

SIDEA

ENGINEERING SOLUTIONS
Advanced Engineering

GALIGRU

SISTEMAS DE SEGURIDAD

FEM Viga Ascensor - EN 12811
Hueco 1360-2400 mm - Atornillada

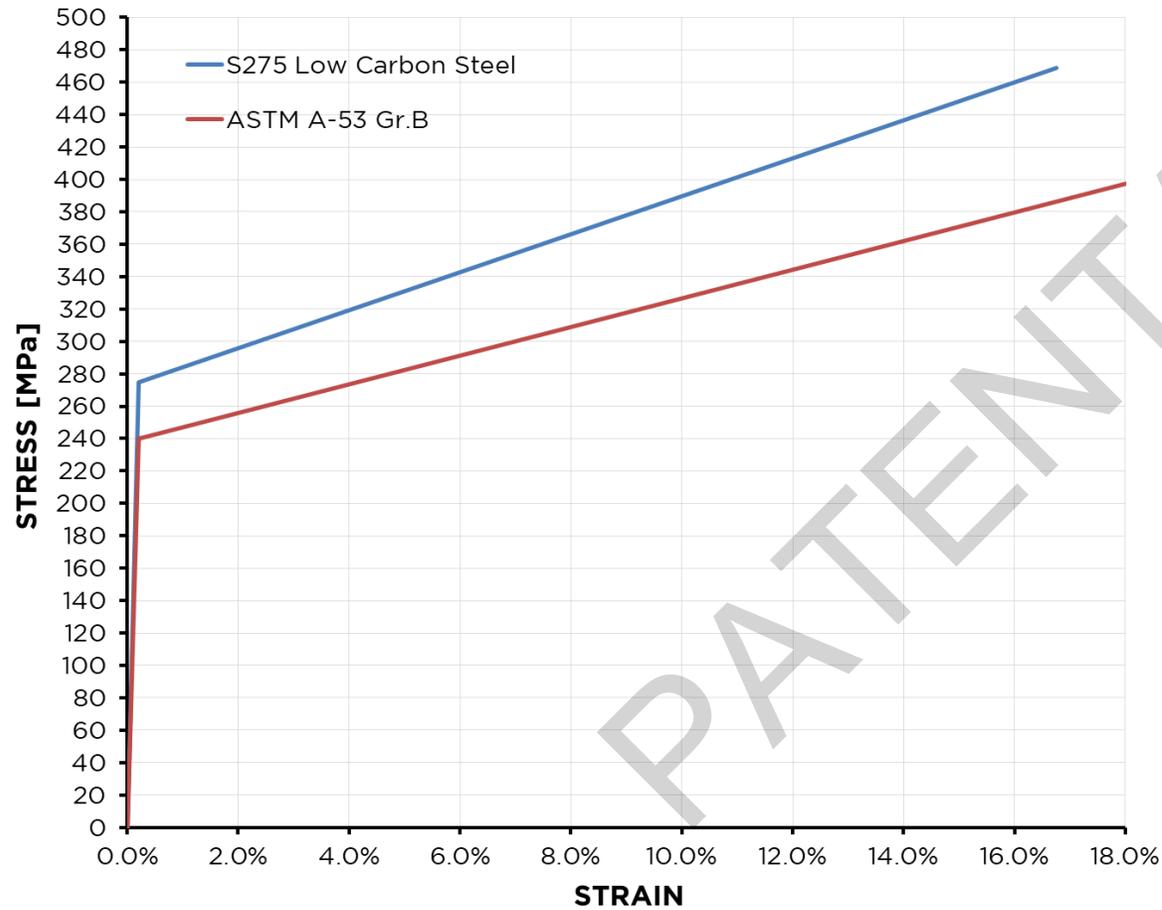
180-H489-RP4-1379 REV.03
04/06/2021



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 1360-2400 mm en 3 posiciones [1360-1880-2400 mm]
 - Materiales ASTM A53 Gr.B y S275, respectivamente
- A continuación se muestran los resultados llevando el sistema hasta rotura

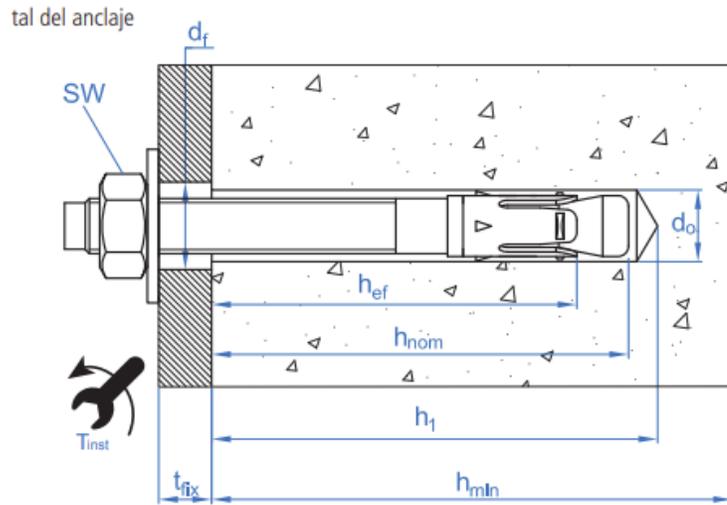
Materiales



	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

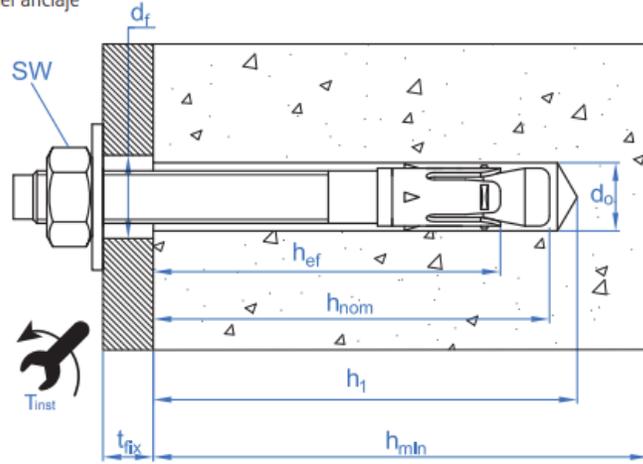


PARAMETROS DE INSTALACIÓN			Homologado	Diámetro broca	Par de instalación	Esesor mínimo de hormigón	Profundidad del taladro	Profundidad instalación	Profundidad efectiva	Esesor a fijar	Distancia crítica entre ejes	Distancia Crítica al borde	Distancia mínima entre anclajes	Distancia mínima al borde
Familia	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

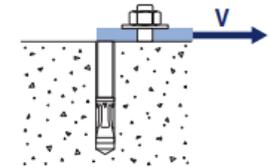
			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Sección en la zona del cono								
A_s	(mm ²)	Sección en la zona del cono	22,9	41,8	55,4	103,9	176,7	298,6
$f_{u,s}$	(N/mm ²)	Resistencia característica a tracción	790	750	730	700	660	600
$f_{y,s}$	(N/mm ²)	Límite elástico	632	600	585	560	530	480
Sección en la zona roscada			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

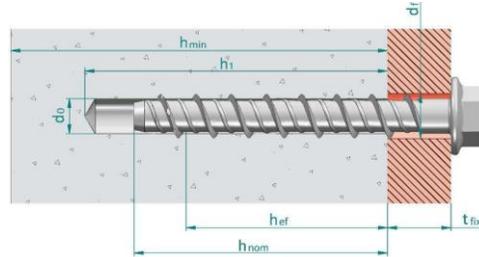
Resistencia de cálculo por extracción

		$N_{Rd,p} = N_{Rd,p}^o \cdot \psi_c$					
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	✓								

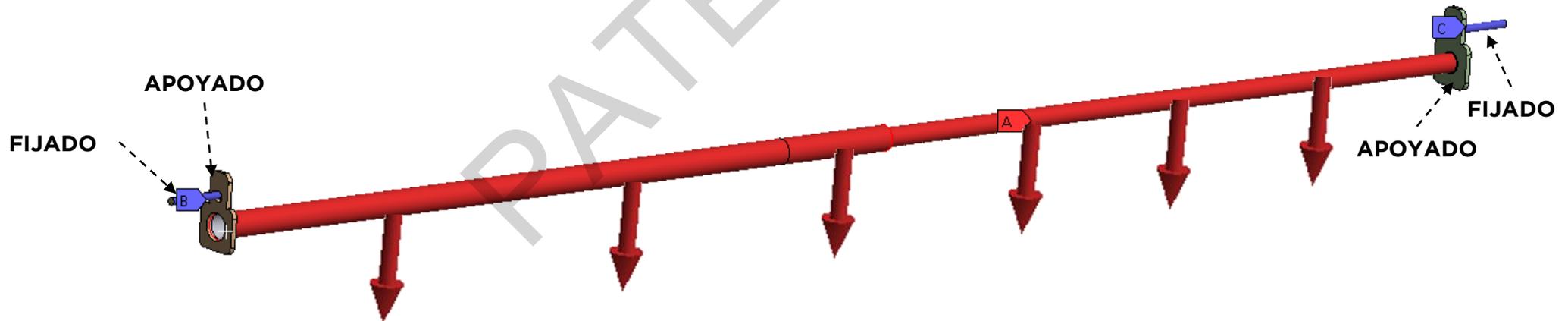
Propiedades tornillo TFE 12*110

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 1360 – 2400
ESPESTORES 4.55/3.56

RESULTADOS

Modelo 1360-2400 mm atornillado - Resumen

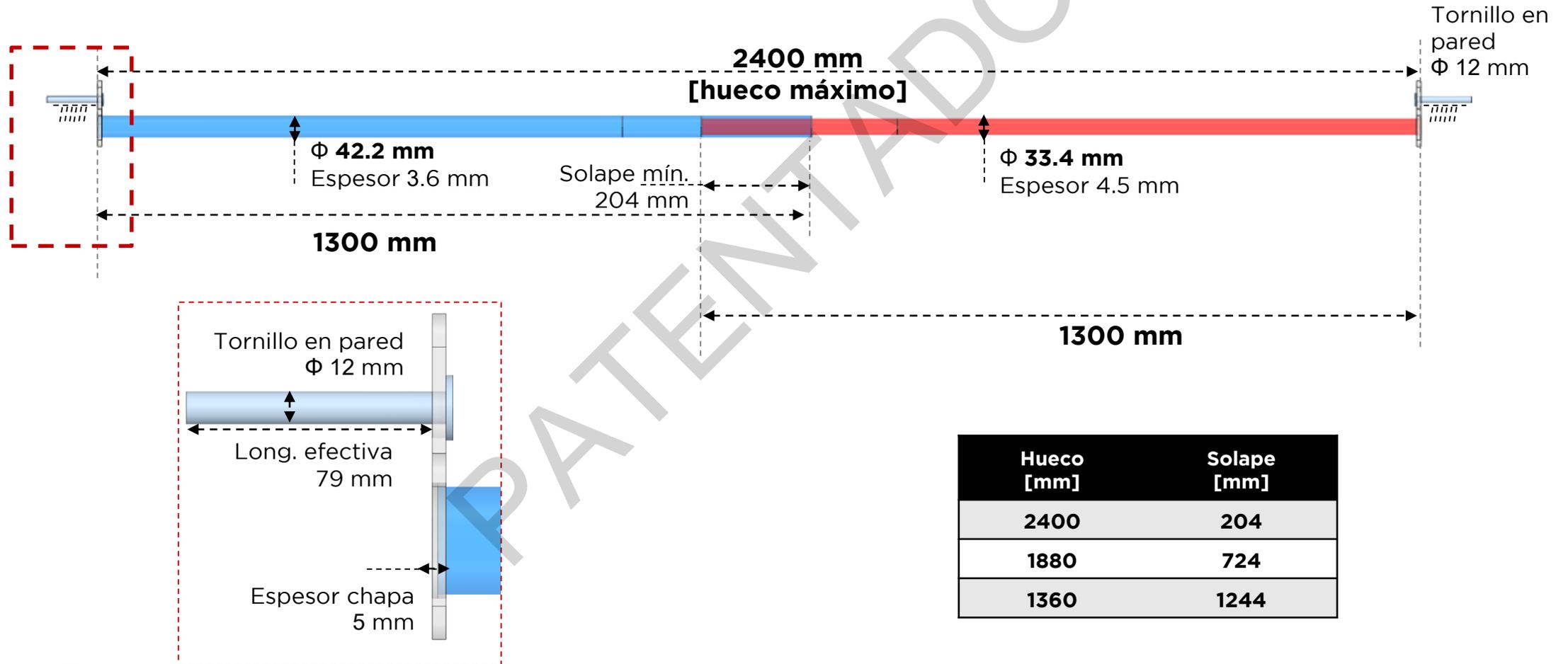
*Extrapolada según curvas material

ASTM A53 Gr.B	CARGA TRABAJO [NO PLAS. EN SECCIÓN, KG]	CARGA LÍMITE DEFORMACIÓN [1%, KG]	CARGA ROTURA [PLASTIFICACIÓN ≥10%]
2400 Puntual	330	380	905
2400 Distribuida	480	660	1175
1880 Puntual	550	730	1150
1880 Distribuida	760	1090	1430
1360 Puntual	870	1250	1560
1360 Distribuida	1180	1980	2330

