



## SERVICIOS DE INGENIERÍA

### SIMULACIÓN ESTRUCTURAL DE SISTEMA VIGA ASCENSOR VAA1324r

### INFORME DE RESULTADOS

0	15/11/2024	REVISION FINAL	CCC	CCC	LFS	LFS
B	14/11/2024	REVISIÓN DE CLIENTE	CCC	CCC	LFS	LFS
A	14/11/2024	REVISIÓN INTERNA	CCC	CCC	LFS	-
Revisión	Fecha	EMITIDO PARA	Preparó	Revisó	Aprobó	Revisión Cliente
<b>GLG-008</b> Nº DE PROYECTO			PLABS-GLG-008 Nº de Documento			

## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	OBJETIVO .....	1
3.	ALCANCES.....	1
4.	METODOLOGÍA .....	2
4.1	CASOS DE CARGA.....	2
4.2	MATERIAL .....	4
4.3	DISCRETIZACIÓN .....	5
5.	RESULTADOS.....	6
5.1	RESUMEN DE RESULTADOS .....	6
5.2	PERNOS DE ANCLAJE .....	11
6.	CONCLUSIONES.....	12

PATENTADO

## **1. INTRODUCCIÓN**

La industria de la construcción se encuentra en una constante búsqueda de aumento en niveles de seguridad durante sus procesos, por ende, los proveedores de sistemas de seguridad se enfrentan a un desafío constante en optimizar sus diseños.

En este marco, GALIGRU, se encuentra diseñando un sistema de viga ascensor. Debido a la alta exigencia y complejidad de la problemática se enfocan recursos en estudios de simulación estructural avanzados.

Dado lo anterior, se ha solicitado realizar un estudio para identificar las cargas críticas del sistema de viga ascensor pudiendo asegurar así su integridad estructural bajo las condiciones de operación normales.

## **2. OBJETIVO**

Determinar la distribución de esfuerzo y deformaciones mediante una simulación estructural del sistema viga ascensor VAA1324r, para los distintos escenarios planteados en cuanto a su extensión que aseguren un trabajo seguro.

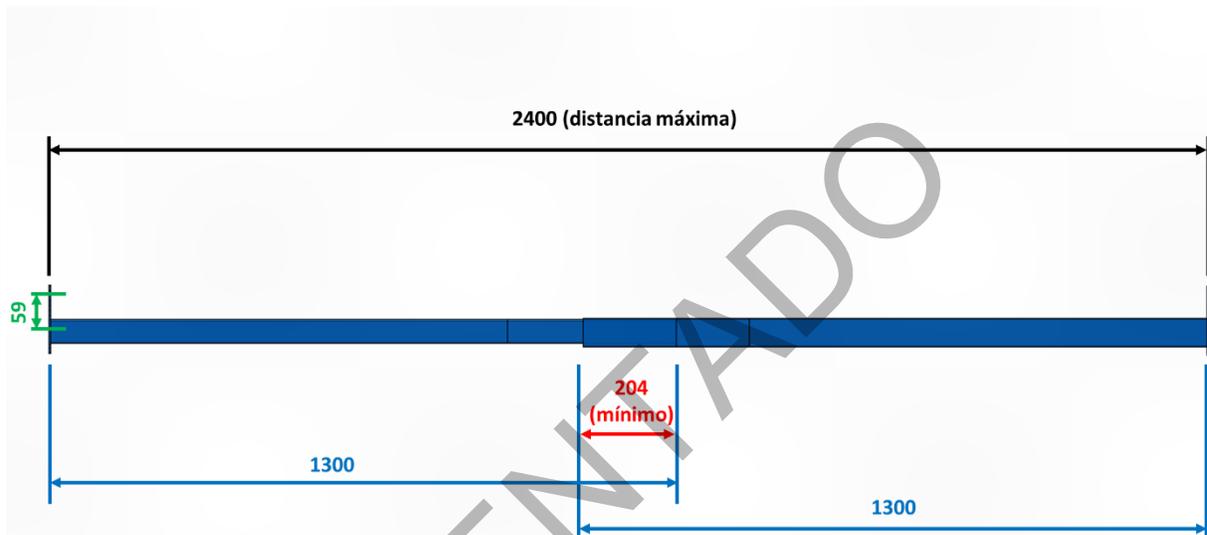
## **3. ALCANCES**

El alcance del estudio comprende principalmente la identificación de zonas que estén sometidas a esfuerzos y deformaciones fuera de lo permisible mediante un análisis de elementos finitos (FEA) en un sistema de viga ascensor. Para determinar estos esfuerzos y deformaciones, se estudia el sistema bajo distintas condiciones de trabajo, las cuales son consideradas en la norma UNE-EN 12811.

## 4. METODOLOGÍA

El estudio considera el análisis estructural de los escenarios descritos en la norma especializada vigente UNE-EN 12811, considerando dos casos de carga en particular.

La extensión del sistema de viga cambia de acuerdo a necesidad, considerándose en este análisis para huecos de 1300mm, 1667mm, 2033mm y 2400mm (ver Figura 4.1).



**Figura 4.1, Esquema de sistema de viga ascensor con cotas generales.**

### 4.1 CASOS DE CARGA

En consideración de la norma UNE-EN 12811, se consideran los siguientes casos de carga:

- Carga puntual en el centro de la viga, aplicada en 500 mm, ver Figura 4.2.
- Carga distribuida en toda la extensión de la viga, ver Figura 4.3.

A partir de estos casos, se calculan las fuerzas máximas que aseguren los siguientes casos límite:

- Carga de trabajo, donde la sección no plastifica.
- Carga límite de deformación, donde la sección alcanza un 1% de plasticidad.
- Carga de rotura, donde la sección alcanza el límite de ruptura del material.

Los resultados de todas las configuraciones de carga se muestran en la Sección 5.

