



ENGINEERING SOLUTIONS
Advanced Engineering



SISTEMAS DE SEGURIDAD

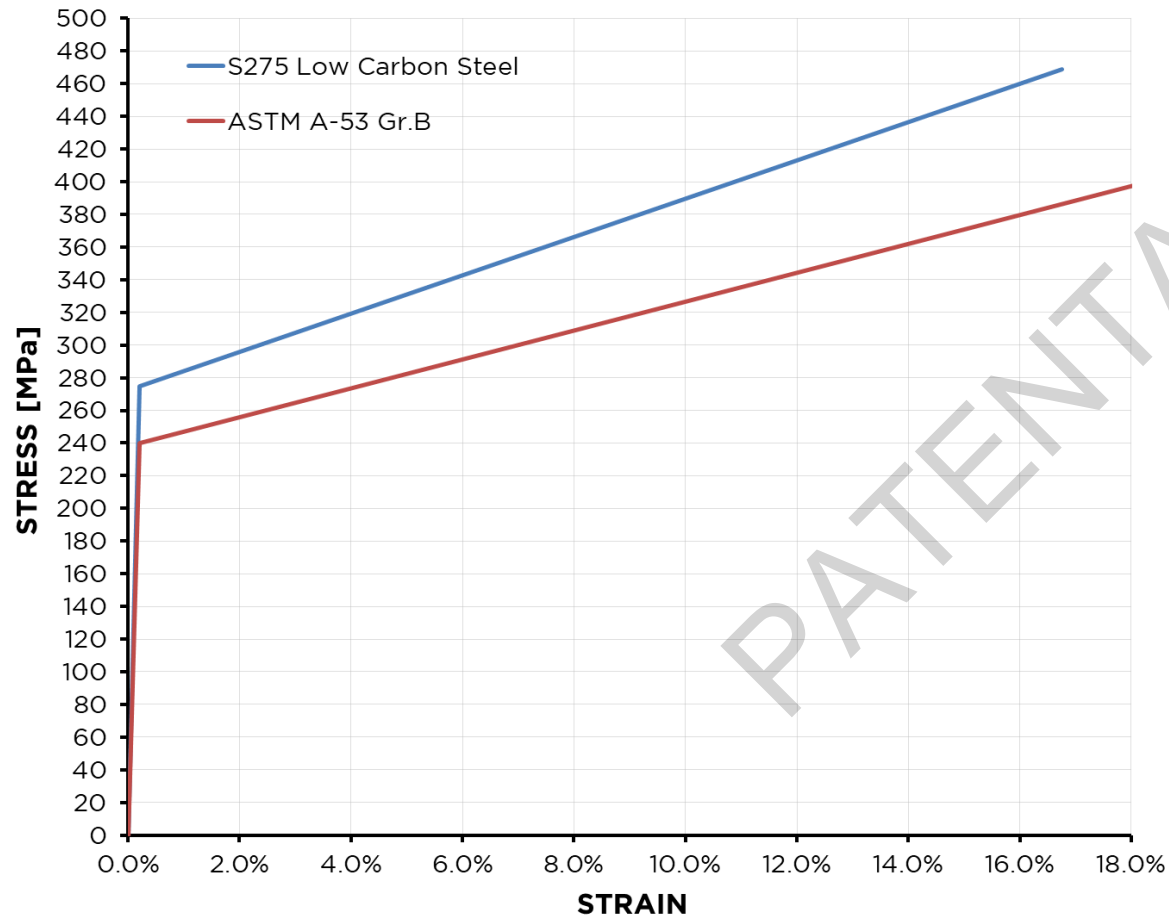
FEM Viga Ascensor - EN 12811
Hueco 550-950 mm - Atornillada

180-H489-RP4-1388
07/06/2021

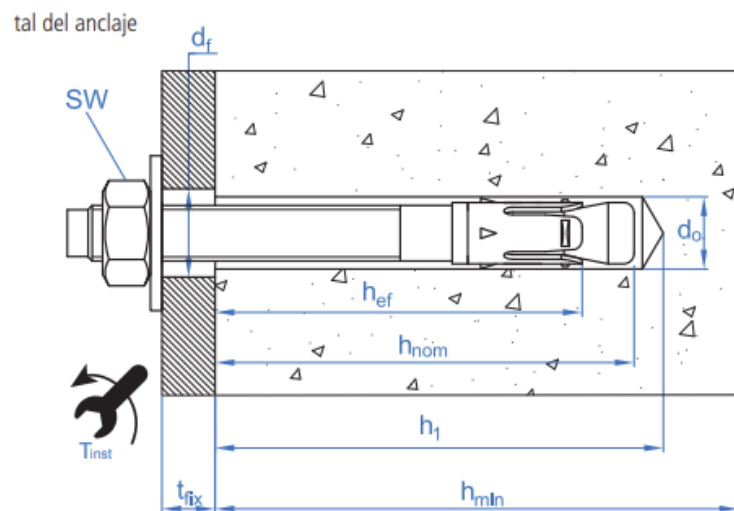


Contexto

- 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 2/2 mm, materiales ASTM A53 Gr.B y S275
 - Ambos para hueco 550-950 mm en 3 posiciones [550-750-950 mm]
- A continuación se muestran los resultados llevando el sistema hasta rotura



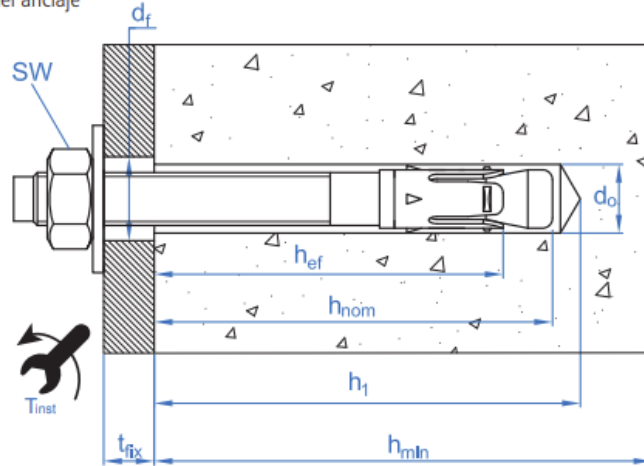
	ASTM A-53 Gr.B [$\gamma_M=1$]	S275 Low Carbon
Densidad [kg/m ³]	7750	7750
Módulo Young [MPa]	210000	210000
Ratio Poisson	0.3	0.3
Yield stress f_y [MPa]	240	275
Ultimate stress f_u [MPa]	430	470



PARAMETROS DE INSTALACIÓN			Homologado	Díametro broca	Par de instalación	Espesor mínimo de hormigón	Profundidad del taladro	Profundidad instalación	Profundidad efectiva	Espesor a fijar	Distancia crítica entre ejes	Distancia crítica al borde	Distancia mínima entre anclajes	Distancia mínima al borde
Familia	Código	Medida	ETE	d _o [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	✓			120	75	68	60	25				
	APX10115	M10x115	✓							35				
	APX10135	M10x135	✓							55				
	APX10165	M10x165	✓							85				
	APX10185	M10x185	✓							105				
	APX12080	M12x80	✓	12	60	100	65	60	50	4	210	105	70	70
	APX12100	M12x100	✓			140	85	80	70	4				
	APX12110	M12x110	✓							14				
	APX12120	M12x120	✓							24				
	APX12130	M12x130	✓							34				
	APX12150	M12x150	✓							54				
	APX12180	M12x180	✓							84				

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

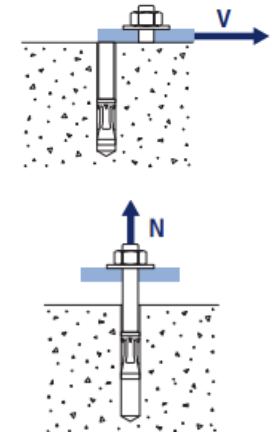
		M8	M10	M12	M16	M20	M24
Sección en la zona del cono							
A_s (mm ²)	Sección en la zona del cono	22,9	41,8	55,4	103,9	176,7	298,6
$f_{u,s}$ (N/mm ²)	Resistencia característica a tracción	790	750	730	700	660	600
$f_{y,s}$ (N/mm ²)	Límite elástico	632	600	585	560	530	480
Sección en la zona roscada				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

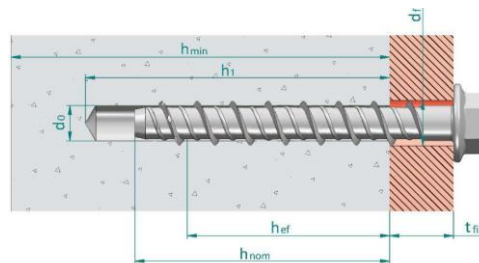
Métrica	M8	M10	M12	M16	M20	M24
$V_{Rd,s}$ [kN]	8,8	13,9	20,2	37,6	58,8	67,7

Resistencia de cálculo por extracción

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



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	d_0 [mm]	d_f [mm]	SW/Tx [--]	T_{inst} [Nm]	S_{min} [mm]	C_{min} [mm]	h_{min} [mm]	h_1 [mm]	h_{nom} [mm]	h_{ef} [mm]	t_{fix} [mm]	$S_{cr,N}$ [mm]	$C_{cr,N}$ [mm]	$S_{cr,sp}$ [mm]	$C_{cr,sp}$ [mm]	h_{min} [mm]	h_1 [mm]	h_{nom} [mm]	h_{ef} [mm]	t_{fix} [mm]	$S_{cr,N}$ [mm]	$C_{cr,N}$ [mm]	$S_{cr,sp}$ [mm]	$C_{cr,sp}$ [mm]
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 $V_{Rk, cr}$	
			ETA	($h_{ef, std}$)	($h_{ef, red}$)	($h_{ef, std}$)	($h_{ef, red}$)	($h_{ef, std}$)	($h_{ef, red}$)	($h_{ef, std}$)	($h_{ef, red}$)
TFE	TFE12080	Ø12 x 80	✓	--	10,60	--	10,60	--	7,57	--	7,57
	TFE12090	Ø12 x 90	✓	--		--		--		--	
	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	✓								

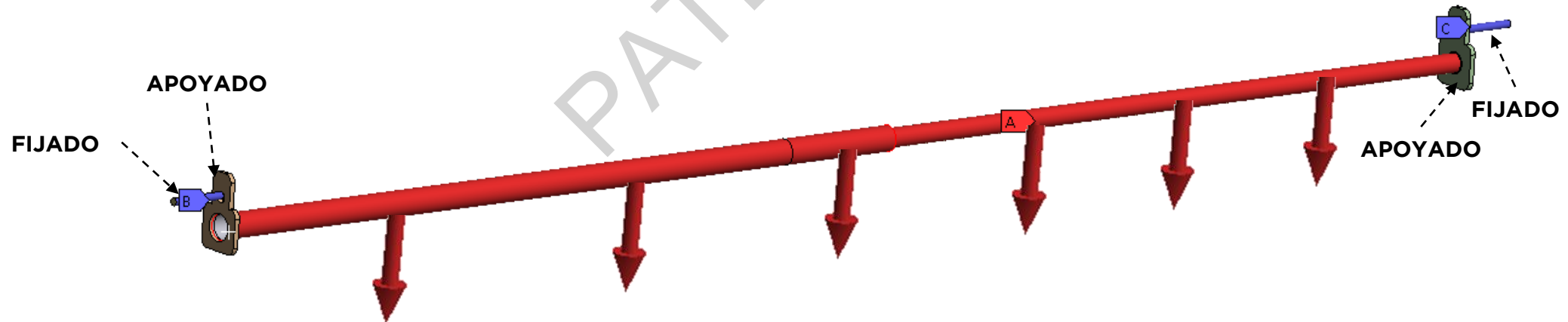
Propiedades tornillo TFE 12*110

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 550-950
ESPESORES 2/2, MATERIAL A53

