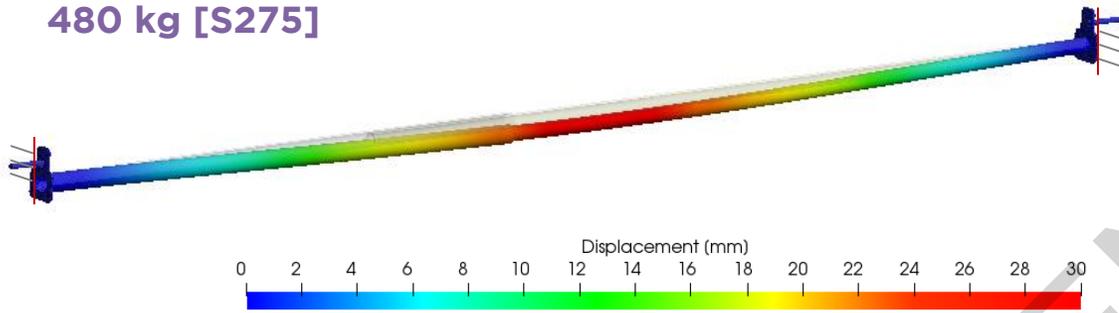
Resultados Carga Distribuida

SEGÚN NORMATIVA, LA MÁXIMA DEFLEXIÓN PERMITIDA EN CUALQUIER UNIDAD DE PLATAFORMA SON 1/100 DE SU LONGITUD O 24 mm

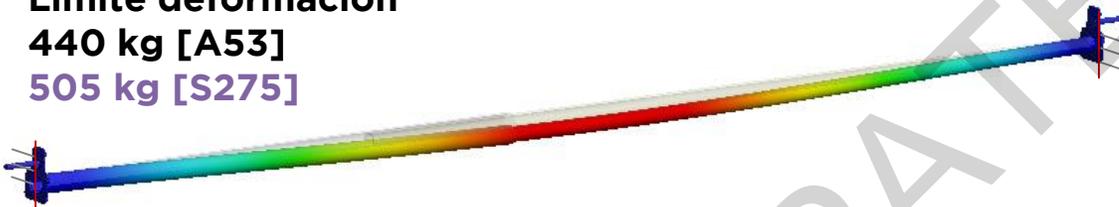
Carga Trabajo [No plastificación]
420 kg [A53]
480 kg [S275]

RESULTADOS MOSTRADOS PARA MATERIAL A53 Gr.B

Rotura [def.plástica >10%]
1070 kg [A53]
1230 kg [S275]

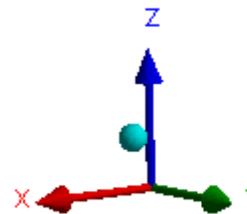


Límite deformación
440 kg [A53]
505 kg [S275]



LÍMITE DE CARGA CORTANTE EN TORNILLO SEGÚN ESPECIFICACIÓN SON 14400 N, QUE NO SE ALCANZAN EN NINGÚN CASO EN ESTE CÁLCULO

SE OBSERVA QUE EL SOLAPE SE MANTIENE INCLUSO PARA CARGAS DE ROTURA

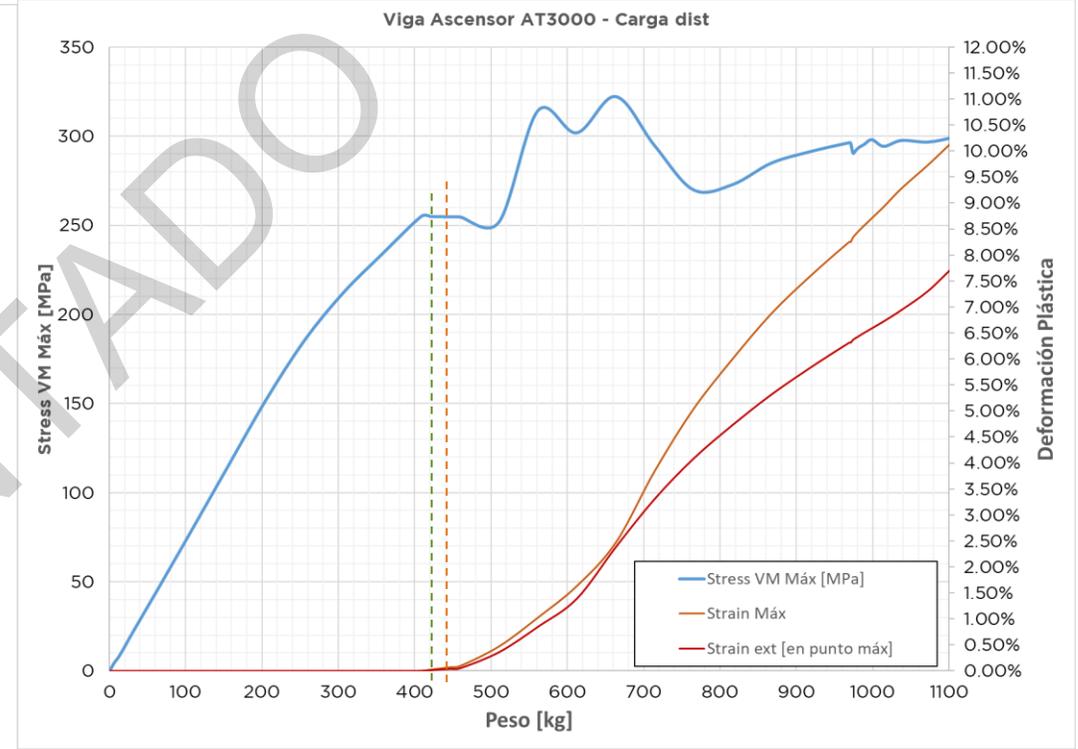
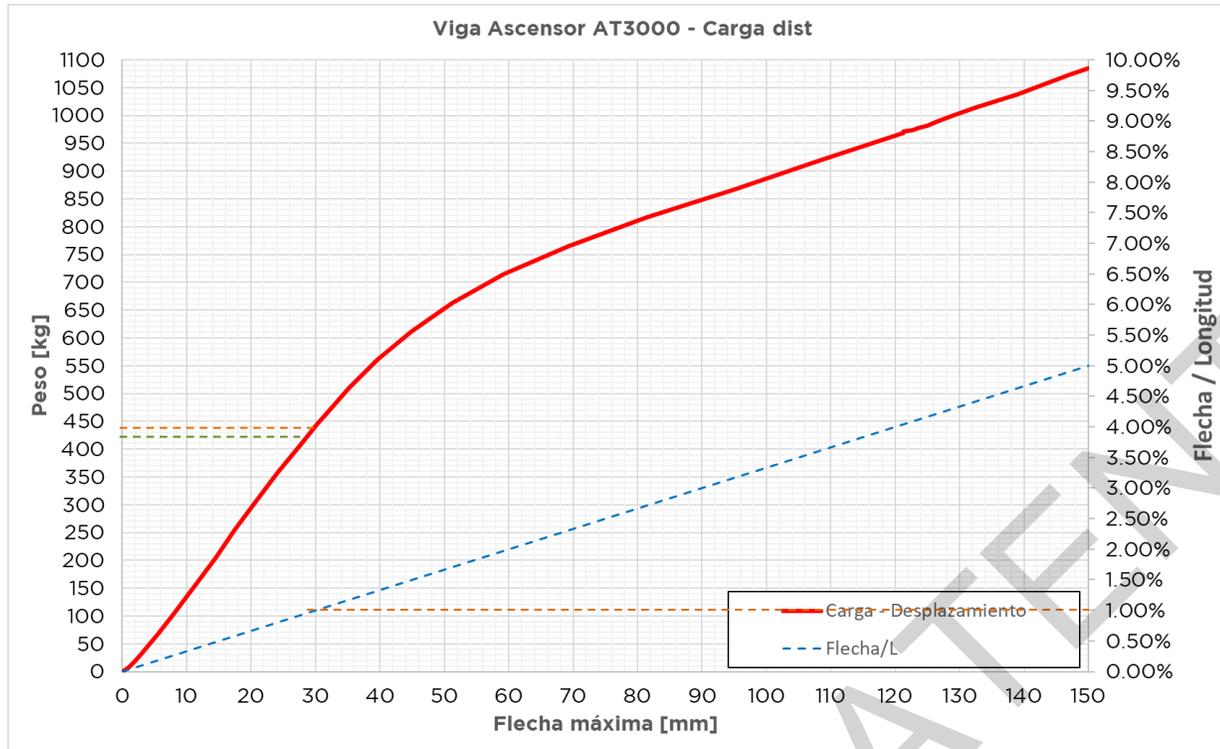


CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	420	440	1070
Flecha máxima [mm]	28.6	30	147
Flecha/L [%]	0.95%	1%	4.9%

REACCIONES POR APOYO / BULÓN	LÍMITE PLAST.	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Fx [N] [APOYO]	4900	5230	7310
Fz [N] CORTANTE TORNILLO	2350	2500	5800
My [N*m]	111	118	276

Resultados – Deformaciones y reacciones en el sistema

Resultados Carga Distribuida – Huevo 3000 mm



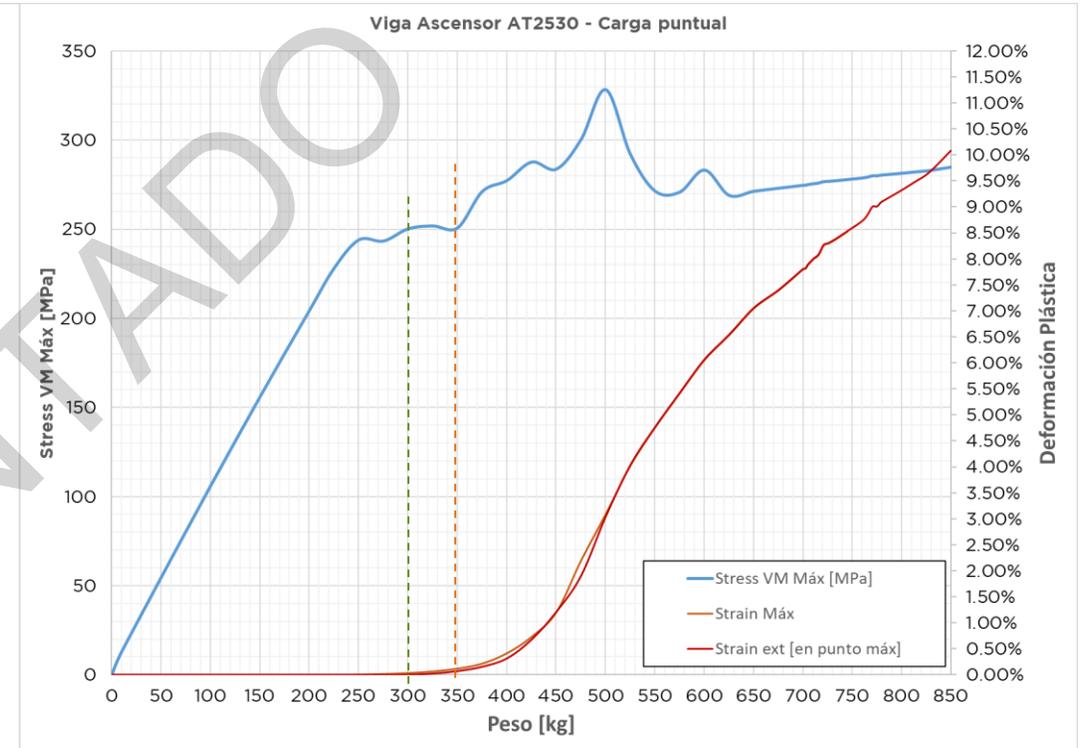
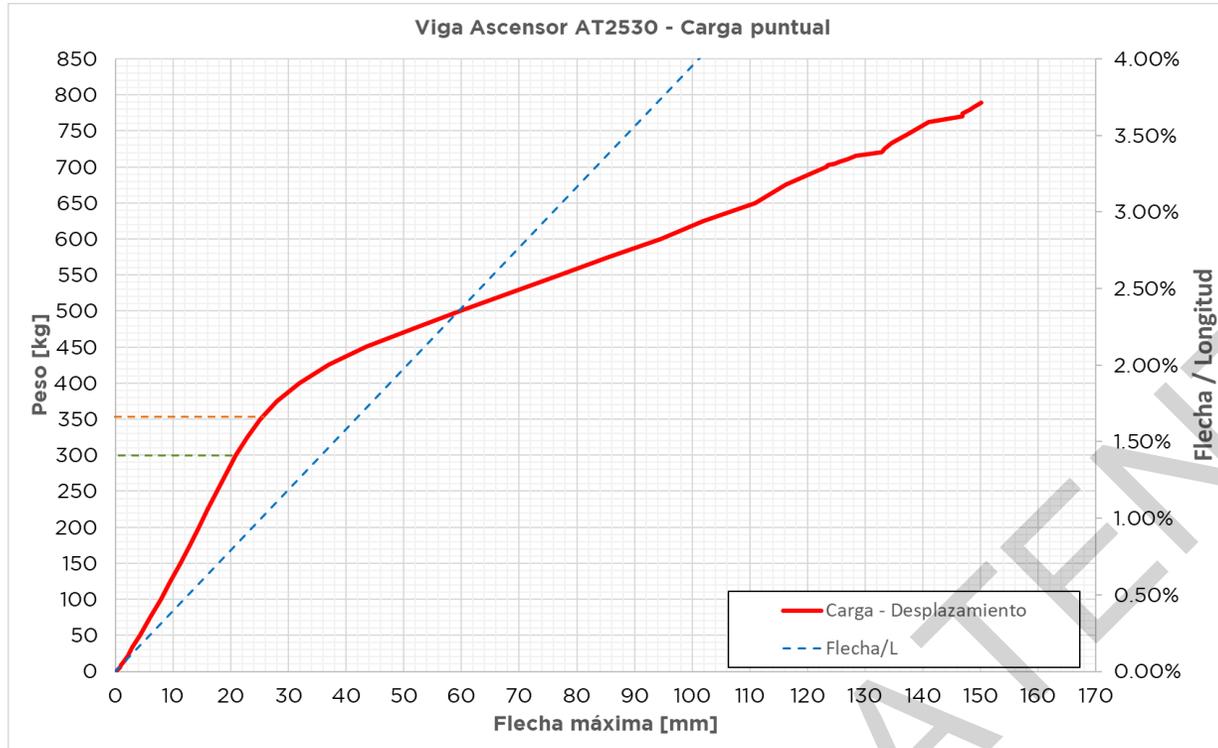
CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	420	440	1070
Flecha máxima [mm]	28.6	30	147
Flecha/L [%]	0.95%	1%	4.9%
Fz [N] Cortante Tornillo	2350	2500	5800

----- Carga Trabajo [No
plastificación en sección]