S275	CARGA TRABAJO [NO PLAS. EN SECCIÓN, KG]	CARGA LÍMITE DEFORMACIÓN [1%, KG]	CARGA ROTURA [PLASTIFICACIÓN ≥10%]
2400 Puntual	378	435	1037
2400 Distribuida	550	756	1346
1880 Puntual	630	836	1318
1880 Distribuida	871	1249	1639
1360 Puntual	997	1432	1780
1360 Distribuida	1352	2269	2670

Geometría hueco 2400 - atornillado

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



Modelo 3D Sistema Viga Ascensor

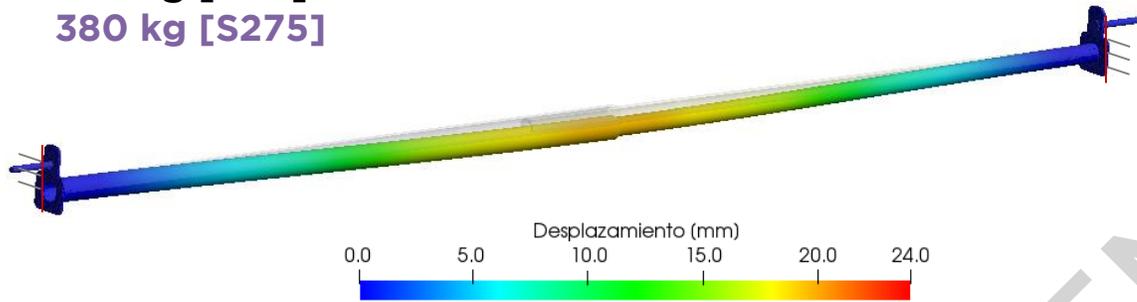
Resultados Carga Puntual

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

RESULTADOS MOSTRADOS PARA MATERIAL A53 Gr.B

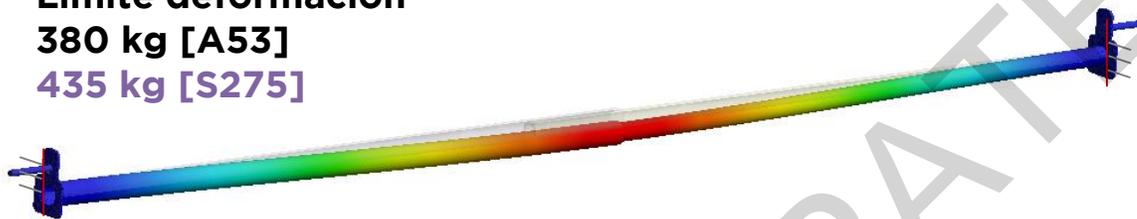
Carga Trabajo [No plastificación]
330 kg [A53]
380 kg [S275]

Rotura [def.plástica >10%]
905 kg [A53]
1035 kg [S275]

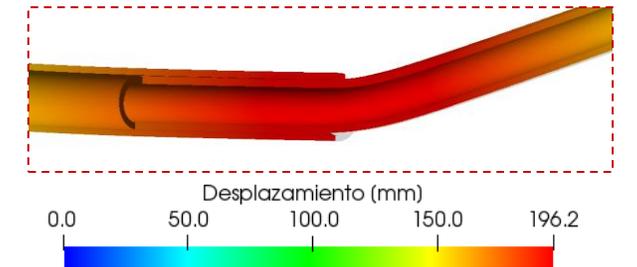


SE OBSERVA QUE EL SOLAPE SE MANTIENE INCLUSO PARA CARGAS DE ROTURA

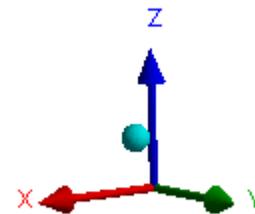
Límite deformación
380 kg [A53]
435 kg [S275]



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



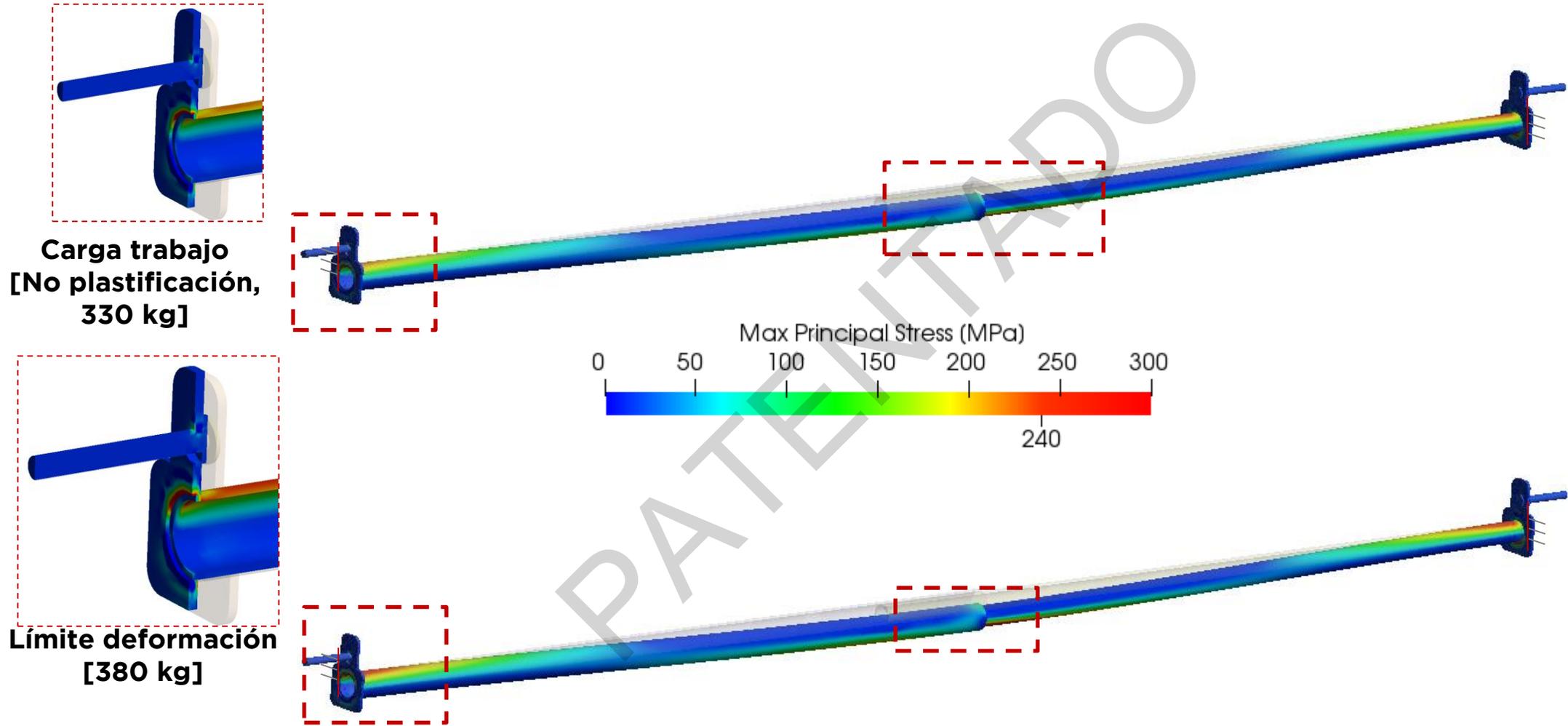
CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	330	380	905
Flecha máxima [mm]	20.0	24	196.2
Flecha/L [%]	0.83%	1%	8.1%



REACCIONES POR APOYO / BULÓN	LÍMITE PLAST.	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Fx [N] [APOYO]	5760	6750	12066
Fz [N] CORTANTE TORNILLO	1500	1750	4240
My [N*m]	82	96	224

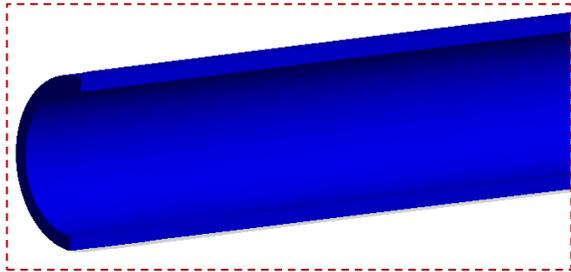
Resultados – Deformaciones y reacciones en el sistema

Resultados Carga Puntual

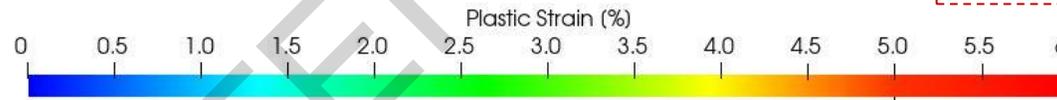
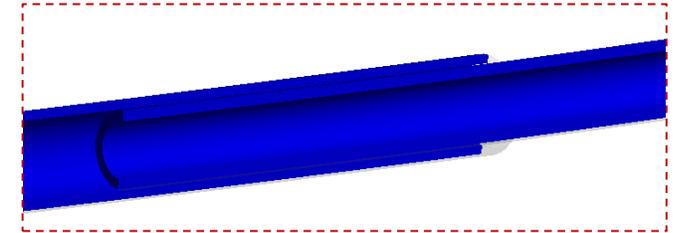
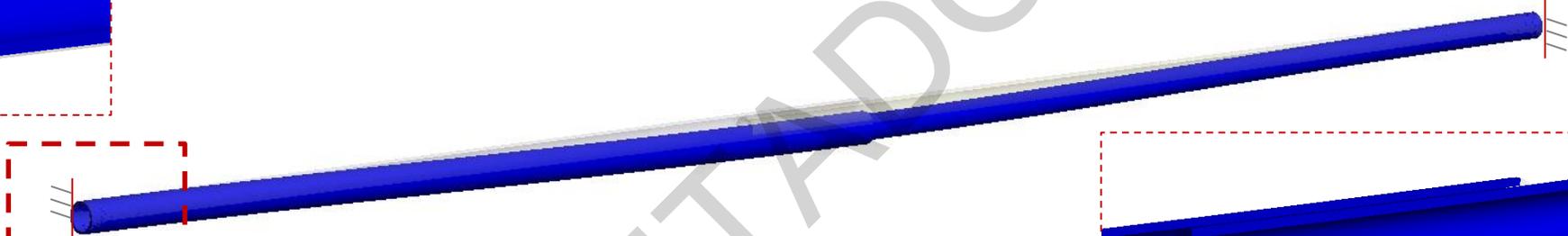
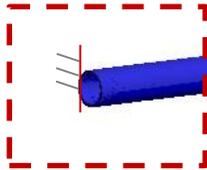


Resultados – Tensiones en el sistema

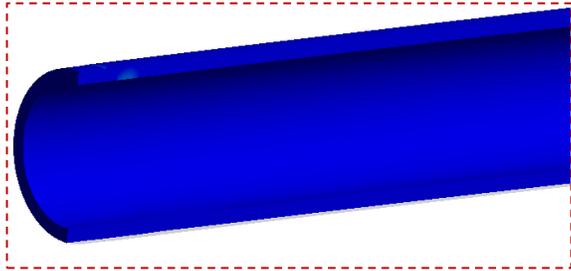
Resultados Carga Puntual



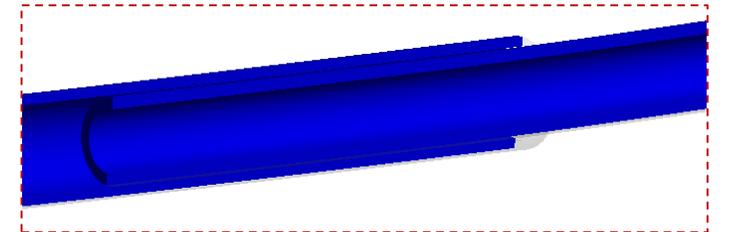
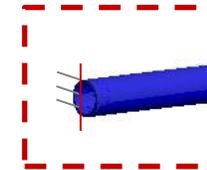
No plastificación
[330 kg]



