

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



**Vulnerabilidad sísmica de elementos no estructurales de
áreas críticas del Hospital III ESSALUD, Chimbote, 2019**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor

Vásquez Manrique, María Isabel

Asesor

Solar Jara, Miguel

Código ORCID: 0000-0002-8661-418X

Chimbote – Perú

2021

Palabras claves:

Tema : Elementos no estructurales

Especialidad : Estructural

Key words:

Topic : Non-structural elements

Specialization : Structural

Línea de investigación:

Líneas de investigación : Estructuras

Área : Ingeniería y tecnología

Sub área : Ingeniería Civil

Titulo

Vulnerabilidad sísmica de elementos no estructurales de áreas críticas del Hospital
III ESSALUD, Chimbote, 2019

Resumen

Con la finalidad de contribuir en el área de Ingeniería y Tecnología, enmarcados en la línea de investigación de estructuras, el presente estudio tiene como propósito analizar la vulnerabilidad sísmica de los elementos no estructurales en las áreas críticas del Hospital III ESSALUD de la ciudad de Chimbote durante el año 2019. La metodología de trabajo empleada fue de tipo descriptiva con diseño no experimental. Para lo cual se tomó como población el Hospital III ESSALUD Chimbote, seleccionándose seis áreas críticas de dicho hospital y para ello se tuvo la ocupación, complejidad y equipos pesados.

Se determinó la vulnerabilidad sísmica en las áreas críticas del hospital, el límite de seguridad hospitalaria se encuentra en la categoría C, es decir no garantiza la vida y seguridad de las personas, lo cual, se corrobora que el 61.4% de los factores evaluados, fueron considerados en malas condiciones; además, se identificó el comportamiento y reacción de los elementos no estructurales mediante software SAP 2000 v19, obteniendo como el más relevante, el esfuerzo máximo de las calderas igual al 90% de su capacidad.

Abstract

With the purpose of contributing in the area of Engineering and Technology, framed in the line of research of structures, the present study has as purpose to analyze the seismic vulnerability of the non structural elements in the critical areas of the Hospital III ESSALUD of the city of Chimbote during the year 2019. The work methodology used was of a descriptive type with a non-experimental design. For this purpose, Hospital III ESSALUD Chimbote was taken as the population, selecting six critical areas of that hospital and for this purpose the occupation, complexity and heavy equipment were taken into account.

It was determined the seismic vulnerability in the critical areas of the hospital, the limit of hospital security is in the category C, that is to say, it does not guarantee the life and security of the people, which, it is corroborated with 61.4% of the evaluated factors is considered in bad conditions; it was identified the behavior and reaction of the non structural elements by means of software SAP 2000 v19, obtaining as the most relevant, the maximum effort of the boilers equal to 90% of its capacity.

Índice

Palabras claves:.....	i
Título.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Índice	v
I. Introducción.....	1
II. Metodología.....	16
III. Resultados	19
IV. Análisis y discusión.....	61
V. Conclusiones y recomendaciones.....	65
VI. Agradecimientos.....	67
VII. Referencias bibliográficas	68
VIII. Anexos.....	70

I. Introducción

En los últimos 25 años, tanto en América Latina y el Caribe, se ha encontrado una gran vulnerabilidad en los hospitales debido a un sinnúmero de acontecimientos sísmicos de enorme magnitud donde el colapso físico de los componentes estructurales y no estructurales arrastra al fracaso todas las funciones de un hospital. Resulta entonces analizar y evaluar las infraestructuras hospitalarias considerando que son importantes cuando un desastre afecta inesperadamente a una población, como muestra de ello en nuestra región, tenemos a los terremotos ocurridos entre 1981 y 1996. En ese sentido, la investigación está orientada específicamente a analizar los elementos no estructurales presentes en las áreas críticas del Hospital III ESSALUD, de la ciudad de Chimbote, para ello resulta de vital importancia la revisión de publicaciones previas y contemporáneas afines al objeto de estudio abordado, con la finalidad de consolidar algunos aspectos teóricos, conceptuales y metodológicos reforzando así y otorgándole mayor sustento y solidez a la tesis emprendida.

Se ilustran a continuación algunos referentes en el ámbito internacional, para lo cual se procede a analizar, en un primer momento, aspectos relacionados con el planteamiento de objetivos, el proceso metodológico empleado y los resultados obtenidos con la finalidad de conocer sus logros y avances más importantes concernientes al tema. Tomando en cuenta lo anterior, Meléndez y Santisteban (2014) realizaron en el Hospital San Ignacio un estudio basado en curvas de fragilidad del modelo estructural calibrado, planteando una evaluación de la vulnerabilidad sísmica de ciertos módulos y la ampliación del hospital. La metodología empleada fue de enfoque cuantitativo y de tipo aplicado. Así mismo, la recopilación de información se realizó a través de fichas de inspección visual y una exhaustiva búsqueda de información existente como planos tanto estructurales como arquitectónicos y algunos estudios de vulnerabilidad sísmica y microzonificación sísmica realizada al Hospital Universitario San Ignacio por el Instituto Geofísico de la Universidad Javeriana. Como parte de las conclusiones, se considera la necesidad de realizar un mejoramiento en la estructura en lo que respecta la cimentación, mediante el incremento de las dimensiones en las zapatas en planta, garantizando una capacidad portante del suelo sea mayor al esfuerzo solicitado.

Bajo este mismo enfoque, tenemos a Cartagena y Del águila (2018) quienes realizaron una tesis cuya finalidad fue realizar una evaluación para determinar la vulnerabilidad sísmica y el índice de daño en el Hospital II - EsSalud de ciudad de Pucallpa; ante una probabilidad que se produzca un evento sísmico utilizando para ello un método con enfoque cualitativo y cuantitativo; logrando de esta manera una propuesta de solución con la finalidad de mitigar el riesgo sísmico en el hospital. Como parte del proceso metodológico, se empleó una investigación realizada fue de carácter aplicada, con un nivel descriptivo, pues buscó, a través de los resultados y conclusiones obtenidos, se alcanzó a identificar, describir, clasificar los elementos y estructuras. Posteriormente a través del método analítico se obtuvo un modelamiento y procesamiento de datos, los cuales fueron analizados mediante sus correspondientes variables.

Dentro de los resultados más relevantes se obtuvo que los bloques de Administración, Esterilización Central, Radiología e Internamiento presentan vulnerabilidad sísmica insegura, mientras que el índice de vulnerabilidad alta de 46.88% y el índice de daño de acuerdo a su intensidad es de 29.852% (VII), 65.78% (VIII) y 132.741% (IX); con riesgo sísmico alto, con derivas que no cumplen de acuerdo a la Norma E-030. Por otro lado, la edificación de Medicina Física, Laboratorio y Emergencia presentan vulnerabilidad sísmica segura, índice de vulnerabilidad media de 31.25% y índice de daño de acuerdo a su intensidad de 13.221% (VII), 30.429% (VIII) y 66.953% (IX); con riesgo sísmico medio; con derivas que no cumplen de acuerdo a la Norma E-030.

Prosiguiendo con la revisión de estudios similares, Aranzábal y Arroyo (2015) desarrollaron una investigación planteando como objetivo evaluar la vulnerabilidad sísmica con la finalidad de mejorar el comportamiento sísmico resistente del Hospital Casimiro Ulloa, a través de un diseño que incorpore su reforzamiento estructural empleando la Norma E.030. Así mismo, el diseño metodológico que utilizaron corresponde a una investigación de tipo cuantitativa y explicativa con diseño no experimental, puesto que se desarrolló sin manipular deliberadamente las variables; por consecuente la edificación se observó in situ tal y

como se encuentra. El corte fue transversal descriptivo, puesto que los datos se recopilaron en un solo momento y en un único tiempo con la finalidad de analizar las variables y determinar la incidencia de las mismas en el caso planteado. La población estuvo conformada por el Hospital Casimiro Ulloa; por lo tanto, existe una coincidencia con la muestra. La obtención de datos se realizó a través de la investigación documental, la observación directa y la modelación digital.

Finalmente, como resultado se logró determinar que el Hospital Casimiro Ulloa no cumple con los desplazamientos laterales máximos que exige la norma E.030, consecuentemente la estructura tiene que ser reforzada. Por otro lado, se evaluó que al aplicar el reforzamiento utilizando muros de corte mejora el comportamiento sismorresistente en la estructura del Hospital.

Basándonos en lo descrito en los párrafos precedentes, otros autores consideran también importante exponer como tema principal en el desarrollo de sus investigaciones aspectos relacionados con la vulnerabilidad sísmica estructural, no estructural y funcional en edificaciones hospitalarias. En ese sentido, Seijas (2012) elaboró una tesis cuyo objetivo fue evaluar el comportamiento sismorresistente que presenta el Módulo I del Hospital Central José Gregorio 26 Hernández de la ciudad de Puerto Ayacucho en el estado de Amazonas. El proceso metodológico utilizado se dio mediante un nivel de investigación descriptivo con enfoque evaluativo y de tipo aplicado de diseño no experimental-documental. Para el estudio se recopilaron trabajos previos e información divulgada por diversos medios de comunicación. Posterior a ello se elaboró una entrevista. Las conclusiones a las que arribó la autora evidencian algunos problemas en el sistema estructural como el caso de viga débil-columna fuerte sobre todos en las vigas de los últimos pisos, por lo tanto, es necesario el reforzamiento de las columnas desde la base para darle continuidad al refuerzo.

En esta misma línea, Príncipe y Ventocilla (2019) contemplaron en su estudio como objetivo establecer los indicadores obtenidos en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica en el Hospital Regional de Huacho, específicamente en el módulo de servicios generales y hospitalización, identificando en una primera instancia la probabilidad de peligro sísmico presente en estos módulos, para luego determinar la vulnerabilidad estructural, el riesgo sísmico y los daños que causaría un terremoto en dichos módulos. La gestación del diseño metodológico se enmarcó en un nivel descriptivo bajo un diseño no experimental-transversal, debido a que la variable no se manipula de forma deliberada y solamente se observa en un determinado momento. El tipo de investigación fue aplicada con enfoque cuantitativo; la población estuvo conformada por el módulo de hospitalización y servicios generales del hospital en mención; considerando así que la muestra coincide con la población. La recolección de datos se realizó a través de informes, documentos, fichas de inspección visual y planos.

El resultado obtenido permitió determinar que el módulo de Hospitalización y servicios generales del Hospital de Huacho, presenta una probabilidad de peligro sísmico alta, de igual manera el análisis estructural demostró que la edificación es vulnerable estructuralmente, no cumple con los desplazamientos laterales de entrepiso mínimos exigidos en la norma E.030 de diseño sismorresistente. Finalmente se concluye que considerando el peligro sísmico, la vulnerabilidad estructural y los daños sísmicos, el Hospital presenta un gran riesgo sísmico y ante un evento sísmico de gran intensidad la estructura presentaría daños severos.

Ahora bien, es entendido que los movimientos sísmicos son acontecimientos naturales que ocurren de forma progresiva; sin embargo, es importante resaltar que muchos de ellos han logrado colapsar numerosas edificaciones de gran magnitud y la desaparición de ciudades incluso, es por ello que este tema se convierte en una fuente de interés para su posterior análisis.

Enfocándonos en el punto de estudio de la investigación, Castañeda y Guevara (2019) plantearon como objetivo evaluar la vulnerabilidad sísmica en los módulos B y C del Hospital Regional de Lambayeque, mediante el análisis PUSH OVER, identificando los parámetros sísmicos y espectro del diseño de ambos módulos. El método que siguieron de acuerdo al estudio seleccionado, se llevó a cabo mediante la estructuración descriptiva con un planteamiento brindado. La población estuvo conformada por todos los hospitales con características similares ubicados en el departamento de Lambayeque, la muestra estuvo conformada por los módulos B y C del Hospital Regional. Para la recolección de datos se apoyaron de técnicas de gabinete y de campo; así como también de diferentes planos con la finalidad de conocer el diseño actual de los elementos arquitectónicos y estructurales. Las conclusiones muestran que se llegó a identificar los parámetros sísmicos y el espectro de diseño en base a los parámetros que estipula la norma E.030, la cual determina que para que un establecimiento de salud sea seguro debe satisfacer principios de desempeño que permitan su operatividad luego del sismo. Con el uso de la metodología PUSH OVER y el procedimiento del ASCE 41-13, se determinaron la ubicación de capacidad sísmica de los del hospital en estudio. Para finalizar los autores consideran que con el uso de la metodología Push Over, se concluye que se puede evaluar la vulnerabilidad sísmica.

Por su parte, Moran y Novelo (2017) consideraron evaluar la vulnerabilidad sísmica de algunos establecimientos de salud en la ciudad de México, para lo cual desarrollaron una metodología de evaluación de vulnerabilidad y así reducir los niveles de vulnerabilidad estructural, no estructural, funcional y administrativo – organizacional. Los resultados se presentaron en forma cuantitativa y a través de una descripción cuantitativa. Cuyas conclusiones determinan que los establecimientos de salud tienen un alto nivel de vulnerabilidad sísmica, debido a factores como la falta de mantenimiento y tecnología para resistir el sismo; así mismo, la utilización de formas arquitectónicas complejas, el tipo de antigüedad del hospital y la falta de separación suficiente entre las diferentes instalaciones del hospital son factores que incrementan su vulnerabilidad, además el uso de estructuras no apropiadas para hospitales; en lo que respecta a la vulnerabilidad funcional, la falta de conocimiento de las autoridades del hospital sobre el nivel y vulnerabilidad sísmica de sus instalaciones se convierte en el factor principal, por su parte la vulnerabilidad administrativo – organizacional se ve reflejada en la falta de un plan de emergencia para soportar un evento sísmico.

Mientras que, Cholán (2018) desarrolló un estudio con la finalidad de evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica del sector B y D del Hospital Regional de Cajamarca, determinando la vulnerabilidad funcional, estructural y no estructural. Fue una investigación aplicada y tecnológica con nivel descriptivo, el diseño por su parte fue no experimental, transversal; el método de investigación utilizado se realizó a través del método cualitativo ATC 21 – FEMA 154 y cuantitativo de Hirosawa para determinar la vulnerabilidad estructural, y el método cualitativo de la OPS para determinar la vulnerabilidad no estructural y funcional de los edificios en estudio. La población estuvo conformada por todos los edificios de establecimientos de salud y la muestra por los sectores antes mencionados; las conclusiones determinando que el análisis de los elementos no estructurales sufriría daños moderados a severos debido a la acción de sismo considerando que los sectores B y D indican una vulnerabilidad media. En otro punto, refiere que el diagnóstico de la vulnerabilidad estructural en el sector B, revela que presenta una vulnerabilidad media y el sector D una vulnerabilidad alta.

Para complementar el desarrollo de antecedentes, se presenta a continuación la fundamentación científica, para lo cual se procedió a la revisión de informes técnicos, artículos científicos, trabajos de investigación entre otra documentación con la finalidad de obtener información relevante sobre el tema de estudio formulado. Para Cartagena y Del Águila (2018) indican que la vulnerabilidad sísmica, es una propiedad inherente de la estructura, que es una característica de su propio comportamiento ante un terremoto descrito por causalidad, donde la causa es el terremoto y el efecto es el daño. La definición de la naturaleza y alcance de la investigación de vulnerabilidad sísmica debe estar condicionada al tipo de daño a evaluar y al nivel de amenazas existentes. El impacto o daño depende de la acción sísmica y la resistencia sísmica de la estructura.

Cabe mencionar que los costos de los componentes no estructurales son mayores que los estructurales, en este sentido, el estudio de vulnerabilidad no estructural permite determinar los daños que implicarían al ser afectados por eventos sísmicos, debido a la alta probabilidad de ocurrencia de estos eventos. La vulnerabilidad estructural, se refiere al grado en que los elementos estructurales de un edificio o estructura se ven afectados por resistencia a la fuerza sísmica y otras cargas originadas por un sismo. Los elementos estructurales son las encargadas de resistir y transmitir a la cimentación, y luego al suelo, la fuerza provocada por el peso del edificio y su contenido, y la carga provocada por el sismo.

Según Cartagena y Del Águila (2018) indica los métodos para el análisis de la vulnerabilidad sísmica: a) método cualitativo, está diseñado para evaluar de forma rápida y fácil las condiciones de seguridad estructural de la obra. b) método cuantitativo, determine la resistencia de la estructura principal. Del mismo modo, cuando los métodos cualitativos no pueden proporcionar resultados decisivos sobre la seguridad de la estructura, los métodos cuantitativos pueden profundizar los resultados obtenidos de los métodos cualitativos; y c) método experimental, mediante ensayos dinámicos se determina las propiedades de las estructuras y/o sus componentes in situ. Aunque sus resultados no son determinantes, permiten en algunos casos orientar sobre el estado de la edificación y los posibles efectos que un sismo ha tenido sobre ella.

En la investigación del Ministerio de Salud (2013) sobre Instructivo de Ficha de Evaluación de Vulnerabilidad, donde contempla que la evaluación del diagnóstico preliminar de la vulnerabilidad consiste en evaluar la infraestructura hospitalaria en sus tres componentes principales: componente estructural; componente no estructural y el componente funcional para cada pabellón, bloque o edificio se deberá de utilizar un formato para la realización de la inspección.

Un edificio puede quedar en pie luego de un desastre y quedar inhabilitado debido a daños no estructurales. La afectación en equipos médicos o en las líneas vitales que abastecen servicios médicos y de apoyo, así como la caída de escombros en corredores y vías de escapes, incendios y explosiones, filtraciones de las redes de agua potable y alcantarillado, o un daño mayor sobre sistemas, componentes o equipos que contienen materiales dañinos o peligrosos pueden redundar en pérdidas de vidas humanas, obligar al desalojo de algunas zonas del establecimiento y/o en la pérdida de la capacidad de operación del establecimiento.

Los hospitales y las instalaciones de salud se convierten en edificaciones esenciales, de vital importancia para la respuesta ante la emergencia y posterior recuperación ante un desastre; es por ello que es indispensable conocer todas las teorías relacionadas con la evaluación de la vulnerabilidad sísmica que dichas instalaciones presentan ante los sismos para atender y preservar la seguridad y salud de la población. Singh (1995) considera que los elementos fundamentales que constituyen la caracterización de la vulnerabilidad sísmica son la acción sísmica y el daño sísmico; el primero se relaciona con la capacidad de representar adecuadamente el movimiento esperado en un determinado emplazamiento, de manera que proporcione una respuesta crítica de la estructura con los mayores daños potenciales; mientras que el segundo podríamos obtener el margen de daños adicionando la probabilidad de pérdidas de vidas y el tamaño de la catástrofe.

A pesar del gran progreso en los últimos años sobre las técnicas de evaluación de la peligrosidad sísmica que ha permitido un mejor entendimiento de los peligros sísmicos para su consideración en los diseños sismorresistente, aún existen incertidumbres importantes debido principalmente a la complejidad del fenómeno sísmico que en algunos casos pueden sobreestimar la intensidad esperada del movimiento. Corsanego y Pretini (1990) establecieron la clasificación de acuerdo al tipo de resultado, resultando ser una de las más reconocidas y completas que se han realizados hasta el momento. Agruparon en 04 grandes grupos a las técnicas para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica. Una de las más relevantes para la presente investigación es la técnica directa, la cual predice, con un solo paso, el daño causado por un sismo a una estructura, a partir de dos tipos de métodos: los tipológicos y los mecánicos. El primer método considera las estructuras como los elementos de clases, lo cuales están definidos por los materiales, las técnicas y otros factores que pueden afectar la respuesta sísmica. Asimismo, esta técnica requiere una investigación de campo para evaluar la probabilidad de daños observados en sismos anteriores. El método mecánico hace predicción de un efecto sísmico por medio de modelos mecánicos adecuados de las construcciones.

Prosiguiendo con el desarrollo de la investigación, es importante mencionar las razones más importantes en las cuales se sostiene la justificación del estudio, una de ellas está vinculada con el beneficio social, mediante la cual se busca determinar la vulnerabilidad sísmica de los elementos no estructurales en las áreas críticas del Hospital III de EsSalud en la ciudad de Chimbote, y con ello establecer los criterios para mitigar los riesgos con la finalidad de buscar posibles soluciones y evitar daños y pérdidas humanas, producto de un movimiento sísmico severo; en ese sentido, el presente estudio resulta trascendente y útil, pues el conocimiento generado permitirá dar a conocer a los funcionarios responsables los resultados obtenidos y de esta manera se tomen las precauciones necesarias y las medidas correspondientes que coadyuven a estar preparados y tener la capacidad de resiliencia ante un evento sísmico de gran magnitud, generando así un impacto positivo en todas las personas aseguradas, personal médico, administrativos y de servicio que acuden diariamente a esta institución.

Por otro lado, el aporte científico se realiza con el propósito de contribuir al conocimiento existente sobre el estudio de la vulnerabilidad sísmica en establecimientos de salud, considerando el aspecto no estructural y funcional; cuyos resultados podrán sistematizarse en una metodología basada en el enfoque cuantitativo de tipo descriptivo mediante el cual se estableció el procedimiento para el cálculo del índice de seguridad hospitalaria; además establece el método para que los interesados como: profesionales, estudiantes e investigadores conozcan y las apliquen en otras edificaciones de similares características por la importancia que implica el tema abordado. Se utilizó el método y materiales la norma técnica peruana E.030 y la norma americana, esto permitirá que los profesionales que elaboren diferentes proyectos sobre estudios en vulnerabilidad no estructural, consideren aspectos y criterios establecidos en el Reglamento nacional de edificaciones y especialmente en las normas antes mencionadas.

En cuanto a la problemática que presenta la investigación, ésta se definió de acuerdo a los documentos de investigación sobre actividad sísmica, se precisa que a partir del año 1900 se tiene registros instrumentales. Identificando estos dos últimos terremotos de gran magnitud. A la vez, los registros históricos informan que el 31 de mayo de 1970 la ciudad de Chimbote fue devastada por un sismo severo de una magnitud de 7.7 grados en la escala de Richter. El área de destrucción abarcó desde Trujillo hasta Huacho, y la cordillera blanca por el Este. Dejo cuantiosas pérdidas humanas, desaparecidos y heridos. La ciudad de Chimbote, aunque quedo menos destruida que las ciudades de Casma y Huarney, sufrió pérdida económica mayor que otras. El 21 de febrero de 1996 se produjo un terremoto submarino de 5 grados en la escala de Richter, el cual ocasiono un tsunami en la costa de Chimbote, cuyas olas inundaron parte del puerto, destruyendo algunas viviendas y matando a 20 personas. Si tenemos en cuenta el silencio sísmico de Chimbote, entendido que, si en esta área se han dado grandes terremotos en el pasado, éstos volverán a ocurrir en el futuro; se evidencia que la ciudad posee una amenaza sísmica alta.

Dentro del contexto del Hospital III ESSALUD, se tienen áreas cuyas características acentúan con mayor énfasis la vulnerabilidad sísmica en la institución; por cuanto, esta clase de edificios son muy esenciales e indispensables para su evaluación ante un posible desastre, por su complejidad desde el punto de vista funcional, tecnológico y administrativo. Dentro de las áreas críticas muy vulnerables que tiene: laboratorio, farmacia, lavandería, administración, sala de calderas y la sub estación eléctrica. Estas áreas críticas encierran una serie de personas, equipos, horas de ocupación de estos recintos y vías de acceso, etc. factores que son determinantes al momento de presentarse un sismo. Los criterios establecidos para catalogarlo como vulnerables fueron ocupación, complejidad y elementos pesados.

Respecto a la ocupación, estas áreas tienen un alto número de ocupantes y suelen estar ocupados todo el día y toda la noche como se muestra en la Figura N° 1, el archivo central de la institución.



Figura 1 Archivo central del Hospital III ESSALUD, 2019

Fuente: Elaboración propia

La complejidad, estas áreas críticas no tiene ninguna vía de acceso libre interno donde confluyan las personas en casos de desastres como son sismos, al presentarse este evento puede que no haya corriente eléctrica, pueden caerse los elementos y/o equipos que pueden dejar de funcionar, etc.



Figura 2 Anaquel con medicamentos de farmacia, Hospital III ESSALUD, 2019

Fuente: Elaboración propia

Los elementos pesados, se encuentra ubicados dentro de las áreas y en caso de un sismo pueden desprenderse y ocasionar serios daños y accidentes al personal que labora en la institución.



Figura 3 Calentador de agua a vapor del Hospital III ESSALUD, 2019

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra los tableros de distribución eléctrica para el hospital, el cual es un peligro latente ante un eventual sismo.



Figura 4 Tableros de distribución del Hospital III ESSALUD, 2019

Fuente: Elaboración propia

En función a todo lo mencionado se plantea el siguiente problema de investigación: ¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica de los elementos no estructurales de las áreas críticas del Hospital III – ESSALUD, Chimbote?

Para la conceptualización de las variables, se estudió algunas terminologías claves para el desarrollo de la presente investigación. Tenemos así el término vulnerabilidad sísmica considerada por Barbat (1998) cuando un grupo de estructuras o de una zona urbana completa, se define como su predisposición intrínseca a sufrir daño ante la ocurrencia de un movimiento sísmico y está asociada directamente con sus características físicas y estructurales de diseño.

Continuando con el desarrollo de las bases conceptuales se define el término elemento no estructural el cual según Wiessel et al. (1996) corresponde a un componente que sin formar parte del sistema resistente de la estructura es fundamental para el correcto desarrollo de la operación del establecimiento.

En el caso de hospitales cerca del 80% del costo total de la instalación corresponde a componentes no estructurales. Así mismo, entre los elementos no estructurales se encuentran los componentes arquitectónicos, mobiliario, equipamiento médico y de laboratorio, equipamiento industrial, eléctrico y mecánico, líneas de distribución e instalaciones básicas y de emergencia y equipamiento de oficina (Applied Technology Council 1991, Bernardini 2000, Brandeau et al. 2009).

Siguiendo este mismo enfoque Amézquiza, Muñoz, Quintero y Forero (2004) consideran que los elementos no estructurales están conformados por los elementos arquitectónicos y de instalaciones, los cuales en términos de acabados están conformados por: muros, puertas, ventanas, cielos rasos, equipos, accesorios, instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas, instalación contra incendios, equipo de emergencias, comunicaciones y mobiliario, incluida su distribución y la forma como están ancladas, para evaluar su comportamiento ante un evento sísmico.

Variable	Definición		Dimensiones	Indicador
	Conceptual	Operacional		
Vulnerabilidad sísmica de los elementos no estructurales		Se realiza mediante tres dimensiones, el primero, mediante la determinación del índice de seguridad hospitalaria; el segundo, determinando la fuerzas horizontales y verticales y el ultimo mediante el modelo por software	Índice de seguridad hospitalaria	Líneas vitales Sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado Mobiliario y equipos de oficina, fijo y móvil, almacenes. Equipos médicos, de laboratorio y suministros utilizados para el diagnóstico y tratamiento Elementos arquitectónicos
			Vulnerabilidad sísmica	Peso Fuerza horizontal Fuerza vertical
				Presión / Carga
			Comportamiento y respuesta	Deformación Capacidad / Esfuerzo

La investigación realizada como respuesta a priori al problema, planteó la siguiente hipótesis, la vulnerabilidad sísmica que presentan los elementos no estructurales en las áreas críticas del Hospital III ESSALUD de la ciudad de Chimbote en el periodo 2019, es alta.

La presente investigación planteó como objetivo general, analizar la vulnerabilidad sísmica de los elementos no estructurales en las áreas críticas del Hospital III ESSALUD de la ciudad de Chimbote durante el año 2019; para lo cual se propusieron cinco objetivos específicos:

- Determinar el índice de seguridad de los elementos no estructurales ubicados en las áreas críticas del Hospital III ESSALUD.
- Determinar la vulnerabilidad sísmica de los elementos no estructurales en las áreas críticas del Hospital III ESSALUD.
- Identificar el comportamiento y respuesta de los elementos no estructurales de tipo contenedor de las áreas críticas del Hospital III ESSALUD.

II. Metodología

El estudio investigativo fue básico, con enfoque cuantitativo de tipo descriptivo, debido que se realizó el análisis de una sola variable, la vulnerabilidad sísmica de los elementos no estructurales de las áreas críticas del Hospital III ESSALUD, utilizando como diseño de investigación el tipo no experimental, de corte transversal en vista que la recolección de los datos fue realizada en un solo momento sin alterar el fenómeno o evento, es decir de carácter observacional.

La población para el presente estudio estuvo conformada por la totalidad de los elementos no estructurales de las áreas críticas del Hospital III ESSALUD de la ciudad de Chimbote, en total seis áreas críticas, para lo cual se consideraron los criterios o factores de mayor relevancia, como: ocupación, complejidad, artículos pesados. A continuación, se detalla las áreas críticas de la institución:

Tabla 1

Elementos no estructurales según Áreas críticas del Hospital III ESSALUD, Chimbote, 2019

N°	Descripción del Área Crítica	Área (m ²)
1.	Laboratorio.	164.35
2.	Farmacia.	222.96
3.	Lavandería.	215.69
4.	Archivo central.	199.49
5.	Sala de calderas.	216.29
6.	Sub estación eléctrica.	126.64

Los elementos no estructurales en las áreas críticas, los componentes no estructurales que influyen en la vulnerabilidad sísmica del hospital, se consideró a la accesibilidad, como principal el criterio, debido que, ante una evacuación de personas de forma masiva, está se debe realizar de forma rápida y ordena, por cuanto, en base a la evaluación y diagnóstico realizado se han identificado dentro de las áreas críticas del hospital, lugares y zonas que son vulnerables en la parte no estructural.