RESULTADOS

Modelo 550-950 mm atornillado - Resumen

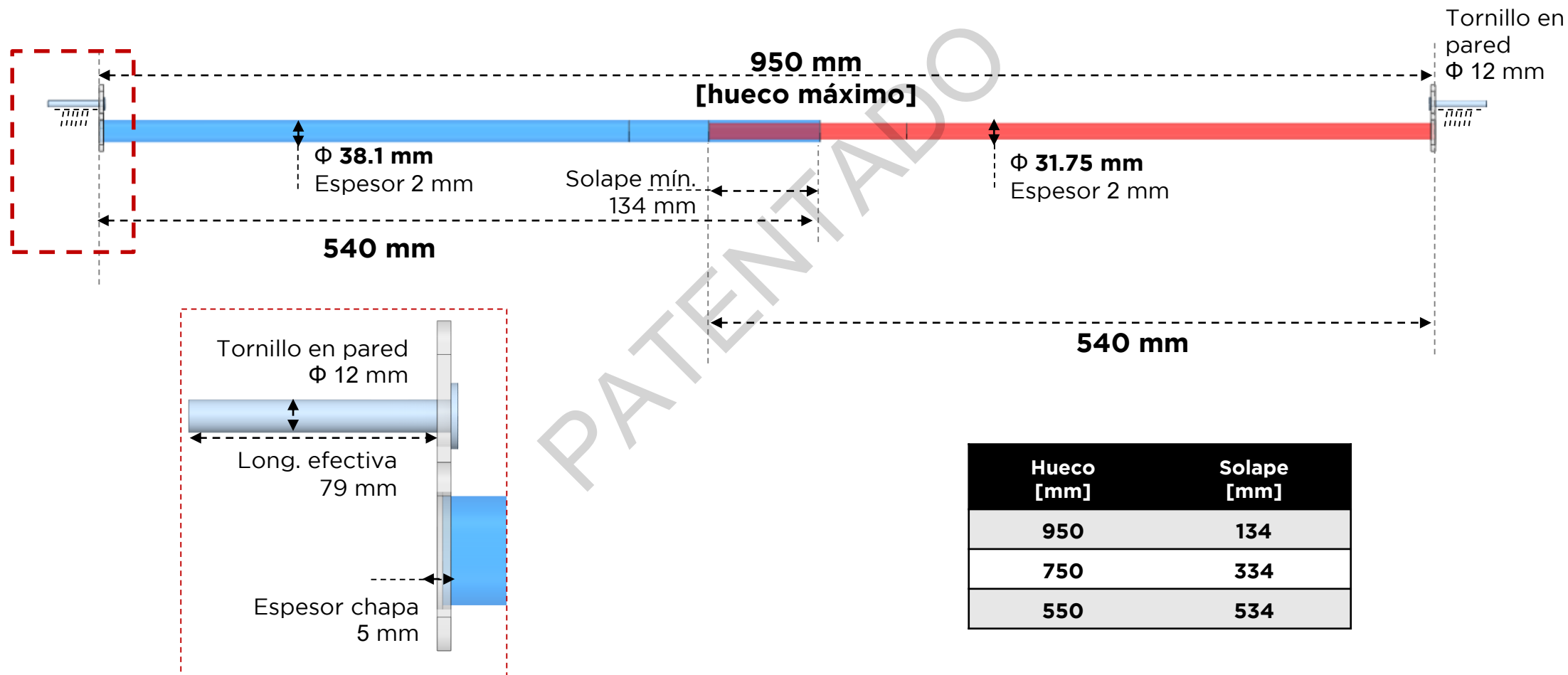
ASTM A53 Gr.B	CARGA TRABAJO [NO PLAS. EN SECCIÓN, KG]	CARGA LÍMITE DEFORMACIÓN [1%, KG]	CARGA ROTURA [PLASTIFICACIÓN ≥10%]
950 Puntual	420	615	740
950 Distribuida	560	895	1040
750 Puntual	660	1110	1210
750 Distribuida	820	1420	1515
550 Puntual	1340	2400	2480
550 Distribuida	1450	2560	2630

S275	CARGA TRABAJO [NO PLAS. EN SECCIÓN, KG]	CARGA LÍMITE DEFORMACIÓN [1%, KG]	CARGA ROTURA [PLASTIFICACIÓN ≥10%]
950 Puntual	475	700	830
950 Distribuida	630	1020	1170
750 Puntual	740	1260	1360
750 Distribuida	940	1610	1710
550 Puntual	1530	2730	2810
550 Distribuida	1600	2840	2910

Resumen resultados – Espesores 2/2 mm

Geometría hueco 950 - atornillado

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



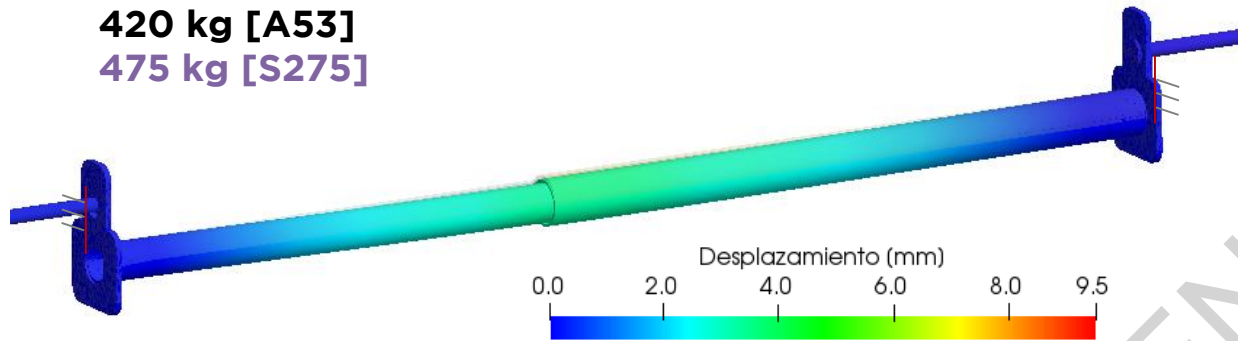
Modelo 3D Sistema Viga Ascensor

Resultados Carga Puntual

SEGÚN NORMATIVA, LA MÁXIMA DEFLEXIÓN PERMITIDA EN CUALQUIER UNIDAD DE PLATAFORMA SON 1/100 DE SU LONGITUD O 9.5 mm

RESULTADOS MOSTRADOS PARA MATERIAL A53 Gr.B

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

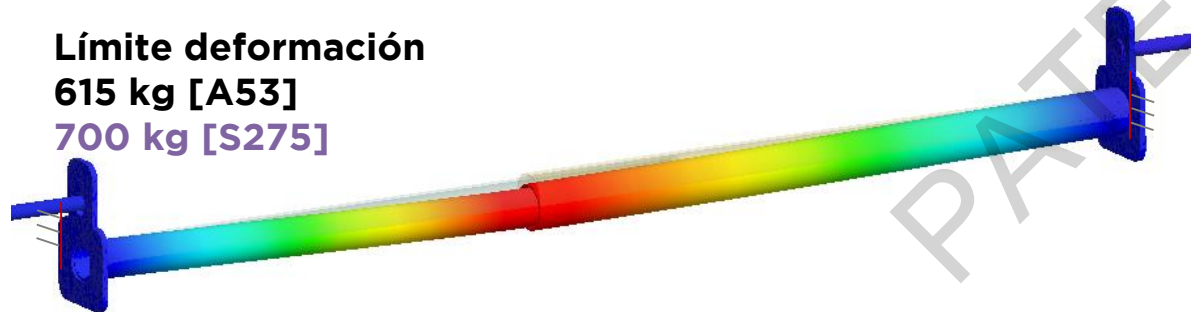


Rotura [def.plástica >10%]
740 kg [A53]
830 kg [S275]



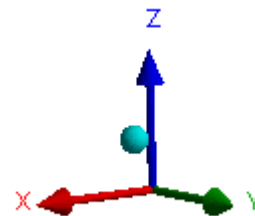
SE OBSERVA QUE EL SOLAPE SE MANTIENE INCLUSO PARA CARGAS DE ROTURA

Límite deformación
615 kg [A53]
700 kg [S275]



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

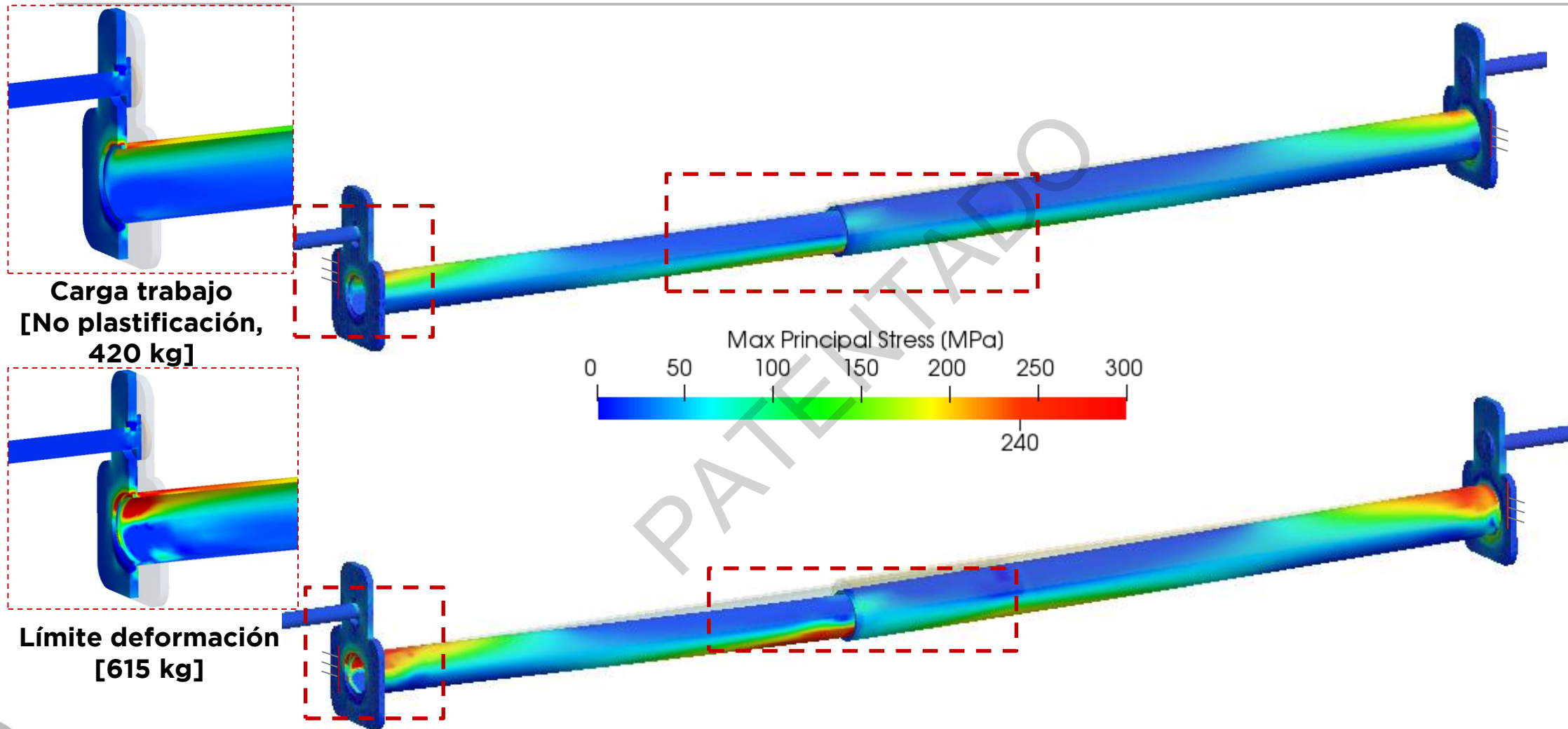
CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	420	615	740
Flecha máxima [mm]	3.6	9.5	38.4
Flecha/L [%]	0.4%	1%	4%