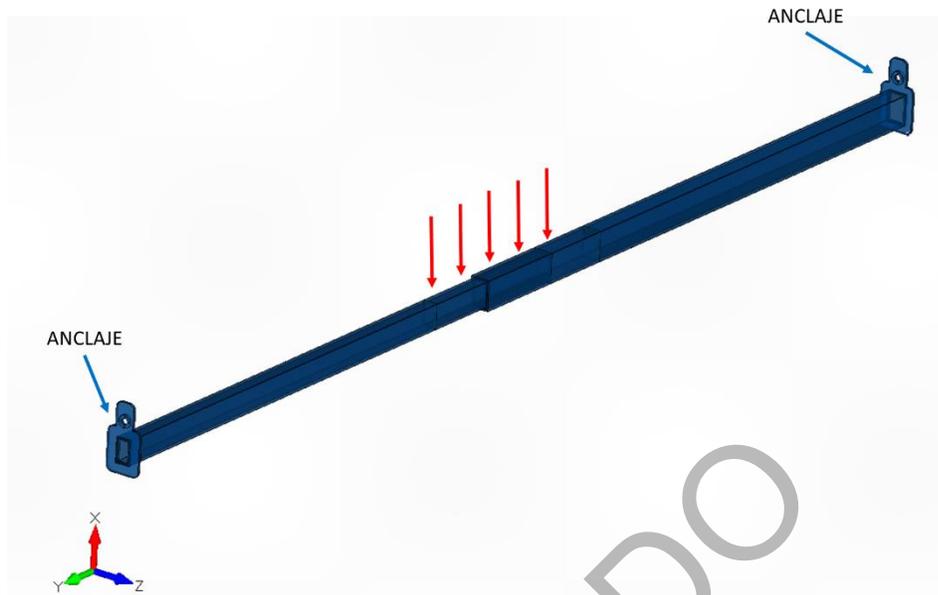


Figura 4.2, Esquema de sistema de cargas para caso de carga puntual en el centro.

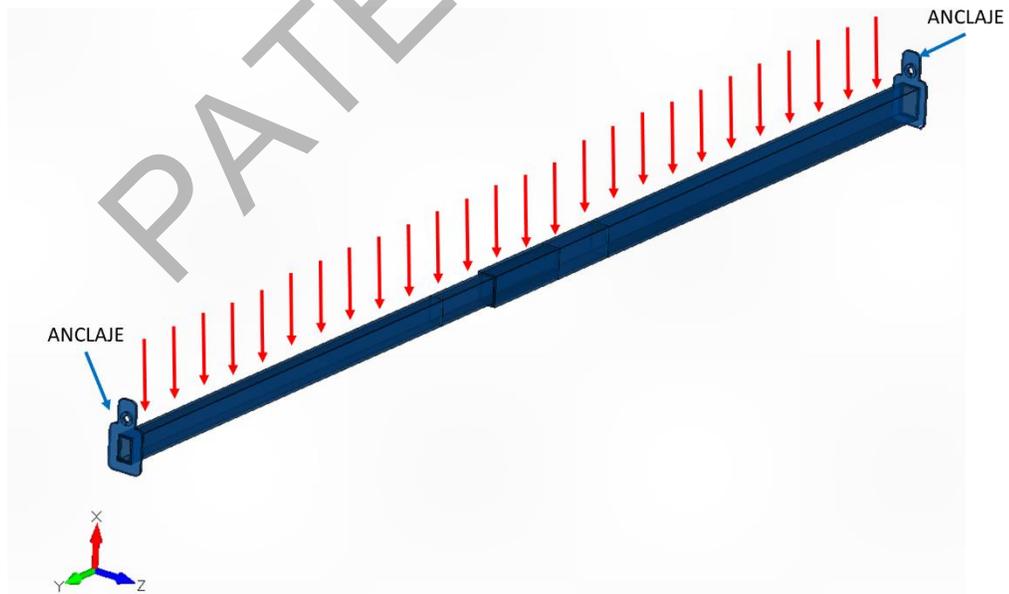


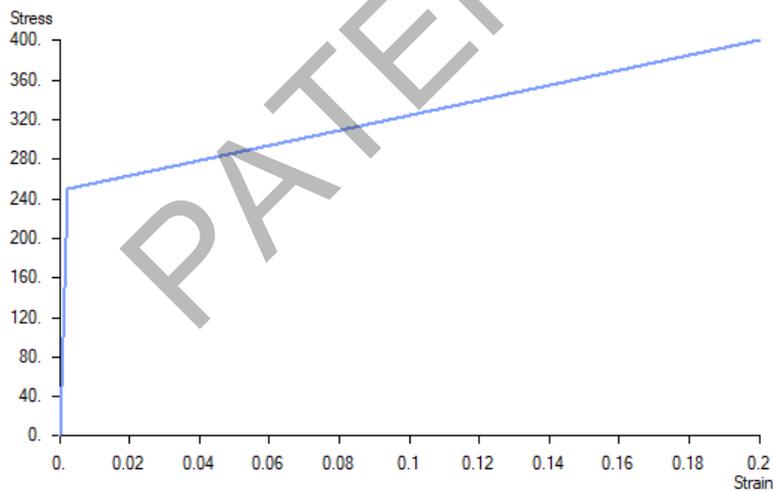
Figura 4.3, Esquema de sistema de cargas para caso de carga distribuida.

## 4.2 MATERIAL

Las vigas se consideran como construidas con perfiles del acero ASTM A-36 y S275. En la Tabla 4.1 se indican las propiedades mecánicas del material utilizado. En la Figura 4.3 se muestra la curva esfuerzo-deformación del acero ASTM A-36 utilizada en el cálculo estructural del sistema de viga.

