

Diseño Y Construcción De Una Estructura Metálica Para Un Seguidor Solar De Dos Ejes.

Avila Larrea Fausto Guillermo.



ECUADOR
UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL
SEK
SER MEJORES

INTRODUCCION

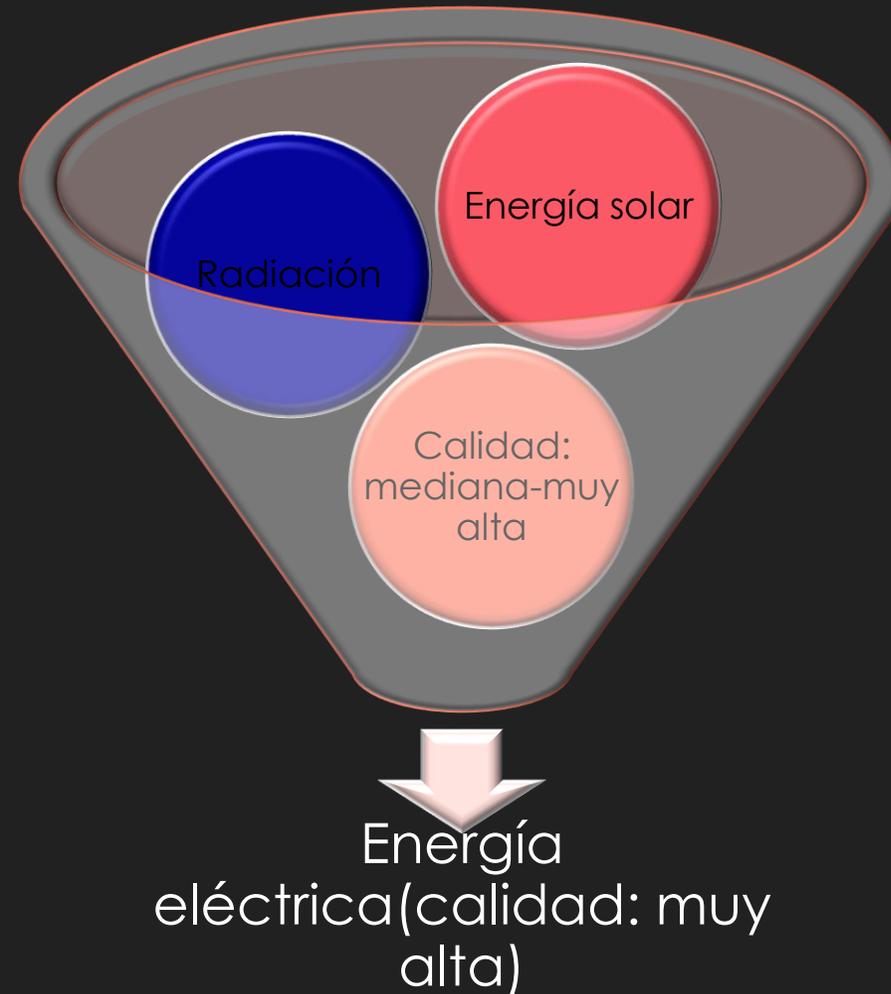


ANTECEDENTES



Kuyper:
Energías Fósiles: Petróleo, Gas natural y carbono

Energías Alternativas: Eléctrica, solar, eólica.



OBJETIVOS

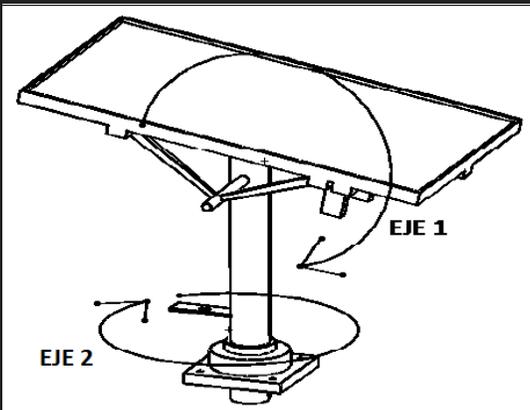
Diseñar una estructura metálica para un seguidor solar de dos ejes, en base a un análisis estructural y proceso de simulación CAD, implementando una fuente de energía eléctrica a partir de una fuente de energía solar

Seleccionar tipo de estructura → análisis estructural

Realizar un prototipo virtual → modelado 3d en programa CAD

Definir el tipo de perfil → análisis estructural

MODELO PROPUESTO



Modelo de Martínez y Hernández en su estudio "diseño de un seguidor solar con movimiento en altitud y azimut"

Enfoque Estructural:
Análisis estructural
Material y perfil

Accesible:
Reducción costos, evitando
sobredimensionamiento
innecesario

Criterios Diseño

Normas de calidad:
Montaje e instalación de
panel solar.

Funcional:
Grados de libertad

METODO: CIENTIFICO

El análisis estructural previo al diseño de un seguidor solar de dos ejes, en función de sus materiales y perfiles puede reducir los esfuerzos generados en la estructura del mismo obteniendo una estructura liviana



