



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA

“Diseño de soportes estructurales para reducir el nivel de vibraciones en el sistema PCI
de la Empresa Maestro Perú SA - Cajamarca”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Br. Tongo Mejía, Hugo Yuben (ORCID: 0000-0002-9808-5174)

ASESOR:

Mg. Deciderio Enrique Díaz Rubio (ORCID: 0000-0001-5900-2260)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

CHICLAYO-PERÚ

2019

DEDICATORIA

Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi padre por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su motivación durante el desarrollo de mi proyecto.

A mi madre por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

Hugo Yuben Tongo Mejía

AGRADECIMIENTO

Gracias a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas, gracias a mi madre por estar dispuesta a acompañarme cada larga y agotadora noche de estudio, agotadoras noches en las que su compañía y la llegada de sus cafés era para mí como agua en el desierto; gracias a mi padre por siempre desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida, gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras que me guiaron durante mi vida.

Gracias a Dios por la vida de mis padres, también porque cada día bendice mi vida con la hermosa oportunidad de estar y disfrutar al lado de las personas que sé que más me aman, y a las que yo sé que más amo en mi vida, gracias a Dios por permitirme amar a mis padres, gracias a mis padres por permitirme conocer de Dios y de su infinito amor.

Gracias a la vida por este nuevo triunfo, gracias a todas las personas que me apoyaron y creyeron en la realización de esta tesis.

El Autor

PAGINA DEL JURADO



ACTA DE SUSTENTACION

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 13:00 horas del día 19 de julio del 2019, de acuerdo a los dispuesto por la resolución de dirección de investigación N° 1273-2019/UCV-CH, de fecha 18 de julio de 2019, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis titulada: "**DISEÑO DE SOPORTES ESTRUCTURALES PARA REDUCIR EL NIVEL DE VIBRACIONES EN EL SISTEMA PCI DE LA EMPRESA MAESTRO PERÚ SA - CAJAMARCA**", presentado por el(la) (los) bachiller **TONGO MEJIA, HUGO YUBEN**, con la finalidad de obtener el título de ingeniero mecánico electricista, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

Presidente : Ing. Aníbal Jesús Salazar Mendoza
Secretario : Ing. Edilbrando Vega Calderón
Vocal : Ing. Deciderio Enrique Díaz Rubio

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

APROBADO POR MAYORIA

Siendo las 13:50 del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 19 de julio de 2019



Ing. Aníbal Jesús Salazar Mendoza

Presidente

Ing. Edilbrando Vega Calderón

Secretario

Ing. Deciderio Enrique Díaz Rubio

Vocal

CAMPUS CHICLAYO
Carretera Pimentel Km. 3.5
Tel: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/UCV.PERU
@UCV_PERU
#SALIR ADELANTE
ucv.edu.pe

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Tongo Mejia Hugo Yuben, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, identificado con DNI 47972108, con la tesis titulada “**DISEÑO DE SOPORTES ESTRUCTURALES PARA REDUCIR EL NIVEL DE VIBRACIONES EN EL SISTEMA PCI DE LA EMPRESA MAESTRO PERU SA-CAJAMARCA**”

Declaro que:

- La tesis veraz de mi propia autoría.
- He respetado las normas, el ISO para las referencias. Por tanto este proyecto de tesis es totalmente autentica.
- En los procedimientos realizados no ha tenido un auto plagio, es decir, un duplicado de otra tesis.
- Los correspondientes datos de los resultados son verdaderos, acorde a la realidad investigativa.

De tal manera si se identificara alguna falla, auto plagio y falsedad me someto a las normas establecidas vigentes de la Universidad César vallejo.

Chiclayo, 25 de julio de 2019



Tongo Mejia Hugo Yuben
DNI 47972108

INDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
PAGINA DEL JURADO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
INDICE	vi
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad Problemática.....	13
1.1.1. A nivel internacional.....	13
1.1.2. A nivel nacional	13
1.1.3. A nivel local	14
1.2. Trabajos Previos	15
1.2.1. A nivel internacional.....	15
1.2.2. A nivel nacional	16
1.2.3. A nivel local.....	17
1.3. Marco teórico.....	18
1.3.1. Sistemas de Tuberías.....	18
1.3.2. Análisis Vibracional.....	22
1.3.3. Análisis Estructural	23
1.4. Formulación del problema	28
1.5. Justificación	28
1.5.1. Justificación Económica	28
1.5.2. Justificación Social	28
1.5.3. Justificación Técnica	28
1.5.4. Justificación Medioambiental	28
1.6. Hipótesis.....	28
1.7. Objetivos	29
1.7.1. Objetivo General.....	29
1.7.2. Objetivo Específico.....	29
II. Métodos	30

2.1.	Diseño de Investigación	30
2.1.1.	Según su Propósito	30
2.1.2.	Según su Investigación	30
2.2.	Variables, Operacionalización	30
2.2.1.	Variable Independiente	30
2.2.2.	Variable Dependiente	30
2.2.3.	Operacionalización de Variables	31
2.3.	Población y Muestra	31
2.3.1.	Población	31
2.3.2.	Muestra	31
2.4.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad	31
2.4.1.	Técnica de Recolección de Datos	31
2.4.2.	Instrumentos de Recolección de Datos	32
2.5.	Métodos de Análisis de Datos	32
2.6.	Aspectos Éticos	32
III.	RESULTADOS	33
3.1	Cálculo estructural de los soportes estructurales diseñados y obtención del factor de seguridad	33
3.2.1.	Recolección de datos principales del sistema	35
3.2.2.	Cálculo de fuerzas en soportes	37
3.3.	Análisis de elementos finitos, mediante el software Solidworks	38
3.4.	Análisis económico y financiero del proyecto	43
3.4.1.	Análisis y determinación de la localización óptima del proyecto	43
3.4.2.	Análisis y determinación del tamaño óptimo del proyecto	43
3.4.3.	Ingeniería del proyecto	43
3.4.4.	Presupuesto de fabricación del Soporte estructural	44
3.4.5.	Análisis de retorno de inversión	44
IV.	CONCLUSIONES	45
V.	RECOMENDACIONES	46
VI.	REFERENCIAS	47
	ANEXOS	51
	Anexo Nº 01: Tolerancias en rodamientos	51
	Anexo Nº 02: Cálculo de velocidad de ejes	52
	Anexo Nº 03: Reporte de cálculo de análisis de elementos finitos	54

Anexo N° 04: Análisis de diagramas de fuerzas de corte y momento flector	69
Descripción	69
Suposiciones	70
Propiedades de estudio	74
Unidades	74
Propiedades de material	75
Cargas y sujeciones	76
Definiciones de conector.....	76
Información de contacto	77
Información de malla	78
Información de malla - Detalles.....	78
Detalles del sensor.....	79
Fuerzas resultantes	79
Fuerzas de reacción.....	79
Momentos de reacción	79
Vigas	80
Fuerzas de viga.....	80
Tensiones de viga.....	80
Resultados del estudio	82
Acta de aprobación de originalidad de Tesis.....	86
Formulario de autorización para la publicación electrónica de la tesis	87
Autorización de la versión final del trabajo de investigación.....	88

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1. Tuberías en Serie.....	18
Ilustración 2. Tuberías en Paralelo.....	19
Ilustración 3. Tuberías Ramificadas	19
Ilustración 4. Redes de Tuberías.....	20
Ilustración 5. Normas según el material en tuberías de cobre.....	22
Ilustración 6. Vibración Mecánica.....	23
Ilustración 7. Comportamiento de elemento de metal a tensión en la dirección del eje.....	25
Ilustración 8. Diagrama Esfuerzo-Deformación	25
Ilustración 9. Teoría de Von Mises	27
Ilustración 10. Soporte estructural para tuberías.....	33
Ilustración 11. <i>Soporte estructural actual para PCI</i>	33
Ilustración 12. ANSI/MSS SP-69. Espaciamientos Soportes PCI.....	34
Ilustración 13. Presentación arreglo de soportes	34
Ilustración 14. <i>Presentación arreglo de soportes</i>	35
Ilustración 15. <i>Arreglo 2D de soportes para 01 tramo de tubería</i>	37
Ilustración 16. <i>Arreglo 3D de soportes para 01 tramo de tubería</i>	38
Ilustración 17. <i>Diagrama de cuerpo libre para soporte de tubería</i>	38
Ilustración 18. <i>Propiedades del material</i>	39
Ilustración 19. Esquema de Estructura.....	39
Ilustración 20. Mallado del elemento estructural	40
Ilustración 21. Análisis de tensiones de Von Mises del soporte de tubería	40
Ilustración 22. Análisis de desplazamientos en el soporte de tubería	41
Ilustración 23. Análisis de factor de Seguridad.....	41
Ilustración 24. Análisis de fuerzas cortantes	42
Ilustración 25. <i>Análisis de momentos flectores</i>	42

Índice de Tablas

Tabla 1. UME Típicas del esfuerzo	24
Tabla 2. Operacionalización de Variables	31
Tabla 3. Magnitudes de Operación	35
Tabla 4. Presión de operación en la cámara	36
Tabla 5. Presupuesto de Fabricación del destorquedor	44
Tabla 6. Análisis de retorno de inversión.....	44

RESUMEN

En la presente tesis se presenta el desarrollo de la metodología de diseño y cálculo de soportes estructurales para tuberías que transportan fluido contra incendios, el cual se sustenta en el método de los análisis finitos, mediante la teoría de Von Mises.

Los trabajos realizados incluyen el estudio del funcionamiento del sistema, la selección adecuada de los componentes y sus materiales lo que nos ayuda a realizar cálculos que se asemejen a la realidad, permitiendo alcanzar a los interesados en este trabajo de investigación bases sólidas que les permitan e inspiren a potenciar esta tesis.

Más adelante presentamos las conclusiones que logramos obtener del análisis detallado de este sistema, indicando de una manera resumida los esfuerzos máximos producidos, los desplazamientos máximos producto de estos esfuerzos y el factor de seguridad que permite confirmar que nuestro diseño es el adecuado. Además presentamos las recomendaciones que hay que tener en cuenta para realizar un diseño sistemático y adecuado.

Palabras claves: Confiabilidad, diseño, mantenimiento, electromecánico.

ABSTRACT

In the present thesis the development of the methodology of design and calculation of structural supports for pipes that transport fluid against fires, which is based on the method of finite analysis, through the Von Mises theory is presented.

The works carried out include the study of the functioning of the system, the adequate selection of the components and their materials which helps us to make calculations that resemble reality, allowing to reach those interested in this research work solid foundations that allow them to inspire to promote this thesis.

Later we present the conclusions that we obtained from the detailed analysis of this system, indicating in a summarized way the maximum efforts produced, the maximum displacements product of these efforts and the safety factor that allows us to confirm that our design is adequate. We also present the recommendations that must be considered to carry out a systematic and adequate design.

Keywords: Reliability, design, maintenance, electromechanical.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

1.1.1. A nivel internacional

ESPAÑA

El uso y desarrollo de redes de tuberías ha tenido una importancia activa en el transporte de fluidos a nivel industrial, lo cual permite al mundo contar con productos de mayor calidad y en constante producción. El planeta ha venido tomando conciencia de la importancia del desarrollo de nuevas tecnologías, y el rol que ello cumple en el mantenimiento y la economía del proceso productivo, este resultado se traduce en incremento de la rentabilidad y ello permite que más inversionistas apuesten por desarrollar proyectos autosustentables en el tiempo con bases teóricas y científicas. Por ello es que percibimos un estudio más detallado de más opciones y encontrar un método común de cálculo. (Gálvez, 2011, p. 29-30)

VENEZUELA

En los países de máximo desarrollo como Estados Unidos, Rusia y Japón se lleva un riguroso control de los principales parámetros de operación de las redes de transporte de fluidos; sin embargo en Latinoamérica también contamos con investigaciones de gran envergadura. Puesto que así, evitamos paradas de emergencias por un mal monitoreo del sistema productivo. Mediante un adecuado diseño de soportes para las líneas de flujo de fluidos podemos disminuir las vibraciones ocasionadas en el sistema producto del continuo trabajo de producción, y con ello disminuir los costos por mantenimientos de emergencias. (Vieira, 2016, p. 17-19)

1.1.2. A nivel nacional

LIMA

El diseño de soportes para redes de tuberías basado en estándares internacionales se ha convertido en una necesidad continua en nuestro país, esto junto con el uso de tecnologías cada vez más innovadoras y el requerimiento de llevar un control estricto del funcionamiento de nuestras

plantas mecánicas mediante el monitoreo de los principales parámetros de operación de nuestro proceso, permite que inversionistas y empresas decidan participar en la subvención de proyectos de investigación que permitan aumentar el nivel de productividad de las plantas pero también que les brinde rentabilidad en el tiempo. (Olivos, 2014. p. 4-6)

HUANCAYO

El transporte de fluidos es uno de los procesos con más auge en los últimos tiempos, que permite la implementación de técnicas predictivas para monitorear el correcto funcionamiento de los equipos en las áreas de planta. Dada la necesidad planteada en nuestro país es que nos centramos en el análisis del comportamiento de componentes dentro del flujo productivo que tengan un valor de criticidad muy alto, como lo son las redes de transporte de fluidos, las cuales se encargan de llevar materia de un lugar a otro. (De la cruz, 2013, p. 12-13)

1.1.3. A nivel local

CAJAMARCA

Cajamarca, es una ciudad donde se vienen operando empresas mineras a tajo abierto que dado a su alta demanda de procesamiento de mineral necesitan mantener un grado de disponibilidad mecánica por encima del 98%, ello nos conduce a desarrollar diseños de redes de transporte de fluido que nos ayude a disminuir y eliminar las paradas de equipos por motivos de vibraciones fuera de control en el sistema, lo cual podría desencadenarse en una falla catastrófica y una posterior parada de planta, generando un riesgo a los trabajadores y cuantiosas pérdidas económicas a la empresa.

La falta de investigaciones para el diseño y cálculo de soportes para tuberías que permitan eliminar el problema de vibraciones es el propósito de este proyecto.

1.2. Trabajos Previos

1.2.1. A nivel internacional

Bentivegna (2015), dado al trabajo de estudio “Diseño Conceptual de un Banco de Ensayos para Flujo Líquido sólido”, en la Universidad Central de Venezuela; se diseñó un banco de ensayos para el estudio isotérmico de una corriente continua de líquido con sólidos en suspensión a través de tuberías, a través de estudios y comparaciones del diámetro, finalmente se concluyó que la estructura cuenta con una geometría robusta que aguanta la colocación de tubería de 50,8 mm de diámetro, de la misma manera que la inclinación puede operar entre 0° y 90°, pero debido a una limitación en la altura solo puede ser útil hasta una inclinación máxima de 35° (p. 12). El diseño de este tipo de banco de pruebas aporta un avance importante en la empresa, ya que se obtendría un equipo original e innovador, lo cual evitaría la contratación a terceros. (p. 70-71)

Gamboa (2008), en su trabajo de investigación “Elaboración del estándar de soportería y detalles típicos de tuberías de las empresas Y & V” en la Universidad Simón Bolívar, Venezuela, realizó un estudio de la empresa, además identificaron los diseños típicos de soportes y detalles típicos en el diseño de tuberías, así como clasificar los diferentes tipos de soportes según su forma para facilitar la elaboración del estándar de soportes de tuberías (p.4). Al mismo tiempo se realizó un estudio minucioso de los soportes, la inclusión de notas generales sobre fabricación y montaje y el cálculo de la carga máxima permisible, el cual constituye una de las características más importantes del estándar y el verdadero valor agregado de este trabajo. (p. 85)

García (2017), en su proyecto de investigación “Construcción de un banco de pruebas de medidores de flujo para el laboratorio de mecánica de fluidos de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña”, en la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, tuvo como principal objetivo realizar diversos análisis; tales como, estudiar el efecto, funcionamiento y las aplicaciones tecnológicas de algunos medidores de flujo, como el tubo Venturi, La Tobera y la placa de Orificio, los cuales su invención se inicia

desde los años 1.800 después de Cristo. La construcción del sistema de medidores de flujo se construyó en fundición de aluminio, soportado por una estructura metálica hecha en tubería cuadrada, dotado de tubería de Policloruro de Vinilo y tubería de aluminio, accesorios (Codos, uniones, machos, hembras, reducción 2 pulgadas a 1 pulgada) y una válvula que permite la conexión de una bomba centrífuga individual, permitiendo así realizar medición de caudal de un fluido para este caso se trabajara con agua, por medio de tres elementos de medida diferentes mencionados anteriormente, los datos obtenidos de los medidores se pueden contrarrestar con el dato arrojado por un Rotámetro de escala 4 – 35 Lt/min, para el registro de las presiones se instalaron cinco manómetros con rangos de 0 a 30 psi que a su vez sirven para el análisis de la relación caudal vs presión. (p. 10-14)

1.2.2. A nivel nacional

Mendoza (2014), en su trabajo de investigación “Diseño hidráulico de un sistema de protección contra incendio para el patio de tanques de almacenamiento de diesel B5 – Unidad minera Toquepala”, en la Universidad Nacional del Callao, plantea un diseño exclusivo para un modelo de lucha contra incendios, este diseño es necesario para los posibles accidentes o escenarios de incendio que pueden llegar a suceder en la zona de almacenamiento de recipientes, logrando de esta forma una manera de brindarnos seguridad, al medio ambiente y también a las instalaciones, la constitución de este modelo de lucha contra incendio se basa en los sistemas descritos como; enfriamiento con aspersores, centros de lucha de incendios, sistemas de bombeo con espuma y agua (p. 15-17). Asimismo, se menciona que el diseño y sistema realizado está enfocado uso y seguimiento de las normas nacionales conocidas como DS 052-93-EM: "Reglamento de seguridad para el almacenamiento de hidrocarburos", además de otras series de reglamentos a nivel internacional conocidos como NFPA, que tienen la finalidad brindarnos seguridad en nuestras instalaciones y trabajos. (p. 87)

1.2.3. A nivel local

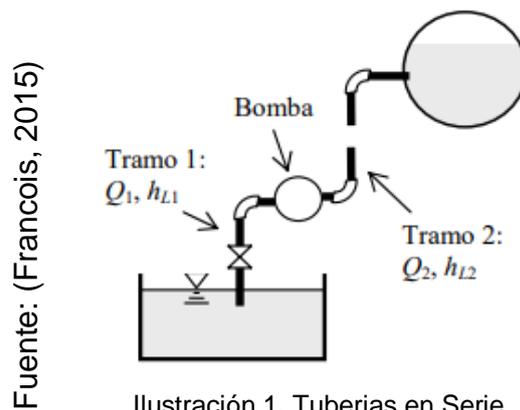
En la actualidad no se cuenta con tesis que sustenten el adecuado diseño y cálculo estructural para soportes de tuberías; ello motiva la implementación y desarrollo de nuestro proyecto.