**Tabla 4.1 Propiedades mecánicas.**

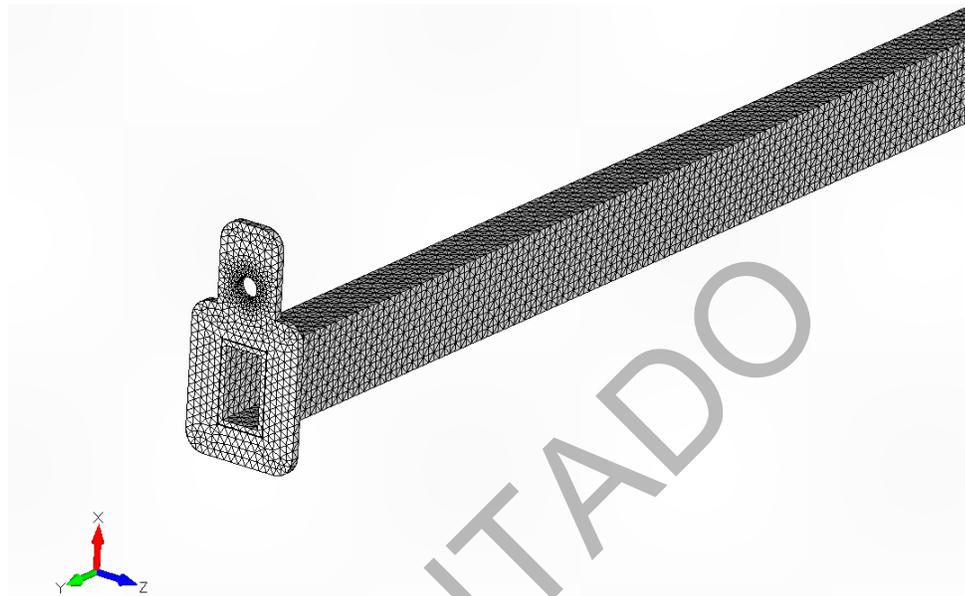
Propiedad	Unidad	ASTM A36	S275
Esfuerzo de ruptura	[MPa]	400	430
Esfuerzo de fluencia	[MPa]	250	275
Módulo de elasticidad	[GPa]	200	200
Módulo de Poisson	[ - ]	0.3	0.3



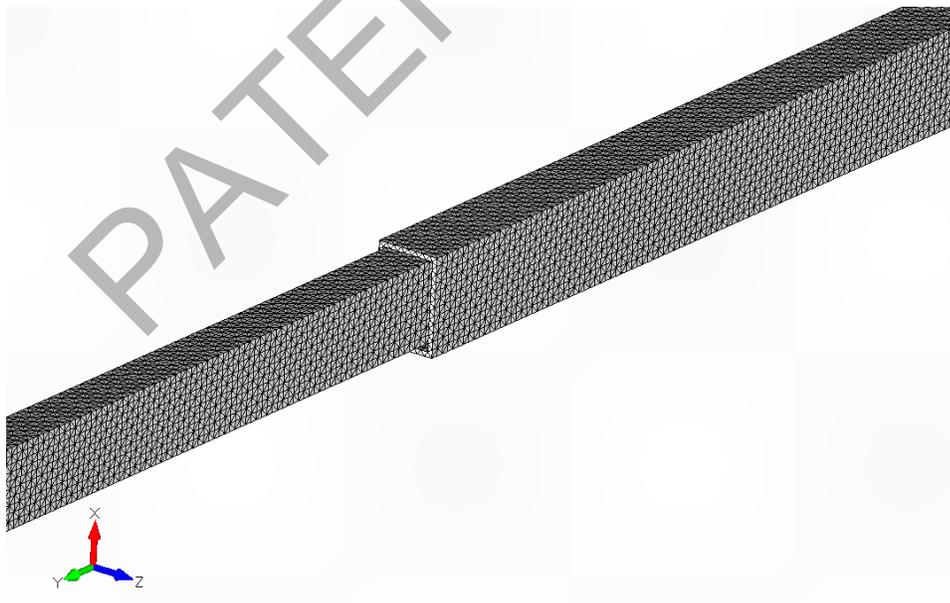
**Figura 4.4, Curva esfuerzo-deformación de acero estructural ASTM A-36.**

### 4.3 DISCRETIZACIÓN

En las Figuras 4.2 y 4.3 se muestra la discretización de la geometría utilizado para la resolución del modelo numérico.



**Figura 4.2, Discretización de diferentes componentes.**



**Figura 4.3, Detalle de discretización.**

Se buscó la mejor relación entre tiempo de cálculo y precisión de resultados de esfuerzos y deformaciones.

## 5. RESULTADOS

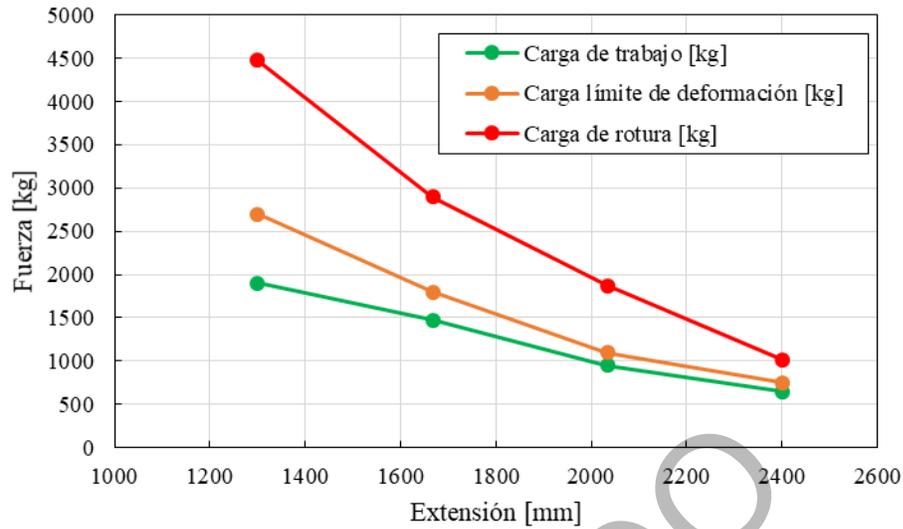
### 5.1 RESUMEN DE RESULTADOS

La Tabla 5.1 presenta el resumen de resultados en fuerza equivalente total sobre el sistema de las cargas de trabajo, límite de deformación y rotura para el acero ASTM A-36, de acuerdo a lo establecido en la Sección 4. Los valores en negrita corresponden a límites establecidos por la resistencia de las placas de anclaje (ver Sección 5.2). Los valores subrayados corresponden a límites establecidos por la resistencia máxima de los pernos de anclaje utilizados en el diseño del sistema (ver Sección 5.3).