La población estuvo conformada por los elementos no estructurales de las áreas críticas del Hospital III de ESSALUD, mediante la técnica de muestreo no probabilística, de tipo intencional se logró seleccionar los elementos no estructurales a interés del investigador, donde se considerando como parámetro de selección el nivel de peligro que podría conllevar ante un eventual sismo. Se detallan a continuación:

Tabla 2

Elementos no estructurales vulnerables en el Hospital ESSALUD III, Chimbote

N	Descripción	Ubicación
1	Congelador vertical	Laboratorio clínico
2	Secadora industrial	Lavandería
3	Lavadora industrial	Lavandería
4	Caldera 1	Sala de calderas
5	Caldera 2	Sala de calderas
6	Caldera 3	Sala de calderas
7	Tanque de condensación	Sala de calderas
8	Calentador de agua a vapor	Sala de calderas
9	Ablandador 1	Sala de calderas
10	Ablandador 2	Sala de calderas
11	Grupo Electrónico Perkins	Sub estación eléctrica.
12	Muro	Farmacia
13	Anaqueles	Administración

Respecto a las técnicas e instrumentos empleados, se utilizó la observación como técnica y entre los instrumentos tenemos el formato de índice de seguridad hospitalaria (Anexo 1) y la lista de verificación; adicionalmente, mediante los programas informáticos Microsoft Excel y SAP 2000 v19 fueron utilizados para realizar los cálculos matemáticos. Asimismo, se empleó la norma americana, ACI 350, Seismic Design of Liquid – Containing Concrete Structures (ACI 350.3-01) y Commentary (350.3R-01), las cuales regulan los modelos dinámicos parámetros para un adecuado y pertinente análisis sísmico; se indica que la Norma Sismorresistente E-30 (NTE-30), no contempla la reglamentación para realizar un análisis sísmico de contenedores.

Con el fin de verificar un conjunto de componentes y sus niveles de seguridad, se realizó un procedimiento para calcular el índice de seguridad hospitalaria utilizando la lista de verificación. A través del sistema de puntuación, se establece un valor en función de la importancia relativa de cada componente evaluado para mejorar su capacidad de resistir desastres y seguir operando. El valor del índice de seguridad en una de las tres categorías de seguridad ayuda a identificar las áreas de salud que requieren la intervención más urgente.

Tabla 3

Escala de clasificación del índice de seguridad hospitalaria

Categoría	Descripción
A	Se ubican los establecimientos de salud que protegen la vida de sus ocupantes y probablemente continuarán funcionando en situaciones de desastre
B	Es asignada a los establecimientos que pueden permanecer en pie en casos de desastre, pero cuyo equipamiento y servicios críticos están en riesgo
C	Corresponde a un establecimiento de salud que no garantiza la vida y seguridad de los ocupantes y tiene alta probabilidad de dejar de funcionar en casos de desastre

Con respecto a la evaluación de cargas de sismo, se debe resaltar que la norma sismorresistente E-030 (NTE-30), en lo que respecta a cómo realizar el análisis sísmico de contenedores, esta norma no dispone o no contempla, por lo tanto, se ha recurrido a otras normas internacionales, como es el caso del Código Americano ACI 350 Seismic Design of Liquid-Containing Concrete Structures (ACI 350.3-01) and Commentary (350.3R-01), el cual gestiona los parámetros y modelos dinámicos para un adecuado y pertinente análisis sísmico para contenedores, reservorios apoyados y elevados. Las normas y parámetros utilizados se encuentran en la evaluación estructural, anexo al presente informe.

III. Resultados

En base a los datos recolectados mediante los formularios definidos en la norma técnica para la evaluación de las vulnerabilidades sísmicas de las unidades no estructurales en las áreas críticas: laboratorio, farmacia, lavandería, administración, sala de calderas, sub estación eléctrica del Hospital III ESSALUD; por considerarse áreas muy esenciales, indispensables y altamente vulnerables para enfrentar un desastre, por su alta complejidad desde diversos punto de vista como el tecnológico, funcional y administrativo.

Para el primer objetivo específico, determinar el índice de seguridad hospitalaria de los elementos no estructurales ubicados en las áreas críticas del Hospital III ESSALUD, se recopiló los datos mediante el formulario de índice de seguridad hospitalaria, (ver anexo 1), obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 4

Frecuencias de los elementos no estructurales según categoría

Escala de funcionamiento	%
Alta probabilidad de no funcionar	61.07
Probablemente funcione	38.93
Baja probabilidad de no funcionar	0.00
Total	100.00

Los pesos verticales a ser utilizados por convención, acordados por el GAMiD quedaron registrados según la tabla siguiente:

Tabla 5

Ponderación vertical

Descripción	%
Estructural	50.00
No estructural	30.00
Funcional	20.00
Total	100.00

Tabla 6

Frecuencias de los elementos no estructurales según categoría

Escala de funcionamiento	Peso	f	Total
Alta probabilidad de no funcionar	0.30	61.07	18.32
Probablemente funcione	0.30	38.93	11.68
Alta probabilidad de no funcionar	0.30	0.00	0.00
Total		100.00	30.00

Los pesos horizontales a ser utilizados por convención, acordados por el GAMiD fueron registrados según la tabla siguiente:

Tabla 7

Frecuencias de los elementos no estructurales según categoría

Escala de funcionamiento	Peso	Factor seguridad
Alta probabilidad de no funcionar	1*	0.1832
Probablemente funcione	2	0.2336
Alta probabilidad de no funcionar	4**	0.0000
Factor de seguridad final		0.4200

* Extremo horizontal inferior

** Extremo horizontal superior

El cálculo del rango empleado para estimar los índices de seguridad y vulnerabilidad, se determinó mediante las siguientes operaciones:

Tabla 8

Cálculo de la ponderación vertical

Descripción	Fórmula	Valores
Rango	Extremo Horizontal Superior – Extremo Horizontal Inferior	3.00
Índice seguridad	(Factor Seguridad – Extremo Horizontal Inferior) / Rango	0.19
Índice Inseguridad	(Extremo Horizontal Superior - Factor Seguridad) / Rango	1.19

Corresponde realizar la equivalencia considerando la escala de clasificación de la seguridad hospitalaria, en vista que el índice de seguridad obtenido es de 0.19; está es definida en la categoría C, es decir, requiere adoptar medidas de seguridad de manera inmediata para proteger las vidas de las personas ante cualquier fenómeno sísmico.

A continuación, se presentan los resultados del índice de seguridad hospitalaria en base a los dimensiones e indicadores aplicados mediante el formulario para determinar el índice de seguridad hospitalaria, se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 9

Grado de seguridad por indicador y dimensión del Hospital III ESSALUD

N°	Dimensiones	Grado de seguridad			
		Bajo	Medio	Alto	Total
1.	Líneas vitales	24	7	0	31
2.	Sistema de calefacción, ventilación, aire acondicionado	6	1	0	7
3.	Mobiliario y equipo de oficina fijo y móvil y almacenes	3	0	0	3
4.	Equipos médicos, de laboratorio y suministros	3	9	0	12
5.	Elementos arquitectónicos	7	10	0	17
Total		43	27	0	70

En la Tabla 9, se muestra el grado de seguridad en base a los indicadores de cada dimensión de la variable analizada, se aprecia que 43 indicadores tienen un grado de seguridad bajo, lo cual representa el 61.4% del total de los factores evaluados, por el contrario, el grado de seguridad evaluado como medio está representando por el 38.6% de total de los indicadores. Asimismo, no se tiene un grado de seguridad alto, conllevando a un importante resultado, es decir, de 70 indicadores evaluados ninguno ha obtenido un grado de seguridad alto.

En este mismo contexto, haciendo una interpretación por cada una de las dimensiones, se muestra que la tercera dimensión correspondiente a mobiliario y equipo de oficina, el 100% de sus indicadores cuentan con un grado de seguridad bajo, seguido del sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado, con un 85.7% como bajo; por el contrario sucede, con la dimensión equipos médicos, de laboratorio y suministros donde el grado de seguridad de sus indicadores es medio con un 75% seguido por la dimensión elementos arquitectónicos con un 58.8%.

Para el segundo objetivo específico, determinar las vulnerabilidades sísmicas de los elementos no estructurales en las áreas críticas del Hospital III ESSALUD; se consideró el ítem 6.5 y 6.6 de la norma sismo resistente E-030, la cual describe una fuerza sísmica vertical, se consideró como 2/3 de la fuerza horizontal y los elementos no estructurales localizados a nivel de la base de la estructura o por debajo de ella (sótanos) y los cercos debieron diseñarse con una fuerza horizontal calculada con la fórmula siguiente:

$$F = 0.5 \times Z \times U \times S \times P^e$$

Donde:	Z : Zona sísmica.	=	0,45
	U : Factor de uso o importancia.	=	1,50
	S : Factor de ampliación del suelo.	=	1,10
	G : Fuerza de gravedad	=	9.81
	P ^e : Peso de la estructura.		
	F : Fuerza sísmica.		
	F _v : Fuerza vertical		

Reemplazando los parámetros con los valores correspondientes en cada uno de los elementos no estructurales pertenecientes a las áreas críticas, se obtienen los resultados para las fuerza sísmica y fuerza vertical respectivamente en función del peso.

Tabla 10
Cálculo de la fuerza sísmica y fuerza vertical

N	Descripción	Pe	F	Fv
1	Congelador vertical	100.00	364.20	242.80
2	Secadora industrial	151.00	549.94	366.62
3	Lavadora industrial	1,770.00	6,446.27	4,297.51
4	Caldera 1, 2, 3	13,005.39	47,365.14	31,576.76
5	Tanque de condensación	2081.75	7,581.66	5,054.44
6	Calentador de agua a vapor	4,970.25	18,101.45	12,067.63
7	Ablandador 1 y 2	2,081.98	7,582.49	5,055.00
8	Grupo Electrógeno Perkins	700.00	2,549.37	2,427.98
9	Muro	1,460.00	517.60	414.08
10	Anaqueles	172.32	61.08	48.87

En la Tabla 10, se muestra los resultados del cálculo realizado a los elementos no estructurales en base a los parámetros definidos previamente.

En el caso, del tercer objetivo específico, para identificar el comportamiento y respuesta de los elementos no estructurales de tipo contenedor de las áreas críticas del Hospital III ESSALUD, se realizó mediante modelado utilizando el software SAP 2000 v19; adicionalmente la normativa técnica API 650 para tanques de almacenamiento, considerando:

- Para tanques con baja presión interna ≤ 17 Kpa atmosféricos API 650
- Tipos de techo fijo para cubrir líquidos no volátiles como el agua

La especificación no recomienda ni sugiere ningún material para ninguna aplicación específica, solo indica y enumera los materiales que se pueden utilizar para fabricar tanques de almacenamiento y los requisitos que deben cumplir estos materiales.

Partes del tanque elevado a diseñar:

- Pared del tanque (shell)
- Techo del tanque (roof)
- Fondo del tanque (botton)
- Soporte
- Cimentación (foundation)

Para poder seleccionar un material adecuado para una aplicación en particular las siguientes propiedades deben ser evaluadas:

- Esfuerzo Admisible
- Resistencia a la corrosión
- Resistencia a la Temperatura
- Resiliencia o Tenacidad

Esfuerzo admisible:

- Sin deformación plástica
- Siempre debajo de la fluencia
- Factor de seguridad por código
- Esfuerzo de diseño (Sd), Esfuerzo de prueba hidrostática (St)
- Tabla 5.2 del API 650

Las propiedades mecánicas del acero deben ser conocidas.

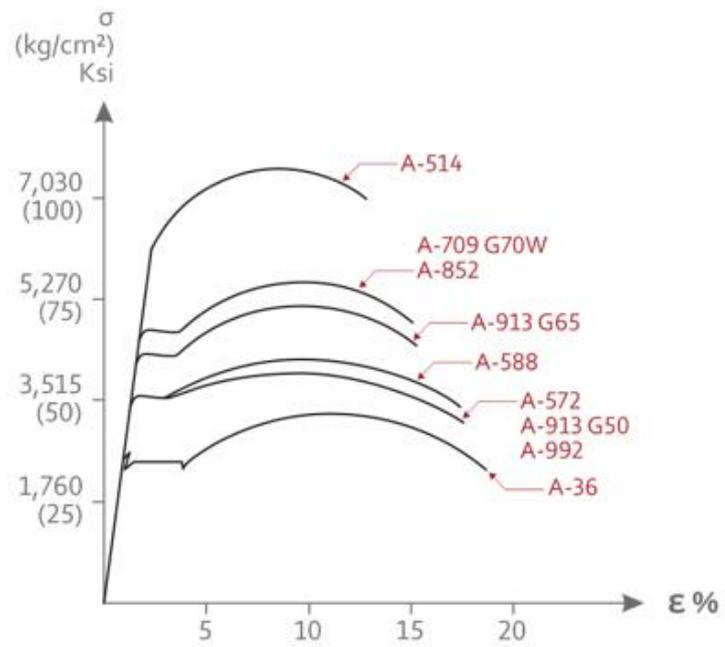


Figura 5 Curva esfuerzo – deformación unitaria de acero estructural

Fuente: Elaboración propia

Tanque metálico

- Se fabrican usualmente con aceros al C de calidad media. Los más usados son acero estructural A-36 y A-283 de grado C.
- Las virolas deben resistir como mínimo una tensión 52Ksi
- Las normas API dan los procedimientos de soldado, inspección y prueba.

Proveedores planchas y estructuras

- COMASA.
- TRADISA.
- TUBISA.
- EVERHART.

Trabajos en las planchas del cilindro

- Cortar la plancha con equipo de plasma (cumplir la premisa de uniformizar las planchas).
- Biselado.
- Rolado.

El rolado

- Es el proceso de darle curvatura a una plancha en este caso la curvatura del radio del cilindro.
- Este es el proceso más delicado del proceso de construcción del tanque.
- Luego de estos trabajos se puede en forma opcional realizar el pintado de las planchas con la primera capa.

Para evitar los problemas de repintabilidad es usar sistema zinc epóxido poliuretano. Sistema de pintado AIRLESS.

Los parámetros adicionales como el espectro de aceleraciones metálico-comportamiento hidrodinámico, los estados de carga entre otros para la realización del modelamiento de los elementos no estructurales de encuentra en el Anexo 5.

Modelación estructural caldera tipo I con soporte metálico

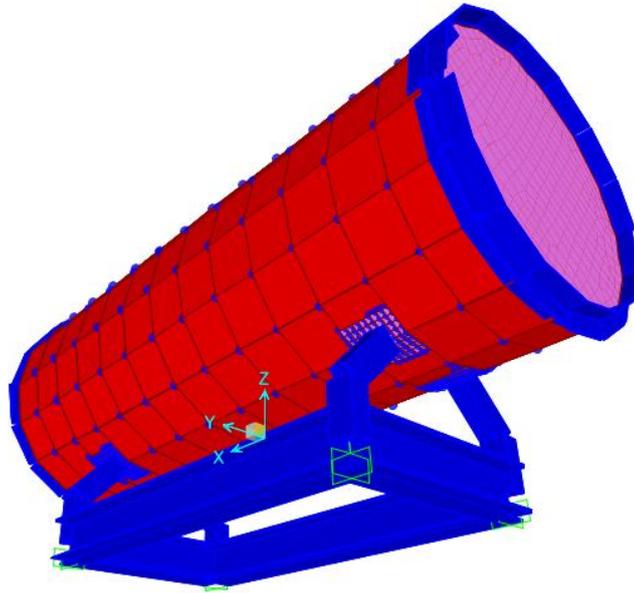


Figura 6 Modelo estructural de caldera tipo I

Fuente: Elaboración propia

En la parte superior se muestra la discretización con dimensiones aproximadamente de 0.30×0.30 de las paredes del contenedor de teniendo en cuenta que en la base es empotrado.

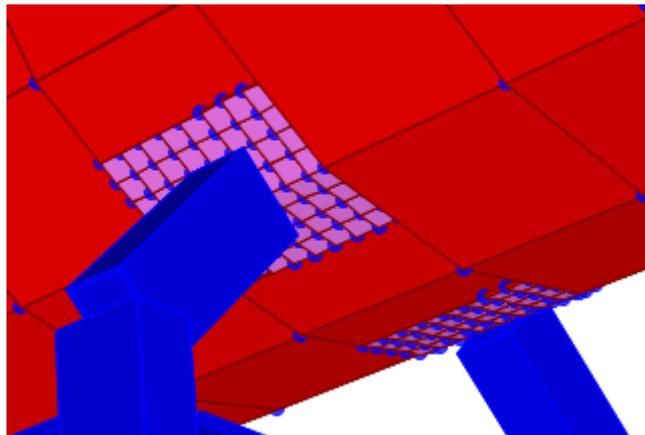


Figura 7 Asignaciones de soporte de base metálica

Fuente: Elaboración propia

Soporte metálico de la caldera

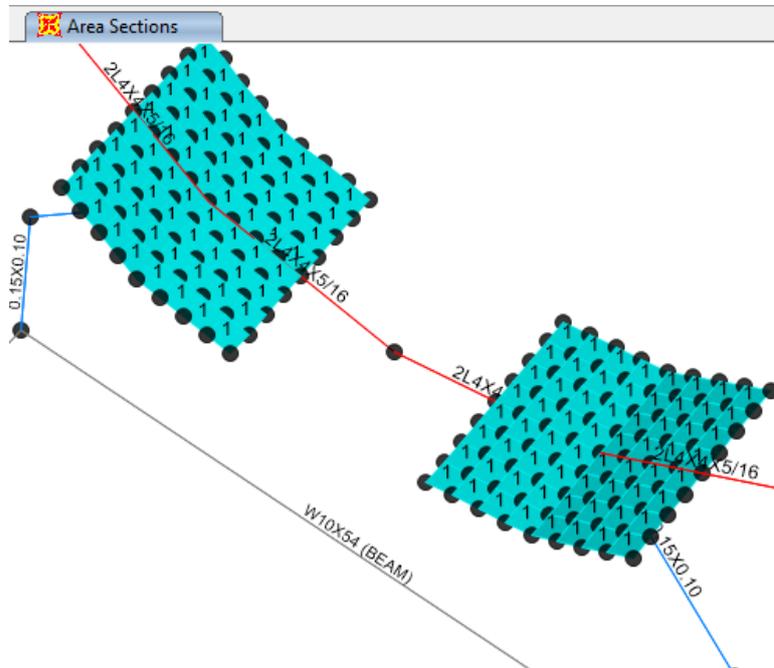


Figura 8 Soporte metálico de la caldera

Fuente: Elaboración propia

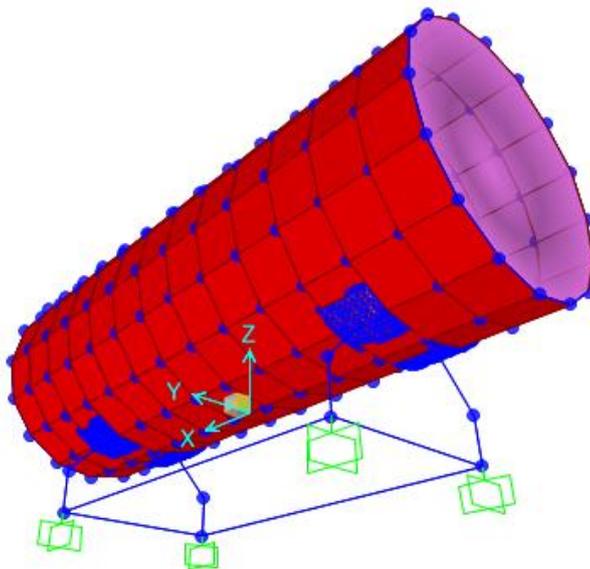


Figura 9 Modelación matemática representativa de la caldera

Fuente: Elaboración propia

Presión hidrodinámica de la caldera

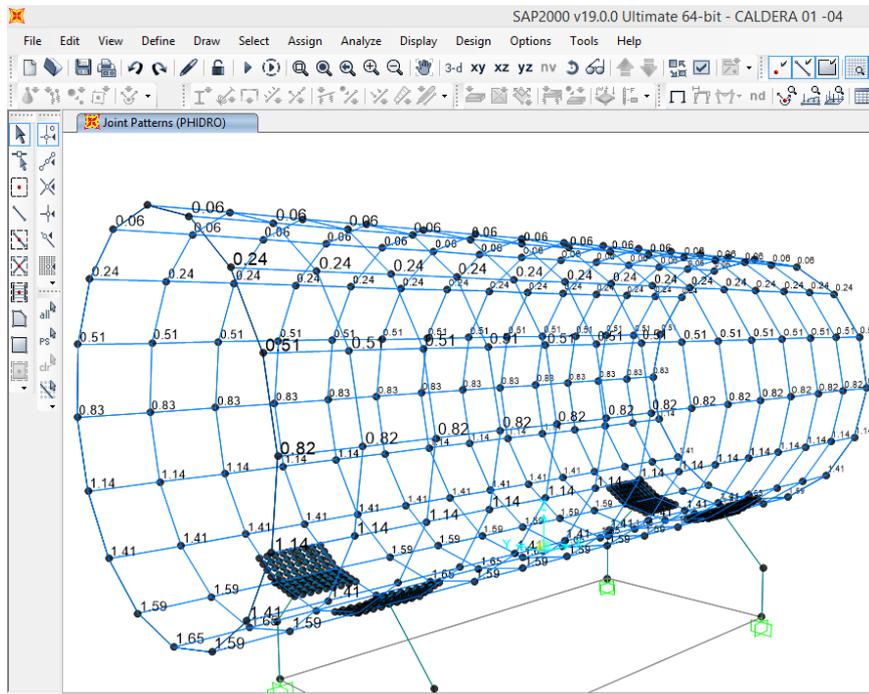


Figura 10. Presión hidrodinámica de la caldera

Fuente: Elaboración propia

Assign Joint Pattern Data

General

Joint Pattern Name: PHIDRO

Pattern Assignment Type

X, Y, Z Multipliers (Pattern Value = Ax + By + Cz + D)

Z Coordinate at Zero Pressure and Weight per Unit Volume

Pattern Value = Ax + By + Cz + D

Constant A: 0 1/m

Constant B: 0 1/m

Constant C: -1 1/m

Constant D: 1.65 1/m

Restrictions

Use All Values

Zero Negative Values

Zero Positive Values

Options

Add to Existing Values

Replace Existing Values

Delete Existing Values

Reset Form to Default Values

OK Close Apply

Figura 11 La presión hidráulica está en función de la profundidad

Fuente: Elaboración propia

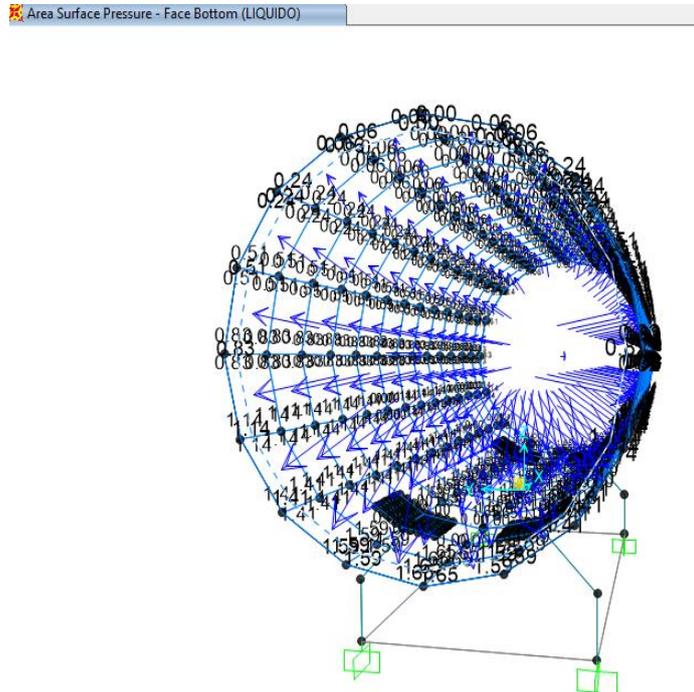


Figura 12. Presión de la superficie del área.

Fuente: Elaboración propia

Figura 13 Presión hidráulica en función de cargas

Fuente: Elaboración propia

Combinaciones de carga de la caldera

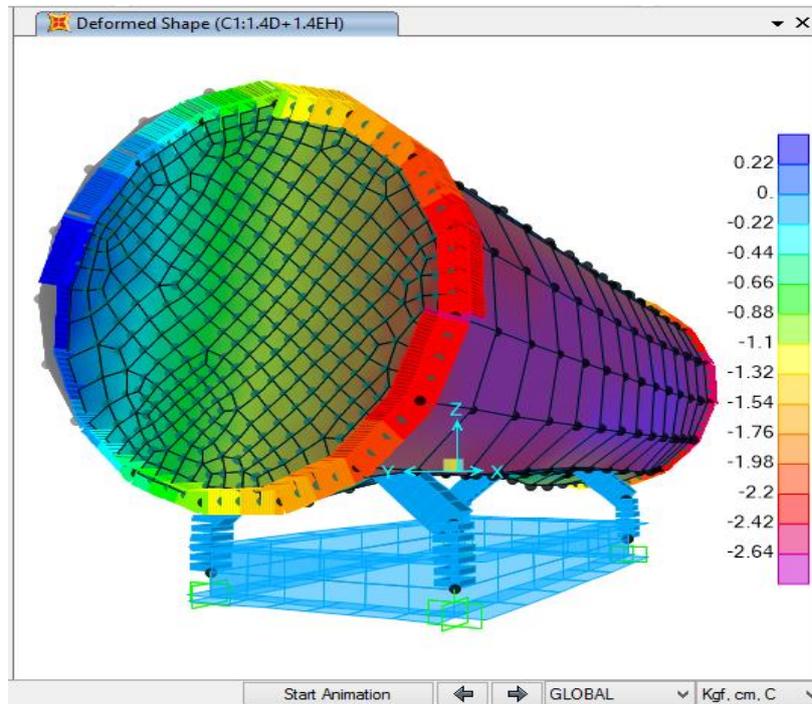


Figura 14 Deformación $U_z=U_3$ debido a la combinación $C= 1.4D+1.4EH$.

Fuente: Elaboración propia

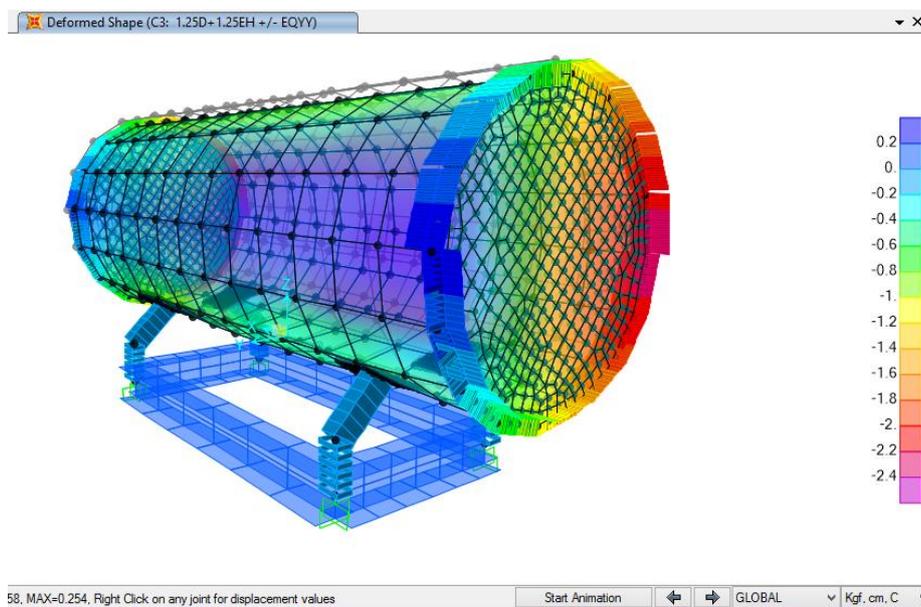


Figura 15 Deformación $U_x=U_1$ debido a la combinación $C= 1.25D+1.25EH. +/- EQYY$

Fuente: Elaboración propia

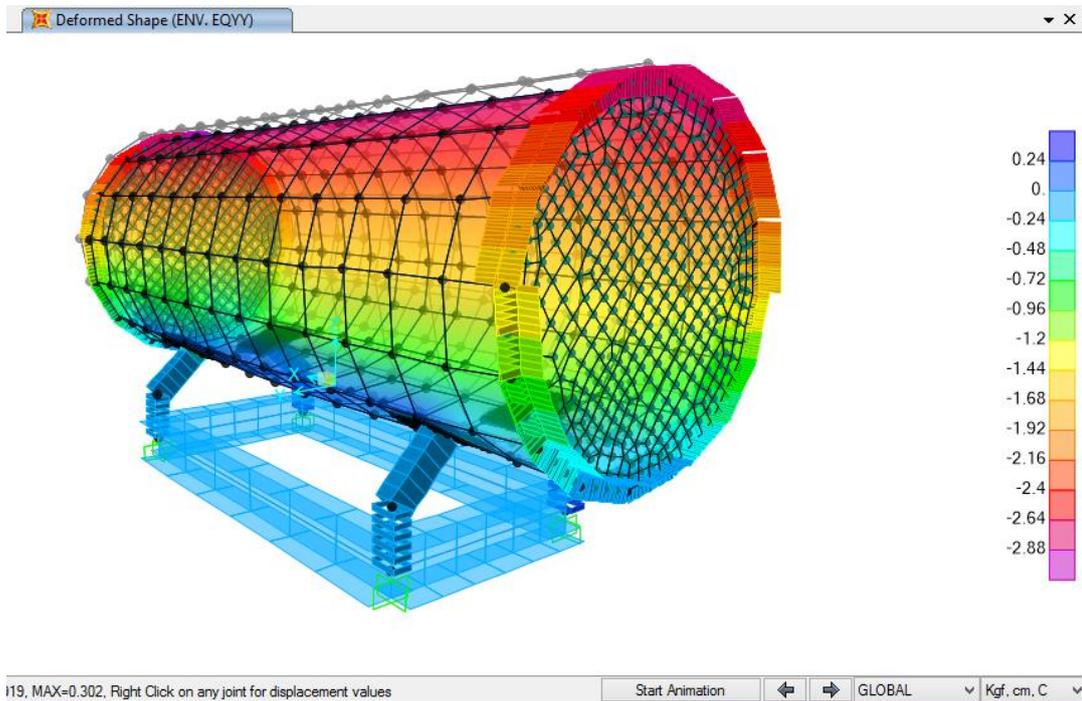


Figura 16 Deformación $U_y=U_2$ debido a la combinación envolvente en dirección Y.