1.3. Marco teórico

1.3.1. Sistemas de Tuberías

(Francois, 2015) Sistema de tuberías es considerado el mecanismo con mayor frecuencia para el transporte de flujos entre dos puntos. El análisis de fluidos en el modelo de tubos es uno de los más usuales en la ciencia hidrodinámica, debido a que en las actividades en general es muy habitual el uso de sistemas de tuberías. Algunos ejemplos empleados en esta definición son: la distribución de agua y gas en los hogares, modelos de ventilación, los flujos de aire en las tuberías de ventilación, asimismo los flujos de lubricante o gasolina, entre otros. Para realizar el transporte de estos fluidos se necesita elaborar redes de distribución, los cuales se mencionan a continuación:

- Sistemas en serie: Se da cuando el flujo es llevado entre dos puntos con el uso de una sola ruta.



Es así que debemos de tener en cuenta los siguientes principios:

- Los flujos volumétricos tienden a ser iguales en cada sección del tubo o tubería:

$$Q = Q_1 = Q_2 = \dots = Q_i$$

- Además la altura de presión es la suma en todas éstas:

$$h_L = h_{L1} + h_{L2} + \dots = h_{Li}$$

- Tuberías en Paralelo: Se transporta el fluido de un punto a otro por varios caminos. Los caudales de cada rama se suman para obtener el caudal total:

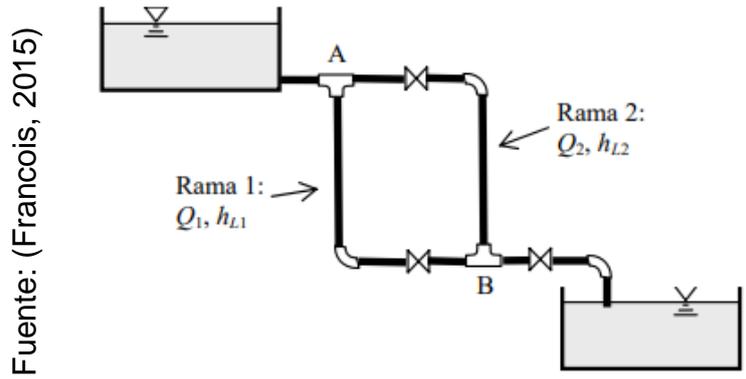


Ilustración 2. Tuberías en Paralelo

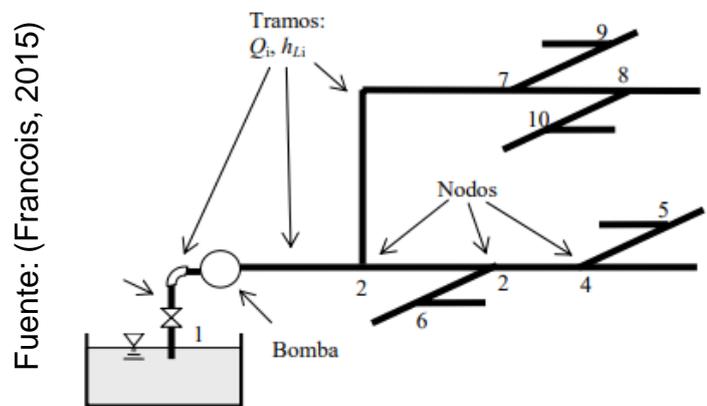
El flujo volumétrico es equivalente a la unión de flujos volumétricos en cada zona:

$$Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_i$$

La altura de presión por lo contrario es la misma:

$$h_L = h_{L1} = h_{L2} = \dots = h_{Li}$$

- Sistema ramificado: Se considera sistema ramificado si es que se transporta el flujo entre uno o más sitios distintos. Normalmente el tipo de tuberías se usan en la mayor parte de los modelos de suministro de fluidos. Este tipo de sistemas, las tuberías al ser divididas en ramas parten de un nodo, estos puntos se forman en cualquier lugar donde se encuentren de dos a más sistemas en la tubería.



En el caso de

Ilustración 3. Tuberías Ramificadas

nodos,

se tiene el cumplimiento de la ley de continuidad:

$$\Sigma Q = 0$$

Entre cada punto, tenemos el cumplimiento de la ley de Bernoulli:

$$\frac{P_i}{\rho g} + \frac{V_i^2}{2g} + z_i + h_{w_{ij}} - h_{L_{ij}} = \frac{P_j}{\rho g} + \frac{V_j^2}{2g} + z_j$$

- **Redes de Tuberías:** Este tipo de sistema es producido cuando se transporta el fluido de un punto hacia diversos puntos por medio de varios caminos. Este tipo de configuración es común en sistemas de acueductos, en donde se forman ramificaciones complicadas formando mallas. Asimismo, cabe mencionar que una de las ventajas de este sistema es que puede mantenerse por sectores en el sistema sin afectar el flujo. (GAMBOA, 2006)

Fuente: (Francois, 2015)

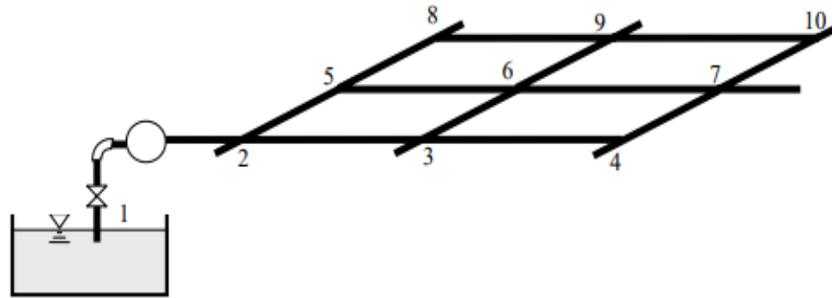


Ilustración 4. Redes de Tuberías

1.3.1.1. Sistemas de tuberías contra incendios

(BLANCO, 2016) Son principalmente los requerimientos y propiedades de los materiales que se utilizan contra los incendios, es decir, se debe tener en cuenta que el flujo del agua se realizará a través de tuberías, la cual estará interconectada entre sí mediante accesorios que por lo general son del mismo material que dicha tubería. Existe gran variedad de materiales, en los cuales se tendrán sus requerimientos especiales y distintos parámetros para su funcionamiento, dichos aspectos se rigen por la NFPA (National Fire Protection Association, 2016). Entre los distintos tipos de tubería que se describe en la NFPA se puede encontrar:

- Tuberías de acero – Soldadas o ranuradas por laminado

En tuberías que manejen presiones hasta de 300 psi, el espesor nominal debe ser: Para tubería de 5" de acuerdo a la cedula 10, tubería de 6"- (3.4mm) tubería de 8" y 10"- (4.78mm), y para tuberías de 12" - (8.38mm).

- Tuberías de acero – Roscadas

En tuberías que manejen presiones hasta de 300 psi el espesor mínimo nominal deberá estar de acuerdo con la cedula, para tubería de diámetro mayor de 8"- cedula 30, y para tubería de diámetro inferior a 8"- cedula 40.

- Tuberías de cobre

Cuando se utiliza tubería de cobre en sistemas de rociadores, el espesor de pared deberá ser tipo K, L, o M. esta denominación de letras en la tubería de cobre indica características del material tales como su presión, su color o el espesor (GAMBOA, 2006)

Norma según el Material:

MATERIALES Y DIMENSIONES	NORMA
<ul style="list-style-type: none">• Tubería ferrosa• Tubería de hierro galvanizado	ASTM A 795
<ul style="list-style-type: none">• Tubería de acero con y sin costura	ANSI/ ASTM A 53
<ul style="list-style-type: none">• Tubería de acero forjado	ANSI/ ASME B
<ul style="list-style-type: none">• Tubería de acero forjado para resistencia eléctrica	ASTM A 135
<ul style="list-style-type: none">• Tubo de cobre sin costura	ASTM B 75
<ul style="list-style-type: none">• Tubo de cobre forjado sin costura y aleaciones de cobre	ASTM B 251
<ul style="list-style-type: none">• Metal de relleno para soldadura con latón	AWS A 5.8
<ul style="list-style-type: none">• Aleaciones para soldar	ASTM B 32

(National Fire Protection Association, 2016)

Ilustración 5. Normas según el material en tuberías de cobre

1.3.2. Análisis Vibracional

1.3.2.1. Vibraciones Mecánicas

Este tipo de sistema de ondas se definen como el vaivén que presenta un cuerpo en torno a su sitio de equilibrio, su principal característica es que es continuo. Estas vibraciones suelen ser buenos o en algunos casos malos, es así que, la forma de trabajo que observamos en un trabajo, o el movimiento que presenta un instrumento de cuerdas, son casos en el que es favorable la vibración. Por otro lado, en algunos equipos o sistemas mecánicos no se desean estas vibraciones, algunos ejemplos son: el exceso de excitación que pueden llegar a presentar las estructuras podría ocasionar el aflojamiento de partes o uniones que en un futuro puedan producir un colapso inesperado en el sistema instalado. (Junta de Extremadura, Consejería de Educación y Empleo, 2016)

Los sistemas mecánicos al ser puestos en funcionamiento son expuestos a una serie de conjunto de fuerzas que varían, son dinámicas y periódicas, tienden a responder con la variación de su posición de reposo y, entonces se dan cambios en la programación que modifican la operación y funcionamiento, presentando así, daños a la persona que opera y reducen el tiempo de vida de la maquinaria y sus elementos. (Ocw.Upm, 2014)

Fuente: (Consejería de educación y empleo - España, 2017)

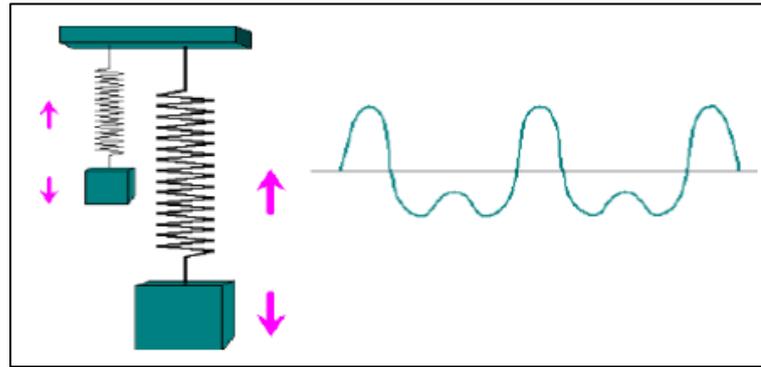


Ilustración 6. Vibración Mecánica

1.3.2.1.1. Clasificación de Vibraciones

Se dividen en libres y forzadas, se denominan autónomos si es que no se presenta acciones exteriores o fuerzas en contacto directo con el modelos en el transcurso del tiempo, al contrario de las forzadas, que son aquellas donde si hay situaciones que estén aplicadas directamente al modelo en el tiempo. (Alave, 2016)

Ambas vibraciones se subdividen, y depende de la presencia o existencia de fuerzas resistivas que logran amortiguar las vibraciones, tales como:

- Sin resistencia; no posee resistividad pasiva a la trayectoria del modelo.
- Con resistencia: se aprecia resistividad a la trayectoria del modelo, o pares disipativas que frenan la trayectoria de vibraciones. (Arciniega, 2016)

1.3.3. Análisis Estructural

1.3.3.1. Teoría de Esfuerzos

Se define esfuerzo a la magnitud de la reacción interna que es originada por un elemento que está accionado externamente.

$$\text{Esfuerzo} = F/A$$

UME típicas del Esfuerzo

SISTEMA	UNIDAD	MÚLTIPLO COMÚN
Internacional	Pascal (Pa=Nw/m ²)	MPa = 10 ⁶ Pa
Inglés	Psi (psi=lbf/plg ²)	Ksi = 1000 psi

mks	Kg/mm ²	Kg/cm ² = 100 Kg/mm ²
Los factores de conversión son: 1 ksi = 6.895 MPa 4.23 psi		
1 kg/cm ² = 14.23 psi		

Tabla 1. UME Típicas del esfuerzo

1.3.3.1.1. Clases de Esfuerzos

- Esfuerzo Normal: Se origina si la acción que se aplica es normal al plano de la fuerza en la otra dirección de la pieza, a este esfuerzo se le denomina esfuerzo normal.
- Esfuerzo Cortante: Se consigue cuando a un elemento se le aplican esfuerzos transversales.

Se produce un alargamiento si es que el elemento sufre un esfuerzo normal o de tensión.

- Comportamiento Elástico: Se da cuando al quitar la acción del elemento, este vuelve a sus medidas originales.
- Comportamiento Plástico: Se da cuando al quitar la fuerza existe un alargamiento permanente.

A continuación, se muestra el obrar común de una elemento de metal que es sometido a un esfuerzo en la dirección del eje y simple.

Fuente: (Instituto Politécnico Nacional, 2013)

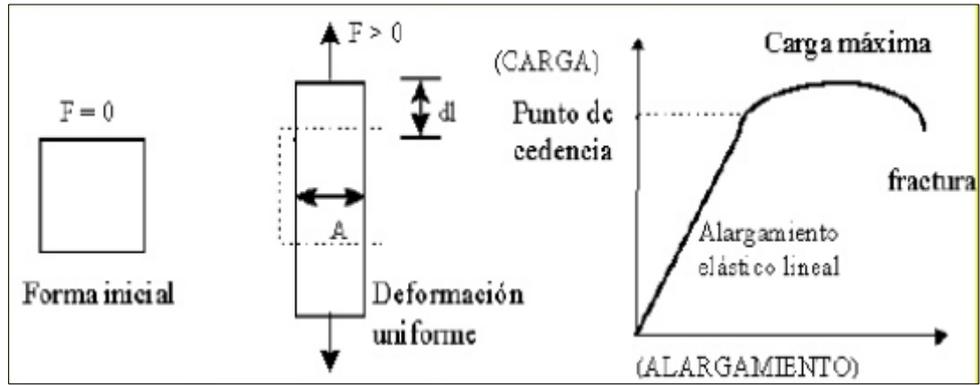


Ilustración 7. Comportamiento de elemento de metal a tensión en la dirección del eje

El cociente proporcional es una constante o módulo de Young, y se define de la siguiente manera:

$$E = \sigma / \varepsilon$$

Donde;

σ = Fuerza por unidad de área

ε = Desplazamiento o deformación

Para conseguir la gráfica de Esfuerzo-deformación de un determinado elemento, se realiza un ensayo de alargamiento a una parte del elemento, ésta es colocada en la maquinaria de prueba que es usada para ubicar la carga en el centro P. (Instituto Politécnico Nacional, 2013)

Es por ello por lo que, al aumentar P , la distancia L se incrementa.

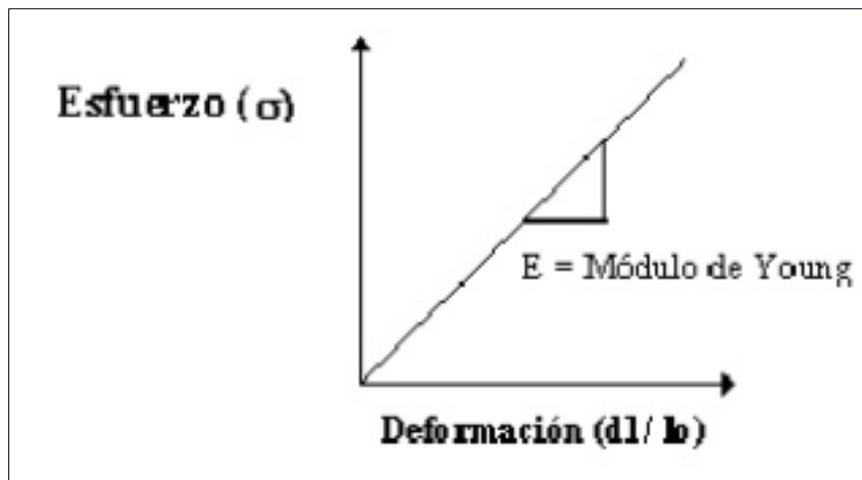


Ilustración 8. Diagrama Esfuerzo-Deformación

1.3.3.2. Esfuerzo de Von Mises

La teoría de tensión de Von Mises es una casi constante equivalente a otras energías. En el campo de la ingeniería estructural se usa como indicador para realizar un excelente diseño para materiales especiales y dúctiles.