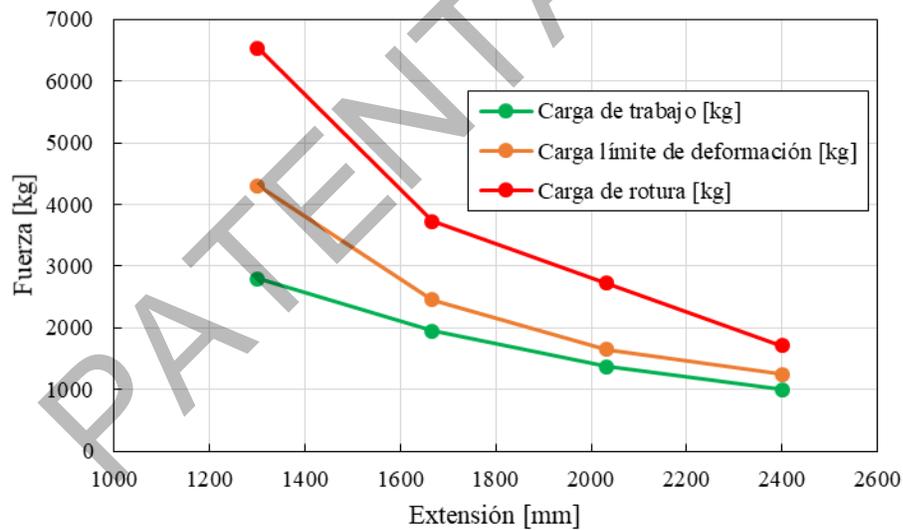
**Tabla 5.1: Resultados en fuerza equivalente total sobre el sistema para los diferentes casos de carga y extensiones, ASTM A-36.**

Extensión [mm]	Tipo de carga	Carga de trabajo [kg]	Carga límite de deformación [kg]	Carga de rotura [kg]
<b>1300</b>	Central	1900	2700	4475
	Distribuida	<b>2300</b>	<b>3400</b>	<u>5586</u>
<b>1667</b>	Central	1475	1800	2900
	Distribuida	1950	2450	3725
<b>2033</b>	Central	950	1100	1875
	Distribuida	1375	1650	2725
<b>2400</b>	Central	650	750	1013
	Distribuida	1000	1250	1713

En la Figuras 5.1 y 5.2 se muestran los valores de cargas límite para los casos de carga centrada y distribuida para las diferentes extensiones analizadas, respectivamente.



**Figura 5.1, Cargas límite para diferentes extensiones de la viga ascensor, carga centrada.**



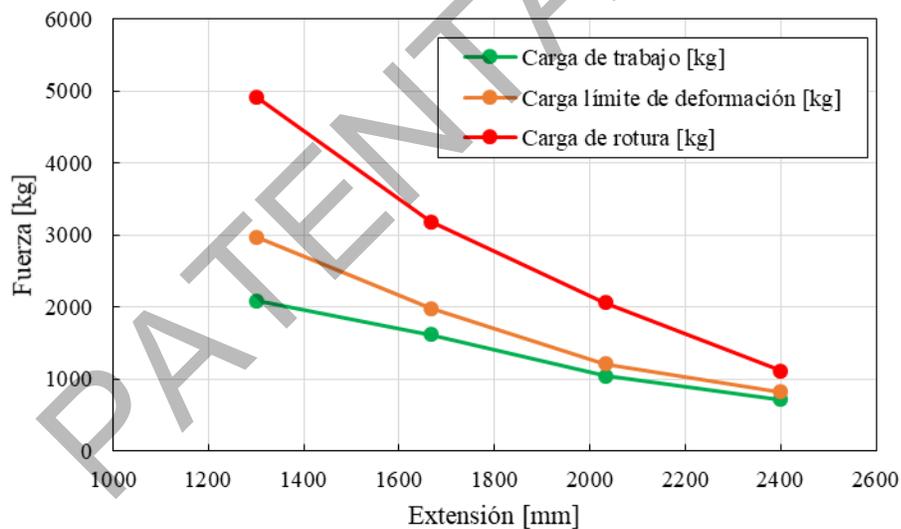
**Figura 5.2, Cargas límite para diferentes extensiones de la viga ascensor, carga distribuida.**

La Tabla 5.2 presenta el resumen de resultados en fuerza equivalente total sobre el sistema de las cargas de trabajo, límite de deformación y rotura para el acero S275, de acuerdo a lo establecido en la Sección 4. Los valores en **negrita** corresponden a límites establecidos por la resistencia de las placas de anclaje (ver Sección 5.2). Los valores subrayados corresponden a límites establecidos por la resistencia máxima de los pernos de anclaje utilizados en el diseño del sistema (ver Sección 5.3).

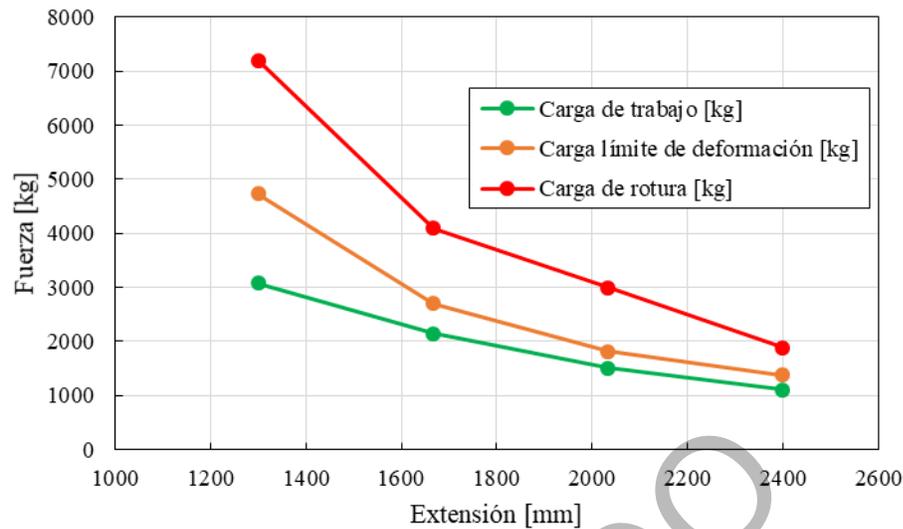
**Tabla 5.2: Resultados en fuerza equivalente total sobre el sistema para los diferentes casos de carga y extensiones, S275.**

Extensión [mm]	Tipo de carga	Carga de trabajo [kg]	Carga límite de deformación [kg]	Carga de rotura [kg]
1300	Central	2090	2970	4923
	Distribuida	<b>2529</b>	<b>3740</b>	<b>5586</b>
1667	Central	1623	1980	3190
	Distribuida	2145	2695	4098
2033	Central	1045	1210	2063
	Distribuida	1513	1815	2998
2400	Central	715	825	1114
	Distribuida	1100	1375	1884

En la Figuras 5.3 y 5.4 se muestran los valores de cargas límite para los casos de carga centrada y distribuida para las diferentes extensiones analizadas, respectivamente.