Fuente: Elaboración propia

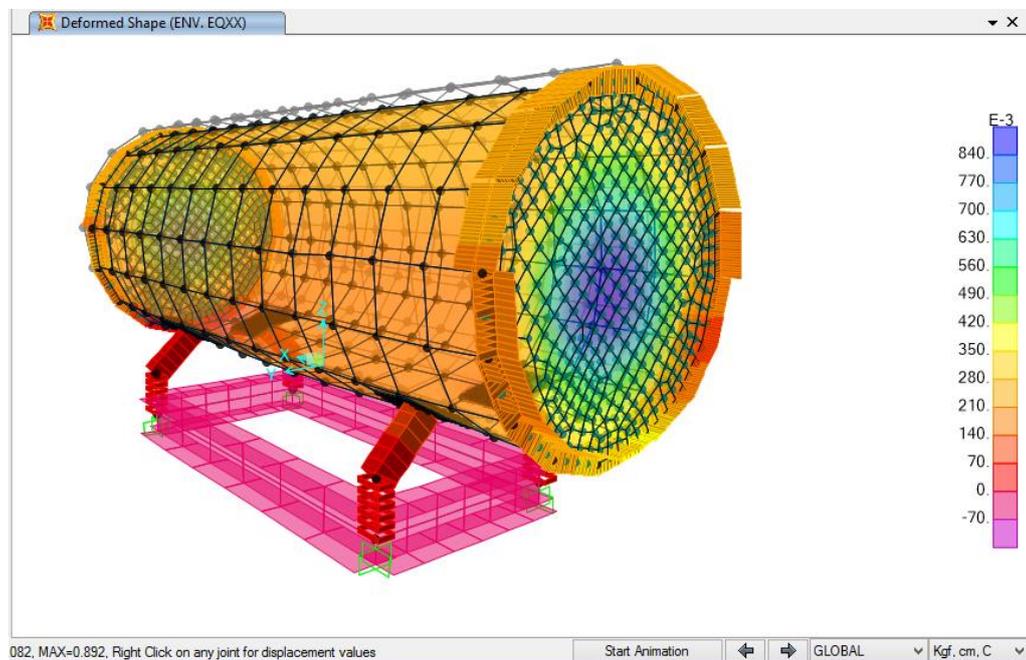


Figura 17 Deformación $U_x=U_1$ debido a la combinación envolvente en dirección X.

Fuente: Elaboración propia

Reacciones en el soporte

Load Combination Name (User-Generated) ENV. EQ

Notes

Load Combination Type

Options

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
C1: 1.4D+1.4EH	Combination	1.
C1: 1.4D+1.4EH	Combination	1.
C2: 1.25D+1.25EH +/- EQ	Combination	1.
C4: 0.9D +/- EQ	Combination	1.

Figura 20 Reacciones por la carga

Fuente: Elaboración propia

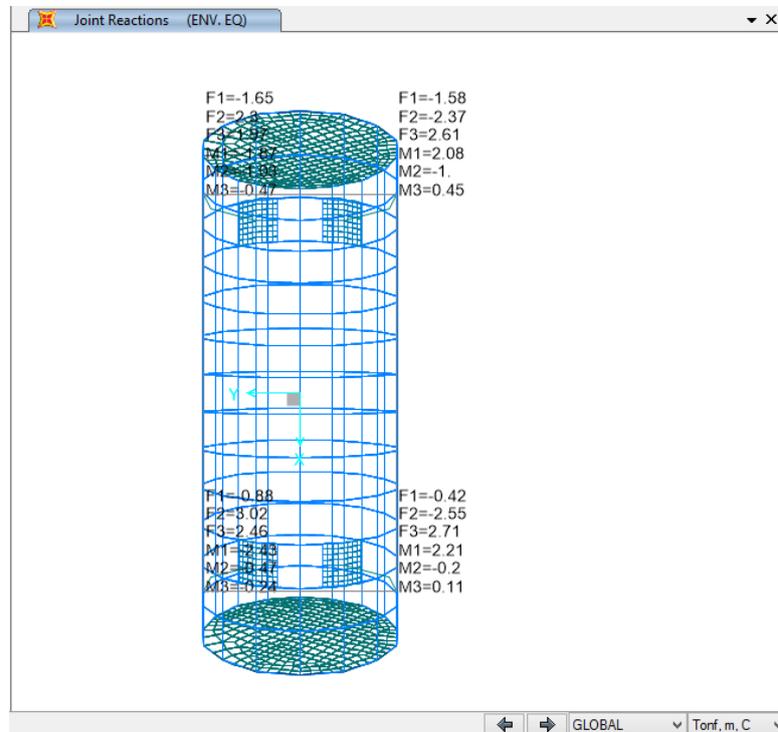


Figura 21 Reacción estructural

Fuente: Elaboración propia

Selección de espesores de plancha metálica

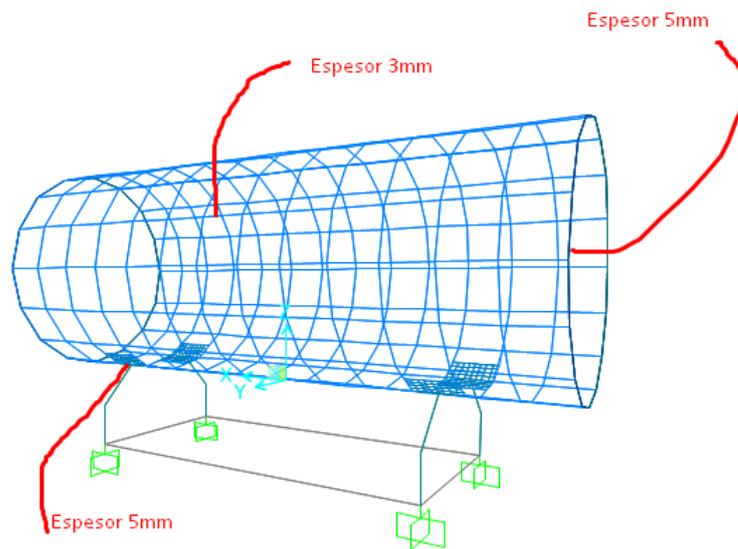


Figura 22 Espesor de la plancha

Fuente: Elaboración propia

Esfuerzo de la plancha de soporte de 5mm

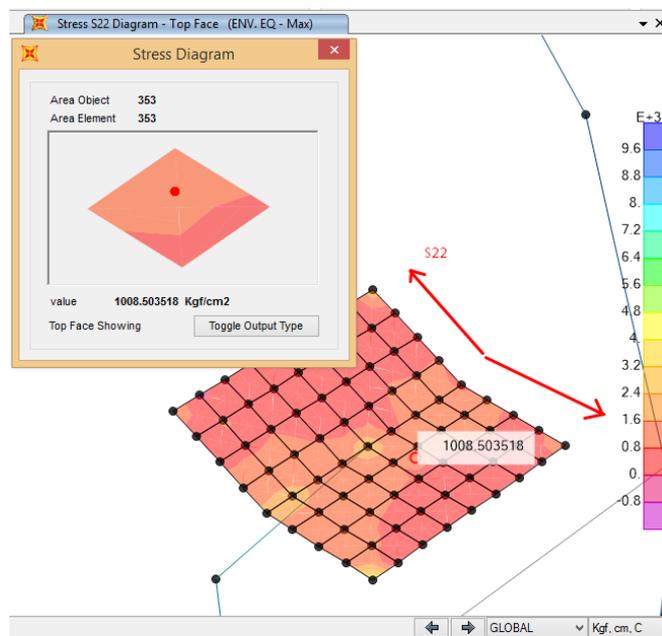


Figura 23 Diagrama de estrés

Fuente: Elaboración propia

Viga de conexión metálica

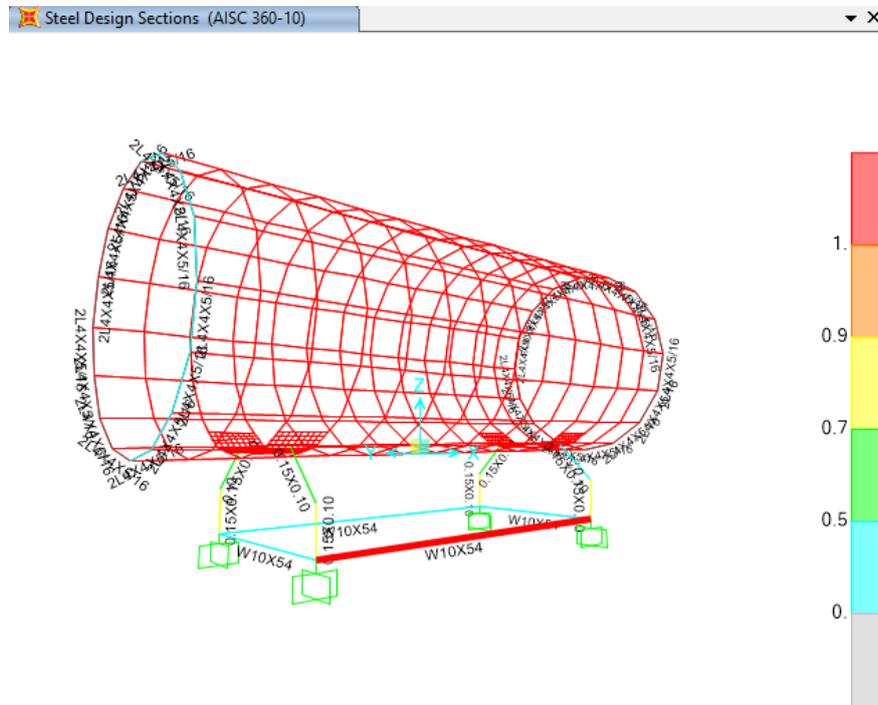


Figura 24 Diseño de secciones metálicas

Fuente: Elaboración propia

Steel Stress Check Information (AISC 360-10)

Frame ID: 91 Analysis Section: W10X54
 Design Code: AISC 360-10 Design Section: W10X54

COMBO ID	STATION LOC	---MOMENT RATIO	INTERACTION CHECK =	AXL + B-MAJ + B-MIN	---MAJ-SHR RATIO	---MIN-SHR RATIO
C4:	0.9D	250.00	0.002 (C)	= 0.000 + 0.002 + 0.000	0.002	0.000
ENV. EQ	0.00	0.002 (C)	= 0.000 + 0.002 + 0.000	0.004	0.000	
ENV. EQ	50.00	0.000 (C)	= 0.000 + 0.000 + 0.000	0.002	0.000	
ENV. EQ	100.00	0.001 (C)	= 0.000 + 0.001 + 0.000	0.000	0.000	
ENV. EQ	150.00	0.001 (C)	= 0.000 + 0.001 + 0.000	0.000	0.000	
ENV. EQ	200.00	0.000 (C)	= 0.000 + 0.000 + 0.000	0.002	0.000	
ENV. EQ	250.00	0.002 (C)	= 0.000 + 0.002 + 0.000	0.004	0.000	

Buttons: Modify/Show Overwrites (Overwrites), Display Details for Selected Item (Details), Display Complete Details (Tabular Data)

Strength Deflection OK Cancel Stylesheet: Default Table Format File

Figura 25 Información de verificación de tensión metálica

Fuente: Elaboración propia

Columna metálica de apoyo

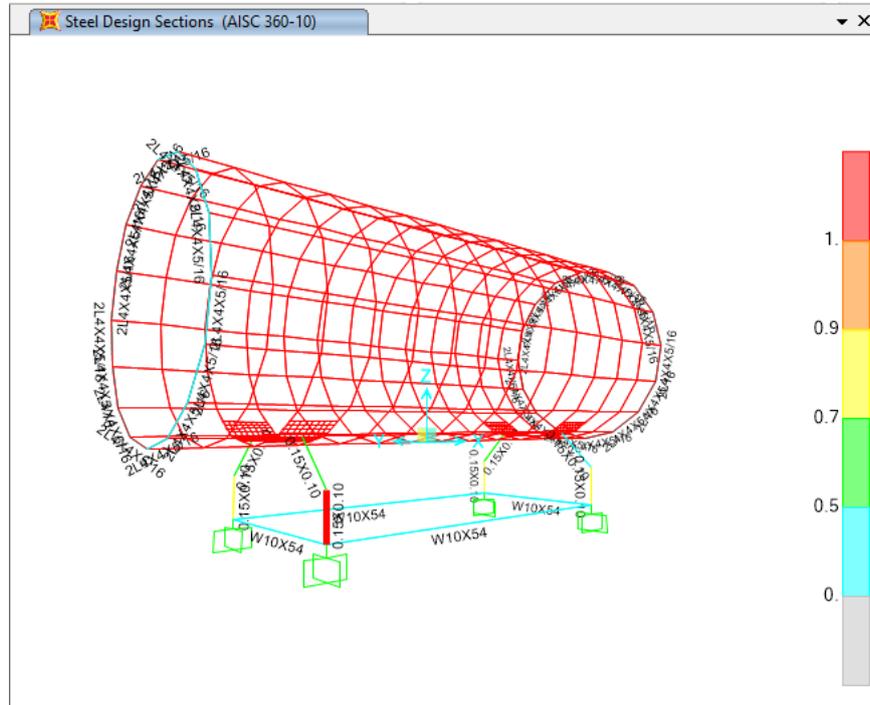


Figura 26 Diseño de secciones metálicas

Fuente: Elaboración propia

COMBO ID	STATION	LOC	---MOMENT RATIO	INTERACTION CHECK =	AXL + B-MAJ + B-MIN	---MAJ-SHR RATIO	---MIN-SHR RATIO
C3:	1.25	12.83	0.792 (C)	=	0.015 + 0.186 + 0.591	0.061	0.149
C3:	1.25	21.41	0.689 (C)	=	0.015 + 0.151 + 0.523	0.061	0.149
C3:	1.25	30.00	0.587 (C)	=	0.015 + 0.117 + 0.454	0.061	0.149
C4:	0.9D	12.83	0.077 (C)	=	0.002 + 0.006 + 0.069	0.002	0.018
C4:	0.9D	21.41	0.068 (C)	=	0.002 + 0.005 + 0.061	0.002	0.018
C4:	0.9D	30.00	0.058 (C)	=	0.002 + 0.004 + 0.053	0.002	0.018
ENV. EQ		12.83	0.887 (C)	=	0.017 + 0.208 + 0.662	0.069	0.167