Normas Calidad

- Domesticas
- Industriales

IDAE

- Articulo 9 inciso b
- Posición de 45 grados

METODO

Grados de libertad: Ley de Kutzbah's

$$M = 3 * (L - 1) - 2J_1 - J_2$$

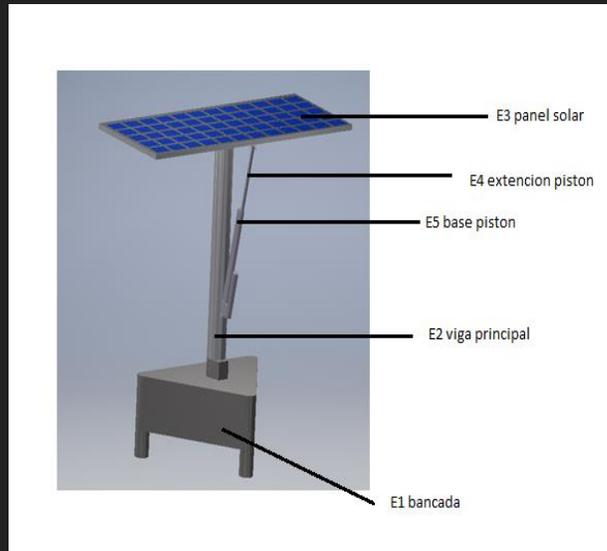
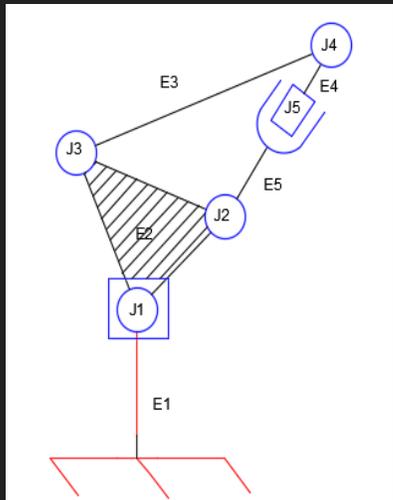
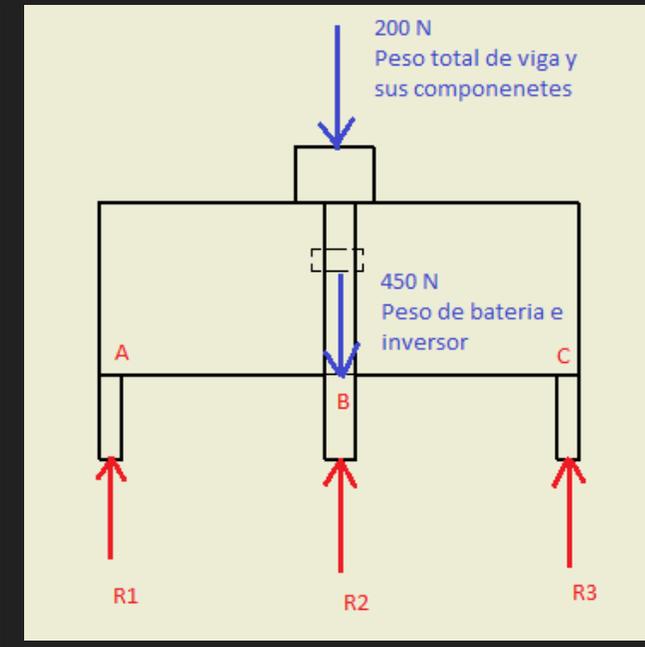
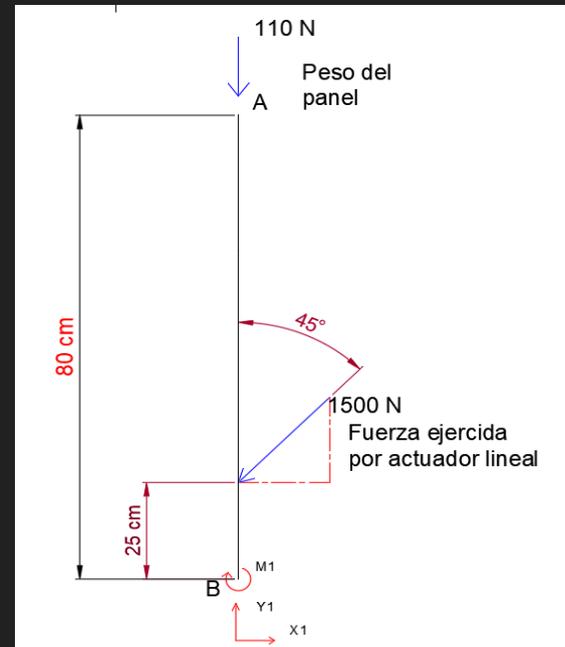


Diagrama de cuerpo libre



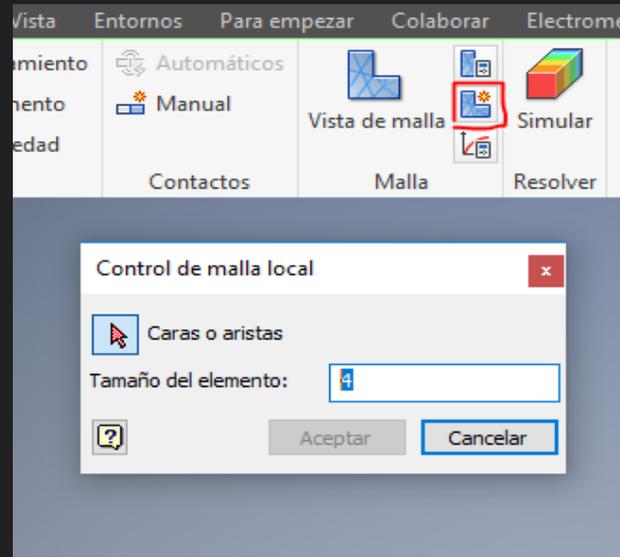
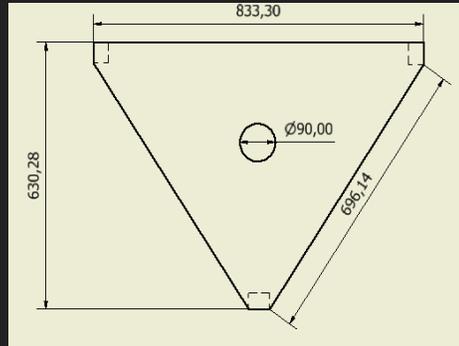
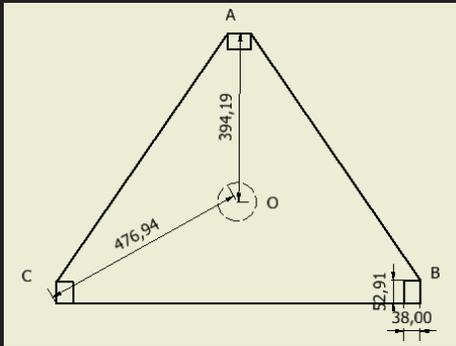
METODO: selección de perfil y material

$$\sigma = \frac{F (N)}{A (m^2)}$$

DIAMETRO (mm)	ESPESOR (mm)	ESFUERZO (MPa)	FS EQUIVALENTE
		ACERO	
50,2	2	0,878	2
100,5	5	0,789	2
100,6	6	0,664	2
125,5	5	0,626	3
200,8	8	0,243	5 Máximo
		ALUMINIO	
50,23	6	0,206	2
90,6	3	0,740	1
114,3	5,2	0,230	3
120,65	4	0,221	3
152,4	6,35	0,191	5 Máximo