----- Límite deformación 1%

Resultados revisados – Curvas de carga y deformación

Resultados Carga Puntual – Huevo 2530 mm

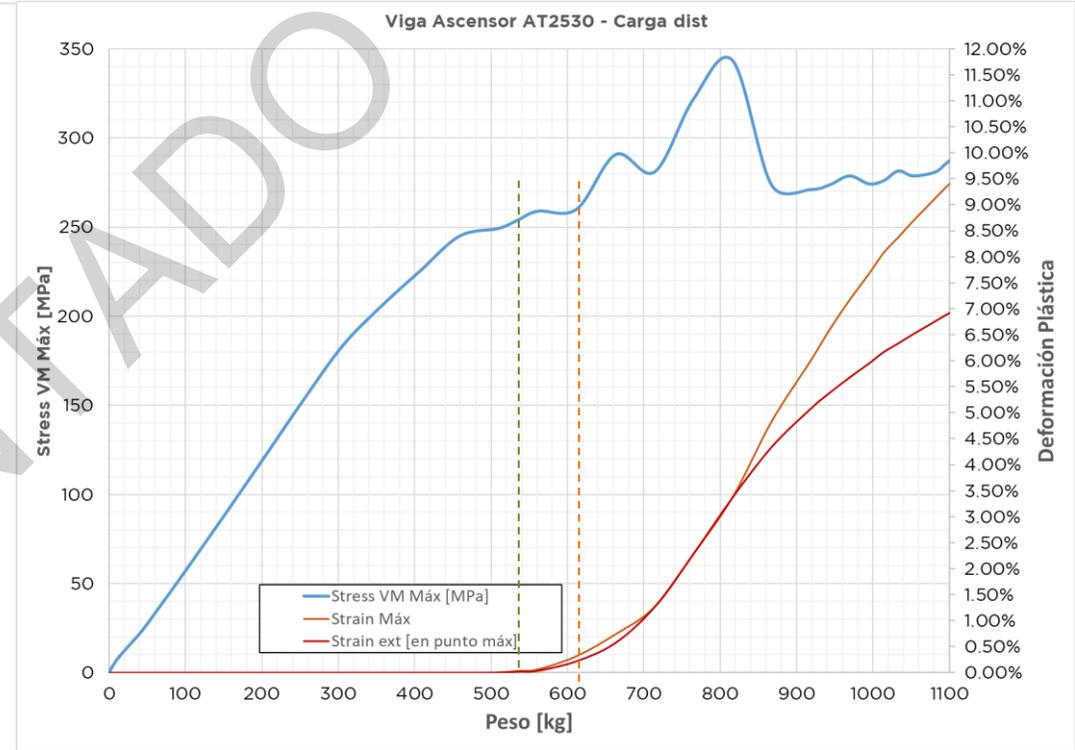
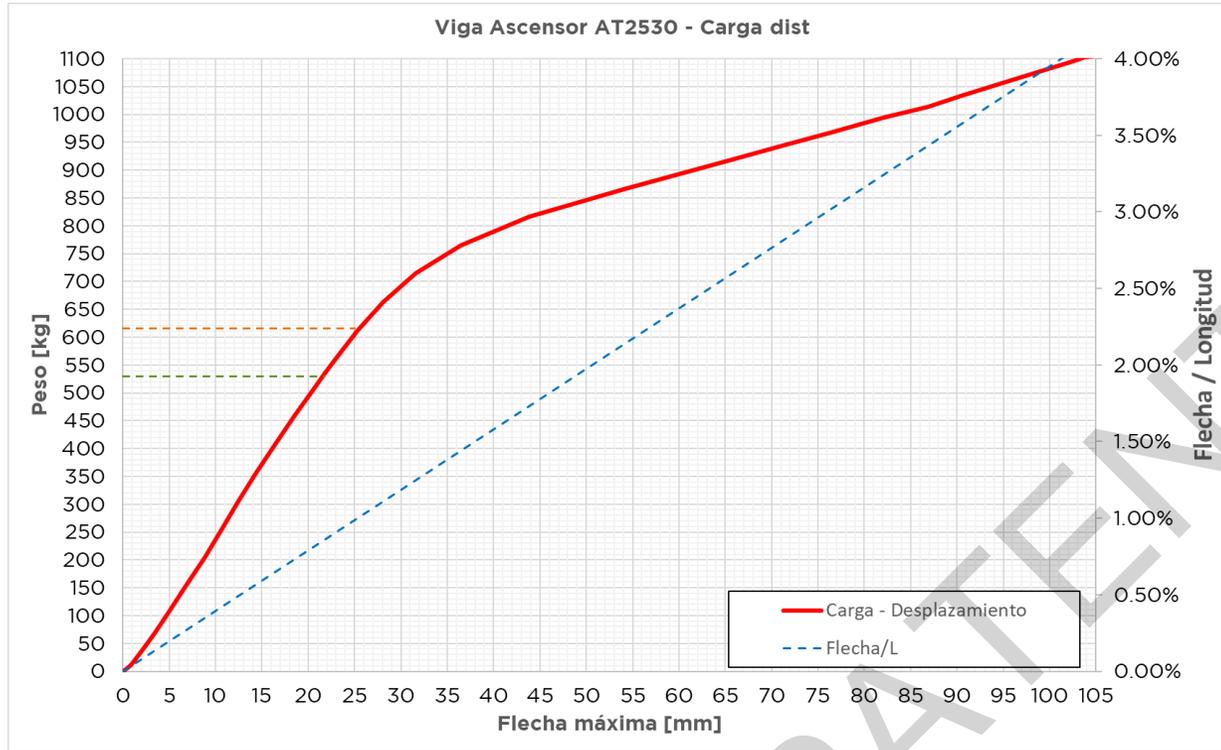


CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	300	350	850
Flecha máxima [mm]	20.9	25.3	167
Flecha/L [%]	0.8%	1%	6.6%
Fz [N] Cortante Tornillo	1620	1895	4450

----- Carga Trabajo [No plastificación en sección]

----- Límite deformación 1%

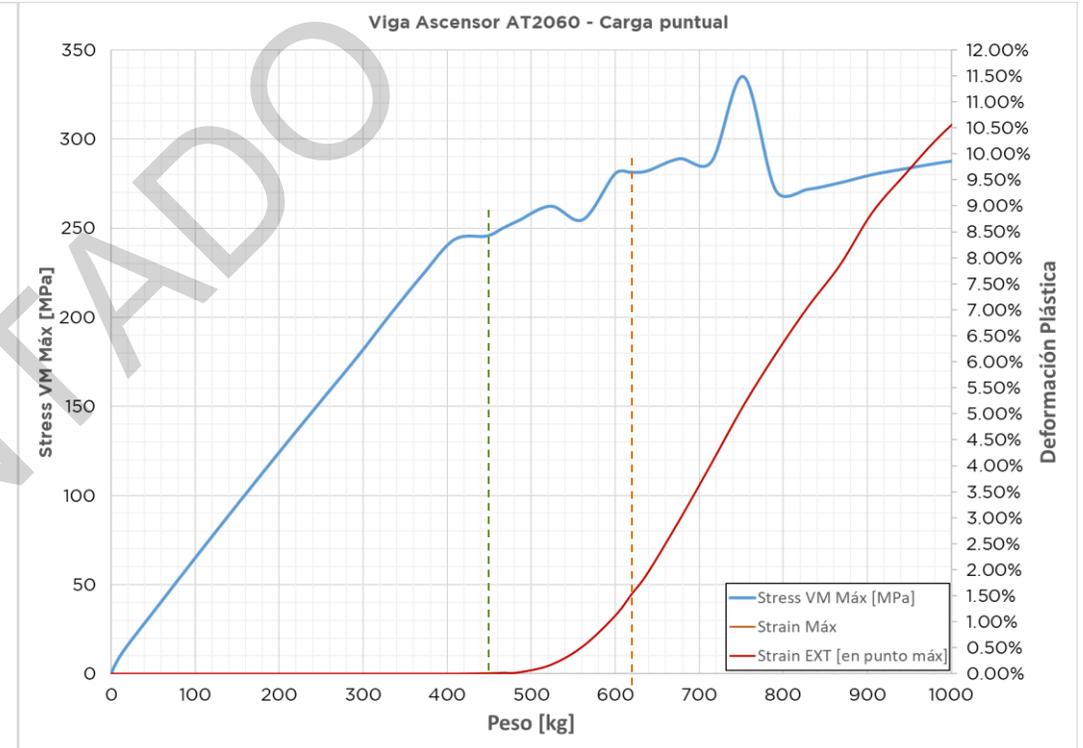
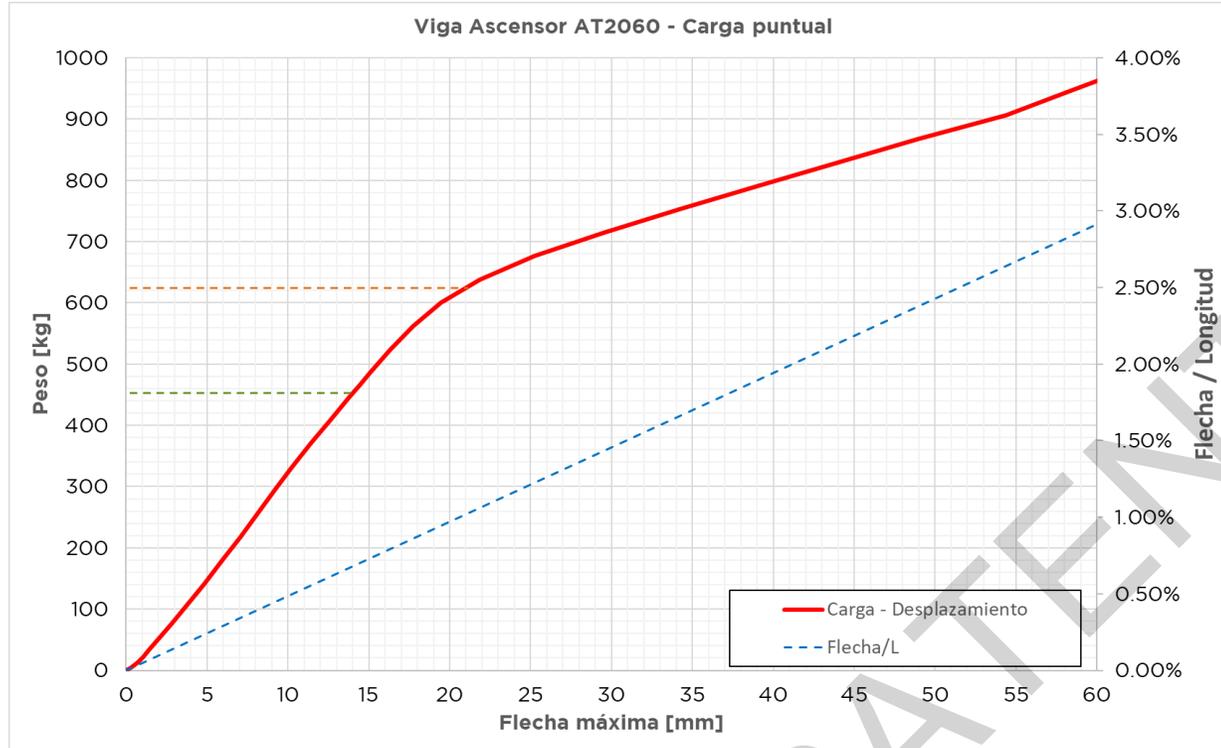
Resultados Carga Distribuida – Huevo 2530 mm



CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	530	610	1110
Flecha máxima [mm]	21.8	25.3	107
Flecha/L [%]	0.86%	1%	4.2%
Fz [N] Cortante Tornillo	2970	3400	6030

----- Carga Trabajo [No plastificación en sección]
 ----- Límite deformación 1%

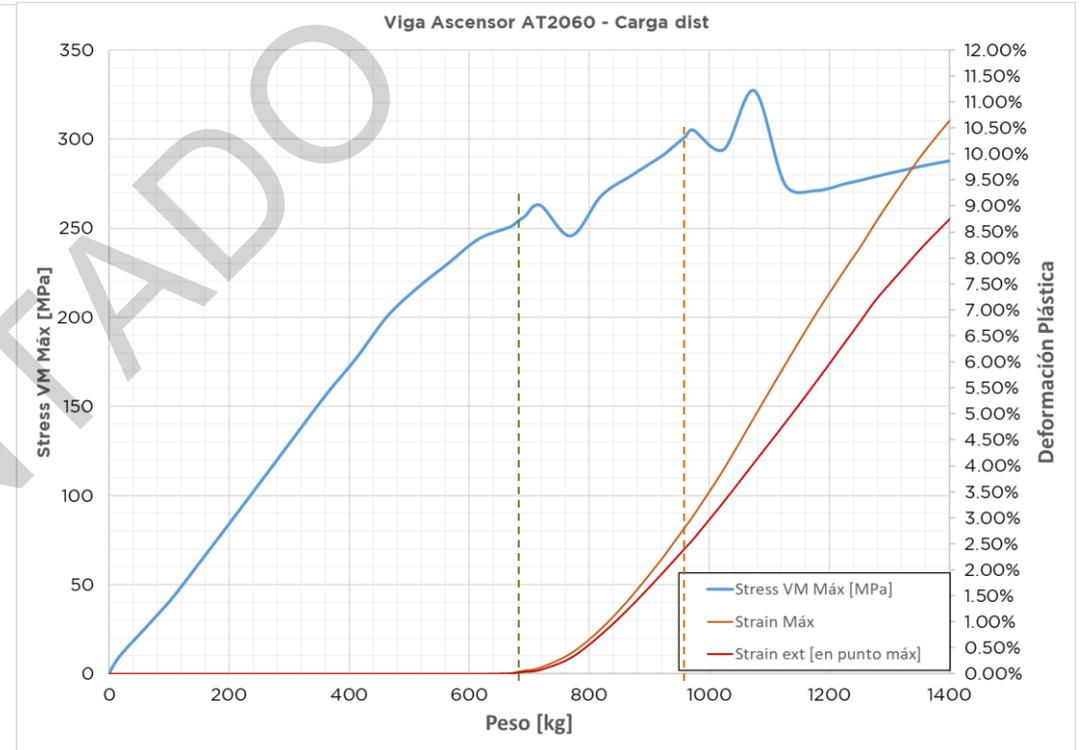
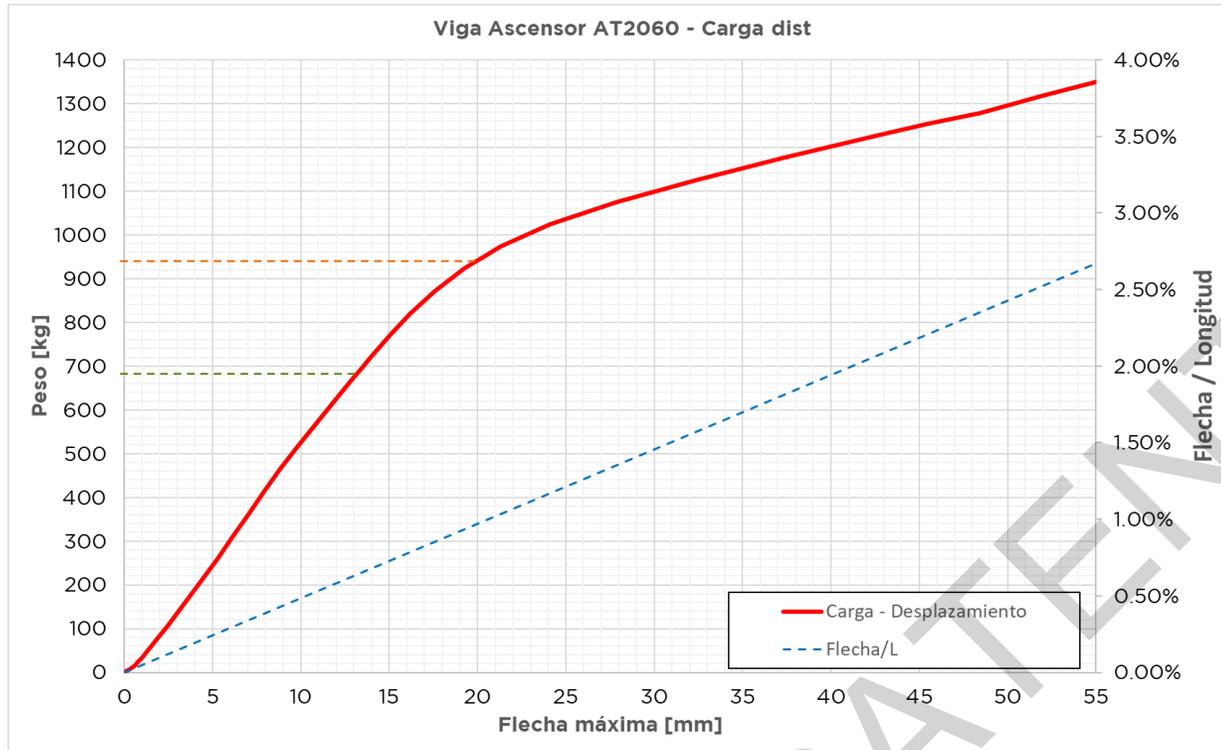
Resultados Carga Puntual – Huevo 2060 mm



CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	465	620	980
Flecha máxima [mm]	14.4	20.6	62
Flecha/L [%]	0.7%	1%	3%
Fz [N] Cortante Tornillo	2500	3300	5110

----- Carga Trabajo [No plastificación en sección]
----- Límite deformación 1%

Resultados Carga Distribuida – Huevo 2060 mm



CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	680	960	1360
Flecha máxima [mm]	13.1	20.6	55.6
Flecha/L [%]	0.6%	1%	2.7%
Fz [N] Cortante Tornillo	3760	5280	7330

LÍMITE DE CARGA CORTANTE EN TORNILLO MTP-X 12110 SON **14400** N, POR LO QUE SERÍA OK

LÍMITE DE CARGA CORTANTE EN TORNILLO TFE 12110 SON **17730** N PARA PROFUNDIDAD EFECTIVA ESTÁNDAR [83.5 mm] Y **10600** N PARA PROFUNDIDAD EFECTIVA REDUCIDA [58 mm], POR LO QUE SERÍA OK

Carga Trabajo [No plastificación en sección]