Strength
 Deflection

Stylesheet: Default

Figura 27 Información de verificación de tensión metálica

Fuente: Elaboración propia

Modelación estructural caldera tipo II con soporte metálico

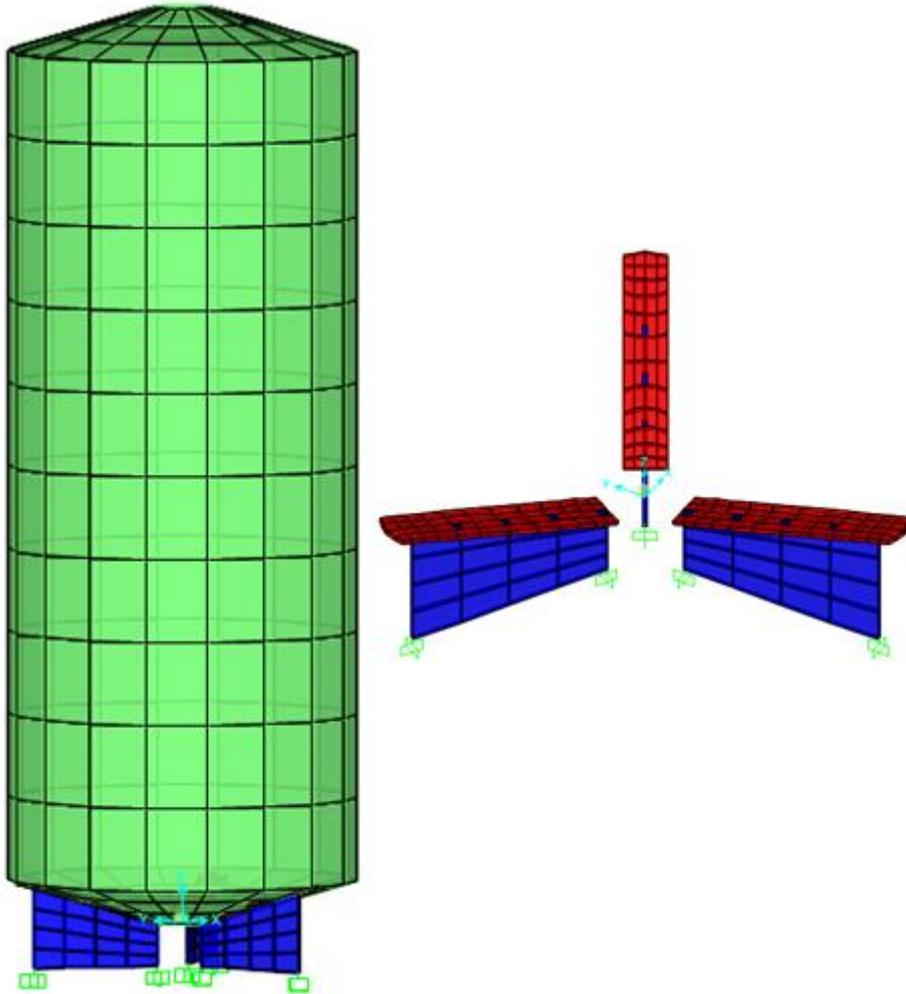


Figura 28 Tipos de apoyo de las calderas

Fuente: Elaboración propia

Presión hidrodinámica

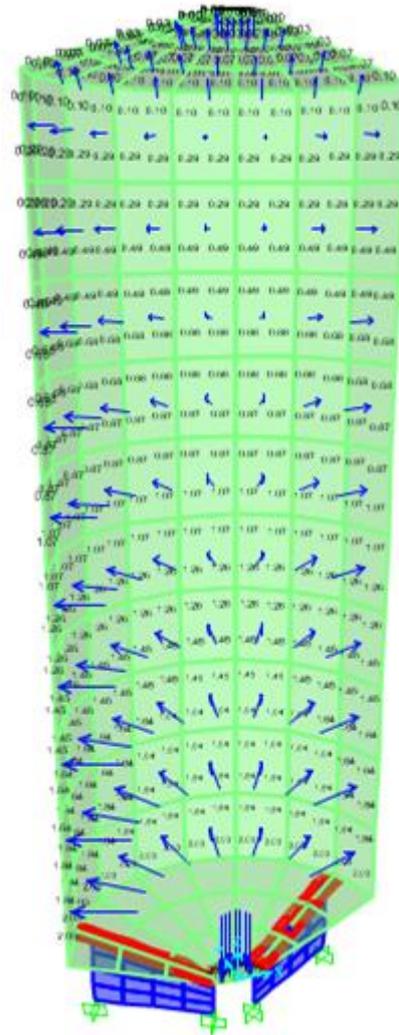


Figura 29 Presiones asignadas en las paredes de las calderas

Fuente: Elaboración propia

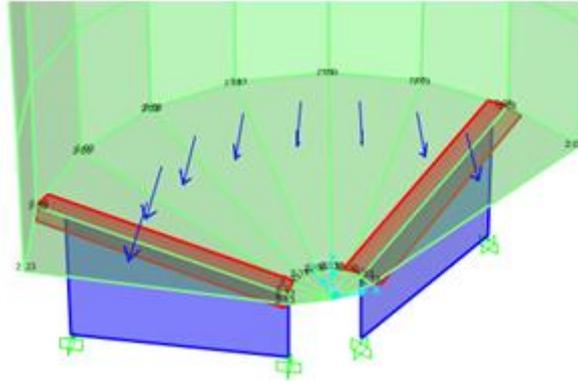


Figura 30 Presiones asignadas en las bases de las calderas

Fuente: Elaboración propia

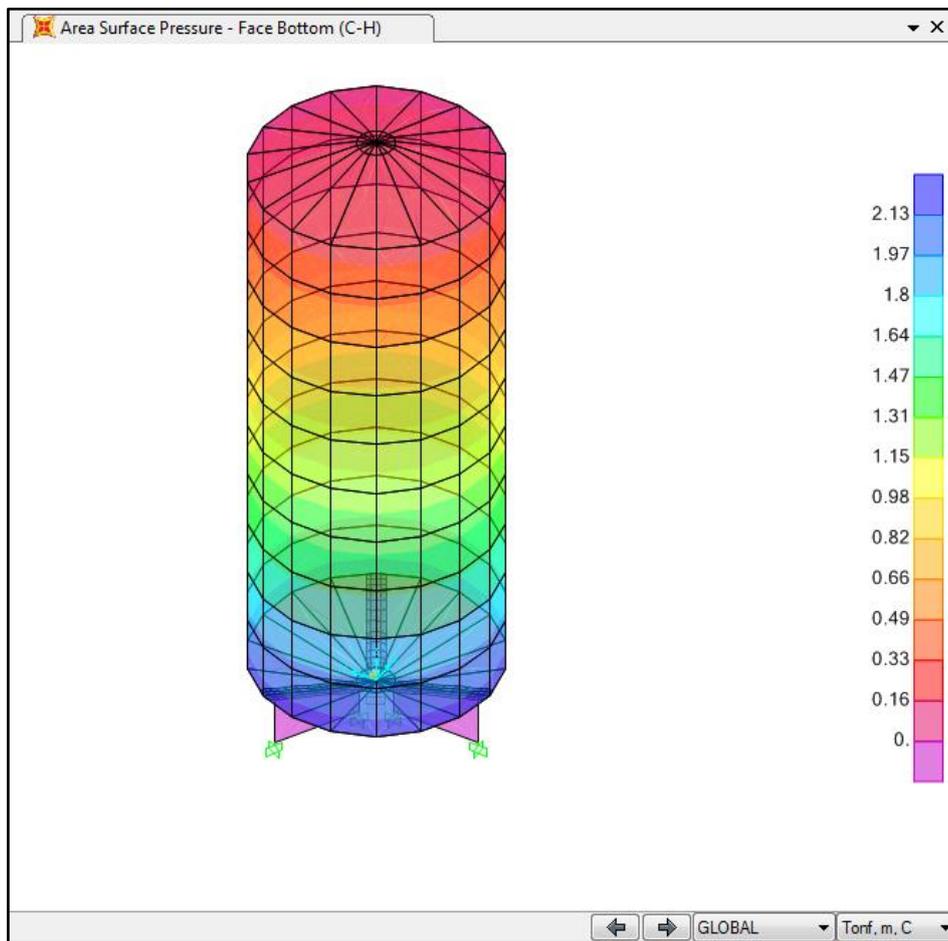


Figura 31 Calentador de agua a vapor del Hospital III ESSALUD, 2019

Fuente: Elaboración propia

Máxima deformada con envolvente de combinaciones consideradas

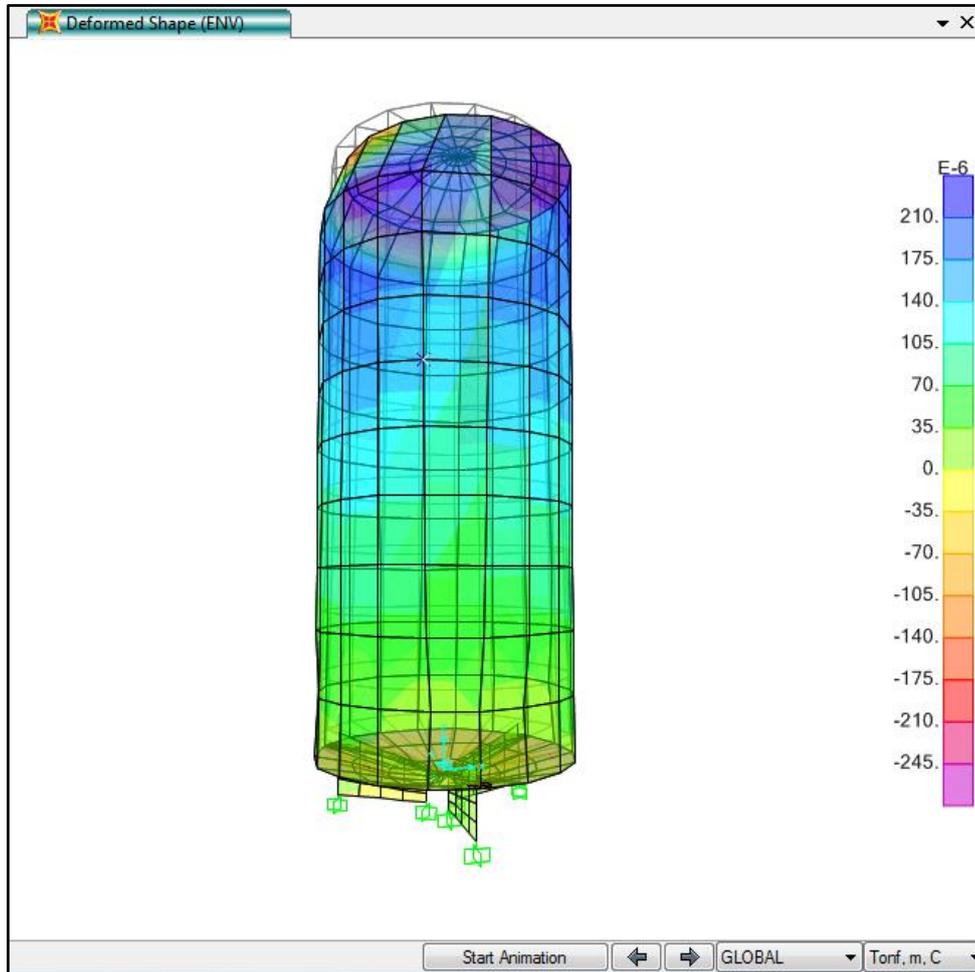


Figura 32 Máxima deformación envolvente

Fuente: Elaboración propia

Reacción en apoyos de caldera

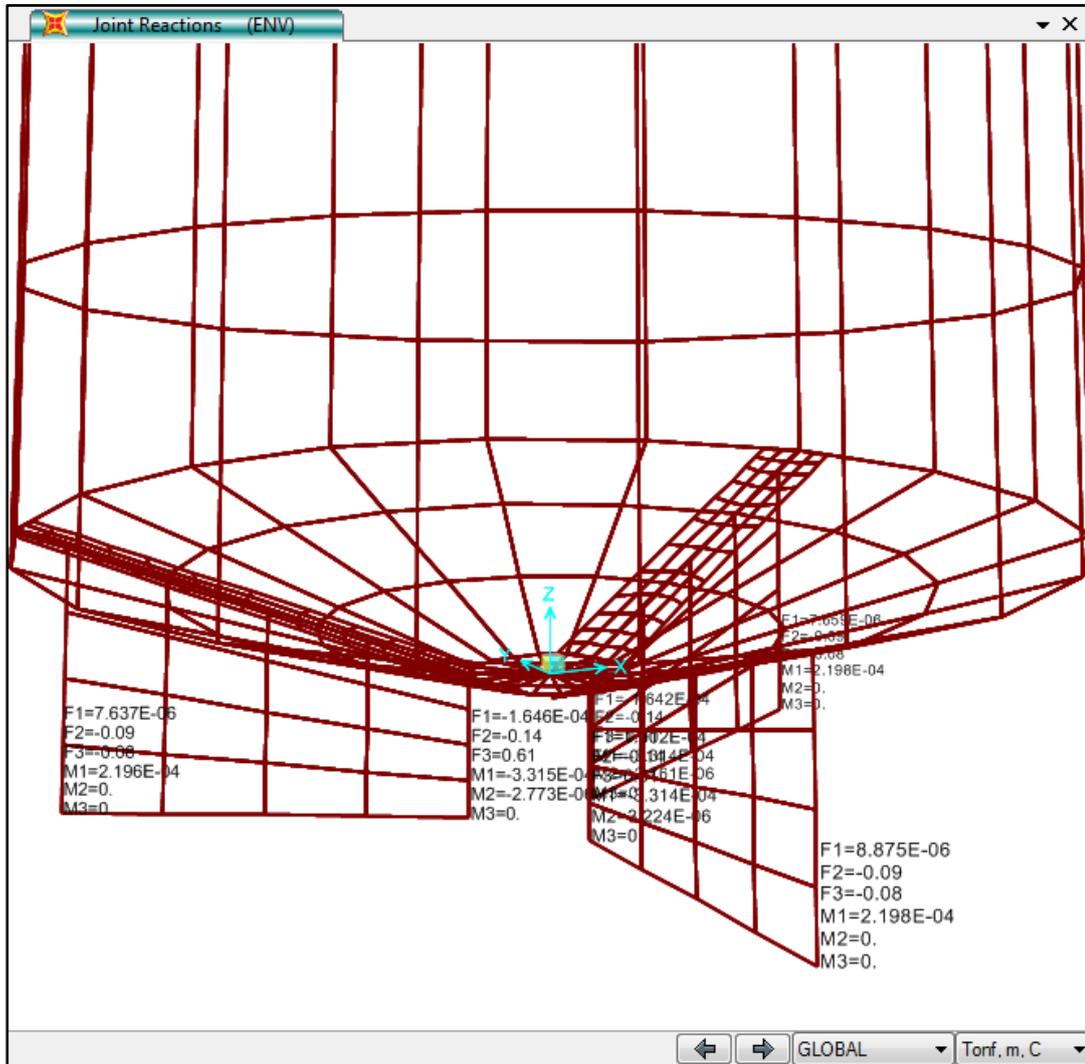


Figura 33 Reacción de apoyos en calderas

Fuente: Elaboración propia

Modelación estructural caldera tipo III con soporte metálico

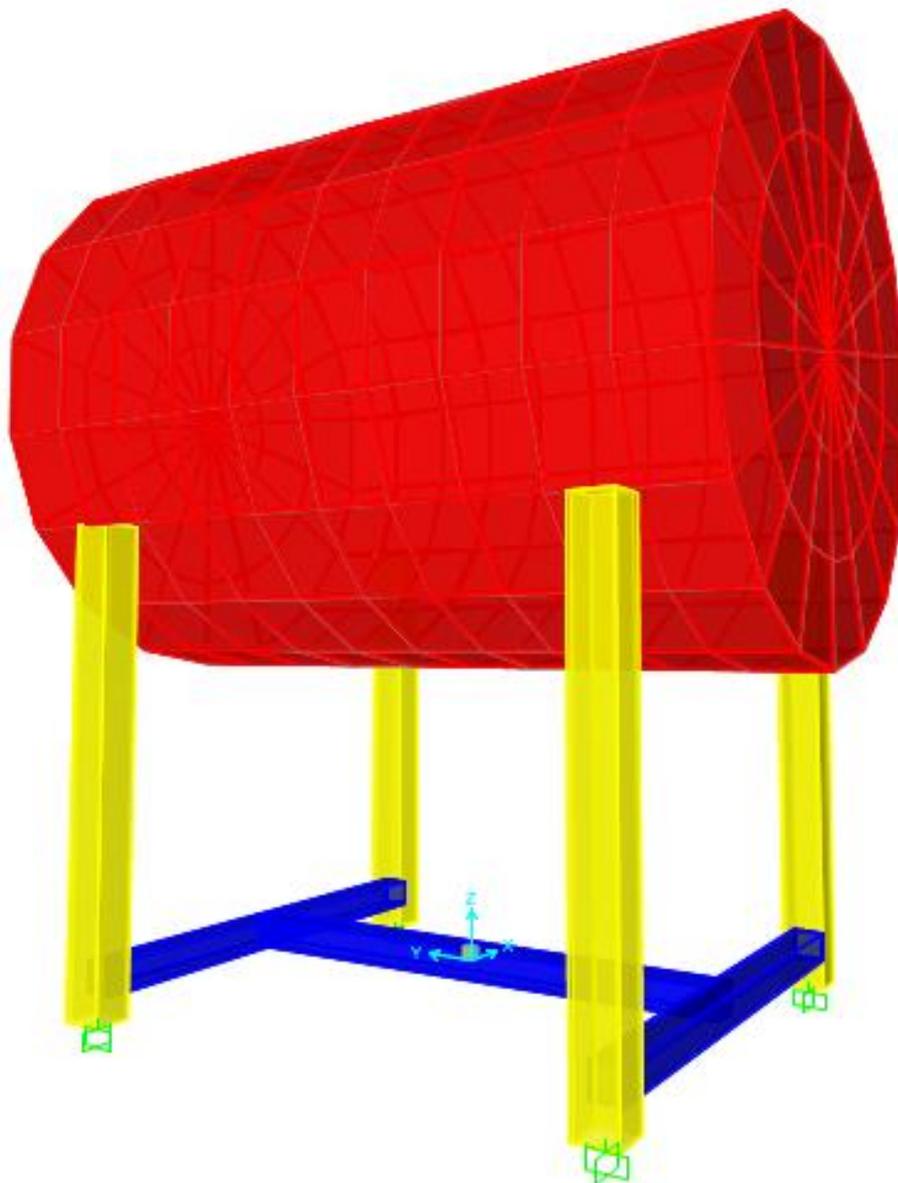


Figura 34 Modelo de estructura metálica tipo III

Fuente: Elaboración propia

Presión hidrodinámica

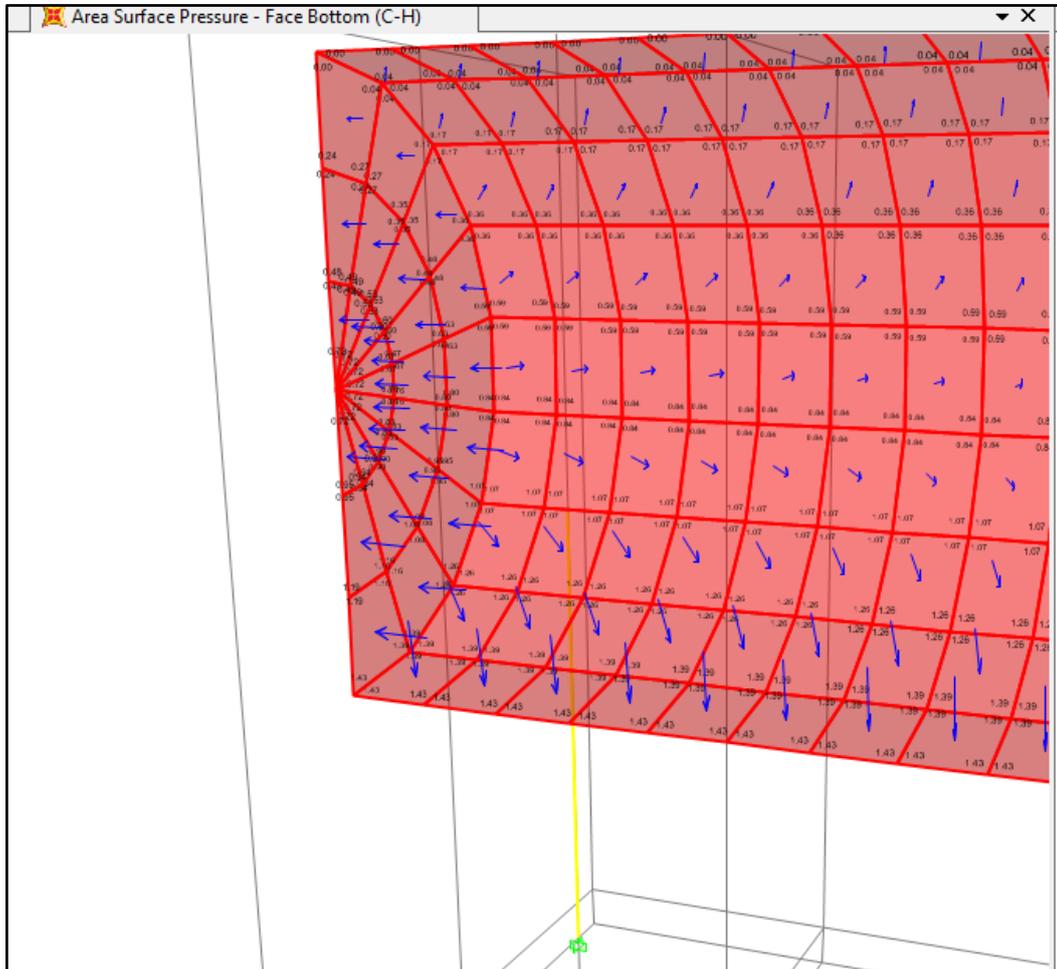


Figura 35 Presión de la superficie del área

Fuente: Elaboración propia

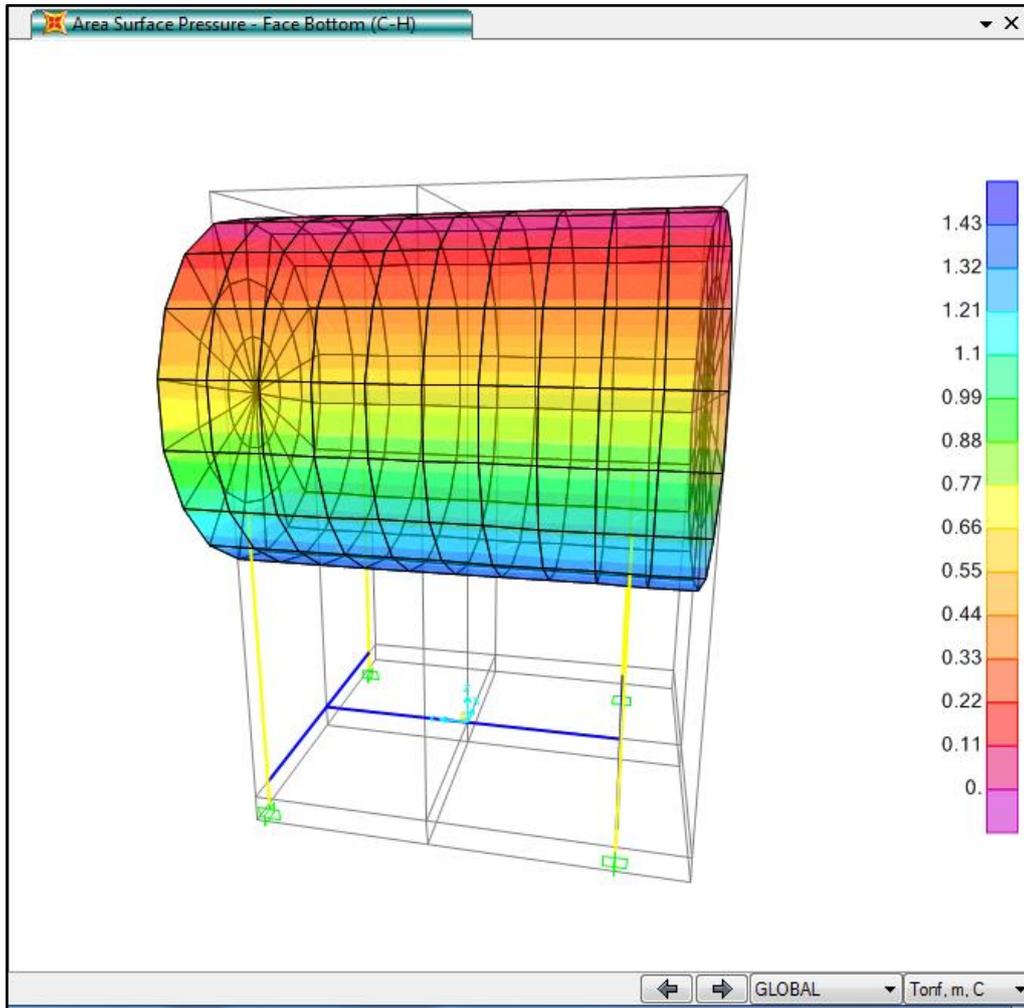


Figura 36 Presión de la superficie del área

Fuente: Elaboración propia

Máxima de formada con envolvente de combinaciones consideradas

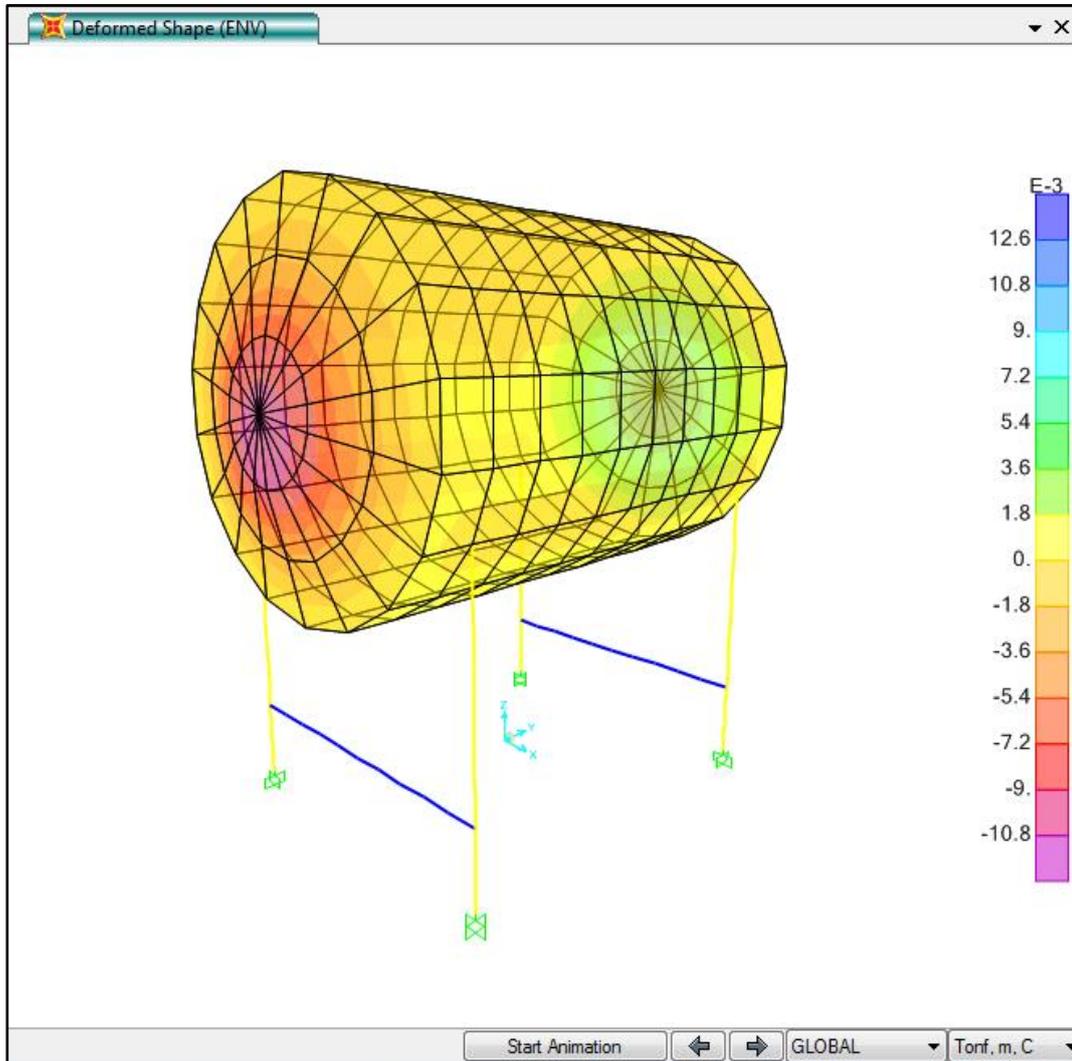


Figura 37 Deformación máxima de elemento

Fuente: Elaboración propia

Verificación de esfuerzos en apoyos

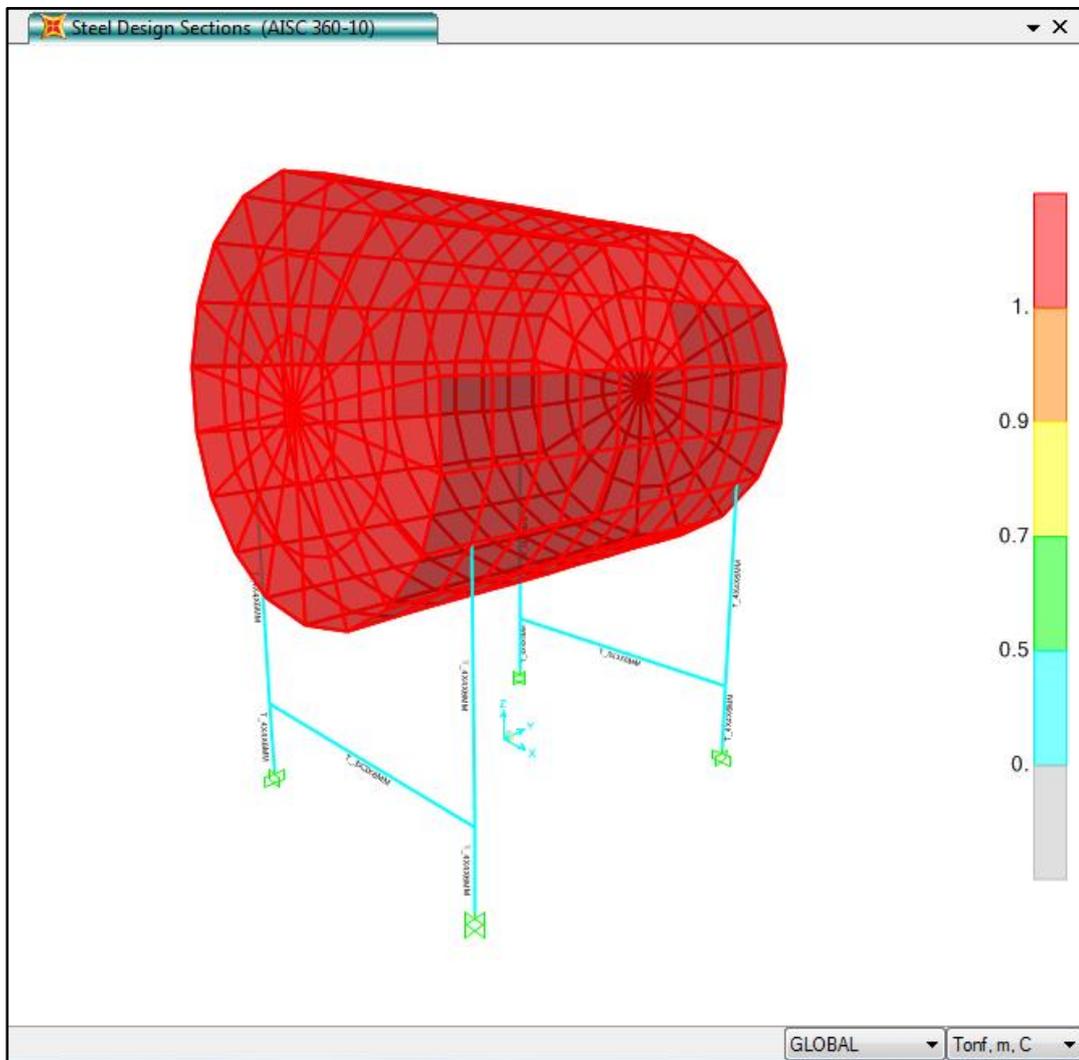


Figura 38 Diseño de sección metálica

Fuente: Elaboración propia

Reacción en apoyos de caldera

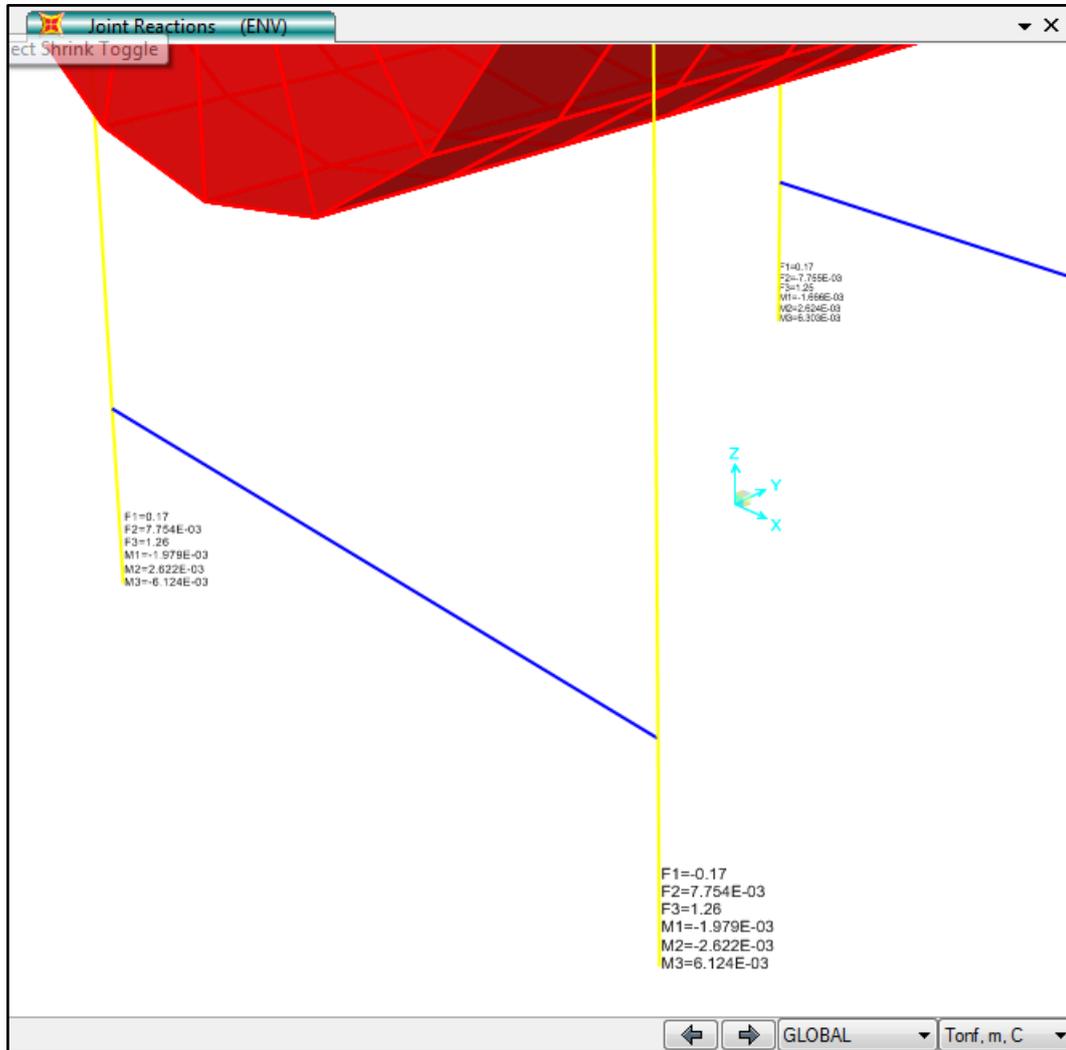


Figura 39 Reacción de apoyo en las calderas

Fuente: Elaboración propia

Modelación estructural caldera tipo IV con soporte metálico

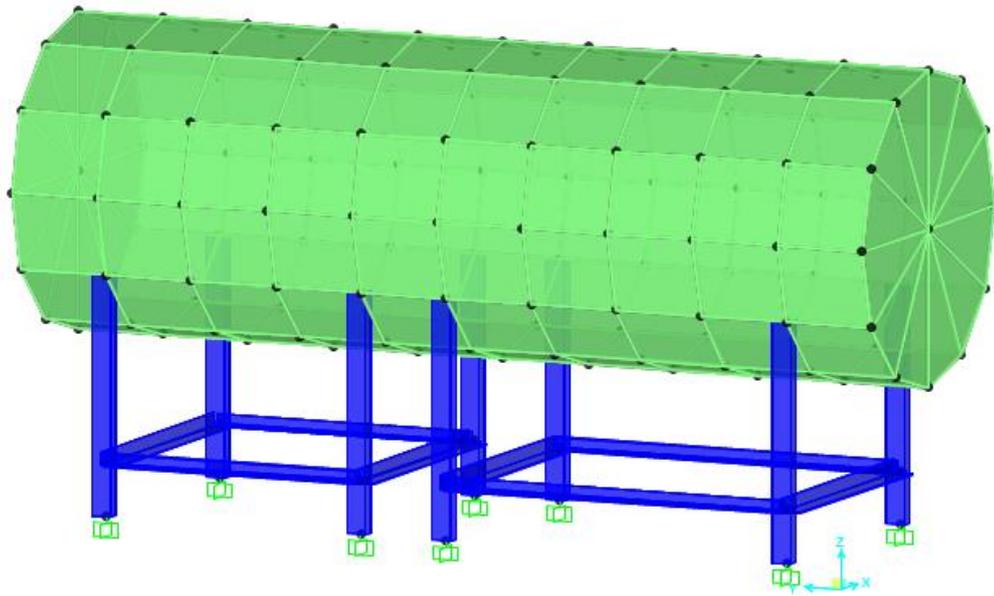


Figura 40 Modelo estructural de caldera tipo IV con soporte metálico.