REACCIONES POR APOYO / BULÓN	LÍMITE PLAST.	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Fx [N] [APOYO]	750	3335	4820
Fz [N] CORTANTE TORNILLO	2265	3300	4010
My [N*m]	107	160	193

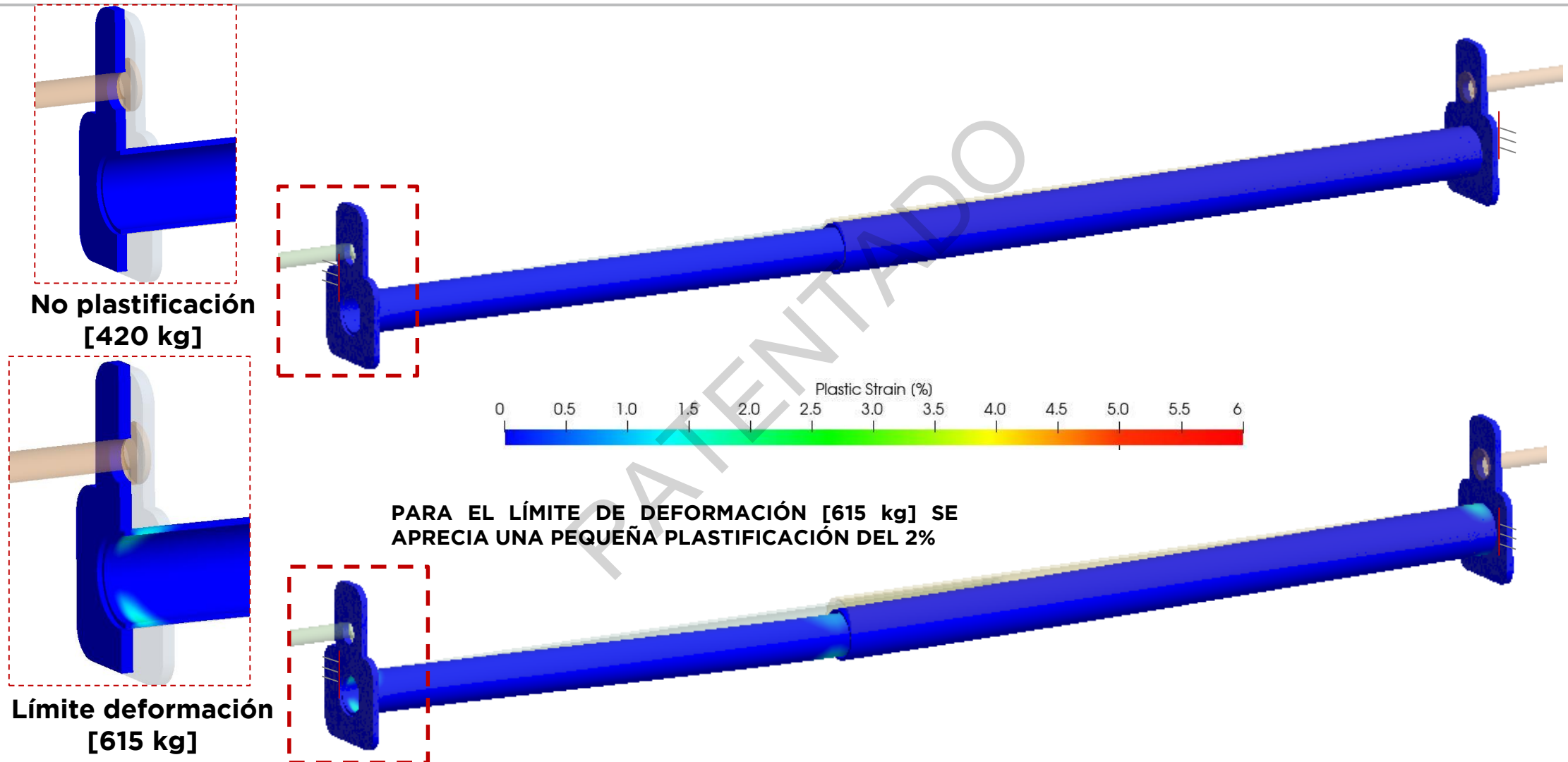
Resultados – Deformaciones y reacciones en el sistema

Resultados Carga Puntual



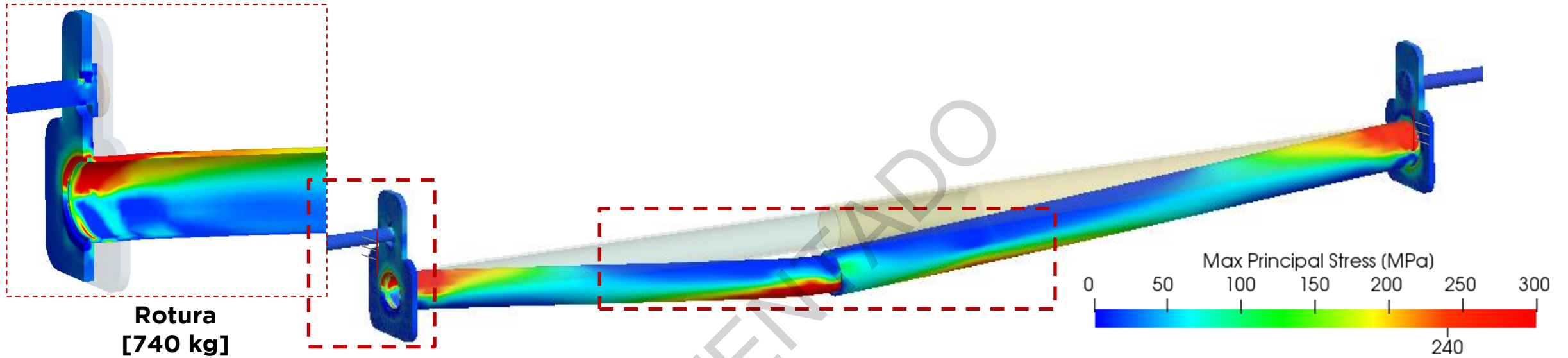
Resultados – Tensiones en el sistema

Resultados Carga Puntual

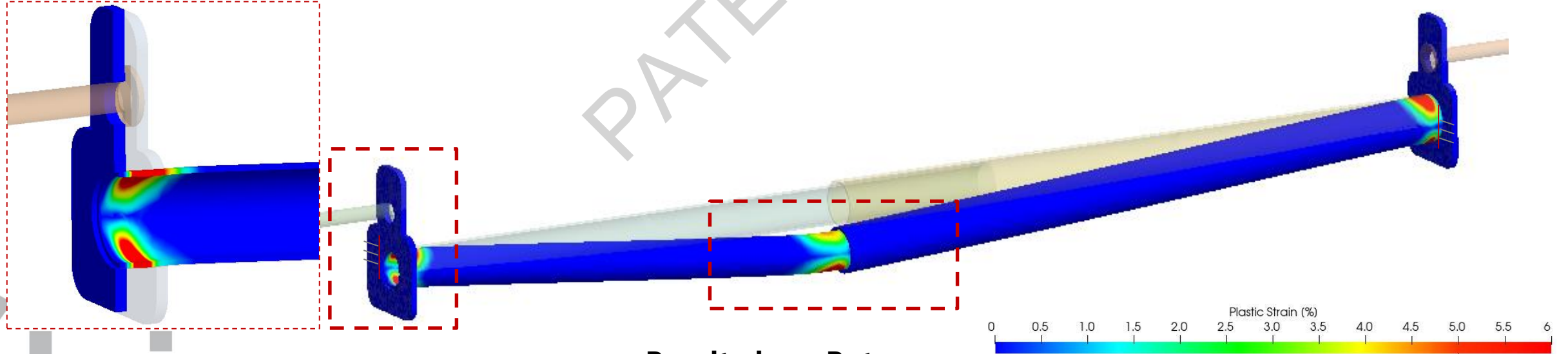


Resultados – Plastificación en el sistema

Resultados Carga Puntual

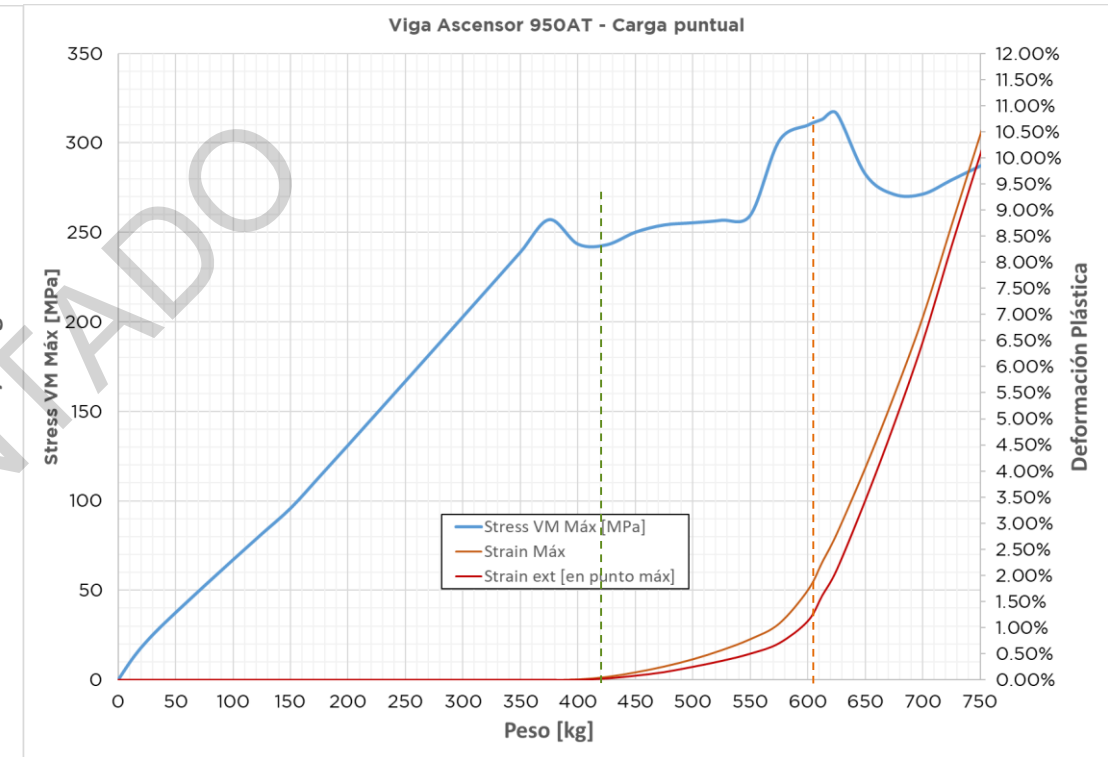
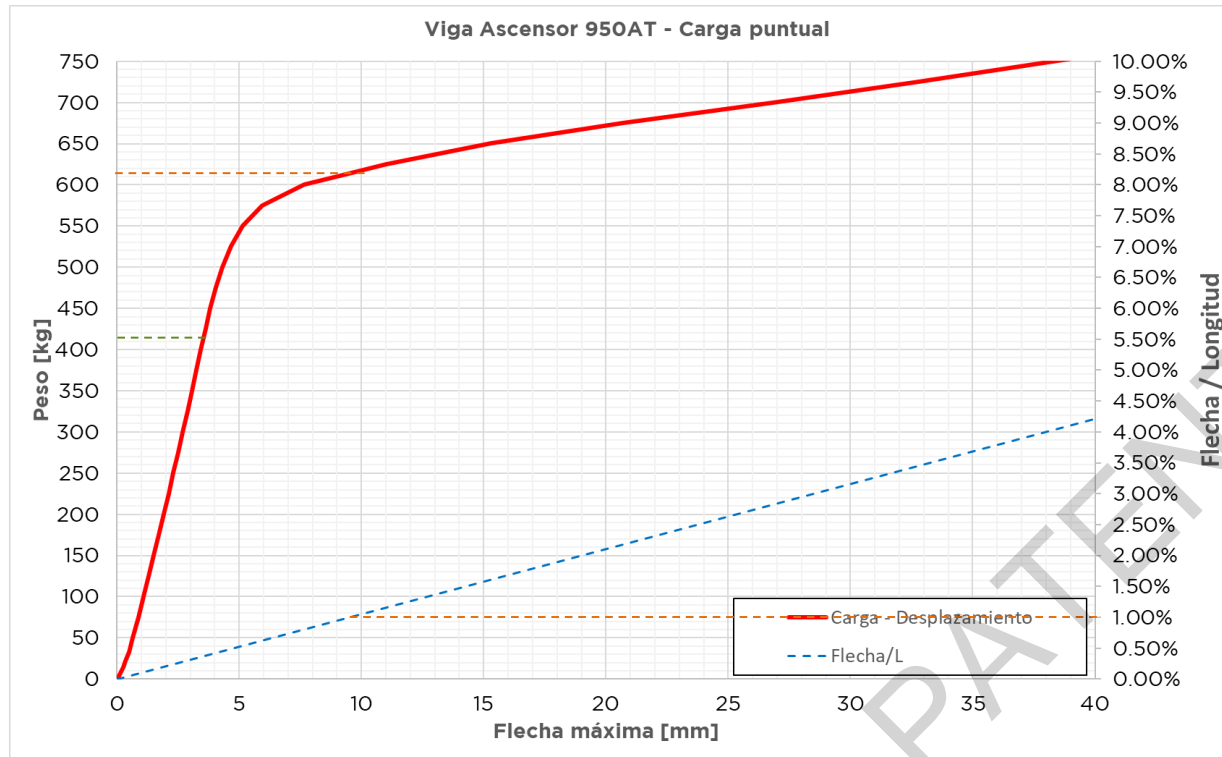