PARA EL LÍMITE DE DEFORMACIÓN [400 kg] SE
APRECIA UNA PEQUEÑA PLASTIFICACIÓN DEL 1.7%

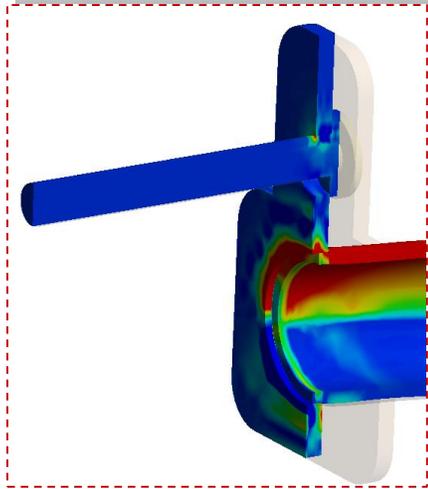


Límite deformación
[380 kg]

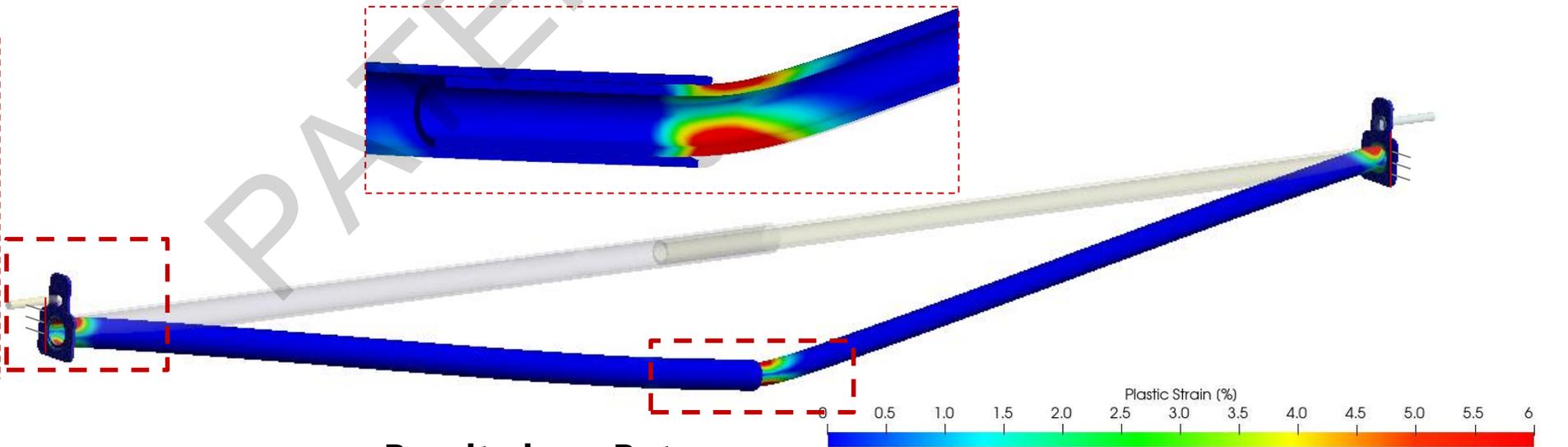
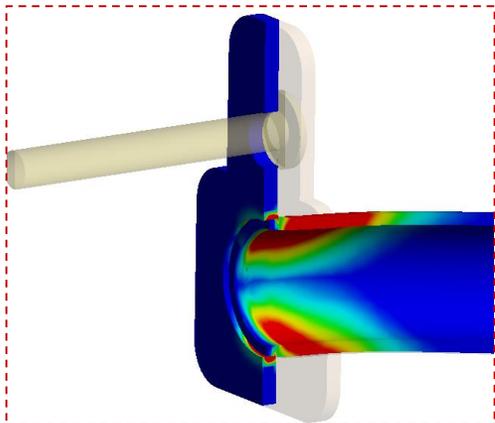
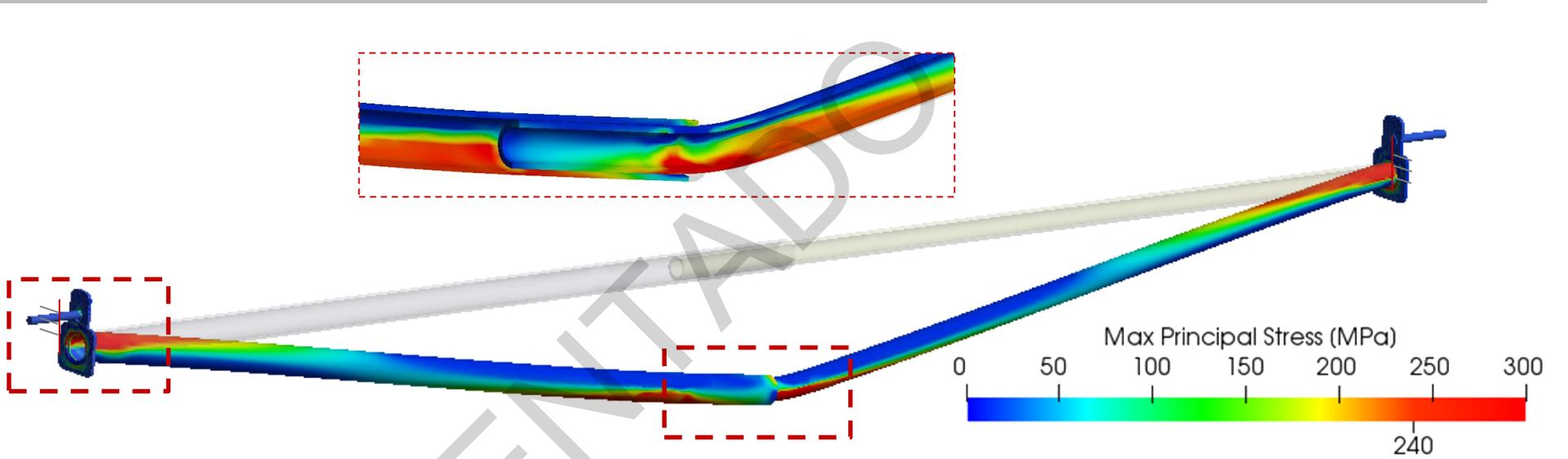


Resultados – Plastificación en el sistema

Resultados Carga Puntual

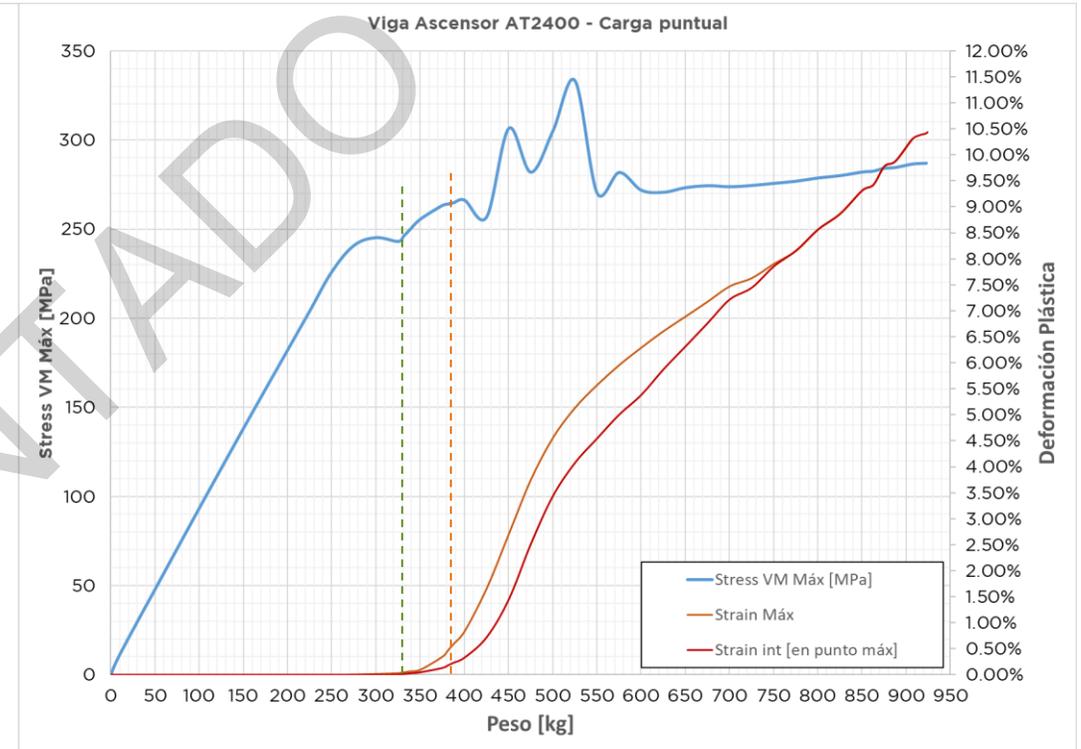
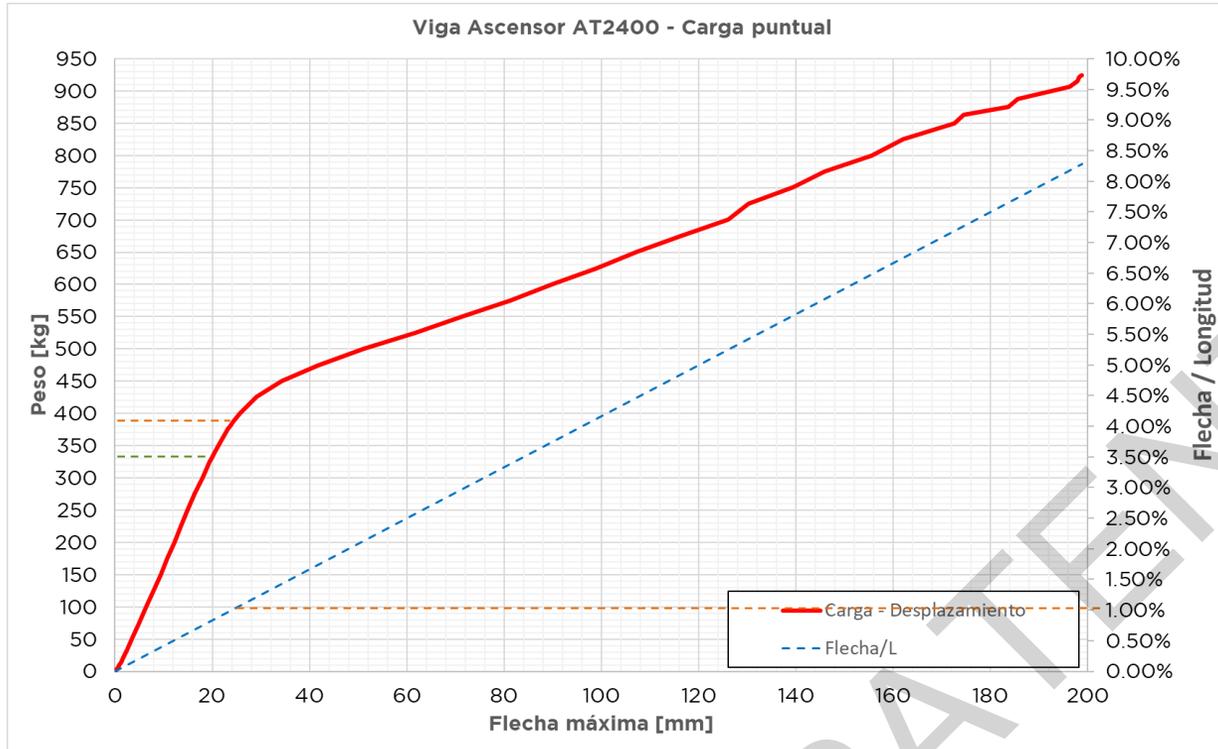


Rotura
[905 kg]



Resultados – Rotura

Resultados Carga Puntual – Huevo 2400 mm



CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	330	380	905
Flecha máxima [mm]	20.0	24	196.2
Flecha/L [%]	0.83%	1%	8.1%
Fz [N] Cortante Tornillo	1500	1750	4240

----- 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]
480 kg [A53]
550 kg [S275]

RESULTADOS MOSTRADOS PARA MATERIAL A53 Gr.B

Rotura [def.plástica >10%]
1175 kg [A53]
1345 kg [S275]



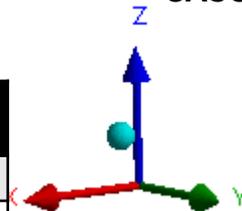
Límite deformación
660 kg [A53]
755 kg [S275]