Límite deformación 1%

Resultados revisados – Curvas de carga y deformación

MODELO ATORNILLADO 2060 – 3000
ESPESORES 6.25/3.2

RESULTADOS

Modelo 2060-3000 mm atornillado - Resumen

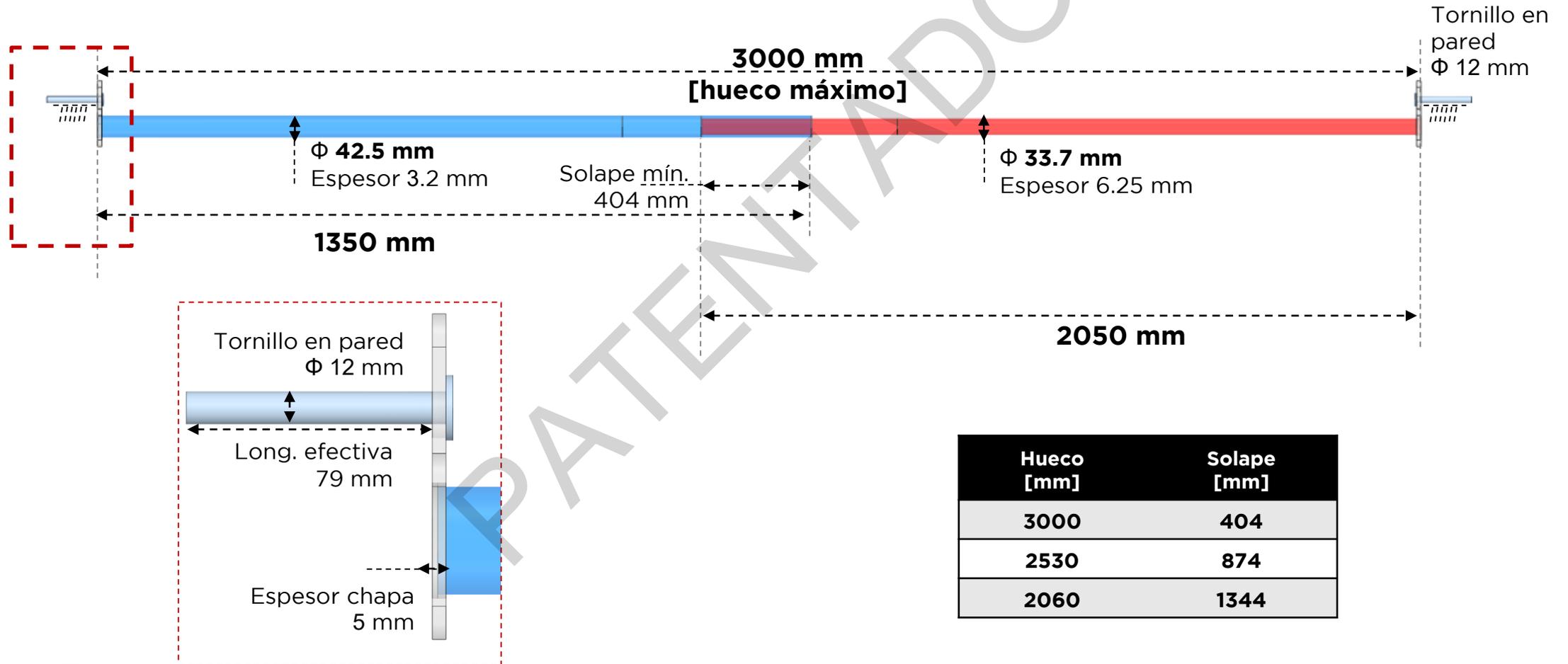
*Extrapolada según curvas material

S275	CARGA TRABAJO [NO PLAS. EN SECCIÓN, KG]	CARGA LÍMITE DEFORMACIÓN [1%, KG]	CARGA ROTURA [PLASTIFICACIÓN ≥10%]
3000 Puntual	285	285	775
3000 Distribuida	470	510	1020
2530 Puntual	400	410	700
2530 Distribuida	560	700	1170
2060 Puntual	500	720	1070
2060 Distribuida	740	1100	1480

ASTM A53 Gr.B	CARGA TRABAJO [NO PLAS. EN SECCIÓN, KG]	CARGA LÍMITE DEFORMACIÓN [1%, KG]	CARGA ROTURA [PLASTIFICACIÓN ≥10%]
3000 Puntual	249	249	676
3000 Distribuida	410	445	890
2530 Puntual	349	358	611
2530 Distribuida	489	611	1021
2060 Puntual	436	628	934
2060 Distribuida	646	960	1292

Geometría hueco 3000 - atornillado

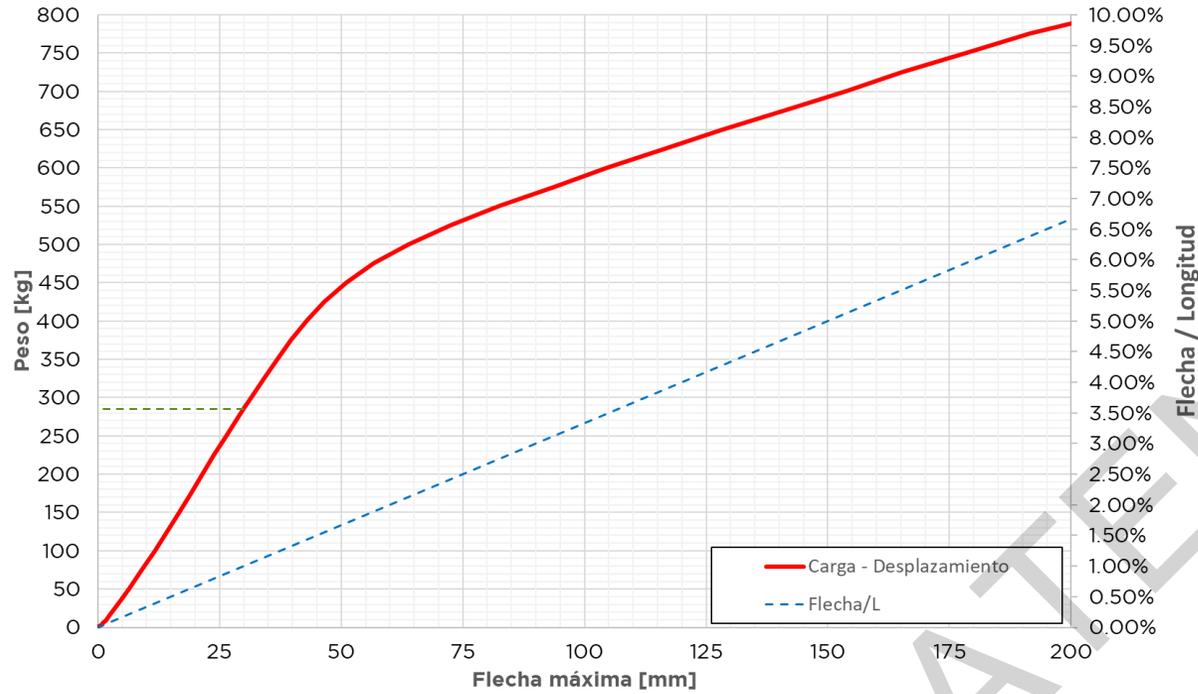
Geometría 3D a partir del diseño .dwg enviado por GALIGRU