Rotura
[740 kg]



Resultados – Rotura

Resultados Carga Puntual – Hueco 950 mm



CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	420	615	740
Flecha máxima [mm]	3.6	9.5	38.4
Flecha/L [%]	0.4%	1%	4%
Fz [N] Cortante Tornillo	2265	3300	4010

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

----- Límite deformación 1%

Resultados revisados – Curvas de carga y deformación

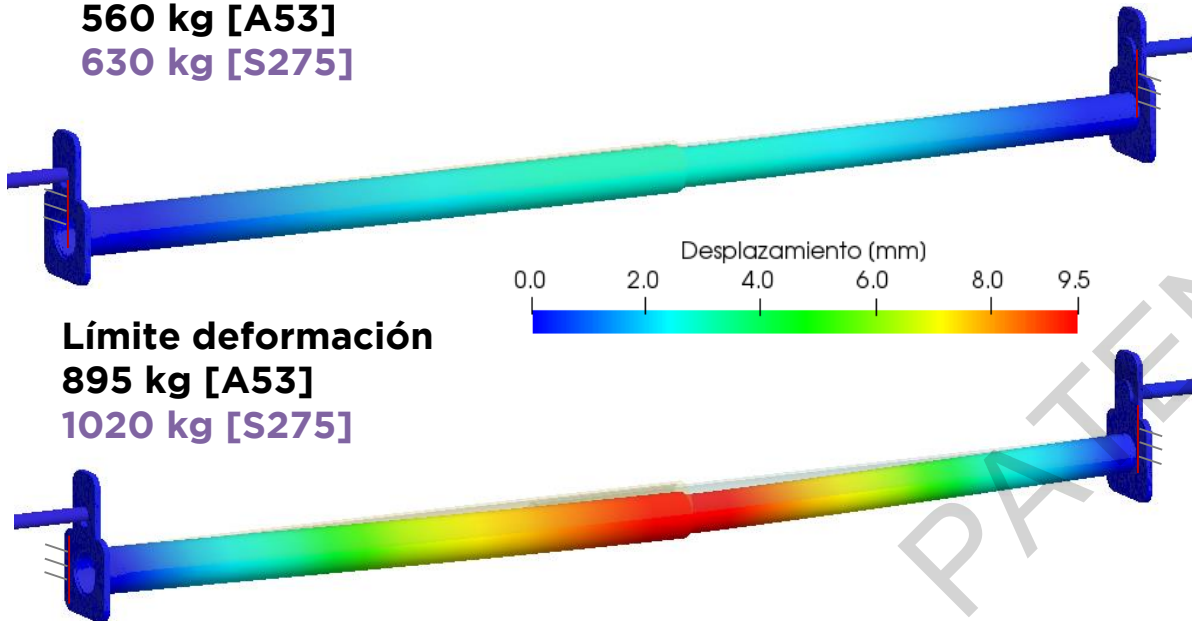
Resultados Carga Distribuida

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

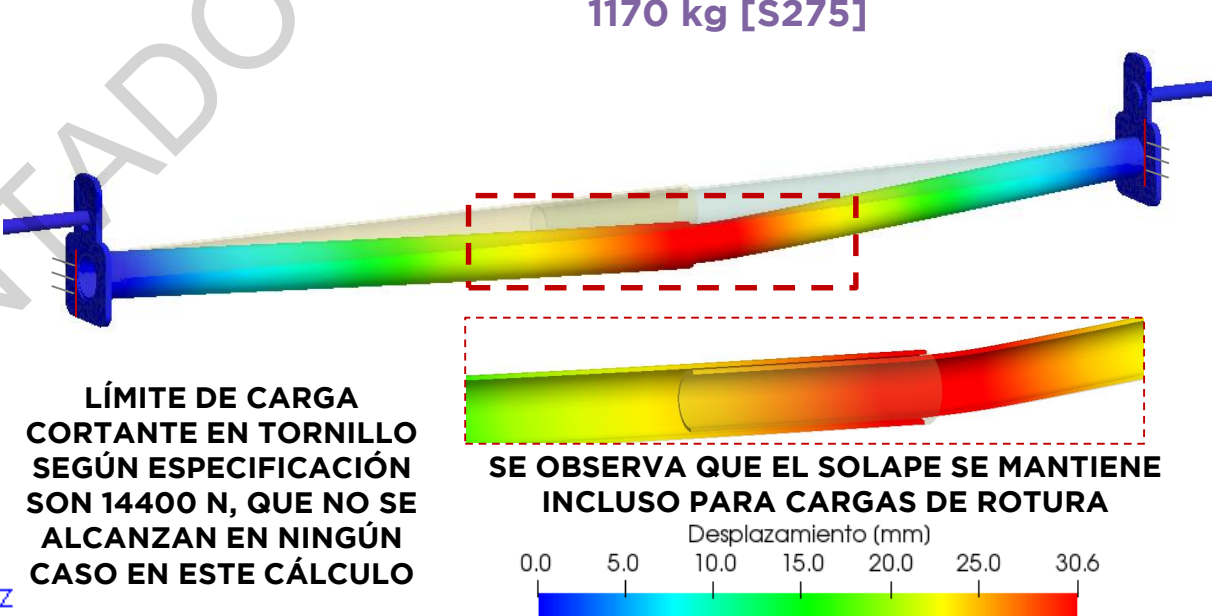
Carga Trabajo [No plastificación]
560 kg [A53]
630 kg [S275]

RESULTADOS MOSTRADOS PARA MATERIAL A53 Gr.B

Rotura [def.plástica >10%]
1040 kg [A53]
1170 kg [S275]



Límite deformación
895 kg [A53]
1020 kg [S275]

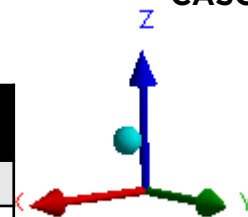


LÍMITE DE CARGA CORTANTE EN TORNILLO
SEGÚN ESPECIFICACIÓN SON 14400 N, QUE NO SE ALCANZAN EN NINGÚN CASO EN ESTE CÁLCULO

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

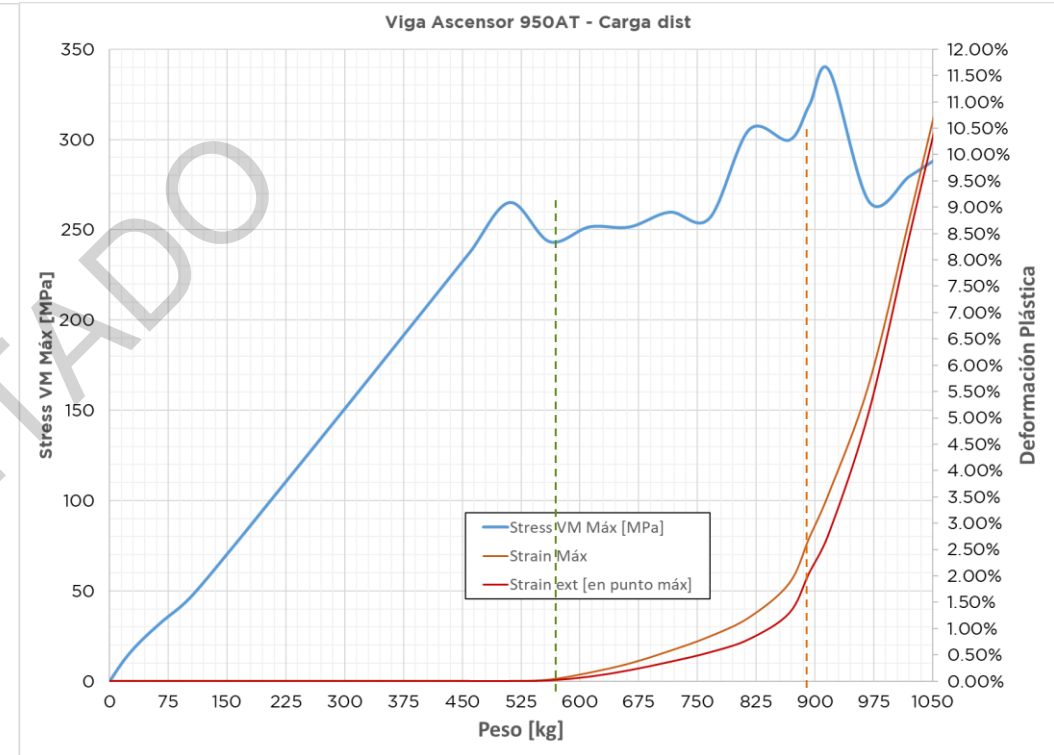
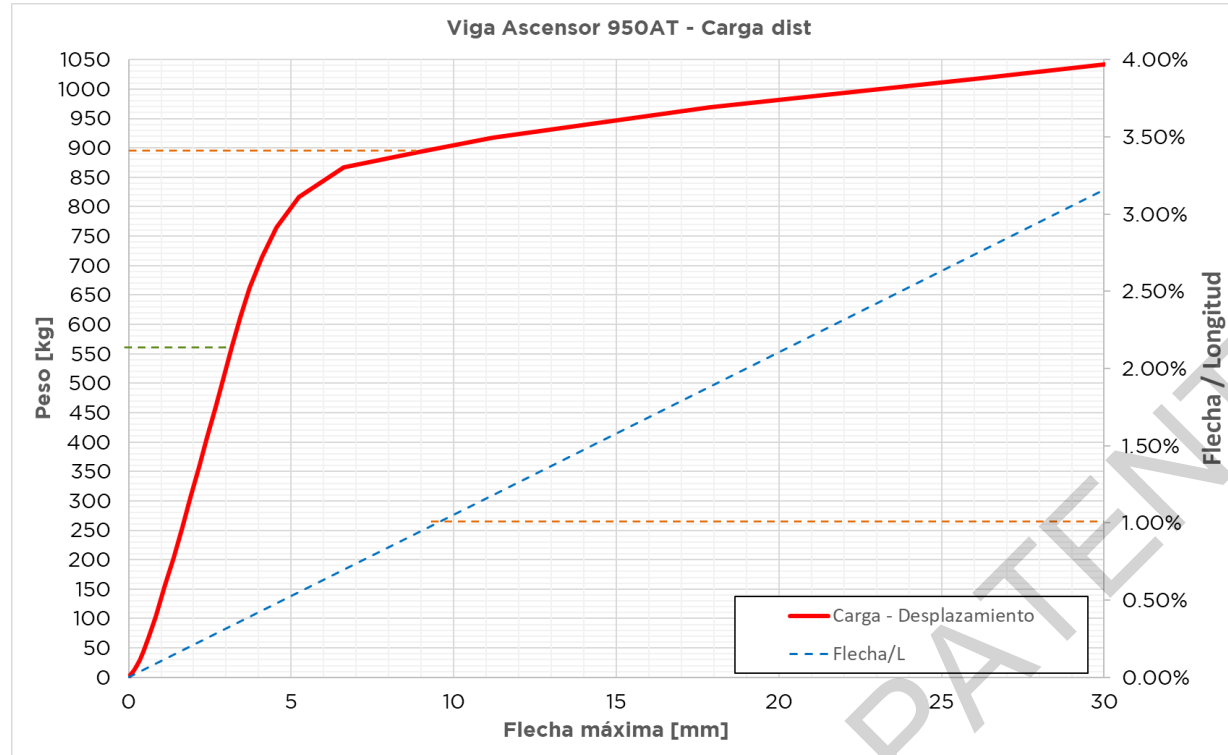
CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	560	895	1040
Flecha máxima [mm]	3.2	9.5	30.6
Flecha/L [%]	0.33%	1%	3.2%