Fuente: Elaboración propia

Presión hidrodinámica

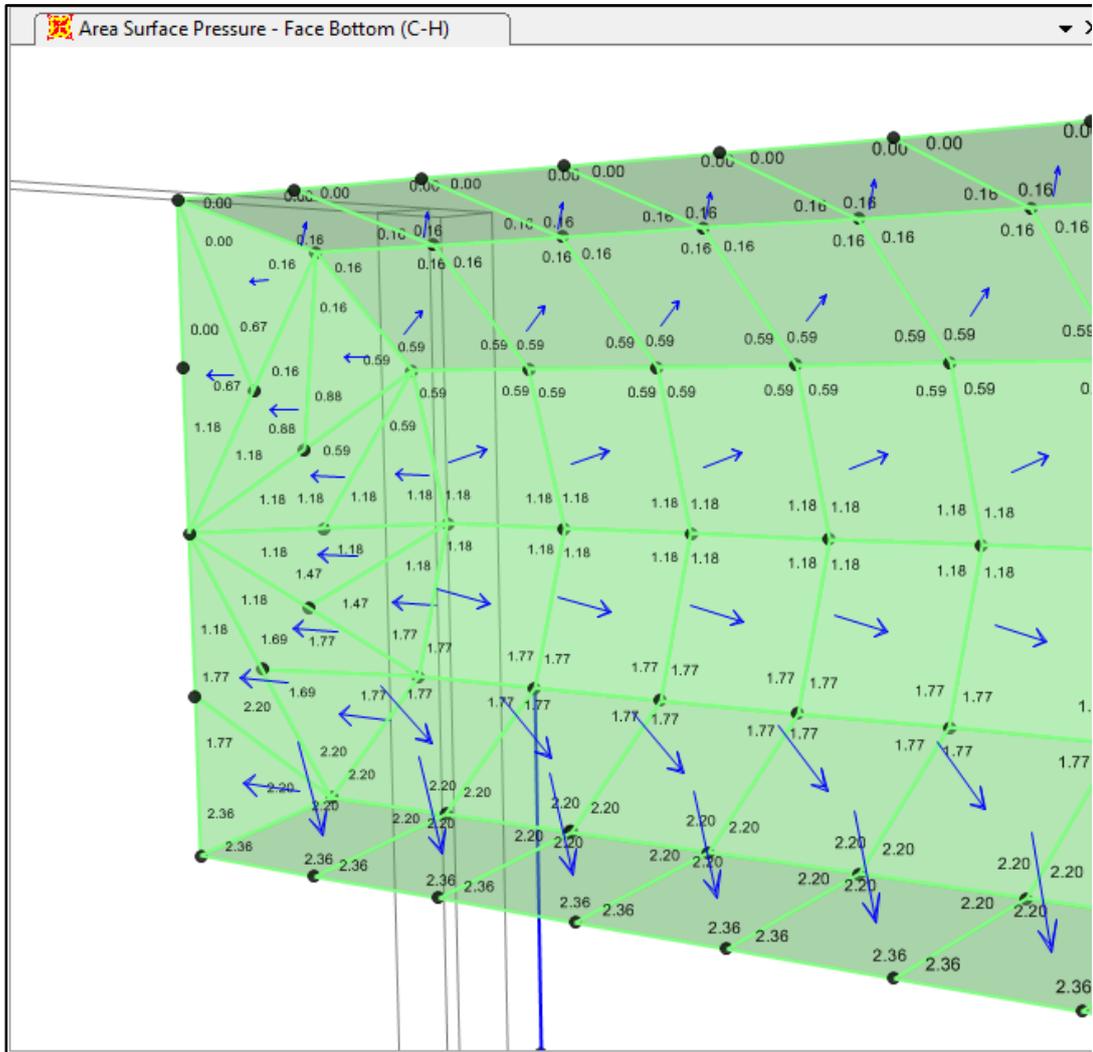


Figura 41 Presión hidrodinámica

Fuente: Elaboración propia

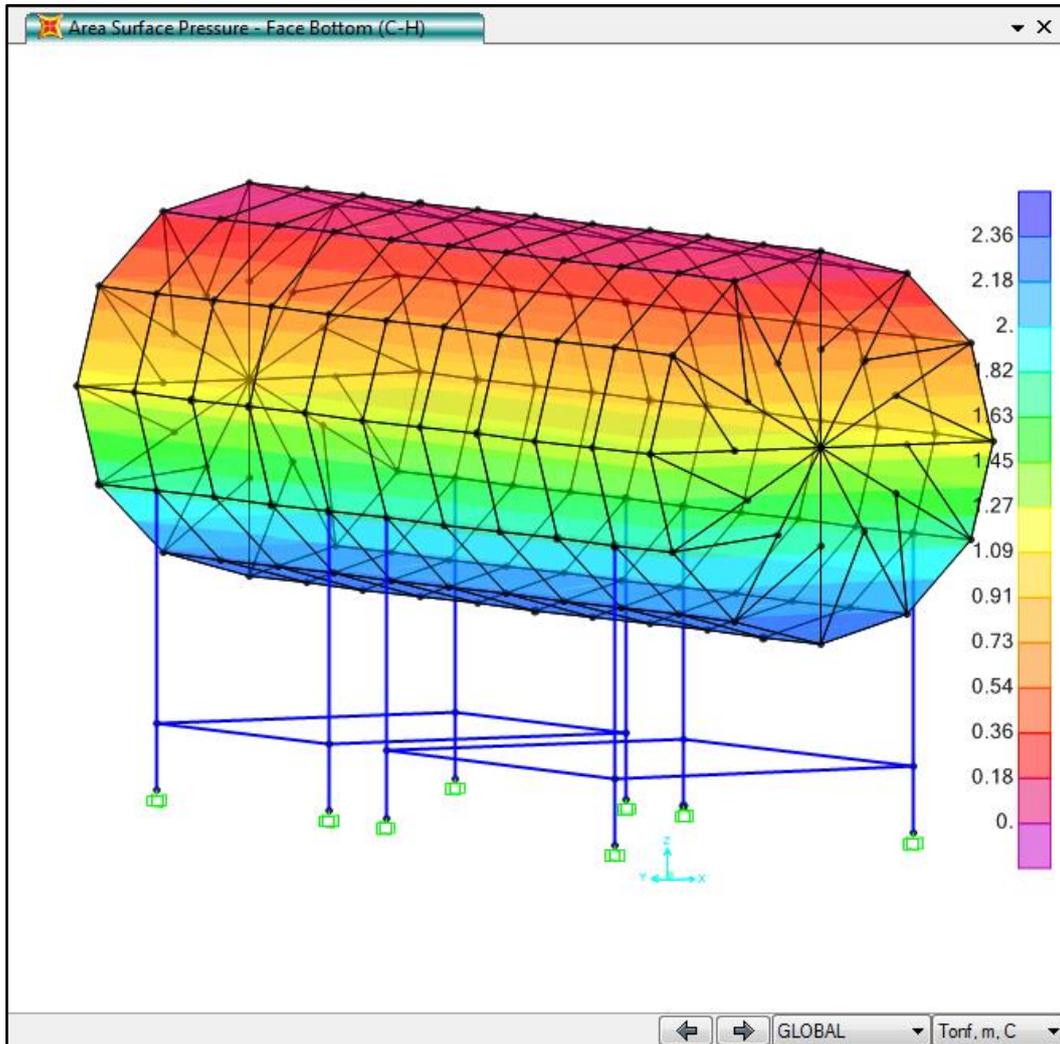


Figura 42 Presión de la superficie del área

Fuente: Elaboración propia

Máxima deformada con envolvente de combinaciones consideradas

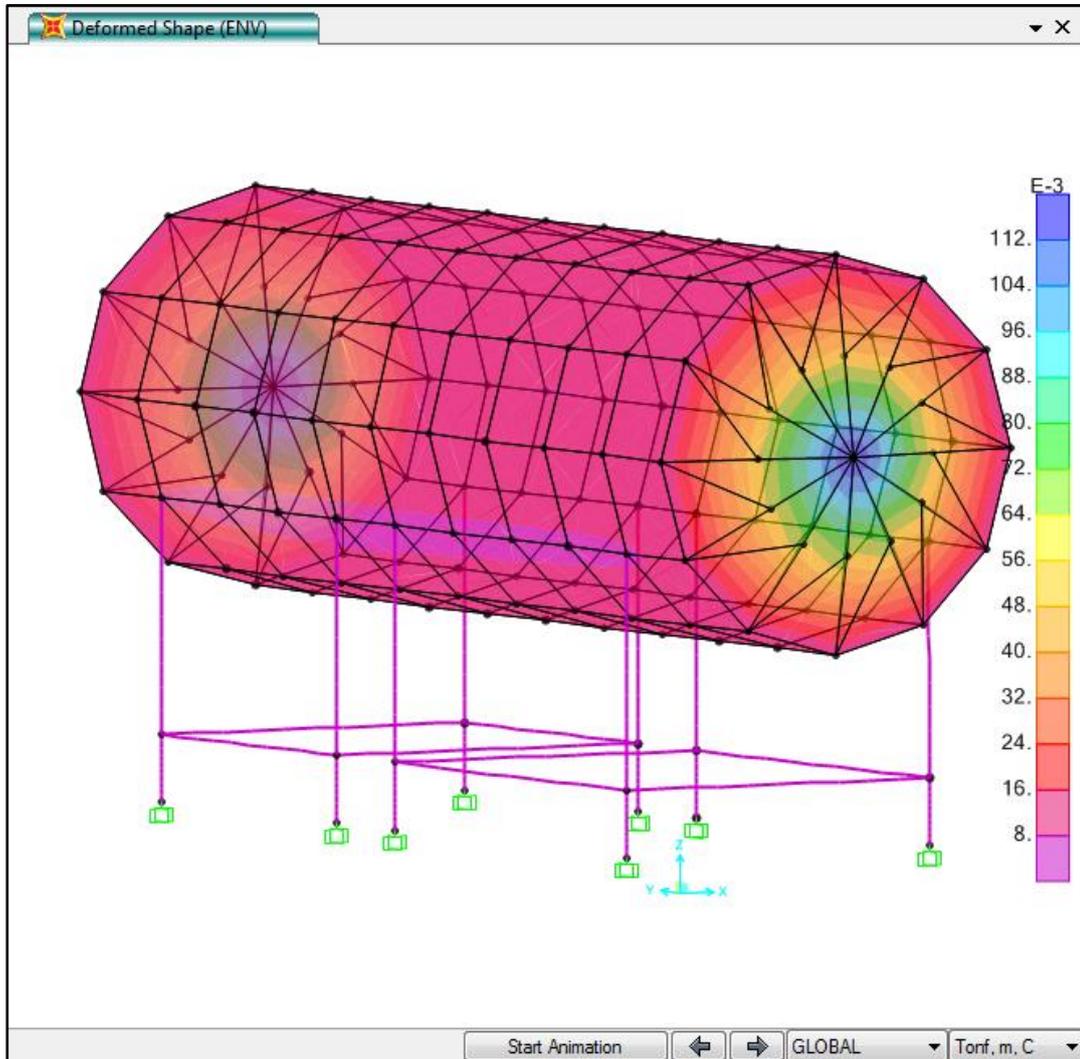


Figura 43 Deformación máxima con envolvente de combinaciones

Fuente: Elaboración propia

Verificación de esfuerzos en apoyos

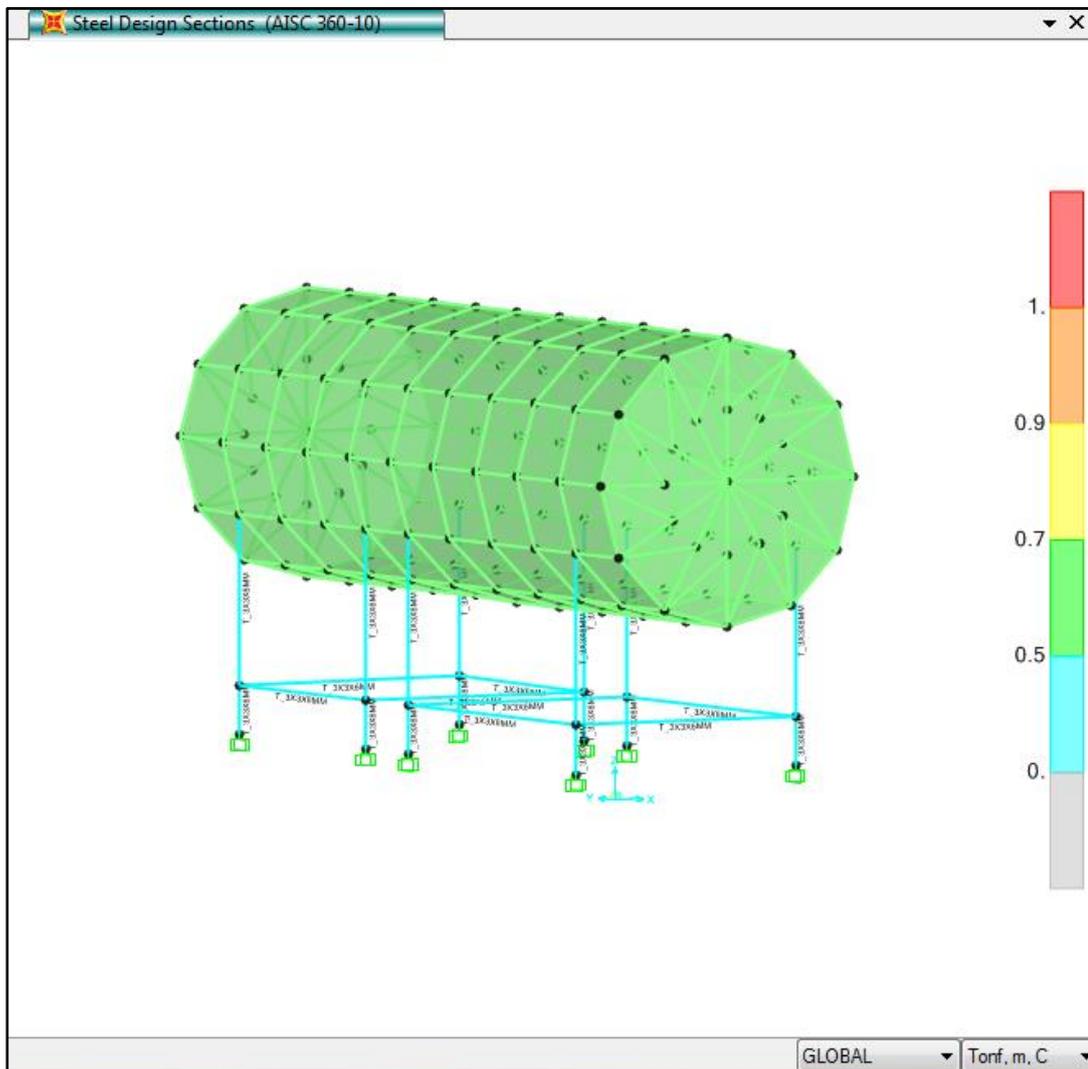


Figura 44 Diseño de secciones metálicas

Fuente: Elaboración propia

Reacción en apoyos de caldera

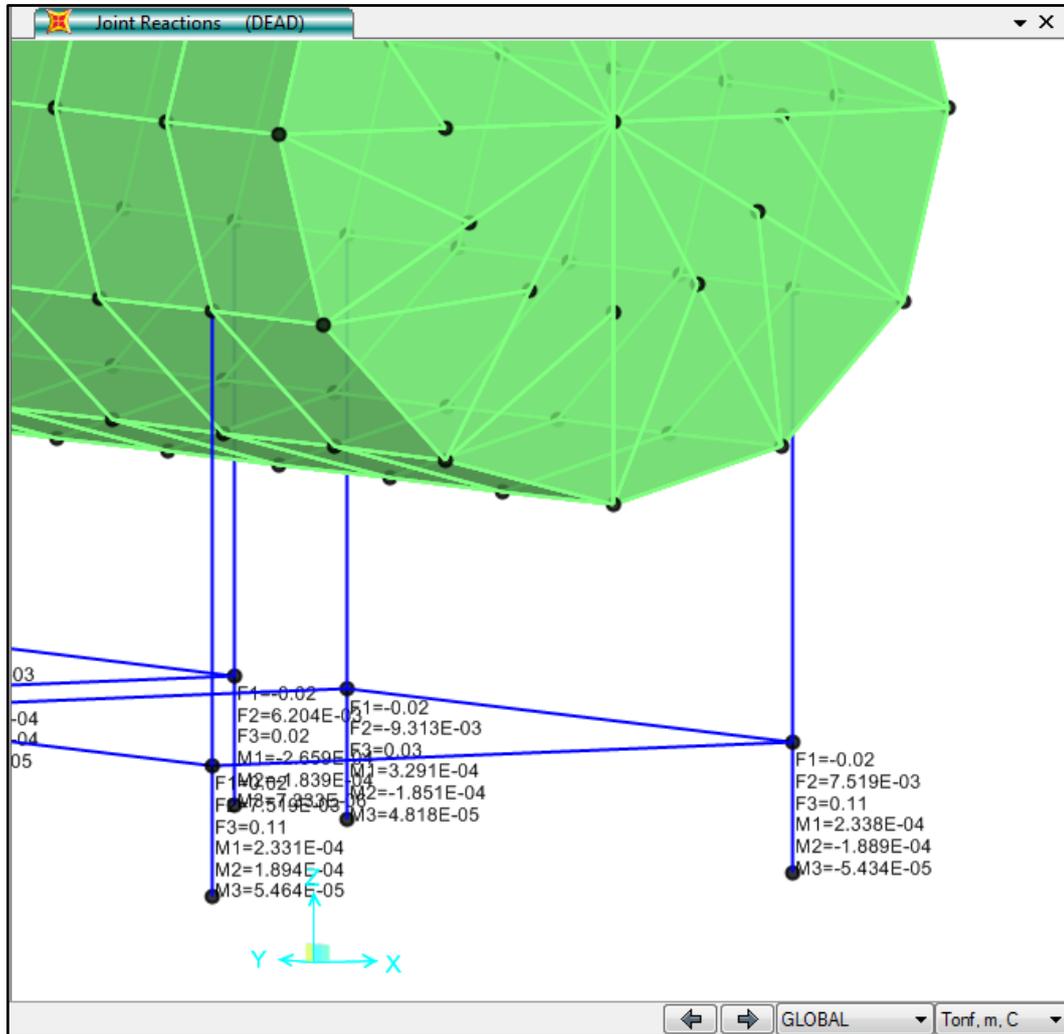


Figura 45 Reacción en los apoyos de las calderas

Fuente: Elaboración propia

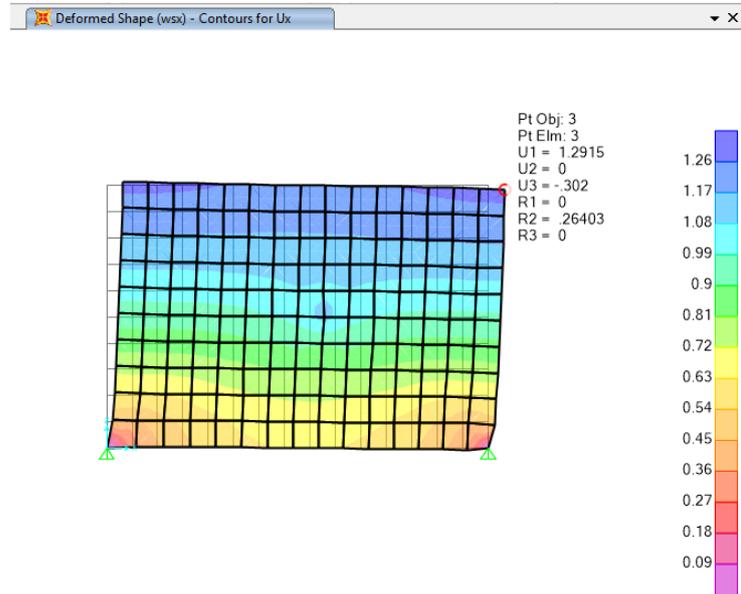


Figura 46 Desplazamiento dirección X afectado por fuerzas sísmicas
 Fuente: Elaboración propia



Figura 47 Visualización del Anaquel
 Fuente: Elaboración propia

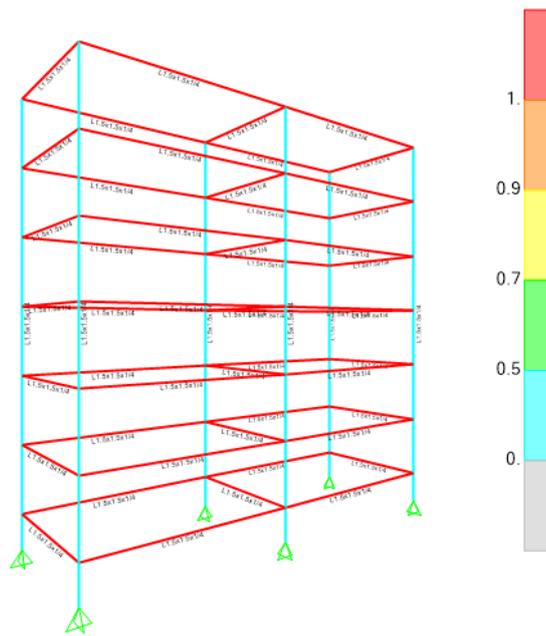


Figura 48 Capacidad del anaqueles

Fuente: Elaboración propia

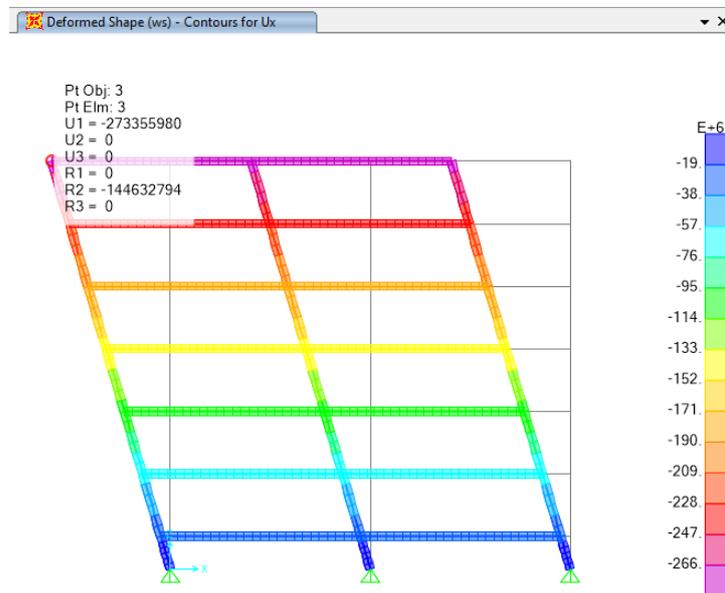


Figura 49 Desplazamiento X afectado por el sismo

Fuente: Elaboración propia

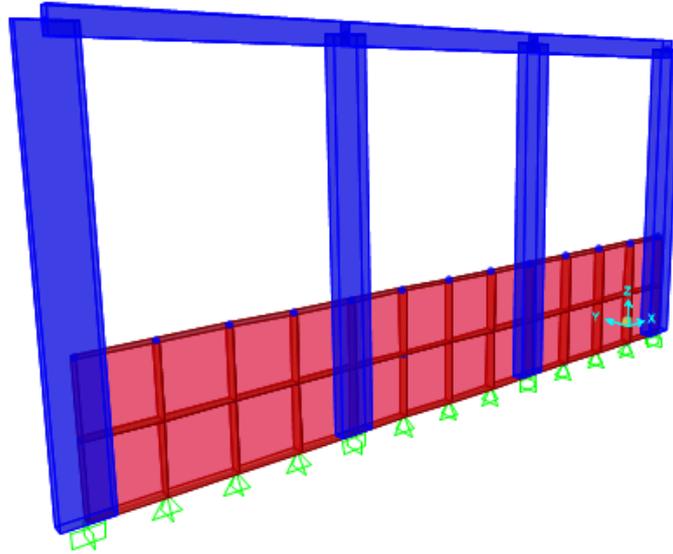


Figura 50 Visualización del pórtico - muro
Fuente: Elaboración propia

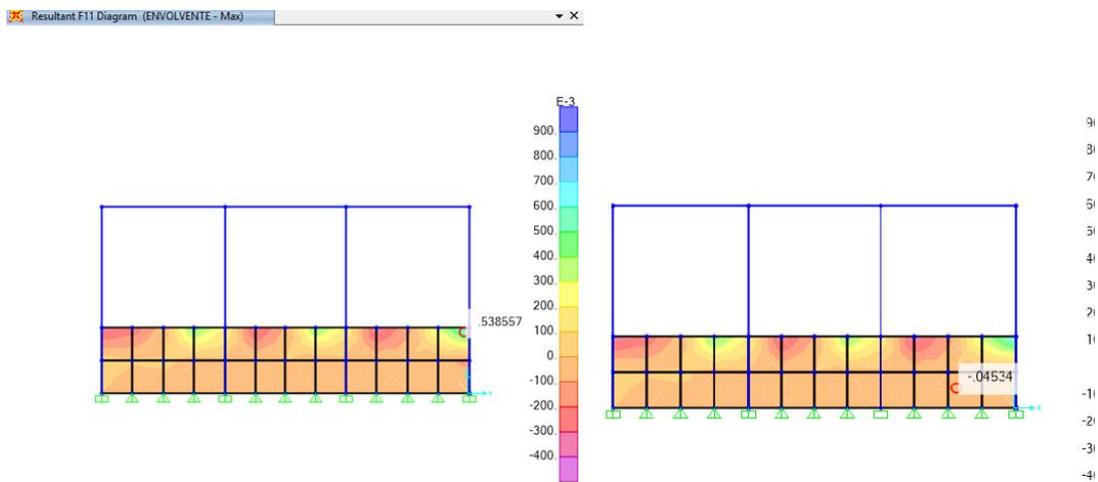


Figura 51 Comparación de esfuerzos, altas concentraciones en las esquinas del muro
Fuente: Elaboración propia

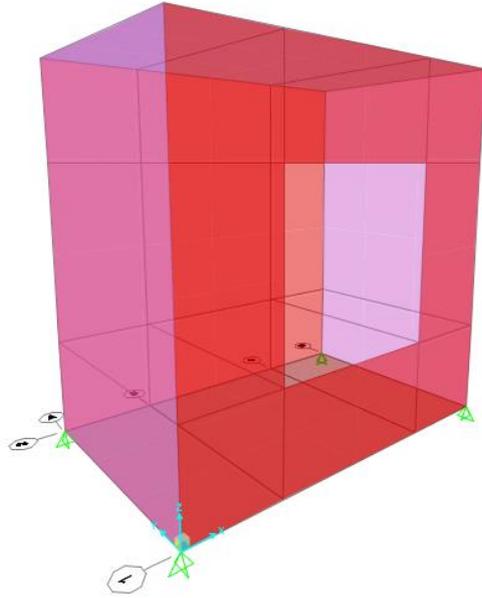


Figura 52 Visualización de lavadora

Fuente: Elaboración propia

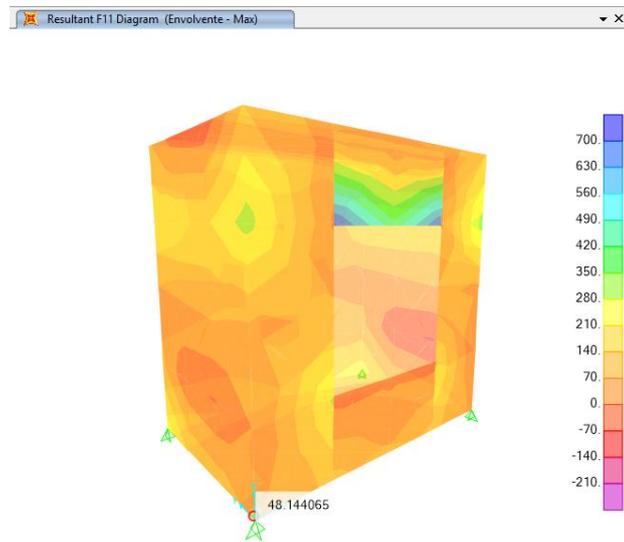


Figura 53 Fuerzas axiales de la lavadora

Fuente: Elaboración propia

Joint Reactions (Envolvente)

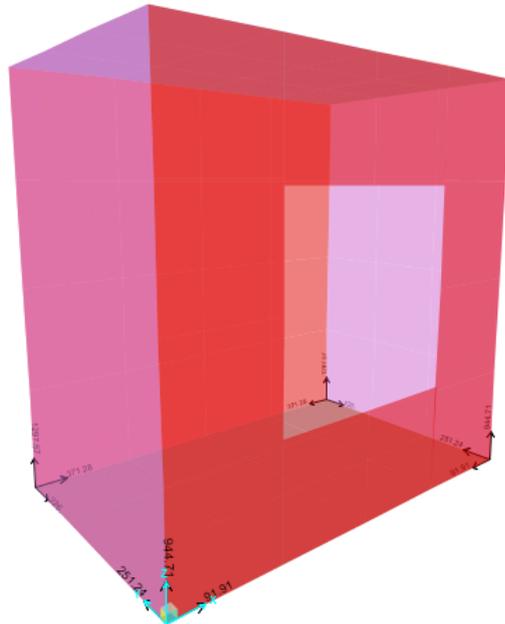


Figura 54 Reacciones en el apoyo de la lavadora

Fuente: Elaboración propia

Deformed Shape (pp) - Contours for Ux

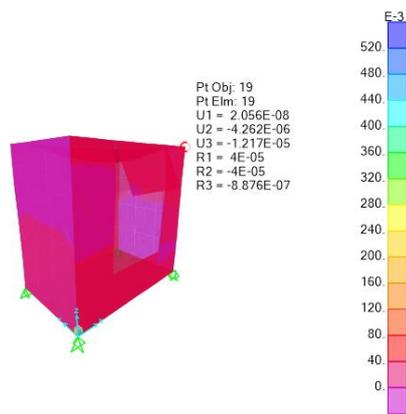


Figura 55 Desplazamiento en la dirección X de la lavadora

Fuente: Elaboración propia

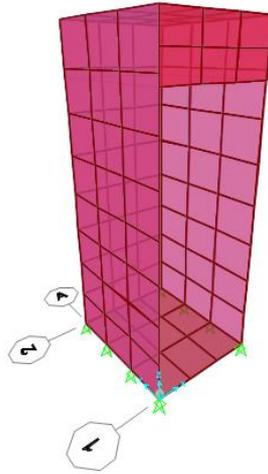


Figura 56 Visualización del congelador vertical

Fuente: Elaboración propia

Auto Seismic - User Coefficient									
File	View	Edit	Format-Filter-Sort	Select	Options				
Units:	As Noted								
Filter:	Auto Seismic - User Coefficient								
	LoadPat Text	Dir Text	PercentEcc Unitless	EccOverride	UserZ Yes/No	C Unitless	K Unitless	WeightUsed	BaseShear Kgf
	sis x	X	0	No	No	0.2835	1	100.02	28.36
	sis x-	X	0	No	No	0.2835	1	100.02	28.36
	sis y	Y	0	No	No	0.2835	1	100.02	28.36
	sis y-	Y	0	No	No	0.2835	1	100.02	28.36

Figura 57 Fuerza horizontal y peso del congelador vertical

Fuente: Elaboración propia

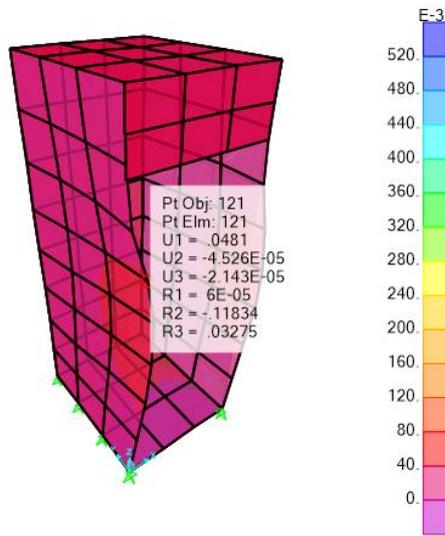


Figura 58 Desplazamiento en la dirección X del congelador vertical
 Fuente: Elaboración propia

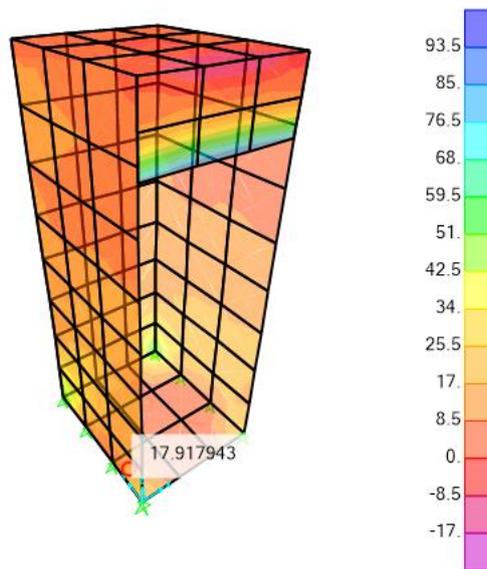


Figura 59 Esfuerzo axiales del congelador vertical
 Fuente: Elaboración propia

IV. Análisis y discusión

La edificación del hospital tiene más de 50 años de funcionamiento, es recomendable hacer un replanteo de las instalaciones y tratarlas de forma sistemática y complementaria sin afectar ni comprometer su función; con respecto a los resultados del capítulo precedente, para determinar el índice de seguridad hospitalaria de los elementos no estructurales ubicados en las áreas críticas del Hospital III ESSALUD estos fueron obtenidos mediante la aplicación del formulario de índice de seguridad según la política nacional de hospitales seguros; el cual fue utilizado como instrumento de medición donde se determinó el valor de 0.19 equivalente a la categoría C, por cuanto las autoridades del nosocomio deben adoptar e implementar las estrategias correspondiente para revertir la situación actual que viene presentando la infraestructura hospitalaria con la finalidad de garantizar las vidas de las personas o la integridad de las mismas dentro de las áreas críticas ante la presencia de un fenómeno sísmico.