**Figura 5.3, Cargas límite para diferentes extensiones de la viga ascensor, carga centrada.**



**Figura 5.4, Cargas límite para diferentes extensiones de la viga ascensor, carga distribuida.**

Para ambos casos de uso de material y casos de carga, las distribuciones de deformación y esfuerzos se presentan en anexos.

## 5.2 PLACA DE ANCLAJE

Para las placas de anclaje instaladas en los extremos del sistema de viga ascensor, se evalúa el nivel de carga más desfavorable, considerando la carga concentrada en el centro del sistema y la carga distribuida. En las Figuras 5.4 y 5.5 se muestran las distribuciones de desplazamiento y esfuerzo de Von Mises para el caso crítico sin pastificar donde se alcanza un valor máximo de 2300 kg, respectivamente.

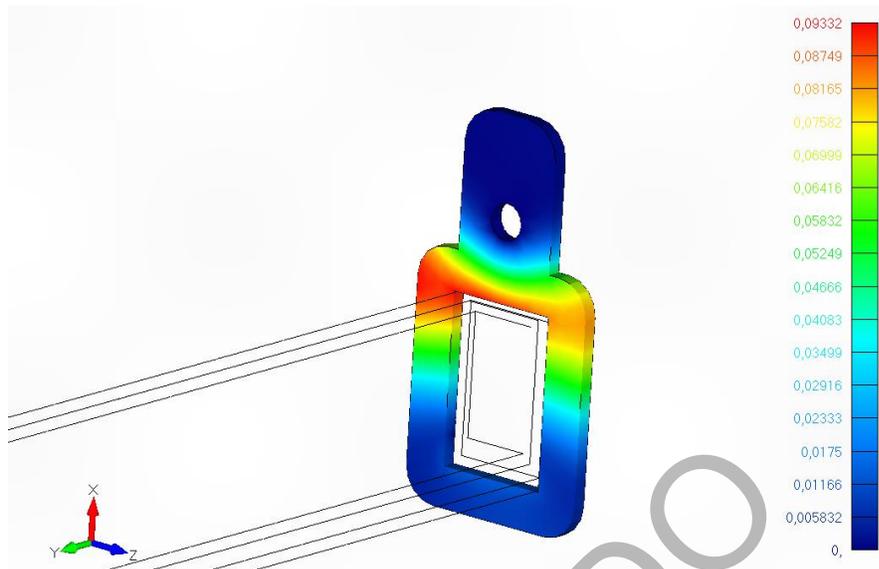


Figura 5.4, Distribución de desplazamientos en placas de anclaje mm.

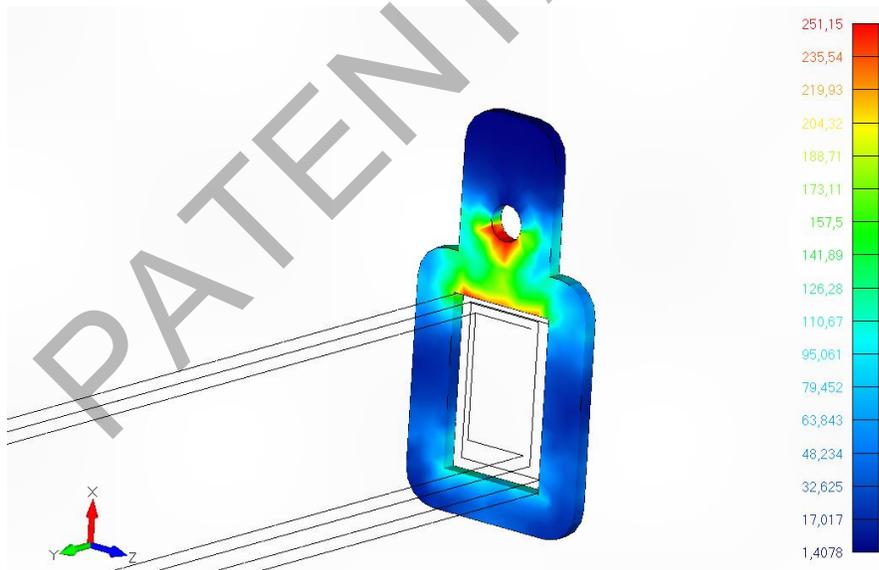


Figura 5.5, Distribución de esfuerzo Von Mises MPa.

### 5.3 PERNOS DE ANCLAJE

El sistema de anclaje del dispositivo bajo análisis consiste en 1 perno en la parte superior de las placas de anclaje en los extremos de la viga ascensor, los que estarán sometidos a tracción y corte para los diferentes casos de carga ya descritos, siendo el corte la magnitud preponderante. Los pernos de anclaje considerados en el diseño corresponden al modelo AH12110 de la marca Index, así como también el modelo TFE10120 de la misma marca. En la Tablas 5.2 y 5.3 se resumen las características de los pernos disponibles para la disposición de pernos de anclaje, considerando el valor de tensión máxima para los pernos a utilizar con tuerca. Aquí, los valores subrayados corresponden a fallo del acero, mientras que los otros valores corresponden a falla por hormigón.