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



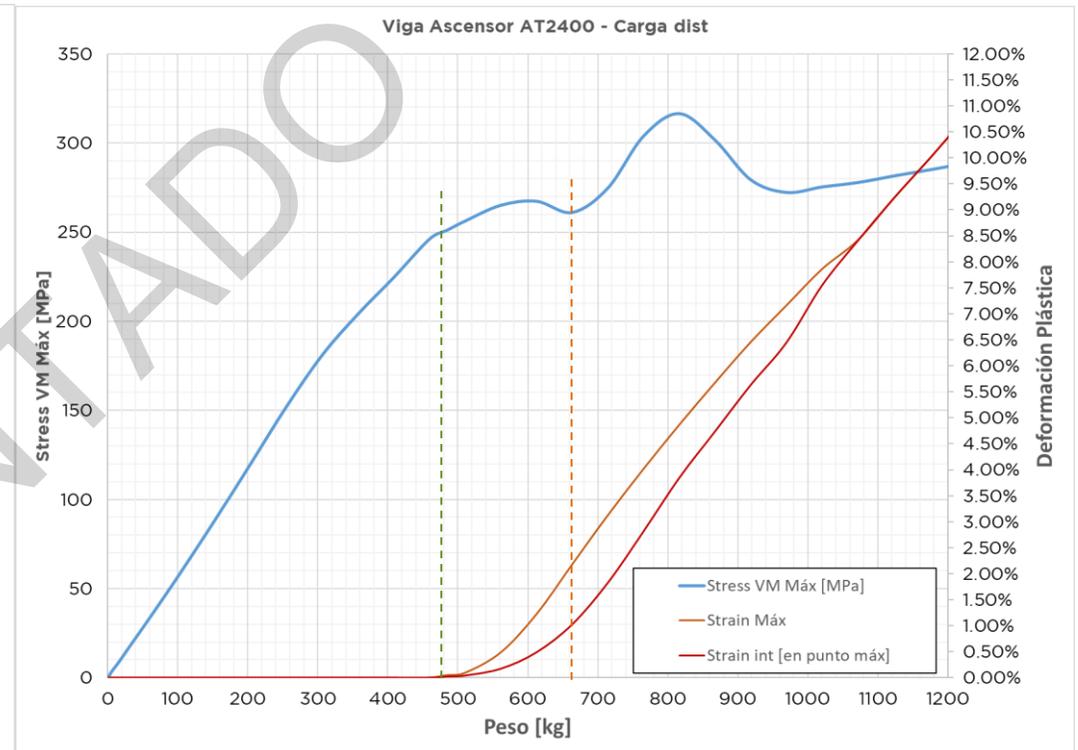
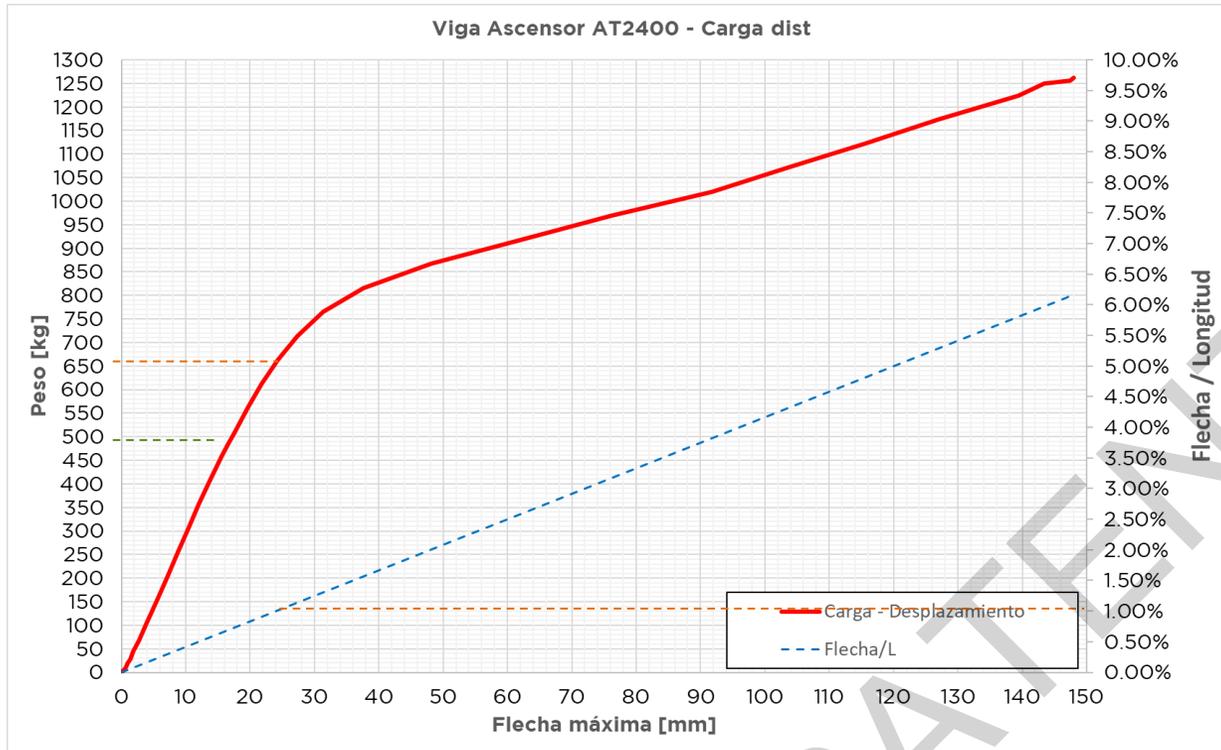
CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	480	660	1175
Flecha máxima [mm]	16.6	24	127
Flecha/L [%]	0.7%	1%	5.3%



REACCIONES POR APOYO / BULÓN	LÍMITE PLAST.	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Fx [N] [APOYO]	3840	5430	8675
Fz [N] CORTANTE TORNILLO	2660	3660	6360
My [N*m]	126	173	303

Resultados – Deformaciones y reacciones en el sistema

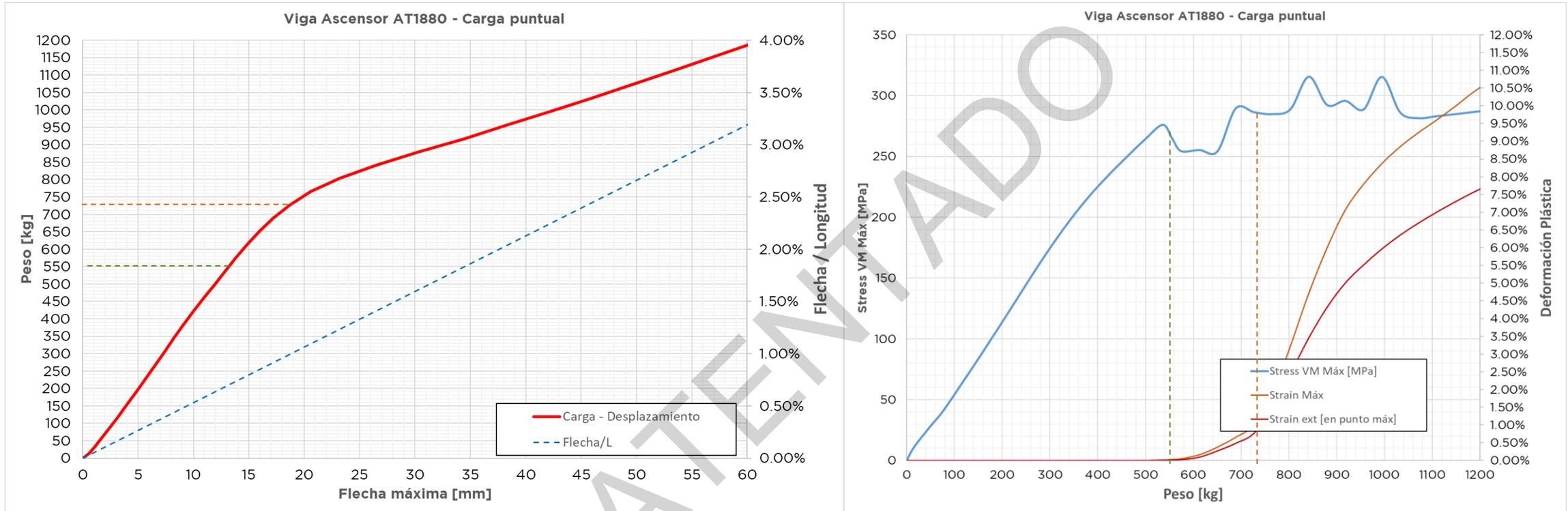
Resultados Carga Distribuida – Huevo 2400 mm



CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	480	660	1175
Flecha máxima [mm]	16.6	24	127
Flecha/L [%]	0.7%	1%	5.3%
Fz [N] Cortante Tornillo	2660	3660	6360

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

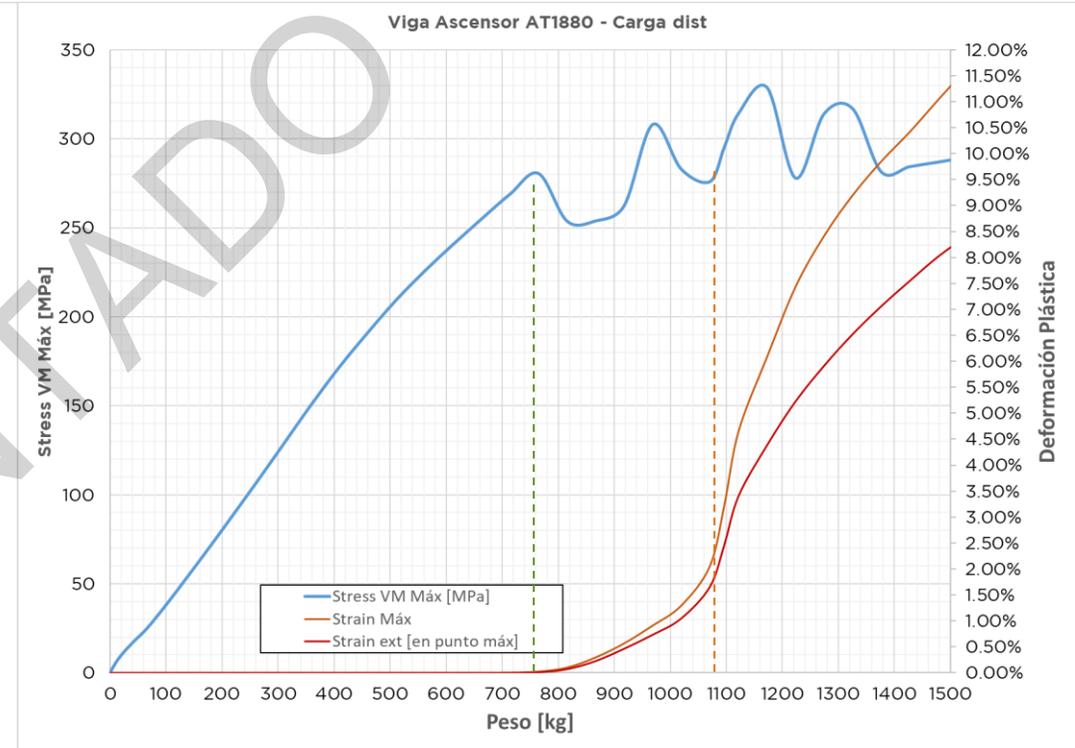
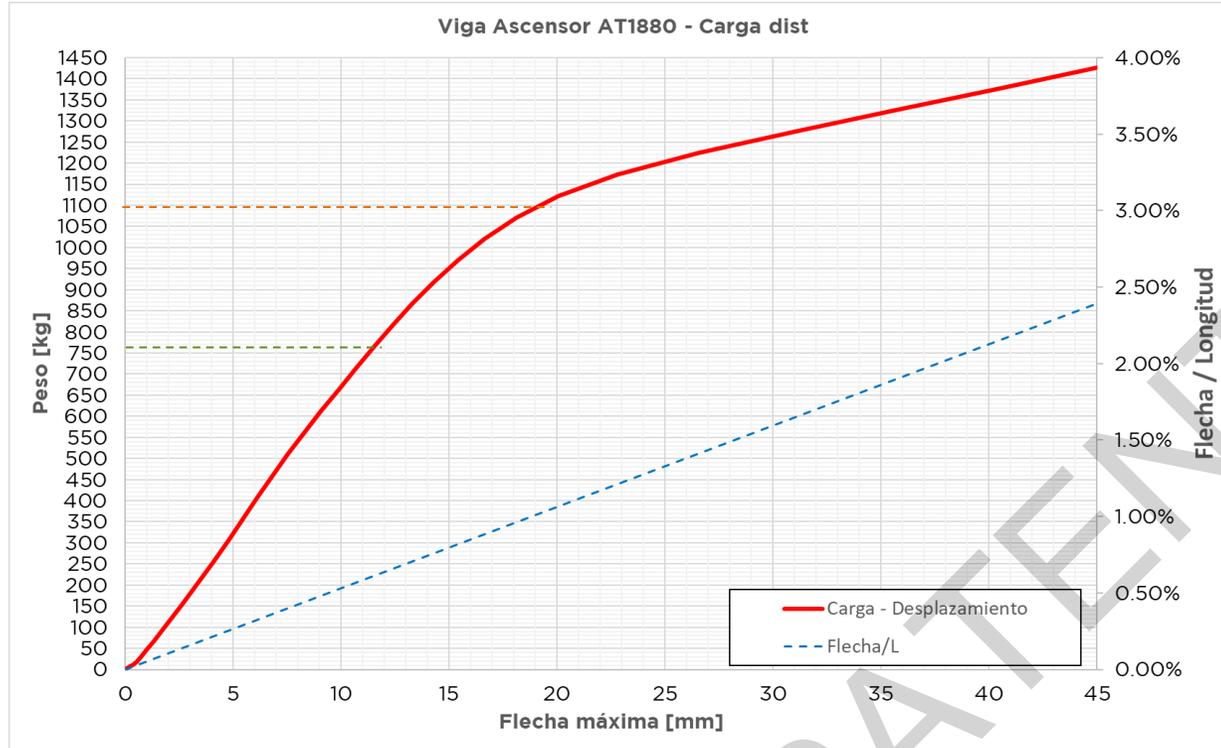
Resultados Carga Puntual – Huevo 1880 mm



CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	550	730	1150
Flecha máxima [mm]	13.3	188	60
Flecha/L [%]	0.7%	1%	3.2%
Fz [N] Cortante Tornillo	2900	3660	5910

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

Resultados Carga Distribuida – Huevo 1880 mm



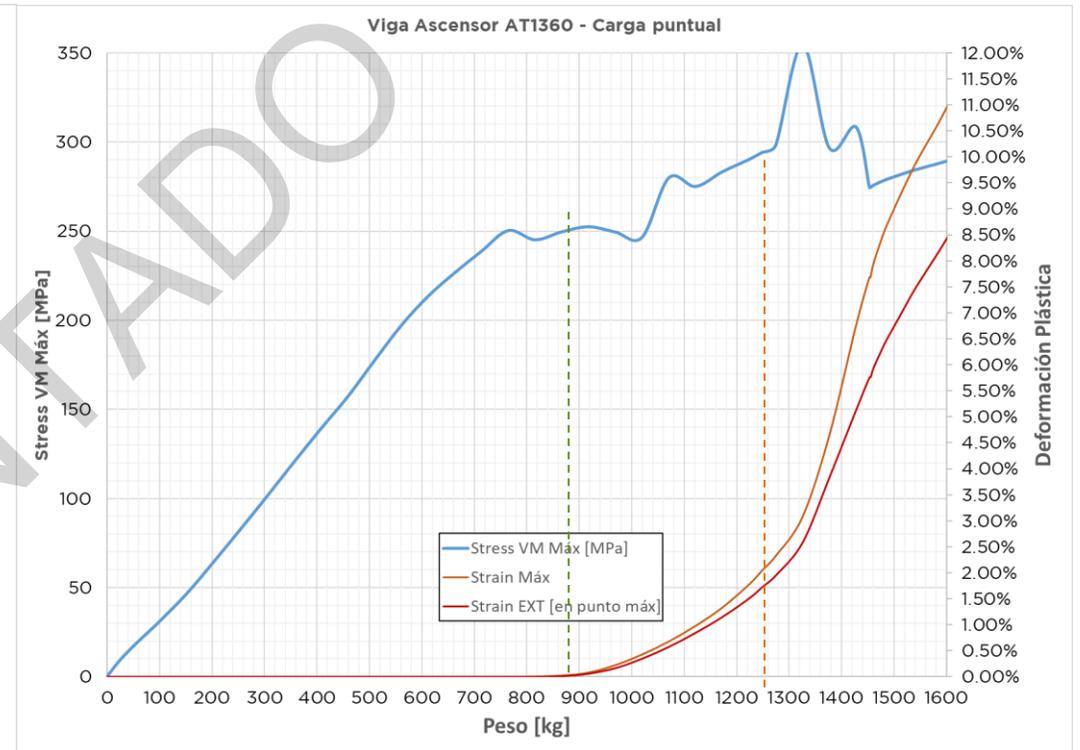
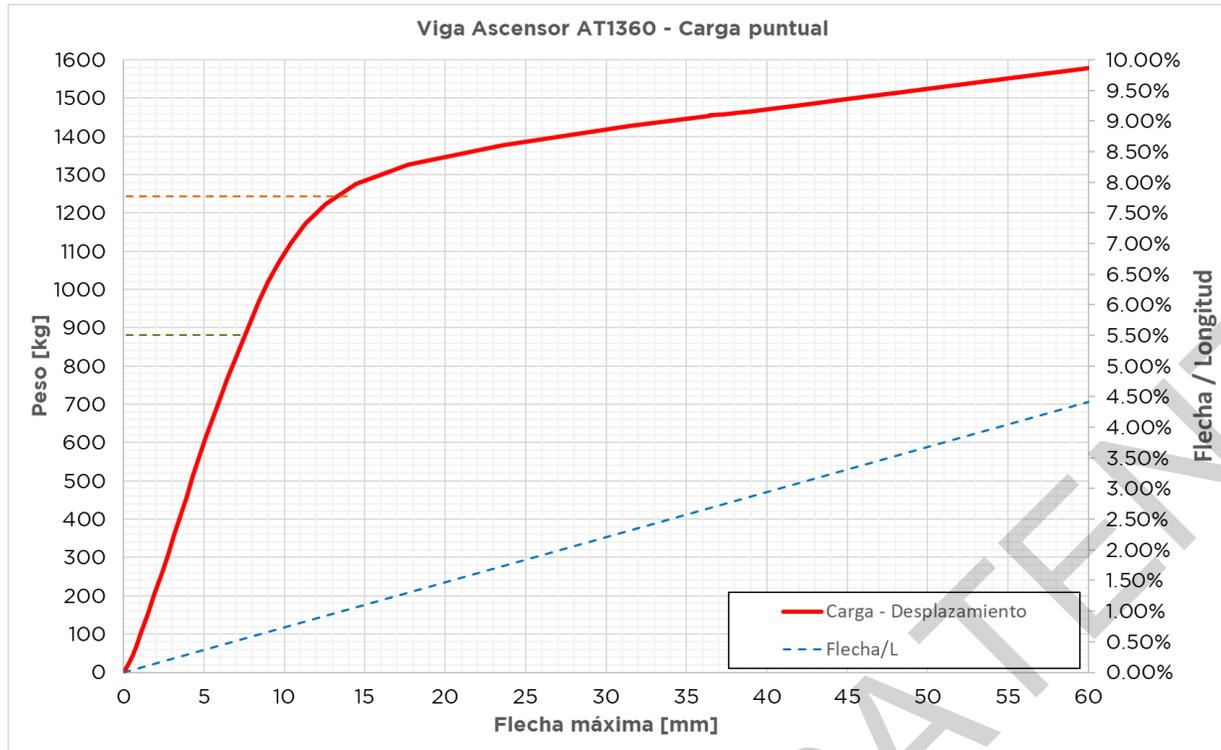
CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	760	1090	1430
Flecha máxima [mm]	11.5	18.8	45
Flecha/L [%]	0.6%	1%	2.4%
Fz [N] Cortante Tornillo	4200	5960	7660

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

----- Límite deformación 1%

Resultados revisados – Curvas de carga y deformación

Resultados Carga Puntual – Hueco 1360 mm

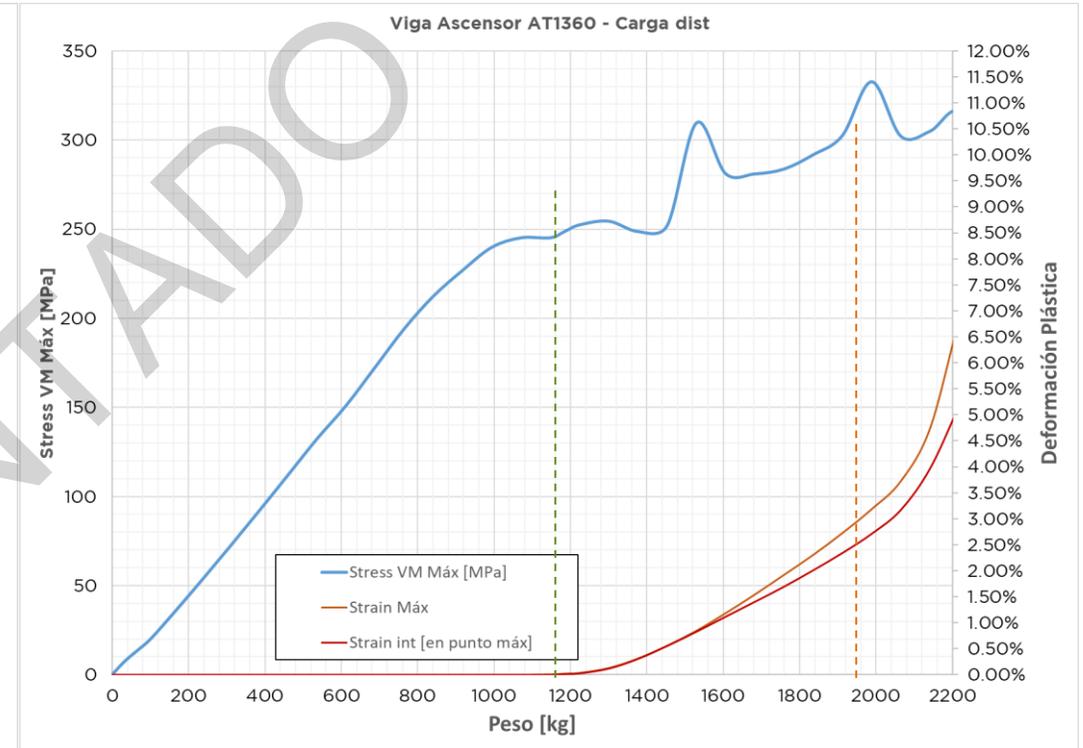
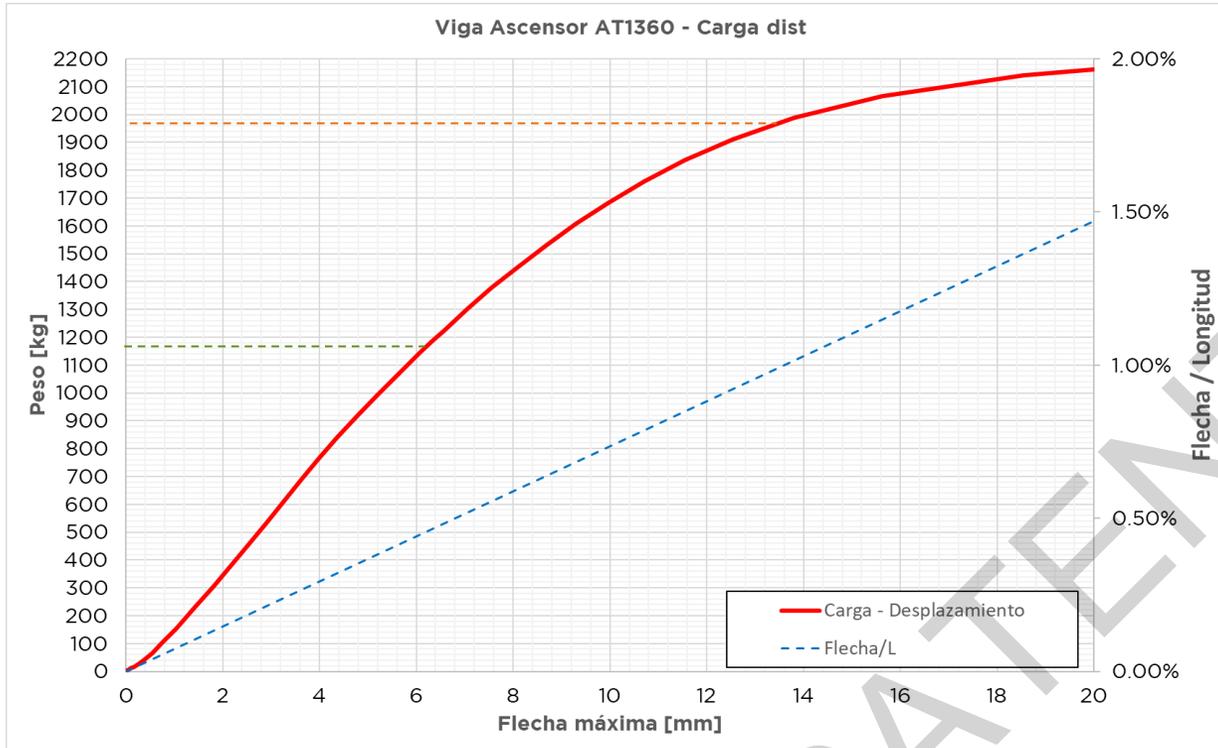


CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	870	1250	1560
Flecha máxima [mm]	7.4	13.6	56.7
Flecha/L [%]	0.5%	1%	4.2%
Fz [N] Cortante Tornillo	4650	6590	8100

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

----- Límite deformación 1%

Resultados Carga Distribuida – Huevo 1360 mm



CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	1180	1980	2330
Flecha máxima [mm]	6.3	13.6	35.7
Flecha/L [%]	0.5%	1%	2.6%
Fz [N] Cortante Tornillo	6200	10300	11940

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 SÓLO SE RECOMIENDA PARA PROF. ESTÁNDAR

--- Carga Trabajo [No plastificación en sección]

--- Límite deformación 1%

Resultados revisados – Curvas de carga y deformación

MODELO ATORNILLADO 1360 – 2400
ESPESORES 6.25/3.2

RESULTADOS

Modelo 1360-2400 mm atornillado - Resumen

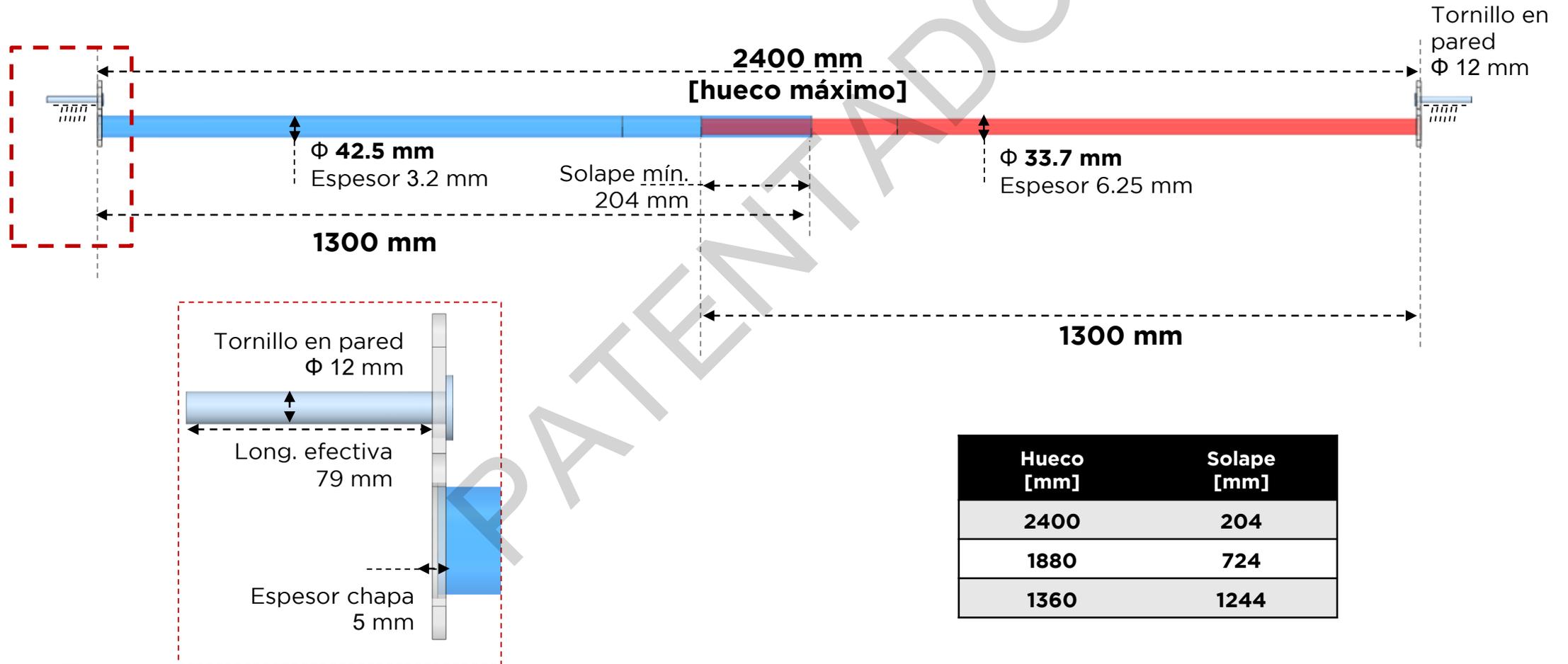
*Extrapolada según curvas material

S275	CARGA TRABAJO [NO PLAS. EN SECCIÓN, KG]	CARGA LÍMITE DEFORMACIÓN [1%, KG]	CARGA ROTURA [PLASTIFICACIÓN ≥10%]
2400 Puntual	400	440	800
2400 Distribuida	560	730	1220
1880 Puntual	580	800	1340
1880 Distribuida	790	1200	1680
1360 Puntual	940	1400	1700
1360 Distribuida	1300	2180	2600

ASTM A53 Gr.B	CARGA TRABAJO [NO PLAS. EN SECCIÓN, KG]	CARGA LÍMITE DEFORMACIÓN [1%, KG]	CARGA ROTURA [PLASTIFICACIÓN ≥10%]
2400 Puntual	349	384	698
2400 Distribuida	489	637	1065
1880 Puntual	506	698	1169
1880 Distribuida	689	1047	1466
1360 Puntual	820	1222	1484
1360 Distribuida	1135	1903	2269

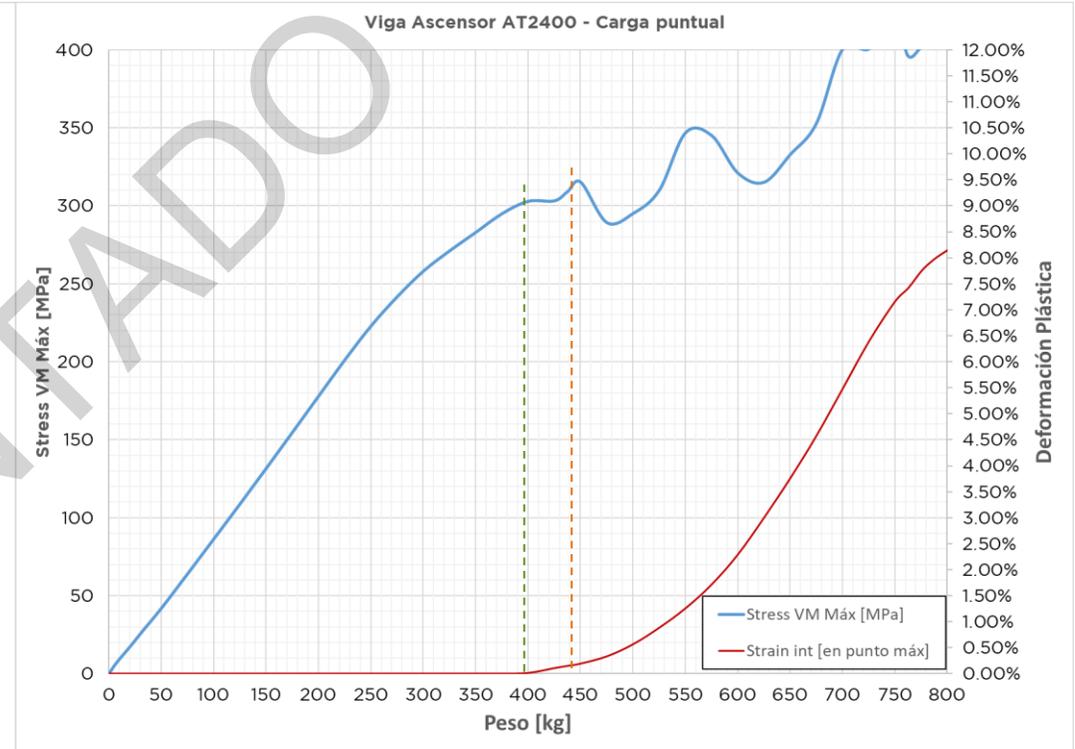
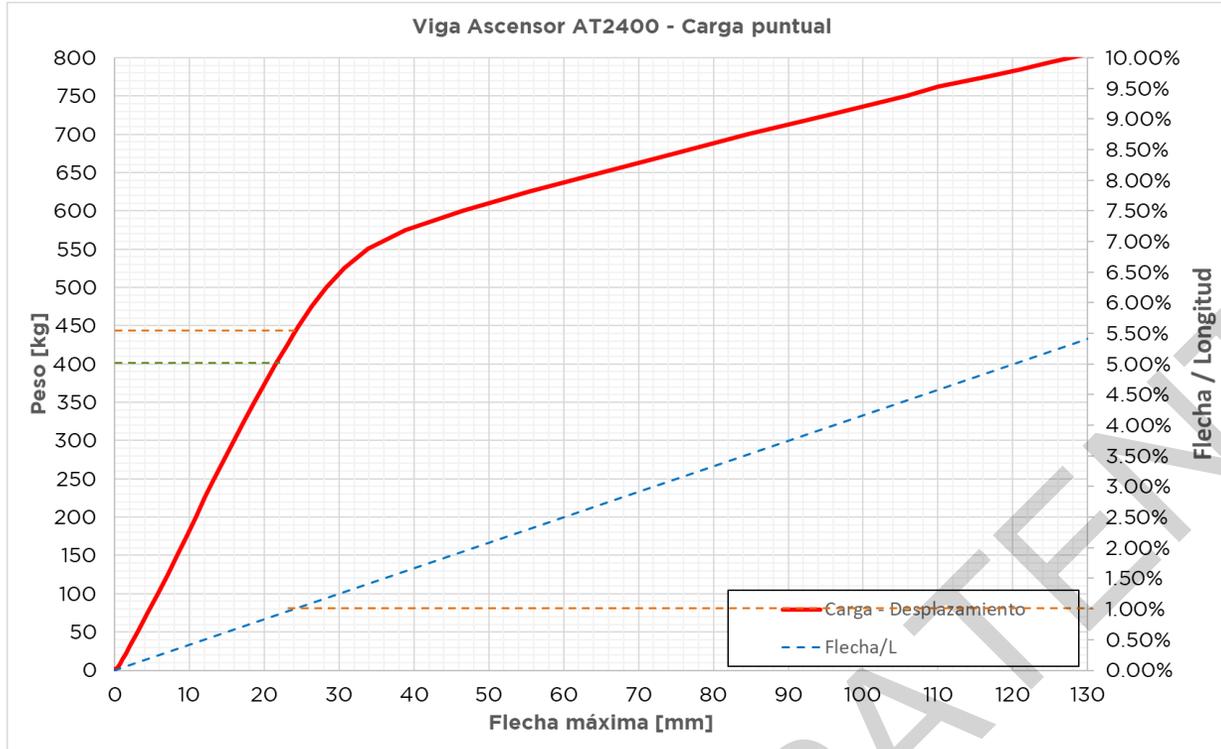
Geometría hueco 2400 - atornillado

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



Modelo 3D Sistema Viga Ascensor

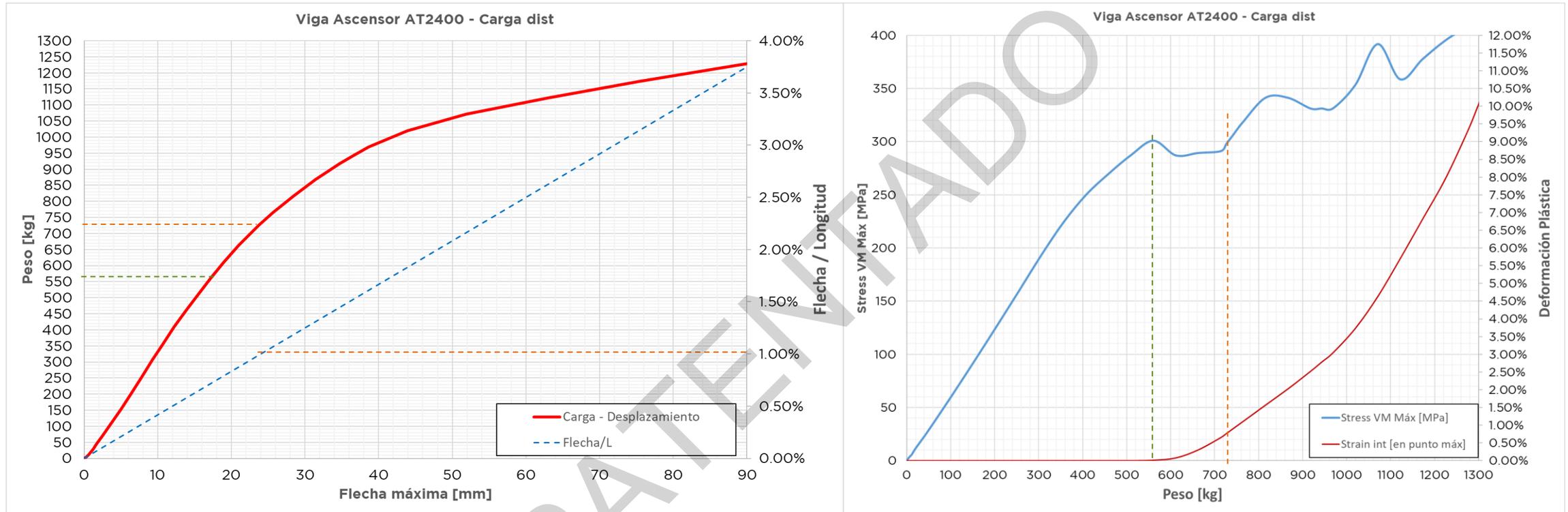
Resultados Carga Puntual – Hueco 2400 mm