A continuación, en base a los ítems observados mediante el formulario para determinar el índice de seguridad, podemos indicar que las líneas vitales evaluadas: sistema eléctrico, sistema de telecomunicaciones, sistema de aprovisionamiento de agua, depósito de combustible y gases medicinales, es decir, las instalaciones se encuentran en un mal estado; con respecto al sistema de calefacción ventilación y aire acondicionado en las áreas críticas fueron evaluadas como deficientes, a excepción de los soportes para los ductos y tuberías que atraviesan la junta de dilatación. El mobiliario y equipos de oficina fijo y móvil y almacenes que incluyen computadoras, impresoras, etc., tiene una evaluación como mala; los equipos médicos, de laboratorio y suministros utilizados para el diagnóstico y tratamiento de los pacientes, el grado de seguridad obtenido fue de regular; y por último, los elementos arquitectónicos que presenta el Hospital III ESSALUD de la ciudad Chimbote, tiene un grado de seguridad regular en la mayoría de sus indicadores a excepción de las condiciones y seguridad en los componentes siguientes techos y cubiertas, particiones o divisiones, escaleras, cubiertas de pisos entre otros incluyendo la señalética de seguridad.

Otra de las evidencias más relevantes identificada es la deficiencia que se encuentra los indicadores, con un 61.4% muy por encima del promedio, las dimensiones donde resalta o se tiene mayor preponderancia, en este sentido es el mobiliario y equipo de oficina y las líneas vitales que se encuentran en la institución.

Para el caso del segundo objetivo específico, determinar las vulnerabilidades de los elementos no estructurales en las áreas críticas del Hospital III ESSALUD, según la norma sismo resistente E-030, en este sentido las fuerzas sísmicas de los elementos analizados se encuentran en un intervalo comprendido entre el valor mínimo de 61.08 y el valor máximo de 47,365.14, correspondiente al anaquel y a las calderas respectivamente con una desviación estándar de 14,547.18 con un promedio de 9,111.92 con un rango intercuartílico equivalente a 47,304.06.

A continuación, se procede con la discusión del estudio, conforme a los resultados obtenidos por otros investigadores; en ese sentido, las investigaciones realizadas por Meléndez y Santisteban (2014) en el Hospital San Ignacio y el trabajo realizado por Príncipe y Ventocilla (2019) en el Hospital de Huacho, ambas investigaciones indicaron que la vulnerabilidad sísmica requiere de reforzamiento o mejora, lo cual coincide con nuestros resultados, debido que la infraestructura hospitalaria también debe ser mejorada, en este sentido, las investigaciones emplearon como técnica la observación mediante una ficha o formatos de recolección de datos y planos de ubicación.

Las investigaciones realizadas en el Hospital Casimiro Ulloa por Aranzábal y Arroyo (2015) y la desarrollada en el Hospital Regional de Lambayeque por Castañeda y Guevara (2019) quienes analizaron y evaluaron el comportamiento sísmico de los bloques B y C, donde emplearon la norma E-030 mediante visitas in situ y el modelado con la utilización de un software concluyendo que las estructura del hospital tiene que ser reforzada o mejoradas, dicha conclusión concuerda con los resultados obtenidos de nuestra investigación donde se utilizó el modelado con software para determinar la vulnerabilidad sísmica referente a los aspectos estructurales y no estructurales.

Los resultados de la investigación realizada por Cholán (2018) con el objeto de determinar la vulnerabilidad sísmica no estructural en los sectores B (88%) y D (78%) del Hospital Regional de Cajamarca, es decir en ambos sectores, la vulnerabilidad sísmica, es media; al igual que las instalaciones y equipo médico, lo cual concuerda con la investigación realizada, en vista que se han empleado métodos cualitativos o categóricos para medición de la variable de estudio o determinar la vulnerabilidad sísmica en ambos hospitales; en esta misma línea se encuentra la investigación desarrollada por Moran y Novelo (2017) quienes propusieron una metodología para realizar la evaluación de la vulnerabilidad sísmica en los tres establecimientos de salud en la ciudad de México, con el propósito de disminuir los niveles de inseguridad en lo que respecta al análisis estructural, no estructural, funcional y administrativo – organizacional; para el caso de la evaluación no estructural se realiza mediante un enfoque cualitativo.

Durante el recorrido de supervisión técnica, se ha observado que una de las áreas críticas como la sala de calderas y sub estación están en un solo ambiente separadas por muros y al producirse un terremoto los elementos que contengan agua como los ablandadores, tanques de almacenamiento de agua a vapor pueda ceder y el fluido pueda llegar a los transformadores ocurriendo una explosión y dejar sin energía eléctrica el hospital. Asimismo, los grupos electrógenos se encuentran apoyados en una base de concretos fijados con pernos siendo una estructura de dimensiones uniformes siendo probable que no se deslice en caso de un terremoto. En el caso, de los equipos ubicados en la lavandería, estos no cuentan con el abastecimiento de agua blanda.

Con respecto al modelado de la estructura metálica de forma tridimensional mediante el programa de análisis y diseño estructural SAP-2000 versión 19; considerando en todo momento la geometría real de los elementos, se puede apreciar en los resultados del tercer objetivo específico, el predimensionamiento propuesto para los elementos estructurales de la torre, se verifica los requerimientos de la Norma AISC - LRFD 99, con el método de esfuerzos permisibles o de trabajo; en este sentido, el esfuerzo máximo de los apoyos de las calderas tipo III y IV, sería el 50% de su capacidad, en el caso de las calderas de tipo I es igual al 90% de su capacidad; con los efectos hidrodinámicos la vibración es alta, 0.78 segundos. Los esfuerzos en las paredes curvas son menores que las paredes en vertical porque requiere mayor espesor. Los elementos evaluados; estos no sufrirían alteraciones mayores durante un sismo, se debe tener en cuenta que estos apoyos no están fijos a la superficie.

V. Conclusiones y recomendaciones

La presente investigación estuvo orientada a realizar el análisis de la vulnerabilidad sísmica de los elementos no estructurales en las áreas críticas del Hospital III ESSALUD de la ciudad de Chimbote durante el año 2019; logrando evidenciar mediante el cumplimiento de los objetivos específicos siguientes:

Se logró determinar el índice de seguridad hospitalaria de los elementos no estructurales en las áreas críticas del Hospital III ESSALUD, la cual está comprendida en la categoría C; donde el 61.4% fue evaluado esta como bajo y el 27% como regular.

Para el segundo objetivo específico se consiguió determinar la vulnerabilidad sísmica de los elementos no estructurales, se evidencia que las calderas son los elementos con mayor peso ($F_x = 47365.00 \text{ N}$), seguidos del calentador de agua a vapor ($F_x = 18101.45 \text{ N}$).

El tercer objetivo específico, se identificó el comportamiento y respuesta; donde el esfuerzo máximo de los elementos de apoyo de la caldera está en 90% de su capacidad; los efectos hidrodinámicos de vibración, es alta, con 0.78 s; respecto al tanque de condensación y el calentador de agua a vapor está en el 50% de su capacidad.

Las recomendaciones que se indican en la presente investigación están orientadas a mitigar la vulnerabilidad sísmica en el Hospital III ESSALUD respecto a los elementos no estructurales ubicados en las áreas críticas de la institución; a continuación, se describe:

En vista del deficiente nivel de seguridad hospitalaria determinada en la investigación, se tiene que realizar las acciones correctivas de forma inmediata respetando la normativa técnica vigente en las dimensiones siguiente: líneas vitales, sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado, además del mobiliario y equipo de oficina fijo y móvil y almacenes; y en cierta medida, pero de forma obligatoria los equipos médicos, de laboratorio y suministros, como también los elementos arquitectónicos del hospital. Complementariamente, se pueden considerar el almacenamiento de agua, baja del equipamiento eléctrico, instalación de cableado eléctrico, implementar una red de agua caliente.

Asimismo, se propone la implementación de medidas de mitigación con la finalidad de mejorar el estado de los elementos no estructurales, para lo cual, se sugiere; la remoción, reubicación, inmovilización de objetos de alto riesgo, fortalecimientos de los anclajes, refuerzos, soportes y redundancia; y una oportuna respuesta de reparación; teniendo estas consideraciones antes del terremoto o cualquier otro desastre; evitaría enormes gastos en daños ocasionados por el agua.

Se sugiere aumentar las dimensiones en los perfiles que actúan como columnas en la caldera Tipo I, para la mayor estabilidad en la base y disminuir la vibración en la caldera dotando de mayor capacidad sismorresistente a la estructura mediante elementos que brinde mayor rigidez.

VI. Agradecimientos

Agradecer primero a DIOS por haberme regalado la vida y permitirme ser parte de una familia sólida y unida. Agradecer a mis padres quienes sabiamente me supieron guiar en la vida, agradecer a mi hijo por ser mi orgullo y mi mayor motivación para nunca rendirme y poder ser un ejemplo para él. Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que agradezco su amistad, consejos, apoyo, anhelo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida, quiero darles las gracias por formar parte de mí.

A mi asesor Ing. Miguel Solar Jara, quien me brindo su tiempo y apoyo en esta etapa de mi investigación. A todos mis profesores por su esfuerzo y dedicación por transmitirme sus conocimientos.

VII. Referencias bibliográficas

- Amézquiza, A., Muñoz, E.E., Quintero, J. y Forero, M. (2004). *Estudio de la Vulnerabilidad sísmica estructural de una edificación tipo hospital*. Artículo científico. Bogotá, Colombia.
- Aranzábal, W. y Arroyo J. (2015). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica para El diseño del reforzamiento estructural que mejora el comportamiento sismorresistente del hospital Casimiro Ulloa empleando la Norma e.030-2014* (Tesis de pregrado). Recuperado de:
<http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2255>.
- Cartagena, R. I., y Del Águila I. A. (2018). *Análisis y evaluación de la vulnerabilidad sísmica del hospital II de Pucallpa – EsSalud* (tesis de pregrado). Recuperado de: <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4045>.
- Castañeda, J. I., y Guevara, L. A. (2019). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica mediante el análisis push over de los módulos “B y C” del hospital regional de Lambayeque – Chiclayo* (Tesis de pregrado). Recuperado de:
<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/39259>.
- Cholán, T. (2018). *Vulnerabilidad sísmica del sector B y D del Hospital Regional de Cajamarca* (Tesis de pregrado). Recuperado de:
<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1999>.
- Maldonado, Y. (2013). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de Un edificio esencial: el hospital público de Val D’Aran* (Tesis de maestría). Recuperado de: <http://hdl.handle.net/2099.1/20454>
- Meléndez, H. A, y Santisteban, E. H. (2014). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del Hospital San Ignacio y su rehabilitación basados en curvas de fragilidad* (Tesis de pregrado). Recuperado de:
<https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/20454>
- Ministerio de Salud (2013). *Estudio de vulnerabilidad sísmica: estructural, no estructural y funcional del hospital de emergencias José Casimiro Ulloa – Miraflores: informe técnico. Lima, Perú.*

- Morán, S. (2012). *Modelo cuantitativo para la estimación de la vulnerabilidad de las instalaciones de salud ante un evento sísmico* (Tesis doctoral). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Norma Técnica E. 030 - Diseño Sismorresistente. Diario Oficial el peruano, Lima, Perú, 2 de octubre de 2018.
- Seijas, Y. Y. (2012). Evaluación del comportamiento sismorresistente del módulo I del hospital Central “José Gregorio Hernández” de Puerto Ayacucho, estado de Amazonas (Tesis de pregrado). Recuperado de:
<http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAS7578>.
- Príncipe, A. E., y Ventocilla, R. E. (2019). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del módulo de servicios generales y hospitalización del hospital Regional de Huacho – 2019* (Tesis de pregrado). Recuperado de:
<http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/2877>.

VIII. Anexos

Anexo 01: Formato de índice de seguridad hospitalaria

Formato Índice de Seguridad Hospitalaria

Paso 1: Ingrese el número "1" en la celda correspondiente de cada rubro.

N°	3. Aspectos relacionados con la seguridad no estructural del hospital Elementos que no forman parte del sistema de soporte de la edificación. En este caso corresponden a elementos arquitectónicos, equipos y sistemas necesarios para la operación del establecimiento.	Control	Grado de Seguridad		
			Bajo	Medio	Alto
			3.1 Líneas vitales (instalaciones)		
	3.1.1 Sistema eléctrico				
1	Generador adecuado para el 100% de la demanda. El evaluador verifica que el generador entre en función segundos después de la caída de tensión, cubriendo la demanda de urgencias, cuidados intensivos, central de esterilización, quirófanos, etc. B = Sólo se enciende manualmente o cubre del 0 – 30% de la demanda; M = Se enciende automáticamente en más de 10 segundos o cubre 31 – 70 % de la demanda; A = Se enciende automáticamente en menos de 10 segundos y cubre del 71 – 100% de la demanda.	OK	1		
2	Regularidad de las pruebas de funcionamiento en las áreas críticas. El evaluador verifica la frecuencia en que el generador es puesto a prueba con resultados satisfactorios. B= > 3 meses; M= 1 a 3 meses; A=< 1 mes.	OK		1	
3	¿Está el generador adecuadamente protegido de fenómenos naturales?. B= No; M= Parcialmente; A= Sí.	OK		1	
4	Seguridad de las instalaciones, ductos y cables eléctricos. B= No; M= Parcialmente; A= Sí.	OK	1		
5	Sistema redundante al servicio local de suministro de energía eléctrica. B= No; M= Parcialmente; A= Sí.	OK	1		
6	Sistema con tablero de control e interruptor de sobrecarga y cableado debidamente protegido. Verificar la accesibilidad así como el buen estado y funcionamiento del tablero de control general de electricidad. B= No; M= Parcialmente; A= Sí.	OK	1		
7	Sistema de iluminación en sitios clave del hospital. Realizar recorrido por urgencias, UCI, quirófano etc. Verificando el grado de iluminación y funcionalidad de lámparas. B= No; M= Parcialmente; A= Sí.	OK		1	
8	Sistemas eléctricos externos, instalados dentro del perímetro del hospital. Verificar si existen subestaciones eléctrica o transformadores que proveen electricidad al hospital. B= No existen subestaciones eléctricas instaladas en el hospital; M= Existen subestaciones, pero no proveen suficiente energía al hospital; A= Subestación eléctrica instalada y provee suficiente energía al hospital.	OK	1		
	3.1.2 Sistema de telecomunicaciones				
9	Estado técnico de las antenas y soportes de las mismas. Verificar que las antenas, pararrayos cuenten con soportes que eleven el nivel de seguridad del Hospital. B= mal estado o no existen; M= Regular; A= Buen estado.	OK	1		
10	Estado técnico de sistemas de baja corriente (conexiones/cables de Internet). Verificar en áreas estratégicas que los cables estén conectados evitando la sobrecarga. B= mal estado o no existen; M= Regular; A= Bueno.	OK	1		
11	Estado técnico del sistema de comunicación alterno. Verificar el estado de otros sistemas: radiocomunicación, teléfono satelital, Internet, etc. B= mal estado o no existe; M= Regular; A= Bueno.	OK	1		
12	Estado técnico de anclajes de los equipos y soportes de cables. Verificar que los equipos de telecomunicaciones (radios, teléfono satelital, video-conferencia, etc.) cuenten con anclajes que eleven su grado de seguridad. SI EL SISTEMA NO NECESITA ANCLAJES O ABRAZADERAS, NO LLENAR. DEJAR LAS TRES CASILLAS EN BLANCO. B= malo; M= Regular; A= Bueno.	OK	1		

13	Estado técnico de sistemas de telecomunicaciones externos, instalados dentro del perímetro del hospital. Verificar si existen sistemas de telecomunicaciones externos que interfieran con el grado de seguridad del hospital. B= Telecomunicaciones externas interfieren seriamente con las comunicaciones del hospital; M= Telecomunicaciones externas interfieren moderadamente con las comunicaciones del hospital; A= No existe interferencia a las comunicaciones del hospital.	OK	1		
14	Local con condiciones apropiadas para sistemas de telecomunicaciones. B= malo o no existe; M= Regular; A= Bueno	OK		1	
15	Seguridad del sistema interno de comunicaciones. Verificar el estado de los sistemas de periferico, anuncios, altavoces, intercomunicadores y otros, que permitan comunicarse con el personal, pacientes y visitas en el hospital. B= malo o no existe; M= Regular; A= Bueno	OK		1	
3.1.3 Sistema de aprovisionamiento de agua					
16	Tanque de agua con reserva permanente suficiente para proveer al menos 300 litros por cama y por día durante 72 horas. Verificar que el depósito de agua cuente con una capacidad suficiente para satisfacer la demanda del hospital por 3 días B= Cubre la demanda de 24 horas o menos; M= Cubre la demanda de más de 24 horas pero menos de 72 horas; A= Garantizado para cubrir la demanda por 72 horas o más.	OK	1		
17	Los depósitos se encuentran en lugar seguro y protegido. Visitar sitio de sistema y corroborar el área donde está instalada y su grado de seguridad. B= Si el espacio es susceptible de falla estructural o no estructural; M= Cuando la falla no representa posibilidad de colapso; A= Cuando tiene poca posibilidad de dejar de funcionar.	OK	1		
18	Sistema alternativo de abastecimiento de agua adicional a la red de distribución principal. Identificar organismos o mecanismos para abastecer o reaprovisionar de agua al hospital en caso de falla del sistema público. B= Si da menos de 30% de la demanda; M= Si suple valores de 30 a 80% de la demanda; A= Si suple más del 80% de la dotación diaria.	OK	1		
19	Seguridad del sistema de distribución. Verificar el buen estado y funcionamiento del sistema de distribución, incluyendo la cisterna, válvula, tuberías y uniones. B= Si menos del 60% se encuentra en buenas condiciones de operación; M= entre 60 y 80 %; A= más del 80 %.	OK	1		
20	Sistema de bombeo alternativo. Identificar la existencia y el estado operativo del sistema alternativo de bombeo, en caso de falla en el suministro. B= No hay bomba de reserva y las operativas no suplen toda la demanda diaria; M= Están todas las bombas en regular estado de operación; A= Todas las bombas y las de reserva están operativas.	OK	1		
3.1.4 Depósito de combustible (gas, gasolina o diesel):					
21	Tanques para combustible con capacidad suficiente para un mínimo de 5 días	OK	1		
22	Anclaje y buena protección de tanques y cilindros B= No hay anclajes y el recinto no es seguro; M= se aprecian anclajes insuficientes; A= Existen anclajes en buenas condiciones y el recinto o espacio es apropiado.	OK	1		
23	Ubicación y seguridad apropiada de depósitos de combustibles. Verificar que los depósitos que contienen elementos inflamables se encuentren a una distancia que afecte el grado de seguridad del Hospital. B= Existe el riesgo de falla o no son accesibles; M= se tiene una de las dos condiciones mencionadas; A= los depósitos son accesibles y están en lugares libres de riesgos.	OK	1		
24	Seguridad del sistema de distribución (válvulas; tuberías y uniones). B= Si menos del 60% se encuentra en buenas condiciones de operación; M= entre 60 y 80 %; A= más del 80 %.	OK	1		
3.1.5 Gases medicinales (oxígeno, nitrógeno, etc.)					
25	Almacenaje suficiente para 15 días como mínimo. B= Menos de 10 días; M= entre 10 y 15 días; A= 15 días.	OK	1		
26	Anclaje de tanques, cilindros y equipos complementarios B= No existen anclajes; M= Los anclajes no son de buen calibre; A= Los anclajes son de buen calibre.	OK		1	
27	Fuentes alternativas disponibles de gases medicinales. B= No existen fuentes alternativas o están en mal estado; M= Existen pero en regular estado; A= Existen y están en buen estado.	OK	1		
28	Ubicación apropiada de los recintos. B= Los recintos no tienen accesos; M= los recintos tienen acceso pero con riesgos A= los recintos son accesibles y están libres de riesgos;	OK	1		

29	Seguridad del sistema de distribución (válvulas, tuberías y uniones). B= Si menos del 60% se encuentra en buenas condiciones de operación; M= entre 60 y 80 %; A= más del 80 %.	OK	1		
30	Protección de tanques y/o cilindros y equipos adicionales. B= No existen áreas exclusivas para tanques y equipos adicionales; M= Áreas exclusivas para protección de tanques y equipos, pero el personal no está entrenado; A= Áreas exclusivas para este equipamiento y el personal está entrenado.	OK	1		
31	Seguridad apropiada de los recintos. B= No existen áreas reservadas para almacén de gases; M= Áreas reservadas para almacenar gases, pero sin medidas de seguridad apropiadas; A= se cuenta con áreas de almacenamiento adecuados y no tienen riesgos	OK	1		
	3.2 Sistemas de calefacción, ventilación, aire acondicionado en áreas críticas	Control	Grado de seguridad		
			Bajo	Medio	Alto
32	Soportes adecuados para los ductos y revisión del movimiento de los ductos y tuberías que atraviesan juntas de dilatación. B= No existen soportes y tienen juntas rígidas; M=Existen soportes o juntas flexibles; A= Existen soportes y las juntas son flexibles.	OK		1	
33	Condición de tuberías, uniones, y válvulas. B= Malo; M= Regular; A= Bueno.	OK	1		
34	Condiciones de los anclajes de los equipos de calefacción y agua caliente. B= Malo; M= Regular; A= Bueno.	OK	1		
35	Condiciones de los anclajes de los equipos de aire acondicionado. B= Malo; M= Regular; A= Bueno.	OK	1		
36	Ubicación apropiada de los recintos. B= Malo; M= Regular; A= Bueno.	OK	1		
37	Seguridad apropiada de los recintos. B= Malo; M= Regular; A= Bueno.	OK	1		
38	Funcionamiento de los equipos (E). Caldera, sistemas de aire acondicionado y extractores, entre otros). B= Malo; M= Regular; A= Bueno.	OK	1		
	3.3 Mobiliario y equipo de oficina fijo y móvil y almacenes (incluye computadoras, impresoras, etc.)	Control	Grado de seguridad		
			Bajo	Medio	Alto
39	Anclajes de la estantería y seguridad de contenidos. Verificar que los estantes se encuentren fijos a las paredes y/o con soportes de seguridad. B= La estantería no está fijada a las paredes; M= La estantería está fijada, pero el contenido no está asegurado; A= La estantería está fijada y el contenido asegurado.	OK	1		
40	Computadoras e impresoras con seguro. Verificar que las mesas para computadora estén aseguradas y con frenos de ruedas aplicados. B= Malo; M= Regular; A= Bueno o no necesita anclaje.	OK	1		
41	Condición del mobiliario de oficina y otros equipos. Verificar en recorrido por oficinas el anclaje y/o fijación del mobiliario. B= Malo; M= Regular; A= Bueno o no necesita anclaje.	OK	1		
	3.4 Equipos médicos, de laboratorio y suministros utilizados para el diagnóstico y tratamiento.	Control	Grado de seguridad		
			Bajo	Medio	Alto
42	Equipo médico en el quirófano y la sala de recuperación. Verificar que lámparas, equipos de anestesia, mesas quirúrgicas se encuentren operativos y con seguros y frenos aplicados. B= Cuando el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= el equipo está en buenas condiciones y está seguro.	OK		1	
43	Condición y seguridad del equipo médico de Rayos X e imagenología. Verificar que las mesas de Rayos X y el equipo de rayos se encuentren en buenas condiciones y fijos. B= Cuando el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= el equipo está en buenas condiciones y está seguro.	OK		1	
44	Condición y seguridad en equipo médico en laboratorios. B= Cuando el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= el equipo está en buenas condiciones y está seguro.	OK		1	
45	Condición y seguridad del equipo médico en el servicio de urgencias. B= Cuando el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= el equipo está en buenas condiciones y está seguro.	OK		1	

46	Condición y seguridad del equipo médico de la unidad de cuidados intensivos o intermedios. B= Cuando el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= el equipo está en buenas condiciones y está seguro.	OK	1		
47	Condición y seguridad del equipamiento y mobiliario de farmacia B= Cuando el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= el equipo está en buenas condiciones y está seguro.	OK	1		
48	Condición y seguridad de equipo médico de esterilización. B= Cuando el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= el equipo está en buenas condiciones y está seguro.	OK	1		
49	Condición y seguridad de equipo médico para cuidado del recién nacido. B= Cuando el equipo no existe, está en malas condiciones o no está seguro; M= Cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= El equipo está en buenas condiciones y está seguro	OK	1		
50	Condición y seguridad de equipo médico para la atención de quemados. B= Cuando el equipo no existe, está en malas condiciones o no está seguro; M= Cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= El equipo está en buenas condiciones y está seguro.	OK	1		
51	Condición y seguridad de equipo médico de radioterapia o medicina nuclear. SI EL HOSPITAL NO CUENTA CON ESTOS SERVICIOS, DEJAR EN BLANCO. B= Cuando no existe o el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= el equipo está en buenas condiciones y está seguro.	OK	1		
52	Condición y seguridad de equipo médico en otros servicios. B= Si más del 30 % de los equipos se encuentra en riesgo de pérdida material o funcional y/o si algún equipo pone en forma directa o indirecta en peligro la función de todo el servicio; M= Si entre el 10 y el 30% de los equipos se encuentra en riesgo de pérdida, A= Si menos del 10% de los equipos tiene riesgo de pérdida	OK	1		
53	Anclajes de la estantería y seguridad de contenidos médicos. B= 20% o menos se encuentran seguros contra el vuelco de la estantería o el vaciamiento de contenidos; M= 20 a 80 % se encuentra seguros contra el vuelco; A= Más del 80 % se encuentra con protección a la estabilidad de la estantería y la seguridad del contenido, o porque no requiere anclaje.	OK	1		
3.5 Elementos arquitectónicos		Control	Grado de seguridad		
			Bajo	Medio	Alto
54	Condición y seguridad de puertas o entradas. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes, sistemas o funciones; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento de otros componentes; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas	OK	1		
55	Condición y seguridad de ventanales. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes, sistemas o funciones; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento de otros componentes; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas	OK	1		
56	Condición y seguridad de otros elementos de cierre (muros externos, fachada, etc.). B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes, sistemas o funciones; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento de otros componentes; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas	OK	1		
57	Condición y seguridad de techos y cubiertas. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento de otros componentes; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas	OK	1		
58	Condición y seguridad de parapetos (pared o baranda que se pone para evitar caídas, en los puentes, escaleras, etc.) B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes, sistemas o funciones; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes, sistemas o funciones	OK	1		

59	Condición y seguridad de cercos y cierres perimétricos. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes, sistemas o funciones.	OK		1		
60	Condición y seguridad de otros elementos perimetrales (Comisas, ornamentos etc.). B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes, sistemas o funciones.	OK		1		
61	Condición y seguridad de áreas de circulación externa. B= Los daños a la vía o los pasadizos impide el acceso al edificio o ponen en riesgo a los peatones; M= Los daños a la vía o los pasadizos no impiden el acceso al edificio a los peatones, pero sí el acceso vehicular; A= No existen daños o su daño es menor y no impide el acceso de peatones ni de vehículos.	OK		1		
62	Condición y seguridad de áreas de circulación interna (pasadizos, elevadores, escaleras, salidas, etc.). B= Los daños a las rutas de circulación interna impiden la circulación dentro del edificio o ponen en riesgo a las personas; M= Los daños a la vía o los pasadizos no impiden la circulación de las personas, pero sí el acceso de camillas y otros; A= No existen daños o su daño es menor y no impide la circulación de personas ni de camillas y equipos rodantes.	OK		1		
63	Condición y seguridad de particiones o divisiones internas. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes, sistemas o funciones; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes, sistemas o funciones.	OK	1			
64	Condición y seguridad de cielos falsos o rasos SI EL HOSPITAL NO TIENE TECHOS FALSOS O SUSPENDIDOS, NO MARQUE NADA. DEJE LAS TRES CASILLAS EN BLANCO. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.	OK		1		
65	Condición y seguridad del sistema de iluminación interna y externa. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.	OK	1			
66	Condición y seguridad del sistema de protección contra incendios. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.	OK	1			
67	Condición y seguridad de escaleras. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.	OK	1			
68	Condición y seguridad de las cubiertas de los pisos. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.	OK	1			
69	Condición de las vías de acceso al hospital. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.	OK		1		
70	Otros elementos arquitectónicos incluyendo señales de seguridad. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.	OK	1			
	TOTAL NO ESTRUCTURAL			43	27	0

Anexo 02: Consideraciones para el Modelado en SAP

El espectro de aceleraciones metálico - comportamiento hidrodinámico, se determina las cargas sísmicas estáticas reducidas, de acuerdo a lo establecido en las Normas de diseño sísmico de cada país, utilizando como factor de modificación de respuesta R - ACI 350.3 (2006), los indicados en la siguiente tabla:

Table 4.1.1(b)—Response modification factor R

Type of structure	R_f		R_c
	On or above grade	Buried*	
Anchored, flexible-base tanks	3.25†	3.25†	1.0
Fixed or hinged-base tanks	2.0	3.0	1.0
Unanchored, contained, or uncontained tanks‡	1.5	2.0	1.0
Pedestal-mounted tanks	2.0	—	1.0

Determinación del Espectro de Aceleraciones INELÁSTICO

$t := 0.1, 0.2 \dots 12$

$$SA(t) = \frac{Z \cdot I \cdot S \cdot C(t)}{R_w(t)} \cdot g$$

$$Z \leftarrow 0.45$$

$$I \leftarrow 1.25$$

$$g \leftarrow 9.81 \frac{m}{s^2}$$

$$S \leftarrow 1.05$$

$$T_p \leftarrow 0.6$$

$$\beta \leftarrow 1.50$$

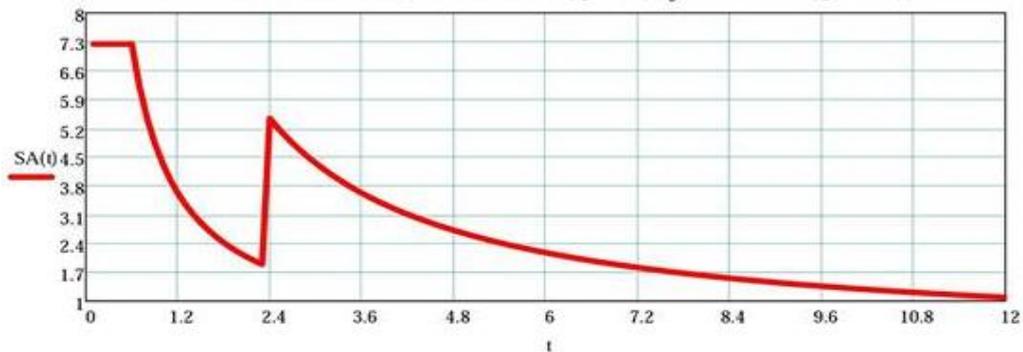
$$R_w(t) \leftarrow \begin{cases} 2.00 & \text{if } t < 2.4 \\ 1 & \text{if } t \geq 2.4 \end{cases}$$

$$j \leftarrow \begin{cases} \left[2.5 \left(\frac{T_p}{t} \right) \right] & \text{if } t < 2.4 \\ \beta \left[2.5 \left(\frac{T_p}{t} \right) \right] & \text{if } t \geq 2.4 \end{cases}$$

$$C(t) \leftarrow \begin{cases} j & \text{if } j \leq 2.5 \\ 2.5 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$t =$	$SA(t) =$
0.1	7.2425 $\frac{m}{s^2}$
0.2	7.2425 $\frac{m}{s^2}$
0.3	7.2425 $\frac{m}{s^2}$
0.4	7.2425 $\frac{m}{s^2}$
0.5	7.2425 $\frac{m}{s^2}$
0.6	7.2425 $\frac{m}{s^2}$
0.7	6.2079 $\frac{m}{s^2}$
0.8	5.4319 $\frac{m}{s^2}$
0.9	4.8284 $\frac{m}{s^2}$
1	4.3455 $\frac{m}{s^2}$
1.1	3.9505 $\frac{m}{s^2}$
1.2	3.6213 $\frac{m}{s^2}$
1.3	3.3427 $\frac{m}{s^2}$
1.4	3.1039 $\frac{m}{s^2}$
1.5	2.897 $\frac{m}{s^2}$
...	...