METODO: simulación estática

consideraciones



$$M_{OA} = 300N * 0,394m = 118,2 Nm$$

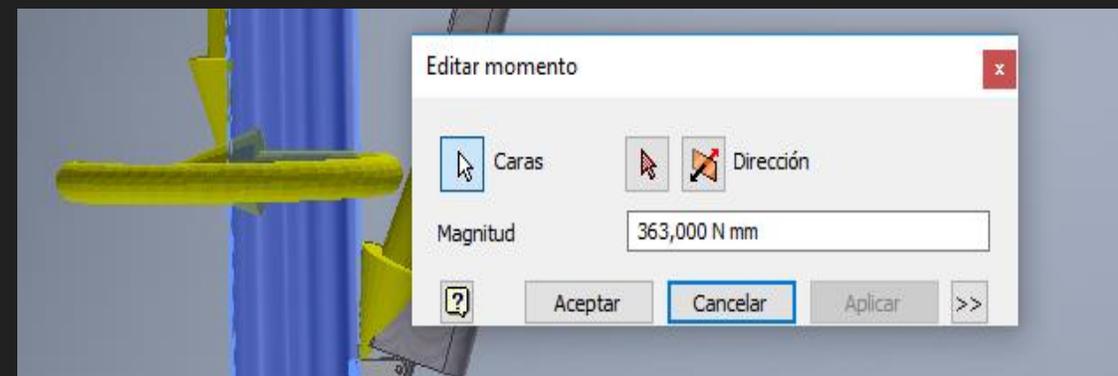
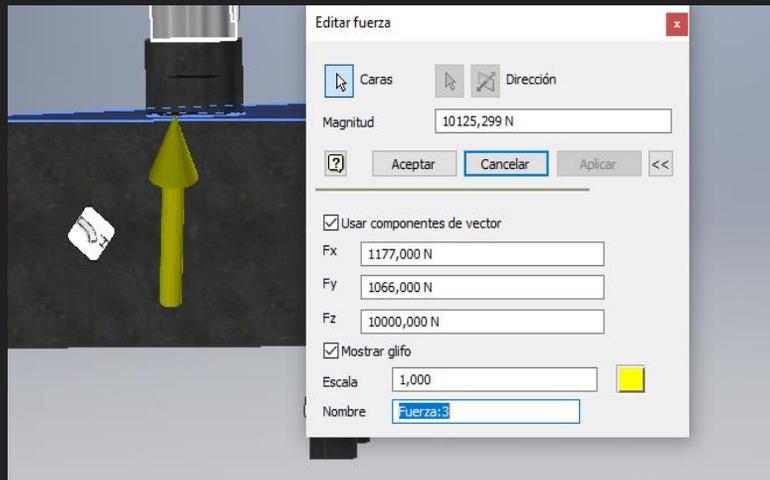
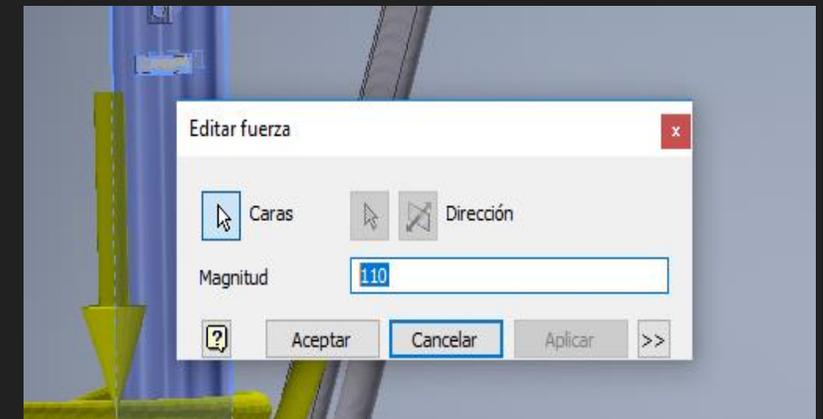
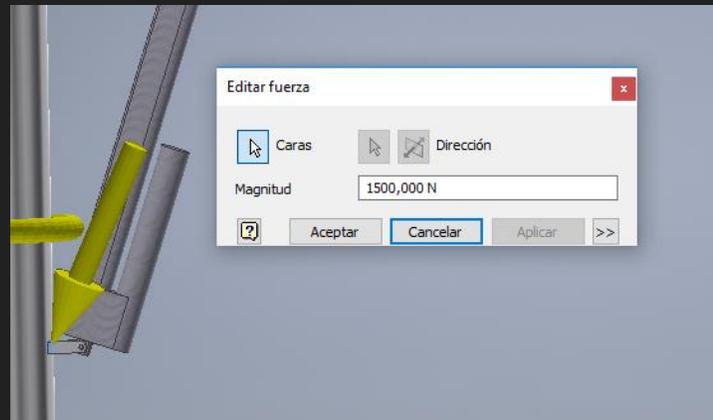
$$M_{OA} = 300N * 0,476 = 142,8 Nm$$

criterio de diseño estructural internacional

- Estructura ligera: 8mm
- Estructura compleja: 4mm
- Estructuras intervención humana: 2mm