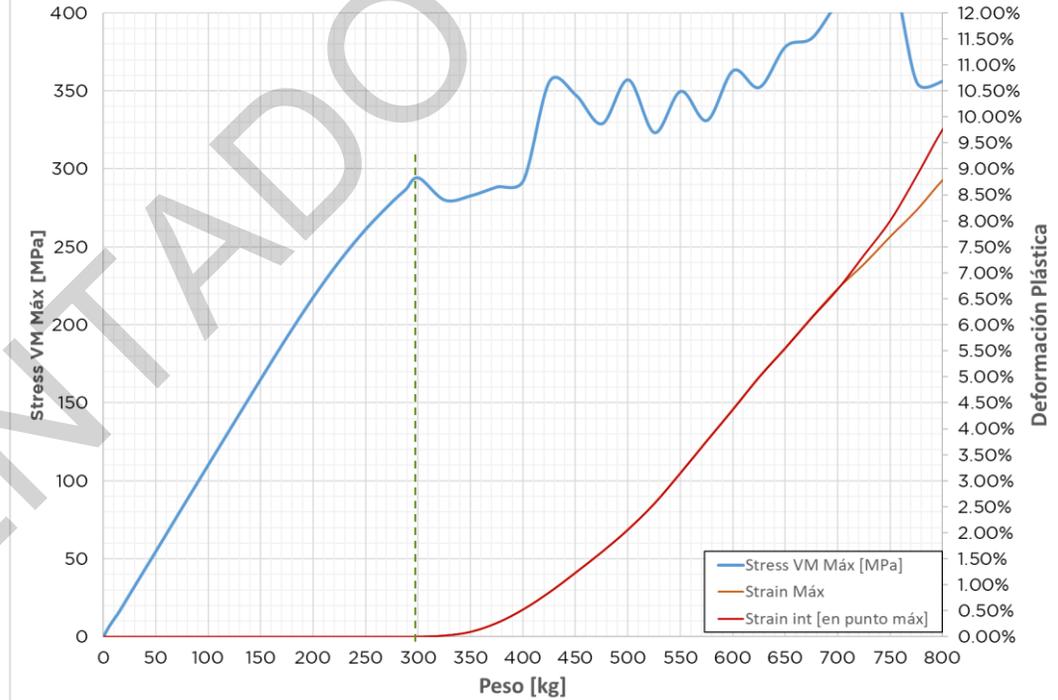
Modelo 3D Sistema Viga Ascensor

Resultados Carga Puntual – Huevo 3000 mm

Viga Ascensor AT3000 - Carga puntual



Viga Ascensor AT3000 - Carga puntual



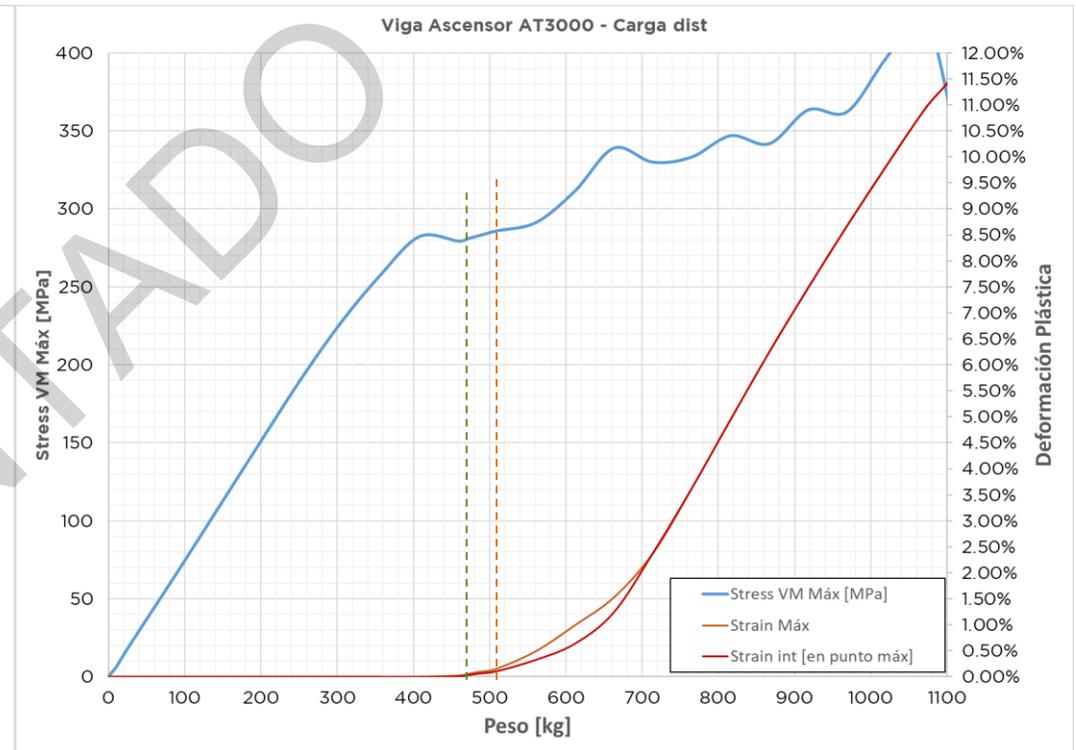
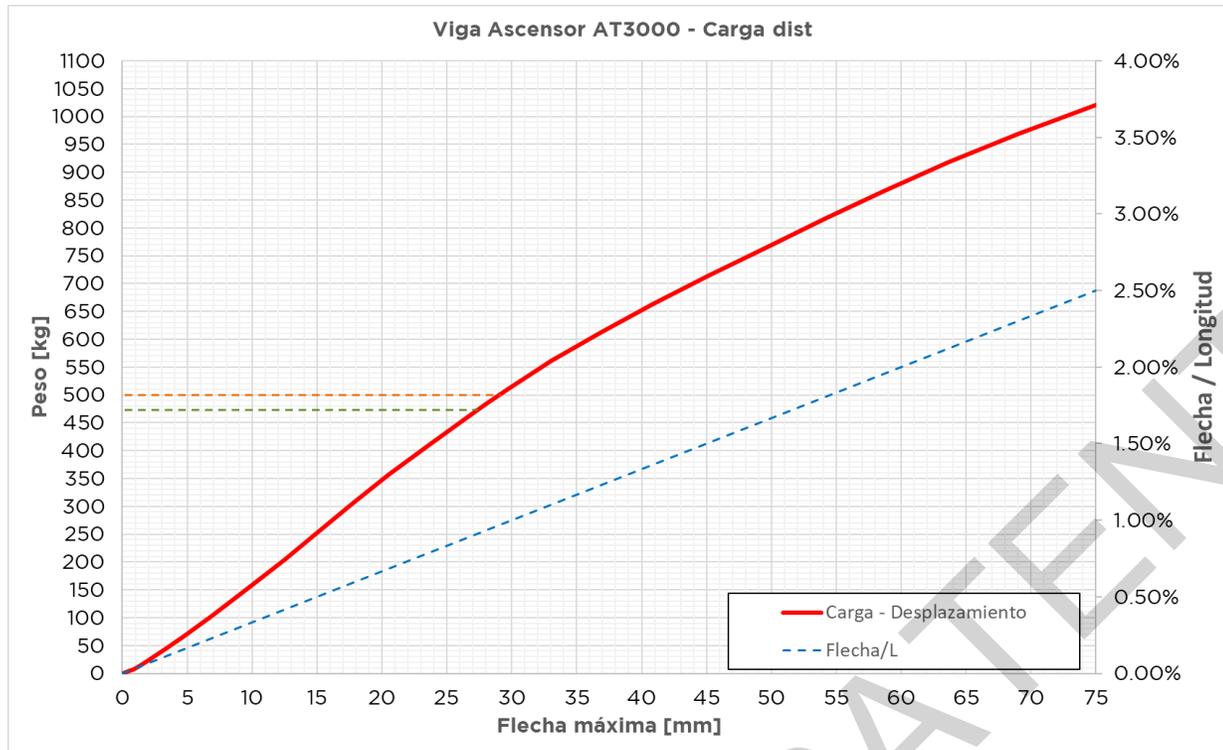
CASO	LÍMITE PLAST S275	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	285	285	775
Flecha máxima [mm]	30	30	191
Flecha/L [%]	1%	1%	6.4%
Fz [N] Cortante Tornillo	1520	1520	3840

----- Carga Trabajo [No plastificación en sección]

----- Límite deformación 1%

Resultados revisados – Curvas de carga y deformación

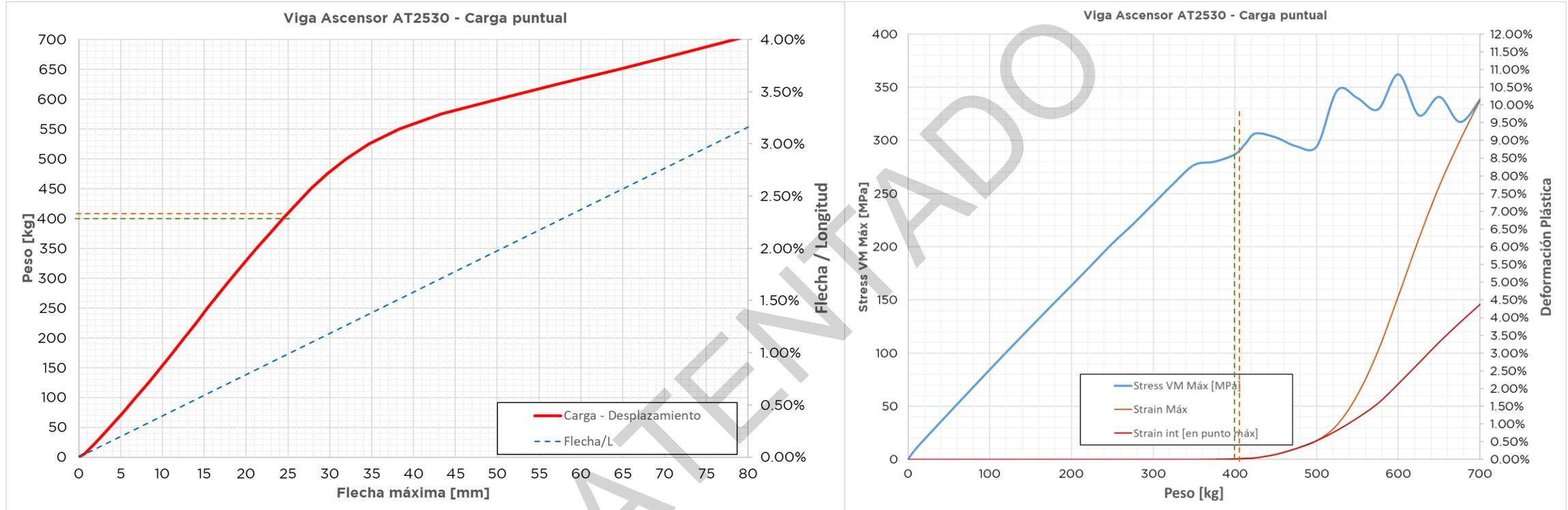
Resultados Carga Distribuida – Huevo 3000 mm