Para calcular el esfuerzo de Von Mises se logra mediante y partiendo de los esfuerzos principales en algún punto de elemento deformable, y se da gracias a la siguiente fórmula:

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2}}$$

Siendo $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$, los esfuerzos principales y obteniéndose la fórmula gracias a la energía distorsionar en cuanto a los esfuerzos principales:

$$E_{de f, dist} = \frac{1}{6G} \left[\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2} \right]$$

La teoría dice que cuando la tensión de Von Mises es igual al límite de tensión, el material dúctil empieza a ceder en un lugar. Frecuentemente el, esfuerzo elástico es utilizado como la tensión límite. Aun así, el ordenador nos permite el uso del esfuerzo de ruptura o el establecimiento de su auténtico esfuerzo de tensión.

$$\sigma_{vonMises} \geq \sigma_{limit}$$

El esfuerzo máximo es una característica que depende de cuan caliente está. El valor obtenido del esfuerzo permisible debe tomar en cuenta cuán caliente está el elemento. Del mismo modo, el coeficiente de seguridad en cualquier punto es calculado de la siguiente forma:

$$\text{Factor de seguridad (FDS)} = \sigma_{limit} / \sigma_{vonMises}$$

(SOLIDWORKS, 2010)

Fuente: (CRITERIOS DE FALLA, 2015)

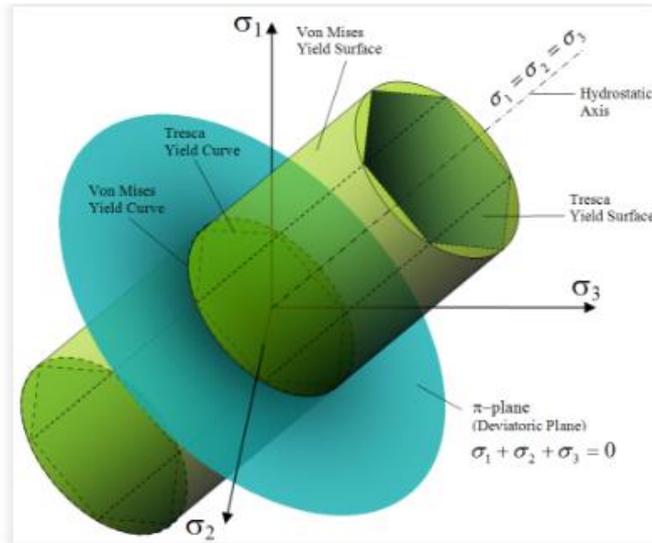


Ilustración 9. Teoría de Von Mises

1.4. Formulación del problema

¿Es posible reducir el nivel de vibraciones en las tuberías mediante el diseño de soportes estructurales en la empresa Maestro Perú SA?

1.5. Justificación

1.5.1. Justificación Económica

La presente tesis se justifica económicamente, debido a que al diseñar los soportes estructurales para las tuberías se reducirán el nivel de vibraciones, lo que originará una identificación de fallas, además de reducción de tiempos en los procesos y un ahorro en gastos por mantenimiento del equipo.

1.5.2. Justificación Social

La presente investigación se justifica socialmente, dado que al reducir los tiempos de mantenimiento se podrá el realizar el trabajo eficientemente, asimismo se disminuirán los mantenimientos correctivos de los equipos y por ende mejorará el proceso en la empresa maestro Perú SA- Cajamarca.

1.5.3. Justificación Técnica

El proyecto en trabajo encuentra la justificación técnica en la necesidad de solucionar un problema real de ingeniería, como lo es las vibraciones mecánicas que parecen en el sistema a causa del proceso de trabajo, vamos a citar maneras de generar ahorros de dinero con la implementación de este sistema de soportes.

1.5.4. Justificación Medioambiental

El presente proyecto se justifica medioambientalmente, puesto que al eliminar las vibraciones en nuestros equipos generaremos ahorro en consumo de energía, asimismo al reducir el número de procesos se permitirá disminuir el consumo de materiales, lo cual desencadena un menor impacto al medio ambiente.

1.6. Hipótesis

Mediante el diseño de soportes estructurales se podrá reducir el nivel de vibraciones de las tuberías en la empresa Maestro Perú SA

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

- Diseñar soportes estructurales para reducir el nivel de vibraciones en las tuberías PCI (Sistema Contraincendios) de la empresa Maestro Perú SA.

1.7.2. Objetivo Específico

- Determinar las condiciones de trabajo del sistema PCI (Sistema Contraincendios) y realizar un cálculo en los soportes estructurales para hallar las fuerzas de trabajo
- Realizar una simulación estructural de los soportes estructurales diseñados mediante software de diseño mecánico, y obtener el factor de seguridad
- Realizar el análisis económico del proyecto

II. Métodos

2.1. Diseño de Investigación

2.1.1. Según su Propósito

Aplicada: Es aplicada porque al diseñar los soportes estructurales para tuberías busca cambiar el problema y reducir los niveles de vibraciones en la empresa Maestro Perú SA - Cajamarca

2.1.2. Según su Investigación

Experimental: Ex experimental porque se manipulará de manera intencional la variable para medir su efecto, tal es el caso de los soportes estructurales para tuberías y su efecto en el nivel de vibraciones.

2.2. Variables, Operacionalización

2.2.1. Variable Independiente

Soportes estructurales para tuberías

2.2.2. Variable Dependiente

Nivel de Vibraciones

2.2.3. Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de medición
Independiente: Diseño de soportes estructurales	Es un ensamblaje de miembros o elementos independientes para conformar un cuerpo único y cuyo objetivo es brindar solución (cargas y forma) en cierto. (Estructuras.eia.edu , 2014)	Es en donde descansará la estructura a construir y los esfuerzos resistidos por estos serán transmitidos por las tuberías.	Esfuerzos de Von Mises Factor de seguridad	MPa adimensional
Dependiente: Nivel de Vibraciones	Se define como los movimientos oscilatorios de un cuerpo alrededor de un punto de referencia y se pueden producir por efecto del propio funcionamiento de una máquina o un equipo. (Izarra, 2016)	Es la variación de una oscilación mecánica en torno a una posición de referencia de un equipo.	Frecuencia Tiempo	Hz s

Tabla 2. Operacionalización de Variables

2.3. Población y Muestra

2.3.1. Población

Todo el sistema de red de tuberías contraincendios de la Empresa Maestro SA Cajamarca

2.3.2. Muestra

Seis tramos de tuberías contraincendios de dos metros cada uno de la Empresa Maestro SA Cajamarca.

2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad

2.4.1. Técnica de Recolección de Datos

- Observación Directa
- Entrevistas a las personas expertas en el área
- Notas de Campo

- Análisis documental (formatos, tesis, papers)

2.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos

- Recolección de Notas de Campo
- Guía de entrevistas
- Registro de Observación

2.5. Métodos de Análisis de Datos

2.6. Aspectos Éticos

Se contará con el permiso correspondiente de la empresa Maestro Perú SA para poder realizar las pruebas del diseño de estructuras de tuberías y para poder analizar el efecto de los niveles de vibraciones. Asimismo, se utilizará el programa SolidWorks 2017 para el diseño de componentes y encajes de estructuras necesarios para su realización.

Del mismo modo, para procesar los datos recopilados de las entrevistas, se procederá a hacer será una transcripción de la información obtenida por cada una de las entidades entrevistadas y se obtendrá una recopilación de lo más importantes.

III. RESULTADOS

3.1 Cálculo estructural de los soportes estructurales diseñados y obtención del factor de seguridad

Vamos a presentar el diseño elaborado como punto de partida, desde allí vamos a iniciar para realizar los cálculos estructurales.

Fuente: Elaboración propia

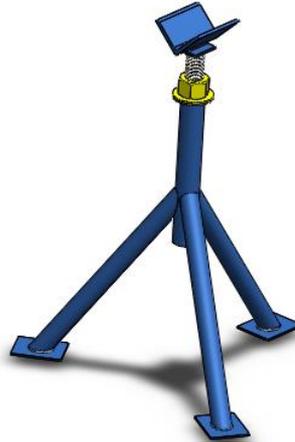


Ilustración 10. Soporte estructural para tuberías

Actualmente, se cuenta con tuberías de 3" SCH40 para el sistema de tuberías de lucha contra incendio instalado. El arreglo actual con el cual se cuenta es el siguiente:

Fuente: Elaboración propia



Ilustración 11. Soporte estructural actual para PCI (Sistema Contra incendios)

Tal como observamos, **este arreglo presenta una separación de 3mts** entre soportes además de tener soportes muy simples que no permiten un descanso adecuado para las tuberías instaladas.

La norma ANSI/MSS SP-69, nos indica que la separación máxima que deben presentar los soportes instalados para tuberías de acero es de $10ft = 3m$, sin embargo si tenemos en cuenta un factor de seguridad de 1.5, tendremos que la longitud máxima de separación es $2m$, tal como mostramos en el siguiente arreglo:

Fuente: Elaboración propia

PIPE SUPPORT SPACING		
A. Maximum spacing for horizontal piping:		
<u>Type of Pipe</u>	<u>Size</u>	<u>Maximum Spacing</u>
Steel	1 in. to 1-1/4 in.	7 ft.
	1-1/2 in. and smaller	6 ft.
	1-1/2 in. to 2 in.	8 ft.
	2 in. and larger	10 ft.
	2-1/2 in. to 3 in.	10 ft.
	4 in.	14 ft.
	5 in. and larger	15 ft.

Ilustración 12. ANSI/MSS SP-69. Espaciamientos Soportes PCI

El arreglo de soportes estructurales se muestra como sigue (instalación de tramo cada $2m$):

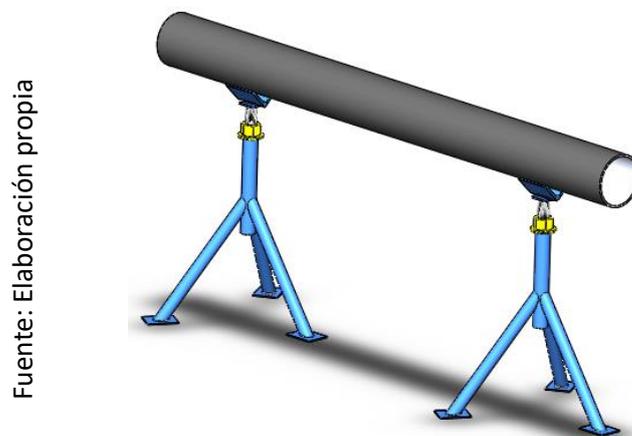


Ilustración 13. Presentación arreglo de soportes

Según las recomendaciones del manual INDESCO, los soportes para tuberías deben de cumplir como mínimo con las siguientes características:

Fuente: (INDESCO, 83)

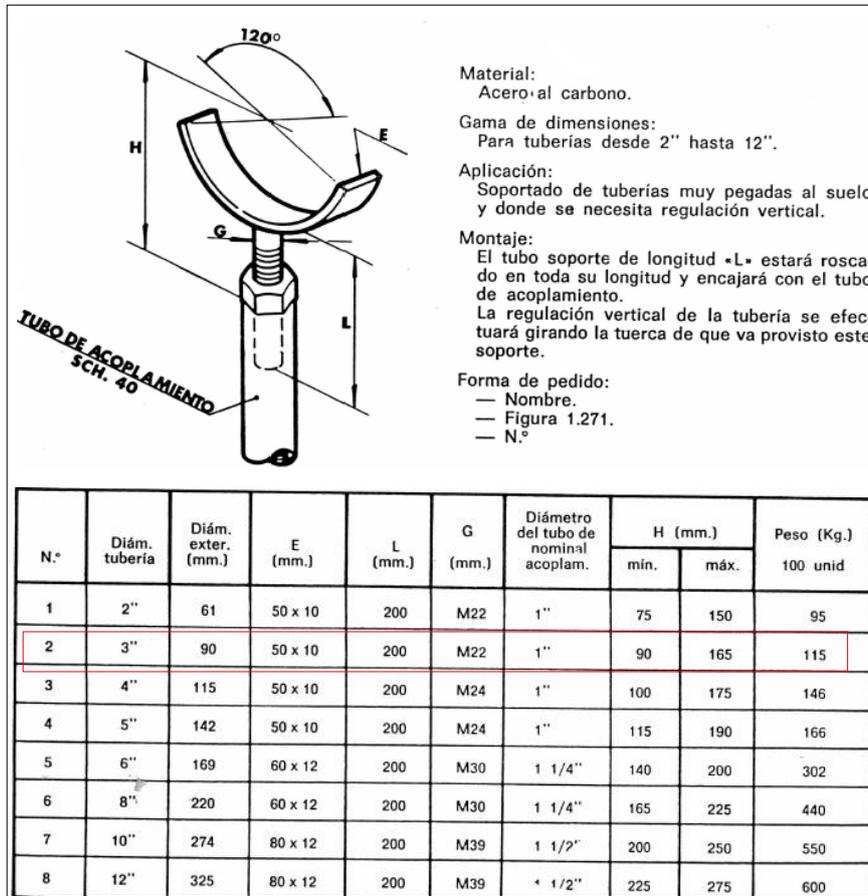


Ilustración 14. Presentación arreglo de soportes

Nuestro diseño, cumple con las exigencias mínimas de este manual, por lo cual podemos proseguir con los cálculos.

3.2.1. Recolección de datos principales del sistema

Según el manual "AISC Steel Manual 14th edition" conocemos la manera de calcular el momento máximo en la viga:

Fuente: Elaboración propia	Altitud de trabajo	2750m
	Temperatura ambiente (máx/mín)	28°C / -5°C
	Presión atmosférica promedio	503mmHg

Tabla 3. Magnitudes de Operación

Fuente: Elaboración propia	Presión de operación en la cámara	73 psi
	Presión del sistema agua - espuma	85 psi
	Caudal del sistema agua - espuma	93 psi
	Caudal de agua necesario	90 gpm
	Diámetro nominal de tubería	3 inch
	Cantidad de espuma requerida (AFFF)	99 gal

Tabla 4. Presión de operación en la cámara



TUBERIA DE ACERO AL CARBONO
API 5L / ASTM A53 / A106

www.vemacero.com

Diámetro Nominal NPS		Diámetro Exterior Real		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		ASTM A53 PRESION DE PRUEBA			
Pulgadas in.	Milímetros mm.	(in.)	mm.	Pulgadas (in.)	Milímetros (mm.)	Weight Class	Schedule	lb/pie	kg/m	Grado A		Grado B	
										psi	Kg/cm2	psi	Kg/cm2
1/2	15	0.840	21.3	0.109	2.77	STD	40	0.85	1.27	700	49	700	49
				0.147	3.73	XS	80	1.09	1.62	850	60	850	60
3/4	20	1.050	26.7	0.113	2.87	STD	40	1.13	1.69	700	49	700	49
				0.154	3.91	XS	80	1.47	2.20	850	60	850	60
1	25	1.315	33.4	0.133	3.38	STD	40	1.68	2.50	700	49	700	49
				0.179	4.55	XS	80	2.17	3.24	850	60	850	60
1-1/4	32	1.660	42.2	0.140	3.56	STD	40	2.27	3.39	1200	84	1300	91
				0.191	4.85	XS	80	3.00	4.47	1800	127	1900	134
1-1/2	40	1.900	48.3	0.145	3.68	STD	40	2.72	4.05	1200	84	1300	91
				0.200	5.08	XS	80	3.63	5.41	1800	127	1900	134
2	50	2.375	60.3	0.154	3.91	STD	40	3.65	5.44	2300	162	2500	176
				0.218	5.54	XS	80	5.02	7.48	2500	176	2500	176
2-1/2	65	2.875	73	0.203	5.16	STD	40	5.79	8.63	2500	176	2500	176
				0.276	7.01	XS	80	7.66	11.41	2500	176	2500	176
				0.375	9.52	-	160	-	-	2500	176	2500	176
				0.552	14.02	XXS	-	-	-	2500	176	2500	176
3	80	3.500	88.9	0.125	3.18	-	-	4.51	6.72	1290	91	1500	105
				0.156	3.96	-	-	5.57	8.29	1600	112	1870	131
				0.188	4.78	-	-	6.65	9.83	1920	136	2260	159
				0.216	5.49	STD	40	7.58	11.29	2220	156	2500	176
				0.250	6.35	-	-	8.68	12.93	2500	176	2500	176
4	100	4.500	114.3	0.281	7.14	-	-	9.66	14.40	2500	176	2500	176
				0.300	7.62	XS	80	10.25	15.27	2500	176	2500	176
				0.125	3.18	-	-	5.84	8.71	1000	70	1170	82
				0.156	3.96	-	-	7.24	10.78	1250	88	1460	103
				0.188	4.78	-	-	8.66	12.91	1500	105	1750	123
5	125	5.563	141.3	0.219	5.56	-	-	10.01	14.91	1750	123	2040	143
				0.237	6.02	STD	40	10.79	16.07	1900	134	2210	155
				0.250	6.35	-	-	11.35	16.90	2000	141	2330	164
				0.281	7.14	-	-	12.66	18.87	2250	158	2620	184
				0.312	7.92	-	-	13.98	20.78	2500	176	2800	197
				0.337	8.56	XS	80	14.98	22.32	2700	190	2800	197
				0.438	11.13	-	120	19.00	28.32	2800	197	2800	197
				0.531	13.49	-	160	22.51	33.54	2800	197	2800	197
				0.674	17.12	XXS	-	27.54	41.03	2800	197	2800	197
				6	150	6.625	168.3	0.188	4.78	-	-	10.79	16.09
0.219	5.56	-	-					12.50	18.61	1420	100	1650	116
0.258	6.55	STD	40					14.62	21.77	1670	117	1950	137
0.281	7.14	-	-					15.85	23.62	1820	128	2120	149
0.312	7.92	-	-					17.50	26.05	2020	142	2360	166
0.344	8.74	-	-					19.17	28.57	2230	157	2600	183
6	150	6.625	168.3	0.375	9.52	XS	80	20.78	30.94	2430	171	2800	197
				0.188	4.78	-	-	12.92	19.27	1020	72	1190	84
				0.219	5.56	-	-	14.98	22.31	1190	84	1390	98
				0.250	6.35	-	-	17.02	25.36	1360	96	1580	111
				0.280	7.11	STD	40	18.97	28.26	1520	107	1780	125
				0.312	7.92	-	-	21.04	31.32	1700	120	1980	139
				0.344	8.74	-	-	23.08	34.39	1870	131	2180	153
				0.375	9.52	-	-	25.02	37.28	2040	143	2380	167
				0.432	10.97	XS	80	28.57	42.56	2350	165	2740	193
				0.562	14.27	-	120	36.39	54.20	2800	197	2800	197
0.719	18.26	-	160	45.35	67.56	2800	197	2800	197				
0.864	21.95	XXS	-	53.16	79.22	2800	197	2800	197				

Tabla 5. Peso de la tubería SCH40

3.2.2. Cálculo de fuerzas en soportes

Vamos a calcular ahora las fuerzas que están presentes en los soportes debido al peso de la tubería, de tal forma que podamos encontrar los esfuerzos en los mismos y el factor de seguridad deseado.