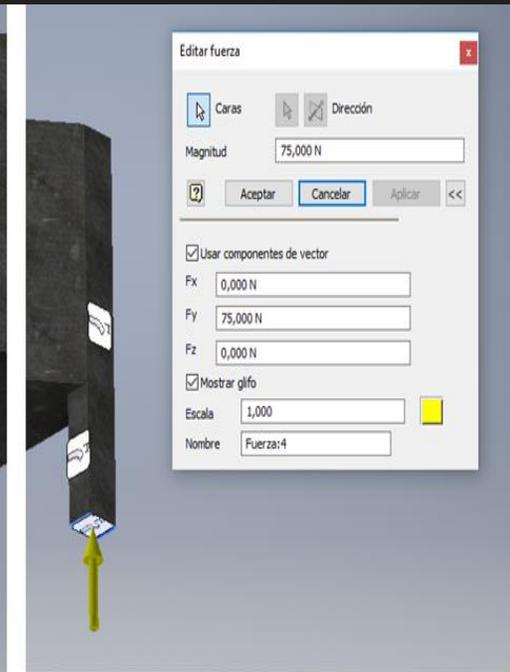
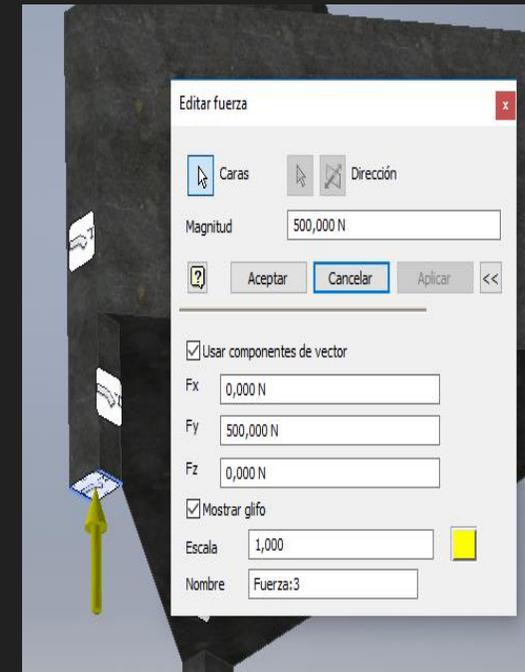
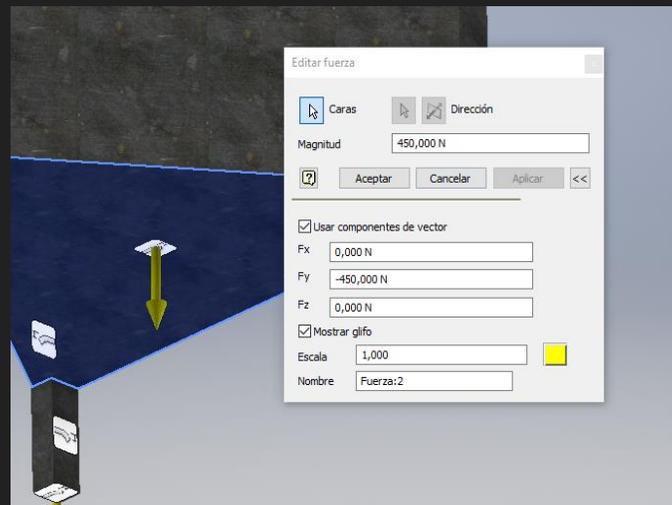
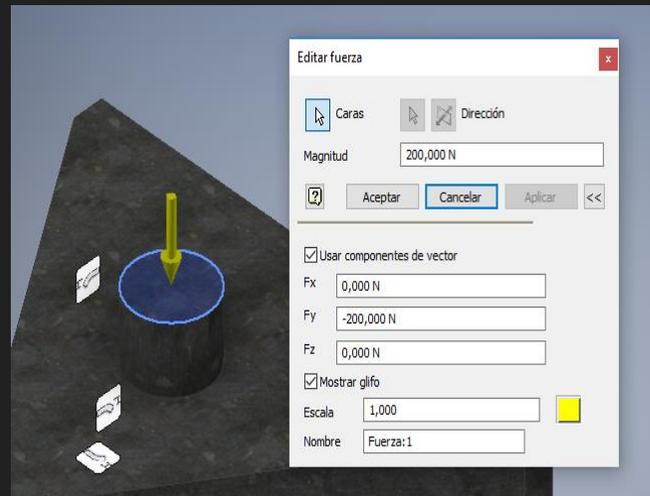
METODO: simulación estática

Aplicación fuerzas:
Columna



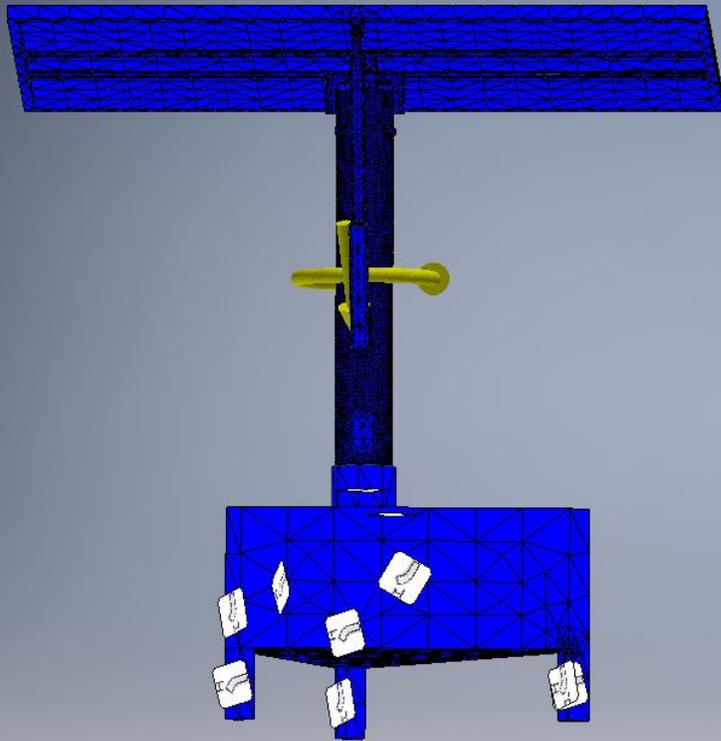
METODO: simulación estática

Aplicación fuerzas:
base

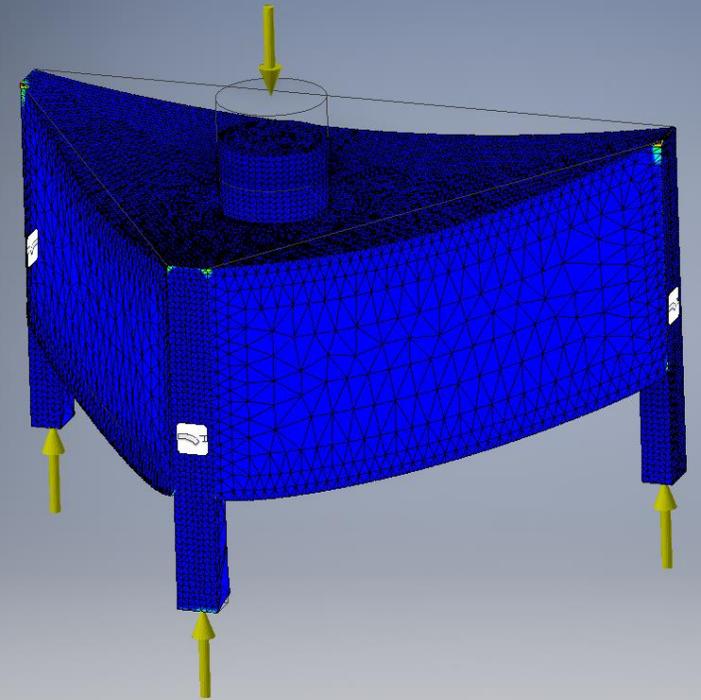


METODO: simulación estática

Nodos:87807
Elementos:45476
Tipo: Tensión de Von Mises
Unidad: MPa
30/7/2019, 10:51:42
67,26 Máx.