REACCIONES POR APOYO / BULÓN	LÍMITE PLAST.	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Fx [N] [APOYO]	530	3335	4330
Fz [N] CORTANTE TORNILLO	3005	4810	5605
My [N*m]	142.5	160	267



Resultados – Deformaciones y reacciones en el sistema

Resultados Carga Distribuida – Hueco 950 mm



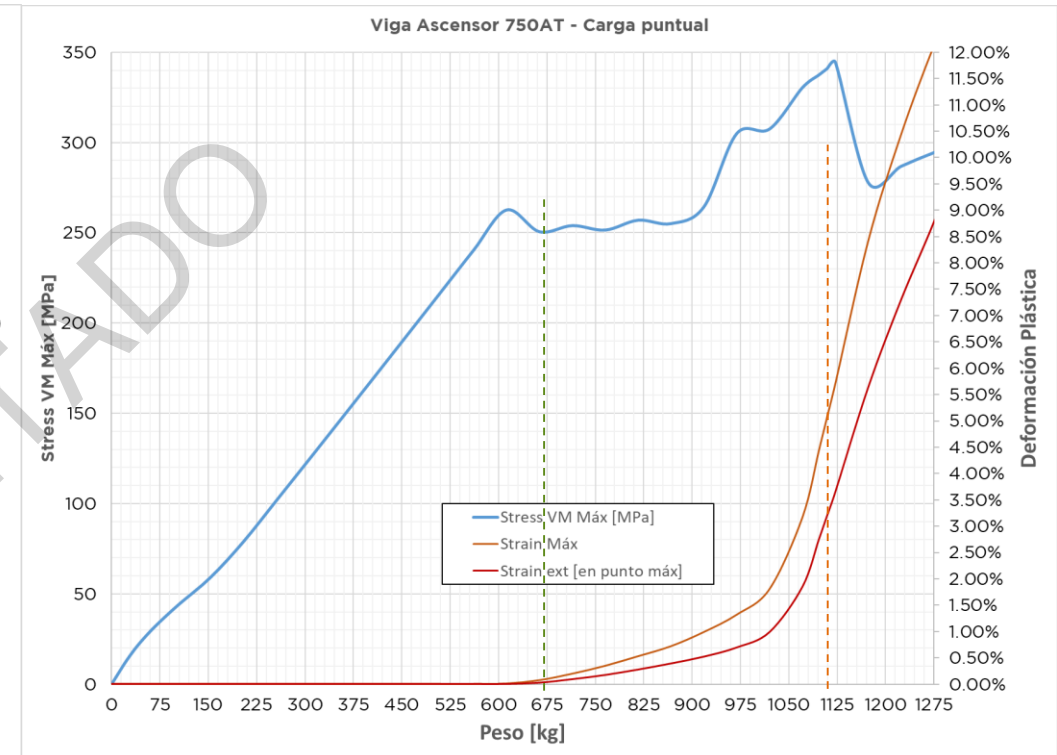
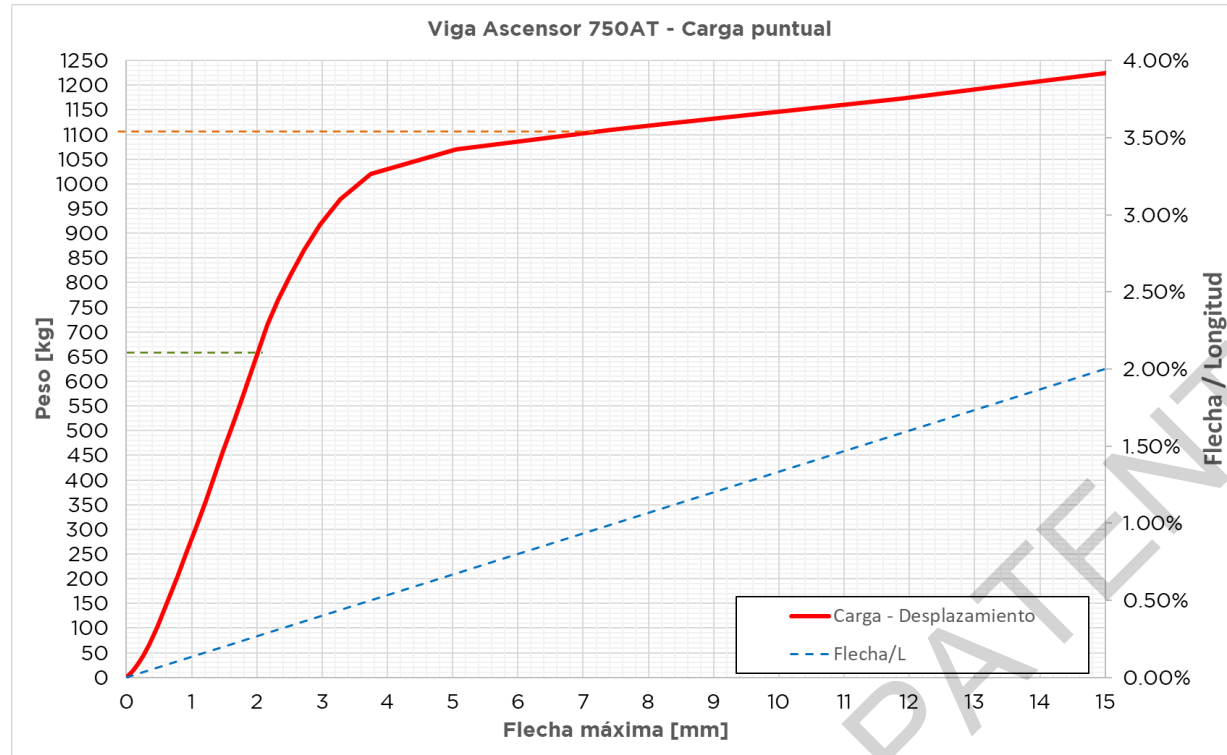
CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	560	895	1040
Flecha máxima [mm]	3.2	9.5	30.6
Flecha/L [%]	0.33%	1%	3.2%
Fz [N] Cortante Tornillo	3005	4810	5605

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

----- Límite deformación 1%

Resultados revisados – Curvas de carga y deformación

Resultados Carga Puntual – Hueco 750 mm



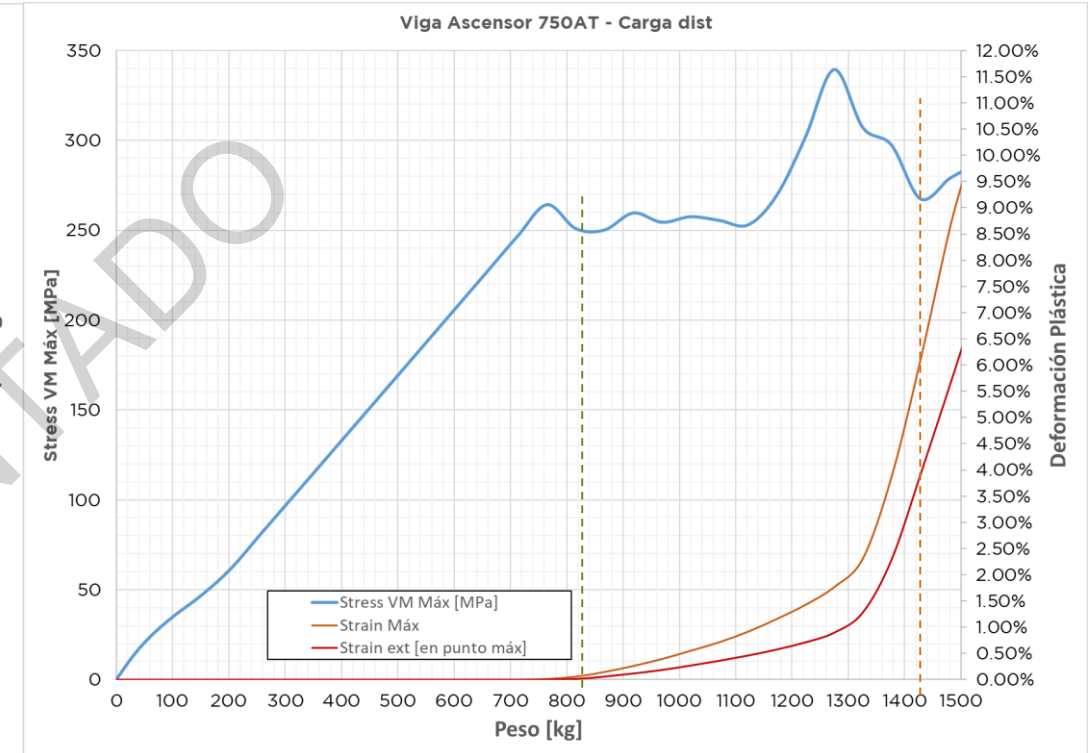
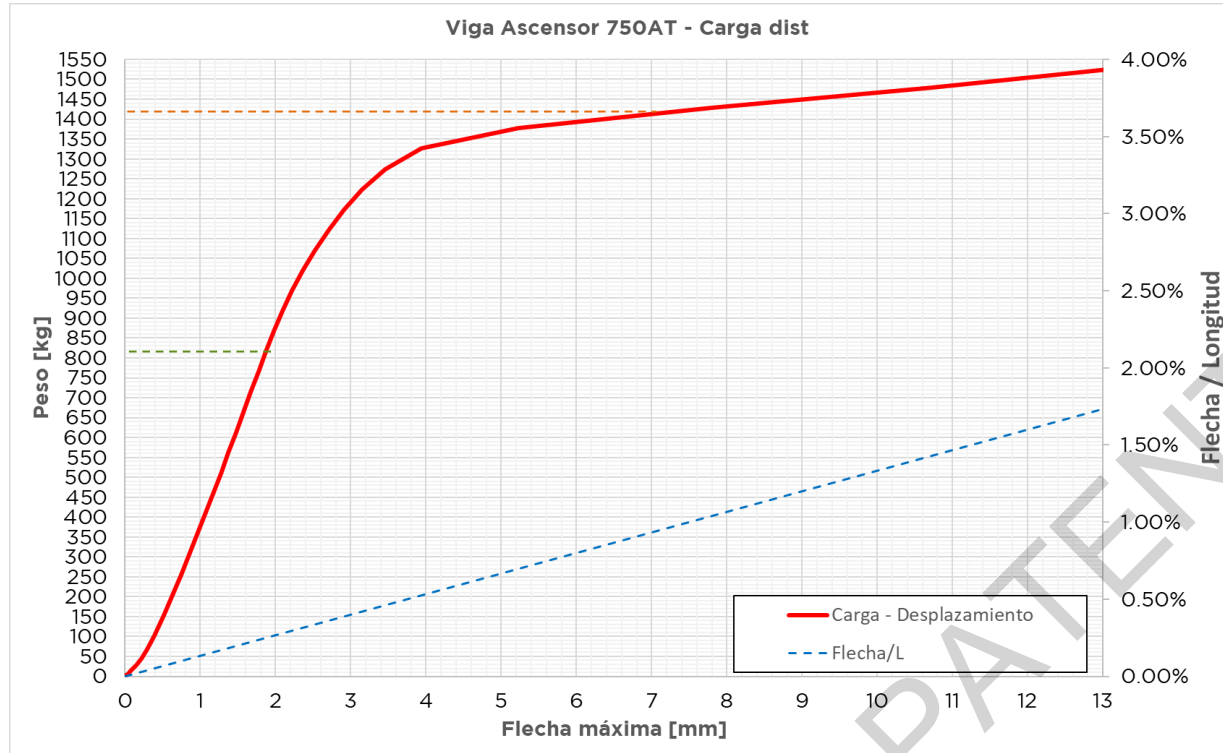
CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	660	1110	1210
Flecha máxima [mm]	2	7.5	15
Flecha/L [%]	0.27%	1%	2%
Fz [N] Cortante Tornillo	3460	5825	6400