El peso de las tuberías de 3" SCH40 para un tramo de 1m es de 11.29Kg, por tanto, para el tramo de 2m tenemos un peso de 22.58Kg.

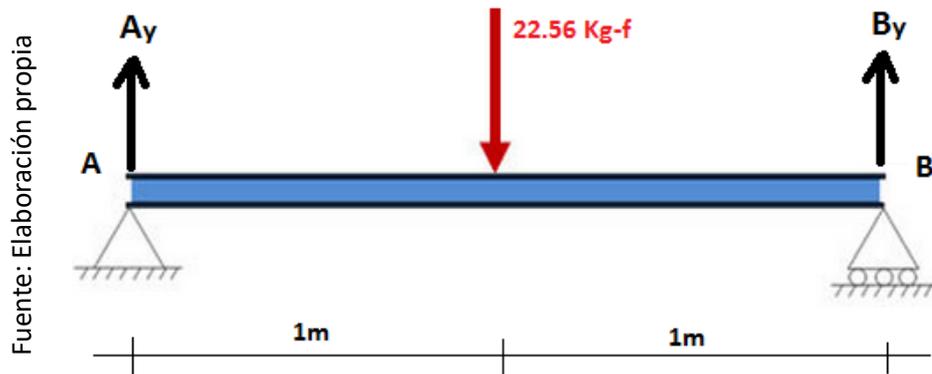


Ilustración 15. Arreglo 2D de soportes para 01 tramo de tubería

$$\sum M_B = 0 = 22.58(1) - A_y(2)$$

$$A_y = 11.29 \text{ Kg} - f = 110.64 \text{ N}$$

$$A_y + B_y = 22.58 \text{ Kg} - f = 221.28 \text{ N}$$

$$110.64 + B_y = 221.28$$

$$\Rightarrow B_y = 110.64 \text{ N}$$

Con ello, podemos proseguir a realizar el análisis de elementos finitos y hallar el factor de seguridad que nos dará información si nuestro diseño es el adecuado.

3.3. Análisis de elementos finitos, mediante el software Solidworks

3.3.1.1. Análisis de elementos finitos soporte base

A continuación vamos a presentar el esquema 3D de la estructura en análisis:

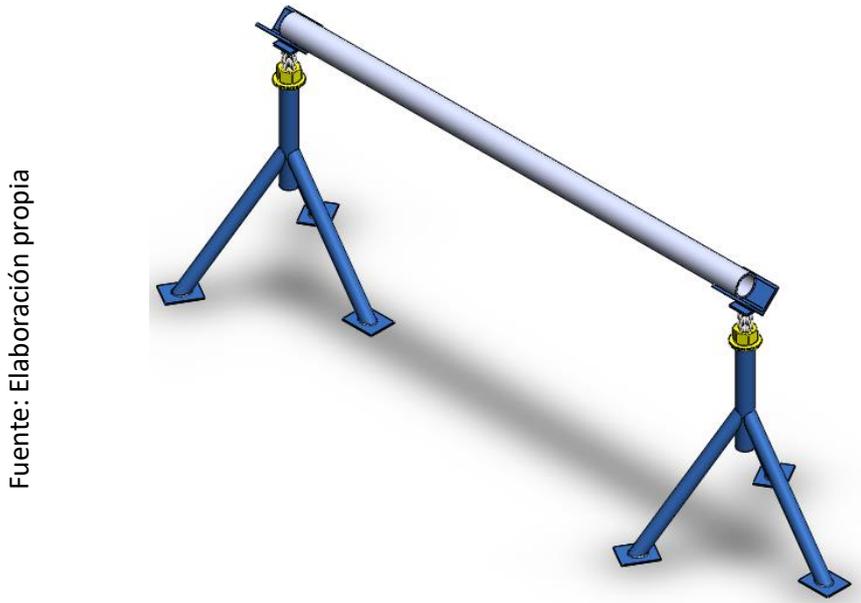


Ilustración 16. Arreglo 3D de soportes para 01 tramo de tubería

3.3.1.2. Diagrama de cuerpo libre

A continuación presentamos el diagrama de cuerpo libre del soporte estructural:

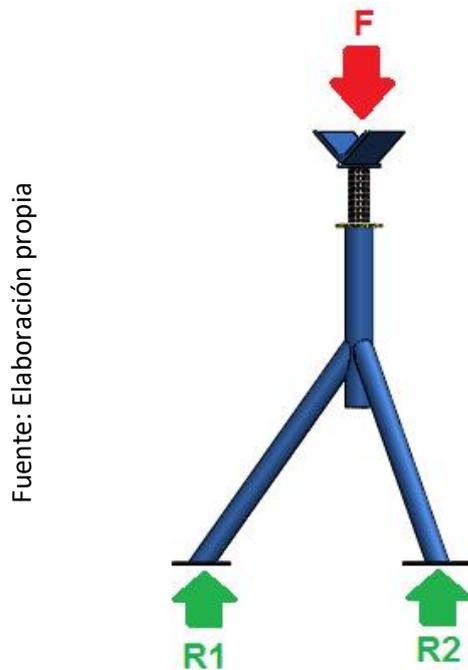


Ilustración 17. Diagrama de cuerpo libre para soporte de tubería

3.3.1.3. Análisis de Tensiones de Von Mises

Vamos a mostrar a continuación las consideraciones generales que se tuvieron en cuenta para este análisis:

Condiciones iniciales:

- Fijación: En las bases inferiores de los soportes
- Contacto: Global, entre la tubería y ambos soportes
- Fuerza: Peso del fluido, en este caso agua y distribuida a lo largo de la tubería

Propiedades del material:

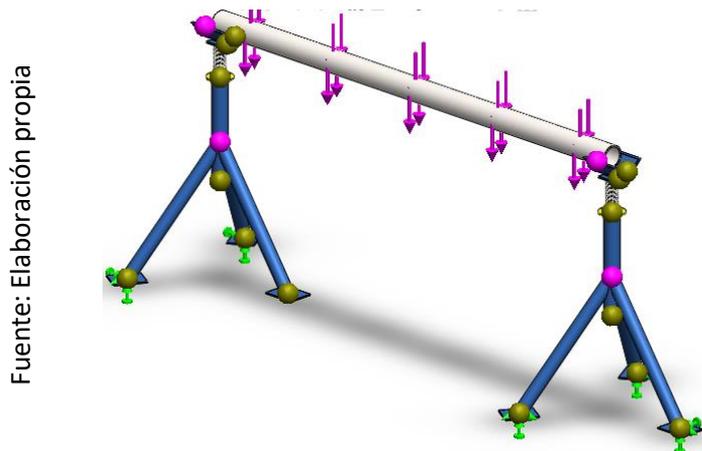
Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2.1e+11	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.28	N/D
Módulo cortante	7.9e+10	N/m ²
Densidad de masa	7800	kg/m ³
Límite de tracción	399826000	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico	220594000	N/m ²
Coefficiente de expansión térmica	1.3e-05	/K
Conductividad térmica	43	W/(m·K)

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 18. Propiedades del material

Ahora, procedemos con el análisis estático.

Esquema configurado con fuerzas y fijación de elementos:



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 19. Esquema de Estructura

Mallado del elemento principal de la estructura en análisis:

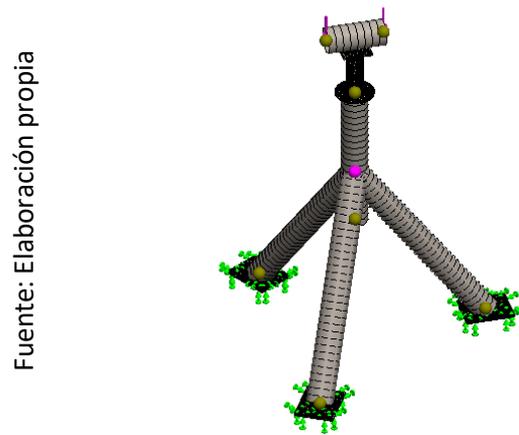


Ilustración 20. Mallado del elemento estructural

Análisis de tensiones de Von Mises del soporte de tubería:

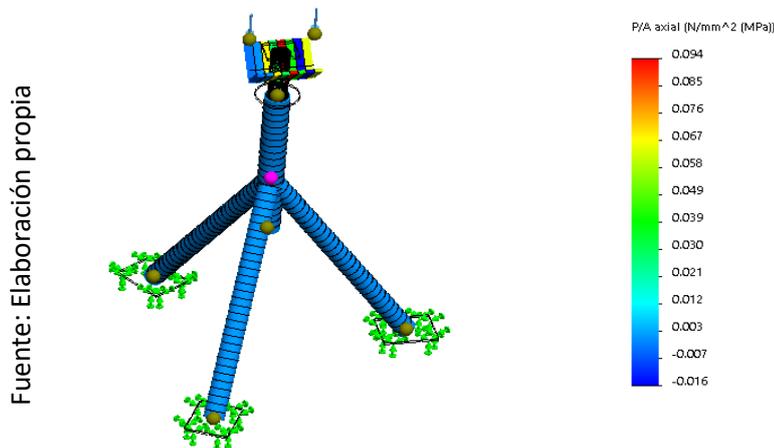


Ilustración 21. Análisis de tensiones de Von Mises del soporte de tubería

Como podemos observar, la tensión de Von Mises máxima producida es de 0.094Mpa, mucho menor al límite elástico de 221MPa. Con lo cual podemos concluir que la estructura no fallará por tensiones elevadas.

Análisis de desplazamientos en el soporte de tubería:

Fuente: Elaboración propia

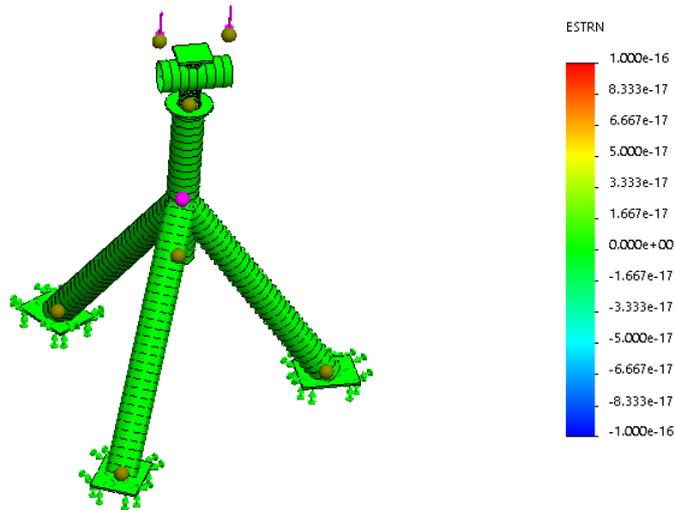


Ilustración 22. Análisis de desplazamientos en el soporte de tubería

Como podemos observar, el diseño no presenta deformaciones apreciables, las cuales no sobrepasan el valor de $1.7e - 17mm$

3.3.1.4. Análisis de factor de seguridad

Ahora vamos a ver qué sucede al realizar el análisis de factor de seguridad:

Fuente: Elaboración propia

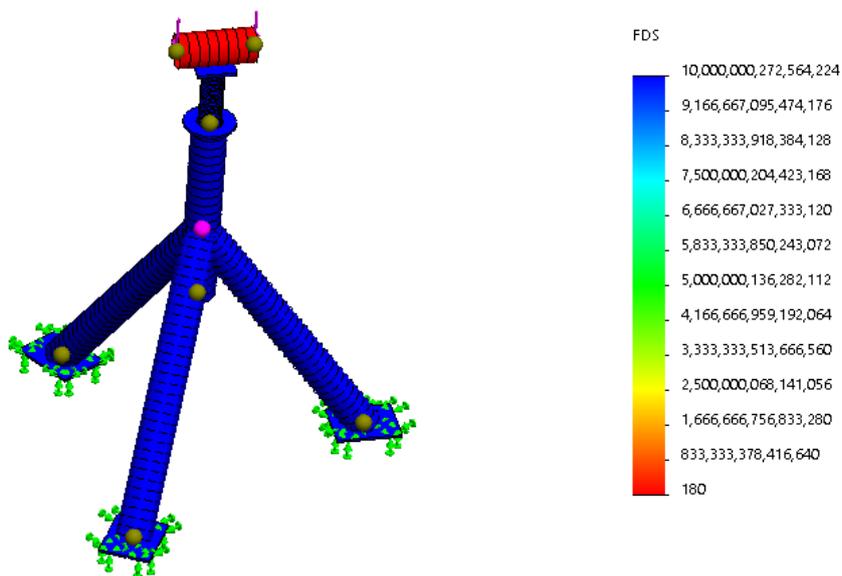


Ilustración 23. Análisis de factor de Seguridad

Observamos que el factor de seguridad mínimo es de 180, factor extremadamente bueno para este tipo de trabajo y teniendo en cuenta que la estructura está diseñada para todo tipo de tuberías, pudiendo de esta manera ser reusada en otros trabajos cuando se crea conveniente.

3.3.1.5. Análisis de fuerzas cortantes

Vamos a realizar el análisis de fuerzas cortantes de la estructura diseñada, teniendo en cuenta la simplificación 2D del modelo:

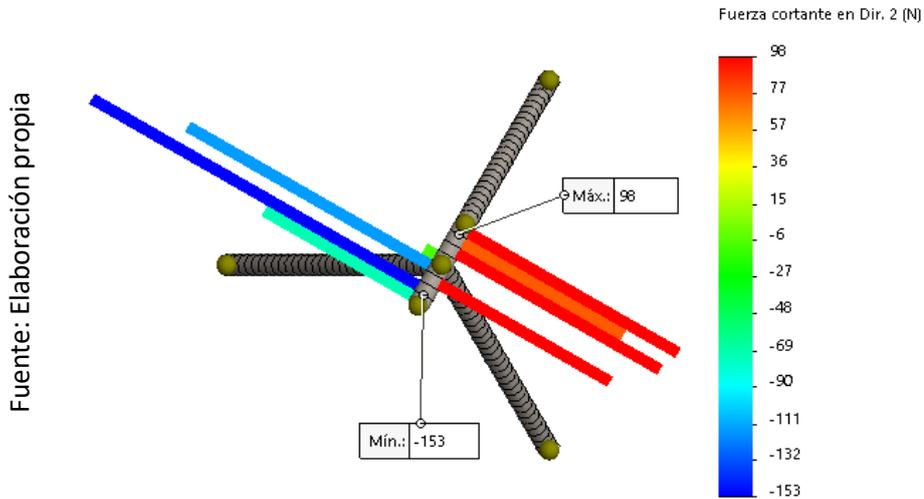


Ilustración 24. Análisis de fuerzas cortantes

3.3.1.6. Análisis de momentos flectores

Vamos a realizar el análisis de momentos flectores de la estructura diseñada, teniendo en cuenta la simplificación 2D del modelo:

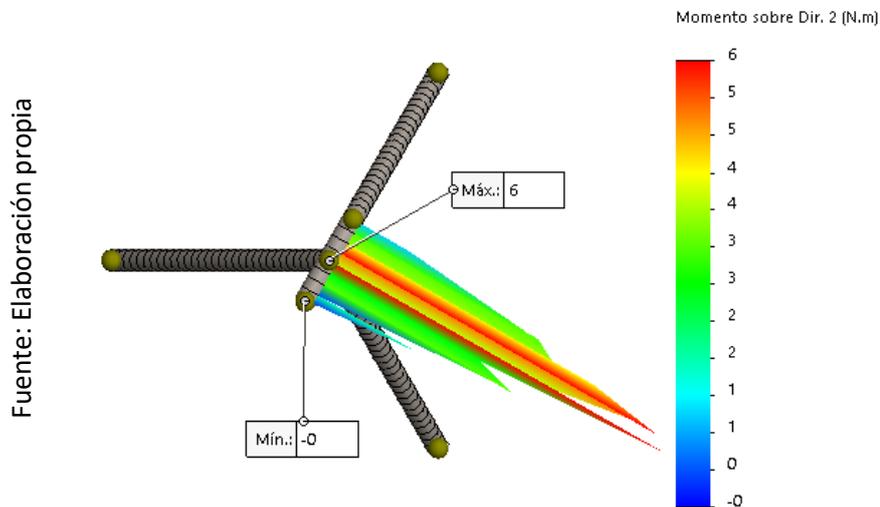


Ilustración 25. Análisis de momentos flectores

3.4. Análisis económico y financiero del proyecto

3.4.1. Análisis y determinación de la localización óptima del proyecto

La localización óptima para nuestro proyecto será la ciudad de Cajamarca, donde se está teniendo un importante crecimiento económico al tener mayor inversión por los proyectos mineros que empiezan a desarrollar en nuestra localidad. Esta locación es también elegida puesto que no existen antecedentes de empresas que hayan desarrollado una máquina como la presentada en esta tesis. Además la materia prima requerida en esta ciudad es de fácil acceso, dado que se basa básicamente en aceite hidráulico para el funcionamiento del destorquador.