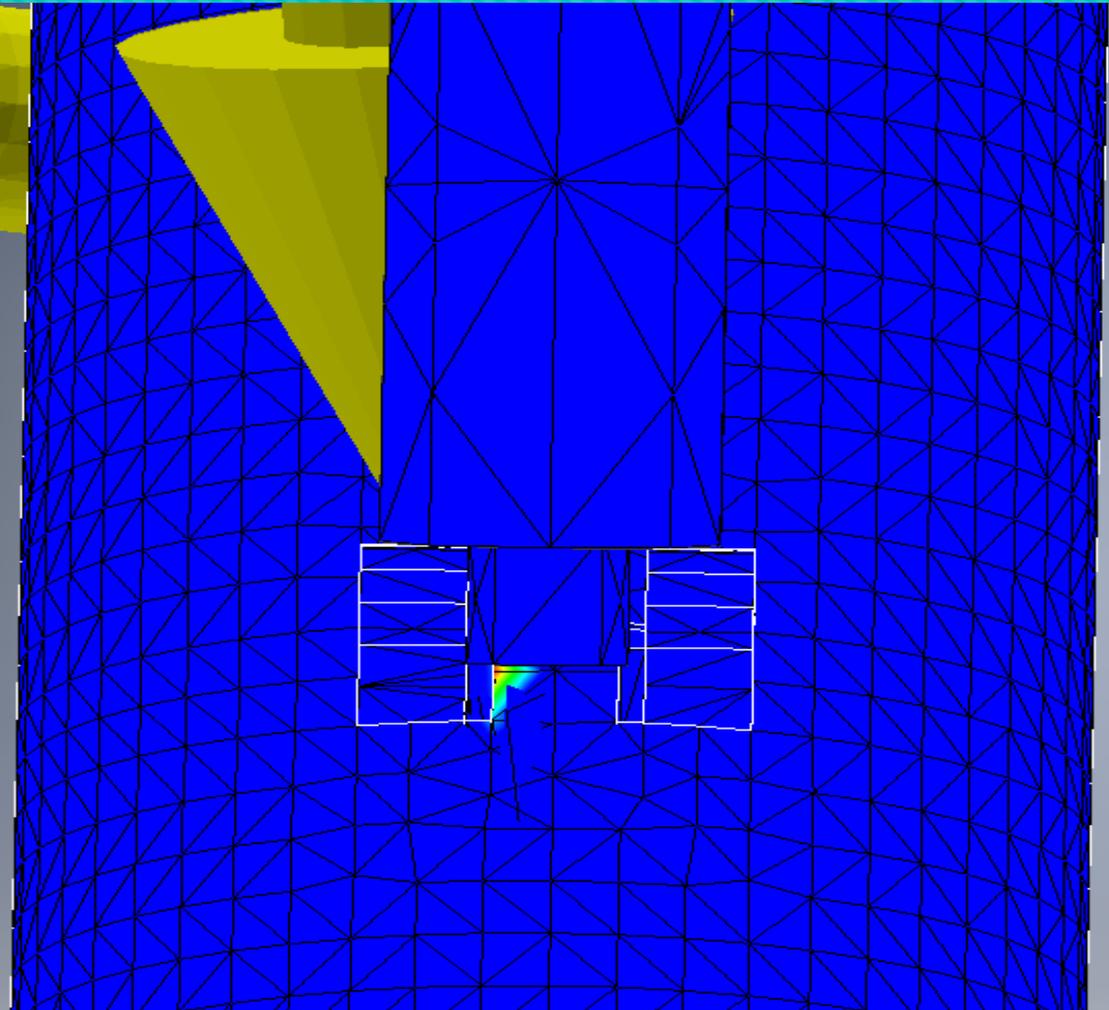
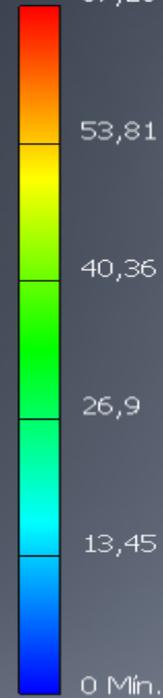
Nodos:217461
Elementos:142808
Tipo: Tensión de Von Mises
Unidad: MPa
30/7/2019, 11:10:33
1,739 Máx.



OBTENCION DE RESULTADOS

Simulación estática:
puntos críticos

Nodos:87807
Elementos:45476
Tipo: Tensión de Von Mises
Unidad: MPa
30/7/2019, 10:41:33
67,26 Máx.



Nodos: 879307
Elementos: 584107
Tipo: Tensión de Von Mises
Unidad: MPa
30/7/2019, 11:30:51
2,55 Max.