— Carga Trabajo [No
plastificación en sección]

— Límite deformación 1%

Resultados revisados – Curvas de carga y deformación

Resultados Carga Distribuida – Hueco 750 mm



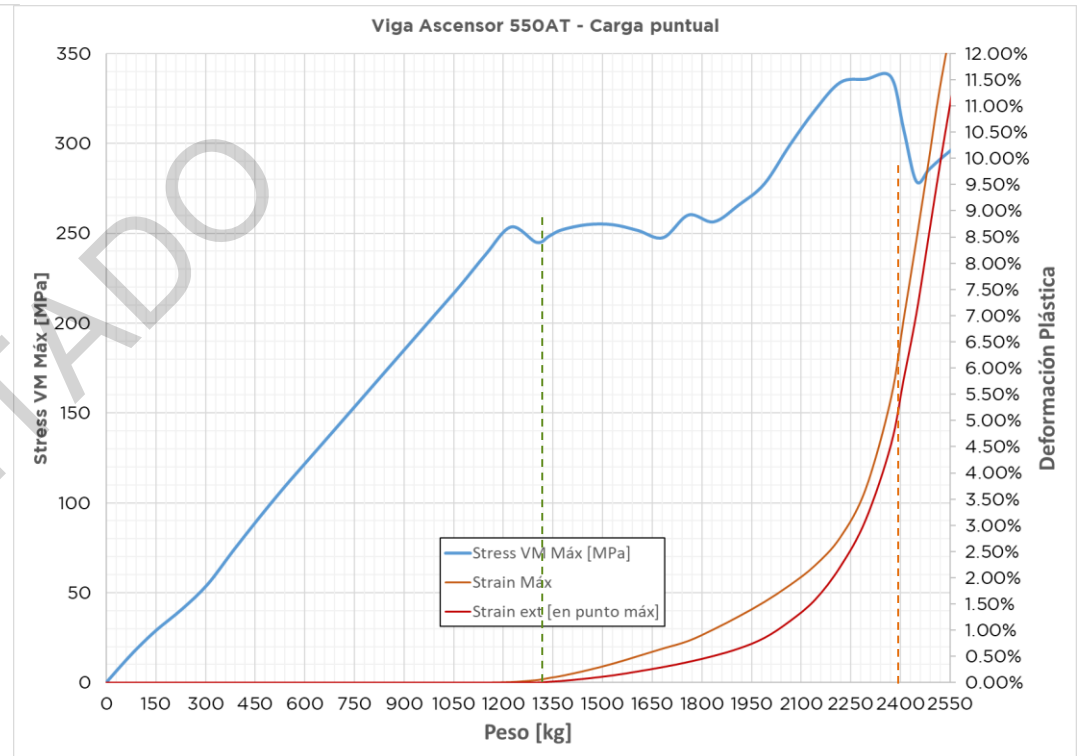
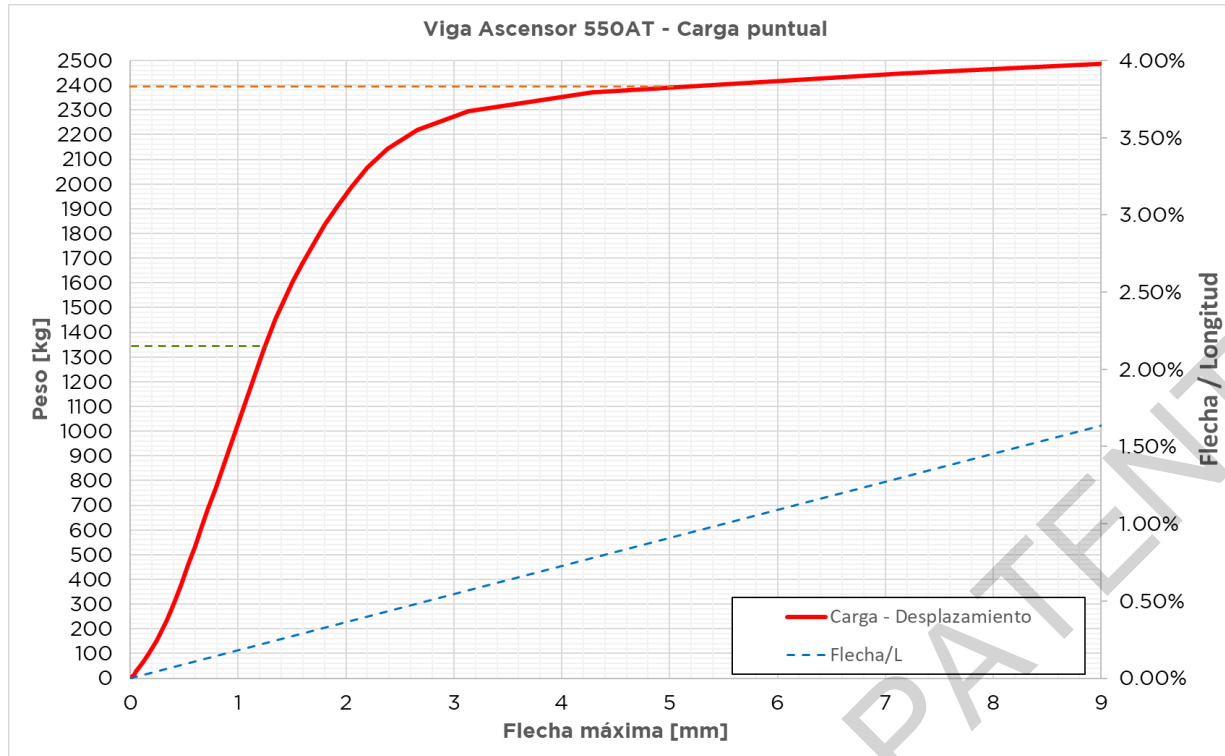
CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	820	1420	1515
Flecha máxima [mm]	1.9	7.5	12.7
Flecha/L [%]	0.25%	1%	1.7%
Fz [N] Cortante Tornillo	4300	7560	8010

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

----- Límite deformación 1%

Resultados revisados – Curvas de carga y deformación

Resultados Carga Puntual – Hueco 550 mm



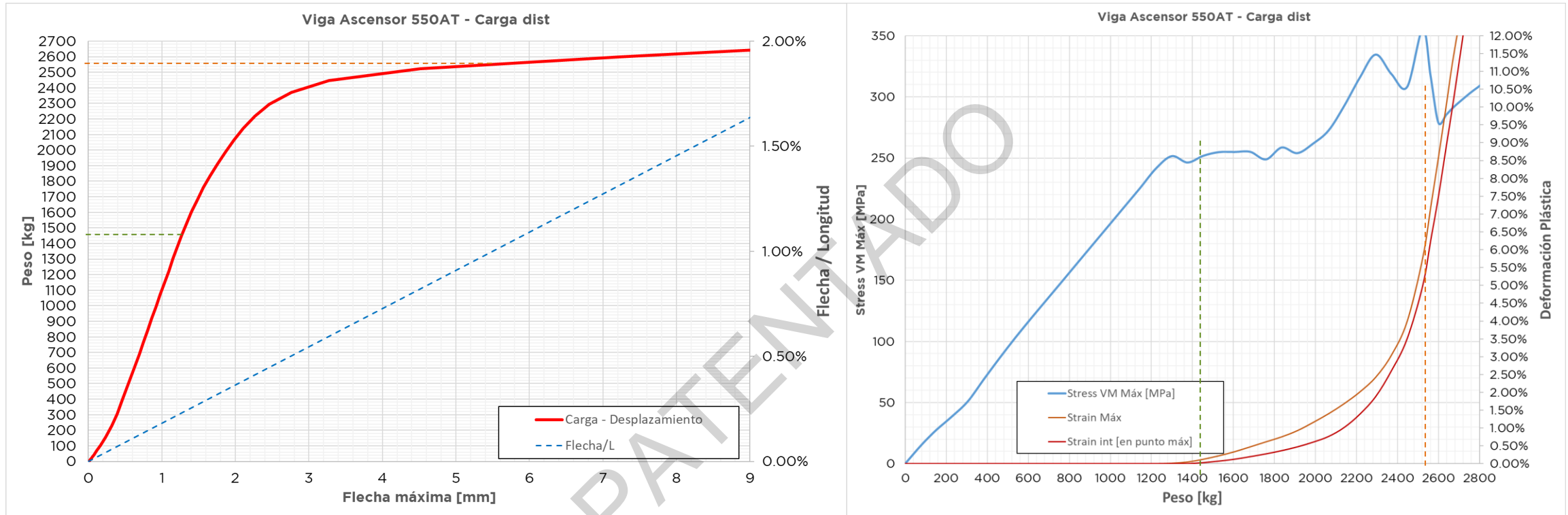
CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	1340	2400	2480
Flecha máxima [mm]	1.3	5.5	9
Flecha/L [%]	0.23%	1%	1.6%
Fz [N] Cortante Tornillo	6510	11750	12130

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

----- Límite deformación 1%

Resultados revisados – Curvas de carga y deformación

Resultados Carga Distribuida – Hueco 550 mm



CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	1450	2560	2630
Flecha máxima [mm]	1.3	5.5	8.9
Flecha/L [%]	0.23%	1%	1.6%
Fz [N] Cortante Tornillo	7035	12400	12800

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]