Aceleraciones "SA(t)" $R_{wi}=2.00$ ($\xi=5\%$) y $R_{wc}=1.0$ ($\xi=0.5\%$)



Espectro de Aceleración para el tanque metálico con soporte articulado, considerando $R=2.00$ para masa impulsiva con ($\xi=5\%$) y $R_w=1.00$ para la masa convectiva con ($\xi=0.5\%$). El factor $\beta= 1.50$ toma en cuenta la variación del amortiguamiento para la masa convectiva según ACI 350.3-06 (ítem 4.2.1)

Estándar/Reglamento	Factor Escalamiento β
ACI 350.3 (2006) y FEMA 368	1.500
Eurocódigo 8 (2004)	1.675
IITK – GSDMA (2007) India	1.750

Los estados de carga a considerar

Consideraciones en el diseño:

- Temperatura Ambiente - Fluido
- Presión interior o Exterior
- Cargas estáticas
- Nivel del líquido (HLL) – corrosión admisible
- Viento- Sismo
- Capacidad del tanque, diámetro, altura, altura neta

Las cargas que por lo general gobierna en este tipo de tanques son:

- D: Carga muerta
- L: Carga viva
- EH: Carga de empuje hidrostático
- EQ: Carga de sismo
- W: Carga de viento

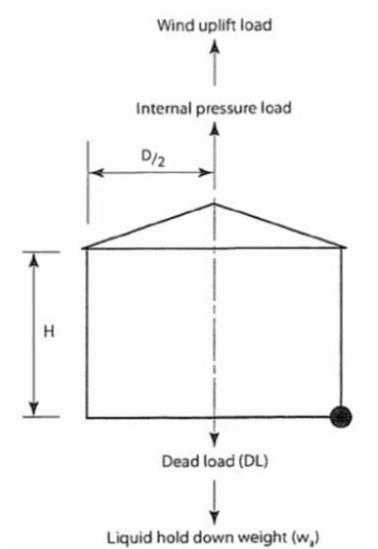


Figura 60. Presión hidrodinámica de la caldera

Fuente: Elaboración propia

Todas las cargas actuando sobre el tanque en forma simultánea deben ser tenidas en cuenta de esta forma se plantean los diferentes escenarios de diseño y se evalúa en tanque en los distintos casos para determinar el más desfavorable.

Combinaciones de carga a considerar

Servicio:

- $D+L+EH+EQ$
- $D+L+EH+W$

Ultimo:

- C1: $1.4D+1.7L+1.4EH$
- C2: $1.25D+1.25L+1.25EH \pm EQ$
- C3: $1.25D+1.25L+1.25EH \pm W$
- C4: $0.9D \pm EQ$
- C5: $0.9D \pm W$

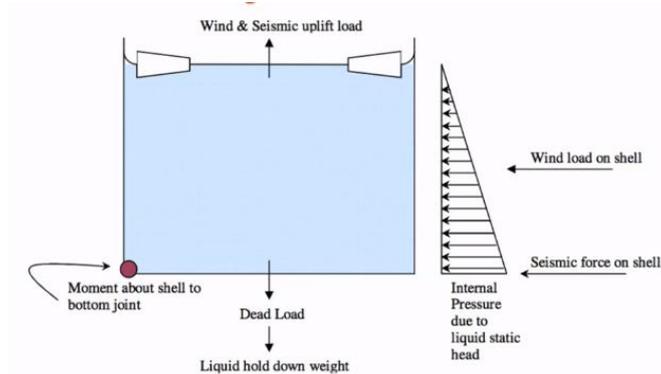


Figura 61. Presión hidrodinámica de la caldera

Fuente: Elaboración propia

Espectro hidrodinámico

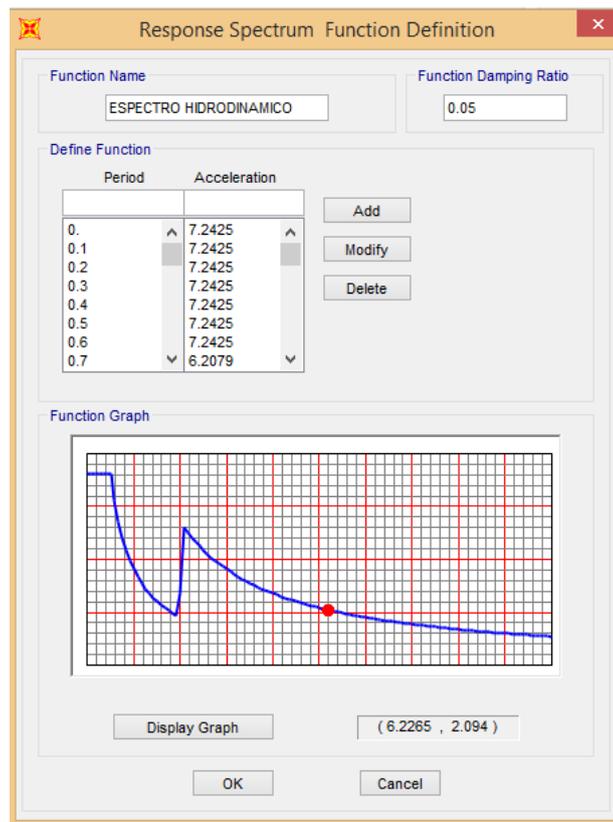


Figura 62. Presión hidrodinámica de la caldera

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11

Aplicaciones de la ASTM a diversos perfiles estructurales del Manual de la AISC

Tipo de acero	Designación de la ASTM	Esfuerzo mínimo de fluencia F_y (klb/plg ²)	Esfuerzo de tensión F_u (klb/plg ²)	Serie de perfiles aplicables													
				W	M	S	HP	C	MC	L	HSS		Tubo				
											Rect.	Redondeo					
Al carbono	A36	36	58-80 ^b														
	A53 Gr. B	35	60														
	A500	Gr. B	42	58													
			46	58													
		Gr. C	46	62													
			50	62													
	A501	Gr. A	36	58													
		Gr. B	50	70													
	A529 ^f	Gr. 50	50	65-100													
		Gr. 55	55	70-100													
Gr. 42		42	60														
Baja aleación alta resistencia	A572	Gr. 50	50	65 ^d													
		Gr. 55	55	55													
		Gr. 60 ^e	60	60													
		Gr. 65 ^e	65	65													
	A618 ^f	Gr. I & II	50 ^g	70 ^g													
		Gr. III	50	50													
	A913	50	50 ^h	60 ^h													
		60	60	75													
		65	65	80													
		70	70	90													
A992	50	65 ⁱ															
Baja aleación alta resistencia resistente a la corrosión	A242	42 ^j	63 ^j														
		46 ^k	67 ^k														
		50 ^l	70 ^l														
	A588	50	70														
A847	50	70															

= Especificación recomendada para el material
 = Otra especificación de material aplicable, cuya disponibilidad deberá confirmarse antes de la especificación
 = La especificación de material no aplica

^a Mínimo a menos que se muestre un rango.
^b Para perfiles arriba de 426 lb/plg, sólo aplica el mínimo de 58 klb/plg².
^c Para perfiles con un espesor de pañ menor que o igual a 1 1/2 plg solamente. Para mejorar la soldabilidad, puede especificarse un máximo de carbono (de acuerdo con el Requisito suplementario S78 de la ASTM). Si se desea, puede especificarse el esfuerzo máximo de tensión de 90 klb/plg² (de acuerdo con el Requisito suplementario S79 de la ASTM).
^d Si se desea, puede especificarse el esfuerzo máximo de tensión de 70 klb/plg² (de acuerdo con el Requisito suplementario S91 de la ASTM).
^e Para perfiles con un espesor de pañ menor que o igual a 2 plg solamente.
^f A618 de la ASTM también puede especificarse como resistente a la corrosión; véase A618 de la ASTM.
^g El mínimo aplica a muros de un espesor nominal de 3/4 plg y menor. Para espesores de muro mayores que 3/4 plg, $F_y = 46$ klb/plg² y $F_u = 67$ klb/plg².
^h Si se desea, puede especificarse un esfuerzo máximo de fluencia de 65 klb/plg² y una relación de resistencia máxima a la fluencia entre la de tensión de 0.85 (de acuerdo con el Requisito suplementario S75 de la ASTM).
ⁱ Se incluyen como obligatorias en A992 de la ASTM una relación de resistencia máxima a la fluencia entre la de tensión de 0.85 y una fórmula equivalente para el carbono.
^j Para perfiles con un espesor de pañ mayor que 2 plg solamente.
^k Para perfiles con un espesor de pañ mayor que 1 1/2 plg y menor que o igual a 2 plg solamente.
^l Para perfiles con un espesor de pañ menor que o igual a 1 1/2 plg solamente.

Fuente: Manual de la AISC, Tabla 2-4, p. 2-48, 14ava. Ed., 2011. Derechos reservados © American Institute of Steel Construction. Reproducido con autorización. Todos los derechos reservados.

Anexo 03: Diseño del fondo

Los fondos de tanques de almacenamiento cilíndricos verticales son generalmente fabricados de placas de acero con un espesor menor al usado en el cuerpo. Esto es posible para el fondo, porque se encuentra soportado por una base de concreto o suelo compactado.

La función del fondo es lograr la hermeticidad para que el producto no se filtre por la base.

Con la finalidad de prevenir deformaciones al soldar, se usarán en el fondo placas que tengan un espesor mínimo nominal de 6.0mm (1/4 pulg.)

El fondo tendrá que ser de diámetro mayor que el diámetro exterior del tanque, por lo menos, 51mm. (2 pulg.) Adicionales al ancho del filete de soldadura de la unión entre cuerpo y el fondo.

El cuerpo del tanque puede estar soportado directamente por el fondo o por una placa anular.

Cuando la lámina o chapa de fondo es diseñada utilizando el esfuerzo permisible de los materiales pertenecientes a los grupos IV, IVA, V o VI, se deberán utilizar planchas anulares de fondo con soldadura a tope.

Las juntas radiales serán soldadas a tope y serán de penetración y fusión completa.

Cuando se requiere el uso de placa anular, esta deberá tener un ancho radial (A) (en cm.) de acuerdo a lo que indique la formula siguiente, pero no menor de 600mm (24 pulg.) entre el interior del tanque y cualquier junta soldada ubicada en la porción restante del fondo, dejando de proyección externa 51mm (2 pulg.)

$$A = \frac{215 t_b}{(HG)^{0.5}}$$

Donde:

t_b = Espesor de la placa anular (mm).

H = Nivel máximo de diseño del líquido (m).

G = gravedad específica de diseño del líquido a almacenar

ACI 350-2006

ACI 350 Seismic Design of Liquid Containing Concrete Structures (ACI 350.3-01) and Commentary (350.3R-01)

Anexo 04: Análisis sísmico hidrodinámico

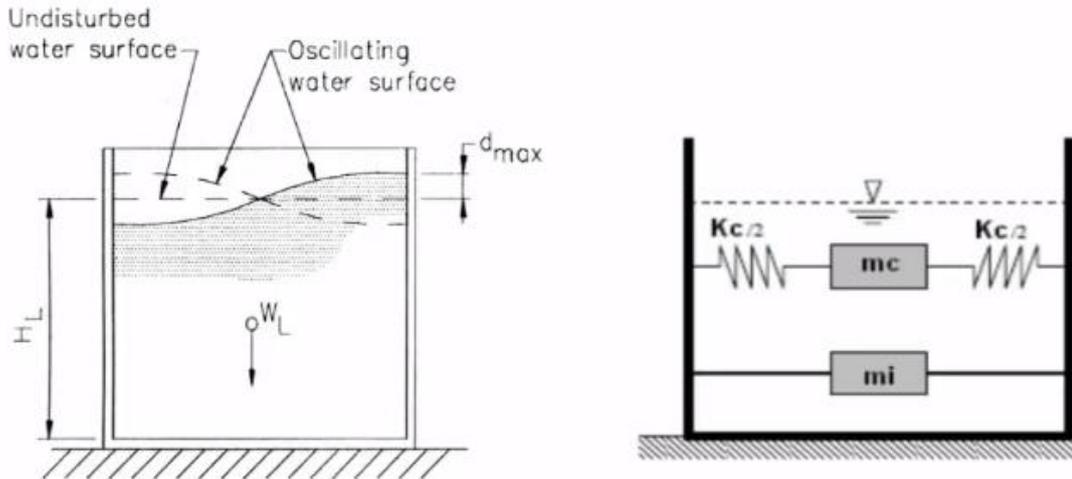


Figura 63 Presión hidrodinámica de la caldera Sistema Mecánico Equivalente (S.M.E.)

Fuente: Housner (1963)

La Figura 63, representa el comportamiento dinámico del conjunto líquido-estructura durante una perturbación sísmica, si observamos bien, podemos distinguir que, del total de la masa del agua contenida en el tanque, sea éste apoyado o elevado, una parte de la masa de agua queda impregnada rígidamente a las paredes del reservorio y además que ésta se encuentra confinada y se ubica en la parte inferior contados a partir del piso del tanque. A esta masa se le conoce como masa fija ó impulsiva

Asimismo, el complemento de la masa impulsiva que se ubica ciertamente sobre esa, al no encontrarse “confinada” (ya que tiene libertad por un borde libre) oscila durante la perturbación sísmica generándose en ella un oleaje. A esta masa complementaria se le conoce como masa móvil o convectiva.

Es fácil observar que la cantidad de la masa impulsiva es mayor que la masa convectiva.

En esta figura se puede apreciar la existencia de la masa fija ó impulsiva (mi) que se adhiere rígidamente a las paredes inferiores del tanque (sea reservorio elevado o apoyado) y que dicha masa al estar totalmente confinada, deberá unirse a las paredes del tanque a través de resortes cuya rigidez es infinita.

De la misma forma puede apreciarse la existencia de la masa convectiva o móvil (mc) la cual como es obvio, tiene una posición por encima de la masa impulsiva y que se adhiere a las paredes del tanque a través de resortes cuya rigidez axial, corresponde a la del líquido contenido.

Las cuantificaciones de las masas dependen de la geometría de los reservorios (H: altura y D: diámetro ó L: lado) y de la masa total del agua contenida.

Ejemplo: Parámetros para reservorios de sección transversal "Circular"

Sean:

- H : altura del fluido almacenado en el reservorio
- D : diámetro interior del reservorio
- mf : masa del fluido total
- mi : masa fija o impulsiva del fluido
- mc : masa móvil o convectiva del fluido
- hi : altura de la posición de la masa impulsiva respecto a la base del tanque
- hc : altura de la posición de la masa convectiva respecto a la base del tanque
- K : constante de rigidez de los resortes de la masa convectiva
- t : periodo de oscilación de la masa convectiva
- $\alpha = 0$ y $\beta = 1$, cuando la interacción se da sólo en las paredes del tanque
- $\alpha = 4/3$ y $\beta = 2$, cuando la interacción se da en las paredes y el fondo del tanque

$$mi := mf \cdot \frac{\tanh\left(\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{D}{H}\right)}{\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{D}{H}}$$

$$hi := \frac{3}{8} \cdot H \cdot \left[1 + \alpha \cdot \left(\frac{mf}{mi} - 1 \right) \right]$$

$$mc := \frac{363}{512} \cdot mf \cdot \frac{\tanh\left(\sqrt{13.5} \cdot \frac{H}{D}\right)}{\sqrt{13.5} \cdot \frac{H}{D}}$$

$$hc := H \cdot \left(1 - \frac{\cosh\left(\sqrt{13.5} \cdot \frac{H}{D}\right) - \beta}{\sqrt{13.5} \cdot \frac{H}{D} \cdot \sinh\left(\sqrt{13.5} \cdot \frac{H}{D}\right)} \right)$$

$$K := \frac{45}{2} \cdot \frac{wf}{H} \cdot \left(\frac{mc \cdot H}{mf \cdot D} \right)^2$$

$$t := 2\pi \cdot \sqrt{\frac{mc}{K}}$$

Cálculo de los pesos del líquido almacenado W_i y W_c :

Las componentes del líquido almacenado según el ACI 350-01, está compuesta por el peso impulsivo W_i y la componente convectiva W_c dada por la siguiente expresión.

$$\frac{W_i}{W_L} = \frac{\tanh[0.866(D/H_L)]}{0.866(D/H_L)} \quad (9-15)$$

$$\frac{W_c}{W_L} = 0.230(D/H_L) \tanh[3.68(H_L/D)] \quad (9-16)$$

W_L = Peso total del agua almacenada en el reservorio

Ubicación de la altura del centro de gravedad de los pesos efectivos del líquido almacenado h_i y h_c :

La ubicación del centro de gravedad de los pesos impulsivo y conectivo del líquido, medido desde la base del reservorio, está dada por la siguiente expresión:

For tanks with $\frac{D}{H_L} < 1.333$,	For all tanks,
$\frac{h_i}{H_L} = 0.5 - 0.09375\left(\frac{D}{H_L}\right) \quad (9-17)$	$\frac{h_c}{H_L} = 1 - \frac{\cosh\left[3.68\left(\frac{H_L}{D}\right)\right] - 1}{3.68\left(\frac{H_L}{D}\right) \times \sinh\left[3.68\left(\frac{H_L}{D}\right)\right]} \quad (9-19)$
For tanks with $\frac{L}{H_L} \geq 1.333$,	
$\frac{h_i}{H_L} = 0.375 \quad (9-18)$	

Determinación de la fuerza cortante total en la base:

Una vez determinadas las fuerzas debido al peso de la estructura al peso impulsivo y conectivo del líquido, se determina la fuerza cortante total en la base, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$V = \sqrt{(P_i + P_w + P_r)^2 + P_c^2}$$

Donde:

P_i = Fuerza debido al peso impulsivo del liquido.

P_w = Fuerza debido al peso de la paredes del reservorio.

P_r = Fuerza debido al peso de la cúpula.

P_c = Fuerza debido al peso conectivo del liquido.

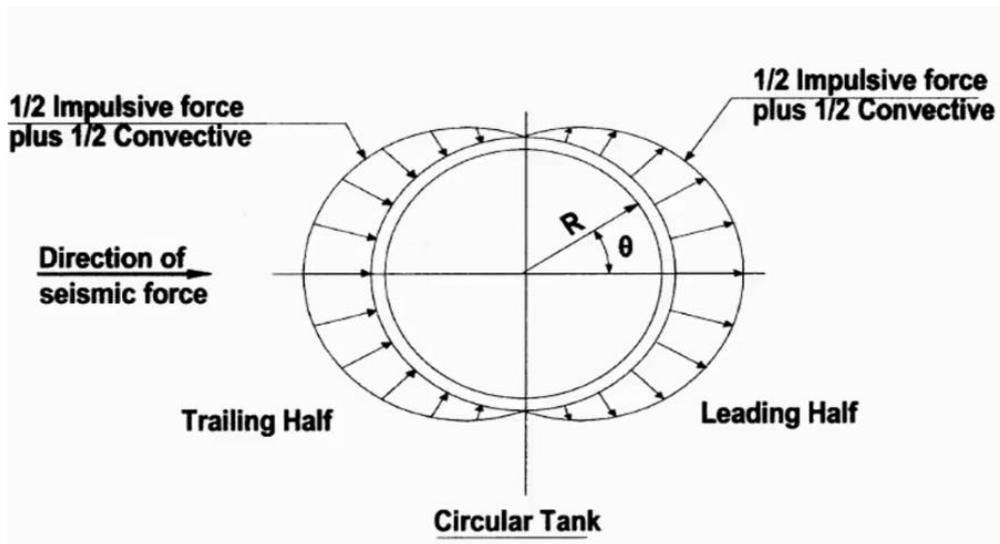


Figura 64 Descripción
Fuente: Housner (1963)

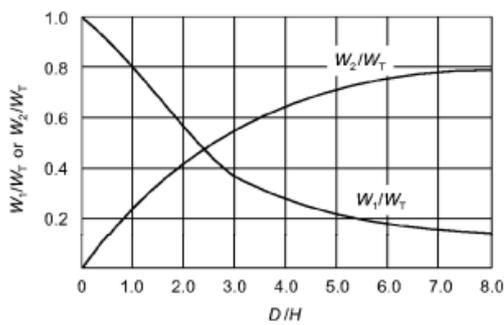


Figure E-2—Effective Masses

Figura 65 Masas efectivas
Fuente: Housner (1963)

The spectrum for the factor ZIC_2 should correspond to the spectrum for ZIC_1 modified for a damping coefficient of 0.5% of critical. In determining the factor ZIC_1 from the spectrum, the fundamental period of the tank with its contents shall be taken into account unless the maximum spectral acceleration is used.

E.4 Resistance to Overturning

E.4.1 Resistance to the overturning moment at the bottom of the shell may be provided by the weight of the tank shell and by the anchorage of the tank shell or, for unanchored tanks, the weight of a portion of the tank contents adjacent to the shell. For unanchored tanks, the portion of the contents that may be used to resist overturning depends on the width of the bottom plate under the shell that lifts off the foundation and may be determined as follows:

Anexo 05: Fichas técnicas

	FICHA TECNICA DE EQUIPOS CALDERA 01			TESIS
				Vulnerabilidad sísmica de elementos no estructurales
Presentado por: María Vásquez	Ajustado por: Ing. Lenin Ponte	Aprobado por: Ing. Eddy Salinas	Fecha: 27 de Marzo	Versión: 2019

DESCRIPCION FISICA:	Tanque fabricado en Acero al Carbono		
MODELO	Pt-100	FECHA DE COMPRA	
MARCA	INTESA		
SERIAL	0,10580498		
UBICACION	SALA DE CALDERAS		
ESPECIFICACIONES TECNICAS.			
Dimensiones: D:1.65mts, L:4.05mts, H:2.26mts Área de transferencia de vapor: 500 pies ² Producción de vapor: 350 lb/hora o ghz1560kg/hora. Energía requerida: 220 V, 60Hz, 20 A Quemador, chimenea, bomba de agua y bomba De petróleo.			
PARTES	*. Manómetro. *. Termómetro. *. Flue. *. Tubos de calor. *. Bases de soporte.		
INSTRUCCIONES DE USO	Organizar purga de fondo y superficie.		

LENIN DANIEL PONTE LORAGA
 ING. EN ENERGIA
 Ing. Colegio de Ingenieros IP 119383

Ing. Eddy Salinas
 Ing. en Energía
 Ing. Colegio de Ingenieros IP 119383

	FICHA TECNICA DE EQUIPOS CALDERA 01			TESIS
				Vulnerabilidad sismica de elementos no estructurales
Presentado por: María Vásquez	Ajustado por: Ing. Lenin Ponte	Aprobado por: Ing. Edy Salinas	Fecha: 27 de Marzo	Versión: 2019

CARACTERISTICAS DE USO.
FUNCION. El vapor va al área de cocina, lavandería y central de esterilización.
MANTENIMIENTO. Limpieza exterior de caldera y quemador
PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y DESINFECCION. *- Se limpia en caliente *- Se pasa un trapo húmedo para quitar el polvo exterior. *- Cuando se limpia la tubería interior se apaga la caldera y desarmamos el quemador, sacan la tubería y se lava con petróleo.


LENIN DANIEL PONTE LOTAGA
 ING. EN ENERGIA
 Reg. Colegio de Ingenieros N° 119203


 Ing. Edy Salinas Diaz
 REG. COLEGIO DE INGENIEROS HONDURAS
 N° 119203
 REG. ASOCIACION INGENIEROS
 A 21 de 2019

	FICHA TECNICA DE EQUIPOS CALDERA 02			TESIS
				Vulnerabilidad sísmica de elementos no estructurales
Presentado por: María Vásquez	Ajustado por: Ing. Lenin Ponte	Aprobado por: Ing. Edy Salinas	Fecha: 27 de Marzo	Versión: 2019

DESCRIPCION FISICA:	Tanque fabricado en Acero al Carbono		
MODELO	P-1	FECHA DE COMPRA	
MARCA	INTESA		
SERIAL	010120296		
UBICACION	SALA DE CALDERAS		
ESPECIFICACIONES TECNICAS.			
Dimensiones: D:1.65mts, L:4.05mts, H:2.26mts			
Área de transferencia de vapor: 500 pies ²			
Producción de vapor: 350 lb/hora o ghz1560kg/hora.			
Energía requerida: 220 V, 60Hz, 20 A			
Quemador, chimenea, bomba de agua y bomba De petróleo.			
PARTES			
*. Manómetro.	*. Tubos de calor.		
*. Termómetro.	*. Bases de soporte.		
*. Flue.			
INSTRUCCIONES DE USO			
Organizar purga de fondo y superficie.			


LENIN DANIEL PONTS LOTAGA
 ING. EN ENERGIA
 Reg. Colegio de Ingenieros Nº 119003


 Ing. Edy Salinas Diaz
 ARE. DISEÑO DE MAQUINARIA INDUSTRIAL
 REG. ASISTENCIAL ANCASH
 RUC: 201901000001

	FICHA TECNICA DE EQUIPOS CALDERA 02			TESIS
				Vulnerabilidad sísmica de elementos no estructurales
Presentado por: Maria Vásquez	Ajustado por: Ing. Lenin Ponte	Aprobado por: Ing. Edy Salinas	Fecha: 27 de Marzo	Versión: 2019

CARACTERISTICAS DE USO.
<p>FUNCION.</p> <p>El vapor va al área de cocina, lavandería y central de esterilización.</p>
<p>MANTENIMIENTO.</p> <p>Limpieza exterior de caldera y quemador</p>
<p>PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y DESINFECCION.</p> <ul style="list-style-type: none"> *- Se limpia en caliente *- Se pasa un trapo húmedo para quitar el polvo exterior. *- Cuando se limpia la tubería interior se apaga la caldera y desarmamos el quemador, sacan la tubería y se lava con petróleo.