CASO	LÍMITE PLAST S275	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	400	440	800
Flecha máxima [mm]	21.6	24	125.1
Flecha/L [%]	0.9%	1%	5.2%
Fz [N] Cortante Tornillo	2080	2280	3960

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

Resultados Carga Distribuida – Huevo 2400 mm

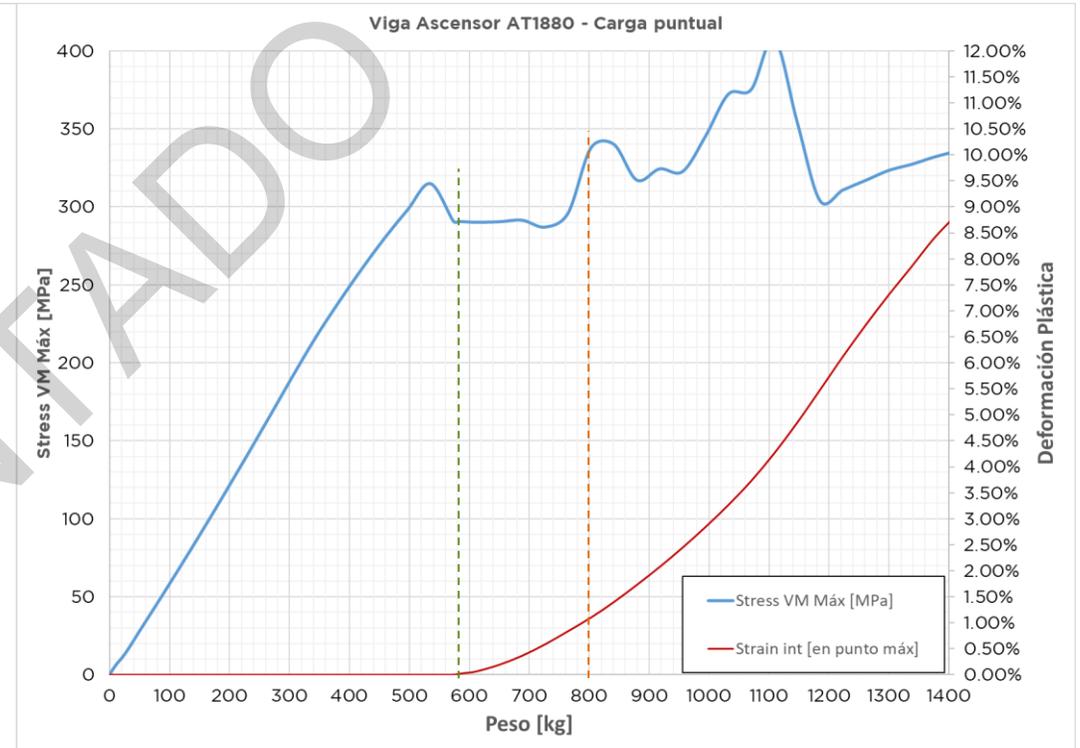
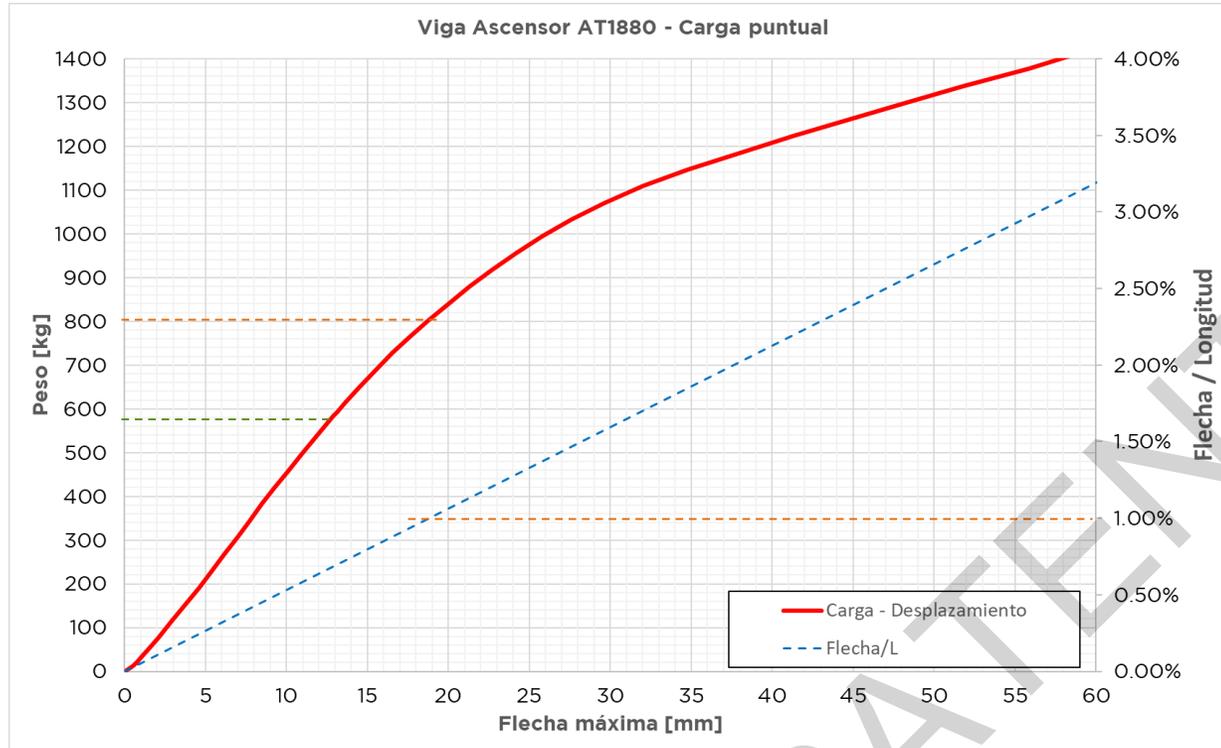


CASO	LÍMITE PLAST S275	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	560	730	1220
Flecha máxima [mm]	17.2	24	88.7
Flecha/L [%]	0.7%	1%	3.7%
Fz [N] Cortante Tornillo	3050	3960	6450

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

----- Límite deformación 1%

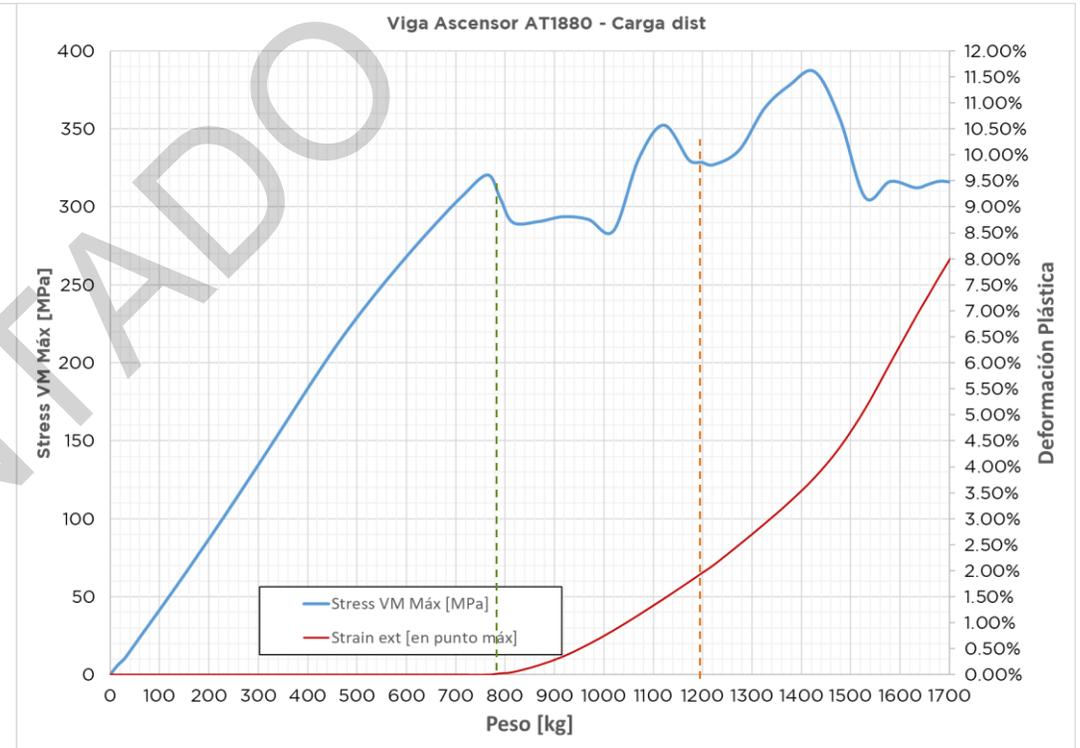
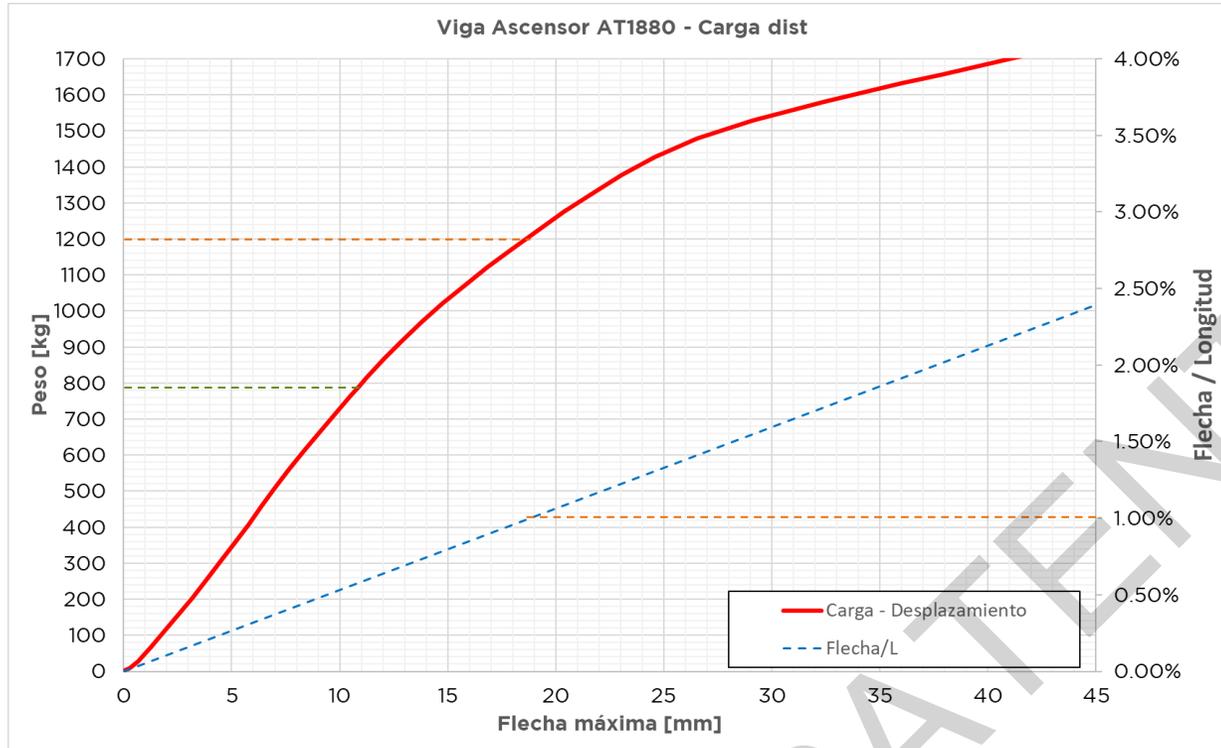
Resultados Carga Puntual – Huevo 1880 mm