**Tabla 5.2: Resistencias de cálculo de pernos disponibles [kN]**

Perno	Profundidad de instalación estándar		Profundidad de instalación reducida		Distancia a borde [mm]
	Tracción	Cortadura	Tracción	Cortadura	
AH12110	17.19	<u>16.48</u>	11.60	11.60	70
TFE10120	17.99	<u>18.27</u>	8.77	17.10	90

**Tabla 5.3: Resistencias características de pernos disponibles [kN]**

Perno	Profundidad de instalación estándar		Profundidad de instalación reducida		Distancia a borde [mm]
	Tracción	Cortadura	Tracción	Cortadura	
AH12110	25.78	<u>20.60</u>	17.39	17.39	70
TFE10120	26.98	<u>27.40</u>	13.15	25.65	90

Se consideran los resultados de todos los casos de carga analizados, establecidos en la sección 4.1, a modo de establecer el escenario más crítico para el sistema de anclaje.

En el caso más desfavorable para el caso de fuerza de trabajo sobre un perno de anclaje alcanza los 15.1 [kN] en corte, siendo este inferior a la carga máxima recomendada y característica para el modelo de perno de anclaje AH12110 en caso de profundidad de instalación estándar. Esto último también ocurre para el perno TFE10120 en caso de profundidad de instalación estándar.

En el caso más desfavorable para el caso de límite de deformación sobre un perno de anclaje alcanza los 23.2 [kN] en corte, siendo este inferior a la carga máxima característica para el modelo de perno de anclaje TFE10120 en caso de profundidad de instalación estándar.

Finalmente, para el caso de rotura el sistema será acotado en fuerza por el valor máximo soportado por los pernos analizados. Para el perno TFE10120 con resistencia 27.40 kN en cortadura, se limitará la carga de rotura total del sistema a 5586 kg.

## 6. CONCLUSIONES

El diseño propuesto por GALIGRU para un sistema de viga ascensor VAA1324r se considera exitoso, logrando reducir de gran manera los esfuerzos en toda su extensión y considerando 2 tipos de acero estructural. Más aún, se determinan las magnitudes de trabajo seguro para casos de carga centrada y distribuida en la viga en ambos materiales. Las magnitudes de los desplazamientos producto de las cargas se consideran satisfactorias para todos los casos de carga analizados.

Los esfuerzos en el sistema para los casos de carga analizados se concentran en el centro de la viga para todas las configuraciones consideradas, resultando en las solicitaciones mayores en esa zona. Sin embargo, se establecen las cargas límite para los diferentes escenarios analizados: sin deformación plástica, 1% de deformación plástica y rotura, este último como caso extremo.

En todos los casos, se cumple con la norma al establecer límites de trabajo seguro para la estructura y su desempeño mecánico, tanto en resistencia a la fluencia como a la ruptura.

PATENTADO



Cristian Canales Cárdenas

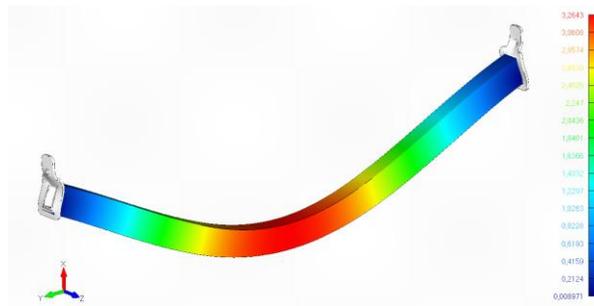
16.896.702-0

Ingeniero Civil Mecánico

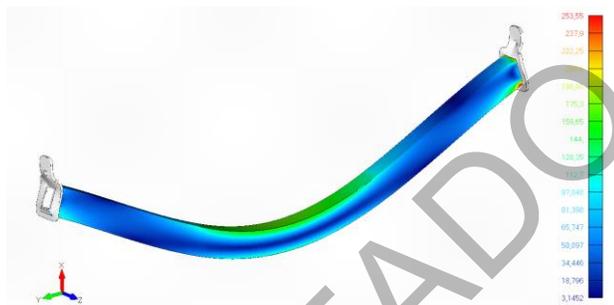
PATENTADO

# ANEXO A

PATENTADO



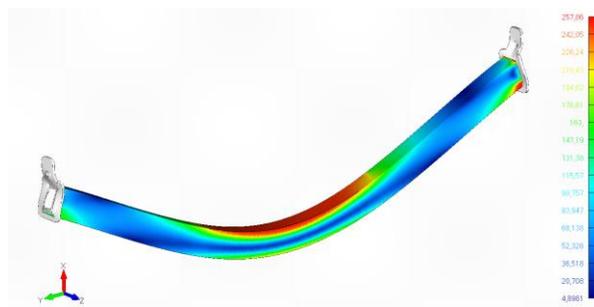
**Figura A.1, Distribución de desplazamiento mm, carga de trabajo distribuida, extensión 1300 mm.**



**Figura A.2, Distribución de esfuerzo de Von Mises MPa, carga de trabajo distribuida, extensión 1300 mm.**



**Figura A.3, Distribución de desplazamiento mm, carga límite de deformación distribuida, extensión 1300 mm.**



**Figura A.4, Distribución de esfuerzo de Von Mises MPa, carga límite de deformación distribuida, extensión 1300 mm.**

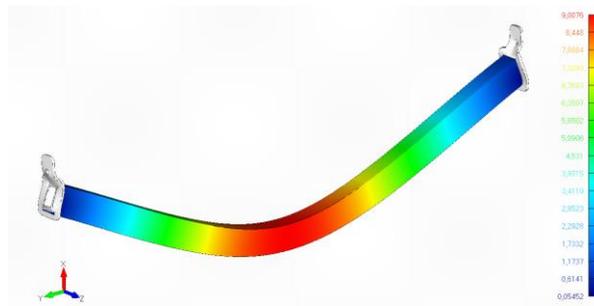


Figura A.5, Distribución de desplazamiento mm, carga de rotura distribuida, extensión 1300 mm.

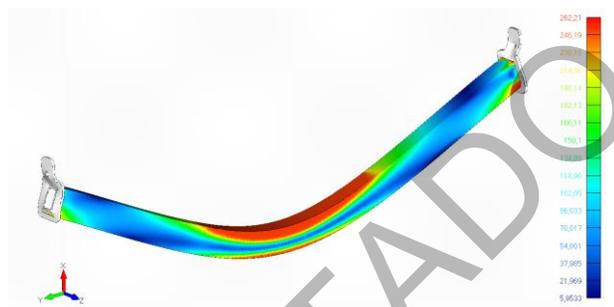


Figura A.6, Distribución de esfuerzo de Von Mises MPa, carga de rotura distribuida, extensión 1300 mm.