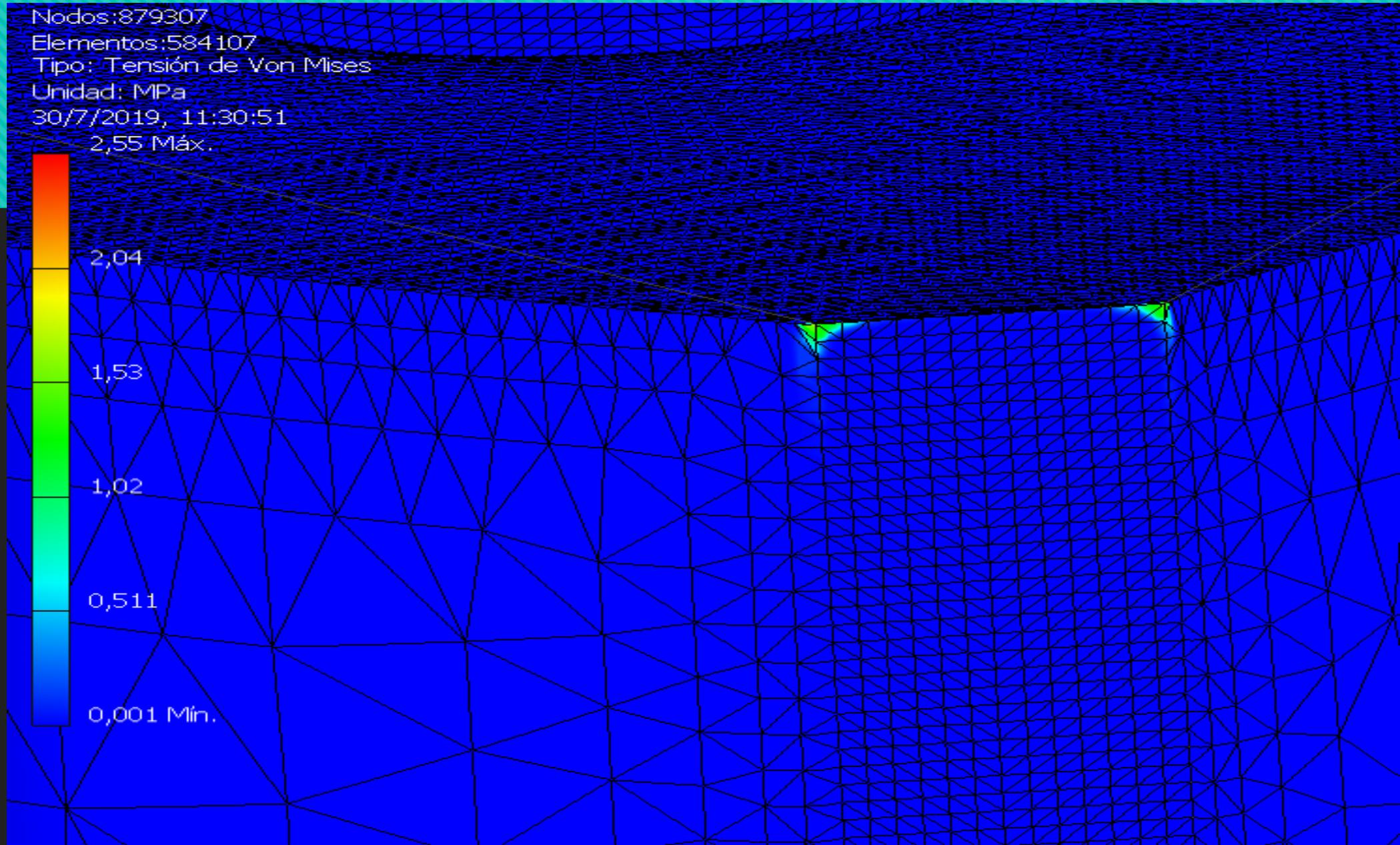
2,04

1,53

1,02

0,511

0,001 Min.



OBTENCION DE RESULTADOS: Pandeo

- Criterio de Euler para columnas bajo compresión
 - Fuerza requerida es de 1700N
 - Inercia mínima=máxima (redondos)
 - Plano de inercia es imoredecible en perfiles redondos

EJEMPLO GRÁFICO

La columna Pandeará en el plano XZ, alrededor del eje Y.

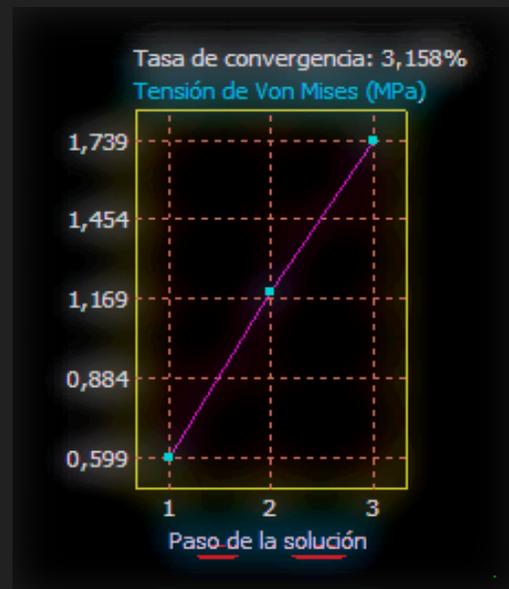
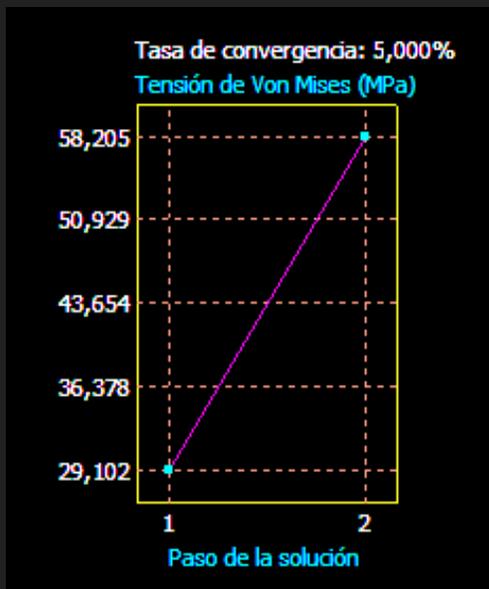


Diagrama que muestra una columna sometida a una carga crítica P_{cr} que provoca el pandeo en el plano XZ, alrededor del eje Y. El diagrama incluye un sistema de coordenadas con ejes x, y y z.

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L^2}$$

OBTENCION DE RESULTADOS

Simulación estática:
puntos críticos



1. Viga: error del 2,37% entre valor calculado y el arrojado por el programa (49,32MPa -55MPa)
2. Base: error del 1,15% entre valor calculado y el arrojado por el programa (0.98 Mpa-1,1MPa)
3. La mayor convergencia es del 5%(viga) de tipo h, (cercana al 0%)
4. Punto critico de la viga recae en el anclaje del pistón (55 Mpa) por el área reducida y registrar la mayor fuerza (1500 N)
5. Punto critico de la base recae en la unión de los pilares con el tol superior (1,1MPa), debido al pandeo generado por la fuerza de 200N