3.4.2. Análisis y determinación del tamaño óptimo del proyecto

Vamos a proyectar un estimado de 06 tramos de tuberías de 02 metros cada uno, y se proyecta un óptimo uso de los recursos al contar con personal calificado y de primer nivel.

3.4.3. Ingeniería del proyecto

Para la elaboración de esta máquina se necesita de:

1. 02 personas operativas (armador y soldador)
2. 01 supervisor del proyecto
3. Materiales indicados en el presupuesto del presente análisis

La instalación se debe de realizar en el área de bombas y se debe de seguir al 100% el diseño elaborado y mostrado en los planos de detalle del presente proyecto.

3.4.4. Presupuesto de fabricación del Soporte estructural

Costos de elementos de máquina						
Item	Cant.	UME	Descripción	Factor Util.	PU (S/.)	PT (S/.)
01	1	Und	Tubería de 4" SCH40	1	\$ 80.00	\$ 80.00
02	1	Und	Espárrago de 1mts	1	\$ 50.00	\$ 50.00
03	1	Und	Tuerca para espárrago	1	\$ 10.00	\$ 10.00
04	1	Und	Elementos estructurales varios	1	\$ 40.00	\$ 40.00
05	1	Glb	Soldadura y fabricación	1	\$ 75.00	\$ 75.00
06	1	Glb	Pernería	1	\$ 30.00	\$ 30.00
07	1	Glb	Gastos generales	1	\$ 32.00	\$ 32.00
Total						\$ 307.00

Tabla 5. Presupuesto de Fabricación del soporte estructural

El costo de inversión comparado con el costo de uno de estos soportes adquiridos en el mercado es del 39% menos (valor referencial S/500.00)

3.4.5. Análisis de retorno de inversión

Partimos de la inversión a realizar de S/307.00 en la fabricación de cada soporte para tubería y teniendo en cuenta que se usarán 20 soportes reduciendo el nivel de vibración de manera considerable se tiene:

Mes	Costo de fabricar soportes de tuberías	Rentabilidad mensual	ROI
ene-19	\$ 6,140.00	\$ 80,000.00	
feb-19	\$ 6,140.00		
mar-19	\$ 6,140.00		
abr-19	\$ 6,140.00		
may-19	\$ 6,140.00		
jun-19	\$ 6,140.00		
jul-19	\$ 6,140.00		
ago-19	\$ 6,140.00		
sep-19	\$ 6,140.00		
oct-19	\$ 6,140.00		
nov-19	\$ 6,140.00		
dic-19	\$ 6,140.00		
Anual	\$ 73,680.00	\$ 80,000.00	1.08

Tabla 6. Análisis de retorno de inversión

Ahora analizamos el retorno de inversión:

Este valor de 1.08 nos indica que si iniciamos el proyecto en enero del próximo año, tendremos un retorno de inversión para el mismo mes; es decir, a partir de este mes empezaremos a tener utilidad neta que validará nuestra inversión inicial.

IV. CONCLUSIONES

1. Los cálculos obtenidos nos permitieron obtener un buen diseño, ello se logra siguiendo todos los pasos especificados en la presente tesis, además seleccionaron perfiles estructurales acero al carbono no aleado para los cálculos.
2. Tenemos un factor de seguridad mínimo de 180, más que adecuado para nuestros fines debido a que no es un trabajo crítico bajo las condiciones adecuadas
3. Tenemos un factor de seguridad mínimo de 180, más que adecuado para nuestros fines debido a que no es un trabajo crítico bajo las condiciones adecuadas
4. Al analizar las deformaciones mediante análisis de elementos finitos, determinamos un valor máximo de $1.6e - 16mm$, el cual por encontrarse en la zona elástica retornará a su valor inicial de reposo
5. Al analizar las deformaciones mediante análisis de elementos finitos, determinamos un valor máximo de $1.6e - 16mm$, el cual por encontrarse en la zona elástica retornará a su valor inicial de reposo
6. Hemos hallado una fuerza cortante máxima de $98N$
7. Hallamos un momento flector máximo de $9Nm$
8. Tenemos un retorno de inversión de 1.08 que se da en el primer mes de trabajo, lo cual es un factor importante para la alta dirección al momento de tomar la decisión.

V. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda seguir los pasos de diseño y el dimensionamiento indicado en el presente trabajo
2. Se recomienda seguir los estándares indicados en el manual técnico "AISC Steel Manual 14th edition"
3. El dimensionamiento y cálculo es adecuado para un material acero al carbono no aleado
4. El factor de seguridad ha sido calculado mediante el uso de los materiales indicados, por lo que si los modificamos podríamos variar este factor, lo cual podría traer problemas al momento de la operación y trabajo
5. Los esfuerzos y deformaciones máximas halladas son válidas para las consideraciones halladas en esta investigación, por tanto recomendamos no cambiar los materiales citados.

VI. REFERENCIAS

- ABN Pipe Systems. 2017.** abnpipesystems.com. [En línea] 2017.
http://www.abnpipesystems.com/wp-content/uploads/2018/03/AF-CT-FIRE-DEF_06.03.pdf.
- Academia JC Ponzano. 2017.** jcponzano.com. [En línea] 2017.
http://jcponzano.com/wp-content/uploads/2017/02/1-FORMULARIO_VIBRACIONES.pdf.
- Alave, Milagros. 2016.** SlideShare. *SlideShare*. [En línea] 28 de Marzo de 2016. [Citado el: 17 de Junio de 2018.]
<https://es.slideshare.net/dannaalavehuanca/vibraciones-mecanicas-60118001>.
- Arciniega, Jorge. 2016.** *Vibraciones Mecánicas*. Victoria de Durango : s.n., 2016.
- AUXCOM98. 2017.** www.auxcom98.com. [En línea] 2017.
<http://www.auxcom98.com/download/Catalogo%20Auxcom98.pdf>.
- BENTIVEGNA, Gustavo. 2015.** *Diseño conceptual de un banco de ensayos para flujo líquido - sólido*. Caracas : s.n., 2015.
- BLANCO, Miguel. 2016.** repository.ucatolica.edu.co. [En línea] 2016.
<http://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/13961/4/TRABAJO%20DE%20GRADO%20RCL.pdf>.
- BOLIVAR, Luis. 2017.** es.slideshare.net. [En línea] 2017.
<https://es.slideshare.net/LuisHumbertoBolivarm/vibraciones-mecnicas>.
- BULLA, Héctor. 2004.** redalyc.org. [En línea] 2004.
<http://www.redalyc.org/pdf/2390/239017799004.pdf>.
- C.A., KAINOS. 2018.** www.kainos.com.ve. [En línea] 2018.
<http://www.kainos.com.ve/proteccion-incendios/tuberias-para-sistemas-contraincendios/>.
- CHIN, Jose. 2017.** scribd.com. [En línea] 2017.
<https://es.scribd.com/document/353624348/VIBRACIONES-MECANICAS-1-pdf>.
- Consejería de educación y empleo - España. 2017.** www.educarex.es. [En línea] 2017.

https://www.educarex.es/pub/cont/com/0055/documentos/10_Informaci%C3%B3n/02_Fichas_generales/Vibraciones_mecanicas.pdf.

CRITERIOS DE FALLA. 2015. criteriosdefalla.blogspot.pe. [En línea] 2015. <http://criteriosdefalla.blogspot.pe/2015/09/distorsion-maxima-von-mises.html>.

De la cruz, Jonathan. 2013, p. 12-13. repositorio.uncp.edu.pe. [En línea] 2013, p. 12-13. http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/193/FIM-13_418.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

EcuRed. 2017. EcuRed. [En línea] 2017. <https://www.ecured.cu/Cultivador>.

Estructuras.eia.edu. 2014. Estructuras.eia.edu. *Estructuras.eia.edu*. [En línea] Julio de 2014. [Citado el: 01 de Junio de 2018.] <http://estructuras.eia.edu.co/estructuras/conceptos%20fundamentales/conceptos%20fundamentales.htm>.

Francois, Jean. 2015. *Flujo en Sistemas de Tuberías*. s.l. : ULA, 2015.

Gálvez, Daniel. 2011, p. 29-30. oa.upm.es. [En línea] 2011, p. 29-30. http://oa.upm.es/7753/1/DANIEL_GALVEZ_CRUZ.pdf.

GAMBOA, Juan. 2006. *Elaboración del Estándar de soportería y detalles típicos de tuberías de las empresas Y & V*. Sartenejas : s.n., 2006.

GARCÍA, Ricardo y FLOREZ, Eder. 2017. Revistas Ufpso.Edu. [En línea] 22 de Junio de 2017. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwizpuq3vafbAhVSuVkkHTw6B-kQFgguMAE&url=http%3A%2F%2Frevistas.ufpso.edu.co%2Findex.php%2Fingenio%2Farticle%2Fdownload%2F414%2F277&usg=AOvVaw3ed4Uy_ViPzqcZ2TegWR9d.

IDEARA, SL. 2014. idearainvestigacion.es. [En línea] 2014. https://idearainvestigacion.es/wp-content/uploads/2014/10/GUIA_vibraciones-mecanicas_final_baixa-calidade.pdf.

Instituto Politécnico Nacional. 2013. SCRIBD. *SCRIBD*. [En línea] 30 de Diciembre de 2013. [Citado el: 6 de Julio de 2018.] <https://es.scribd.com/document/194668214/A-Teoria-de-Esfuerzos>.

Izarra, Carlos Alberto Cermola. 2016. SCRIBD. *SCRIBD*. [En línea] Septiembre de 2016. [Citado el: 30 de Mayo de 2018.] <https://es.scribd.com/doc/54079974/DEFINICION-DE-LAS-VIBRACIONES>.

Junta de Extremadura, Consejería de Educación y Empleo. 2016. Educarex. *Educarex*. [En línea] Agosto de 2016. [Citado el: 1 de Julio de 2018.] https://www.educarex.es/pub/cont/com/0055/documentos/10_Informaci%C3%B3n/02_Fichas_generales/Vibraciones_mecanicas.pdf.

Maulén, José. 2005. Universidad de Barcelona. [En línea] 2005. http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/1129/JMA_TESIS.pdf.

MENDOZA, Lesly. 2014. Repositorio Unac. [En línea] Setiembre de 2014. http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/340/LeslyEdith_Tesis_titulo_profesional_2014.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

MERUANE, Viviana. 2017. viviana.meruane.com. [En línea] 2017. http://viviana.meruane.com/me4701_p.

MORALES, Javier. 2015. repositorio.utp.edu.co. [En línea] 2015. <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/5418/532053M828.pdf?sequence=1wnloads/414-1479-1-PB.pdf>.

Ocw.Upm. 2014. *Teoría de las vibraciones mecánicas*. España : s.n., 2014.

Olivos, Omar. 2014. p. 4-6. cybertesis.uni.edu. [En línea] 2014. p. 4-6. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjUkPb1qrnCAhUM0VMKHQQ3AZ0QFggzMAE&url=http%3A%2F%2Fcybertesis.uni.edu.pe%2Fbitstream%2Funi%2F4435%2F1%2Folivios_lo.pdf&usg=AOvVaw0v2JuCNPui31sXoE7p5qAV.

PREFIRE. 2018. blog.prefire.es. [En línea] 2018. <https://blog.prefire.es/2015/07/tuberia-de-acero-galvanizada-en-instalaciones-contra-incendios-por-agua-o-mezcla-aguaespumogeno/>.

SOLIDWORKS. 2010. solidworks.com. [En línea] 2010. http://help.solidworks.com/2010/spanish/solidworks/cworks/legacyhelp/simulation/checking_stresses/prot_vonm.html.

U-Cursos. 2018. www.u-cursos.cl. [En línea] 2018. https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2010/2/ME4701/1/material_docente/.

UGR. 2017. ugr.es. [En línea] 2017. <http://www.ugr.es/~aulavirtualpfcicq/descargas/documentos/BOMBAS%20Y%20TUBERIAS.pdf>.

VASQUEZ, Optaciano. 2017. fisica2ficunasam.zonalibre.org. [En línea] 2017. <http://fisica2ficunasam.zonalibre.org/CAPITULO%20II%20VIBRACIONES%20%20%20MECANICAS%2029%20de%20mayo%202008.pdf>.

Vieira, Johann. 2016, p. 17-19. 159.90.80.55. [En línea] 2016, p. 17-19. <http://159.90.80.55/tesis/000172732.pdf>.