CASO	LÍMITE PLAST S275	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	580	800	1340
Flecha máxima [mm]	12.9	18.8	51.8
Flecha/L [%]	0.7%	1%	2.8%
Fz [N] Cortante Tornillo	3070	4200	6690

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

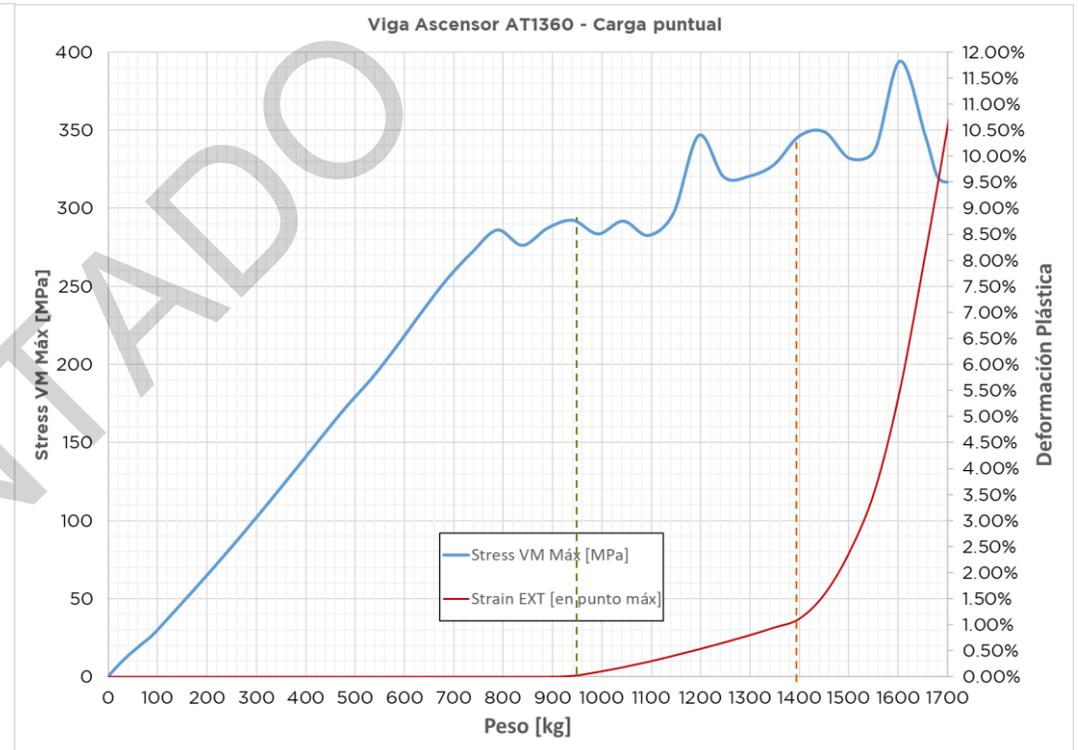
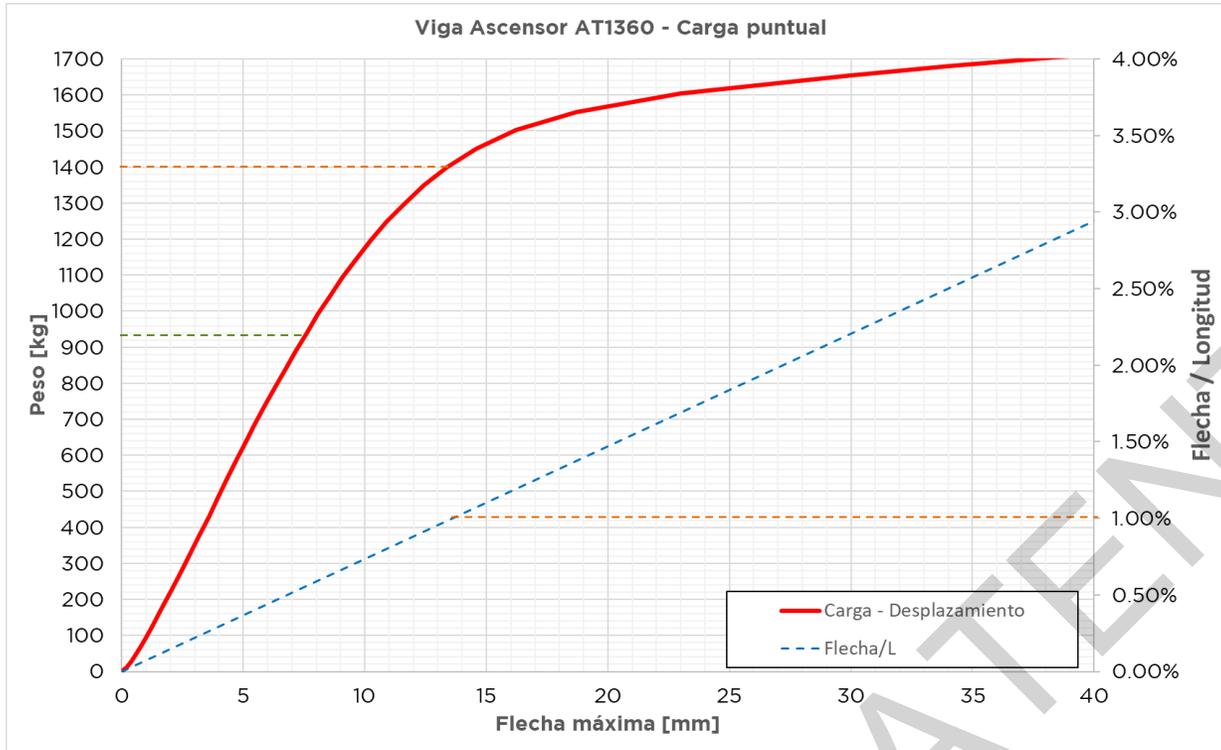
Resultados Carga Distribuida – Huevo 1880 mm



CASO	LÍMITE PLAST S275	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	790	1200	1680
Flecha máxima [mm]	10.9	18.8	39.7
Flecha/L [%]	0.6%	1%	2.1%
Fz [N] Cortante Tornillo	4300	6470	8880

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

Resultados Carga Puntual – Huevo 1360 mm

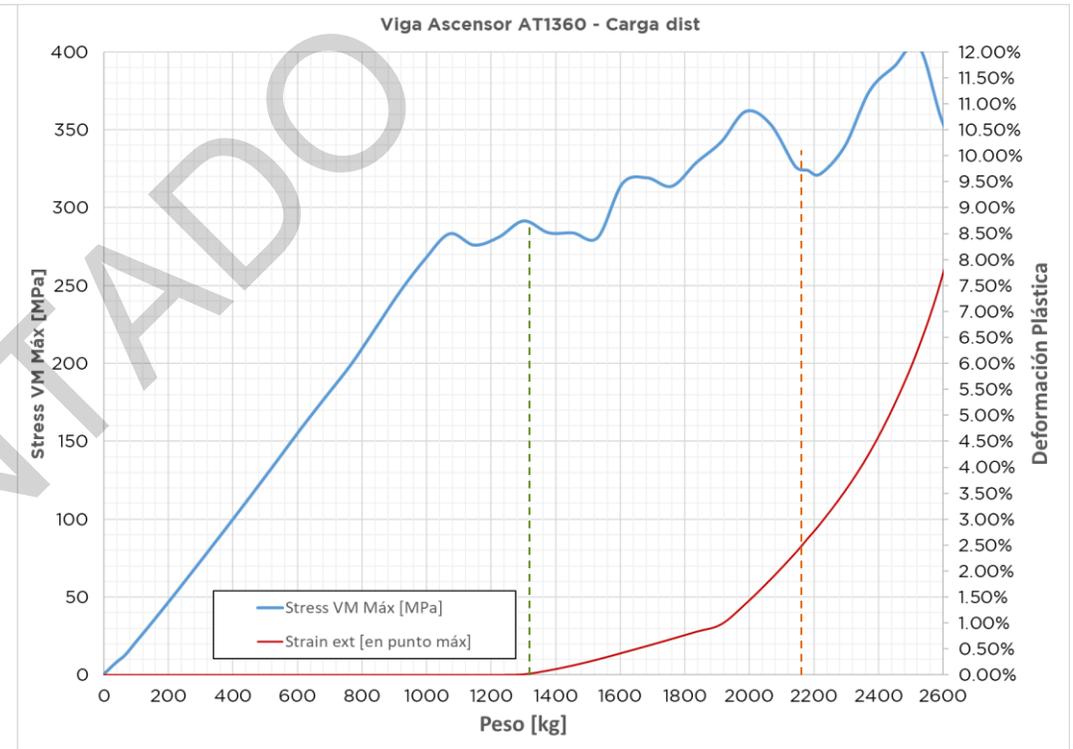
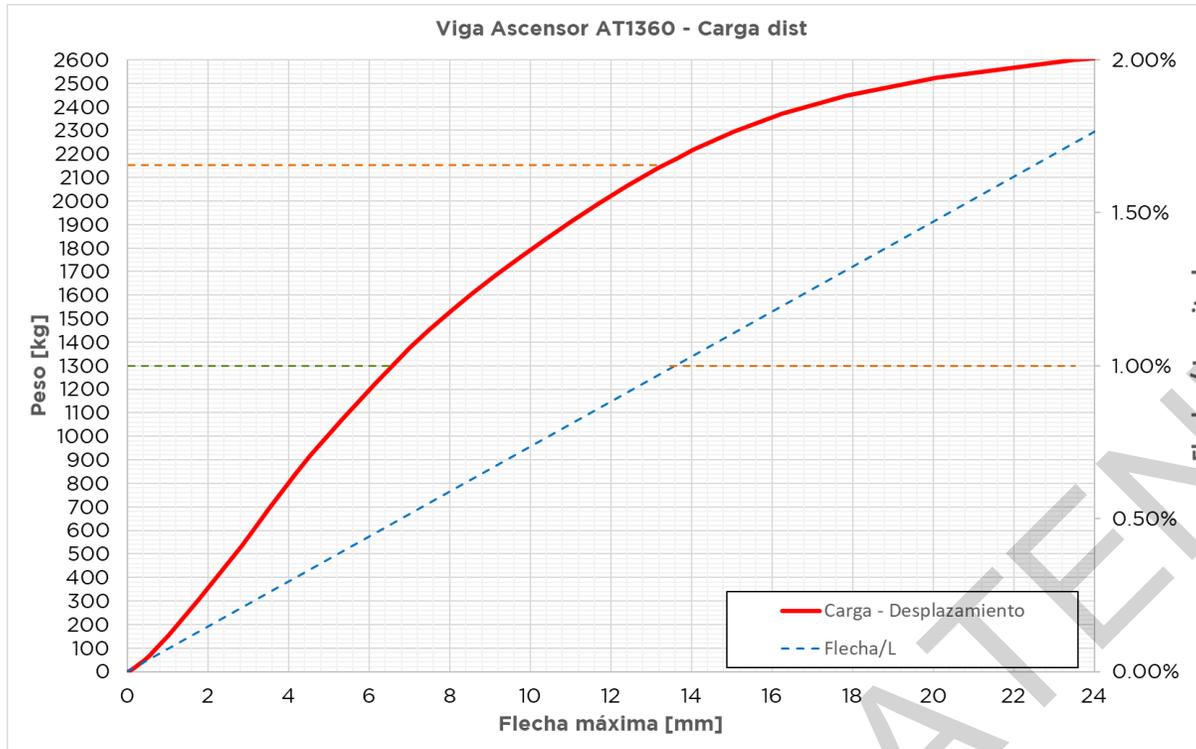


CASO	LÍMITE PLAST S275	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	940	1400	1700
Flecha máxima [mm]	7.6	13.6	38.6
Flecha/L [%]	0.56%	1%	2.8%
Fz [N] Cortante Tornillo	5000	7280	8590

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

----- Límite deformación 1%

Resultados Carga Distribuida – Huevo 1360 mm



CASO	LÍMITE PLAST S275	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	1300	2180	2600
Flecha máxima [mm]	6.6	13.6	23.5
Flecha/L [%]	0.5%	1%	1.7%
Fz [N] Cortante Tornillo	6770	11140	13100

LÍMITE DE CARGA CORTANTE EN TORNILLO MTP-X 12110 SON **14400** N, POR LO QUE SERÍA OK SI BIEN ESTÁ CERCA DEL LÍMITE RECOMENDADO EN ROTURA

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 SÓLO SE RECOMIENDA PARA PROF. ESTÁNDAR

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

----- Límite deformación 1%

Resultados revisados – Curvas de carga y deformación