OBTENCION DE RESULTADOS

Material

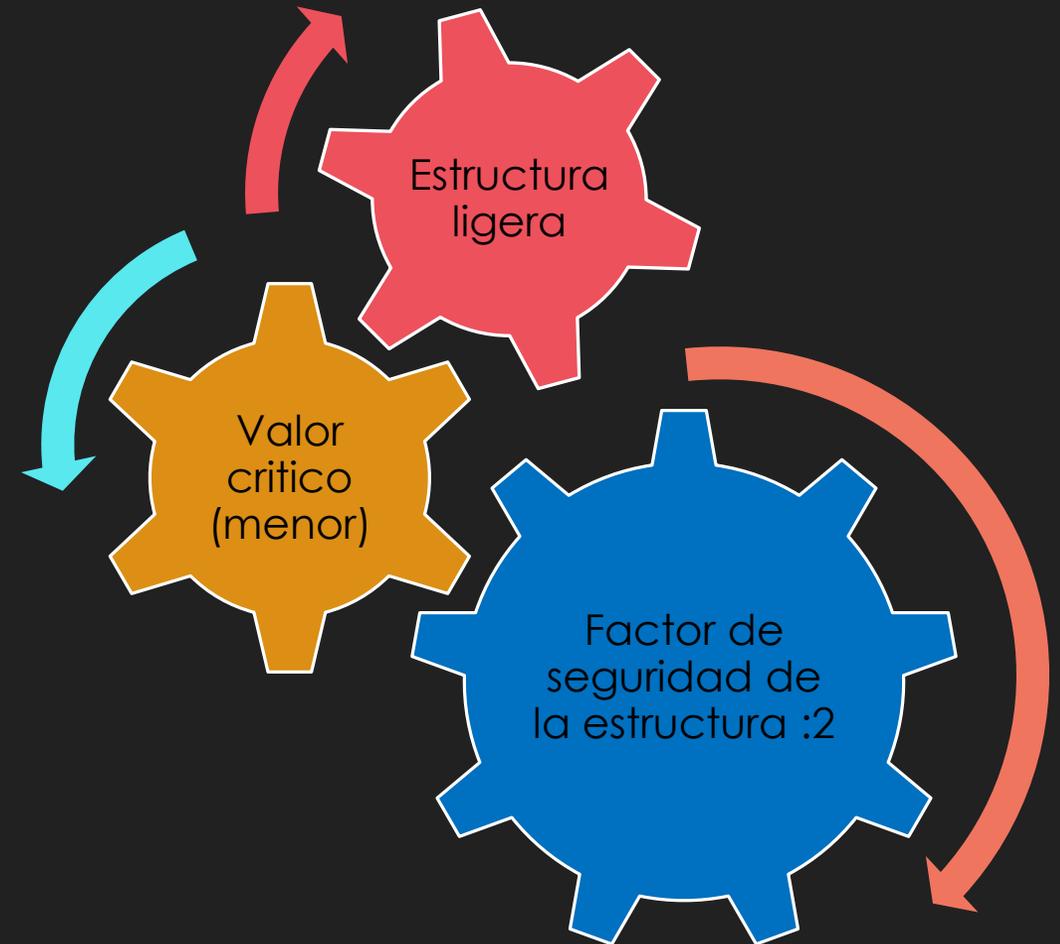


1. Viga: tubo hueco acero 50 mm diámetro y 2 mm de espesor
2. Base: acero, inferior malla electro soldada, reducir peso manteniendo resistencia.
3. Base: superior, acero tol 1mm
4. Pilares de la base aluminio d 50 mm x 38 mm
5. Laterales: vidrio 6 mm



OBTENCION DE RESULTADOS: factor de seguridad

COMPONENTE	FACTOR DE SEGURIDAD
Pernos	2
Columna Principal	2
Base	3



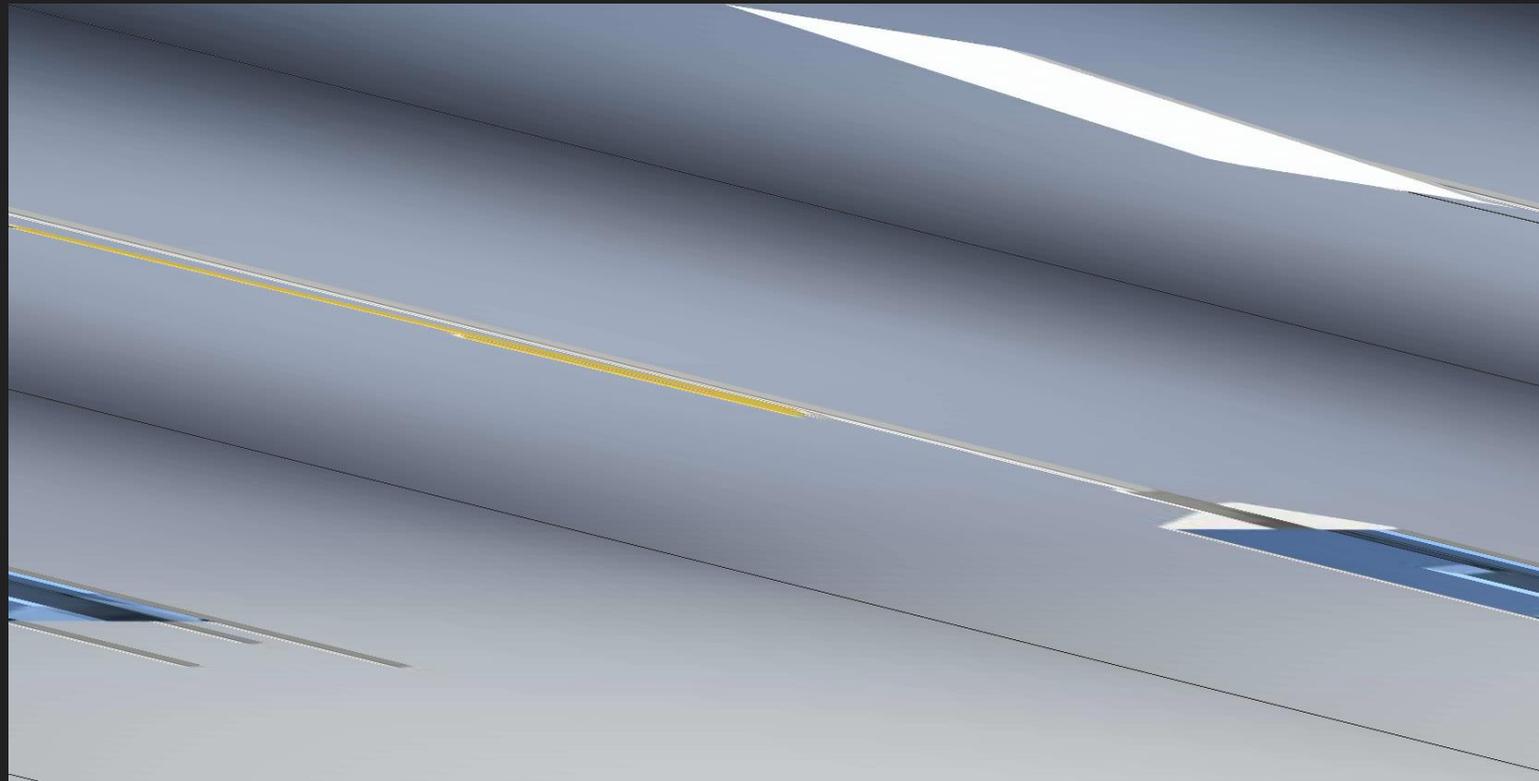
OBTENCION DE RESULTADOS: construcción



1. Motor no posee anclaje propio, y el peso recae sobre le eje del motor impidiendo la sujeción recta de la viga con el motor
2. Se empleó una extensión con hacia los pilares para anclar el motor, disminuyendo el peso sobre el eje y empleando rodamientos para disminuir la potencia requerida por el motor



OBTENCION DE RESULTADOS: animación



COSTO DE FABRICACION

ELEMENTO	CANTIDAD	COSTO (\$)
Panel solar 175 W	1	25
Actuador lineal 450 mm	1	300
Batería GFM	1	280
Inversor 1500W	1	340
Base acero y vidrio	1	370
Motor 45 rpm	1	25
Costo total		1690,30