Figura A.7, Distribución de desplazamiento mm, carga de trabajo distribuida, extensión 1667 mm.

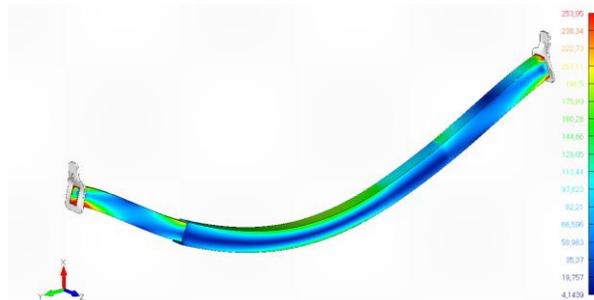


Figura A.8, Distribución de esfuerzo de Von Mises MPa, carga de trabajo distribuida, extensión 1667 mm.

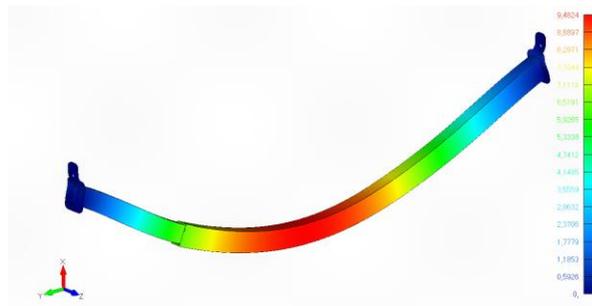


Figura A.9, Distribución de desplazamiento mm, carga límite de deformación distribuida, extensión 1667 mm.

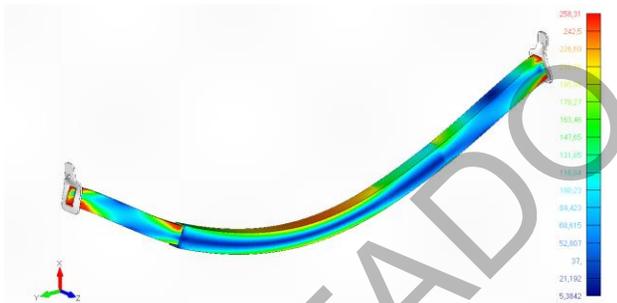


Figura A.10, Distribución de esfuerzo de Von Mises MPa, carga límite de deformación distribuida, extensión 1667 mm.

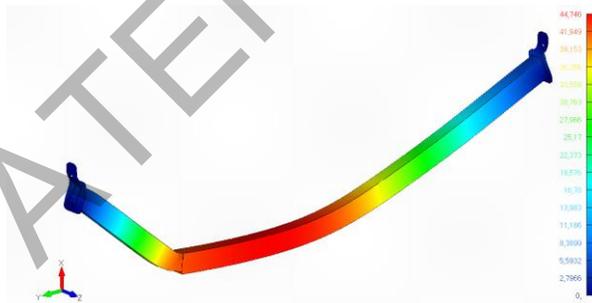


Figura A.11, Distribución de desplazamiento mm, carga de rotura distribuida, extensión 1667 mm.

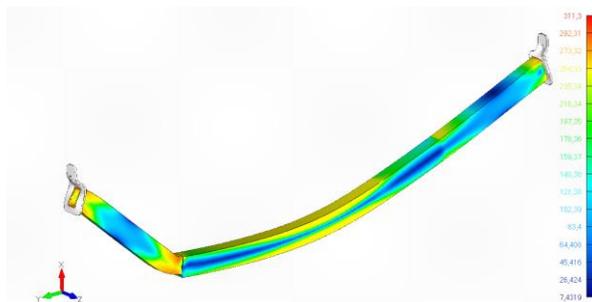


Figura A.12, Distribución de esfuerzo de Von Mises MPa, carga de rotura distribuida, extensión 1667 mm

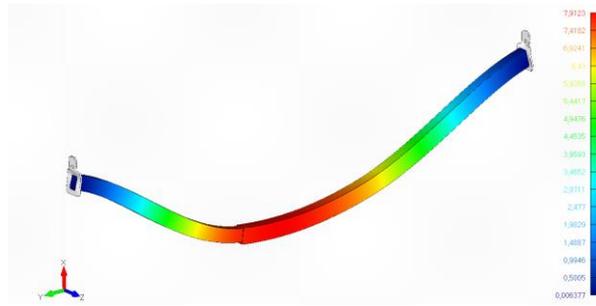


Figura A.13, Distribución de desplazamiento mm, carga de trabajo distribuida, extensión 2033 mm.

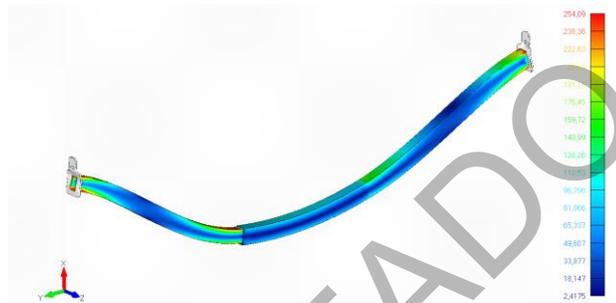


Figura A.14, Distribución de esfuerzo de Von Mises MPa, carga de trabajo distribuida, extensión 2033 mm.

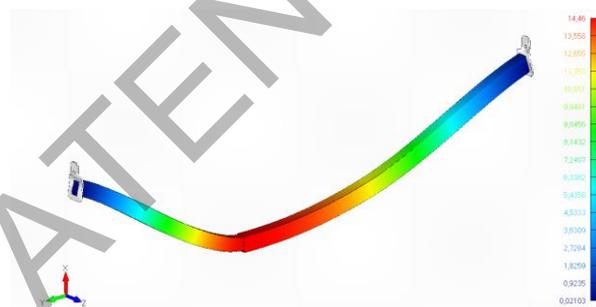


Figura A.15, Distribución de desplazamiento mm, carga límite de deformación distribuida, extensión 2033 mm.