CASO	LÍMITE PLAST S275	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	470	510	1020
Flecha máxima [mm]	27.3	30	74.9
Flecha/L [%]	0.9%	1%	2.5%
Fz [N] Cortante Tornillo	2600	2800	5450

----- Carga Trabajo [No plastificación en sección]
----- Límite deformación 1%

Resultados Carga Puntual – Huevo 2530 mm

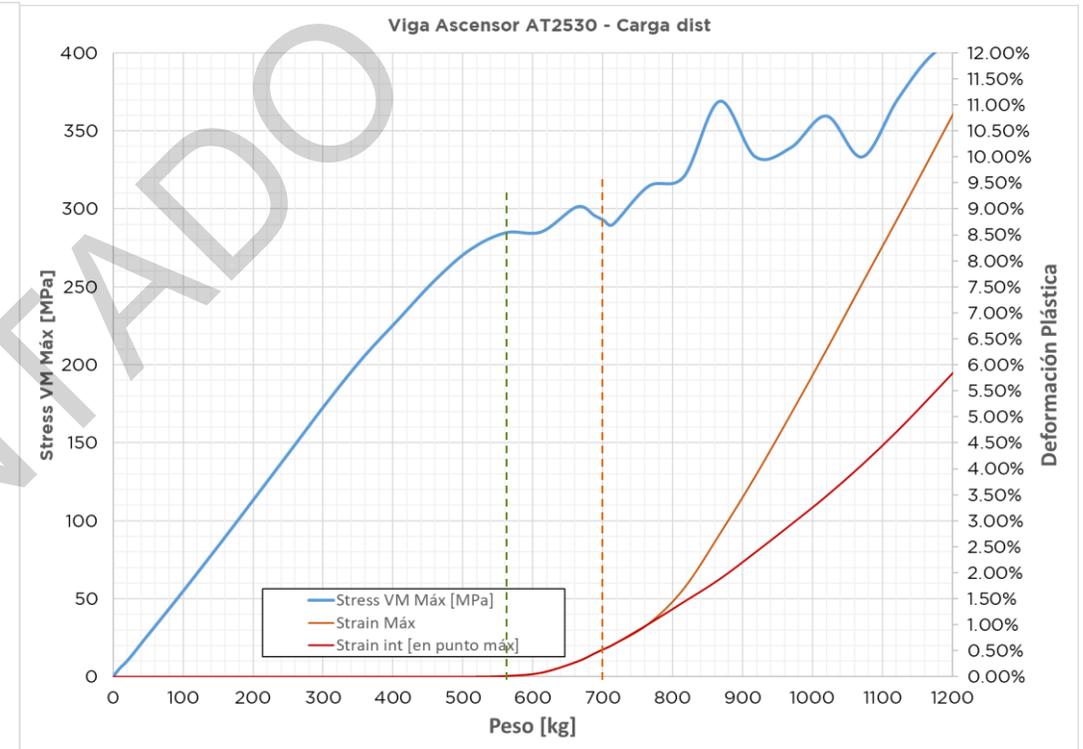
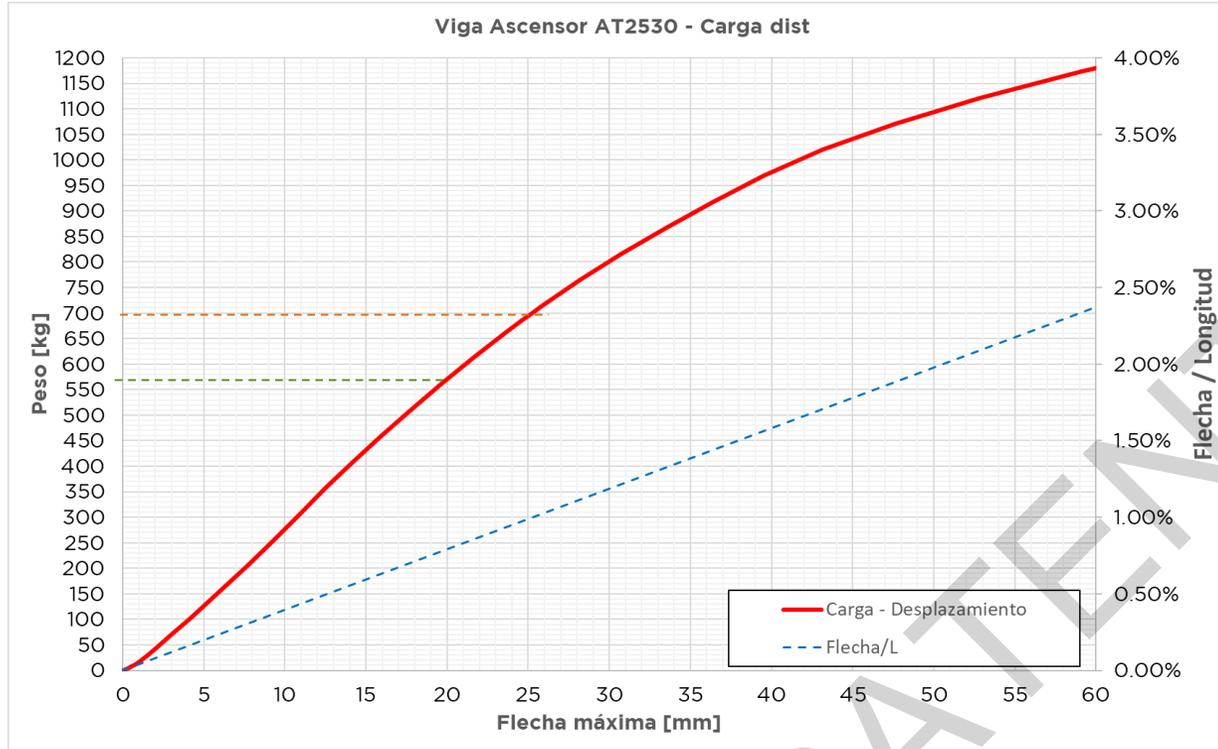


CASO	LÍMITE PLAST S275	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	400	410	700
Flecha máxima [mm]	24.4	25.3	78.4
Flecha/L [%]	0.97%	1%	3.1%
Fz [N] Cortante Tornillo	2110	2180	3575

----- Carga Trabajo [No plastificación en sección]