ANEXOS

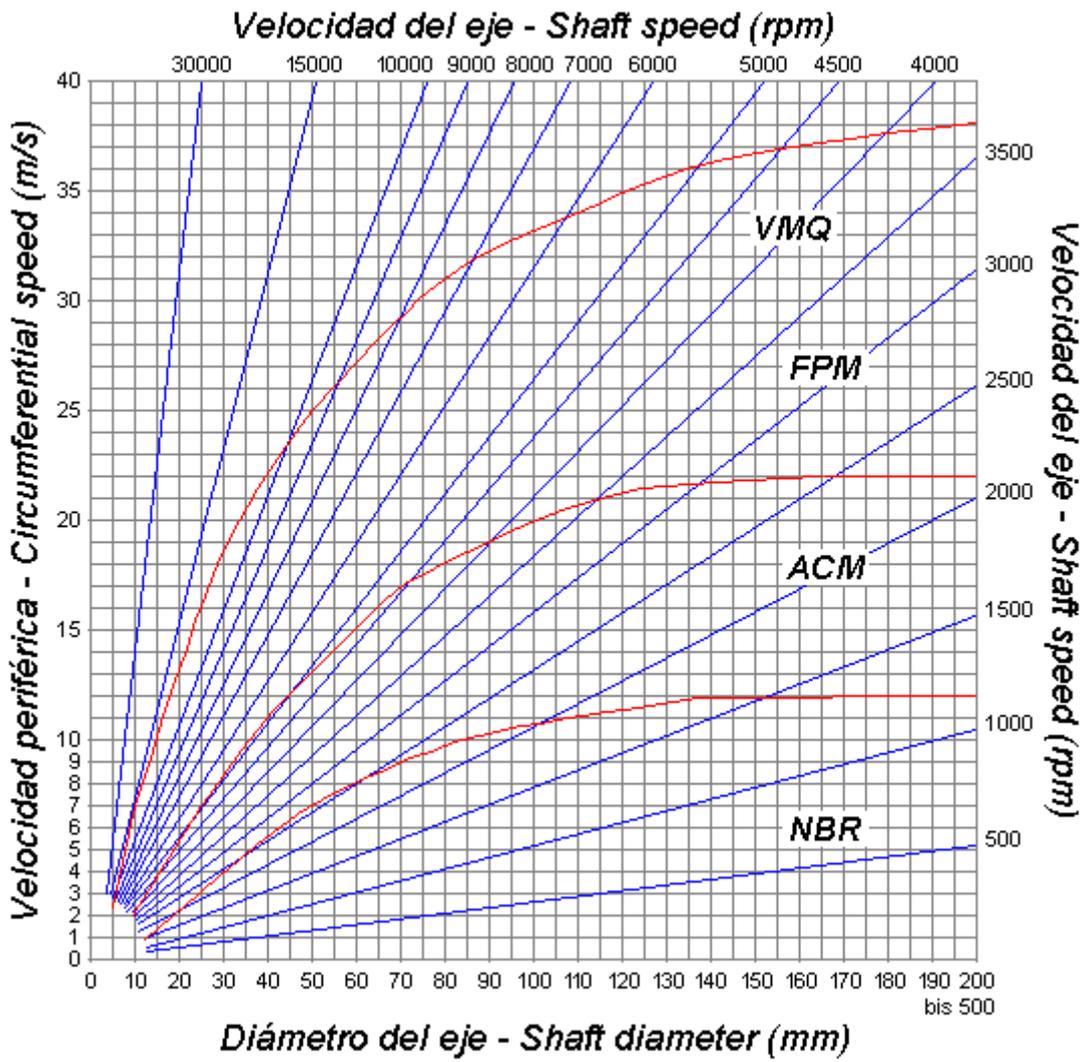
Anexo Nº 01: Tolerancias en rodamientos



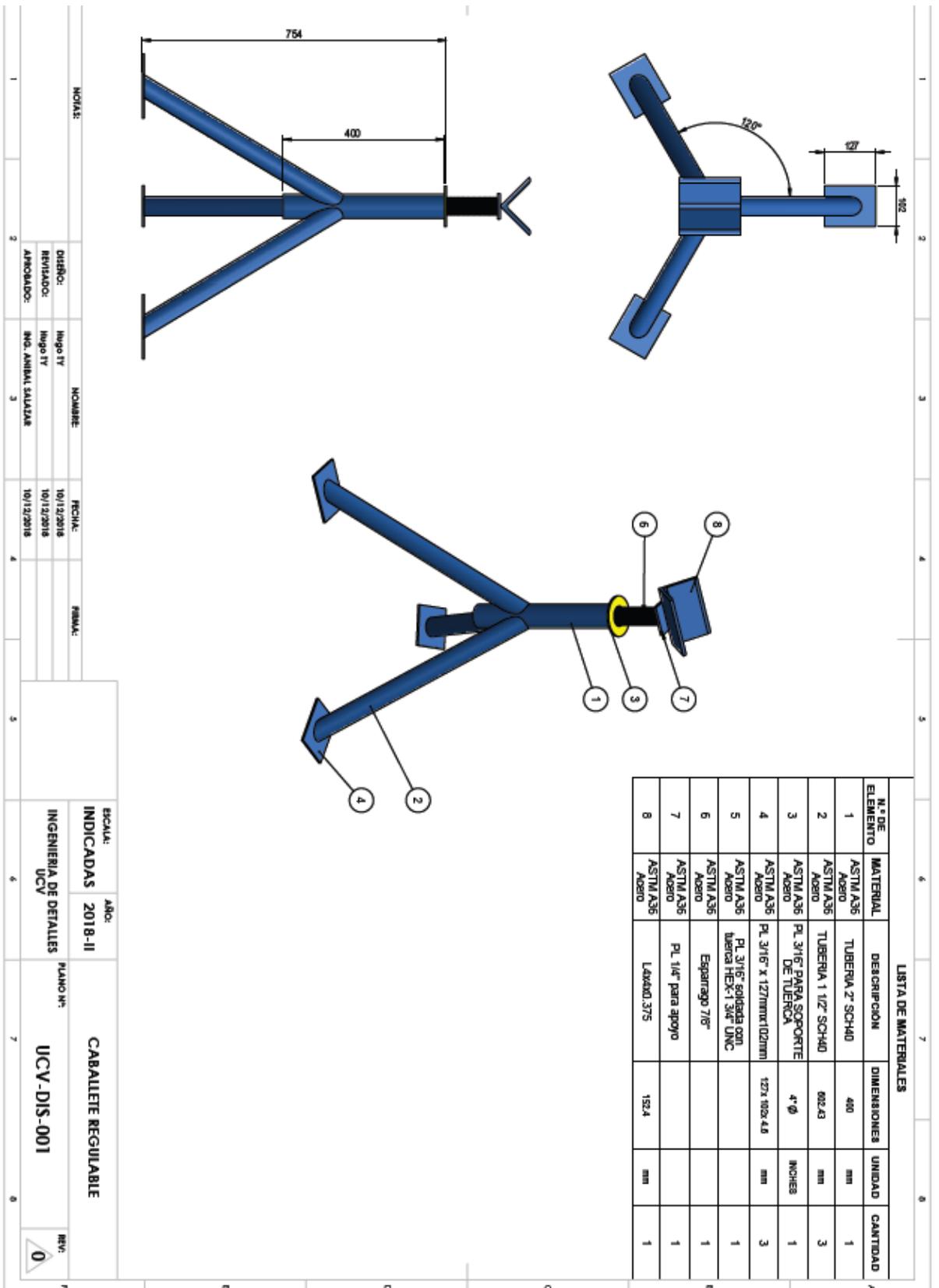
TABLA 4. LÍMITES DEL JUEGO INTERNO RADIAL. RODAMIENTOS DE RODILLOS ESFÉRICOS. DIÁMETRO INTERIOR CILÍNDRICO

Diámetro interior (Nominal)		Diámetro interior cilíndrico						Reducción del RIC sugerida debido a la instalación		RIC sugerido posterior a la instalación
		Norma C0		C1		C5				
		Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.			
Más de	Incluye	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
in	in	in	in	in	in	in	in	in	in	in
20	30	0,015	0,025	0,04	0,055	0,075	0,095	0,015	0,02	0,015
0,9449	1,1811	0,0006	0,001	0,0016	0,0022	0,003	0,0037	0,0006	0,0008	0,0006
30	40	0,015	0,03	0,045	0,06	0,08	1	0,02	0,025	0,015
1,1811	1,5748	0,0006	0,0012	0,0018	0,0024	0,0031	0,0039	0,0008	0,001	0,0006
40	50	0,02	0,035	0,055	0,075	0,1	0,125	0,025	0,03	0,02
1,5748	1,9685	0,0008	0,0014	0,0022	0,003	0,0039	0,0049	0,001	0,0012	0,0008
50	65	0,02	0,04	0,065	0,09	0,12	0,15	0,03	0,038	0,025
1,9685	2,5591	0,0008	0,0016	0,0026	0,0035	0,0047	0,0059	0,0012	0,0015	0,001
65	80	0,03	0,05	0,08	0,11	0,145	0,18	0,038	0,051	0,025
2,5591	3,1496	0,0012	0,002	0,0031	0,0043	0,0057	0,0071	0,0015	0,002	0,001
80	100	0,035	0,06	0,1	0,135	0,18	0,225	0,046	0,064	0,036
3,1496	3,9370	0,0014	0,0024	0,0039	0,0053	0,0071	0,0089	0,0018	0,0025	0,0014
100	120	0,04	0,075	0,12	0,16	0,21	0,26	0,051	0,071	0,051
3,9370	4,7244	0,0016	0,003	0,0047	0,0063	0,0083	0,0102	0,002	0,0028	0,002
120	140	0,05	0,095	0,145	0,19	0,24	0,3	0,064	0,089	0,056
4,7244	5,5118	0,002	0,0037	0,0057	0,0075	0,0094	0,0118	0,0025	0,0035	0,0022
140	160	0,06	0,11	0,17	0,22	0,28	0,35	0,076	0,102	0,066
5,5118	6,2992	0,0024	0,0043	0,0067	0,0087	0,0111	0,0138	0,003	0,004	0,0022
160	180	0,065	0,12	0,18	0,24	0,31	0,39	0,076	0,114	0,061
6,2992	7,0866	0,0026	0,0047	0,0071	0,0094	0,0122	0,0154	0,003	0,0045	0,0024
180	200	0,07	0,13	0,2	0,26	0,34	0,43	0,089	0,127	0,071
7,0866	7,8740	0,0028	0,0051	0,0079	0,0102	0,0134	0,0169	0,0035	0,005	0,0028
200	225	0,08	0,14	0,22	0,29	0,38	0,47	0,102	0,14	0,076
7,8740	8,8582	0,0031	0,0055	0,0087	0,0114	0,0145	0,0185	0,004	0,0055	0,003
225	250	0,09	0,15	0,24	0,32	0,42	0,52	0,114	0,152	0,089
8,8582	9,8425	0,0035	0,0059	0,0094	0,0126	0,0165	0,0205	0,0045	0,006	0,0035
250	280	0,1	0,17	0,26	0,35	0,46	0,57	0,114	0,165	0,102
9,8425	11,0236	0,0039	0,0067	0,0102	0,0138	0,0181	0,0224	0,0045	0,0065	0,004
280	315	0,11	0,19	0,28	0,37	0,5	0,63	0,127	0,178	0,102
11,0236	12,4016	0,0043	0,0075	0,011	0,0146	0,0197	0,0248	0,005	0,007	0,004
315	355	0,12	0,2	0,31	0,41	0,55	0,69	0,14	0,19	0,114
12,4016	13,9764	0,0047	0,0079	0,0122	0,0161	0,0217	0,0272	0,0055	0,0075	0,0045
355	400	0,13	0,22	0,34	0,45	0,6	0,75	0,152	0,203	0,127
13,9764	15,7480	0,0051	0,0087	0,0134	0,0177	0,0236	0,0295	0,006	0,008	0,005
400	450	0,14	0,24	0,37	0,5	0,66	0,82	0,165	0,216	0,152
15,7480	17,7165	0,0055	0,0094	0,0146	0,0197	0,026	0,0323	0,0065	0,0085	0,006
450	500	0,14	0,26	0,41	0,55	0,72	0,9	0,178	0,229	0,165
17,7165	19,6850	0,0055	0,0102	0,0161	0,0217	0,0283	0,0354	0,007	0,009	0,0065
500	560	0,15	0,28	0,44	0,6	0,78	1	0,203	0,254	0,178
19,6850	22,0472	0,0059	0,011	0,0173	0,0236	0,0307	0,0394	0,008	0,01	0,007
560	630	0,17	0,31	0,48	0,65	0,85	1,1	0,229	0,279	0,203
22,0472	24,8031	0,0067	0,0122	0,0189	0,0256	0,0335	0,0433	0,009	0,011	0,008
630	710	0,19	0,35	0,53	0,7	0,92	1,19	0,254	0,305	0,203
24,8031	27,9528	0,0075	0,0138	0,0209	0,0276	0,0362	0,0469	0,01	0,012	0,008
710	800	0,21	0,39	0,58	0,77	1,01	1,3	0,279	0,336	0,229
27,9528	31,4961	0,0083	0,0154	0,0228	0,0303	0,0398	0,0512	0,011	0,014	0,009
800	900	0,23	0,43	0,65	0,86	1,12	1,44	0,305	0,381	0,252
31,4961	35,4331	0,0091	0,0169	0,0256	0,0339	0,0441	0,0567	0,012	0,015	0,01
900	1000	0,26	0,48	0,71	0,93	1,22	1,57	0,336	0,432	0,279
35,4331	39,3701	0,0102	0,0189	0,028	0,0368	0,048	0,0618	0,014	0,017	0,011

Anexo Nº 02: Cálculo de velocidad de ejes



1. Plano del soporte



NOTAS:		NOMBRE:		FECHA:		FIRMAS:	
DISEÑO:		Hugo IV		10/12/2018			
REVISADO:		Hugo IV		10/12/2018			
APROBADO:		ING. ANIBAL SALAZAR		10/12/2018			
		3		4		5	
						6	
						7	
						8	
						9	
						10	

ESCALA:		ABO:		PLANO N.º	
INDICADAS		2018-II		UCV-DIS-001	
INGENIERIA DE DETALLES		UCV		REV: 0	

Anexo N° 03: Reporte de cálculo de análisis de elementos finitos



Descripción

Análisis de estructura de soporte para tuberías del sistema PCI.

Simulación de SOPORTE DE TUBERIAS

Fecha: viernes, 02 de noviembre de 2018

Diseñador: Hugo Tongo

Nombre de estudio: Análisis estático 1

Tipo de análisis: Análisis estático

Tabla de contenidos

Descripción.....	
Suposiciones.....	
Información de modelo	
Propiedades de estudio	
Unidades	
Propiedades de material.....	
Cargas y sujeciones.....	
Definiciones de conector	
Información de contacto.....	
Información de malla.....	
Detalles del sensor	
Fuerzas resultantes.....	
Vigas 65	
Resultados del estudio.....	
Conclusión.....	

1. Material del soporte Acero ASTM A36

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2.1e+11	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0,28	N/D
Módulo cortante	7.9e+10	N/m ²
Densidad de masa	7800	kg/m ³
Límite de tracción	399826000	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico	220594000	N/m ²
Coefficiente de expansión térmica	1.3e-05	/K
Conductividad térmica	43	W/(m·K)

MATRIZ ACEROS ESPECIALES SACK (versión 1.1)							
SACK Todo un mundo en Acero www.sack.cl		Descripción					
Tipo Acero	Clasificación según normas Internacionales	Composición Química	Resistencia	Maquinado	Soldadura	Ductilidad	Tratamiento Térmico
Acero SAE 1020	AISI C1020 UNI C20 UNE F112 SS 1450 BS 050 A 20 ; 055 M15 AFNOR AF42 C20 ; XC 25 DIN C22	C 0,20 % Mn 0,45 % P 0,03 % S 0,05 %	Bajo contenido de C, tienen una resistencia a la tracción relativamente baja y no deben escogerse cuando las piezas sean requeridas a grandes esfuerzos.	Este acero no se maquina con facilidad por lo tanto deben evitar usar cuando las piezas a elaborar necesiten un acabado fino superficial.	Este acero no presenta dificultades al soldarse por los medios comunes, siendo recomendable su uso en piezas construidas estructuralmente, que incluso involucren mecanizados.	Este acero sirve para numerosas piezas forjadas, estampadas o embutidas Ej: herramientas agrícolas, pernos de baja resistencia etc.	Mejora su dureza sometendolo a un aumento superficial del contenido de C mediante cementación y temple al agua o aceite, también es posible mejorar su comportamiento mecanico mediante Lam en frio.
Acero SAE 1045	AISI C1045 UNI C45 UNE F114 SS 1650 BS 080 A 47 AFNOR AF65 C45 DIN CK45	C 0,46 % Mn 0,75 % P 0,03 % S 0,05 %	Acero contenido medio de C, prop. mecánicas elevadas usado frecuentemente cuando se desea mayor dureza por tratamiento térmico o por trabajo en frio.	Bueno en maquinado, usados para piezas maquinadas directamente de barras, es posible lograr acabados superficiales de calidad y no ofrece complicaciones a las herramientas de corte.	Puede ser soldado por la mayoría de los metodos comerciales, pero debe tener cuidado con el enfriamiento de las piezas de lo contrario las zonas de unión tienden a quedar demasiado fragiles.	Debido al aumento en C este acero posee menor ductibilidad. Es posible forjar y estampar piezas, obteniéndose resultados con mayor resistencia mecánica.	Es posible aumentar su dureza mediante el templeado, pudiéndose este efectuar al agua o al aceite. Si las piezas son de formas delicadas se recomienda normalizar antes del tratamiento termico evitando asi posibles deformaciones.
Acero bonificado SAE 4140	AISI 4140 BS 708 M40 DIN 42 CrMo4 JIS SCM BS 708 M40	C 0,40 % Mn 0,87 % P 0,03 % S 0,04 % Si 0,25 % Cr 0,95 % Mo 0,20 %	Estos Aceros son utilizados para fabricar piezas de alta resistencia a la tracción, compresión y torsión.	Este acero se comporta muy bien en el acabado superficial y debido al % de Cr que posee, su resistencia a la corrosión es notoriamente mayor.	No recomendable para producir piezas mediante aporte de soldadura, las zonas cercanas a los cordones de unión tienden a templarse por lo tanto aumenta la fragilidad.	Buenos resultados con piezas estampadas y embutidas, solo realizando estos procesos en caliente. Recomendable en piezas forjadas y aconsejable en elaboración de herramientas.	Gran templeabilidad tanto en capas superficiales como en el nucleo. Para obtener mayor dureza deben ser cementados y templados al aceite. Recomendado para piezas de tamaño mediano.
Acero bonificado SAE 4340	AISI 4340 UNI 40 NiCrMo 7 BS 817 M 40 DIN 34CrNiMo 6 JIS SCM	C 0,40 % Mn 0,87 % P 0,03 % S 0,04 % Si 0,25 % Cr 0,95 % Mo 0,20 % Ni 1,82 %	Acero aleado de alta resistencia, buen comportamiento frente a exigencias de tracción, compresión, flexión, torsión y buena resistencia a la corrosión.	Es posible alcanzar acabados superficiales de gan calidad. Debe evitarse el sobrecalentamiento debido a su alta templeabilidad ya que lo endurece rápidamente.	Debe evitarse la soldadura en estos aceros, la problemática se genera en la alta templeabilidad, que tiende a cristalizar el material.	Estos aceros no presentan problemas con piezas forjadas o dobladas en caliente. Se utilizan en la Fab. de Herramientas.	Es posible aumentar su resistencia mecánica, mediante cementación y templeado en aceite. Estos aceros tienen una alta templeabilidad en el núcleo y en las capas superficiales.