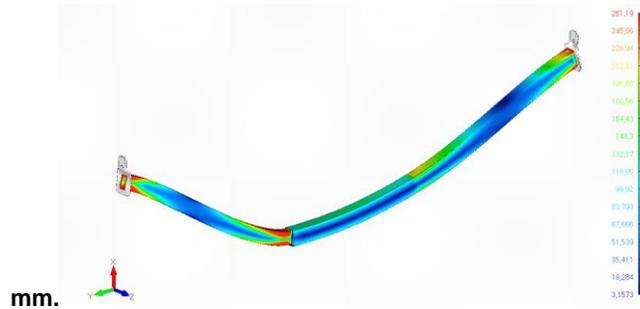


Figura A.16, Distribución de esfuerzo de Von Mises MPa, carga límite de deformación distribuida, extensión 2033 mm.

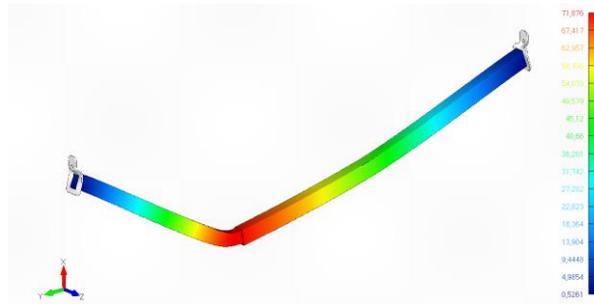


Figura A.17, Distribución de desplazamiento mm, carga de rotura distribuida, extensión 2033 mm.

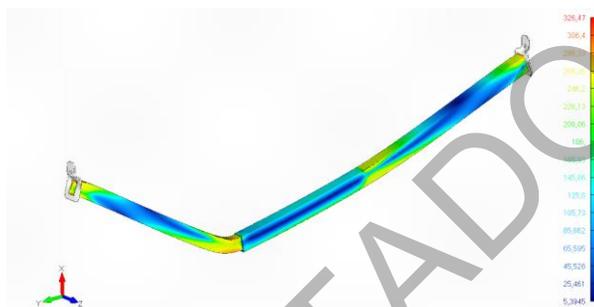


Figura A.18, Distribución de esfuerzo de Von Mises MPa, carga de rotura distribuida, extensión 2033 mm



Figura A.19, Distribución de desplazamiento mm, carga de trabajo distribuida, extensión 2400 mm.

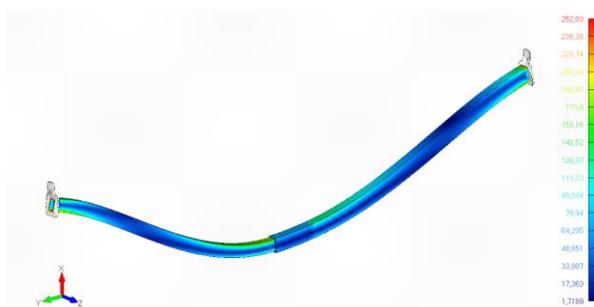
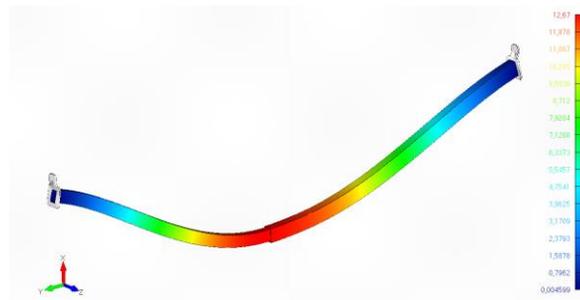
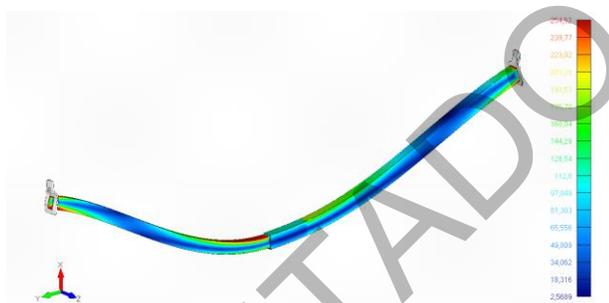


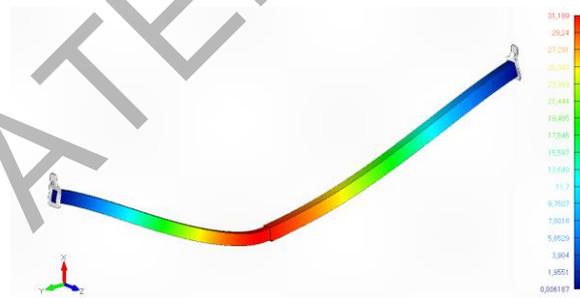
Figura A.20, Distribución de esfuerzo de Von Mises MPa, carga de trabajo distribuida, extensión 2400 mm.



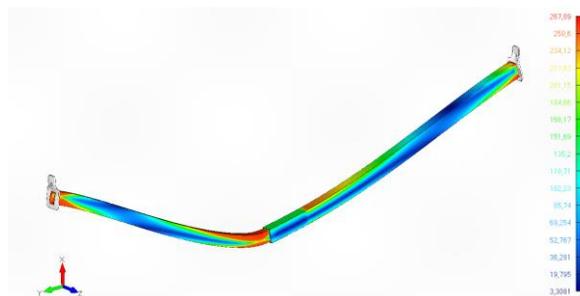
**Figura A.21, Distribución de desplazamiento mm, carga límite de deformación distribuida, extensión 2400 mm.**



**Figura A.22, Distribución de esfuerzo de Von Mises MPa, carga límite de deformación distribuida, extensión 2400 mm.**



**Figura A.23, Distribución de desplazamiento mm, carga de rotura distribuida, extensión 2400 mm.**



**Figura A.24, Distribución de esfuerzo de Von Mises MPa, carga de rotura distribuida, extensión 2400 mm.**

# ANEXO B

PATENTADO