DISCUSION DE RESULTADOS



Estructura isostática: simplicidad

Base triangular: distribución de cargas en 3 puntos de apoyo

Variaciones en material y perfil: mecanizado (soldadura) y accesibilidad en el mercado

Resistencia aumenta en un 35,5% debido al limite De fluencia del acero

Reducción en la deformación (1%) de 22,52 mm en aluminio a 14,97 mm en acero A36

EXTRA: TIEMPO DE CARGA DE BATERIA

DIA	VOLTAJE ENTREGADO (V)	TIEMPO DE CARGA (horas)
Nublado	1-9	40
Normal	1-15	14
Soleado	18-24	10

$$I_n = \frac{I_{max} * V_n}{V_{max}}$$

$$t_c = \frac{NC}{\sum_{12}^1 I_r * t} * 12$$

EXTRA: POTENCIA MAXIMA Y MINIMA

$$P = V * I.$$

Actuador	Potencia minima (W)	Potencia Máxima (W)
Motor	6,24	22,84
Pistón	12,55	36,24

POTENCIA MINIMA:

- Pistón: descendiendo
- Motor : con rodamientos de extensión de anclaje

POTENCIA MAXIMA:

- Pistón: ascendiendo
- Motor: sin rodamientos de extensión de anclaje

CONCLUSIONES:

1. Hipótesis fue aprobada que el análisis estructural realizado permitió determinar el perfil hueco redondo de 50 mm de diámetro y 2 mm de espesor en la viga principal, y rectangular de aluminio de 50x38 mm con espesor de 1 mm en los pilares de la base, evitando un sobredimensionamiento en la construcción del seguidor y se obtuvo una estructura más liviana con un peso total 80 kilogramos.
2. Estructura isostática, porque soportará cargas bajas de aproximadamente 65Kg y su altura máxima es de 1.20 m, y un esfuerzo máximo de 53 MPa.
3. Los grados de libertad del seguidor solar permiten movimiento del mismo en altitud y azimut, siendo elevación vertical y rotación en el mismo eje respectivamente.(movimiento solar de la región)
4. La base del seguidor posee la geometría de un triángulo isósceles porque la geometría disminuye la probabilidad de deformación por sus tres puntos de apoyo y favorece el cálculo de momentos

CONCLUSIONES

5. El error encontrado con respecto al esfuerzo calculado analíticamente y el obtenido en la simulación equivale a 1.15% en el análisis de la base, y de 2,37% en el análisis de la viga principal. Estos porcentajes de error en conjunto con el valor de convergencia del 5% se consideran aceptables ya que son menores al 5% de error, lo cual indican que los cálculos son sustentados con la simulación.

6. La automatización del seguidor no se pudo concretar como un extra por cuestiones de tiempo y que el enfoque del proyecto se centra en la estructura

. Se conto con un donativo de la universidad para el proyecto, reduciendo el costo total a 551,35\$

RECOMENDACIONES

1. Realizar la simulación estática en un programa que permita configurar el tipo de la malla y su tamaño para tener resultados mas exactos
2. Realizar una investigación con respecto a la programación de seguidores solares de dos ejes en base a trabajos existentes para automatizar el seguidor solar

BIBLIOGRAFIA

Bibliografía

- Autodesk. (2018). Obtenido de <https://knowledge.autodesk.com/es/support/inventor-products/learn-explore/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/ESP/Accuracy-of-Stress-Analysis-Result>
- Cedal. (2015). *Cedal.com*. Obtenido de <http://www.cedal.com.ec/uploads/product/17-cedal-tubos-redondos.pdf>
- Conceptode. (2016). Obtenido de <https://concepto.de/energias-alternativas/conceptos,fuerzas, vectores>. (16 de abril de 2017). Obtenido de <http://conceptosfuerzavectoresetc.blogspot.com/2017/04/isostatica.html>
- CONSUN. (2018). *consun.com*. Obtenido de http://www.soyoda.com/webpages/cat/Cata%CC%81logo_Pernos_Soyoda17.pdf
- Energia Solar. (2015). Obtenido de <https://solar-energia.net/energias-no-renovables/combustibles-fosiles>
- Guardado Heriberto, RIVERA Eulises. (mayo de 2012). Implementación de seguidor solar de dos ejes para el sistema fotovoltaico de la escuela de ingeniería eléctrica de la UES.
- IDAE. (2015). Obtenido de <http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST297ZI75916&id=75916>
- Ingemecanica.com. (2017). Obtenido de <https://ingemecanica.com/tutoriales/prontuariodeperfiles.html>
- Jofra, M. (2017). *energía solar fotovoltaica*. Obtenido de <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/cuadernos-energias-renovables-para-todos-solar-fotovoltaica.pdf>
- Juan Carlos Vega de Kuyper , Santiago Ramirez . (2014). *Fuentes de energía renovables y no renovables*. Mexico: Algaomega.
- Luiza, A. (9 de junio de 2017). *Tareas Arquitectura*. Obtenido de <http://angelicaluizagab.blogspot.com/2017/06/conceptos-hiperestatica-e-isostatica.html>
- Martinez jair , Hernandez Edgar. (2014). DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SEGUIDOR SOLAR EMPLEANDO UN CONTROLADOR PID CON MODO DESLIZANTE. Bogotá
- Nohelys, V. (2014). *monografias.com*. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos70/metodo-cientifico/metodo-cientifico.shtml>
- Poveda, M. (2007). *EFICIENCIA ENERGÉTICA: RECURSO NO APROVECHADOS*. Obtenido de <http://www.olade.org/sites/default/files/portal-ee/EFICIENCIA%20ENERG%C3>
- REMMAQ. (2015). Obtenido de <http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/index.php/solmaforo-bicentenario>
- Rizk.J & Chayco, Y. (2008). Solar Tracking System: More Efficient Use Of Solar Panels. *World Academy of Science, Engineering and Technology* 41 2008, 314.
- Rodriguez, E. (2016). Obtenido de tecnologia.com: <https://www.areatecnologia.com/electricidad/regulador-de-carga-solar.html>
- Serra, J. (2009). Obtenido de [circuitor.com](http://circuitor.com/docs/GUIA_EEE_SP-LR.pdf): http://circuitor.com/docs/GUIA_EEE_SP-LR.pdf
- Studocu. (2018). Obtenido de <https://www.studocu.com/en/document/instituto-tecnologico-de-tijuana/analisis-y-sintesis-de-mecanismos/lecture-notes/grados-de-libertad/2847699>
- Vazquez, V. (2016). *Slide Share*. Obtenido de <https://www.slideshare.net/JHONKEVINTELLOCASTAE/esfuerzo-cortante-64061738>