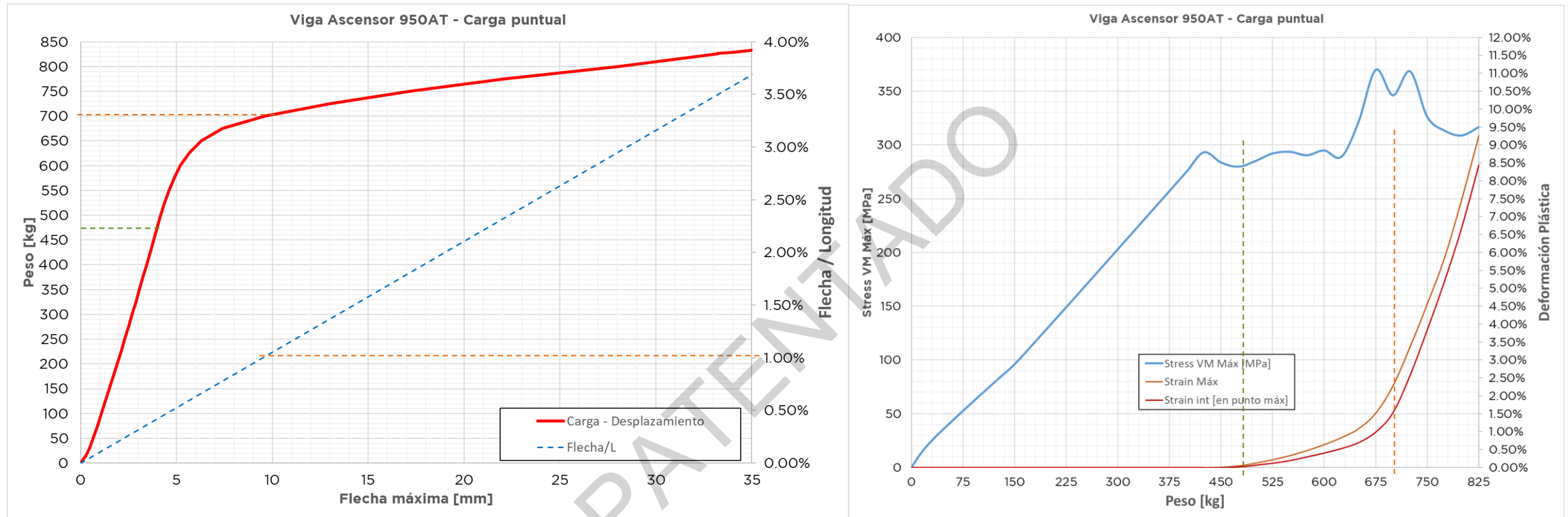
--- Límite deformación 1%

Resultados revisados – Curvas de carga y deformación

MODELO ATORNILLADO 550-950
ESPESORES 2/2, MATERIAL S275

RESULTADOS

Resultados Carga Puntual – Hueco 950 mm



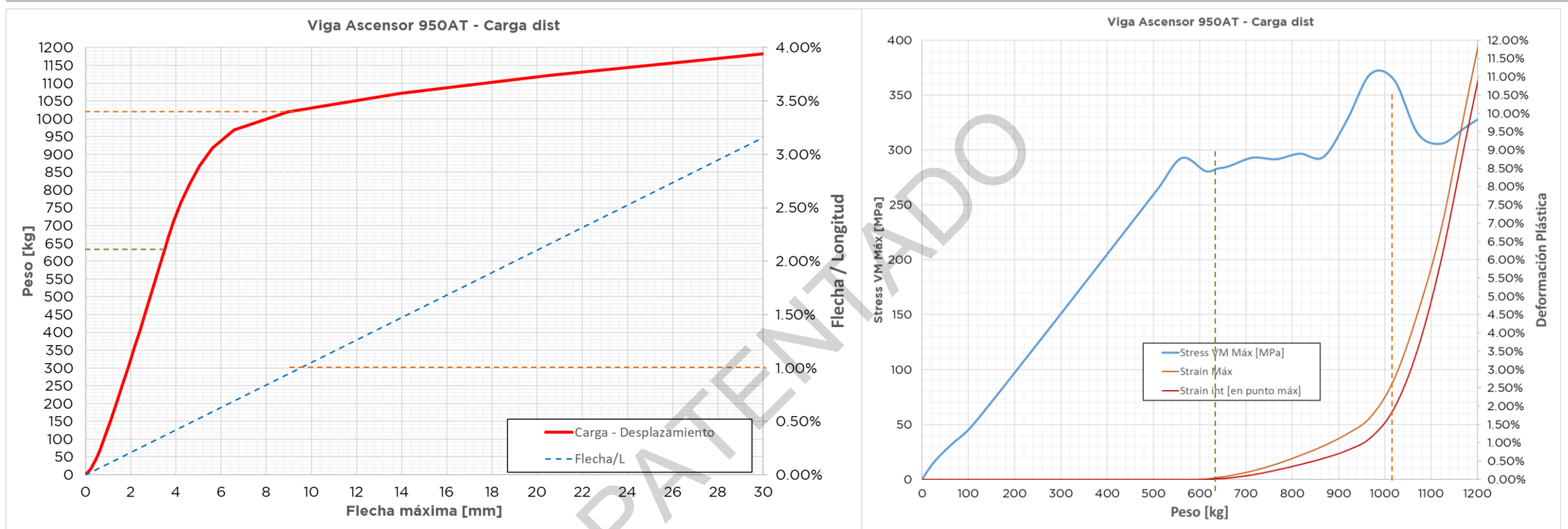
CASO	LÍMITE PLAST S275	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	475	700	830
Flecha máxima [mm]	4	9.5	35
Flecha/L [%]	0.4%	1%	3.7%
Fz [N] Cortante Tornillo	2530	3770	4415

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

----- Límite deformación 1%

Resultados revisados – Curvas de carga y deformación

Resultados Carga Distribuida – Hueco 950 mm



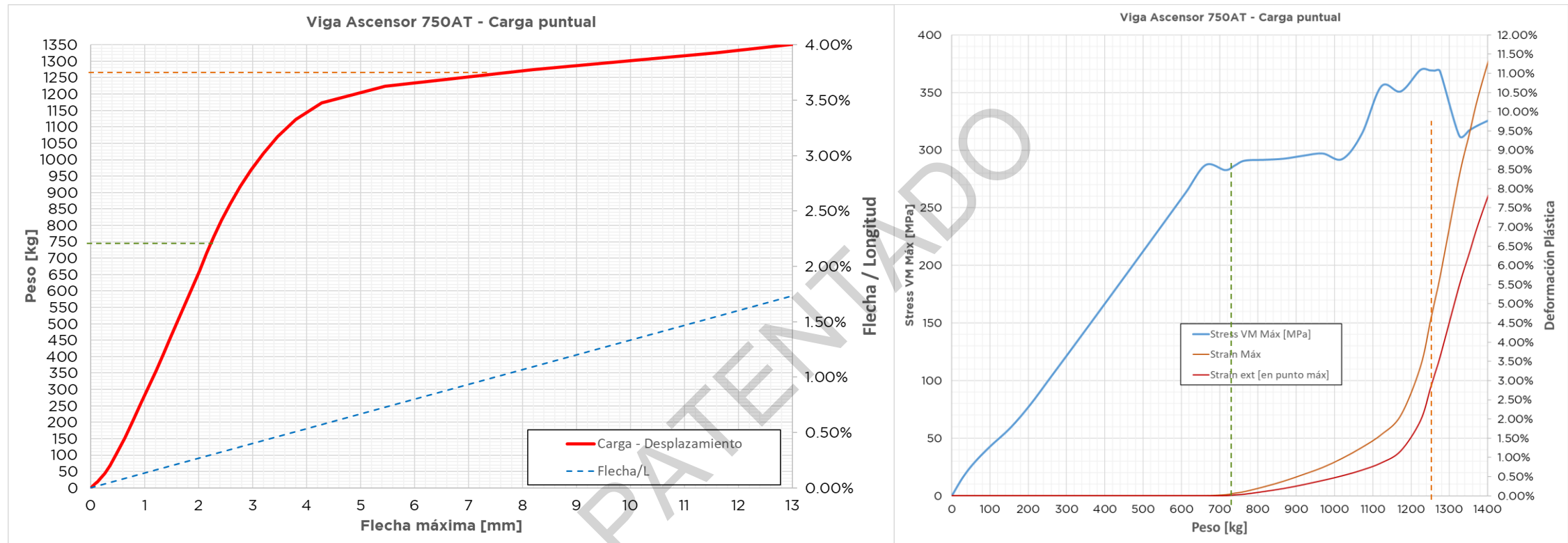
CASO	LÍMITE PLAST S275	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	630	1020	1170
Flecha máxima [mm]	3.5	9.5	28.5
Flecha/L [%]	0.4%	1%	3%
Fz [N] Cortante Tornillo	3420	5500	6295

— Carga Trabajo [No plastificación en sección]

- - - Límite deformación 1%

Resultados revisados – Curvas de carga y deformación

Resultados Carga Puntual – Hueco 750 mm



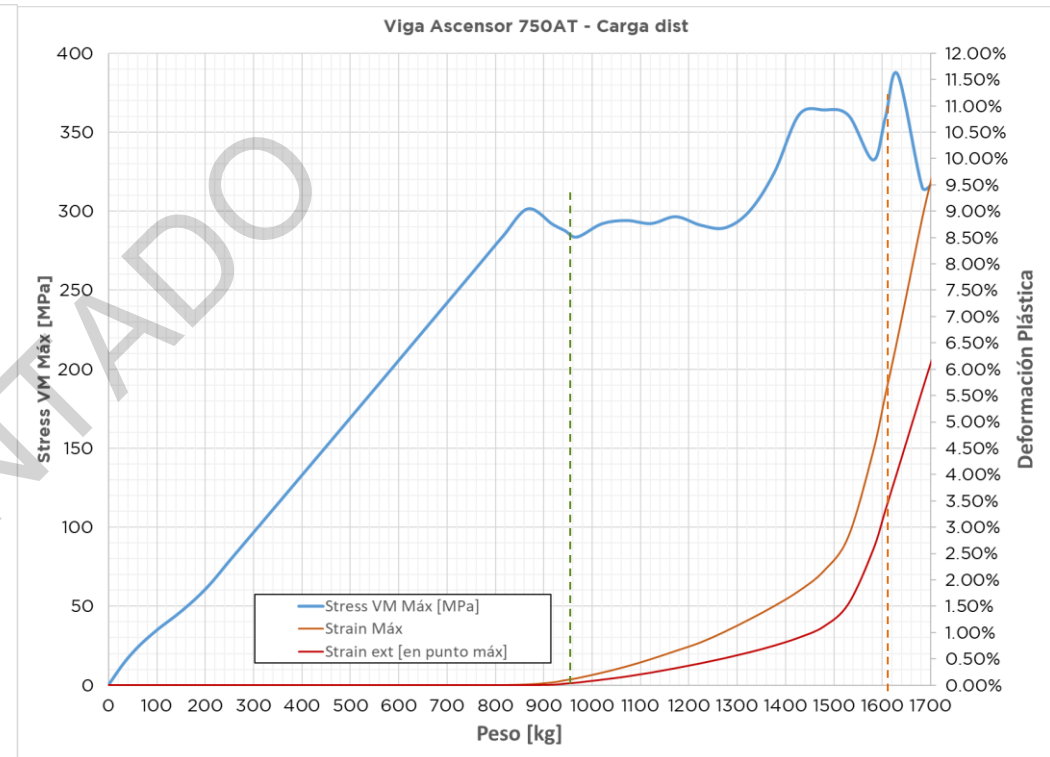
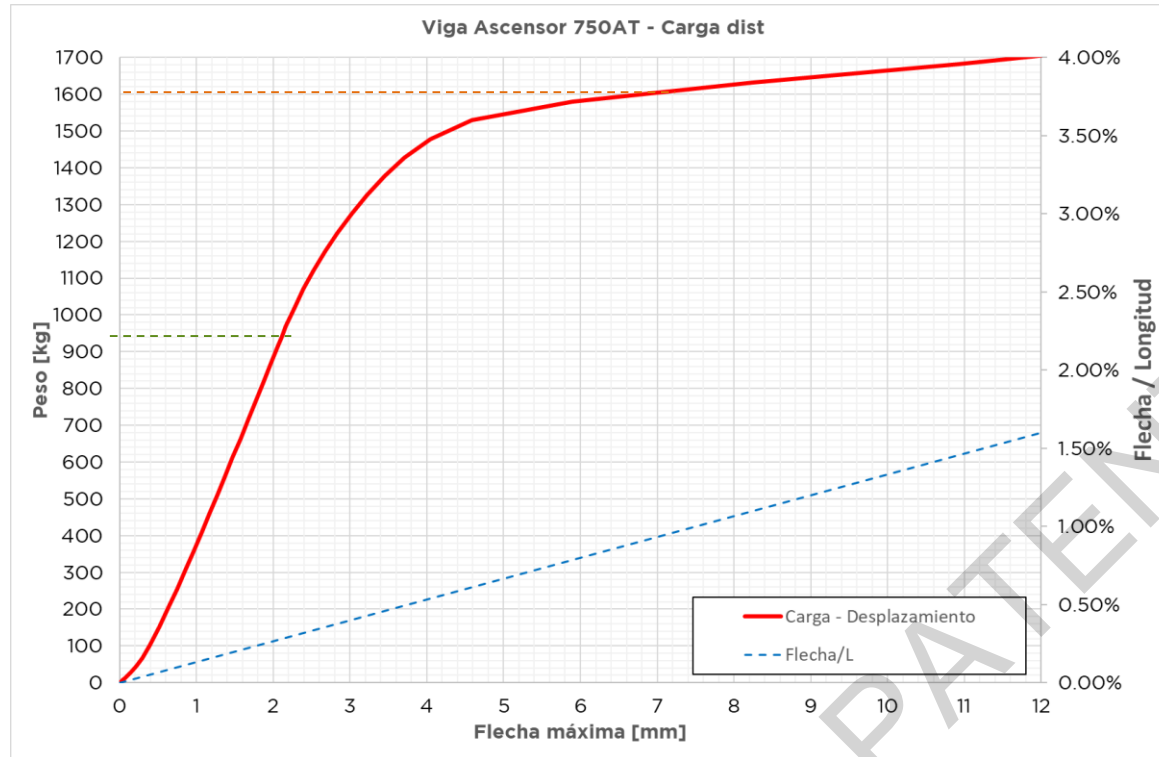
CASO	LÍMITE PLAST S275	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	740	1260	1360
Flecha máxima [mm]	2.2	7.5	13
Flecha/L [%]	0.3%	1%	1.74%
Fz [N] Cortante Tornillo	3860	6630	7080