LENIN DANIEL PONTE LOTAGA
 ING. EN ENERGIA
 Reg. Colegio de Ingenieros Nº 119283


 Ing. Edy Salinas
 Reg. Colegio de Ingenieros Nº 119283

	FICHA TECNICA DE EQUIPOS CALDERA 03			TESIS
				Vulnerabilidad sísmica de elementos no estructurales
Presentado por: María Vásquez	Ajustado por: Ing. Lenin Ponte	Aprobado por: Ing. Edy Salinas	Fecha: 27 de Marzo	Versión: 2019

CARACTERISTICAS DE USO.
FUNCION. El vapor va al área de cocina, lavandería y central de esterilización.
MANTENIMIENTO. Limpieza exterior de caldera y quemador
PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y DESINFECCION. <ul style="list-style-type: none"> *- Se limpia en caliente *- Se pasa un trapo húmedo para quitar el polvo exterior. *- Cuando se limpia la tubería interior se apaga la caldera y desarmamos el quemador, sacan la tubería y se lava con petróleo.


LENIN DANIEL PONTE LOZADA
 ING. EN ENERGIA
 Reg. Colegio de Ingenieros Nº 119203


 Ing. Edy Salinas
 REG. COLEGIO DE INGENIEROS NACIONAL
 REG. ASOCIACION AMEASA
 #202654001

	FICHA TECNICA DE EQUIPOS TANQUE DIARIO DE PETROLEO			TESIS
				Vulnerabilidad sísmica de elementos no estructurales
Presentado por: María Vásquez	Ajustado por: Ing. Lenin Ponte	Aprobado por: Ing. Edy Salinas	Fecha: 27 de Marzo	Versión: 2019

DESCRIPCION FISICA:	Tanque fabricado en Acero al Carbono		
MODELO	No registra	FECHA DE COMPRA	
MARCA	Fabricación Nacional		
SERIAL	No registra		
UBICACION	SALA DE CALDERAS		
ESPECIFICACIONES TECNICAS. Dimensiones: D:0.83mts, L: 160mts, H: 1.10mts Capacidad: 850lts. ó 220gln			
PARTES	<ul style="list-style-type: none"> *. Casco del tanque. *. Soporte. *. Registro. *. Sistema de tuberías y válvulas. *. Control manual de volumen. 		
INSTRUCCIONES DE USO	<ul style="list-style-type: none"> *- Verificar el nivel del tanque. *- Apuntar la capacidad actual del tanque. *- Encender la bomba de petróleo para llenar el tanque 		

LENIN DANIEL PONTE LOZADA
ING. EN ENERGIA
Reg. Colegio de Ingenieros No 119283

Ing. Edy Salinas
ING. EN ENERGIA
REG. COLEGIO DE INGENIEROS No 119283

	FICHA TECNICA DE EQUIPOS TANQUE DIARIO DE PETROLEO			TESIS
				Vulnerabilidad sísmica de elementos no estructurales
Presentado por: María Vásquez	Ajustado por: Ing. Lenin Ponte	Aprobado por: Ing. Edy Salinas	Fecha: 27 de Marzo	Versión: 2019

CARACTERISTICAS DE USO. *-Verificar el nivel de petróleo al momento de prender y apagar la caldera. *-Verificar el volumen diario de petróleo.
FUNCION. *-Tener almacenamiento diario de petróleo para las calderas. *-Cuantificar cuanto se consume durante el día.
MANTENIMIENTO. *-Limpieza exterior. *-Cada cierto tiempo limpieza del tubo visor.
CONTROL ESPECIAL DURANTE EL MANEJO. *- Verificar el nivel del tanque.

Ing. Edy Salinas
MFE DIVISION DE INGENIERIA MECANICA
Y EN ENERGIAS
REDES ASISTENCIALES S.A.S. S.M.
R.D. 15.000.000

LENIN PONTE
ING. EN ENERGIA
Rep. Colombia de Ingeneria IP-118283

	FICHA TECNICA DE EQUIPOS ABLANDADOR			TESIS
				Vulnerabilidad sísmica de elementos no estructurales
Presentado por: María Vásquez	Ajustado por: Ing. Lenin Ponte	Aprobado por: Ing. Edy Salinas	Fecha: 27 de Marzo	Versión: 2019

DESCRIPCION FISICA:	Tanque fabricado en Acero al Carbono		
MODELO	No registra	FECHA DE COMPRA	
MARCA	Fabricación Nacional		
SERIAL	No registra		
UBICACION	SALA DE CALDERAS		
ESPECIFICACIONES TECNICAS.			
Dimensiones: D: 0.95mts, H: 2.20mts Capacidad: 1.5m³ ó 1500 lt Volumen de resina: 12 pies³			
PARTES	<ul style="list-style-type: none"> *. Tubería de acero de carbono. *. Manómetro. *. Válvula de cierre rápido. *. Soporte de tanque. *. Registro. 		
INSTRUCCIONES DE USO	<ul style="list-style-type: none"> *- Revisar que el tanque de almacenamiento de agua dura este lleno. *- Operar las válvulas de acuerdo a las operaciones que se va hacer. *- Prender la bomba de la red de agua dura. 		
	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>LENIN DANIEL PONTE LOTAGA ING. EN ENERGIA Reg. Colegio de Ingenieros N° 115283</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Ing. Edy Javier Salinas Diaz REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 115283 REC. ASISTENCIAL ANCAASH E. E. Salinas</p> </div> </div>		

	FICHA TECNICA DE EQUIPOS ABLANDADOR			TESIS
				Vulnerabilidad sísmica de elementos no estructurales
Presentado por: María Vásquez	Ajustado por: Ing. Lenin Ponte	Aprobado por: Ing. Edy Salinas	Fecha: 27de Marzo	Versión: 2019

<p>CARACTERÍSTICAS DE USO.</p> <p>*-Medir la dureza del gua a la salida del filtro ablandador.</p>
<p>FUNCION.</p> <p>*-Reducir la dureza que viene del agua de 500 - 800 ppm a 0 - 2 ppm para que sea agua apta para el caldero.</p>
<p>MANTENIMIENTO.</p> <p>*-Limpieza exterior,</p> <p>*-Lavado de resina cuando está saturada.</p>
<p>CONTROL ESPECIAL DURANTE EL MANEJO.</p> <p>*- Verificar que haya suministro de agua dura.</p> <p>*- Medir la dureza a la salida del filtro ablandador.</p> <p>*- Verificar la presión del agua del equipo de 35 a 45 PSI.</p>

LENIN DANIEL PONTE LORA
 ING. EN ENERGIA
 Reg. Colegio de Ingenieros N° 119283

Ing. Edy Javier Salinas Diaz
 EIT INGENIERO ESPECIALIZADO EN SISTEMAS DE
 TEO ABSTRACCION ANCLAS
 R.246-Satur

	FICHA TECNICA DE EQUIPOS CALENTADOR DE AGUA A VAPOR			TESIS
				Vulnerabilidad sísmica de elementos no estructurales
Presentado por: María Vásquez	Ajustado por: Ing. Lenin Ponte	Aprobado por: Ing. Edy Salinas	Fecha: 27 de Marzo	Versión: 2019

CARACTERISTICAS DE USO. *-Verificar que el tanque este de agua fría y tibia.
FUNCION. *-Calentar el agua fría a una temperatura de 60°C a 80°C para que el agua tibia sea utilizada por el personal del hospital.
MANTENIMIENTO. *-Limpieza exterior. *-Cada cierto tiempo una limpieza interior porque suele estar de sarro o impurezas.
CONTROL ESPECIAL DURANTE EL MANEJO. *- Verificar que haya suministro de agua fría. *- Verificar que los controles automáticas estén funcionamiento.

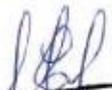

 Ing. Edy Salinas Duss
 AFP SANGRE ANDES HOSPITAL ROSA
 T. 051 981 233 333
 RED ASISTENCIAL ANGASH
 R.R.ES.SALUD


LENIN DANIEL PONTE LOZAGA
 ING. EN ENERGIA
 Reg. Colegio de Ingenieros N° 119320

	FICHA TECNICA DE EQUIPOS TANQUE DE CONDENSADO			TESIS
				Vulnerabilidad sísmica de elementos no estructurales
Presentado por: María Vásquez	Ajustado por: Ing. Lenin Ponte	Aprobado por: Ing. Edy Salinas	Fecha: 27 de Marzo	Versión: 2019

DESCRIPCION FISICA:	Tanque fabricado en Acero al Carbono		
MODELO	TC-550	FECHA DE COMPRA	
MARCA	MANSER		
SERIAL	50.5-18		
UBICACION	SALA DE CALDERAS		
ESPECIFICACIONES TECNICAS. Dimensiones: D:1.50mts, H:2.80mts, L:2.00mts Capacidad: 550Gln Presión de diseño: 50 PSI			
PARTES	<ul style="list-style-type: none"> *. Casco de tanque. *. Soporte. *. Control automático de nivel. *. Registro. *. Válvulas y tubería. *. Termómetro. 		
INSTRUCCIONES DE USO	<ul style="list-style-type: none"> *- Verificar que el tanque de agua blanda este lleno. *- Verificar que el tanque de condensado este lleno. *- Abrir válvulas para que el agua vaya a las calderas. 		
	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> LENIN DANIEL PONTE LOZADA ING. EN ENERGIA Reg. Colegio de Ingenieros Nº 119283 </div> <div style="text-align: center;"> Ing. Edy Javier Salinas Diaz ING. EN ENERGIA REG. ASOCIACION NACIONAL DE INGENIEROS Nº 119283 </div> </div>		

	FICHA TECNICA DE EQUIPOS TABLEROS			TESIS
				Vulnerabilidad sísmica de elementos no estructurales
Presentado por: María Vásquez	Ajustado por: Ing. Lenin Ponte	Aprobado por: Ing. Edy Salinas	Fecha: 27 de Marzo	Versión: 2019

DESCRIPCION FISICA:	Tablero de distribución de baja tensión		
MODELO	No registra	FECHA DE COMPRA	
MARCA	Fabricación Local		
SERIAL	No registra		
UBICACION	SUB ESTACION ELECTRICA		
ESPECIFICACIONES TECNICAS.	<p>Tensión de operación: 220V, 60Ghz y 1000 A</p> 		
PARTES			
* Tablero.		* Barras de cobre.	
* Elementos de medición: voltmetro, ampermetro.		* Cables.	
* Llaves térmicas.			
INSTRUCCIONES DE USO			
*- Verificar el valor de las mediciones de los instrumentos-			
 LENIN DANIEL PORTH LOYAGA ING. EN ENERGIA Reg. Colegio de Ingenieros Nº 119203		 Ing. Edy Javier Salinas REG. INGENIERO EN ENERGIA REG. ASISTENCIAL ANLA Nº 119203	

	FICHA TECNICA DE EQUIPOS TRANSFORMADOR 400 KVA			TESIS
				Vulnerabilidad sísmica de elementos no estructurales
Presentado por: María Vásquez	Ajustado por: Ing. Lenin Ponte	Aprobado por: Ing. Edy Salinas	Fecha: 27 de Marzo	Versión: 2019

DESCRIPCION FISICA:	Transformador de tensión			
MODELO	TECE 3191	FECHA DE COMPRA		
MARCA	DELCROSA			
SERIAL	16163611			
UBICACION	SUB ESTACION ELECTRICA			
ESPECIFICACIONES TECNICAS.				
Voltaje de entrada: 13200 V Voltaje de salida: 440 V Peso: 1550 Kg Servicio continuo, trabaja las 24 horas				
PARTES	<ul style="list-style-type: none"> *. Casco de tablero. *. Bobinado de cobre (dentro del transformador). *. Terminales. *. Aisladores. *. Tanque de aceite. *. Soporte con ruedas 			
INSTRUCCIONES DE USO	<ul style="list-style-type: none"> *- Verificar la potencia de trabajo. *- Verificar la temperatura de operación. 			
	 LENIN DANIEL PONTE LOZADA ING. EN ENERGIA Reg. Colegio de Ingenieros Nº 119203	 ing. Edy Javier Ojeda Diaz 117 DIVISION DE INGENIERIA HOSPITALARIA Y BIOMEDICA RED ASISTENCIAL AMACASH @EresSalud		

	FICHA TECNICA DE EQUIPOS TRANSFORMADOR 400 KVA			TESIS
				Vulnerabilidad sísmica de elementos no estructurales
Presentado por: María Vásquez	Ajustado por: Ing. Lenin Ponte	Aprobado por: Ing. Edy Salinas	Fecha: 27 de Marzo	Versión: 2019

CARACTERISTICAS DE USO. *- Uso continuo hasta 1000 mts de altura.
FUNCION. *-Reducir el voltaje de la corriente eléctrica de 13200V a 440 V para que pueda ser usado en los diferentes equipos especiales (tomógrafo) del hospital.
MANTENIMIENTO. *-Cada 6 meses. *-Limpieza exterior. *-Verificación y/o cambio de empaquetadura y análisis de aceite.
CONTROL ESPECIAL DURANTE EL MANEJO. *- Inspección de la potencia temperatura.


Ing. Edy Salinas Diaz
Jefe Oficina de Mantenimiento Hospitalario
REG. ASESORIA TECNICA
R. S. N.° 14811


LENIN DANIEL PONTE LOTAGA
ING. EN ENERGIA
Reg. Colegio de Ingenieros Nº 119263

	FICHA TECNICA DE EQUIPOS TRANSFORMADOR 315 KVA			TESIS
				Vulnerabilidad sísmica de elementos no estructurales
Presentado por: María Vásquez	Ajustado por: Ing. Lenin Ponte	Aprobado por: Ing. Edy Salinas	Fecha: 27 de Marzo	Versión: 2019

CARACTERISTICAS DE USO. *- Uso continuo hasta 800 mts de altura.
FUNCION. *-Reducir el voltaje de la corriente eléctrica de 320V a 220 V para que pueda ser usado en los diferentes equipos del hospital.
MANTENIMIENTO. *-Cada 6 meses. *-Limpieza exterior. *-Verificación y/o cambio de empaquetadura y análisis de aceite.
CONTROL ESPECIAL DURANTE EL MANEJO. *- Inspección de la potencia temperatura.


Ing. Edy Salinas Uzc
MSc. en Ingeniería Eléctrica
MSc. en Ingeniería Mecánica
MSc. en Ingeniería de Materiales


LENIN DANIEL PONTE LOZAGA
ING. EN ENERGIA
Reg. Colegio de Ingenieros N° 119283

	FICHA TECNICA DE EQUIPOS GRUPO ELECTROGENO 01			TESIS
				Vulnerabilidad sísmica de elementos no estructurales
Presentado por: María Vásquez	Ajustado por: Ing. Lenin Ponte	Aprobado por: Ing. Edy Salinas	Fecha: 27 de Marzo	Versión: 2019

DESCRIPCION FISICA:	Generador de energía eléctrica		
MODELO	KPX-P510P	FECHA DE COMPRA	
MARCA	KEYPOWER		
SERIAL	KJ1208P1884		
UBICACION	SALA DE GRUPO ELECTROGENO		
ESPECIFICACIONES TECNICAS.	<ul style="list-style-type: none"> * Voltaje: 220 V-480V * Frecuencia: 60Hz * Sistema trifásico * Rpm: 1800 * Peso: 5300Kg * Potencia: 510Kva – 1300A 		
PARTES	<ul style="list-style-type: none"> * Motor de combustión interna. * Generador de corriente. * Tablero de control. 		
INSTRUCCIONES DE USO	<ul style="list-style-type: none"> * Verificar que el tanque de combustible este lleno. * Verificar que el grupo electrógeno este en automático. 		
 LENIN DANCIZ PONTE LOZADA ING. EN ENERGIA Ing. Colegio de Ingenieros IP 119203		 Ing. Edy Salinas AN. Centro de Estudios Hospitalarios DE SISTEMAS Y SERVICIOS DE ASISTENCIA AMBA # 2019-01-01	

	FICHA TECNICA DE EQUIPOS GRUPO ELECTROGENO 01			TESIS
				Vulnerabilidad sismica de elementos no estructurales
Presentado por: María Vásquez	Ajustado por: Ing. Lenin Ponte	Aprobado por: Ing. Edy Salinas	Fecha: 27 de Marzo	Versión: 2019

CARACTERISTICAS DE USO. *- Se usa cuando hay corte de fluido por parte del distribuidos de Hidrandina.
FUNCION. *-Generar energía eléctrica para abastecer al hospital cuando no tenga energía eléctrica.
MANTENIMIENTO. *-Cada cierto tiempo una inspección visual de sus componentes. *-Limpieza exterior. *-Cada ciertas horas cambio de aceite y filtro.
CONTROL ESPECIAL DURANTE EL MANEJO. *- Verificar que siempre este lleno el tanque de combustible. *-Verificar los parámetros de operación (voltaje, amperaje y frecuencia).


LENIN DÁVALOS PONTE
ING. EN ENERGIA
Reg. Colegio de Ingenieros N° 117283


Ing. Edy Salinas
ING. EN ENERGIA
REG. COLEGIO DE INGENIEROS
N° 117283

	FICHA TECNICA DE EQUIPOS GRUPO ELECTROGENO 02			TESIS
				Vulnerabilidad sísmica de elementos no estructurales
Presentado por: María Vásquez	Ajustado por: Ing. Lenin Ponte	Aprobado por: Ing. Edy Salinas	Fecha: 27 de Marzo	Versión: 2019

DESCRIPCION FISICA:	Generador de energía eléctrica		
MODELO	1006TG2A13	FECHA DE COMPRA	
MARCA	PERKIN		
SERIAL	YB131121SMXEC6		
UBICACION	SALA DE GRUPO ELECTROGENO		
ESPECIFICACIONES TECNICAS.			
* Voltaje: 125 Kva	* Frecuencia: 60Hz		
* Sistema trifásico	* Rpm: 1800		
* Peso: 1000Kg	* Operación continua		
* Amperaje: 328A			
PARTES			
* Motor de combustión interna.			
* Generador de corriente.			
* Tablero de control.			
INSTRUCCIONES DE USO			
* Verificar que el tanque de combustible este lleno.			
* Verificar que el grupo electrógeno este en automático.			
 LENIN DANIEL PONTE LOZAGA ING. EN ENERGIA Rup. Colegio de Ingenieros Nº 119289			

	FICHA TECNICA DE EQUIPOS GRUPO ELECTROGENO 02			TESIS
				Vulnerabilidad sísmica de elementos no estructurales
Presentado por: María Vásquez	Ajustado por: Ing. Lenin Ponte	Aprobado por: Ing. Edy Salinas	Fecha: 27 de Marzo	Versión: 2019

<p>CARACTERISTICAS DE USO.</p> <p>*- Se usa cuando hay corte de fluido por parte del distribuidos de Hidrandina.</p>
<p>FUNCION.</p> <p>*-Generar energía eléctrica para abastecer al hospital cuando no tenga energía eléctrica.</p>
<p>MANTENIMIENTO.</p> <p>*-Cada cierto tiempo una inspección visual de sus componentes.</p> <p>*-Limpieza exterior.</p> <p>*-Cada ciertas horas cambio de aceite y filtro.</p>
<p>CONTROL ESPECIAL DURANTE EL MANEJO.</p> <p>*- Verificar que siempre este lleno el tanque de combustible.</p> <p>*-Verificar los parámetros de operación (voltaje, amperaje y frecuencia).</p>

Edy Salinas
 ING. EDY SALINAS U. S. J.
 C/01 - INGENIERIA DE SISTEMAS
 RED AUTOMATICA DE CONTROL
 # 2019-03-27

Lenin Ponte
LENIN DANIEL PONTE LOZAGA
 ING. EN ENERGIA
 Reg. Colegio de Ingenieros N° 119285

	FICHA TECNICA DE EQUIPOS CONGELADORA VERTICAL			TESIS
				Vulnerabilidad sismica de elementos no estructurales
Presentado por: María Vásquez	Ajustado por: Ing. Yessica Palacios	Aprobado por: Ing. Edy Salinas	Fecha: 27 de Marzo	Versión: 2019

DESCRIPCION FISICA:	Congelador para uso de laboratorio de alto rendimiento, con puerta de vidrio.		
MODELO	REL 234D – REVCO	FECHA DE COMPRA	
MARCA	THERMO SCIENTIFIC		
SERIAL	020-740692		
UBICACION	LABORTORIO CLINICO - BANCO DE SANGRE		
ESPECIFICACIONES TECNICAS.			
*Dimensiones: 74.3 x 61 x 186.9cm			
*Voltaje: 230 v			
*Amperaje 6A			
*Enfriamiento: -4°C pero se una a 4°C			
*Peso: 100Kg			
PARTES			
* . Compresor			
* Modulo			
* . Sistema Electrónico			
INSTRUCCIONES DE USO			
*- Programas la temperatura.			
*- Verificar que el sensor este en el lugar indicado.			




 Ing. Edy Salinas Díaz
 C.O. INGENIERO EN MECANICA INDUSTRIAL 2008
 C.O. INGENIERO EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES 2008
 C.O. INGENIERO EN ELECTRONICA 2008
 C.O. INGENIERO EN ELECTRICIDAD 2008

	FICHA TECNICA DE EQUIPOS CONGELADORA VERTICAL			TESIS
				Vulnerabilidad sísmica de elementos no estructurales
Presentado por: María Vásquez	Ajustado por: Ing. Yessica Palacios	Aprobado por: Ing. Edy Salinas	Fecha: 27 de Marzo	Versión: 2019

CARACTERISTICAS DE USO.

*- Cada congelador se suministra con una avanzado control e temperatura por microprocesador.

FUNCION.

*-Almacenamiento de bolsas de sangre y plasma.

MANTENIMIENTO.

*-Se realiza cada dos meses de manera interna como externa.

PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y DESINFECCION

*-Limpiar el interior del refrigerador con un paño humedecido (que no deje pelusa sobre la superficie) en solución jabonosa desinfectante

*-No utilizar objetos metálicos, cepillos, productos abrasivos o alcalinos para limpiar las superficies plásticas en el interior del refrigerador.

*- Nota: No utilizar agua caliente para lavar o enjuagar las piezas plásticas.

*-Secar las superficies internas una esponja o paño

*-Usar un paño humedecido en agua para eliminar los restos de la solución jabonosa.

*-Dejar secar al aire.



Ing. Edy Salinas Diaz
C/14 CONSOLIDADO DE SERVICIOS HOSPITALARIA
100 AV. GENERAL ANCASH
A. B. 2655-1111

	FICHA TECNICA DE EQUIPOS SECADORA INDUSTRIAL			TESIS
				Vulnerabilidad sismica de elementos no estructurales
Presentado por: Maria Vásquez	Ajustado por: Ing. Yessica Palacios	Aprobado por: Ing. Edy Salinas	Fecha: 27 de Marzo	Versión: 2019

DESCRIPCION FISICA:	Sistema automático de seguridad que evita que la máquina funcione con la puerta abierta		
MODELO	FS 55	FECHA DE COMPRA	
MARCA	PRIMUS		
SERIAL	55F002630NR		
UBICACION	LAVANDERIA		
ESPECIFICACIONES TECNICAS.			
*Dimensiones: 1.18 x 1.22 x 2.18 m			
*Capacidad: 80 kg			
*Diámetro del tambor: 914 mm			
*-Peso bruto:151kg			
*-Motor de 3 HP			
PARTES			
*. Tambor inoxidable	*. Filtros		
*.Microprocesador	*. Motor eléctrico		
INSTRUCCIONES DE USO			
*- Cargar ropa húmeda limpia.	*- Programar el secado dependiendo del vapor.		



Edy Salinas
 Ing. Edy Salinas Díaz
 INGENIERO EN SISTEMAS DE SEGURIDAD
 TED ASISTENCIAL ANCASH
 4338 Salud

	FICHA TECNICA DE EQUIPOS SECADORA INDUSTRIAL			TESIS
				Vulnerabilidad sísmica de elementos no estructurales
Presentado por: María Vásquez	Ajustado por: Ing. Yessica Palacios	Aprobado por: Ing. Edy Salinas	Fecha: 27 de Marzo	Versión: 2019

CARACTERISTICAS DE USO.

*- Trabaja con vapor.

FUNCION.

*-Secado de ropa húmeda.

MANTENIMIENTO.

*-Mantenimiento 6 meses

PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y DESINFECCION

*-Sacar la trampa.

*-Sacar el sarro que se pega en el plato de la válvula.

*-Sacar la pelusa que se queda en los filtros.

*-Limpiar el sistema eléctrico.

*-Verificar los intercambiadores de calor porque son de cobre y se en las soldadura.



Ing. Edy Salinas Díaz
 INGENIERO EN SISTEMAS HOSPITALARIOS
 ESPECIALIDAD EN SISTEMAS HOSPITALARIOS
 ASESORAMIENTO

	FICHA TECNICA DE EQUIPOS LAVADORA INDUSTRIAL			TESI
				Vulnerabilidad sísmica de elementos no estructurales
Presentado por: María Vásquez	Ajustado por: Ing. Yessica Palacios	Aprobado por: Ing. Edy Salinas	Fecha: 27 de Marzo	Versión: 2019

DESCRIPCION FISICA:	XControl Plus microprocesador, conexión estándar de detergente líquido.		
MODELO	FS 55	FECHA DE COMPRA	
MARCA	PRIMUS		
SERIAL	55F002630NR		
UBICACION	LAVANDERIA		
ESPECIFICACIONES TECNICAS.			
*Dimensiones: 1.75 x 76 x 1.09 m			
*Capacidad: 55 kg			
*Diámetro del tambor: 914 mm			
*- Peso neto: 1630 kg			
*-Peso bruto: 1770kg			
*-Motor de 5 HP			
PARTES			
*. Tambor inoxidable		*- Chumascera	
*.Microprocesador			
*. Motor eléctrico			
INSTRUCCIONES DE USO			
*- Cargar ropa contaminada		*- Verificar que el sensor este en el lugar indicado.	



Edy Salinas
 Ing. Edy Salinas Díaz
 INGENIERO EN SISTEMAS DE SERVICIOS
 Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
 CANTÓN CAYASH

	FICHA TECNICA DE EQUIPOS LAVADORA INDUSTRIAL			TESIS
				Vulnerabilidad sísmica de elementos no estructurales
Presentado por: María Vásquez	Ajustado por: Ing. Yessica Palacios	Aprobado por: Ing. Edy Salinas	Fecha: 27 de Marzo	Versión: 2019

CARACTERISTICAS DE USO. *- Calentamiento por medio de vapor a baja presión.
FUNCION. *-Lavar ropa de pacientes, personal de cirugía, camillas y otros que llegan contaminadas
MANTENIMIENTO. *-Limpieza del motor electrico *-Limpieza de válvulas selenoides de vapor. *-Mantenimiento del panel y de la perta de mando.
PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y DESINFECCION *-Por medio del ingreso de vapor a 100°C



[Handwritten Signature]
 Ing. Edy Salinas Díaz
 UPEL - UNIDAD DE PLANIFICACION Y CONTROL
 DE SISTEMAS INGENIERIA
 S.P. de Macha

Anexo 06: Registro fotográfico



Figura 66 Medición de andamios en laboratorio
Fuente: Elaboración propia



Figura 67 Medición de secadora industrial
Fuente: Elaboración propia



Figura 68 Andamios con documentos en archivo
Fuente: Elaboración propia

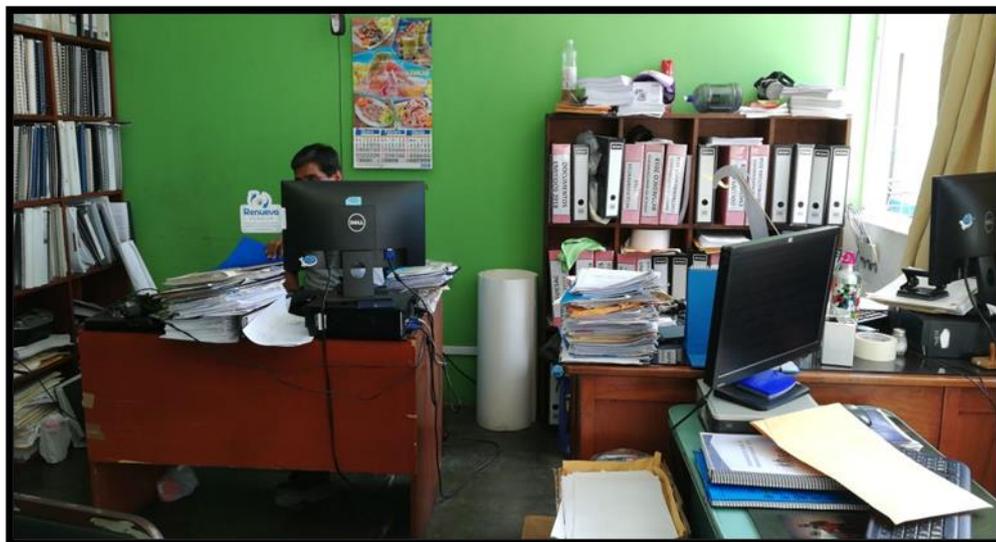


Figura 69 Andamios con documentos en oficina
Fuente: Elaboración propia