Propiedades mecanicas	Acero 1045	Acero 1020
Rango Dureza (HB)	170 / 190	110 / 130
Lím de Elástico mín. (Kg/mm2)	400	27
Resist a la tracción (Kg/mm2)	68,7	40 / 45
Alargamiento (%) min	> 15	20
Estado de suministro	Lam en caliente	Lam en caliente

Propiedades mecanicas	Acero 4340	Acero 4140
Dureza estado bonificado (HB)	300 / 350	270 / 305
Lím de Fluencia (Kg/mm2)	60 / 74	60 / 74
Resist a la tracción (Kg/mm2)	95 / 105	95 / 105
Alargamiento (%)	10 / 18	10 / 18

*Acero suministrado en estado de bonificación, cifras garantizadas para diámetros hasta 510mm

FICHA TÉCNICA

Presentación	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Longitud (mm)
Bobinas	1.5 a 12.0	1000, 1200, 1220	—
Láminas Cortadas	1.5 a 9.0	1000, 1200, 1220	2000, 3000, 6000
Planchas	4.5 a 50.0	1829	6096
		2438	6096
Lámina Alfajor	2.0 a 6.0	1000, 1220	2000, 3000, 6000
Decapado y Acelado	1.50 a 3.5	1000, 1200, 1220	—

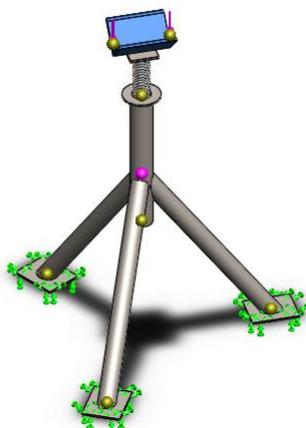
PROPIEDADES MECÁNICAS

Calidad	Norma	Designación	Fluencia	Resistencia	Elongación	Usos
Comercial	ASTM A 1011	SAE 1006	—	—	—	Ornamentación, tubo no-estructural, autopartes
		SAE 1008				
Estructural	ASTM A 36	A 36	250 MPa	400 - 550 MPa	23 % min	Estructuras metálicas, tubos, autopartes
	ASTM A 1011	SS GRADO 50	340 MPa	450 MPa	17 % min	Acero de alta resistencia superior al A36
	ASTM A 572	SS GRADO 50	345 MPa	450 MPa	21 % min	Acero de alta resistencia superior al A36
	ASTM A 588	TS > 70	345 MPa	485 MPa	21 % min	Acero de alta resistencia con resistencia a la corrosión. Fabricación de puentes
Alta presión	JIS 3116	SG 30 - SG 295	295 MPa	440 MPa	26 % min	Recipientes metálicos para gases licuados o comprimidos
	JIS 3116	SG 33 - SG 325	325 MPa	490 MPa	22 % min	
	ASTM 283	GRADO C	305 MPa	380 - 515 MPa	25 % min	Tanques de almacenamiento

COMPOSICIÓN QUÍMICA

Calidad	Norma	C	Mn	Si	P	S
Comercial	ASTM A 1011 SAE 1006	0.08 max	0.45 max	0.030 max	0.035 max
	ASTM A 1011 SAE 1008	0.10 max	0.50 max	0.030 max	0.035 max
Estructural	ASTM A 36	0.26 max	0.80 - 1.20	0.40 max	0.040 max	0.050 max
	ASTM A 1011 SS GRADO 50	0.25 max	1.35 max	0.035 max	0.040 max
	ASTM A 572 SS GRADO 50	0.23 max	1.35 max	0.40 max	0.040 max	0.050 max
	ASTM A 588*	0.19 max	0.80 - 1.25	0.30 - 0.65	0.040 max	0.050 max
Alta presión	JIS 3116 SG 30 - SG 295	0.20 max	1.00 max	0.35 max	0.040 max	0.040 max
	JIS 3116 SG 33 - SG 325	0.20 max	1.50 max	0.55 max	0.040 max	0.040 max
	ASTM 283 GRADO C	0.24 max	0.90 max	0.40 max	0.035 max	0.040 max

* Ni: 0.40 max, Cr: 0.40-0.65, V: 0.02-0.10, Cu: 0.25-0.40



Nombre del modelo: SOPORTE DE TUBERIAS

Configuración actual: Predeterminado

Sólidos

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
<p>MatrizC3[2]</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.482394 kg Volumen:6.14515e-05 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:4.72746 N</p>	<p>C:\\Hugo\\Diseño\\adjustable-stand-for-pipes-1.snapshot.3\\ESTRUCTURA SOPORTE.SLDPRT Nov 2 15:31:27 2018</p>
<p>Saliente-Extruir2</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.482394 kg Volumen:6.14515e-05 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:4.72746 N</p>	<p>C:\\Hugo\\Diseño\\adjustable-stand-for-pipes-1.snapshot.3\\ESTRUCTURA SOPORTE.SLDPRT Nov 2 15:31:27 2018</p>
<p>MatrizC3[1]</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.482394 kg Volumen:6.14515e-05 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:4.72746 N</p>	<p>C:\\Hugo\\Diseño\\adjustable-stand-for-pipes-1.snapshot.3\\ESTRUCTURA SOPORTE.SLDPRT Nov 2 15:31:27 2018</p>

<p>Saliente-Extruir1</p> 	Sólido	<p>Masa:0.227323 kg Volumen:2.89583e-05 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:2.22776 N</p>	<p>C:\\Hugo\\Diseño\\adjustable-stand-for-pipes-1.snapshot.3\\ESTRUCTURA SOPORTE.SLDPRT Nov 2 15:31:27 2018</p>
<p>Saliente-Extruir1</p> 	Sólido	<p>Masa:0.241197 kg Volumen:3.07257e-05 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:2.36373 N</p>	<p>C:\\Hugo\\Diseño\\adjustable-stand-for-pipes-1.snapshot.3\\ESTRUCTURA SOPORTE.SLDPRT Nov 2 15:31:27 2018</p>
<p>Cortar-Extruir1</p> 	Sólido	<p>Masa:4.14058 kg Volumen:0.000527462 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:40.5777 N</p>	<p>C:\\Hugo\\Diseño\\adjustable-stand-for-pipes-1.snapshot.3\\ESTRUCTURA SOPORTE.SLDPRT Nov 2 15:31:27 2018</p>
Sólidos de viga:			
Nombre de documento y referencia	Formulación	Propiedades	Ruta al documento/Fecha de modificación
<p>Viga-1(Cortar-Extruir1)</p> 	Viga – Sección transversal uniforme	<p>Estándar de sección-ansi inch/Pipe (standard, S40)/P2 Área de sección: 0.000693245m² Longitud:400mm Volumen:0.000277298m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:2.17679kg Peso:21.3325N</p>	<p>C:\\Hugo\\Diseño\\adjustable-stand-for-pipes-1.snapshot.3\\ESTRUCTURA SOPORTE.SLDPRT Nov 2 15:31:27 2018</p>

<p>Viga-2(MatrizC1[1])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección- Área de sección: 0.000515778m² Longitud:557.037mm Volumen:0.000288469m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:2.26448kg Peso:22.1919N</p>	<p>C:\\Hugo\\Diseño\\adjustable-stand-for-pipes-1.snapshot.3\\ESTRUCTURA SOPORTE.SLDPRT Nov 2 15:31:27 2018</p>
<p>Viga-3(MatrizC1[2])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección- Área de sección: 0.000515778m² Longitud:558.727mm Volumen:0.000288468m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:2.26447kg Peso:22.1918N</p>	<p>C:\\Hugo\\Diseño\\adjustable-stand-for-pipes-1.snapshot.3\\ESTRUCTURA SOPORTE.SLDPRT Nov 2 15:31:27 2018</p>
<p>Viga-4(Recortar/Extender3)</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección- Área de sección: 0.000515778m² Longitud:557.901mm Volumen:0.00028846m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:2.26441kg Peso:22.1913N</p>	<p>C:\\Hugo\\Diseño\\adjustable-stand-for-pipes-1.snapshot.3\\ESTRUCTURA SOPORTE.SLDPRT Nov 2 15:31:27 2018</p>

<p>Viga-5(L angle L4X4X0.375(1))</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-ansi inch/L Angle/L4x4x0.375</p> <p>Área de sección: 0.00182533m²</p> <p>Longitud:152.4mm</p> <p>Volumen:0.00027818m³</p> <p>Densidad:7850kg/m³</p> <p>Masa:2.18371kg</p> <p>Peso:21.4004N</p>	<p>C:\\Hugo\\Diseño\\adjustable- stand-for-pipes- 1.snapshot.3\\ESTRUCTURA SOPORTE.SLDPRT</p> <p>Nov 2 15:31:27 2018</p>
--	--	--	--

- Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla mixta
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	Automático
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Activar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\\Hugo\\Diseño\\adjustable-stand-for-pipes-

- Unidades

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

- Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: ASTM A36 Acero</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 2.5e+08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 4e+08 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.26</p> <p>Densidad: 7850 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 7.93e+10 N/m²</p>	<p>Sólido 1(Cortar-Extruir1)(ESTRUCTURA SOPORTE-1),</p> <p>Sólido 2(MatrizC1[1])(ESTRUCTURA SOPORTE-1),</p> <p>Sólido 3(MatrizC1[2])(ESTRUCTURA SOPORTE-1),</p> <p>Sólido 4(MatrizC3[2])(ESTRUCTURA SOPORTE-1),</p> <p>Sólido 5(Recortar/Extender3)(ESTRUCTURA SOPORTE-1),</p> <p>Sólido 6(Saliente-Extruir2)(ESTRUCTURA SOPORTE-1),</p> <p>Sólido 7(MatrizC3[1])(ESTRUCTURA SOPORTE-1),</p> <p>Sólido 8(Saliente-Extruir1)(ESTRUCTURA SOPORTE-1),</p> <p>Sólido 1(Saliente-Extruir1)(esparrago-1),</p>

		Sólido 2(L angle L4X4X0.375(1))(esparrago-1), Sólido 3(Cortar- Extruir1)(esparrago-1)
Datos de curva:N/A		

- Cargas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 3 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	0	0	0	1e-33
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	1e-33

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: 1 plano(s), 2 Juntas Referencia: Vista lateral Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, -165, --- N Momentos: ---, ---, --- N.m

- Definiciones de conector

No hay datos

- Información de malla

Tipo de malla	Malla mixta
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura
Puntos jacobianos	4 Puntos
Verificación jacobiana para el vaciado	Activar
Tamaño máximo de elemento	6.07764 mm
Tamaño mínimo del elemento	6.07764 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Regenerar la malla de piezas fallidas con malla incompatible	Desactivar

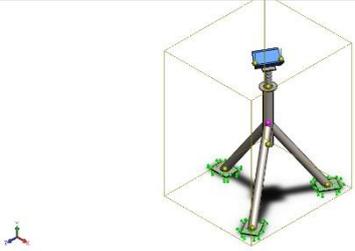
- Información de malla - Detalles

Número total de nodos	88154
Número total de elementos	52005
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:21
Nombre de computadora:	HUGO-PC

Nombre del modelo: SOPORTE DE TUBERIAS
 Nombre de estudio: Análisis estático 1[-Predeterminado-]
 Tipo de malla: Malla mixta



- **Información de contacto**

Contacto	Imagen del contacto	Propiedades del contacto
Contacto global		Tipo: Unión rígida Componentes: 1 componente(s) Opciones: Mallado compatible

- **Detalles del sensor**

No hay datos

- **Fuerzas resultantes**

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	0	0	0	1e-33

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	1e-33

- Vigas

Fuerzas de viga

Nombre de viga	Juntas	Axial(N)	Corte1(N)	Corte2(N)	Momento1(N.m)	Momento2(N.m)	Torsión(N.m)
Viga-1(Cortar-Extruir1)	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
Viga-2(MatrizC1[1])	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
Viga-3(MatrizC1[2])	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
Viga-4(Recortar/Extender3)	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
Viga-5(L angle L4X4X0.375(1))	1	9.32096	-102.454	71.3818	-1.29194	-0.249431	0.0195865
	2	109.942	-111.006	98.3458	0.629434	-0.965937	-0.195213

Tensiones de viga

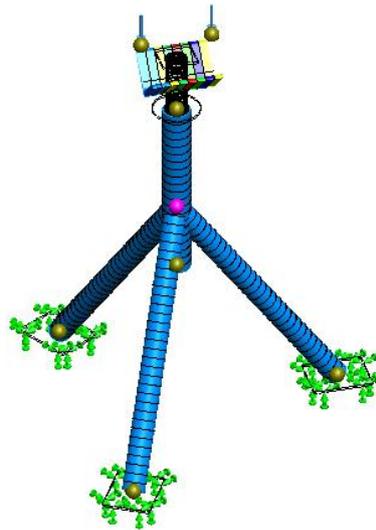
Nombre de viga	Juntas	Axial(N/m ²)	Dir. de pliegue1(N/m ²)	Dir. de pliegue2(N/m ²)	Torsional(N/m ²)	Tensión axial y de flexión en el límite superior(N/m ²)
Viga-1(Cortar-Extruir1)	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0
Viga-2(MatrizC1[1])	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
Viga-	1	0	0	0	0	0

3(MatrizC1[2])	2	0	0	0	0	0
Viga-4(Recortar/Extender3)	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
Viga-5(L angle L4X4X0.375(1))	1	-5106.46	75315.5	33804	32732.3	114226
	2	60231.4	78962.3	88024.9	-326232	227219

- Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	P/A axial	-0.016 N/mm ² (MPa) Elemento: 52004	0.094 N/mm ² (MPa) Elemento: 52002

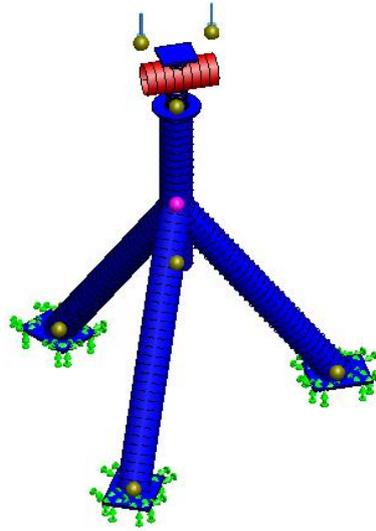
Nombre del modelo: SOPORTE DE TUBERIAS
Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
Tipo de resultado: P/A de tensión axial Tensiones1
Escala de deformación: 4.02229e-09



SOPORTE DE TUBERIAS-Análisis estático 1-Tensiones-Tensiones1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+00 mm Nodo: 1	2.345e+10 mm Nodo: 88141

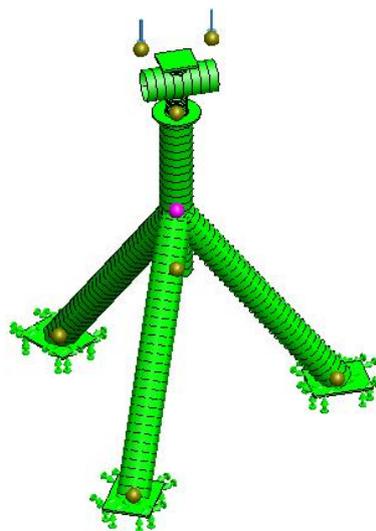
Nombre del modelo: SOPORTE DE TUBERIAS
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
 Escala de deformación: 4.02229e-09



SOPORTE DE TUBERIAS-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	0.000e+00 Elemento: 1	0.000e+00 Elemento: 1

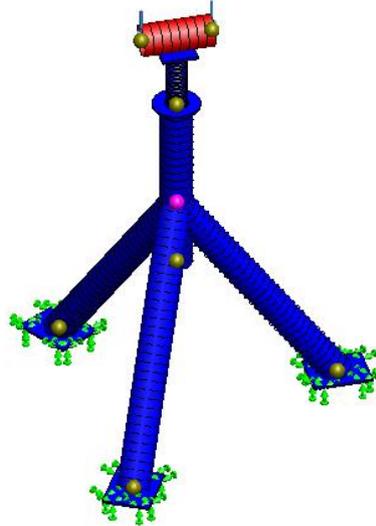
Nombre del modelo: SOPORTE DE TUBERIAS
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
 Escala de deformación: 4.02229e-09



SOPORTE DE TUBERIAS-Análisis estático 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	180 Nodo: 88146	10,000,000,272,564 ,224 Nodo: 88023

Nombre del modelo: SOPORTE DE TUBERIAS
Nombre de estudio: Análisis estático 1-[Predeterminado-]
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
Criterio: Automático
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 1.8e+02



SOPORTE DE TUBERIAS-Análisis estático 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

- **Conclusión**

Anexo N° 04: Análisis de diagramas de fuerzas de corte y momento flector



Descripción

No hay datos

Análisis de diagramas de fuerzas de corte y momento flector

Fecha: viernes, 07 de diciembre de 2018

Diseñador: Hugo Tongo

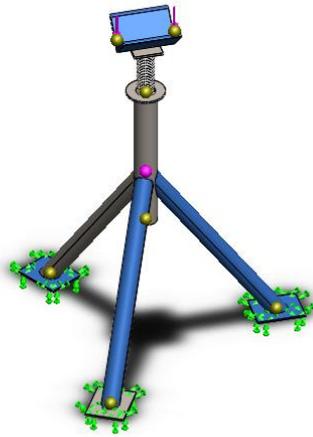
Nombre de estudio: Análisis estático 2

Tipo de análisis: Análisis estático

Tabla de contenidos

Descripción.....	
Suposiciones.....	
Información de modelo	
Propiedades de estudio	
Unidades	
Propiedades de material.....	
Cargas y sujeciones	
Definiciones de conector	
Información de contacto.....	
Información de malla.....	
Detalles del sensor	
Fuerzas resultantes.....	
Vigas 80	
Resultados del estudio.....	
Conclusión.....	