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

----- Límite deformación 1%

Resultados revisados – Curvas de carga y deformación

Resultados Carga Distribuida – Hueco 750 mm



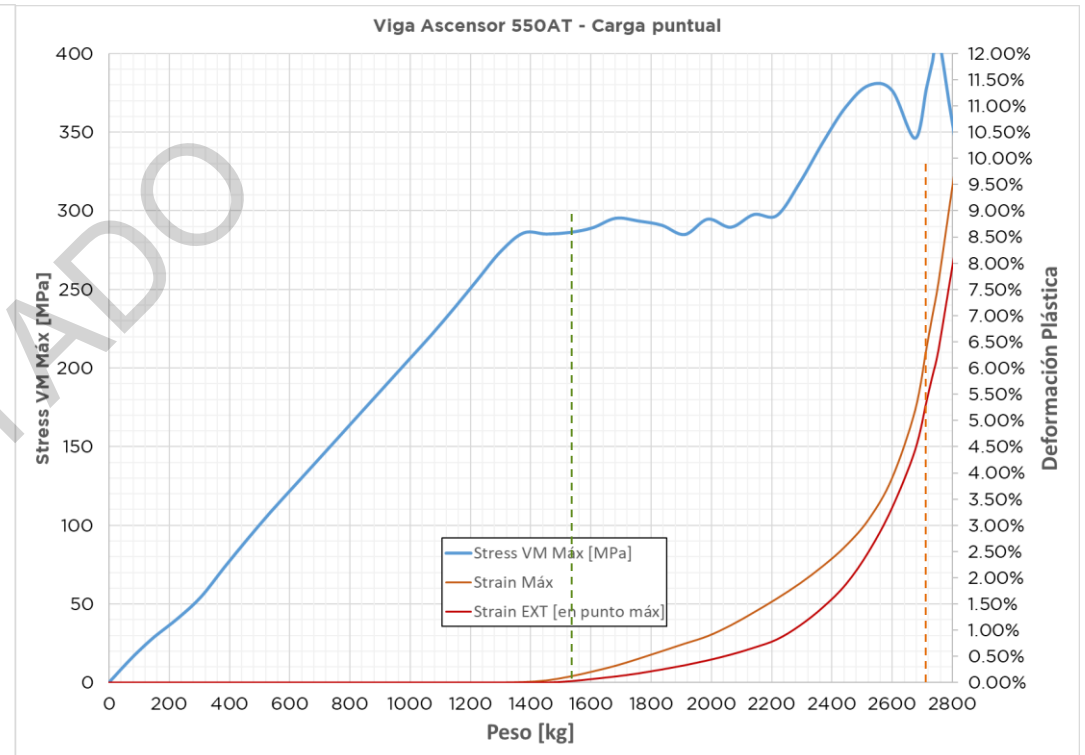
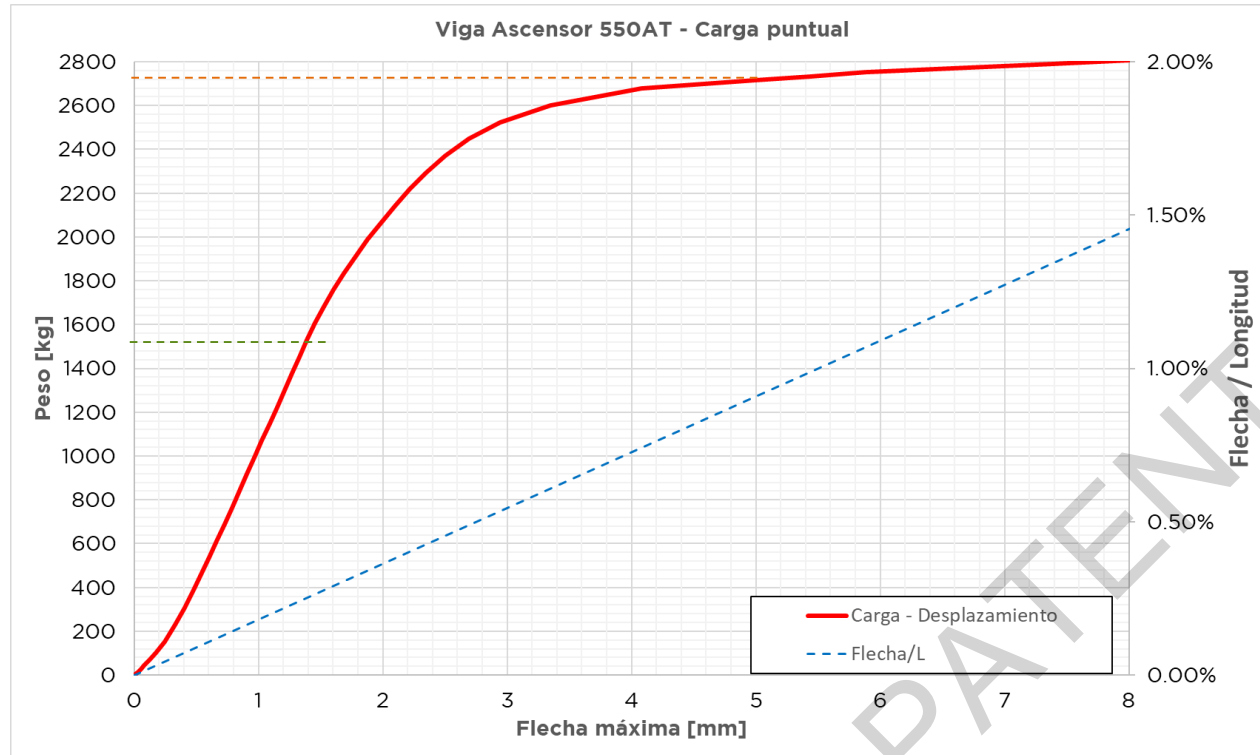
CASO	LÍMITE PLAST S275	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	940	1610	1710
Flecha máxima [mm]	2.1	7.5	12.1
Flecha/L [%]	0.3%	1%	1.6%
Fz [N] Cortante Tornillo	4980	8510	9030

— Carga Trabajo [No plastificación en sección]

— Límite deformación 1%

Resultados revisados – Curvas de carga y deformación

Resultados Carga Puntual – Hueco 550 mm



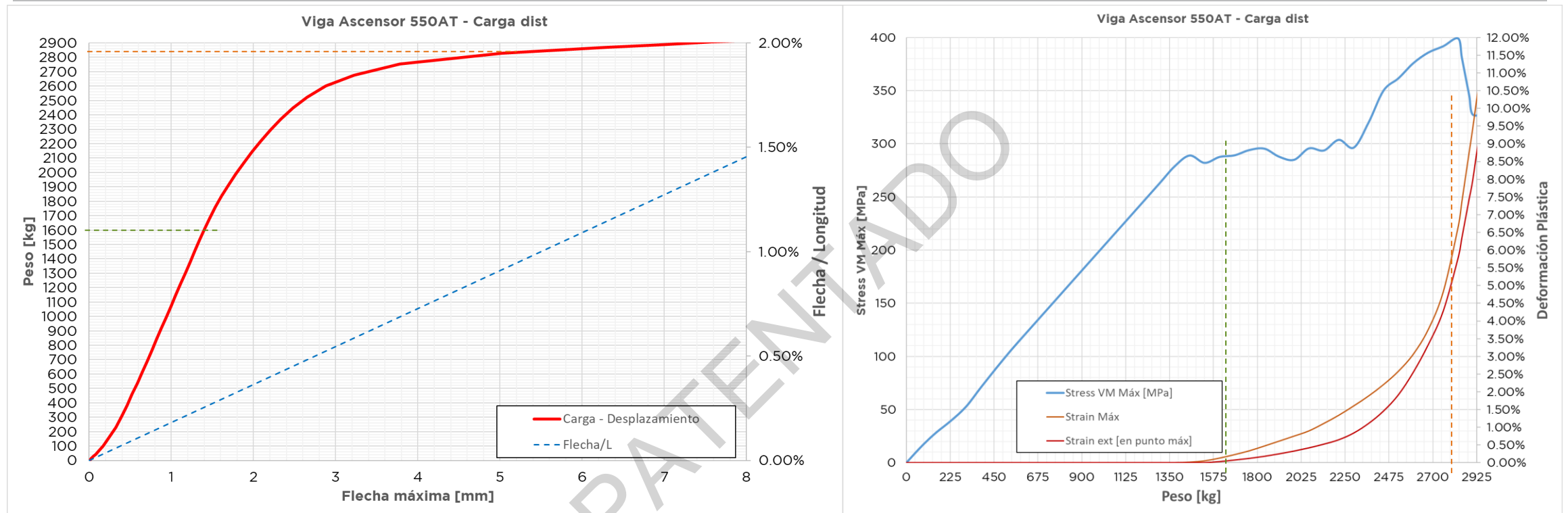
CASO	LÍMITE PLAST S275	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	1530	2730	2810
Flecha máxima [mm]	1.4	5.5	8.1
Flecha/L [%]	0.25%	1%	1.5%
Fz [N] Cortante Tornillo	7440	13300	13700

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

----- Límite deformación 1%

Resultados revisados – Curvas de carga y deformación

Resultados Carga Distribuida – Hueco 550 mm



CASO	LÍMITE PLAST S275	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	1600	2840	2910
Flecha máxima [mm]	1.4	5.5	7.6
Flecha/L [%]	0.26%	1%	1.4%
Fz [N] Cortante Tornillo	8200	14500	14800

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

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