----- Límite deformación 1%

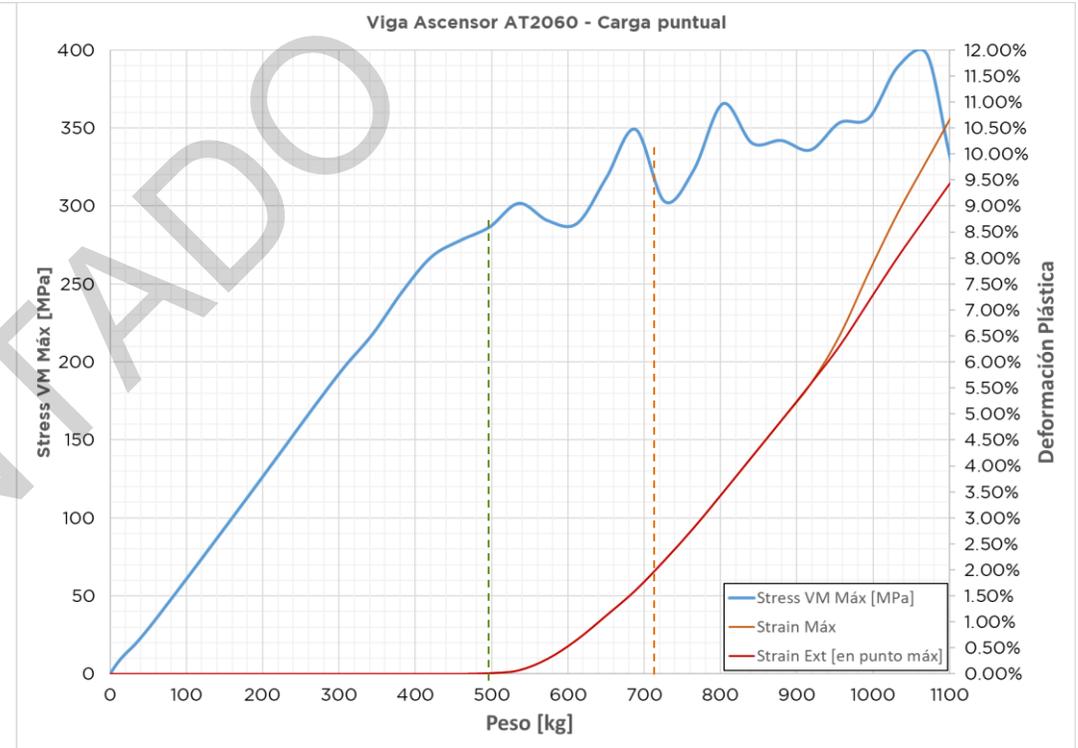
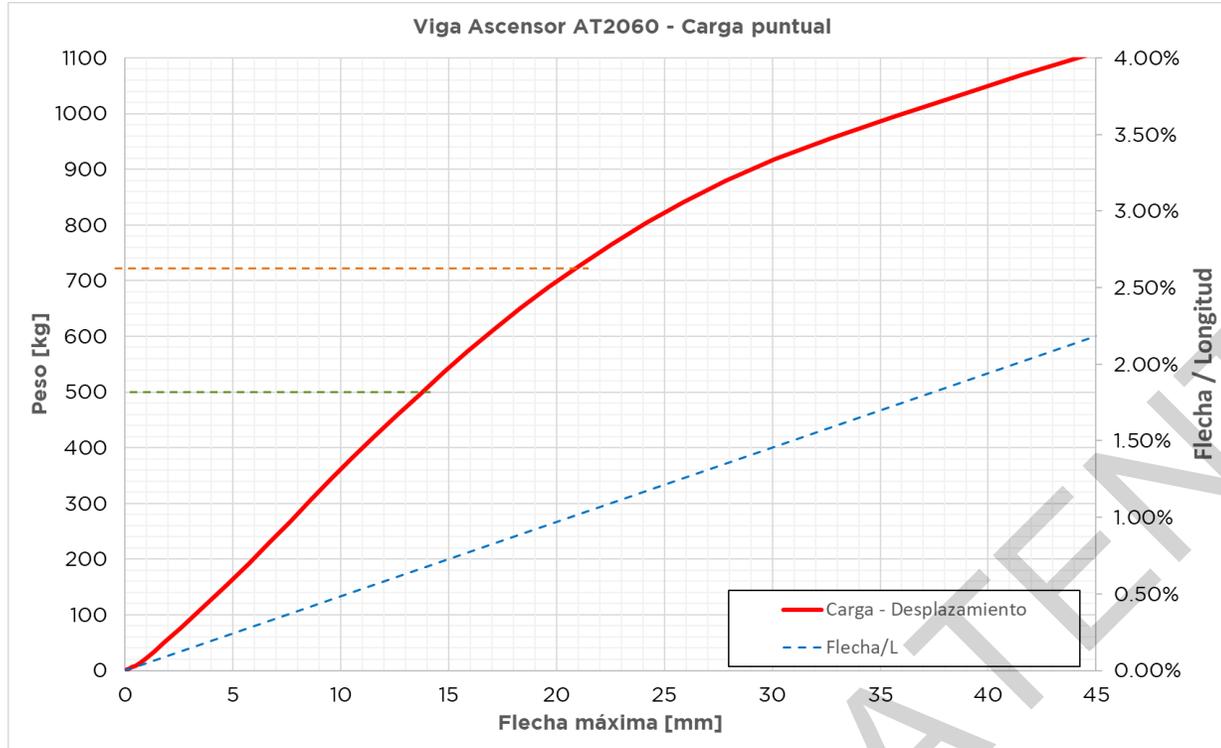
Resultados Carga Distribuida – Huevo 2530 mm



CASO	LÍMITE PLAST S275	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	560	700	1170
Flecha máxima [mm]	19.7	25.3	59.1
Flecha/L [%]	0.8%	1%	2.3%
Fz [N] Cortante Tornillo	3080	3850	6260

----- Carga Trabajo [No plastificación en sección]
 ----- Límite deformación 1%

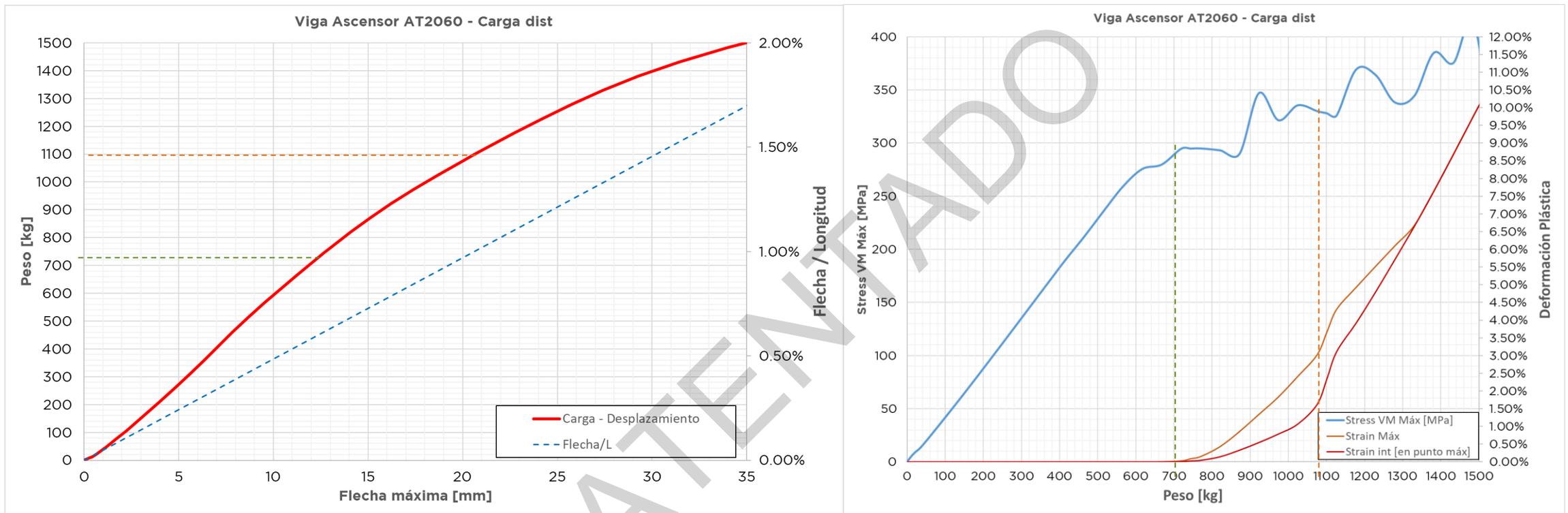
Resultados Carga Puntual – Huevo 2060 mm



CASO	LÍMITE PLAST S275	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	500	720	1070
Flecha máxima [mm]	13.7	20.6	41.6
Flecha/L [%]	0.66%	1%	2%
Fz [N] Cortante Tornillo	2640	3830	5430

----- Carga Trabajo [No plastificación en sección]
----- Límite deformación 1%

Resultados Carga Distribuida – Huevo 2060 mm



CASO	LÍMITE PLAST S275	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	740	1100	1480
Flecha máxima [mm]	12.7	20.6	34
Flecha/L [%]	0.6%	1%	1.65%
Fz [N] Cortante Tornillo	4090	6000	7900

LÍMITE DE CARGA CORTANTE EN TORNILLO MTP-X 12110 SON **14400** N, POR LO QUE SERÍA OK

LÍMITE DE CARGA CORTANTE EN TORNILLO TFE 12110 SON **17730** N PARA PROFUNDIDAD EFECTIVA ESTÁNDAR [83.5 mm] Y **10600** N PARA PROFUNDIDAD EFECTIVA REDUCIDA [58 mm], POR LO QUE SERÍA OK

Carga Trabajo [No plastificación en sección]

Límite deformación 1%