Suposiciones



Nombre del modelo: **SOPORTE DE TUBERIAS**

Configuración actual: **Predeterminado**

Sólidos

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
<p>MatrizC3[2]</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.482394 kg Volumen:6.14515e-05 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:4.72746 N</p>	<p>C:\ESTRUCTURA SOPORTE.SLDPRT Nov 2 15:31:27 2018</p>

<p>Saliente-Extruir2</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.482394 kg Volumen:6.14515e-05 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:4.72746 N</p>	<p>C:\ESTRUCTURA SOPORTE.SLDPRT Nov 2 15:31:27 2018</p>
<p>MatrizC3[1]</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.482394 kg Volumen:6.14515e-05 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:4.72746 N</p>	<p>C:\ESTRUCTURA SOPORTE.SLDPRT Nov 2 15:31:27 2018</p>
<p>Saliente-Extruir1</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.227323 kg Volumen:2.89583e-05 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:2.22776 N</p>	<p>C:\ESTRUCTURA SOPORTE.SLDPRT Nov 2 15:31:27 2018</p>
<p>Saliente-Extruir1</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.241197 kg Volumen:3.07257e-05 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:2.36373 N</p>	<p>C:\ESTRUCTURA SOPORTE.SLDPRT Nov 2 15:31:26 2018</p>
<p>Cortar-Extruir1</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:4.14058 kg Volumen:0.000527462 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:40.5777 N</p>	<p>C:\ESTRUCTURA SOPORTE.SLDPRT Nov 2 15:31:26 2018</p>

Sólidos de viga:

Nombre de documento y referencia	Formulación	Propiedades	Ruta al documento/Fecha de modificación
<p>Viga-1(Cortar-Extruir1)</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-ansi inch/Pipe (standard, S40)/P2</p> <p>Área de sección: 0.000693245m²</p> <p>Longitud:400mm</p> <p>Volumen:0.000277298m³</p> <p>Densidad:7850kg/m³</p> <p>Masa:2.17679kg</p> <p>Peso:21.3325N</p>	<p>C:\ESTRUCTURA SOPORTE.SLDPRT</p> <p>Nov 2 15:31:27 2018</p>
<p>Viga-2(MatrizC1[1])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-</p> <p>Área de sección: 0.000515778m²</p> <p>Longitud:557.037mm</p> <p>Volumen:0.000288469m³</p> <p>Densidad:7850kg/m³</p> <p>Masa:2.26448kg</p> <p>Peso:22.1919N</p>	<p>C:\ESTRUCTURA SOPORTE.SLDPRT</p> <p>Nov 2 15:31:27 2018</p>

<p>Viga-3(MatrizC1[2])</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-</p> <p>Área de sección: 0.000515778m²</p> <p>Longitud:558.727mm</p> <p>Volumen:0.000288468m³</p> <p>Densidad:7850kg/m³</p> <p>Masa:2.26447kg</p> <p>Peso:22.1918N</p>	<p>C:\ESTRUCTURA SOPORTE.SLDPRT</p> <p>Nov 2 15:31:27 2018</p>
<p>Viga-4(Recortar/Extender3)</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-</p> <p>Área de sección: 0.000515778m²</p> <p>Longitud:557.901mm</p> <p>Volumen:0.00028846m³</p> <p>Densidad:7850kg/m³</p> <p>Masa:2.26441kg</p> <p>Peso:22.1913N</p>	<p>C:\ESTRUCTURA SOPORTE.SLDPRT</p> <p>Nov 2 15:31:27 2018</p>
<p>Viga-5(L angle L4X4X0.375(1))</p> 	<p>Viga – Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-ansi inch/L Angle/L4x4x0.375</p> <p>Área de sección: 0.00182533m²</p> <p>Longitud:152.4mm</p> <p>Volumen:0.00027818m³</p> <p>Densidad:7850kg/m³</p> <p>Masa:2.18371kg</p> <p>Peso:21.4004N</p>	<p>C:\ESTRUCTURA SOPORTE.SLDPRT</p> <p>Nov 2 15:31:26 2018</p>

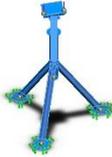
Propiedades de estudio

Nombre de estudio	Análisis estático 1
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla mixta
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKS Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	Automático
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Activar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\ESTRUCTURA SOPORTE.SLDPRT)

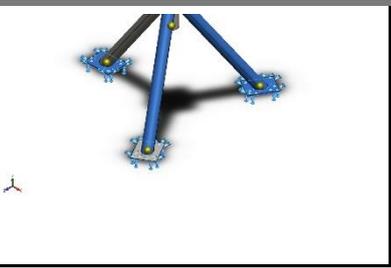
Unidades

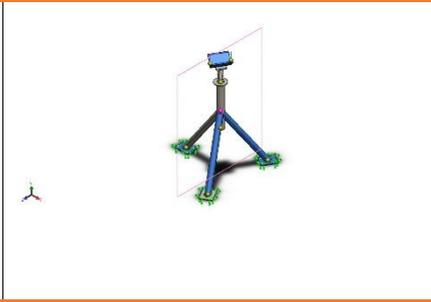
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

Propiedades de material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: ASTM A36 Acero</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 2.5e+08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 4e+08 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.26</p> <p>Densidad: 7850 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 7.93e+10 N/m²</p>	<p>Sólido 1(Cortar-Extruir1)(ESTRUCTURA SOPORTE-1),</p> <p>Sólido 2(MatrizC1[1])(ESTRUCTURA SOPORTE-1),</p> <p>Sólido 3(MatrizC1[2])(ESTRUCTURA SOPORTE-1),</p> <p>Sólido 4(MatrizC3[2])(ESTRUCTURA SOPORTE-1),</p> <p>Sólido 5(Recortar/Extender3)(ESTRUCTURA SOPORTE-1),</p> <p>Sólido 6(Saliente-Extruir2)(ESTRUCTURA SOPORTE-1),</p> <p>Sólido 7(MatrizC3[1])(ESTRUCTURA SOPORTE-1),</p> <p>Sólido 8(Saliente-Extruir1)(ESTRUCTURA SOPORTE-1),</p> <p>Sólido 1(Saliente-Extruir1)(esparrago-1),</p> <p>Sólido 2(L angle L4X4X0.375(1))(esparrago-1),</p> <p>Sólido 3(Cortar-Extruir1)(esparrago-1)</p>
<p>Datos de curva:N/A</p>		

Cargas y sujeciones

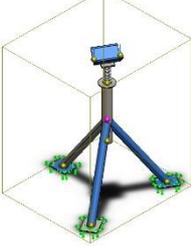
Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 3 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	0	0	0	1e-33
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	1e-33

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: 1 plano(s), 2 Juntas Referencia: Vista lateral Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, -165, --- N Momentos: ---, ---, --- N.m

Definiciones de conector

No hay datos

Información de contacto

Contacto	Imagen del contacto	Propiedades del contacto
Contacto global		Tipo: Unión rígida Componentes: 1 componente(s) Opciones: Mallado compatible

Información de malla

Tipo de malla	Malla mixta
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura
Puntos jacobianos	4 Puntos
Verificación jacobiana para el vaciado	Activar
Tamaño máximo de elemento	6.07764 mm
Tamaño mínimo del elemento	6.07764 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Regenerar la malla de piezas fallidas con malla incompatible	Desactivar

Información de malla - Detalles

Número total de nodos	88154
Número total de elementos	52005
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:21
Nombre de computadora:	LENOVO-PC

Nombre del modelo: SOPORTE DE TUBERIAS
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de malla: Malla mixta



Detalles del sensor

No hay datos

Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	0	0	0	1e-33

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	1e-33

Vigas

Fuerzas de viga

Nombre de viga	Juntas	Axial(N)	Corte1(N)	Corte2(N)	Momento1(N.m)	Momento2(N.m)	Torsión(N.m)
Viga-1(Cortar-Extruir1)	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
Viga-2(MatrizC1[1])	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
Viga-3(MatrizC1[2])	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
Viga-4(Recortar/Extender3)	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
Viga-5(L angle L4X4X0.375(1))	1	9.32096	-102.454	-71.3818	-1.29194	-0.249431	0.0195865
	2	109.942	-111.006	-98.3458	0.629434	-0.965937	-0.195213

Tensiones de viga

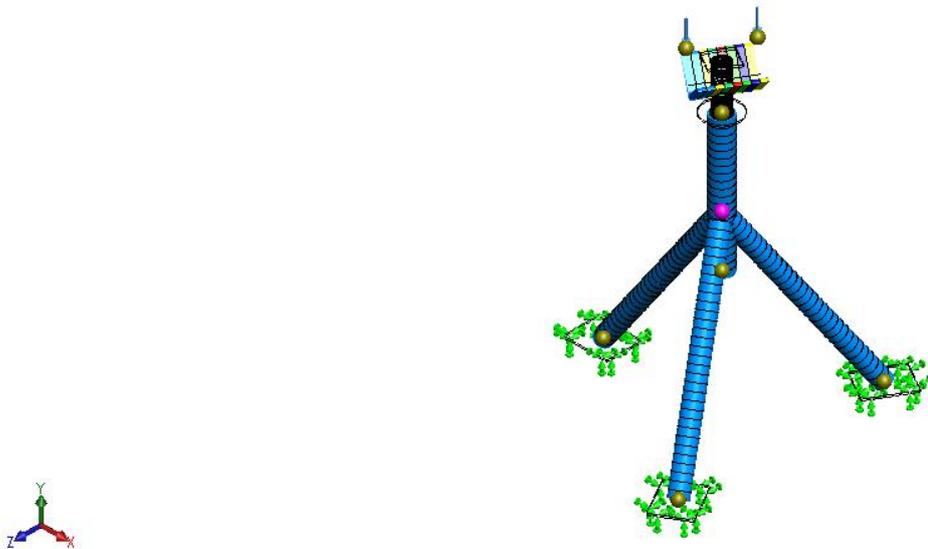
Nombre de viga	Juntas	Axial(N/m ²)	Dir. de pliegue1(N/m ²)	Dir. de pliegue2(N/m ²)	Torsional(N/m ²)	Tensión axial y de flexión en el límite superior(N/m ²)
Viga-1(Cortar-Extruir1)	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0
Viga-2(MatrizC1[1])	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
Viga-3(MatrizC1[2])	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
Viga-4(Recortar/Extender3)	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0

Viga-5(L angle L4X4X0.375(1))	1	-5106.46	75315.5	33804	32732. 3	114226
	2	60231.4	78962.3	88024.9	- 326232	227219

Resultados del estudio

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	P/A axial	-0.016 N/mm ² (MPa) Elemento: 52004	0.094 N/mm ² (MPa) Elemento: 52002

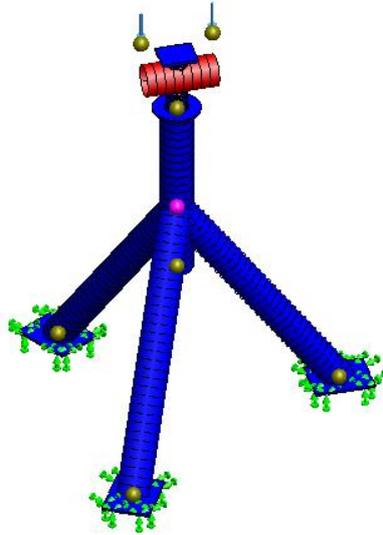
Nombre del modelo: SOPORTE DE TUBERIAS
 Nombre de estudio: Análisis estático 1 (-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: P/A de tensión axial Tensiones1
 Escala de deformación: 4.02229e-09



SOPORTE DE TUBERIAS-Análisis estático 1-Tensiones-Tensiones1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+00 mm Nodo: 1	2.345e+10 mm Nodo: 88141

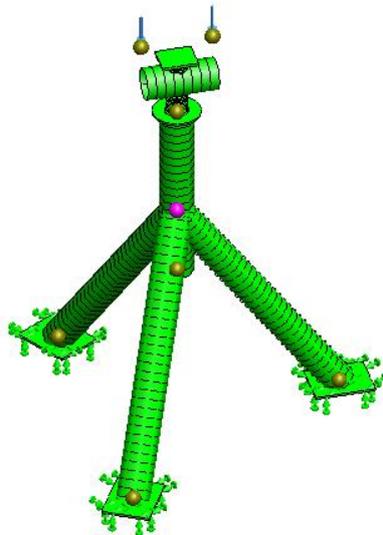
Nombre del modelo: SOPORTE DE TUBERIAS
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
 Escala de deformación: 4.02229e-09



SOPORTE DE TUBERIAS-Análisis estático 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	0.000e+00 Elemento: 1	0.000e+00 Elemento: 1

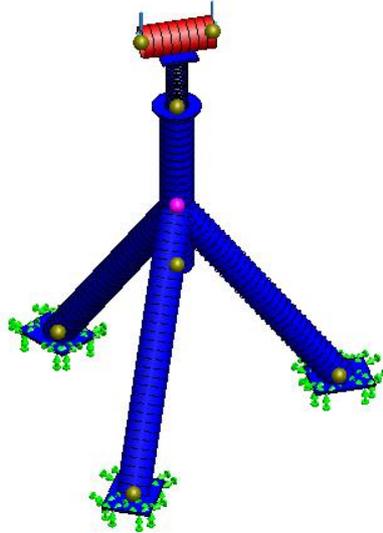
Nombre del modelo: SOPORTE DE TUBERIAS
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-Predeterminado-)
 Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
 Escala de deformación: 4.02229e-09



SOPORTE DE TUBERIAS-Análisis estático 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	180 Nodo: 88146	10,000,000,272,564 ,224 Nodo: 88023

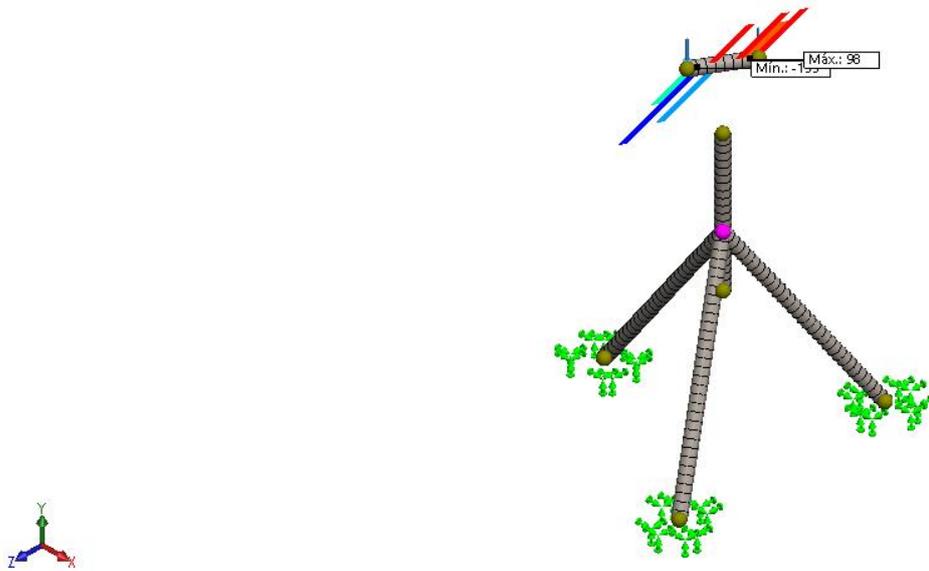
Nombre del modelo: SOPORTE DE TUBERIAS
Nombre de estudio: Análisis estático 1-[Predeterminado-]
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
Criterio: Automático
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 1.8e+02



SOPORTE DE TUBERIAS-Análisis estático 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

Nombre	Tipo
Trazado de módulos cortantes-momentos1	Fuerza cortante en Dir. 2

Diagrama fuerzas cortates



SOPORTE DE TUBERIAS-Análisis estático 1-Trazado de módulos cortantes-momentos-Trazado de módulos cortantes-momentos1

Nombre	Tipo
Trazado de módulos cortantes-momentos2	Momento sobre Dir. 2

ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Deciderio Enrique Díaz Rubio, docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, filial Chiclayo, revisor (a) de la tesis titulada: "**Diseño de soportes estructurales para reducir el nivel de vibraciones en el sistema PCI de la empresa Maestro Perú SA - Cajamarca**", del bachiller:

Tongo Mejía, Hugo Yuben

Constato que la Tesis tiene un índice de similitud de 15% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 24 de julio del 2019

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "DER", written over a horizontal dotted line.

Firma
Ing. Deciderio Enrique Díaz Rubio
16728343

FORMATO DE AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: TONGO MEJIA HUGO YUBEN

D.N.I. : 47972108
Domicilio : Barrio Urubamba MZ.E-65-C-Cajamarca
Teléfono : Móvil :963253098.
E-mail : hugoyuben@hotmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : INGENIERÍA.
Escuela : INGENIERÍA MECANICA ELECTRICA
Carrera : INGENIERÍA MECANICA ELECTRICA
Título : INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

Tesis de Post Grado

Maestría

Doctorado

Grado :
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres: TONGO MEJIA HUGO YUBEN

Título de la tesis:

**"DISEÑO DE SOPORTES ESTRUCTURALES PARA REDUCIR EL NIVEL DE
VIBRACIONES EN EL SISTEMA PCI DE LA EMPRESA MAESTRO PERU SA-
CAJAMARCA"**

Año de publicación : 2019

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma :

Fecha :

25/07/2019

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

E.P. Ingeniero Mecánica Electrónica

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Tongo Mejía Hugo Yuben

INFORME TITULADO:

“Diseño de soportes estructurales Para Reducir el nivel de vibraciones en el sistema PCI de la empresa maestra Perú SA- Cofamarcá”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero mecánico Electricista

SUSTENTADO EN FECHA: 19-07-2019

NOTA O MENCIÓN: Aprobado Por Mayoría.



[Firma]
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN