



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño de cimentación para tanques atmosféricos bajo la norma API-650
y bajo la norma UNE-EN 14015 en la refinería la Pampilla 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Antony Eddy Contreras Contreras

Alfredo Guadaña Chacón

ASESOR:

Mg. Luis Humberto Díaz Huiza

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LIMA – PERÚ

2018

PÁGINA DEL JURADO

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 29
--	---------------------------------------	--

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **CONTRERAS CONTRERAS, ANTONY EDDY**
Cuyo título es: **"DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA TANQUES ATMOSFÉRICOS BAJO LA NORMA API-650 Y BAJO LA NORMA UNE-EN 14015 EN LA REFINERÍA LA PAMPILLA 2018"**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **14** (número) **CATORCE** (letras).

Lima, San Juan de Lurigancho, 11 de Diciembre de 2018


.....
Mgtr. Ing. **ESPIÑOZA SANDOVAL JAIME HEMAN**
PRESIDENTE


.....
Mgtr. Ing. **DELGADO ORTEGA HENRRY SAUL**
SECRETARIO


.....
Mgtr. Ing. **DIAZ HUIZA LUIS HUMBERTO**
VOCAL

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **GUADAÑA CHACON, ALFREDO**

Cuyo título es: **"DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA TANQUES ATMOSFÉRICOS BAJO LA NORMA API-650 Y BAJO LA NORMA UNE-EN 14015 EN LA REFINERÍA LA PAMPILLA 2018"**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **14 (número) CATORCE** (letras).

Lima, San Juan de Lurigancho, 11 de Diciembre de 2018



Mgr. Ing. **ESPINOZA SANDOVAL JAIME HEMAN**
PRESIDENTE



Mgr. Ing. **DELGADO ORTEGA HENRY SAUL**
SECRETARIO



Mgr. Ing. **DIAZ HUIZA LUIS HUMBERTO**

VOCAL

Dedicatoria

El trabajo de investigación lo dedicamos a nuestros padres quienes siempre nos han impulsado a salir adelante y cumplir todas nuestras metas. Asu vez dedicamos este trabajo a nuestros docentes que fueron fundamentales para nuestra formación académica

Agradecimiento

Queremos manifestar nuestro reconocimiento a todas las personas que acompañaron en este camino de nuestra formación universitaria. Agradecemos también a nuestros padres por haber inculcado valores en nosotros. Asu vez agradecemos a los ingenieros que fueron motivo y ejemplo para terminar nuestra carrera. Un agradecimiento especial para nuestro asesor temático el cual nos brindó grandes conocimientos que sirvieron para culminar nuestra tesis. También agradecemos a la ingeniera María Ysabel García la cual agradecemos su gran colaboración y su entrega que nos brindó y nos apoyó para la realización de nuestra tesis.

Agradecemos a la Universidad Cesar Vallejo, a la facultad de Ingeniería y a la escuela profesional de ingeniería civil las cuales siempre estuvieron con nosotros ante cualquier duda o inconveniente

Declaratoria de Autenticidad

Nosotros Alfredo Guadaña chacón con DNI N° 45852471 y Antony Eddy Contreras Contreras con DNI N° 46859429, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica. Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la universidad Cesar Vallejo

Lima, 17 de octubre del 2018



Alfredo Guadaña Chacón

DNI: 45852471



Antony Eddy Contreras Contreras

DNI: 46859429

Presentación

Señores miembros del jurado en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Diseño de Cimentación para Tanques Atmosféricos bajo la norma API-650 y bajo la norma UNE-EN 14015 en la Refinería la Pampilla 2018”. cuyo objetivo fue de determinar la contribución que proporciona la norma API-650 y la contribución que proporciona la norma UNE-EN 14015 en el diseño de cimentaciones para tanques atmosféricos en la refinería la pampilla, y a la que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. La investigación consta de seis capítulos. En el capítulo I se explica la realidad problemática tanto nacional como internacional que llevaron a enfocarnos en este estudio, Asu vez también se explica brevemente los objetivos tanto general como específicos que desarrollamos con esta tesis, así como su justificación teórica, practica y económica. En el capítulo II se muestra la metodología que se usó para realizar esta tesis, así como la población y muestra de nuestra tesis. En el capítulo III se muestra los resultados que encontramos mediante ensayos y modelamientos, apoyados en programas estructurales que realizamos para cumplir nuestros objetivos ya mencionados. En el capítulo IV se entabla una discusión con investigaciones que se realizaron para nuestra investigación. En el capítulo V se presenta las conclusiones que llegamos a lograr mediante nuestra investigación. En el capítulo VI se hace referencias de una lista de recomendaciones para investigaciones futuras.



Alfredo Guadaña Chacón

DNI: 45852471



Antony Eddy Contreras Contreras

DNI: 46859429

INDICE

PAGINA DEL JURADO.....	II
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	VI
PRESENTACIÓN.....	VII
ÍNDICE.....	VIII
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT.....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
I. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1 Realidad Problemática.....	16
1.2 Trabajos Previos.....	17
1.3 Teorías Relacionadas al tema.....	21
1.3.1. Tanques Atmosféricos.....	21
1.3.2 Tipos de Tanques.....	21
1.3.2.1 Tanque de Techo Cónico.....	21
1.3.2.2 Tanque de Techo Fijo.....	22
1.3.3 Densidad de los Fluidos.....	22
1.3.3.1 Petróleo.....	22
1.3.3.1.1 Características del Petróleo.....	22
1.3.3.1.2 Composición del Petróleo.....	22
1.3.3.2 Diésel 2.....	23
1.3.3.3 Características del Gasóleo.....	23
1.3.4 Suelos.....	24
1.3.4.1 Estudio de Mecánica de Suelos.....	24
1.3.4.1.1 Ensayo de Limite Liquido y Plástico.....	24
1.3.4.1.2 Ensayo de Corte Directo.....	25
1.3.4.1.3 Ensayo de Penetración (SPT).....	25
1.3.5 Cimentaciones.....	25
1.3.5.1 Tipos de Cimentaciones.....	25
1.3.5.1.1 Cimentaciones Superficiales.....	25
1.3.5.1.2 Cimentaciones Profundas.....	26

1.3.6 Cargas.....	26
1.3.6.1 Cargas Estáticas.....	26
1.3.6.2 Cargas Dinámicas.....	26
1.3.7 Diseño de Cimentación.....	27
1.3.7.1 Asentamientos.....	27
1.3.7.2 Profundidad de Cimentación.....	27
1.3.7.3 Capacidad Portante.....	27
1.3.7.4 Área de Cimentación.....	27
1.3.8 Normas.....	28
1.3.8.1 Norma API-650.....	28
1.3.8.2 Norma UNE-EN 14015.....	28
1.4 Formulación del Problema.....	29
1.5 Justificación del Problema.....	30
1.6 Hipótesis.....	31
1.7 Objetivos.....	32
II. METODO.....	33
2.1 Diseño de Investigación.....	34
2.2 Variables, Operacionalización.....	35
2.3 Población y Muestra.....	38
2.4 técnicas e instrumentos de datos, validez y confiabilidad.....	39
2.5 Métodos de análisis de datos.....	40
2.6 Aspectos éticos.....	41
III. RESULTADOS.....	42
3.1 Diseño de la Cimentación de un Tanque Atmosférico bajo la norma Api-650	43
3.1.1 Calculo de Cargas Sísmicas según la norma API-650.....	44
3.1.2 Diseño de las Paredes del Tanque.....	49
3.1.3 Diseño del Techo.....	56
3.1.4 Calculo de Momentos, Cargas y Estabilidad.....	57
3.1.5 Calculo de Momento de Volteo.....	61
3.1.6 Verificación a la Resistencia al Deslizamiento del Tanque.....	62
3.1.7 Diseño de la Cimentación.....	63
3.1.7.1 Diseño de la Armadura.....	66
3.1.7.2 Armadura de las Zapatas.....	67
3.2 Diseño de la Cimentación de un Tanque Atmosférico bajo la norma UNE-EN 14015.....	71
3.2.1 Diseño de las Paredes del Tanque.....	72

3.2.1.1 Espesor de las Virolas.....	73
3.2.2 Rigidizadores de Refuerzo por Viento.....	74
3.2.3 Peso del Tanque.....	75
3.2.3.1 Peso del Cuerpo.....	75
3.2.3.2 Peso del Fondo.....	75
3.2.3.2 Peso del Techo.....	76
3.2.4 Cargas y Momentos Producidos por Viento.....	77
3.3 Resultados Comparativos.....	78
3.4 Modelamiento de Software SAP 2000 V.20.....	84
IV Discusión	90
V conclusiones.....	94
VI Recomendaciones.....	96
VII Referencias.....	98
Anexos	
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	102
Anexo 2: Certificado de Laboratorio.....	103
Anexo 3: Planos.....	110
Anexo4: Instrumento de Validación.....	115
Anexo5: Registro Fotográfico.....	117
Anexo6: Turnitin.....	120

Índice de Figuras

Figura1. Espectro de Aceleración de la norma ASCE-7-10.....	48
Figura2. Distribución de Vigas y Viguetas.....	57
Figura3. Esquema de la cimentación Propuesta para el Tanque Atmosférico.....	63
Figura4. Esquema del Diseño de la Zapata.....	64
Figura5. Esquema de Distribución de Cargas para el Anillo de Cimentación.....	65
Figura6. Esquema de las Cargas sobre la Cimentación y el momento de Volteo.....	66
Figura7. Esquema de Cargas Triangulares y Cargas de Empuje del Suelo.....	68
Figura8. Armadura de la Zapata.....	70
Figura 9. Modelamiento de Tanque Atmosférico.....	84
Figura 9.1. Modelamiento del Tanque con Máximas Presiones del Líquido.....	84
Figura 9.2. Modelamiento de la Cimentación Anular.....	85
Figura 9.3. Modelamiento de las paredes del Cilindro del Tanque.....	85

Figura 9.4. Modelamiento de las paredes del Cilindro del Tanque.....	86
Figura 9.5. Esfuerzos Hidrodinámicos Efectuando Presiones a las Paredes del Tanque.....	86
Figura 9.6. Esfuerzos de Presiones en el Tanque.....	87
Figura 9.7. Esfuerzos de Presiones en el Tanque.....	87
Figura 9.8. Combinaciones de Carga.....	88
Figura 9.9. Máximo Desplazamiento del Tanque.....	88
Figura 9.10 Máxima Compresión.....	89
Figura10. Excavación para obtener la muestra para posterior estudio.....	117
Figura11. Excavación a 1.60m para obtener la muestra para posterior estudio.....	117
Figura12. Excavación a 2.00m para obtener la muestra para posterior estudio.....	118
Figura13. Perfil Estratigráfico de la Calicata a una altura H=3.00m.....	118
Figura14. Ensayo Granulométrico en Laboratorio.....	119
Figura15. Ensayo Granulométrico en Laboratorio.....	119

Índice de tablas

Tabla 1. Composición del petróleo.....	22
Tabla 2. Propiedades del Diésel 2.....	23
Tabla 3. Características del Gasóleo.....	23
Tabla 4. Rangos y Magnitudes de Validez.....	39
Tabla 5. Coeficientes de Validez por Juicio de Expertos.....	40
Tabla6. Espesores de las Paredes del Tanque.....	55
Tabla7. Espesores mínimos de la Carcasa.....	72
Tabla8. Espesores de Virolas.....	74

-

Resumen

La siguiente Investigación tiene como objetivo determinar la contribución que proporciona la norma API-650 y la contribución que proporciona la norma UNE-EN 14015 en el diseño de cimentaciones para tanques atmosféricos en la refinería la Pampilla el cual son utilizado para el abastecimiento de hidrocarburos, siguiendo los parámetros del Instituto Americano del Petróleo (American Petroleum Institute) suscritas en su norma API-650, la cual se viene implementando y modificando desde el año 1961. Asu vez se hará mención a la norma española UNE-EN14015, al igual que la norma API-650, nos brinda especificaciones de diseño para estos tanques de almacenamiento. Teniendo en cuenta que nuestro país se encuentra ubicado entre dos placas importantes (placa de nazca y la placa sudamericana) la cual hacen que el Perú sea un país altamente sísmico es por ello la importancia de un diseño sismorresistente para estos tanques atmosféricos

Esta investigación da inicio con el capítulo I el cual está referido a los tanques de almacenamiento con teorías relacionadas y la realidad problemática tanto nacional como internacional.

En el segundo capítulo se describe y menciona la metodología de investigación la cual resulto una investigación no experimental de corte transversal,

En el tercer capítulo se describe el desarrollo del diseño de un tanque de almacenamiento de un fluido establecido y siguiendo las pautas de las dos normas en consulta (API-650 y la UNE-EN14015), la cual se hará comparaciones de diseño para llegar al óptimo diseño deseado que se asemeje a nuestra norma peruana (RNE).

En el cuarto capítulo se plantea las relaciones que se dan con otras investigaciones en el quinto capítulo se hace referencia a las conclusiones que se obtuvieron mediante esta investigación, en el capítulo VI se proporciona una serie de recomendaciones que se deberían cumplir para futuras investigaciones relacionadas a la nuestra

Palabras Clave: Diseño, Tanques Atmosfericos, Norma Api-650, UNE-EN14015

Abstract

The following research aims to determine the contribution provided by the API-650 standard and the contribution provided by the UNE-EN 14015 standard in the design of foundations for atmospheric tanks in the La Pampilla refinery which are used for the supply of hydrocarbons, following the parameters of the American Petroleum Institute (American Petroleum Institute) subscribed in its API-650 standard, which has been implemented and modified since 1961. Asu ves mention will be made to the Spanish standard UNE-EN14015, as well as the API-650 standard, gives us design specifications for these storage tanks. Taking into account that our country is located between two important plates (Nazca plate and the South American plate) which make Peru a highly seismic country, this is why the importance of a seismic design for these atmospheric tanks

This research begins with chapter I which refers to the storage tanks with related theories and the problematic reality both nationally and internationally.

The second chapter describes and mentions the research methodology which resulted in a non-experimental cross-sectional investigation,

The third chapter describes the development of the design of an established fluid storage tank and following the guidelines of the two standards in consultation (API-650 and UNE-EN14015), which will make design comparisons to reach the optimal desired design that resembles our Peruvian standard (RNE).

In the fourth chapter the relationship with other researches is presented in the fifth chapter refers to the conclusions that were obtained through this research, chapter VI provides a series of recommendations that should be met for future research related to ours

Keywords: Design, Atmospheric Tanks, Norma Api-650, UNE-EN14015

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

En la actualidad del crecimiento, como país del primer mundo se requiere potenciar la industria petroquímica, en esta industria se está utilizando tanques atmosféricos para almacenar líquidos o fluidos, para estos tanques las cuales almacenan el petróleo y sus derivados como son la gasolina, diésel y el turbo combustible utilizado para los aviones se requiere la construcción de cimentaciones que puedan soportar las cargas de dichos tanques y así asegurar la producción y mejora del país.

Las normas que regulan estos tanques atmosféricos son la norma API-650 la cual contribuye con ciertos parámetros de diseño y construcción dentro y fuera de su territorio ya que esta norma es norteamericana, la cual es fundamental ya que propone un parámetro sísmico que se debe seguir estrictamente en países que puedan tener estas fallas.

En todas partes del mundo se diseña estos tanques bajo la norma API-650, pero en algunos países de Europa que estas suscritos en la norma europea como es el caso de España deben tener en cuenta también su propia norma UNE-EN 14015, la cual al igual que el API-650 brinda recomendaciones de diseño y construcción de estos tanques atmosféricos

En este proyecto de investigación se determinará la contribución que proporciona la norma API-650 y la contribución que proporciona la norma UNE-EN14015 en el diseño de cimentaciones para tanques atmosféricos, la cual brindara diseños óptimos bajo estas normas y se planteara cual es la mejor opción para un diseño en el Perú. A su vez se hará una descripción de los tanques atmosféricos la cual se pondrá énfasis en su forma y volúmenes de dichos tanques, así como el fluido del cual se va a almacenar. Para así poder determinar el diseño más apropiado para estas estructuras.

1.1 Trabajos Previos

En México, Garza, (2000). *Diseño y Calculo de Tanques de Almacenamiento*. En este trabajo se manejan el cálculo de los códigos API aplicados en el diseño de tanques atmosféricos, los materiales, el tipo de soldadura que se utiliza en la construcción de un tanque atmosférico. Considerando una secuencia de trabajo de soldadura que logre reducir las deformaciones que se producen cuando estas se encuentren soldando las placas de acero por el perímetro del tanque. Esta investigación emplea el cálculo por sismo o por viento a un diseño de tanque atmosférico, nos dice los desplazamientos sísmicos son fundamentales para el diseño de estos tanques cilíndricos verticales de almacenamiento, sobre todo en zonas de alto grado de sismicidad.

Se refiere a que cuando la frecuencia en alta amplifica los desplazamientos laterales del terreno sobre el que está apoyado el tanque, posteriormente la cantidad de líquido dentro de ella se mueve en el mismo sentido con el cuerpo del tanque.

Este amortiguamiento provoca una oscilación de la masa líquida contenida, provocando oleaje al interior del tanque. La actividad lateral de las masas, generan fuerzas que actúan sobre el centro de gravedad del tanque, produciendo compresión longitudinal.

Este antecedente aporta el conocimiento de dato sobre las consideraciones que uno debe de tener cuando va a diseñar un cimiento ya que la estructura del elemento que va a reposar encima de la cimentación debe de ser estudiada para la recolección de datos de esta. El diseño y cálculo de un tanque de almacenamiento es muy importante ya que de estos datos se podrá diseñar.

En México, Pemex, (2008, 5 de enero). *Diseño de Tanque Atmosférico*. Documento N° NRF-113. Establece los requisitos y documentos para la adquisición o contratación en el diseño y selección de materiales para un tanque atmosférico de acero, para el almacenamiento del Petróleo y sus derivados. Esta norma contempla los parámetros expuesto en la norma API650 ya que esta es la principal norma para el diseño y construcción de estos tanques atmosféricos en cualquier ubicación de esta. Es por ello que esta contempla el armado del tanque, el tipo de cimentación usas para esta estructura y esta sustituye y trabaja con agua a temperaturas para simular el líquido que se va almacenar para el diseño del tanque.

Este antecedente recatamos los aportes obtenidos para el diseño de este tanque ya que también considera el líquido y nos brinda datos para trabajar con ello.

En Guatemala, León, (2010). *Guía para el Diseño Estructural de Cimientos y anclaje de Tanques de Almacenamiento Tipo API650*. Su objetivo principal es brindar un documento para describir los parámetros y estándares API650 que establece para el diseño de cimentación. En la metodología es plantear una lista de recomendaciones para el diseño estructural de cimentaciones para tanques atmosféricos. En sus hallazgos se puede ver que ha generado una orientación práctica para el diseño de cimentación y la manipulación de anclajes para tanques atmosféricos, cumpliendo con los estándares de la norma. En conclusión, el análisis y el uso adecuado de norma API nos lleva a buenos diseños seguros y confiables, a su vez nos dice que la utilización de anclajes asegura y reduce la posibilidad de volteo del tanque en cuanto a sismos y vientos, y también adicionan que existen varios ejemplos de cimentación para tanques superficiales API650, y nos dice que la selección de ello depende del tipo de suelo que encontremos en el lugar.

Este antecedente aporta con respecto al diseño de cimentaciones para tanques atmosféricos, ayudando al diseño del tipo de cimentación que se puede emplear en un estudio como este, y también aporta a recolectar datos necesarios para estimar en el diseño de las cimentaciones para tanques atmosféricos tipo API650.

En Guatemala, Filippi, (2012). *Proceso Constructivos del Anillo de Cimentación, para Tanques de Almacenamiento de Hidrocarburos*. Su objetivo principal es proporcionar información para que el lector evalúe los procesos constructivos de un anillo de cimentación. En la metodología es plantear una lista de recomendaciones para el proceso constructivo de cimentaciones anulares. En sus hallazgos se observa la verificación y condiciones que uno debe de tener en cuenta para realizar un proyecto como este, y también nos brinda datos de estudios de suelos realizados para tener en cuenta cómo se va a trabajar los procesos constructivos de la mano con el tipo de suelo que encontremos, también nos brinda las importancias del acabo final del anillo de cimentación. En conclusión, se interpreta que la cimentación debe de estar colocado en un terreno firme, es decir en un suelo con resistencia orgánica, también se logró elaborar una guía para el proceso constructivo de un anillo de cimentación de tanques y la aplicación e interpretación precisa del estándar API650 que determina los requisitos de los materiales, diseño y ejecución.

Este antecedente aporta con respecto a los procesos constructivos que uno debe de tener en cuenta cuando se realiza un proyecto de ejecución de cimientos de anillo de concreto y a las consideraciones a tener con respecto a la norma API650.

En España, Manzanero (2015). *Diseño De Una Hoja De Excel Para Un Tanque De Almacenamiento De Gasóleo De Automoción*. Su objetivo principal es el diseño básico de una hoja de Excel para calcular los parámetros principales de diseño siguiendo los parámetros de su norma española (UNE-EN14015). En su metodología a utilizado como población y muestra un tanque de almacenamiento de una capacidad y dimensiones determinadas acorde Asu investigación. Llego a la conclusión que su hoja de Excel es de gran ayuda para el diseño de tanques Atmosfericos, también realizo un comparativo con la norma Api-650 la cual arrojo como resultados que su tanque de diseño por estar situado en España no necesitaba de una cimentación en especial solo necesitaba una cimentación granular ya que en España no sucede muchos sismos.

Este antecedente aporta con la utilización de una herramienta como el Excel para el diseño de cualquier estructura

En Perú, Barrios, (2002). *Diseño de Tanques de Almacenamiento de Hidrocarburos Líquidos e Impacto Ambiental*. Su objetivo principal es de tener un diseño adecuado para la fabricación de tanques de almacenamiento de hidrocarburos líquidos y reducir la contaminación ambiental provocada por ello. En la metodología se plantea los requerimientos para la capacidad de almacenamiento, abastecimiento y transferencia del líquido para no contaminar el medio ambiente. En sus hallazgos se observa que el diseño y construcción del tanque evitara la corrosión de la estructura y garantizara un mayor tiempo útil, también nos dicen que el estándar mínimo para la construcción de almacenamiento de hidrocarburos son los tanques cilíndricos verticales y nos dicen que los tanques sean fabricados siguiendo un alineamiento de los estándares API650. En conclusión, se interpreta que las nociones básicas de diseño en las construcciones de tanques de almacenamiento de hidrocarburos líquidos, también nos dice que estos tanques de almacenamiento causan gran degradación ambiental al agua del subsuelo, siguiendo que los procesos descritos son de eficacia para atenuar los problemas de medio ambiente respecto a estos líquidos.

Este antecedente aporta con respecto a los diseños de tanques que debemos de considerar, normas utilizadas por investigaciones peruanas que nos sirven de apoyo para nuestra investigación.

En Perú, Aranda, (2011). *Diseño de Tanques de Acero Soldado Apoyados Sobre el Suelo para Almacenamiento de Hidrocarburos*. Su objetivo principal es diseñar un tanque de acero soldado en la cual sigue las pautas brindadas por la norma API-650. En su metodología diseña los tanques soldados bajo los parámetros del API-650 pero asu ves plantea un análisis sísmico comparativo con normas de tres países diferentes las cuales son las normas norteamericanas, normas peruanas y normas chilenas arrojándole un comparativo de diseño sísmico ya que emplea factores de dichas normas para cada país diferente logrando hacer una análisis comparativo del modo espectral sísmico asumiendo un sismo de gran magnitud el cual arrojará diseños diferentes para cada norma, llegando a la conclusión con su investigación que la relación de esbeltez es un parámetro fundamental que se debe estimar para el pre dimensionamiento del tanque.

Este antecedente aporta con respecto al análisis comparativo de tres normas diferentes que se relacionan, ya que estos tres países son altamente sísmicos por la cual es fundamental diseñar por parámetros sísmicos

En Perú, Martínez, (2012). *Método de Análisis Simplificado para un Nuevo Tipo de Cimentación en Suelos Blandos*. Su objetivo principal es proponer métodos sencillos para obtener las cargas de colapso estática y sesudo de las mallas estructurales de cimentación acostadas en suelos con poca capacidad de carga. En la metodología se plantea un análisis simplificado para hallar la capacidad de carga y asentamiento de las celdas estructurales de cimentaciones. En sus hallazgos se observa que la estimación de la capacidad ultima estática que se realiza de manera simplificada mediante ecuaciones y datos obtenidos en los ensayos. En conclusión, se interpreta la ecuación recomendada para obtener la capacidad ultima y el procedimiento para obtener los asentamientos diferenciales.

Este antecedente aporta con la proporción al estudio de la mecánica de suelos y los datos obtenidos en ellos para obtener la capacidad portante del suelo y así poder diseñar una cimentación sobre ella.

En Perú, Teniente, (2016). *Análisis Comparativo en la Determinación de la Capacidad Admisible por los Métodos de Terzagui y Meyerhof, para el Diseño de Cimentación*

Superficiales Según las Características del Suelo de Inquilpata del Distrito de Anta. El objetivo principal de esta tesis es obtener la capacidad portante del suelo por los métodos Terzagui y Meyerhof, el cual nos permite hacer un mejor diseño de cimentaciones superficiales. En la metodología se plantea brindar métodos confiables para la estructural y la determinación de la capacidad admisible en el diseño de cimentaciones superficiales. En sus hallazgos obtiene la viabilidad del suelo de Piura a través de los registros de SPT. En conclusión, se interpreta que el suelo de Piura para obtener la capacidad necesaria de necesita aumentar la profundidad.

Este antecedente aporta con respecto al estudio de la mecánica de suelos y los datos obtenidos en Piura y nos brinda datos claros sobre la capacidad admisible del suelo del Lugar y ayuda a identificar datos del lugar donde se realizará el diseño de cimentación para tanques API650.

1.3. Teorías Relacionadas al Tema

1.3.1 Tanques Atmosfericos

Son recipientes que son diseñados para almacenar petróleo y sus derivados ya que estos cuentan con una presión atmosférica interna de hasta 15Kpa las cuales son ligeramente mayor a la presión atmosférica. Según los especialistas del Reglamento de Instalaciones Petrolíferas, (2003, p.15)

1.3.2 Tipos De Tanques

Según lo que establece el Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos existen 3 tipos de tanques y se clasifican en:

1.3.2.1 Tanques de Techo Cónico

Son los tanques en la que sobre la superficie del líquido flota el techo la cual permite eliminar los espacios para que no se produzca vapor. Según los especialistas del Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos, (1994, artículo 18). Estos tanques son los más requeridos y utilizados en nuestro país y en general en el mundo, aunque estén apareciendo tecnologías modernas y por ende nuevos diseños como son los tanques con domos de aluminio

1.3.2 Tanques Atmosféricos de Techo Fijo

Son los tanques que su techo son auto soportados y la cual su superficie puede ser de forma cónica a diferencia que los techos flotantes estos tanques al tener aberturas en sus techos facilitan las emisiones de vapores. Según los especialistas del Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos, (1994, artículo 18).

1.3.3 Densidad De Los Fluidos.

En una propiedad física de los fluidos la cual consiste en la división de su masa por su volumen la densidad se expresa según el sistema internacional en KG/M³ concluye Días, (2006, p.9).

1.3.3.1 Petróleo

Está compuesto por una mezcla de materiales orgánicos e hidrocarburos primarios las cuales provienen de las formaciones rocosas subterráneas que se dieron lugar a varios cientos de millones de años. El petróleo se forma por la desintegración natural de especies vivientes como son animales y plantas marinas microscópicas. Concluye, Borgma, Di Cosimo y Figoli, (2001 p.13)

1.3.3.1.1 Composición del Petróleo

El petróleo está compuesto por materiales o sustancias orgánicas las cuales son el carbono y nitrógeno también contienen, pero en bajas cantidades agua, así como azufre, vanadio, níquel. Es importante conocer la composición del petróleo en elementos orgánicos ya que de ello depende a que tratamiento se someterá el crudo y que producto se obtendrá. Concluye, Borgma, Di Cosimo, Figoli, (2001 p.13).

Tabla 1: composición del petróleo

ELEMENTO	% m/m
C	84-87
H	11-14
S	0.04-6
O	0.1-0.5
N	0.1-1.5
Metales(V+Ni)	0.005-0.015 (50-150 g/t)
Agua y Sedimentos	0.1-0.6% v/v
Sales minerales	20-200 g/t

Fuente: Ficha técnica de Repsol

1.3.3.2 Diésel 2

Es un combustible compuesto de destilados obtenidos en el tratamiento de refinado de petróleo las cuales son utilizados para vehículos automóviles. A diferencia de la gasolina su peso específico y su punto de ebullición son más altos. Están compuestas por componente con un numero de carbonos en su mayor parte dentro del intervalo C9 a C20 y con un intervalo de punto de ebullición entre 149°C a 385°C. concluye U.S Energy Information Administration.

Propiedades Físicas y Químicas

Tabla 2: propiedades del diésel 2

Presión de Vapor	0.004 Atm
Tensión Superficial	25 dinas/cm ² a 25°C
Densidad de Vapor	3.4 (aire:1)
Densidad	0.86g/cm ³ a 15°C (ASTM D-1298)
Viscosidad	1.7-4.1 cst. A 40°C (ASTM D-445)

Fuente: U.S Energy Information Administration

1.3.3.3 Características del Gasóleo

El gasóleo es un hidrocarburo el cual se consigue mediante un tratamiento que se realiza al petróleo el cual pasa por dos destilaciones para poder conseguir el gasóleo que posteriormente se le agregan aditivos para que sea utilizado en las industrias y sea menos contaminante para la normativa española el gasóleo deberá cumplir ciertas características para su utilización. Concluye los especialistas de la UNE-EN 14015.

Tabla 3: características del gasóleo

Densidad	835 kg/m ³ o 0.835 g/cm ³ a 15°C
Viscosidad	3.5 Cp a 15°C
Tensión a Vapor	0.01 kg/cm ²
Contenido de Azufre	0.2 %p/p

Fuente: Ficha técnica de Repsol

1.3.4 Suelos

Según (A. Rico y H del castillo) nos indica que el suelo es un conjunto de partículas minerales, que se produjo por la descomposición mecánica de las rocas o de la disgregación química de las mismas. El suelo es una capa la cual está sobre la corteza de la tierra que se dio efecto por la desintegración química y física de las rocas.

1.3.4.1 Ensayos de Mecánica De Suelos

El suelo es la parte primordial en la cual se va apoyar sobre los mismos cualquier tipo de infraestructura que permitan proveer de desarrollo mundial. Los EMS se dan en los laboratorios con el fin de conocer las características de los suelos. Concluyen los especialistas del Manual de Ensayos de laboratorio de Mecánica de suelos y Mecánica de Rocas. (2010, p. 25).

1.3.4.1 Ensayo de Limite Liquido Y Plástico

1.3.4.1.1 Ensayo Granulométrico

Este ensayo se detalla como el porcentaje de humedad que se presenta en el suelo el cual debe estar por debajo de un comportamiento plástico. El ensayo del límite líquido es muy útil ya que nos ayuda a estimar asentamientos y el límite plástico para predecir la máxima densidad en estudios de compactación, concluye los especialistas del Manual de Procedimientos de Ensayos de Suelos, (2015, p.40). con estos ensayos obtenemos los siguientes datos:

- Limite Liquido
- Indicé de Flujo
- Indicé de Plasticidad

1.3.4.1.2 Ensayo Granulométrico

Este ensayo radica en la segregación de los fragmentos del suelo mediante el uso de los tamices la cual nos permite identificar si es un suelo fino o es un suelo grueso. concluye los especialistas del Manual de Procedimientos de Ensayos de Suelos, (2015, p.54). Mediante este ensayo obtenemos los siguientes datos:

- Proporción de Gravas
- Proporción de Finos
- Clasificación de Suelos según el SUCS
- Curva Granulométrica

1.3.4.1.2 Ensayo De Corte Directo

Requiere en producir una falla en una prueba de suelo por medio de la coacción de dos esfuerzos: uno de estos esfuerzos es aplicar una fuerza normal mediante una carga vertical que permite colocar las condiciones de empuje que está sometida la prueba del suelo en su forma natural y el otro esfuerzo es una cortante que se da mediante una carga horizontal las cuales mediante tablas nos arrojan los resultados de cohesión y ángulo de fricción. Este ensayo puede ser sustituido por el ensayo de comprensión triaxial, pero por cuestiones económicas, tiempo aún sigue vigente este ensayo. Concluyo Bowles, (1978, p.175). Con este ensayo obtenemos las siguientes constantes o datos.

- Resultado de Cohesión y Angulo de Fricción
- Cuadro de Esfuerzo normal vs Esfuerzo de corte.

1.3.4.1.3 Ensayo de Penetración (SPT)

Es un ensayo que consiste en proporcionar golpes al suelo con una carga o pesa para así poder identificar las características del suelo como son la carga admisible. Este método nos permite encontrar una correlación entre el ensayo de penetración y las características del suelo. Graux, (1975, p.280)

1.3.5 Cimentaciones

El propósito de diseñar una cimentación es proveer el medio para que las cargas que actúan en la estructura se transmitan al suelo originando un sistema de esfuerzos que puedan ser soportados por el mismo sin sufrir asentamientos. Asu ves para poder determinar una cimentación adecuada es necesario estudiar las cargas y las características del suelo Concluye Villalaz, (1980, p.259-262).

1.3.5.1 Tipos de Cimentaciones

Las cimentaciones se clasifican en dos grupos:

1.3.5.1.2 Cimentaciones Superficiales

Una cimentación superficial es la que mediante sus columnas o muros descansan sobre la cimentación la cual su sección ha sido ensanchada con el fin de reducir los esfuerzos unitarios que son trasmitidos al suelo. Concluye Villalaz, (1980, p.259) entre las cimentaciones superficiales encontramos:

- Zapatas Aisladas
- Zapatas Conectadas

1.3.5.1.2 Cimentaciones Profundas

Son cimentaciones las cuales el suelo resistente se encuentra a gran profundidad para estos tipos de cimentaciones se requiere el uso de pilotes y plateas de cimentación. según Villalaz, (1980, p.261).

1.3.6 Cargas

1.3.6.1 Cargas Estáticas

Según Badiola, (2004) nos dice “una carga estática es el peso propio de la estructura en la cual se genera una fuerza o momento que actúan sobre cierto objeto. Para que sea carga estática debe poseer una magnitud y dirección. El autor se refiere a que las cargas estáticas son fuerzas ejercidos hacia una cimentación estas fuerzas pueden ser cargas muertas o cargas vivas.

1.3.6.1.1 Cargas Muertas

Es la carga propia de la estructura de sus materiales, equipos y otros elementos pertenecientes a la estructura se determina mediante el análisis o el uso de datos proporcionados en los diseños o en los catálogos de los fabricantes. Concluyen los especialistas del Reglamento Nacional de Edificaciones en su Norma E020, (2014, p.1)

1.3.6.1.2 Cargas Vivas

Es la carga proveniente de las personas, objetos, materiales o equipos que estén en movimiento o estén en funcionamiento. Concluyen los especialistas del Reglamento Nacional de Edificaciones en su Norma E020, (2014, p.1).

1.3.6.1.3 Cargas Hidrostáticas

Los fluidos transmiten cargas de compresión pura la cual ejerce una fuerza a la cual se le denomina presión y como es un fluido se le llama presión hidrostática. Estas presiones o cargas varían con altura y el peso específico de los fluidos. Concluye Riley, Sturges, (2004, p. 194).

1.3.6.2 Cargas Dinámicas

Son cargas que producen que la estructura se comporte como un sistema oscilante y Asu vez estas cargas producen fuerzas de inercia a la estructura. Estas cargas son producidas por efectos del sismo y del viento. Concluye Barbat, (1983, p. 39)

1.3.6.2.1 Carga de Sismo

Son cargas producidas por sismos o terremotos las cuales se definen como los movimientos o la disipación de energía de la corteza terrestre la cual tiene origen en el hipocentro y la cual se proyecta a la superficie con el nombre de epicentro. Concluye Barbat, (1983, p. 9).

1.3.6.2.2 Carga de Viento

Son cargas producidas por el viento que actúan en dos direcciones horizontales perpendiculares entre sí. las cuales están sujetas a la altura y esbeltez de la estructura y al lugar de ubicación de la estructura. Concluye los especialistas del Reglamento Nacional de Edificaciones en su Norma E.020, (2014, p 12).

1.3.7 Diseño de Cimentación

Para el diseño de la cimentación lo más conveniente es conocer las propiedades mecánicas de los suelos, el peso de la estructura las cargas actuantes en la estructura. Para poder determinar los asentamientos diferenciales permitidos para cada estructura. Concluye Villalaz (1980, p. 270).

1.3.7.1 Asentamientos

Son deformaciones provocadas por los esfuerzos o cargas de la estructura hacia la cimentación las cuales producen consolidación del suelo. Estos asentamientos están regidos al tipo de suelo. Concluye Villalaz (1980, p. 314)

1.3.7.2 Profundidad de Cimentación (Df)

Es el espacio vertical que se encuentra desde la superficie del terreno hasta la parte inferior de la cimentación es decir la altura de la cimentación a realizar. Concluye los especialistas del Reglamento Nacional de Edificaciones en su Norma E-050 (2014, p 17)

1.3.7.3 Capacidad Portante

Es la capacidad que puede soportar el suelo ante una fuerza gravitatoria la cual se resuelve mediante las fórmulas que establecen la mecánica de suelos. La capacidad portante varia por el tipo de suelo. Concluye los especialistas del Reglamento Nacional de Edificaciones en su Norma E-050 (2014 cap.15)

1.3.7.4 Área de Cimentación

Son las dimensiones geométricas las cuales están soportando las cargas solicitadas por la estructura. Se debe conocer la distribución e intensidad de las cargas para definir un área de cimentación apropiada. Concluye Villalaz (1980 p. 269).

1.3.8 Normas

1.3.8.1 Norma API-650

Es un manual el cual está comprendido de 10 capítulos y 26 Apéndices, las cuales está el diseño sismorresistente de los tanques atmosféricos. Los 10 capítulos engloban conceptos generales, los materiales a usar, referencias de algunas normas complementarias.

En EE. UU (California o Alaska) que son zonas altamente sísmicas el apéndice “E”. Diseño Sismico de Tanques de Almacenamiento (“Seismic Design of Storage Tanks”) es de carácter necesario. Otros apéndices como el “Recomendaciones para el Diseño y Construcción de Cimentaciones de Tanques Cilíndricos Verticales para Almacenaje de Petróleo” (apéndice B), el cual brinda sugerencias y obligaciones para el diseño de cimentaciones de estos tanques, otro apéndice obligatorio para el diseño de tanques es el “Detección de Filtración en el Fondo de Tanque y Protección de Cimiento” (apéndice I), el cual figura las sugerencias y obligaciones para la seguridad contra una posible filtración del fluido a través de la base del tanque.

La norma API-650 nombra y se apoya en normas complementarias que se puedan utilizar como una mención o un apoyo sobre algunos temas que no contemplé adecuadamente posiblemente no se encuentre en el API-650, tal y como lo estipula en su “SECCION2-REFERENCIAS”, entre las principales normas referenciadas tenemos.

- API 582, la cual es una guía de pautas y recomendaciones para soldaduras
- ACI-318, es la norma recomendada por el API-650 cuándo la cimentación sea de concreto armado.
- ASCE-7, norma de cargas de los EE. UU el cual es utilizada para el diseño Sismico del tanque, esta norma es similar a la norma E-030 (Norma Peruana) ya que la aceleración máxima en las dos normas es de 0.4g.

En la sección 4 de la norma API-650 nos define una lista de materiales que se pueden usar para la fabricación de estos tanques, también nos referencia a la norma ASTM A 283 grado C y el ASTM A-36 que son las planchas de acero utilizados en el Perú.

1.3.8.2 Norma UNE-EN 14015

Esta norma ha sido revisada y admitida por el Comité Europeo de Normalización (CEN), el cual están obligadas a adoptar o seguir varios países europeos, esta norma refleja la practica actual de la industria petroquímica, de la alimentación y de almacenamiento de líquidos en general. En cualquier parte del mundo la practica está basada en la teoría de las tensiones de diseño y tensiones admisibles.

Esta norma establece los parámetros y requisitos de los materiales, diseño, fabricación, montaje e inspección de tanques de acero soldado de forma cilíndrica vertical y de fondo plano que son usados para la reserva de fluidos a temperatura ambiente y superior. Esta norma no se aplica a tanques en los cuales el fluido este refrigerado –

Este documento se ocupa de la estructura básica del tanque, asu ves también se aplica a tanques cerrados en su parte superior. Al igual que la norma API-650 esta norma se referencia o se apoya en otras normas cuando no se encuentra de forma clara algunas cosas, entre estas normas tenemos las siguientes.

- EN 287-1:2004. Cualificación de soldadores

- ENV1991-2-1-EUROCODIGO. Bases de proyectos y acciones en estructuras. Parte 2-1: acciones en estructuras, densidades, pesos propios y cargas exteriores

- NCSE-02, norma de construcción sismorresistente española que regula el diseño sísmico del tanque en España

Esta norma cuenta con 16 capítulos y 18 anexos en los cuales nos brindan una seria de requisitos y parámetros para el diseño del tanque y de sus partes (fondo, cuerpo y techo) así como en sus anexos nos solicita una serie de requerimientos y de buenas prácticas para diferentes situaciones o inconvenientes.

1.4. Formulación Del Problema.

1.4.1. Problema General

¿En el Diseño de Cimentaciones para Tanques Atmosfericos como Contribuye la norma API-650 y como Contribuye la norma UNE-EN 14015 en La Refineria La Pampilla 2018?

1.4.2. Problemas Específicos

¿De qué manera influye en el Diseño de Cimentaciones para Tanques Atmosfericos la norma API-650 en el diseño de cargas en la Refineria la pampilla 2018?

¿Cómo influye en el Diseño de Cimentaciones de Tanques Atmosfericos bajo la norma UNE-EN 14015 el Pre dimensionamiento de Tanques en la Refineria La Pampilla 2018?

¿En qué manera influye en el Diseño de Cimentaciones para Tanques Atmosfericos bajo la norma API-650 los asentamientos producidos en los tanques en la Refineria la pampilla 2018?

1.5. Justificación del estudio

1.5.1. Justificación Práctica

Esta investigación se demuestra en la medida que las industrias crecen y la necesidad de trabajo de las personas es cada vez más grande. Nosotros como profesionales enfrentaremos cualquier tipo de proyecto de ingeniera y esta será consecutivo mientras pase los años. En este sentido, el desarrollo teórico nos da pautas para argumentar las bases en el desarrollo de la profesión, porque aplicando un instrumento, por medio de la comprobación de los sistemas informáticos para el uso de los requerimientos públicos ofrecidos por el Ministerio de vivienda de Transportes y Comunicaciones, el INEI y La Norma API 650, la Norma UNE-EN 14015 , Reglamento Nacional de Edificaciones (2014) y libros usados en esta investigación, conseguimos los datos de cómo se desarrolla el Sistema constructivo de edificios y proyectos similares a estos

como cimentaciones para tanques de Hidrocarburos en la ciudad de Lima con un manejo de la economía moderada para cada tipo de empresario. Los datos conseguidos por medio de los instrumentos y el sistema informático antes señalado, nos ayuda para visualizar las deficiencias de este modelo en la gestión de los recursos públicos, y colocar alternativas que permitan bienestar de un sistema el cual ayude y mejore las industrias del Perú.

1.5.1 Justificación Teórica

La teoría fue planteada según estudios anteriores y actuales puesto debemos entender que el país está pasando por un proceso de deficiencias estructurales, siendo la base La Norma API 650 y la Norma UNE-EN 14015 las cuales nos dice: “Estos tipos de tanques son mayormente utilizados en diferentes industrias, para el acopio temporal de productos a ser utilizado posteriormente, ...(..). nos dicen que la norma API 650 y la norma UNE-EN 14015 solo regulan los tanques en la cual se guardan fluidos líquidos y están fabricados de planchas de acero con el base auto soportado por una cama de concreta arena, grava, o asfalto y sentada sobre una cimentación la cual trasmite la carga de esta estructura metálica hacia el suelo.

Según Braja, (1999), nos indica que para diseñar cimentaciones superficiales por condición de asentamiento (es decir la capacidad admisible del suelo sea baja) se debe de realizar antes un estudio de suelo de lugar para identificar los problemas o causas que podrían dañar nuestra cimentación. Así que debemos de seguir con la investigación para aportar al país y a la ingeniería civil.

1.5.1 Justificación Metodológica

Nuestra investigación será un análisis comparativo según Egg. (2011): “El método comparativo tiene como finalidad la búsqueda de igualdades y desigualdades. Dado que la comparación se basa en el criterio de igualdad”.

El diseño de investigación será no experimental , transversal y el nivel de investigación descriptivo y cuantitativo pues también Sampieri nos indica: “la investigación descriptiva tiene como objeto la explicación de los fenómenos “ y a la vez que “ se trata de cuantitativa cuando se dirige en los aspectos que se puedan observar y susceptibles de cuantificaciones de los fenómenos , utiliza metodología empírico -analítica y se ayuda de pruebas estadísticas para el análisis de dato”.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis General

La norma API-650 y la norma UNE-EN 14015 contribuyen significativamente en el Diseño de Cimentaciones para Tanques Atmosfericos en la Refineria la Pampilla 2018

6.2 Hipótesis Especificas

Las condiciones de cargas influyen significativamente en el Diseño de Cimentaciones para Tanques Atmosfericos bajo la norma API-650 en la Refineria la Pampilla 2018

El pre dimensionamiento del tanque influye significativamente en el Diseño de Cimentaciones para Tanques Atmosfericos bajo la norma UNE-EN 14015 en la Refineria la Pampilla 2018

Los asentamientos influyen significativamente en el Diseño de Cimentaciones para Tanques Atmosfericos bajo la norma API-650 en la Refineria la Pampilla 2018

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivos General

Determinar la contribución que proporciona la norma API-650 y la contribución que proporciona la norma UNE-EN 14015 en el Diseño de Cimentaciones para Tanques Atmosfericos en la Refineria la Pampilla 2018

1.7. Objetivos Específicos.

Determinar la influencia de las condiciones de carga en el Diseño de Cimentaciones para Tanques Atmosfericos bajo la norma API-650 en la Refineria la Pampilla 2018

Determinar la influencia del pre dimensionamiento del tanque en el Diseño de Cimentaciones para Tanques Atmosfericos bajo la norma UNE-EN 14015 en la Refineria la Pampilla 2018

Determinar La Influencia de los Asentamientos en el Diseño de Cimentaciones para Tanques Atmosfericos bajo la norma API-650 en la Refineria la Pampilla 2018

II. MÉTODO.

2.1 Diseño de la Investigación

2.1.1. Método

“Ya que se estableció el planeamiento del problema, se resumió la información inicial de la investigación y se plantearon las hipótesis, el investigador debe observar de manera práctica y concreta de responder los cuestionamientos requeridos en una investigación, y también colocar los objetivos pactados. Esto requiere el realizar uno o varios diseños de investigación que contemple los parámetros del estudio. Un diseño se concluye en hacer estrategias y planes para hallar los datos que se desea contestar con el planteamiento del problema” concluye Sampieri. (2014, p. 128)

Para este trabajo de investigación el método utilizado es el científico ya que se Diseñará la cimentación para tanques atmosféricos utilizando dos normas internacionales establecidas para este tipo de tanques.

2.1.2. Tipo de estudio

“El método comparativo tiene como Finalidad la búsqueda de igualdades y desigualdades. Ya que la comparación se basa en el criterio de igualdad, siendo la identidad de clase el elemento de comparación, la cual se confronta lo perteneciente al mismo género o especie” concluye Egg. (2011, pp. 42-43).

La presente investigación se presenta como análisis comparativo, ya que comparamos dos normas internacionales para nuestra investigación.

2.1.3. Nivel de estudio

El nivel de investigación que se sujeta a esta investigación es el nivel descriptivo ya que “describe y especifica las características, propiedades, perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos o cualquier otro tipo de fenómeno que se someta a un análisis de estudio” concluye Sampieri. (2014, p. 98).

En esta investigación realizaremos estudios de recolección de datos de procesos, libros, manuales y normas que contribuyan con la investigación.

2.1.4. Diseño de investigación

Para beneficio de esta investigación de requirió un diseño no experimental y transversal.

- Según Hernández (2003), “cataloga al diseño en investigación experimental y no experimental, y como su nombre lo dice diseño no experimental: se determina como la investigación que se efectúa sin usar deliberadamente las variables y en los que solo se observa los fenómenos en su ambiente para después analizarlos”.
- Según Sampieri (2003), “el diseño no experimental se secciona tomando en cuenta el tiempo durante la recaudación de los datos, estos son: diseño transversal, donde se recogen datos en un solo momento, en un tiempo único, y su finalidad es detallar variables y su incidencia de interrelación.”

2.2 Variables, Operacionalizacion

2.2.1 Variables

La variable es una particularidad o propiedad de la realidad que puede variar entre personas o conjuntos.

Cualquier aspecto o propiedad de la realidad que sea susceptible de asumir valores, esto es, de variar de una unidad de observación a otra, de un tiempo a otro, en una misma unidad de observación concluye Monje Álvarez (2011, p. 84)

Las variables deben guardar sentido entre ambas y tener una manipulación una entre otra para posteriormente llegar a elaborar los objetivos de la investigación propia, nuestro título de investigación consta de dos variables de Operacionalizacion una independiente y la otra la dependiente, su finalidad de ambas es diseñar la cimentación para tanques atmosféricos según los parámetros de la norma API650.

Variable Independiente

“Las supuestas causas, es la característica o propiedad que se supone el antecedente o causa del fenómeno estudiado. Cuando es manipulada por el investigador también se llama variable experimental” concluye Monje Álvarez (2011, p. 85)

Mi variable independiente sería “Tanques Atmosféricos” ya que esta variable es la causa que va a generar el efecto en la otra variable, además esta variable es la que se va a manipular, por ejemplo, el diseño de cimentación varia con el tipo de tanque ya que estos tanques tienen diferentes características y por consecuencia diferentes tipos de análisis.

Variable Dependiente

“El efecto supuesto, los cambios esperados o producidos por la variable independiente, el resultado atribuible a la existencia o manipulación de la variable independiente” concluye Monje Álvarez (2011, p.85)

Por consiguiente, mi variable dependiente sería “Diseño de cimentaciones” ya que esta variable es la que depende de la otra y es afectada por los indicadores de la variable independiente ya sea por el Peso de Tanques o los otros tres indicadores restantes.

2.2.2 Operacionalizacion de la Variable

“Para operativizar variables, se requiere precisar su valor, traduciéndolas a conceptos susceptibles de medir, por tanto, conviene considerar su definición normal, real, operativa: lo que significa el término, la realidad y la práctica” concluye Behar Rivero (2008, p. 53).

Indicador

“Es un referente empírico directo, observable y medible que simboliza y sustituye a un concepto o variable no observable o medible directamente” concluye Monje Álvarez (2011, p. 88)

Mis indicadores son fundamentales ya que son los que miden a mis dimensiones y así posteriormente a mi variable, mis indicadores de los independientes serían los principales en esta investigación ya que son los que voy a manipular y dependerá mucho de ellos en esta investigación.

Definiciones Operacionales

“Una definición operacional debe hacer explícitos los procedimientos empíricos para realizar la identificación y la medición de las propiedades objetivas señaladas en el concepto” concluye Monje Álvarez (2011, p. 89)

Operacionalizacion de variables complejas

“Las variables complejas se transforman en otras que tengan el mismo significado sean susceptibles de medición empírica, la variable se descompone en otras más específicas llamadas dimensiones; a su vez éstas se traducen a indicadores (referentes empíricos) para permitir la observación directa” concluye Monje Álvarez (2011, p. 90).

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICIÓN	
VARIABLE 1	<p>Para el diseño de cimentaciones se deben considerar todas las cargas que actuen en el tanque para que estas sean transmitidas al suelo, la distribución de carga admisible por el terreno y el tipo de cimentación deberá ser decidido para cada caso en particular, si se requiere mejorar las condiciones del suelo se puede mejorar mediante mejoración química o cambio de material por uno mejor, considerar lo establecido en el Apéndice "E" API-650 para las consideraciones sísmicas de diseño.</p>	<p>La cimentación deberá diseñarse primero con un predimensionamiento del tanque para conocer el peso total del tanque la cual serán sumados el peso del cuerpo y el peso del techo ya que estos generan una carga muerta la cual será transmitida al suelo, también se diseñará bajo el Diseño de cargas para evitar las excesivas fuerzas de levantamiento o momento de volteo.</p>	Predimensionamiento	Peso del cuerpo del Tanque	Ficha técnica	Razon	
<p>DISEÑO DE CIMENTACIONES BAJO LA NORMA API-650</p>			<p>Diseño de Cargas</p>	Momento de Volteo	Ficha técnica	Razon	
				Peso del Fluido	Ficha técnica	Intervalo	
				Coefficientes Sísmicos	Ficha técnica		
VARIABLE 2	<p>La Cimentación será diseñada para transmitir las cargas estáticas y dinámicas hacia el suelo sin ningún tipo de dificultades, así se debe considerar las diferentes etapas de la estructura que son: construcción, ensayos y mantenimiento, así también se debe tener en cuenta algunas cargas excepcionales que se puedan en el transcurso del tiempo. La capacidad portante del suelo se decidirá bajo un estudio de Mecánica de Suelos la cual arrojará las cargas máximas y permitidas y los posibles asentamientos.</p>	<p>La Cimentación deberá diseñarse bajo los parámetros de condiciones de cargas y el predimensionamiento del tanque las cuales son necesarias de calcular para verificar si la carga del suelo admisible pueda soportar dichas cargas sin presentar asentamientos que puedan poner en peligro la estabilidad y la vida útil de la estructura.</p>	<p>Condiciones de Carga</p>	Carga muerta	Ficha técnica	Razon	
<p>DISEÑO DE CIMENTACIONES BAJO LA NORMA UNE-EN 14015</p>				<p>Carga del Suelo Admisible</p>	Carga viva	Ficha técnica	Razon
					Carga hidrostática	Ficha técnica	Razon
			<p>Asentamiento</p>		Capacidad Portante	Ensayo	Razon
Asentamientos Máximos				Ficha técnica	Razon		
				Asentamientos Diferenciales			
		Predimensionamiento	Peso del Tanque	Ficha técnica	Razon		

2.3. Población y muestra

2.3.1 Población

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 174), [...] una población es un grupo de personas u objetos que coinciden en una serie de especificaciones. [...] Las poblaciones deben localizarse claramente por sus peculiaridades de contenido, lugar y tiempo.

Se tomará como población el diseño de cimentación para tanques atmosféricos, bajo las dos normas en consulta las cuales son la norma API-650 y la norma UNE-EN14015.

2.3.2 Muestra

“Se define como una proporción del total de la población la cual será objeto de estudio con beneficio para la investigación; es decir una porción de la población, cuando está definida como un conjunto de elementos que cumplen con unas determinadas especificaciones. De una población se pueden seleccionar diferentes muestras” concluye Monje Álvarez (2011, p. 90).

“La muestra censal es cuando se estudia toda la población, este método se usa cuando es indispensable saber las necesidades de toda la población, es decir la misma cantidad de población es la misma cantidad de muestreo” concluye, Ramírez, (1996, p.157).

Según el autor nos refiere que nuestra muestra es toda nuestra población, por ende, nuestra muestra será el diseño de cimentación para tanques atmosféricos, bajo las dos normas en consulta las cuales son la norma API-650 y la norma UNE-EN14015.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

La técnica de recopilación documental y bibliográfica es la recopilación de fuentes de segundo orden de datos, es aquella información obtenida indirectamente a través de documentos, libros o investigaciones adelantadas por personas ajenas al investigador concluye, Cerda, (1991, p.329).

La técnica de instrumento de recaudación de datos que se usará en la investigación será la técnica de documentación bibliográfica, ya que se recopiló información de documentos y normas internacionales para realizar esta investigación.

2.4.2. Instrumentos de investigación

Se define como instrumentó aquel mecanismo que utiliza el investigador para el uso de recolección de información extraída de los documentos, concluye, Mendoza (2014, p.7)

Para esta investigación se tuvo como instrumento la ficha de recolección de datos formulados por la investigación. (Ver Anexo 2)

2.4.2. Validez

El juicio de expertos nos da a comprender la probabilidad de error que se pueda dar en la configuración del instrumento. Este juicio de expertos nos brinda aproximaciones razonablemente buenas, pero estas aproximaciones, deben ser afirmadas o cambiados a lo largo del tiempo. Este juicio consiste en seleccionar como mínimo 3 jueces y como máximo 5 jueces para de manera independiente juzguen la veracidad del contenido teórico. Concluye, Corral (2009, p.228).

La dimensión del coeficiente de validez se interpretará de la siguiente manera:

Tabla 4. Magnitudes y Rangos de Validez

RANGOS	MAGNITUDES
0.81 - 1.00	MUY ALTA
0.61 - 0.80	ALTA
0.41 - 0.60	MODERADA
0.21 - 0.40	BAJA
0.01 - 0.20	MUY BAJA

Fuente: Emitido de (Ruiz Bolívar, 2002, p.12).

Tabla 5. Coeficiente de Validez por juicios de expertos

VALIDEZ	EUSEBIO ROLANDO ROMERO DELGADO	ALVARO RAMOS SUARES	RICARDO EDGARD BERMUDEZ MEJIA	PROMEDIO
V1: Diseño de Cimentación bajo la norma API-650	0.95	0.9	0.9	0.92
V2: Diseño de Cimentación bajo la norma UNE-EN14015	0.92	0.83	0.85	0.87
INDICE DE VALIDEZ				0.9

Fuente: Elaboración Propia.

El instrumento fue valorado por tres ingenieros civiles, la cual se tuvo una validación de 0.90 lo que representa que nuestro instrumento tiene una magnitud muy alta.

La Confiabilidad.

“Nos indica que el instrumento de medición es confiable para conocer lo que se investiga, o sea, la exactitud de medición, así como la firmeza o equilibrio de lo medido en distintos momentos. A más aumento de confiabilidad de un instrumento, minimizamos el error actual a los valores tenidos (...)” concluye Monje Álvarez (2011, p. 165).

En esta investigación no se ejecutó el análisis de confiabilidad ya que el instrumento es una ficha de recopilación de datos mas no un cuestionario.

2.5. Métodos de análisis de datos

“Esta recolección consiste en los procedimientos de observación y anotación o registro de los hechos en los formularios que se han diseñado previamente. De esta recolección depende en gran parte la calidad del análisis que se realice, ya que pueden existir interpretaciones falsas y análisis erróneos de las situaciones, cuando existen fallas en la recolección de la información” concluye Monje Álvarez (2011, p. 173).

La recopilación de información comprende en la investigación de libros y normas y los resultados de Ensayo de Mecánica de Suelos, para evaluar y Diseñar la cimentación para tanques atmosféricos.

2.6. Ética Profesional

Nosotros como ingenieros civiles debemos poseer una moral de ejemplo para los proyectos en el cual nos desenvolveremos, ya que siempre se trabaja con la comunidad y el aspecto social uno debe tener una imagen de ética sobresaliente y admirable para lo cual esto sirva de imagen al mismo proyecto que se está ejecutando, la transparencia y honestidad en un ingeniero es invaluable ya que si no fuera así este podría tener problemas de repercusión con la justicia y por consiguiente estar en una calabozo por muchos años sea este un talentoso ingeniero o no lo sea. Además, hay que resaltar que la ética profesional se va a resaltar en esta investigación con la ayuda del turnitin que en ello aparecerá el nivel de plagio o copia que está realizando el autor, este programa evaluará si se merece que esta investigación continúe o sea considerado un completo plagio.

III. RESULTADOS

DISEÑO DE LA CIMENTACION DE UN TANQUE ATMOSFERICO BAJO LA NORMA API-650

El tanque atmosférico está ubicado en la Refinería la Pampilla el cual está situada en el distrito de Ventanilla, Provincia Constitucional del Callao. Los parámetros y los datos para el diseño del tanque son:

- Volumen Teórico del Tanque: 30,000 barriles (4770 m³)
- Fluido de Almacenamiento: Diésel 2 con una Ge de 0.86 gr/cm³
- Temperatura de Diseño: Temperatura en la Provincia Consti. del Callao (12°C a 30°C)
- Pendiente del fondo 2%
- Pendiente del techo 6.25%
- Se considerará una fuerza de presión de trabajo de 0.056 psig. La cual es muy recomendable ya que se pierde menos producto por evaporación y se protege el medio ambiente.
- Para la corrosión se considerará un sobre espesor de 2mm en el fondo y de 1.5 mm para el cilindro bajo (primer anillo).

Una vez analizado los requerimientos y haber dispuesto el área en donde se cimentará dicho tanque se llegó a la conclusión de establecer ciertas dimensiones del tanque.

- Diámetro Nominal: 21 metros
- Altura total: 14.40 metros
- Altura libre de diseño: 1.20 metro

Con la altura y el diámetro definido y siguiendo los parámetros de la norma API-650 en los parámetros de esbeltez se concluye que este tanque es esbelto por la siguiente

relación: $\frac{D}{H} = \frac{21}{13.40} = 1.57.$

Se ejecuto un estudio de mecánica de suelos en la misma Refinería la pampilla (ver anexo) el cual nos arrojó los siguientes datos:

- Cohesión ϕ : 0.03 kg/cm²
- Angulo de Fricción: 29.01°
- Profundidad del Estudio de Suelo: 3 mts.
- Velocidad de Corte: 0.5 mm/min
- Clasificación SUCS (ASTM-D 2487): SM (Arena Limosa)
- Clasificación AASHTO (ASTM-D 3282): A-2-4(0) (Suelo Granular)
- Densidad Mínima (ASTM-D4254): 1620 g/cm³
- Densidad Máxima (ASTM-D4253): 1.996 g/cm³
- Densidad Natural (ASTM-D1556): 1.843 g/cm³
- Densidad Relativa(ASTM-D4254): 64.3%.
- Capacidad Portante (q_{ad}): 1.54 kilogramos/centímetro² con un coeficiente de seguridad de 3 para condiciones estáticas

Antes de seguir con nuestros cálculos debemos de considerar la envergadura del tanque y asignarle un coeficiente de seguridad ya que con este factor de seguridad se amplifica la carga sísmica del diseño básico del tanque. La norma API-650 considera con un coeficiente de importancia de I a estas estructuras amplificando la carga a un 50 % el cual según nuestra norma E-030 se cumple en estructuras esenciales (colegios, hospitales) las cuales deberán soportar un 50% de sismo más fuerte llevando a diseños más conservadores. Teniendo esta premisa asignaremos un factor de importancia o seguridad de 1.5.

1. Calculo de cargas sísmicas según la Norma Api-650

Según lo dictaminado en la norma en su capítulo 2 (Referencias-Normas) nos dice que el API-650 se apoya en normas para casos que no contemplen esta norma. Por consiguiente, para el análisis de cargas sísmicas nos apoyaremos en la Normativa Norteamericana ASCE7-10 el cual llevaremos nuestro estudio de suelo a esta norma. Según la normativa nos dice lo siguiente: los valores de coeficiente de sitio F_a de periodo corto (0.2 segundos) y F_v de periodo largo (1.0 segundos) se dan en los casos de aceleraciones espectrales de acuerdo al Máximo Sismo Considerado $S_S > 1.25$ y $S_I > 0.5^{56}$ ($F_a=1.0$, $F_v=1.5$)

Siguiendo los parámetros de la Norma Norteamericana (ASCE 7-10) obtenemos un espectro de aceleración de respuesta para un periodo de (0.2 s) S_{Ms} :

$$S_{Ms} = F_a S_S$$

El factor del espectro de aceleración de respuesta para periodo largo de 1.0seg (S_{MI})

$$S_{MI} = F_v S_I$$

Reemplazando valores obtenemos: ($F_a=1$), ($S_S=1.5$), ($F_v=1.5$), ($S_I=0.6$)

$$S_{Ms} = 1.5g$$

$$S_{MI} = 0.9 g$$

Las aceleraciones espectrales de diseño son para los periodos determinados:

Aceleración espectral de Diseño para un periodo corto (0.2s) S_{DS} :

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{Ms} ; \frac{2}{3} * 1.5 = 1.0 g$$

Aceleración espectral de diseño de un periodo largo de (1.0 s) S_{DI} :

$$S_{DI} = \frac{2}{3} S_{MI} ; \frac{2}{3} * 0.9 = 0.6 g$$

Con los valores hallados de nuestra aceleración espectral se comenzará a calcular las aceleraciones impulsivas y convectivas del tanque según el Apéndice E de la norma API-650 ya que finalmente este apéndice es de carácter obligatorio para este diseño sismorresistente de estos tanques, cabe recalcar que la norma ASCE7-10 tiene fórmulas para el cálculo de las fuerzas sísmicas para el caso de estos tanques, pero como ya lo mencionado solo se utilizara lo que establece el apéndice E del API-650.

Para deducir el periodo convectivo (T_c) del tanque y así poder hallar la altura de llenado del tanque según el espacio vertical libre necesaria para el oleaje:

$$T_c = 1.8 * k_s \sqrt{D}$$

dónde: D: Diámetro Nominal del Tanque (21 mts)

$$k_s = \frac{0.578}{\sqrt{\tanh\left(\frac{3.68 * Altura}{D}\right)}}$$

donde se considera un espacio vertical libre de oleaje de 1.0 metro por lo que la altura sería de 13.40 metros para este caso nos quedaría lo siguiente:

$$k_s = \frac{0.578}{\sqrt{\tanh\left(\frac{3.68 * 13.40}{21}\right)}} = 0.583$$

por lo consiguiente reemplazando en la fórmula de T_c obtenemos:

$$T_c = 1.8 * 0.583\sqrt{21}$$

$$T_c = 4.81s$$

Para el espacio vertical libre necesaria del oleaje según el API-650

$$\xi_s = 0.5 * D * A_f$$

Para calcular A_f existen 2 formulas cuando se cumple $T_c \leq 4$; $T_c > 4$ pero para nuestro caso se cumple:

$T_c > 4$ entonces nuestra fórmula para hallar A_f sería la siguiente.

$$A_f = K * S_{DI} * I \left(\frac{4}{T_c^2} \right)$$

Donde K es un coeficiente de aceleración espectral del 5% para ajustar este espectro por consiguiente se toma un valor igual al de 1.5 y I viene a ser el factor de importancia del tanque que en este caso tomara un valor de 1. Reemplazando valores obtenemos:

$$A_f = 1.5 * 0.6 * 1 \left(\frac{4}{4.81^2} \right)$$

$$A_f = 0.156$$

Luego:

$$\xi_s = 0.5 * 21 * 0.156$$

$$\xi_s = 1.64 \text{ metros}$$

El API-650 nos permite disminuir la altura libre de oleaje en un 30% cuando los tanques son catalogados de importancia SUG I, bajo estas premisas y para tener un mayor diseño se utilizará esta reducción permitida por esta norma.

$$0.7 * \xi ; 0.7 * 1.64 = 1.15m$$

Obteniendo la nueva altura libre de oleaje se pasará hacer una nueva iteración para hallar el periodo convectivo del tanque.

La nueva altura de llenado es: $14.40 - 1.15 = 13.25$, por consiguiente:

$$k_s = \frac{0.578}{\sqrt{\tanh\left(\frac{3.68 * 13.25}{21}\right)}} = 0.584$$

$$T_c = 1.8 * 0.584\sqrt{21}$$

$$T_c = 4.82s$$

Después de haber hallado el nuevo periodo convectivo (T_c) del tanque y definido la altura libre de oleaje el cual es 1.15 m y se obtuvo la elevación real de llenado del tanque de 13.25m. Por consiguiente, la capacidad real de almacenamiento del tanque es de 28,867 barriles ($4589.5m^3$) el cual está en el rango del 5 % del margen de variación anual y aprobado según la norma API-650.

Para hallar la Aceleración Impulsiva (A_i), la cual es la carga lateral primordial de volteo por sismo que actúa sobre el tanque. Para el A_i tenemos la siguiente formula:

$$A_i = S_{DS} * \left(\frac{1}{R_{wi}}\right), \text{ donde se debe cumplir que : } A_i \geq 0.07$$

donde:

R_{wi} : es el coeficiente de variación de la respuesta sísmica impulsiva. A este factor el API-650 le asigna un valor de 4, cuando el tanque está sujeto mecánicamente a la cimentación y si en caso no está anclado se le asigna un valor de 3.5. por la relación de esbeltez de 1.57 se sugiere que el tanque este anclado a la cimentación para reducir el riesgo de volteo. Por consiguiente, para nuestro estudio se le asignara el valor de 4 al factor de modificación. Si en caso el tanque no requiera anclaje mecánico se usará el factor de 3.5 según lo establecido en la norma

Para la Aceleración Impulsiva con los parámetros de la norma API-650 y la normativa norteamericana (ASCE-7 10), para un tanque es de:

$$A_i = 1.0 * \left(\frac{1}{4}\right) = 0.25g$$

Para poder hallar el periodo de Aceleración Convectiva (A_c) el Apéndice “E” (Diseño Sísmico del Tanque de Almacenamiento) de la norma API-650 nos proporciona dos ecuaciones: si $T_c > T_L$ y la segunda si $T_c \leq T_L$, el periodo de transición de periodo largo (T_L) no solamente se encuentra en el API-650 sino que también es parte de toda la norma norteamericana de diseño sismorresistente.

Los valores de T_L varían de acuerdo a diferentes zonas de EE. UU que oscilan entre 4,6,8,12,16, pero el API-650 indica que el valor de T_L para sitios fuera de EE. UU sea de 4. Si embargo si analizamos los valores de T_L para las zonas de California y Alaska las cuales son altamente sísmicas al igual que la costa peruana, estas zonas norteamericanas tienen un valor de $T_L = 12, 16$, pero siguiendo las pautas del API-650 tomaremos $T_L = 4$, pero para fines de estudio se hará una similitud con $T_L = 8$ o 12 , por la cual se tomará la siguiente ecuación $T_c \leq T_L$, con el cual se podrá apreciar la diferencia en los componentes convectivos.

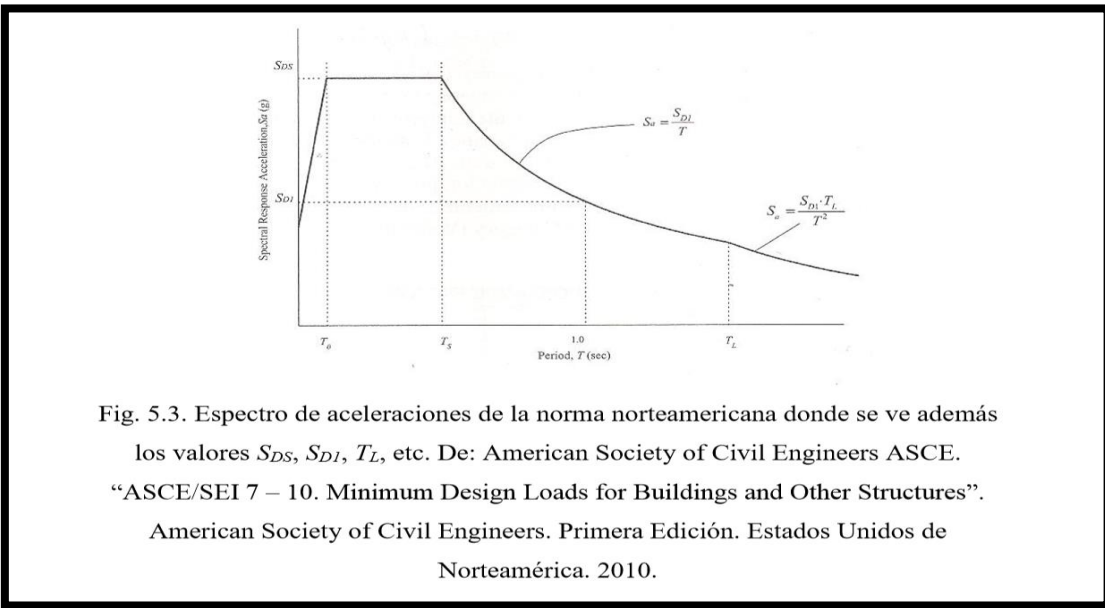


figura 1: espectro de aceleración, recuperado de American Society ASCE-7-10

Siguiendo los parámetros del API-650 con, $T_c > T_L$ y $T_L = 4$ la cual usaremos para calcular la Aceleración Convectiva A_c , donde R_{wc} es el coeficiente de modificación de la respuesta sísmica Convectiva se le asigna un valor de 2 según el API-650

$$A_c = K * S_{DI} * \left(\frac{4}{T_c^2}\right) * \left(\frac{1}{R_{wc}}\right) \leq A_i$$

$$A_c = 1.5 * 0.6 * \left(\frac{4}{4.82^2}\right) * \left(\frac{1}{2}\right) = 0.077g$$

Por motivos de comparación tomaremos $T_L = 8$ o 12 como en las zonas más sísmicas de EE. UU la cual usaremos la siguiente ecuación $T_c \leq T_L$, la cual nos arroja lo siguiente:

$$A_c = K * S_{DI} * \left(\frac{1}{T_c}\right) * \left(\frac{1}{R_{WC}}\right) \leq A_i$$

$$A_c = 1.5 * 0.6 * \left(\frac{1}{4.82}\right) * \left(\frac{1}{2}\right) = 0.093 g$$

Al usar los valores de 8 y 12 para el T_L hemos conseguido aumentar la aceleración Convectiva en un 20%, pero ya no seguiríamos los parámetros del API-650. Por consiguiente, empleando la ASCE 7-10 y el API-650 se obtuvieron los factores sísmicos de aceleración con la finalidad de diseño y llevando el tanque a una zona altamente sísmica como es la costa peruana y en su caso la zona de California.

$$A_i = 0.25g$$

$$A_c = 0.077 g \quad A_c = 0.093 g$$

2.0 Diseño para las Paredes del Tanque

Para los esfuerzos anulares de tensión que son producidos por la Aceleración Impulsiva (A_i), el API-650 nos proporciona 3 ecuaciones las cuales van a estar estrictamente relacionadas con la relación de esbeltez del tanque, para nuestro caso usaremos la formula

$$\frac{D}{H} > 1.333:$$

$$N_i = 8.48 * A_i * G * D * H \left[\frac{Y}{H} - 0.5 \left(\frac{Y}{H} \right)^2 \right] \tanh \left(0.86 \frac{D}{H} \right)$$

Donde

Y: elevación desde la superficie libre del fluido hasta el punto de análisis

A_i : 0.25

G : gravedad específica del líquido (diésel 2) = 0.86 g/cm³

D: 21 metros

H: 13.20 metros

Reemplazando los datos en la formula obtenemos el esfuerzo anular en el primer anillo:

$$N1 = 8.48 * 0.25 * 0.86 * 21 * 13.20 \left[\frac{13.20}{1320} - 0.5 \left(\frac{13.20}{13.20} \right)^2 \right] \tanh \left(0.86 \frac{21}{13.20} \right)$$

$$N1 = 300.1 \text{ N/mm}$$

Para los siguientes anillos se debe restar 2.40 que es la longitud de la plancha, por consiguiente, obtenemos los esfuerzos anulares en los siguientes anillos.

$$\text{Segundo Anillo: } N2 = 290.2 \text{ N/mm}$$

$$3^\circ \text{ Anillo: } N3 = 260.4 \text{ Newton/milímetro}$$

$$4^\circ \text{ Anillo: } N4 = 210.8 \text{ Newton/milímetro}$$

$$5^\circ \text{ Anillo: } N5 = 141.4 \text{ Newton/milímetro}$$

$$6^\circ \text{ Anillo: } N6 = 52.1 \text{ Newton/milímetro}$$

Se observa que los esfuerzos de tensión dinámicos se van reduciendo en la parte superior del tanque. Esto pasa porque la parte que impulsa el líquido siempre actúa en la parte inferior del tanque.

Para los esfuerzos anulares de tensión generados por la Aceleración Convectiva, la norma API-650 nos proporciona la siguiente formula, la cual se da de manera independiente a la relación de esbeltez.

$$Nc = \frac{185 * G * Ac * D^2 * \cosh \left[\frac{3.68 * (H - Y)}{D} \right]}{\cosh \left[\frac{3.68 * H}{D} \right]}$$

Para el primer anillo obtenemos lo siguiente

$$Nc = \frac{185 * 0.093 * 0.86 * 21^2 * \cosh \left[\frac{3.68 * (13.20 - 13.20)}{21} \right]}{\cosh \left[\frac{3.68 * 13.20}{21} \right]}$$

$$N1 = 16.6 \text{ N/mm}$$

- Cabe recalcar que, así como las aceleraciones de tensión producidas por la Aceleración Impulsiva se debe restar 2.40 m entre anillos

$$\text{Segundo anillo: } N2 = 18.0 \text{ N/mm}$$

$$3^\circ \text{ Anillo: } N3 = 22.7 \text{ Newton/milímetro}$$

4° Anillo: $N_4 = 31.4$ Newton/milímetro

5° Anillo: $N_5 = 46.2$ Newton/milímetro

6° Anillo: $N_6 = 68.5$ Newton/milímetro

A diferencia del otro caso los esfuerzos de tensión dinámicos inducidos por la aceleración Convectiva se presenta con mayor fuerza en la parte superior del tanque y en la parte inferior se vuelve mínima.

Para poder hallar los esfuerzos de tensión circunferencial dinámicos y estáticos combinados, nos falta por hallar las tensiones anulares producidas en el tanque por las cargas hidrostáticas del fluido a almacenar al cual se le denomina con N_h es cual está suscrito en el apéndice “E” de la norma API-650, para poder combinar los esfuerzos dinámicos producidos por las Aceleraciones impulsivas y conectivas en cada anillo con la siguiente formula.

$$N\phi = y * r(h - x)$$

Esta ecuación es equivalente a la que nos proporciona el API-650 para hallar el grosor de la plancha para cada anillo, la cual está regido bajo las condiciones estáticas.

$$N\phi = Nh = 4.9 * D(H - 0.3)G$$

Dónde: H es la altura de la superficie libre del fluido hasta el punto de análisis

Para el primer anillo:

$$N_1 = 4.9 * 21(13.20 - 0.3)0.86$$

$$N_h = 1,141.6 \text{ Newton/milimetro}$$

Segundo anillo:

$$N_2 = 4.9 * 21(10.8 - 0.3)0.86$$

$$N_2 = 929.2 \text{ Newton/milimetro}$$

Tercer anillo:

$$N_3 = 4.9 * 21(8.4 - 0.3)0.86$$

$$N_3 = 716.8 \text{ Newton/milimetro}$$

Cuarto anillo:

$$N4 = 4.9 * 21(6 - 0.3)0.86$$

$$N4 = 504.4 \text{ Newton/milimetro}$$

Quinto anillo:

$$N5 = 4.9 * 21(3.6 - 0.3)0.86$$

$$N5 = 292 \text{ Newton/milimetro}$$

Sexto anillo:

$$N6 = 4.9 * 21(1.2 - 0.3)0.86$$

$$N6 = 79.6 \text{ Newton/milimetro}$$

- Según la teoría de la estática de fluidos la tensión circunferencial estático y dinámicos combinados son de mucha importancia para el diseño bajo cargas hidrostáticas ya que su variación es lineal y se presenta con un máximo en el fondo del tanque.

El esfuerzo combinado (σ_t) de tensión circunferencial para cada anillo se resuelve con la siguiente ecuación.

$$\sigma_t = \sigma_e \pm \sigma_d = \frac{Nh \pm \sqrt{Ni + Nc^2 + (Av * Nh)^2}}{T}$$

- Bajo las condiciones de las normas norteamericanas los esfuerzos máximos permisibles bajo condiciones dinámicas se incrementan en un 33%, pero se tienen que cumplir 2 condiciones.
 - Según lo que estipula el API-650 para el esfuerzo permisible en el material de la cascara cilíndrica incrementada en un 33% la cual forma con esta ecuación:

$$\sigma_t \leq (0.6 * Fy) * 1.33$$

$$\sigma_t \leq (0.6 * 250) * 1.33$$

$$\sigma_t = 199.5 \text{ Mpa}$$

El cual para la norma API-650 el límite de fluencia ($F_y=250$ Mega pascales)

- El 90% del límite de fluencia F_y al cual se le multiplica el Factor de Eficiencia de la junta. F_y es el mínimo del material de la plancha o del material de soldadura la cual se presenta en la siguiente ecuación. Para el caso del Acero ASTM A 36

$$\sigma_t \leq (0.9 * F_y) * 0.85$$

$$\sigma_t \leq (0.9 * 250Mpa) * 0.85$$

$$\sigma_t = 191 Mpa$$

En este estudio no se realizará el análisis de la soldadura, ya que toda la soldadura E60XX cumple con límites de fluencia mínimo de 250Mpa y los electrodos E70XX tienen un límite de fluencia mayor.

Para este estudio nuestro límite de trabajo de esfuerzos combinados (σ_t) será de 1.91 Mpa siempre y cuando usaríamos anclajes. Ya que el API-650 señala que las planchas a utilizarse en el primer anillo no podrán estar sometidas a cargas combinadas superiores a los 170 Mpa, en este caso se usara es esfuerzo permisible máximos que establece la norma la cual es de 170 Mpa.

Para obtener un óptimo diseño de las planchas de metal se incrementará en un 1.4 mm a los espesores obtenidos por el análisis Sismico el cual se obtiene mediante las cargas combinadas este incremento se debe a lo siguiente:

0.1mm: producido por el arenado previo al pintado.

0.3mm: surge por la variación máxima de \pm aprobada por la norma ASTM A 6 la cual nos brinda una serie de patrones y especificaciones que también cumple con la norma del ASTM A 36.

1.0mm: factor de corrosión presente en zonas de alta agresividad

Para la prueba hidrostática con el producto que en este caso es el diésel 2 se le incrementara al espesor un total de 1.9 mm estos incrementos se deben a lo siguiente:

0.1mm: por el arenado

0.3mm: por la variabilidad en el espesor

1.5mm: por la corrosión producida por la zona de agresividad y por el producto.

Primer Anillo

Esfuerzos Combinados:

$$\sigma_{i\ per} \geq \frac{Nh1 \pm \sqrt{Ni1^2 + Nc1^2 + (Av * Nh1)^2}}{T}$$

$$170\ Mpa \geq \frac{1416.6 \pm \sqrt{300.1^2 + 16.6^2 + (0.19 * 1416.6)^2}}{T}$$

$$T1 \geq \frac{1416.6 \pm \sqrt{300.1^2 + 16.6^2 + (0.19 * 1416.6)^2}}{170}$$

$$T1 = 8.9 + 1.4 = 10.3\ mm \text{ (redondear al espesor comercial)}$$

$$T1 = 12\ mm$$

Prueba Hidrostática con el Fluido (diésel 2)

$$T1 = \frac{4.9 * D * (H - 0.3) G}{SD} \quad \Longrightarrow \quad T1 = \frac{4.9 * 21 * (13.20 - 0.3) 0.86}{160}$$

$$T1 = 7.1 + 1.9 = 10\ mm \text{ (redondear al espesor comercial)}$$

$$T1 = 12\ mm$$

- Ya que se realizó las dos pruebas tanto esfuerzos combinados y por la prueba hidrostática con el fluido se llegó a la conclusión que el espesor del primer anillo será de 12mm.

Segundo Anillo

Esfuerzos Combinados:

$$\sigma_{2\ per} \geq \frac{Nh2 \pm \sqrt{Ni2^2 + Nc2^2 + (Av * Nh2)^2}}{T}$$

$$191\ Mpa \geq \frac{929.2 \pm \sqrt{290.2^2 + 18.0^2 + (0.19 * 929.2)^2}}{T}$$

$$T2 \geq \frac{929.2 \pm \sqrt{290.2^2 + 18.0^2 + (0.19 * 929.2)^2}}{191}$$

$$T2 = 6.7 + 1.4 = 8.1 \text{ mm (redondear al espesor comercial)}$$

$$T2 = 10 \text{ mm}$$

Prueba Hidrostática con el Fluido (diésel 2)

$$T2 = \frac{4.9 * D * (H - 0.3) G}{SD} \implies T2 = \frac{4.9 * D * (11.40 - 0.3) * 0.86}{1.60}$$

$$T2 = 5.8 + 1.9 = 7.7 \text{ mm (redondear al espesor comercial)}$$

$$T2 = 10 \text{ mm}$$

Tercer Anillo

$$\text{Esfuerzos Combinados: } T3 = 5.3 + 1.4 = 6.7 \implies 8 \text{ mm}$$

$$\text{Prueba Hidrostática con el Fluido (diésel 2): } T3 = 5.3 + 1.9 = 6.4 \implies 8 \text{ mm}$$

Por lo tanto, T3 = 8mm

Cuarto Anillo

$$\text{Esfuerzos Combinados: } T4 = 3.9 + 1.4 = 5.3 \implies 6 \text{ mm}$$

$$\text{Prueba Hidrostática con el Fluido (diésel 2): } T4 = 3.2 + 1.9 = 5.1 \implies 6 \text{ mm}$$

Por lo tanto, T4 = 6mm

Como se constata que en el cuarto anillo se obtiene un resultado de espesor igual al de 6 mm que es el mínimo espesor para tanques que oscilan entre 15 y 36 metros de diámetro, y partiendo que nuestro tanque tiene un diámetro de 21 metros, consideramos que el 5 y 6 anillo será del mismo espesor de 6mm.

Tabla 6. Espesores de las paredes del Tanque

Anillo	Longitud (W)	Espesor uniforme (Tun) mm	Espesor de diseño (Tdis) mm
1	2.40	6	12

2	2.40	6	12
3	2.40	6	8
4	2.40	6	6
5	2.40	6	6
6	2.40	6	6

Fuente: Elaboración Propia

3. Diseño del Techo

Para el diseño del techo nos apoyamos en lo suscrito en el Apéndice “R” (cargas combinadas) del API-650, la cual se debe considerar la combinación más desfavorable de este Apéndice. En la nueva modificación de la norma API-650 en el año 2009 bajo la carga viva a 75kg/m² ya que antes de esa modificación era de 100 kg/cm².

De todas las combinaciones que están suscritas en el Apéndice R, la más desfavorable para el diseño del techo es:

Carga muerta + Sobrecarga del techo + 0.4 de la presión del Vacío.

Para el diseño consideramos lo siguiente:

Peso propio de las Planchas 5mm = 39.5kg/m²

Presión de Vacío (0.056psig) = 39.5kg/m²

Sobrecarga = 75kg/m²

Peso repartido total = 130 kg/m²

El armado del techo será propuesto por 12 vigas principales y 24 viguetas que lleguen al borde del radio y 12 vigas que llegan a un radio de 25 metros.

A partir del 2009 la norma API-650 propone una fórmula de separación de las vigas y viguetas el cual es la siguiente.

$$b = t \sqrt{\frac{1.5 * Fy}{p}} \leq 2,100mm$$

Donde:

b: Ancho máximo de separación de circunferencia en vigas o viguetas

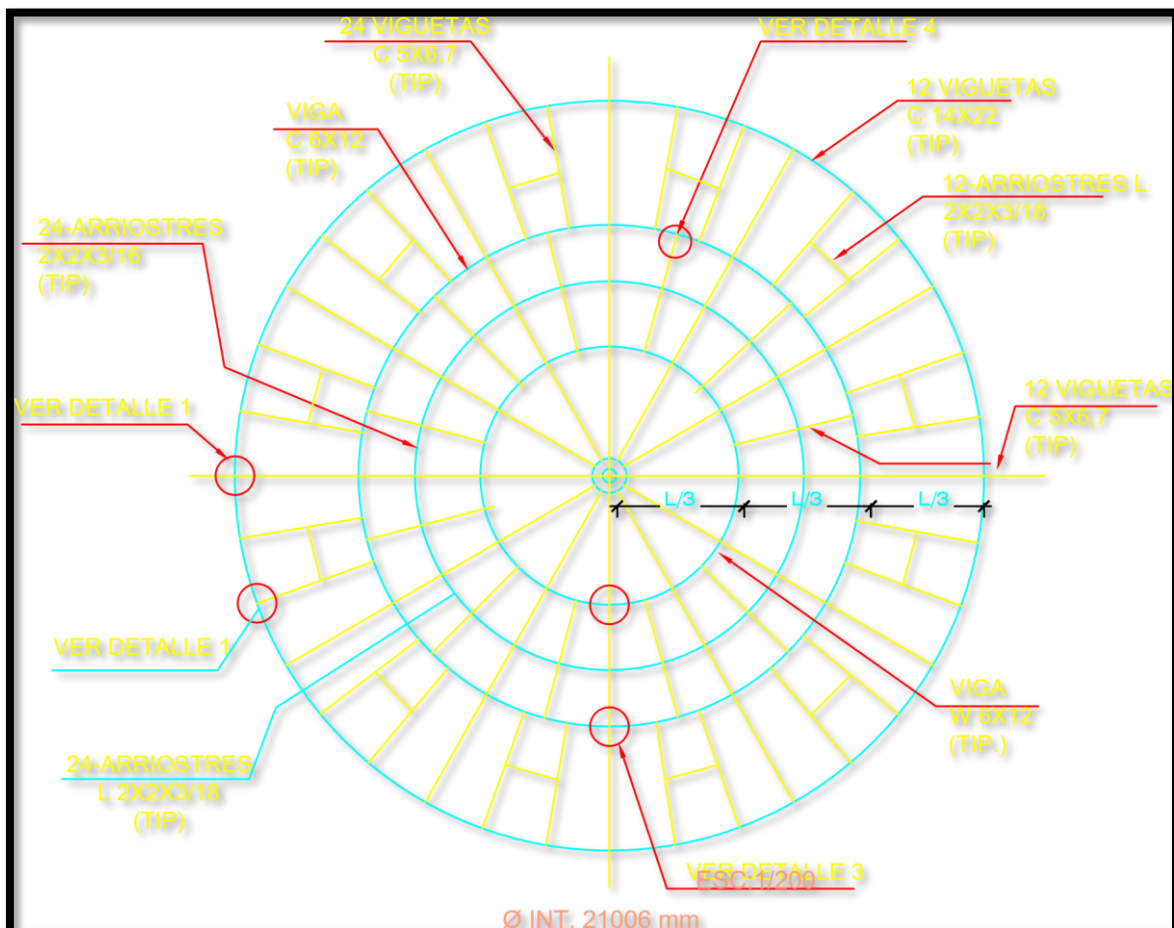
t: Anchura de plancha al cual se le asumió de 5mm

Fy: límite de influencia de las planchas igual a 250Mpa

P: presión uniforme sobre el techo suscrito en el Apéndice “R” igual a 1.3×10^{-3}

$$b = 5 \sqrt{\frac{1.5 * 250}{1.3 \times 10^{-3}}} = 2.685 \text{mm} \leq 2,100 \text{mm}$$

Figura2: Distribución de vigas y viguetas



4. Cálculo de Momentos, Cargas y Estabilidad

Peso del Cilindro Ws:

$$1^\circ \text{ anillo: } \pi * 21 * 2.40 * 12 * 7.85 = 14,915 \text{ kg}$$

$$2^\circ \text{ anillo: } \pi * 21 * 2.40 * 10 * 7.85 = 12,430 \text{ kg}$$

$$3^{\circ}\text{anillo: } \pi * 21 * 2.40 * 8 * 7.85 = 9,944 \text{ kg}$$

$$4^{\circ}\text{ anillo: } \pi * 21 * 2.40 * 6 * 7.85 = 7,457.67 \text{ kg}$$

$$5^{\circ}\text{ anillo: } \pi * 21 * 2.40 * 6 * 7.85 = 7,457.67 \text{ kg}$$

$$6^{\circ}\text{ anillo: } \pi * 21 * 2.40 * 6 * 7.85 = 7,457.67 \text{ kg}$$

$$\text{Total, de la suma de todos los anillos} = 59,662 \text{ kg}$$

Nota: el peso por m² de una plancha de metal según el ASTM 36 es de 7.85kg

Peso del techo Wt

Para el peso del techo se ha considerado la norma ANSI/ASME B36.10M el cual considera como columna central un tubo o soporte de diámetro de 12" schedule20 por lo que nos lleva a tomar una carga de 9,020 kg, Asu ves se toma como dato el peso de la columna de 637 kg.

Si consideramos o nos regimos a la norma nos dice que el ángulo rigidizador de 3x3x3/8 en la coronación del cilindro del tanque se tiene un peso de 708kg

Haciendo la sumatoria de los pesos ya mencionados obtenemos un peso total de 10,365kg la cual concentraremos a 1/3 de la coronación del cilindro.

Peso del techo Wf

para el diseño del fondo asumiremos un espesor de 8 mm de plancha de metal.

$$\frac{\pi * 21 * 1^2}{4} * 8 * 7.85 = 21,980 \text{ kg}$$

Peso de la parte impulsiva del fluido Wi

En la norma API-650 apéndice "E" nos presenta 2 fórmulas para hallar el peso de la parte impulsiva del fluido la cual se emplearán dependiendo estrictamente de la relación de esbeltez del tanque, por consiguiente, tenemos:

$$\frac{\text{Diametro}}{\text{Altura}} = \frac{21}{13.2} = 1.59 > 1.33$$

Al ser 1.59 > 1.33 usaremos la siguiente formula:

$$W_i = \frac{\tanh\left(0.86 * \frac{D}{H}\right)}{0.866 * \frac{D}{H}} * W_p$$

El peso total del fluido será:

$$W_p = \frac{21^2 * \pi}{4} * 13.2 * 860 = 3'931,885 \text{ Kg}$$

Reemplazando:

$$W_i = \frac{\tanh\left(0.86 * \frac{21}{13.2}\right)}{0.866 * \frac{21}{13.2}} * 3'931,88$$

$$W_i = 2' 512,685 \text{ kilogramos (63.9\%)}$$

Peso de la parte impulsiva del fluido W_c

La norma API-650 solo nos proporciona una sola fórmula para hallar el peso de la parte Convectiva del líquido el cual está contenido en el tanque.

$$W_c = 0.23 * \frac{D}{H} * \tanh\left(\frac{3.67 * H}{D}\right) * W_p$$

$$W_c = 0.23 * \frac{21}{13.2} * \tanh\left(\frac{3.67 * 13.2}{21}\right) * 3'931,885$$

$$W_c = 1' 410,452 \text{ kg (35.9 \%)}$$

Si sumamos las dos proporciones de los pesos del fluido impulsivo y convectivo suman un 99.8 % que viene hacer casi el 100% del peso. Por consiguiente, tenemos los siguientes pesos.

$$W_s = 59,662 \text{ kilogramos}$$

$$W_t = 10,365 \text{ kilogramos}$$

$$W_f = 21,980 \text{ kilogramos}$$

$$W_i = 2'512,685 \text{ kilogramos}$$

$$W_c = 1'410,452 \text{ kilogramos}$$

$$\text{Total} = 4'015,144 \text{ kilogramos}$$

Analizando los resultados se observa que la parte metálica solo representa un 2.3% del peso completo y el peso del fluido impulsivo representa un 62.3% y el convectivo un 35.1%.

Si únicamente se analizó la parte del peso que experimenta la aceleración impulsiva la cual es terminante, ya que la estructura metálica representa un 3.5% y el líquido un 96.5%.

El coeficiente Sismico o cortante basal del tanque está dado por la siguiente expresión

$$V = \sqrt{V_i^2 + V_c^2}$$

Donde:

$$V_i = A_i (W_s + W_t + W_f + W_i)$$

$$V_i = 0.29(59,662 + 10,365 + 21,980 + 2'512,685)$$

$$V_i = 755,361 \text{ kg}$$

Ahora hallamos V_c

$$V_c = A_c * W_c$$

$$V_c = 0.12 * 1'410,452$$

$$V_c = 169,254 \text{ kg}$$

Reemplazando V_i y V_c en la fórmula de la cortante basal

$$V = \sqrt{755,361^2 + 169,254^2}$$

$$V = 774,091 \text{ kg}$$

Si analizamos los dos resultados es decir el peso total y la cortante basal podemos encontrar el porcentaje del coeficiente Sismico

$$\frac{\text{peso total } (W_{total})}{\text{cortante basal } (V)} = \frac{774,091}{4'015,144} = 0.193 \text{ o } 19.3\%$$

Nota: El coeficiente Sismico o cortante basal nos va ayudar a comprobar que el tanque no se desplace.

5. Calculo del Momento de Volteo

Para calcular el momento de volteo necesitamos conocer donde aplica la carga lateral del cilindro (X_s), asu ves debemos conocer donde aplica la carga lateral del techo (X_r) y conocer las cargas tanto impulsivas y conectivas del fluido (X_i), (X_c)

- Carga lateral del cilindro (X_s) se resuelve mediante la estática:

$$X_s = \frac{2.40 * 12 * 1.20 + 2.40 * 10 * 3.60 + 2.40 * 8 * 6 + 7.20 * 6 * 10.8}{2.40 * 12 + 2.40 * 10 + 2.40 * 8 + 7.20 * 6}$$

$$X_s = 6.10 \text{ metros}$$

- Carga lateral del techo (X_r)

Esta carga está situada a 14.60 metros ya que se tomó 0.60 cm de llenado para la prueba más crítica por lo que $X_r = 14.60$

- Carga Impulsiva del Fluido (X_i)

Según el API-650 nos brinda dos fórmulas con relación de esbeltez, las cuales determinan la aplicación de las fuerzas de inercia que actúan en la parte del contenido que se acelera impulsivamente, según nuestra relación de esbeltez usaremos la siguiente formula.

$$X_i = 0.375 * H$$

$$X_i = 0.375 * 13.20$$

$$X_i = 4.95 \text{ metros}$$

- Carga Convectiva del Líquido (X_r)

El API-650 nos brinda una sola ecuación para hallar esta carga

$$Xc = \left[1 - \frac{\cosh\left(\frac{3.67 * H}{D}\right) - 1}{\frac{3.67 * H}{D} * \sinh\left(\frac{3.67 * H}{D}\right)} \right] * H$$

$$Xc = \left[1 - \frac{\cosh\left(\frac{3.67 * 13.20}{21}\right) - 1}{\frac{3.67 * 13.20}{21} * \sinh\left(\frac{3.67 * 13.20}{21}\right)} \right] * 13.20$$

$$Xc = 8.51 \text{ metros}$$

Ya teniendo los datos de todas las cargas la insertaremos en la fórmula del momento de volteo.

$$Mrw = \sqrt{[Ai(Wi * Xi + Ws * Xs + Wr * Xr)]^2 + [Ac (Wc * Xc)]^2}$$

$$Mrw = \sqrt{[0.29(2' 512,685 * 4.95 + 59,662 * 6.10 + 10,365 * 14.60)]^2 + [Ac (1' 410,452 * 8.51)]^2}$$

$$Mrw = 4' 0.23,066 \text{ kg} - m$$

6. Verificación a la Resistencia al Deslizamiento del Tanque

En el apéndice “E” de la norma API-650 nos proporciona una ecuación para poder comprobar la estabilidad del tanque ante el deslizamiento lateral, el cual es el siguiente:

$$Vs = \mu (Ws + Wr + Wf + Wp) (1 - 0.4 * Av)$$

$$Vs \geq V$$

Para el Av es la aceleración vertical el cual es el 40% de la misma aceleración vertical, esta aceleración colabora a disminuir el peso total del tanque sobre el terreno.

Teóricamente la resistencia al deslizamiento debe ser mayor o igual a la fuerza de la cortante basal.

Para el μ : el cuál es el coeficiente de fricción el API-650 le asigna un valor de 0.4. cabe recalcar que este valor es bajo ala que se usa en la norma

norteamericana(ASCE7) la cual consideran con un valor de 0.57, pero siguiendo con nuestra normativa usaremos el valor de 0.4.

Verificación:

$$V_s = 0.4 (59,662 + 10,365 + 21,980 + 3' 931,885) (1 - 0.4 * 0.19)$$

$$V_s = 1' 487,230 \text{ kg} > 774,091 (V_{cortante basal}) \text{ SI CUMPLE}$$

7. Diseño de la Cimentación

Realizando el estudio de suelos y calculando las cargas típicas transmitidas las cuales son de 1.39 kg/cm^2 y teniendo una prueba hidrostática de 1.14 kg/cm^2 para cuando el tanque sea llenado hasta su totalidad con el fluido, se debe considerar hacer una excavación a una profundidad de 3 metros y un ancho de 6 metros adicionales con el respecto del diámetro del tanque para luego rellenarlo con material de préstamo de buena calidad, la cual deberá ser compactada a una capa de 20 cm para poder lograr una buena capacidad de $\sigma_t = 1.54 \text{ kg/cm}^2$. Teniendo en cuenta que un relleno afirmado bien compactado logra la misma capacidad portante. Por consiguiente, reafirmamos que las cargas impuestas por el tanque puedan ser tomados por el suelo sin ningún inconveniente y sin ninguna deformación importante.

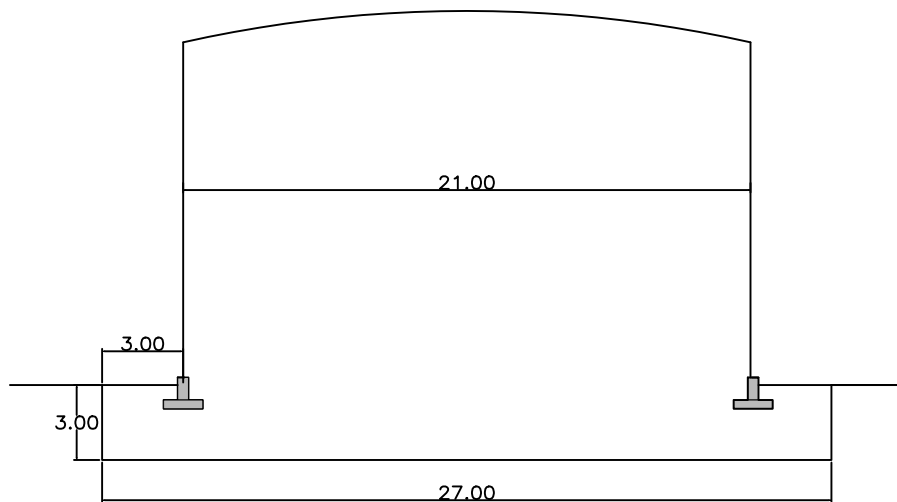


Figura3. Esquema de la cimentación Propuesta para el tanque atmosférico.

Se propondrá un diseño de cimentación con una zapata de forma “T” invertida para que le provee de una rigidez torsional. Ya que las deformaciones que provocaran las cargas actuantes se producirá una compresión en la parte superior de la zapata, por lo que la base no sufrirá con la acción excéntrica de la carga y esta trasladara al terreno una precisión cercana a la provocada por una carga axial

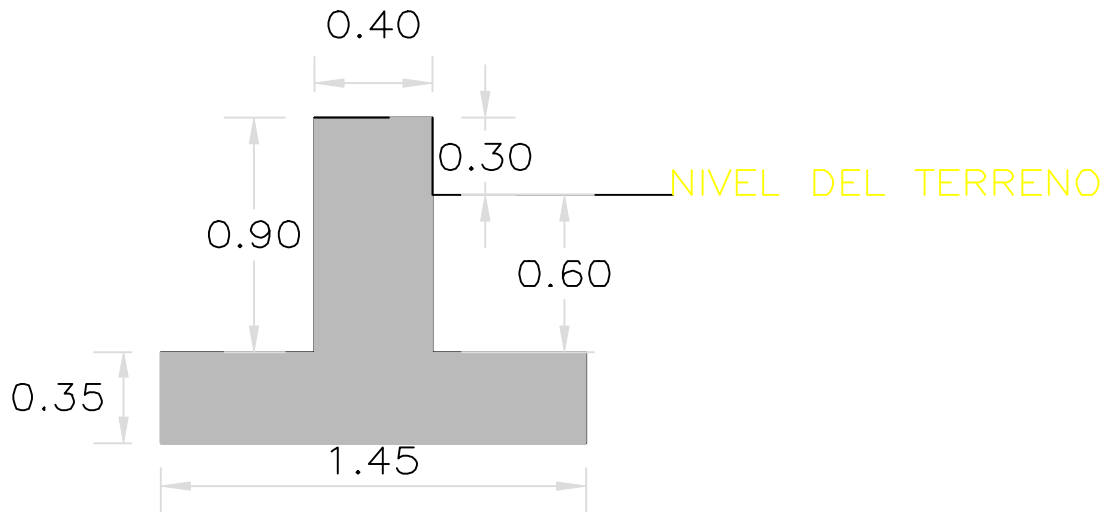


Figura 4. Dibujo del diseño de la zapata

Ya que nuestro diseño proporciona que todo el anillo de concreto trabaje como si fuera de una gran zapata de cimentación, con un momento de volteo y una carga axial. Usaremos esta fórmula de flexión de vigas proporcionado por la Resistencia de Materiales para hallar y calcular el momento de volteo.

$$\sigma t = \frac{P}{A} \pm \frac{M}{I}$$

En el punto 4 “cálculo de cargas” y en el capítulo 5 “cálculo del momento de volteo” se hallaron los siguientes resultados que son importantes para el diseño de cimentación, a los pesos obtenidos se les dividirá por la longitud de la circunferencia la cual será apoyada por el anillo de cimentación, obtuvimos los siguientes resultados.

- Momento sobre el anillo de cimentación
 $Mrw = 4' 023,066 \text{ kg} - m$
- Peso del cilindro sobre el anillo de cimentación
 $Ws = 59,662 \text{ kg} \div 66 \text{ m} (2\pi * r) = 904 \text{ kg/m}$
- Peso del techo sobre el anillo de cimentación
 $Wrs = 6,778 \text{ kg} \div 66 \text{ m} (2\pi * r) = 77 \text{ kg/m}$

Para hallar el peso del fluido se tendrá que hacer una relación por metro circunferencial ya que solo una parte del peso líquido es soportado por la cimentación y la mayor parte es soportado directamente por el suelo, por lo siguiente haremos el siguiente cálculo para halla el peso real del fluido que será soportado por el anillo de cimentación.

$$1.0 \text{ m} * 0.01 \text{ m} * 13.20 * 860 \text{ kg} - \text{m}^3 (\text{densidad del fluido}) = 114 \text{ kg} - \text{m} \text{ (por cm radial)}$$

$$\text{Luego: } 114 * (15 + 52.5) = 7,695 \text{ kg} - \text{m}$$

- Peso del suelo interior

$$0.525 * 0.9 * 1,900 = 898 \text{ kg} - \text{m}$$

- Peso del suelo exterior

$$0.525 * 0.6 * 1 * 1900 = 599 \text{ kg} - \text{m}$$

- Peso de la cimentación

$$(0.4 * 0.9 + 1.45 * 0.35) * 1 * 2400 \text{ kg} - \text{m} = 2,082 \text{ kg} - \text{m}$$

Para hallar el peso total que actúa sobre el anillo de cimentación es la sumatoria de todos los pesos por consiguiente tenemos.

$$P_t = 904 + 77 + 7,695 + 898 + 599 + 2,082 = 12,555 \text{ kg}$$

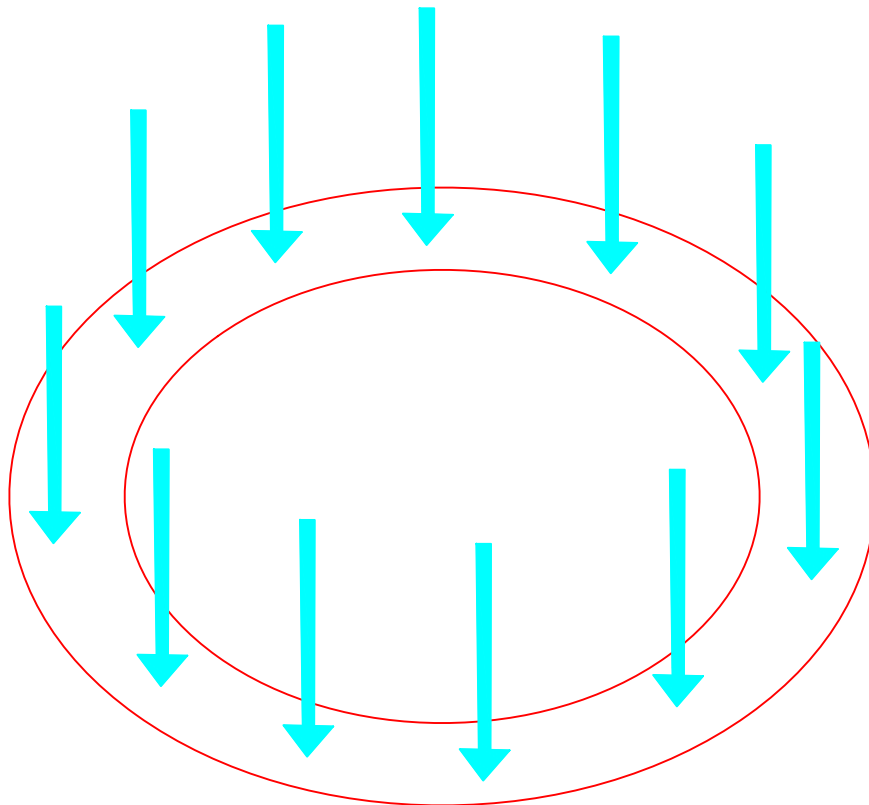


Figura5. Esquema de distribución de cargas para el anillo de cimentación

Para hallar la inercia vamos a realizar las siguientes ecuaciones:

$$D = 21 + (0.25 + 0.525) * 2 = 22.55 \text{ metros}$$

$$d = 21 - (0.15 + 0.525) * 2 = 19.65 \text{ metros}$$

$$c = 22.50 \div 2 = 11.28 \text{ metros}$$

Formula de la inercia de un circulo:

$$I = \frac{\pi (D^4 - d^4)}{64} \quad ; \quad I = \frac{\pi (22.55^4 - 19.65^4)}{64} = 5,374 \text{ m}^4$$

$$\sigma t = \frac{P}{A} \pm \frac{M}{I} \quad \sigma t = \frac{12.255}{145 \times 100} \pm \frac{4' 023,066 * 100 * 11.28 * 100}{5,374 * 100^4}$$

$$\sigma t = 0.85 \pm 0.83 \text{ ok}$$

$$\sigma t = 1.68 \text{ kg} - \text{cm}^2 \text{ y } 0.02 \text{ kg} - \text{cm}^2 \text{ ok}$$

ya que nuestro estudio de suelos arrojo una capacidad portante de 1.54 kg/cm² la norma API-650 nos permite incrementar en un 33% bajo las condiciones dinámicas, bajo estas condiciones nuestra capacidad portante incrementara a 2 kg/cm².

7.1 Diseño de la Armadura:

Las cargas de las zapatas junto con la capacidad portante del suelo son:

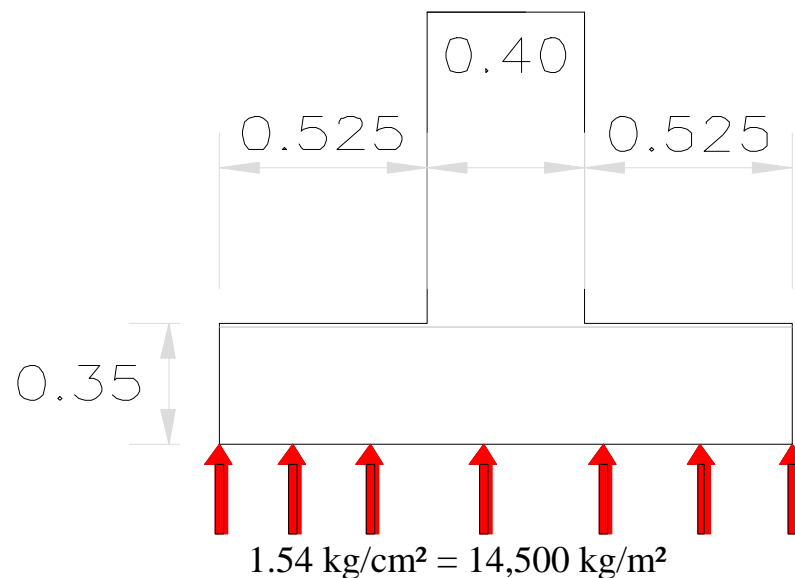


Figura 6. Esquema de las cargas sobre la cimentación y el momento de volteo

Para el diseño se ha considerado los siguientes materiales.

- Para el Acero se usará: Acero de grado 60, y con un límite de influencia $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, considerando la norma ASTM A 615.
- Para el concreto se estableció un concreto de $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$$V = 15,400 * 0,5225 = 8,085$$

$$M = \frac{15,400 * 0,525^2}{2} = 2122 \text{ kg} - m$$

7.1.1 Armadura de Zapata

Para la armadura de a zapata la vamos a diseñar a la rotura o por resistencia ya que es lo usual diseñar bajo estos límites para la norma norteamericana ya que esta norma considera que las cargas producidas por el sismo son cargas ultimas y lo único que se debería hacer es amplificar las cargas muerta y la carga viva. Haremos el diseño por esfuerzos admisibles y emplearemos la carga que hemos calculado.

$$M = 2,122 \text{ kg} - m = 212,200 \text{ kg} - cm$$

$$M = 0.5 * F_y * A_s * \text{brazo de palanca}$$

$$212,200 = 0.5 * 4200 * A_s * \left(35 - 8 - \frac{35/2}{3}\right)$$

$$A_s = 5 \text{ cm}^2$$

Como referencia vamos a usar lo que dice el ACI 318 la cual no hace ninguna referencia a lo que son zapatas, pero tomaremos en cuenta lo que si dice en el capítulo de losas de cimentación la cual hace referencia a los mínimos áreas de acero por retracción y por temperatura, esta norma a usado de forma empírica esta fórmula la cual está establecida por la cuantía mínima, por consiguiente, tendríamos esta nueva área de acero.

$$A_s = 0.0018 * 35 * 100 = 6.3 \text{ cm}^2$$

Ya que el área de acero obtenido con la forma empírica del ACI 318 es mayor, y nosotros buscamos un diseño conservador usaremos esta área de acero para nuestra distribución de acero en zapata.

$$A_s = 6.3 \text{ cm}^2 \rightarrow \frac{1.27}{6.3} = 0.20$$

Por lo que se usara fierro de $\phi 1/2$ repartido a 0.20 metros

Ahora haremos la verificación del concreto a compresión, considerando que la estructuro toma compresión.

$$212,200 \leq 0.45 * F'c * 17.5 * 100 * 18.25$$

$$212,200 \leq 0.45 * 210 * 17.5 * 100 * 18.25$$

$$212,200 \leq 3' 018,094 \text{ si cumple}$$

Verificación del corte en la cara de la base con el anillo.

$$Vc \text{ permisible} = 0.29 \sqrt{F'c} \rightarrow 0.29 \sqrt{210} = 4.2 \text{ kg} - \text{cm}^2$$

$$Vc = \frac{8,085}{35 * 100} = 2.31 \text{ kg} - \text{cm}^2 \text{ si cumple}$$

Realizando las dos verificaciones llegamos a la conclusión que el acero será repartido en la zapata por 6 varillas de $\phi 1/2$, tanto en la parte superior como inferior.

Para calcular el Acero en tensión del anillo superior encima con respecto a la base de la zapata. Partiremos del siguiente modelo.

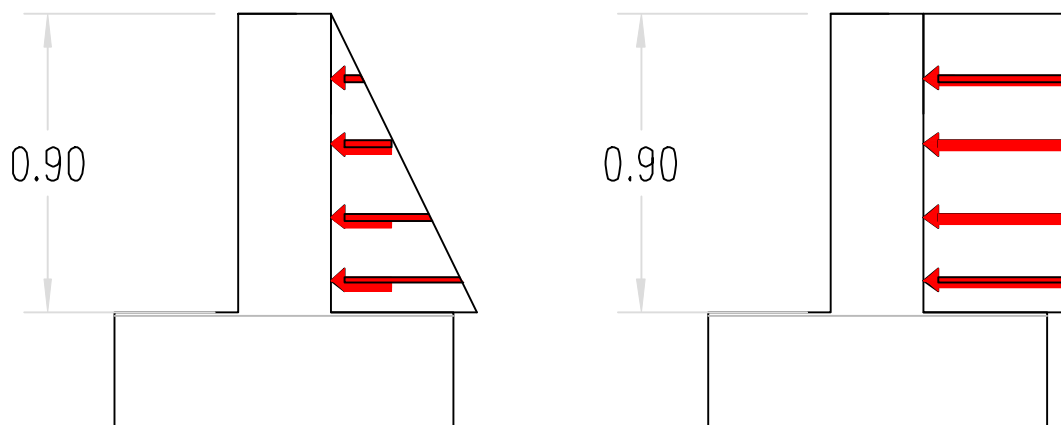


Figura 7. Esquema donde figuran las cargas, por el lado izquierdo tenemos las cargas en forma triangular del suelo y por el lado derecho tenemos la fuerza de empuje producida por la sobrecarga del líquido, tal y como lo demuestra Fang (1991).

El empuje que se produce sobre el anillo superior se hallara en el caso que la transferencia de cargas triangular generadas por el peso propio del suelo y por la sobrecarga del fluido la cual para calcular este empuje usaremos la siguiente formula.

$$E = \frac{1}{2} * \gamma * K * H (h + 2hsc)$$

Con el grafico de la izquierda tenemos lo siguiente.

γ : Peso específico del suelo = 1,900 kg/m³

h: Altura del anillo = 0.90 metros

$$hsc: \frac{\text{altura del liquido} * \text{densidad del fluido}}{\text{peso específico del suelo}} \rightarrow \frac{(13.2*860)kg-m^2}{1,900kg-m^3} = 5.98 m$$

K: es el factor de presión lateral del suelo el cual el código ACI le da un valor de 0.3.

Reemplazando los valores en la ecuación tenemos lo siguiente:

$$E = \frac{1}{2} * 1,900 * 0.3 * 0.9 (0.9 + 2 * 5.98)$$

$$E = 3,298 kg - m$$

Ya que para nuestro diseño propusimos usar barras de acero con un límite de fluencia de 4200 kg/cm² y con esfuerzos permisibles de Fc=2,100 kg/cm² obtenemos lo siguiente.

$$2T = E * D \rightarrow 2T = 2,298 * 21 \rightarrow T = 34,680kg$$

$$As = \frac{T}{Fs} \rightarrow \frac{34,680}{2,100} \rightarrow As = 16.5 cm^2$$

$$\frac{16.5}{1.97} = 8.4 \rightarrow 8 \emptyset 5/8$$

Para los estribos se usará fierro de \emptyset 3/8 a 0.25.

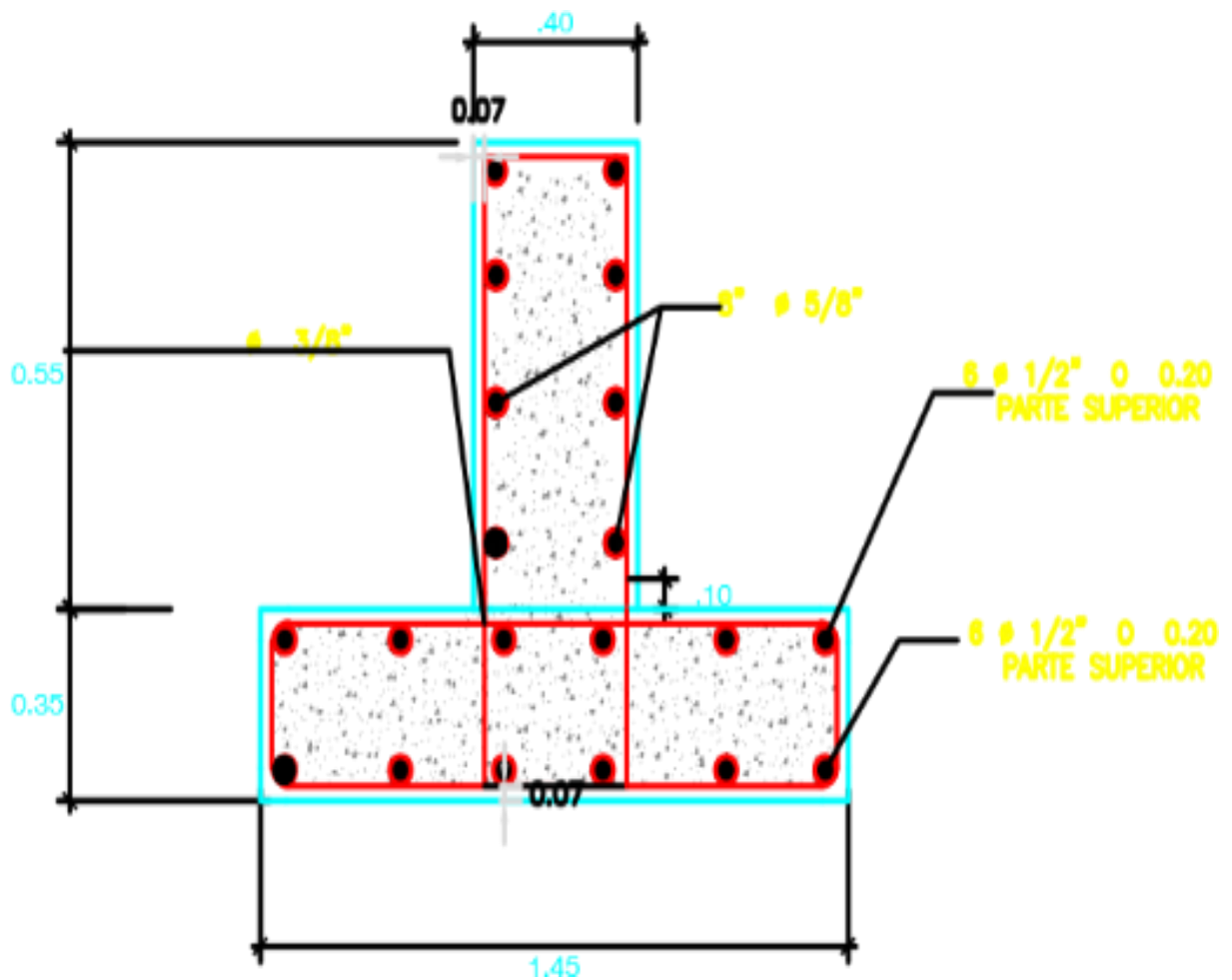


Figura 8 . Armadura de zapata

DISEÑO DE LA CIMENTACION DE UN TANQUE ATMOSFERICO DE ACERO SOLDADO BAJO LA NORMA UNE-EN 01415

El tanque atmosférico está ubicado en la Refinería la Pampilla el cual está situada en el distrito de Ventanilla, Provincia Constitucional del Callao. Los requerimientos para el diseño del tanque son:

- Capacidad Nominal del Tanque: 30,000 barriles (4770 m³)
- Fluido de Almacenamiento: Diésel 2 con una Ge de 0.86 gr/cm³
- Temperatura de Diseño: Temperatura en la Provincia Consti. del Callao (12°C a 30°C)
- Pendiente del fondo 2%
- Pendiente del techo 6.25%
- Se estima una presión de trabajo de 0.056 psig. La cual es muy recomendable ya que se pierde menos producto por evaporación y se protege el medio ambiente.
- Para la corrosión se considerará un sobre espesor de 2mm en el fondo y de 1.5 mm para el cilindro bajo (primer anillo).

Una vez analizado los requerimientos y haber dispuesto el área en donde se cimentará dicho tanque se llegó a la conclusión de establecer ciertas dimensiones del tanque.

- Diámetro Nominal: 21 metros
- Altura total: 14.40 metros
- Altura libre de diseño: 1.0 metro

Se realizó un estudio de mecánica de suelos en la misma Refinería la Pampilla (ver anexo) el cual nos arrojó los siguientes datos:

- Cohesión^c: 0.03 kg/cm²
- Angulo de Fricción: 29.01°
- Profundidad del Estudio de Suelo: 3 mts.
- Velocidad de Corte: 0.5 mm/min
- Clasificación SUCS (ASTM-D 2487): SM (Arena Limosa)
- Clasificación AASHTO (ASTM-D 3282): A-2-4(0) (Suelo Granular)
- Densidad Mínima (ASTM-D4254): 1620 g/cm³
- Densidad Máxima (ASTM-D4253): 1.996 g/cm³
- Densidad Natural (ASTM-D1556): 1.843 g/cm³
- Densidad Relativa (ASTM-D4254): 64.3%.
- Capacidad Portante (q_{ad}): 1.54 kg/cm²

Cabe precisar que la norma UNE-EN 14015, un gran número de países europeos están obligados a adoptar esta norma, la cual refleja la práctica actual de la industria petroquímica, de almacenamientos de líquidos en masa general, esta norma está basada en la práctica de las teorías de las tensiones de diseño y tensiones admisibles.

La norma UNE-EN 14015 nos refiere que existen dos alternativas de materiales a usar para los tanques atmosféricos entre ellas tenemos.

- Aceros al Carbono
- Aceros Inoxidables

Se piensa que el acero inoxidable brinda un ahorro de imprimación por la cual no se considera un sobre-espesor por motivo de la corrosión. Pero esto no ocurre ya que este acero requiere un espesor mayor de la pared para que pueda soportar la presión y asu ves su costo es más elevado que el acero de carbono, por estas razones usaremos en nuestro diseño el material del Acero de Carbono.

1. Diseño de las Paredes del Tanque

Según la norma los tanques se fabrica a partir de virolas o paredes las cuales están formadas por chapas soldadas que oscilan entre 1.8 y 2.4 metros de altura, también establece la UNE-EN14015 que cuando el tanque tiene un diámetro mayor a 20 metros las alturas de las virolas serán de 1.8 metros de altura, los espesores deberán ser los adecuados para evitar la corrosión, ya que este espesor va a depender mucho del diámetro del tanque, por ello se presentara una tabla con los espesores para cada tipo de diámetro Tabla7. Espesores mínimos para la carcasa.

Diámetro(m)	Espesor nominal mínimo especificado de la carcasa	
	Aceros de Carbono	Aceros Inoxidables
$D < 4$	5	2
$4 \leq D < 10$	5	3
$10 \leq D < 15$	5	4
$15 \leq D < 30$	6	5
$30 \leq D < 45$	8	6
$45 \leq D < 60$	8	-
$60 \leq D < 90$	10	-
$90 \leq D$	12	-

Fuente: norma UNE-EN 140

Si nos referimos a la tabla observamos que el espesor mínimo para el diseño de la carcasa será de 8mm, ahora se calculará el número de virolas para las dimensiones de nuestro tanque.

- Conociendo que la UNE-EN 14015 nos dice que la altura mínima de las virolas es de 1.80 m para un diámetro mayor a 20 m.

$$\text{numero de virolas} = \frac{14.20}{1.8} = 7.88 \cong 8 \text{ virolas}$$

- Para calcular la presión ejercida sobre las paredes del tanque usaremos la siguiente fórmula planteada por la UNE-EN 14015

$$P = \rho * g * H$$

$$P = 860 * 9.8 * 14.20 = 119,677 \text{ Pa} \cong 0,0011967$$

Siendo:

- ρ : Densidad del producto (diesel2) en kg/m^3
- g : Gravedad en m/s^2
- H : Altura del llenado del tanque en m

1.1 Espesor de la virola

Para calcular el espesor de la virola la norma UNE-EN 14015 nos brinda la siguiente fórmula.

$$e = \frac{D}{20 * S} * (98 * W * Hc * p) + c$$

Donde:

- D: diámetro del tanque (m)
- S: límite elástico del material el cual es 275 N/mm^2
- Hc: distancia del fondo a la altura determinada
- P: presión de diseño (mbar)
- C: margen de corrosión en este caso será 1mm

$$e = \frac{21}{20 * 275} * (98 * 0.86 * 14.20 * 0,0011967) + 1$$

$$e = 10.5 \text{ mm} \cong 12 \text{ mm}$$

- Haciendo los cálculos para los siguientes anillos y disminuir o restar 1.80 m a cada anillo, obtenemos los siguientes datos.

Tabla8. Espesores de Virolas

Virolas	Espesor (mm)
Virola1	12
Virola2	12
Virola3	10
Virola4	10
Virola5	8
Virola6	6
Virola7	6
Virola8	6

Fuente: Elaboración Propia

Para saber la longitud de cada virola tendremos que conocer la longitud de la circunferencia por lo que utilizamos la siguiente ecuación.

$$Lc = 2 * \pi * R \rightarrow Lc = 2 * \pi * 10.5 ; Lc = 65.98m$$

por lo que la longitud será de 6.60m las cuales serán 10 virolas de las siguientes dimensiones 1.8 m de altura por 6.60m de longitud.

2. Rigidizadores de Refuerzo por Viento

Según la normativa vigente de la UNE-EN 14015 existes dos maneras de resolver esta rigidización de la envolvente(virola) frente al viento, estos rigidizadores impiden que se produzca una deformación en las virolas, esta altura máxima de rigidización se calcula asumiendo un viento desfavorable de 180 km/h mediante la ecuación.

$$H1 = 9.47 * t(ultima) * \left(\frac{t(ultima)}{D}\right)^{\frac{3}{2}} * \left(\frac{190}{viento}\right)^2$$

$$H1 = 9.47 * 6 * \left(\frac{6}{21}\right)^{\frac{3}{2}} * \left(\frac{190}{180}\right)^2 \rightarrow H1 = 9.67m$$

Teniendo la altura máxima del cuerpo sin rigidizar, la altura del cuerpo transformado se hallará con la siguiente ecuación.

$$Xtr = 2 * \left[\left(\frac{t(ultima)}{T1diseño}\right)^{\frac{5}{2}} + \left(\frac{t(ultima)}{T2diseño}\right)^{\frac{5}{2}} + \left(\frac{t(ultima)}{T3diseño}\right)^{\frac{5}{2}} \dots + \left(\frac{t(ultima)}{Tndiseño}\right)^{\frac{5}{2}} \right]$$

$$X_{tr} = 2 * \left[\left(\frac{6}{12} \right)^{\frac{5}{2}} + \left(\frac{6}{12} \right)^{\frac{5}{2}} + 2 * \left(\frac{6}{10} \right)^{\frac{5}{2}} + \left(\frac{6}{8} \right)^{\frac{5}{2}} + 3 * \left(\frac{6}{6} \right)^{\frac{5}{2}} \right]$$

$$X_{tr} = 8.79 \text{ m}$$

Calculando la altura transformada y verificando que esta sea menor que la altura sin rigidizar, concluimos que nuestro tanque no requiere de rigidizadores ya que los espesores de las virolas pueden soportar los esfuerzos transmitidos por un viento de 180 km/h.

3. Peso del Tanque

3.1 Peso del Cuerpo

Para hallar el peso del cuerpo usaremos la siguiente ecuación, pero hay que tener en cuenta que el peso o la densidad del acero es de 7850 kg/m³.

$$W_i = \text{peso del acero} * \pi * D * \Sigma t(\text{diseño}) * H(\text{virolas}) * 1000$$

$$W_i = 7850 * \pi * 21 * 2 * \left(\frac{2 * 12 + 2 * 10 + 8 + 3 * 6}{1000} \right) = 72,504.82 \text{ kg}$$

$$W_i = 72,504.82 \text{ kg} \cong 72.50 \text{ ton}$$

3.2 Peso del Fondo

Para el fondo del tanque se utilizará un acero de S275JR según lo recomienda la norma UNE-EN 14015 la cual tendrá un ancho nominal de 1800mm y un espesor adoptado de 12mm, cabe recalcar que es usual la fabricación del fondo del tanque con un espesor menor al del cuerpo ya que el fondo se encuentra soportado por una base de material y hormigón, su principal función del fondo es impedir la filtración del líquido. Por lo que para calcular el peso del fondo se debe calcular primero el peso de la placa de fondo y el peso del anillo anular del fondo.

1.3.2.1 Peso de placa de fondo

$$W_{pf} = p_{\text{acero}} * A_h * \frac{T}{1000} \quad W_{pf} = 7850 * 415.48 * \frac{12}{1000} = 39,138$$

$$W_{pf} = 39,138 \text{ kg} \cong 39.14 \text{ ton}$$

1.3.2.1 Peso del anillo anular del fondo

$$Waf = p \text{ acero} * \pi * D * Wchapa * tWaf = 7850 * \pi * 21 * 0.658 * 0.008 = 2,726.18 \text{ kg}$$

$$Waf = 7850 * \pi * 21 * 0.658 * 0.008 = 2,726.18 \text{ kg}$$

$$Waf = 2,726.18 \text{ kg} \cong 2.73 \text{ ton}$$

$$Wfondo = 39.14 + 2.73 = 41.87 \text{ ton}$$

3.3 Peso del techo

las presiones que actúan en la parte del techo son la presión del líquido y la presión del gas sobre la superficie del líquido según lo considera la norma UNE-EN 14015

Antes de pre dimensionar el techo debemos conocer las dimensiones del techo por la cual se usará las siguientes ecuaciones geométricas.

$$Rcurvatura = 1.5 * D \rightarrow 1.5 * 21 = 31.5m$$

$$\theta = \arcsen\left(\frac{D}{2 * Rc}\right) \rightarrow \arcsen\left(\frac{21}{2 * 31.5}\right) = 19^\circ$$

$$Ht = 31.5 * (1 - \cos(19.28)) = 1.70m$$

$$Acarcasa = 2 * \pi * 31.5 * 1.70 = 336.46m^2$$

$$A \text{ chapa cubirta} = \pi * \frac{21^2}{4} = 346.36m^2$$

$$L \text{ vigas} = 2 * \pi * (19 - 1.54) * \frac{31.5}{360} = 9.60m$$

Para las vigas se ha requerido usar el perfil IPE la cual su momento de inercia es mayor al requerido en la norma EN 1993 Part 4-2. Por lo que se necesitaran 34 vigas

$$Wplaca \text{ de cubierta} = 7850 * 346.36 * \left(\frac{3}{1000}\right) = 8156 \text{ kg} \cong 8.15 \text{ ton}$$

4 Cargas y Momentos producidos por Viento

- Presión Horizontal debido al Viento: W_h ; velocidad del viento = 180km/h

$$W_h = 0.86 \left(\frac{V_{viento}}{160} \right) \rightarrow 0.86 * \left(\frac{180}{160} \right) = 0.97 \text{ Kpa} \cong 98 \text{ kg/m}^2$$

- Presión Vertical debida al Viento: W_v

$$W_v = 1.44 \left(\frac{V_{viento}}{160} \right) \rightarrow 1.44 * \left(\frac{180}{160} \right) = 1.62 \text{ Kpa} \cong 165 \text{ kg/m}^2$$

- Momento de volteo producido por el viento: M_{viento}

$$M_{viento} = \frac{P_v * (D * T) * H^2}{2} \rightarrow \frac{111.38 * (21 * 0.012) * 14.40^2}{2}$$

$$M_{viento} = 242,644. \text{ kg/m}$$

Donde:

$$- P_v: \text{ presión del viento} = P_v = 88 * \left(\frac{V_{viento}}{160} \right)^2$$

El momento de volteo deberá ser menor a la siguiente expresión:

$$M < \frac{2}{3} * \frac{W_s * D}{2}$$

Donde:

W_s : peso muerto del tanque que resiste al volteo


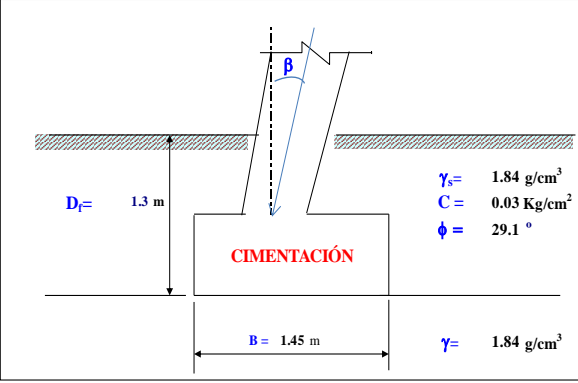
$$M < \frac{2}{3} * \frac{122,520 * 21}{2} = 857,640 \text{ kg} - m$$

En vista que: $M_{tanque} = 242,644 < 857,640 \text{ kg} - m$



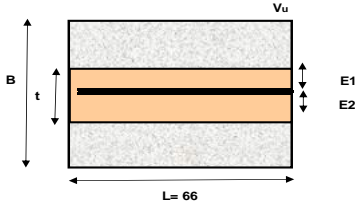
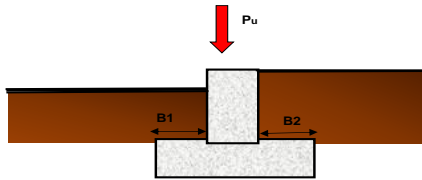
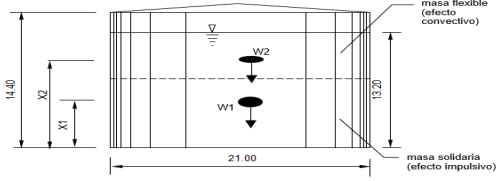
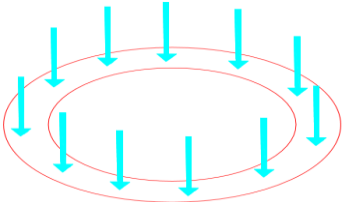
No se requiere usar ningún tipo de anclaje a nuestro tanque ya que resiste perfectamente a la presión que ejerce el viento sobre el tanque.

3.0 RESULTADOS COMPARATIVOS

3.1 Calcula de la capacidad admisible del suelo.

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO		
PROYECTO:	"DISEÑO DE CIMENTACION PARA TANQUE ATMOSFERICO BAJO LA NORMA API650 Y BAJO LA NORMA UNE-EN 14015 EN LA REFINERIA LA PAMPILLA".	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ALUMNOS:	ANTONY EDDY CONTRERAS CONTRERAS ALFREDO GUADAÑA CHACON	
UBICACIÓN DE PROYECTO:	REFINERÍA LA PAMPILLA VENTANILLA - LIMA.	
CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO		
Tipo de Suelo GP-GM Grava limosa pobremente gradada con arena	SONDAJE / CALICATA: C - 1 FECHA: 19/06/2018 DF: 1.30 m (Profundidad)	
CIMENTACION CUADRADA, RECTANGULAR O CIRCULAR		
Cohesión $C = 0.03$ Kg/cm ² Angulo de fricción $\phi = 29.10$ ° Tipo de falla B Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación $\gamma_s = 1.84$ g/cm ³ Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación $\gamma = 1.84$ g/cm ³ Ancho de la cimentación $B = 1.45$ m Largo de la cimentación $L = 21.00$ m Profundidad de la cimentación $D_f = 1.30$ m Inclinación de la carga $\beta = 0.00$ ° Factor de seguridad $FS = 3.00$		
$q_u = cN_c S_c d_c i_c + q_s N_q S_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma d_\gamma i_\gamma$		
Tipo de falla: Corte genreal (suelos densos) A Corte local (suelos sueltos como arenas poco densas, limos blandos, etc.) B $C' = 0.02$ $\phi' = 20.36$ °		
Calculando los factores de capacidad de carga y forma:		
Factores de capacidad de carga $N_c = 15.176$ $N_q = 6.631$ $N_\gamma = 5.663$	Factores de forma $S_c = 1.030$ $S_q = 1.026$ $S_\gamma = 0.972$	
Factores de profundidad $d_c = 1.359$ $d_q = 1.283$ $d_\gamma = 1.000$	Factores de inclinación $i_c = 1.000$ $i_q = 1.000$ $i_\gamma = 1.000$	
Reemplazando en la formula se tiene: $q_u = 32.47$ Tn/m ²		
Finalmente		
Capacidad última de carga	$q_u = 3.25$ Kg/cm ²	
Con: $FS = 3.00$		
Se tiene finalmente:		
Capacidad admisible de carga	$q_{adm} = 1.08$ Kg/cm ²	

3.2. Diseño de Cimentación bajo la norma API-650.

DISEÑO DE CIMENTACIÓN SEGÚN LA NORMA API650		 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
PROYECTO:	"DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA TANQUES ATMOSFERICOS BAJO LA NORMA API650 Y BAJO LA NORMA UNE-EN 14015 EN LA REFINERIA LA PAMPILLA 2018".	
ALUMNOS	: ANTONY EDDY CONTRERAS CONTRERAS : ALFREDO GUADAÑA CHACON	
I. INFORMACIÓN GENERAL		
UBICACIÓN	DEPARTAMENTO: LIMA DISTRITO: VENTANILLA PROVINCIA: PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
FICHA TECNICA DE DATOS Y CARACTERÍSTICAS:		
DIAMETRO NOMINAL DE TANQUE:	21.00 m	
ALTURA DE TANQUE	14.4	
ALTURA DE LLENADO	13.2	
VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	30.000 barriles o 4.447 m ³	
GRAVEDAD DE DIESEL 2	0.86 kg/cm ³	
PRESIÓN DE DISEÑO	ATMOSFERICA	
MATERIAL:	ASTM A36	
II. CALCULO DE LA CIMENTACIÓN		
DATOS Y MATERIALES		
P _{suelo} =	1.9 Kg-cm ²	B ₁ = 0.525 m
Q _{adm} =	1.08 Kg-cm ²	B ₂ = 0.525 m
Q _{adm} =	1.50000 kg-m ³	E ₁ = 0.25 m
M _{cimen} =	4023.066 kg-m	E ₂ = 0.15 m
W _s =	59.662 Kg	t = 0.40 m
W _t =	6.778 Kg	B = 1.45 m
D _{tanque} =	21 m	L = 66.0 m
G =	0.86 kg/cm ³	H _{tanque} = 14.40 m
G =	860 kg-m ³	H _{fluido} = 13.20 m
F ^c =	210 Kg/cm ²	D _{f.viga} = 0.90 m
F ^y =	4200 Kg/cm ²	D _{f.terre.exter.} = 0.60 m
B _{zapata} =	1.45 m	D _{canto} = 22.55 m
B _{zapata} =	145 cm	E _{tanque} = 11.28 m
H _{zapata} =	0.35 m	
		
		
		
1. CALCULO EL MOMENTO POR VOLTEO.		
Datos obtenidos en el calculo de momento y calculo del tanque.		
$\sigma t = \frac{P}{A} \pm \frac{M}{I}$		
*Momento sobre anillo	Mrw = 4023.066 Kg-m	
* Peso del cilindro sobre cimentación	W _s = 0.904 kg-cm = 904 kg-m	
* Peso del domo sobre el anillo	W _{rs} = 0.103 kg-cm = 103 kg-m	
* Vamos hallar el peso del fluido por metro circunferencial.	$1.0 \text{ m} \times 0.01 \text{ m} \times 13.20 \times 860 \text{ kg} = m^3 (\text{densidad del fluido})$	
	= 114 kg-m	
	P_{liquido} = D_{fluido} x (E₂+B₁)	
	P _{liquido} = 7695 Kg-m	E ₂ = 15 cm
		B ₂ = 52.5 cm
* Hallando peso del Suelo interior.	P_{suelo.interior} = B₂ x D_{f.viga} x P_{suelo}	
	P _{suelo.interior} = 898 kg-m	
* Hallando peso de suelo exterior	P_{suelo.exterior} = B₁ x D_{f.terren.ext.} x 1 x P_{suelo}.	
	P _{suelo.exterior} = 599 kg-m	
* Peso de cimentación	P _{ciment.} = (t x D _{f.viga} + B _{zapata} x H _{zapata}) x 1 x R _{concret.}	
	P _{ciment.} = 2082 Kg-m	
* Hallando peso total que actua sobre el anillo.	P _t = 12,280 Kg	
		
Distribución de cargas sobre anillo de cimentación.		

2. HALLANDO LA INERCIA.

Se va a realizar la siguiente ecuación para hallar la inercia:

$$D = D_{\text{tanque}} + (E1 + B1) \times 2$$

$$D = 22.55 \quad \text{m}$$

$$d = d_{\text{tanque}} + (E2 + B2) \times 2$$

$$d = 19.65 \quad \text{m}$$

$$C = 11.28 \quad \text{m}$$

FORMULA DE INERCIA:

$$I = \frac{\pi (D^4 - d^4)}{64} \quad I = 5,374 \quad \text{m}^4$$

$$\sigma t = \frac{P}{A} \pm \frac{M}{I} \quad Pt = 0.85$$

$$Pt = 0.846$$

Momento por volteo = 1.69 kg-cm²

EL FACTOR DE SEGURIDAD POR VOLTEO

$$Fs = Pt \geq 0.02$$

$$Fs = 1.69 \text{ kg-cm}^2 > 0.02 \text{ kg-cm}^2$$

CUMPLE

3. DISEÑO DE LA ARMADURA:

Se usará Acero grado 60 con un límite de fluencia de $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$, norma ASTM A 615

Para el concreto de $F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

$$V = 8,085 \quad 8,085$$

$$M = \frac{Q_{adm} \times B^2 \times 2}{2}$$

$$M = 2,122 \quad \text{kg-m}$$

NOTA: Para la armadura vamos a diseñar por rotura o por resistencia ya que la norma norteamericana considera que las cargas producidas por el sismo son cargas últimas y lo que se debería hacer es amplificar la carga muerta y carga viva. Haremos el diseño por esfuerzos permisibles y usaremos la carga que hemos calculado.

$$M = 1.488 \text{ kg-m} = 2122 \text{ kg-cm}$$

$$AS = \frac{M}{\phi \times F_y \times (d-a/2)}$$

$$AS = 0.06 \quad \text{cm}^2$$

También tenemos como referencia al ACI318 en el capítulo de losas y cimentaciones nos brinda la siguiente fórmula:

$$AS = 0.0018 \times 35 \times 100$$

$$AS = 6.3 \quad \text{cm}^2$$

Si nos ponemos a analizar las dos fórmulas obtenidas por las normas norteamericanas trabajaremos con la de mayor A_s .

$$A_s = 6.3 \text{ cm}^2 \rightarrow 1.27$$

$$6.3$$

$$A_s = 0.20$$

Por lo que se usará acero de 1/2 repartidos cada 0.20 m.

VERIFICANDO EL CONCRETO A COMPRESIÓN SUPONIENDO QUE LA ARMADURA NO TOMA COMPRESIÓN.

$$212.200 \leq E_viga \times F'_c \times E_viga \times 100 \times \text{Long. Cir.}$$

$$212.2 \leq 3018093.75$$

CUMPLE

VERIFICANDO DEL CORTE DE LA CARA DE LA BASE CON EL ANILLO.

$$V_c \text{ permisible} = 0.29 \sqrt{F'_c}$$

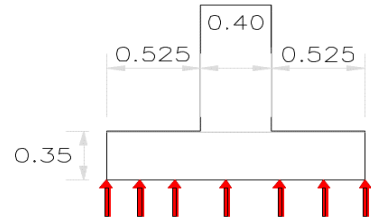
$$V_c \text{ permisible} = 4.2 \quad \text{kg-cm}^2$$

$$V_c = 23100 = 2.31 \quad \text{kg-cm}^2$$

$$23100 > 8,085$$

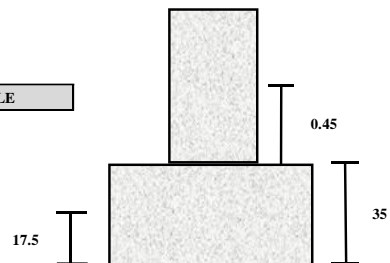
$$V_c > V_n \quad \text{CUMPLE}$$

Realizamos las verificaciones y concluimos que el acero será repartido en la zapata de $\phi 1/2$ tanto como en la parte superior e inferior.



$$1.54 \text{ kg/cm}^2 = 15400 \text{ kg/m}^2$$

DIMENSIONES NOMINALES NOMINAL DIMENSIONS					
Calibre Pulgadas Gauge Inches	Calibre mm Gauge mm	No. Designación Designation Number	Peso Nominal en Kg./m. Nominal Weight in Kg./m.	Área Sección Transversal mm ² Cross Section Area mm ²	Perímetro mm. Perimeter mm.
3/8	9.5	3	0.560	71	29.8
1/2	12.7	4	0.994	127	39.9
5/8	15.9	5	1.552	198	50.0
3/4	19.1	6	2.235	285	60.0
1	25.4	8	3.973	507	79.8
1 1/4	31.7	10	6.225	794	99.9
1 1/2	38.1	12	8.938	1140	119.7



CALCULO DEL EMPUJE ACTIVO

Se tiene el empuje en la sección de la viga apoyada en la zapata la cual sufre empujes por el peso del suelo y peso del líquido almacenado. Tenemos una ecuación para obtener ese empuje.

$$E = \frac{1}{2} * \gamma * K * H (h + 2hsc)$$

Donde:

Y : Peso específico del suelo = 1900 kg/m³

h : Altura del anillo = 0.9 m

hsc : altura del líquido x densidad del fluido

$$\frac{\text{Peso específico del fluido}}{\text{Peso específico del suelo}} =$$

hsc = 5.97 m

k= Es coeficiente de presión lateral del suelo el cual el código ACI318 le da un valor de = 0.3

Reemplazando en la fórmula los valores:

E = 3296 kg-m

Hallando la cuantía de acero de la viga superior.

$$2T = E * D$$

T = 34607

Tenemos un esfuerzo permisible de F's = 2100 kg-cm

F's = 2100 kg-cm

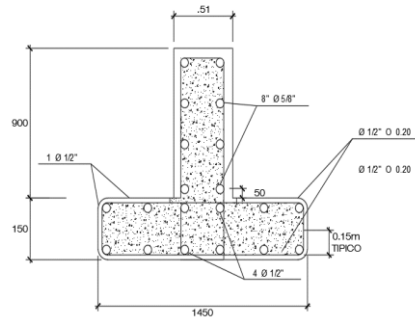
$$As = T/Fs$$

As = 16.5 cm²



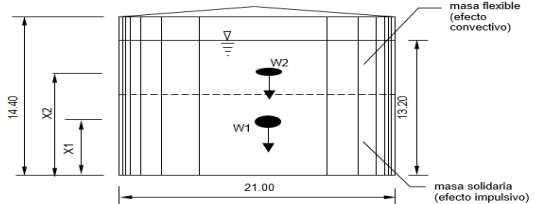
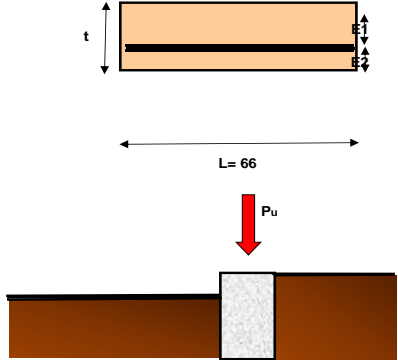
Buscando acero de refuerzo para la viga superior.

Dacero = 8 varillas de 5/8

DIMENSIONES NOMINALES NOMINAL DIMENSIONS					
Calibre Pulgadas Gauge Inches	Calibre mm Gauge mm	No. Designación Número	Peso Nominal en Kg./m. Nominal Weight in Kg./m.	Área Sección Transversal mm ² Cross Section Area mm ²	Perímetro mm. Perimeter mm.
3/8	9.5	3	0.560	71	29.8
1/2	12.7	4	0.994	127	39.9
5/8	15.9	5	1.552	198	50.0
3/4	19.1	6	2.235	285	60.0
1	25.4	8	3.973	507	79.8
1 1/4	31.7	10	6.225	794	99.9
1 1/2	38.1	12	8.938	1140	119.7



3.3. Diseño de Cimentación bajo la norma UNE-EN14015.

DISEÑO DE CIMENTACIÓN SEGÚN LA NORMA UNEN-EN14015					
PROYECTO:	"DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA TANQUES ATMOSFERICOS BAJO LA NORMA API650 Y BAJO LA NORMA UNE-EN 14015 EN LA REFINERIA LA PAMPILLA 2018".	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL			
ALUMNOS	: ANTONY EDDY CONTRERAS CONTRERAS : ALFREDO GUADAÑA CHACON				
I. INFORMACIÓN GENERAL					
UBICACIÓN:	DEPARTAMENTO:	LIMA			
	DISTRITO:	VENTANILLA			
	PROVINCIA:	PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO			
FICHA TECNICA DE DATOS Y CARACTERÍSTICAS:					
DIAMETRO NOMINAL DE TANQUE:	21.00 m				
ALTURA DE TANQUE	14.4				
ALTURA DE LLENADO	13.2				
VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	30.000 barriles o 4.447 m3				
GRAVEDAD DE DIESEL 2	0.86 kg/cm3				
PRESIÓN DE DISEÑO	ATMOSFERICA				
MATERIAL:	ASTM A36				
II. CALCULO DE LA CIMENTACIÓN					
DATOS Y MATERIALES					
Psuelo =	1.84	Kg-cm2	t =	0.50	m
qadm =	1.08	Kg-cm2	Df =	1.00	m
qadm =	1.50000	kg-m3	L =	66.0	m
Ø =	29.1		Pliqu. =	7.695	tn/m
Ws =	72504	Kg	Htanque =	14.40	m
Wt =	8156	Kg	Hfluido =	13.20	m
Dtanque.	21	m	Df.viga =	0.90	m
G =	0.86	kg/cm3	Df.terre.exter. =	0.60	m
F'e =	210	Kg/cm2	Dcanto =	22.55	m
P'e =	2.400	tn	Etanque =	11.28	m
F'y =	4200	Kg/cm2			
WT=	80660	Kg/cm			
					
1. VERIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE.					
Vamos a realizar la comparación de la capacidad portante y los esfuerzo que se sobre ponen.					
$q_{adm} \geq \frac{P_{liquido} \times H}{2} + W + P_c \times D_f$		$W = \frac{W_{tanque}}{\pi \times D}$		$W_{cement.} = 1.200 \text{ kg-m}$	
$q_{adm} \geq 10.5$		$W = 1.223 \text{ kg}$		$W = 1.22 \text{ tn/cm}^2$	
$10.63 \geq 10.5$		CUMPLE			
2. REVISIÓN DE LA CAPACIDAD ADMISBLE SOBRE TANQUE.					
$q_{adm} \geq P_{liq.} \times H \times W/H + P_{suelo} \times l$					
$q_{adm} \geq 2.8$					
$10.63 \geq 2.8$		CUMPLE			

3. FALCULANDO LA FUERZA LATERAL.

$$FE = W/H \times Df \times Ka + Pliq. \times H \times Df \times Ka + Ps \times Df \times Ka$$

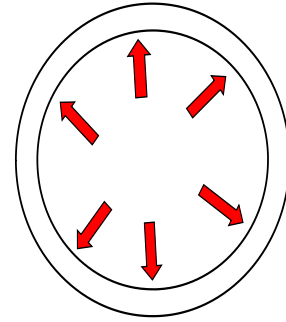
Hallando el coeficiente activo Ka :

$$Ka = \text{Tang}(45^\circ - \phi/2)^2$$

$$Ka = 0.35$$

$$FE = 4.59 \quad \text{Tn-m}$$

Estas fuerza lateral estara haciendo empuje en todo el perimetro interno del anillo de cimentación.



4. HALLANDO EL AREA DE ACERO POR FLEXIÓN.

$$\sigma = Pu / A$$

σ = Es el valor del esfuerzo

$$\sigma T = FE / AS$$

HALLANDO As :

$$AS = \frac{FE \times (\pi \times D)}{2 \times fs}$$

$$AS = 8.99 \quad \text{cm}^2$$

$$Dacero = 8.0 \quad \phi 12 \text{ mm}$$

Se usara 8 $\phi 12$ B 500 SD para la viga de cimentación.

El acero por temperatura o para estribos sera

Se usara:

$$et = 0.003$$

$$Dacero.t = 0.004982143$$

$$Ast = et \times b \times d$$

$$S = \frac{asb \times 100}{Ast}$$

$$Ast = 0.0014$$

Ast

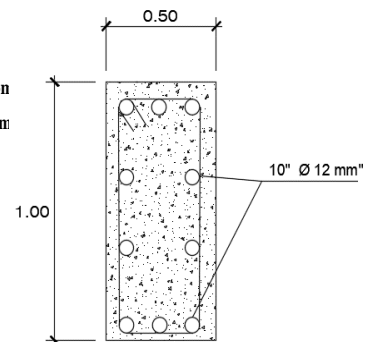
$$S = 0.099$$

Se usara 660 $\square \phi 10$ B 500 SD, estribos para toda la viga de cimentación.

$$S = @ 0.10 \text{ cm}$$

$$fs = 16825.2 \quad \text{kg-n}$$

$$fs = 16.825 \quad \text{tn-m}$$



PESO (kg/m) SEGÚN DIÁMETRO

DIÁMETRO DEL FIERRO.	ÁREA NOMINAL mm ²	PESO NOMINAL kg/mt	PESO MÍNIMO* kg/mt
6 mm	28	0.222	0.207
8 mm	50	0.395	0.371
3/8"	71	0.56	0.526
12 mm	113	0.888	0.835
1/2"	129	0.994	0.934
5/8"	199	1.552	1.459
3/4"	284	2.235	2.101
1"	510	3.973	3.735
1 3/8"	1006	7.907	7.433

5. VERIFICANDO EL FACTOR DE SEGURIDAD POR VOLTEO.

$$Fs = \frac{\epsilon Mr}{\epsilon Mact.} \geq 2.00$$

$$Mr = (Wliq + W tanq. + Wcimen.) \times e$$

$$Mr = 847023.398$$

$$Fs = 3.5 \quad \text{kg-m}$$

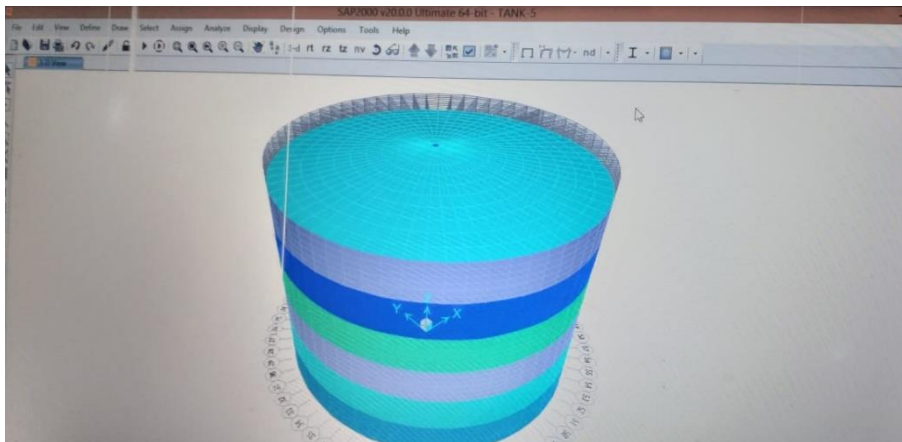
$$3.5 > 2.00$$

CUMPLE

3.4. Modelamiento en software SAP200 v.20.0.0

Las capacidades iniciales fueron consideradas teniendo en cuenta los criterios mínimos indicado en los parámetros nacionales e internacionales, disminuyendo algunas medidas de elementos estructurales de tal manera que el proyecto sea optimo y sismorresistente. Lo que se espera es que la estructura trabaje dúctilmente y que cumpla con los parámetro obligatorios que manda los parámetros de la norma API650, el modelo matemático computacional es la representación a proyectar en la realidad y su simulación es el comportamiento esperado ante sus solicitaciones, se tiene en cuenta que el modelo estructural no incluye los efectos de temperatura, vibraciones ambientales y niveles freáticos, los factores de seguridad controlan las cargas externas a considerar que están presente en el modelo a diseñar.

Figura.9: Modelamiento de tanque.



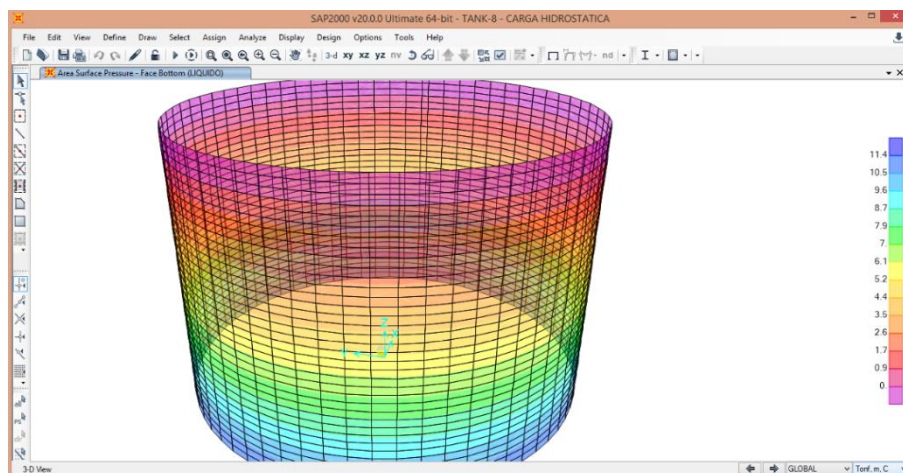
Fuente: Elaboración propia.

Obtenemos las máximas y mínimas presiones que efectúa el líquido alrededor de las planchas del cilindro por cada capa distribuida respectivamente.

Si nos damos cuenta las presiones en el fondo de la primera plancha las presiones son de 11.4 tm-m².

También observamos las presiones de la primera capa que es mínima ya que es la capa que menos presión soporta ya que el líquido comprimido y almacenado se encuentra en la parte del fondo del cilindro.

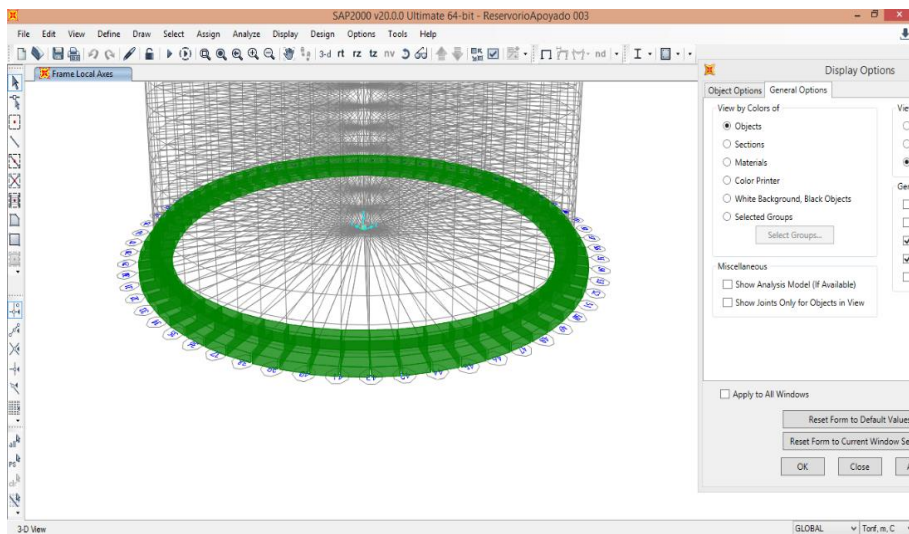
Figura 9.1: Modelamiento de tanque con máxima presiones del líquido.



Fuente: Elaboración propia.

Modelado de la cimentación y paredes del anillo de Acero soldado que recorre todo el anillo del cimienta para formar el cilindro.

Figura. 9.2: Modelamiento de la cimentación anular.

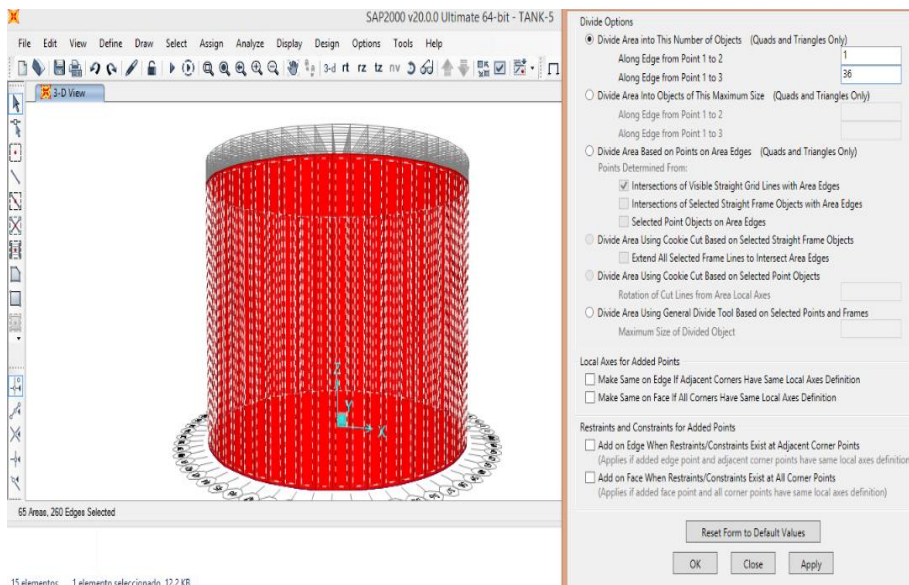


Fuente: Elaboración propia.

Dándole el respectivo material al diseño y elevado de las paredes en el software SAP2000 trabajando con planchas ASTM A36 de diferentes diámetros.

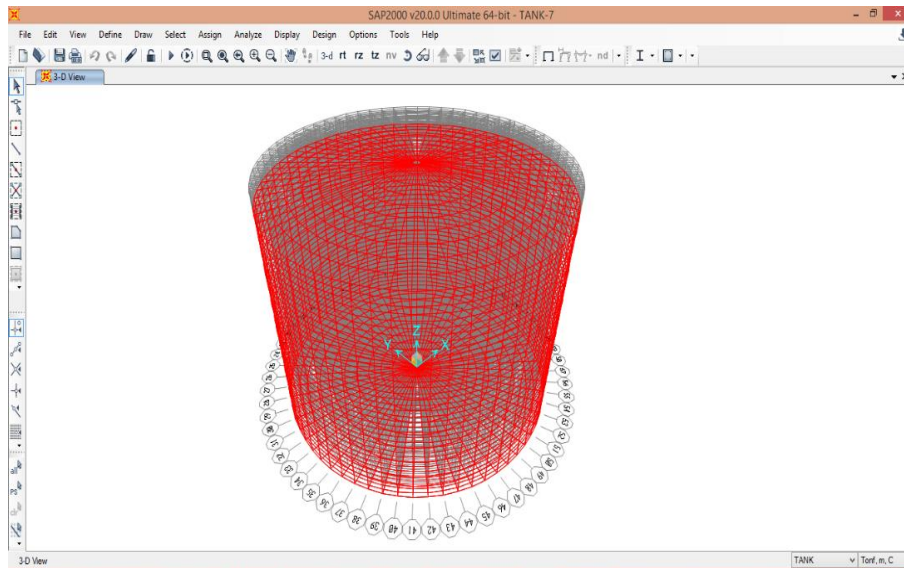
Encontramos así los diámetros en los cálculos manuales con fórmulas obtenidas de la norma API650 en sus diferentes apéndices. Se obtienen planchas metálicas de 12mm, 10mm 8mm y 6mm.

Figura. 9.3: Modelamiento de las paredes del cilindro tanque.



Fuente: Elaboración propia.

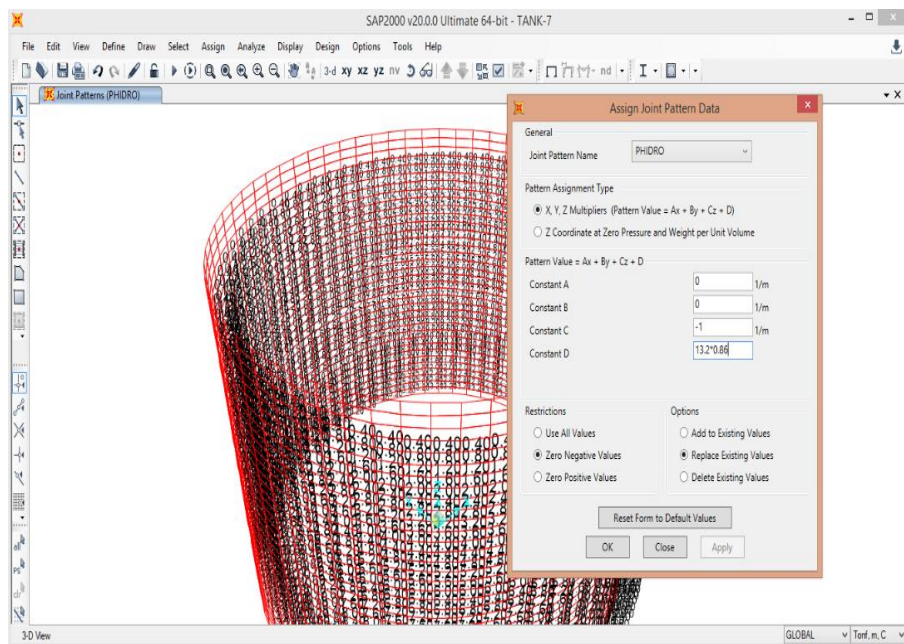
Figura. 9.4: Modelamiento de las paredes del cilindro tanque.



Fuente: Elaboración propia.

Diseño y combinación de cargas teniendo en cuenta el espectro SISMICO Y HIDRODINAMICO para el modelamiento del tanque atmosférico, para poder realizar presiones al tanque en todas sus planchas para encontrar la deformación o falla de las planchas de acero.

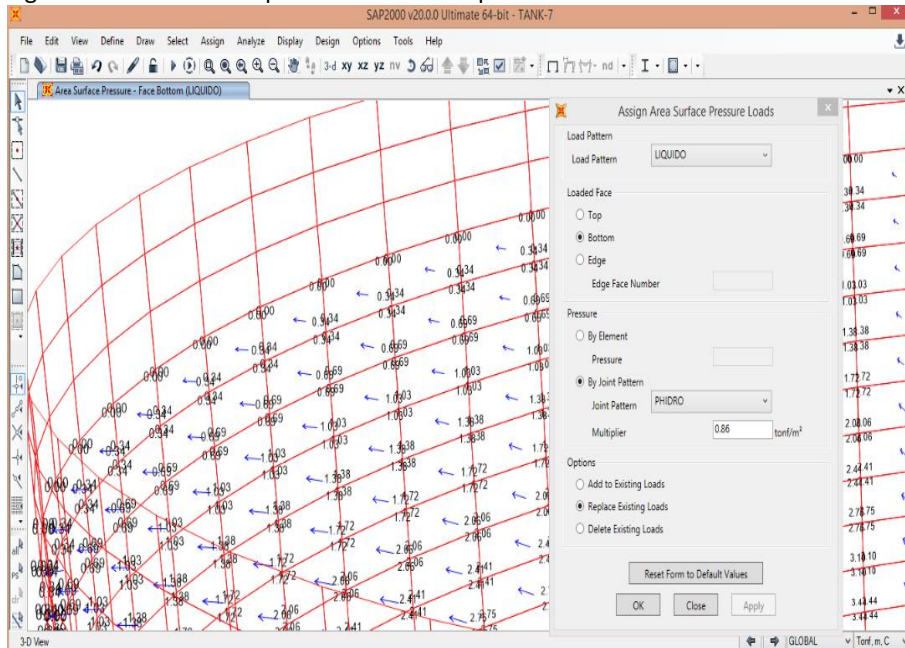
Figura 9.5: Esfuerzo hidrodinámico efectuando presiones a las paredes del tanque.



Fuente: Elaboración propia.

Fuerzas del líquido actuando sobre las paredes de planchas de Acero soldados.

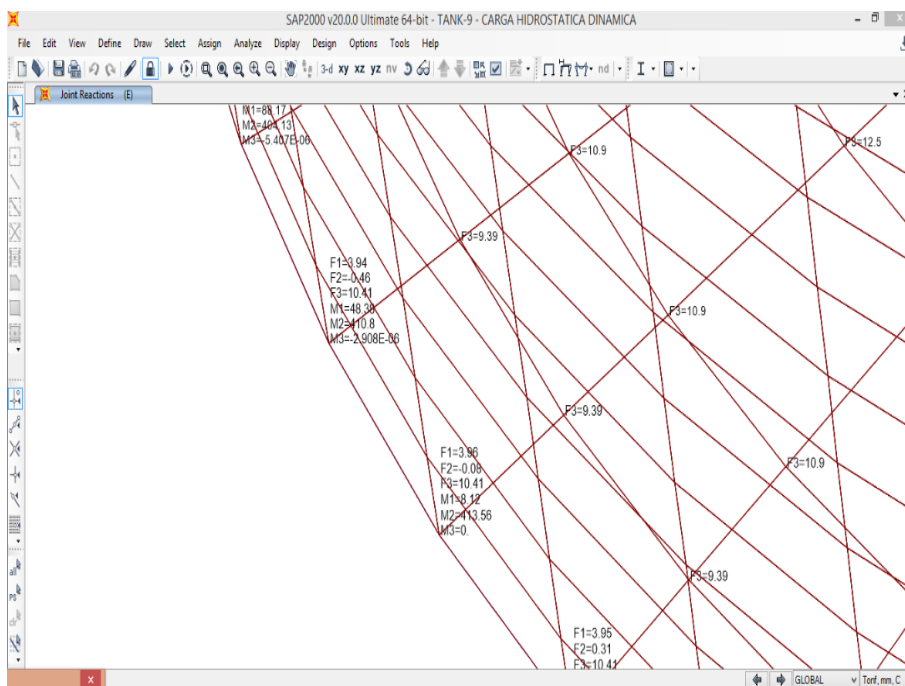
Figura. 9.6: Esfuerzo de presiones en el tanque.



Fuente: Elaboración propia.

Máximas cargas de anillos de acero del tanque, domo del tanque y peso del líquido comprimido hacia la cimentación. Se puede visualizar los pesos y máximo momento obtenido por las cargas concentradas en el anillo de cimentación. Estos datos son obtenidos por la combinación de cargas efectuadas por el sap2000.

Figura. 9.7: Esfuerzo de presiones en el tanque.

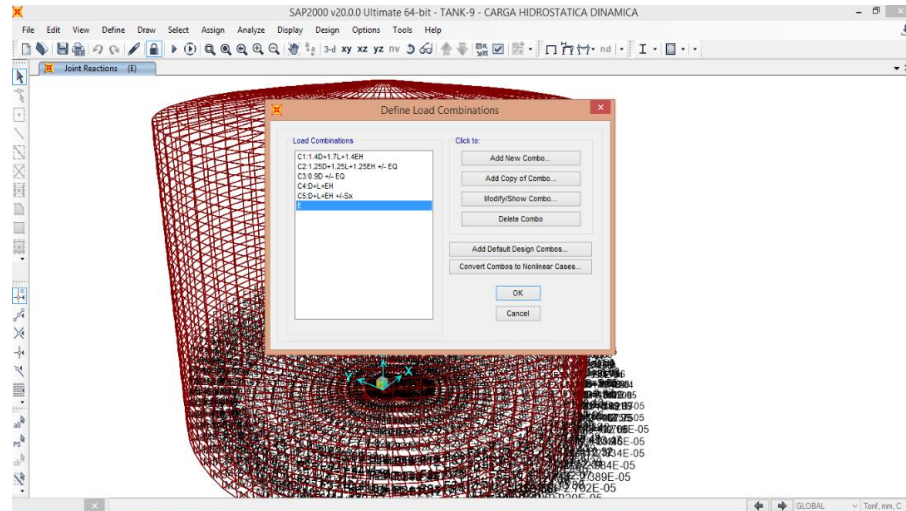


Fuente: Elaboración propia.

Combinaciones de carga para realizar la simulación en el software sap2000 para obtener el esfuerzo a compresión y tracción del tanque.

Para la cual en estas combinaciones se encuentran las combinaciones de carga viva, carga muerta, sobrecarga, carga por sismo, cargas hidrodinámicas. La cual obtenemos cargas por la envolvente que es la que nos brinda los picos más alto de las combinaciones de cargas que se superponen.

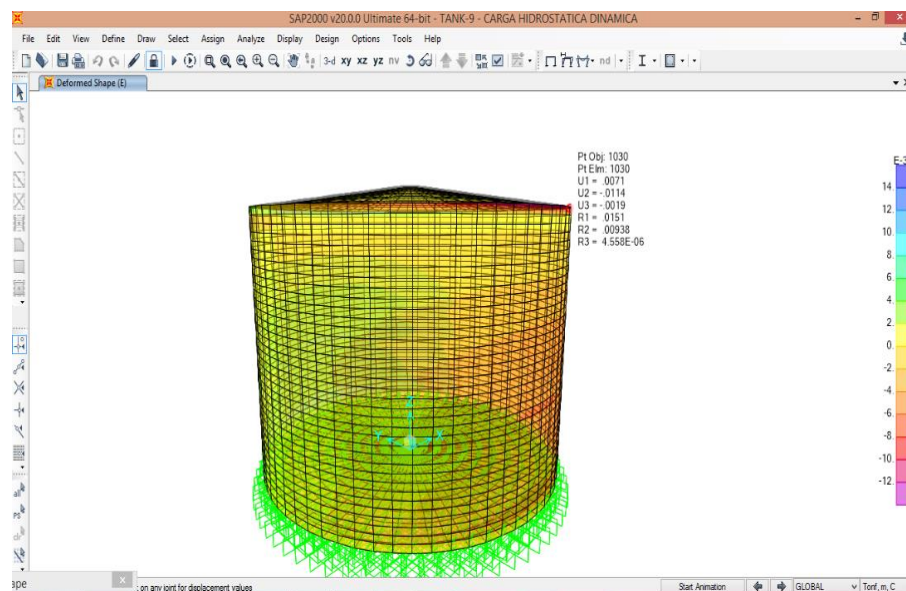
Figura 9.8: Combinaciones de carga.



Fuente: Elaboración propia.

Desplazamiento lateral del tanque en la cual simulando las cargas combinadas obtenemos un desplazamiento de 0.02 cm hacia los costados en una simulación de sismo y cuando este tanque se encuentre en funcionamiento.

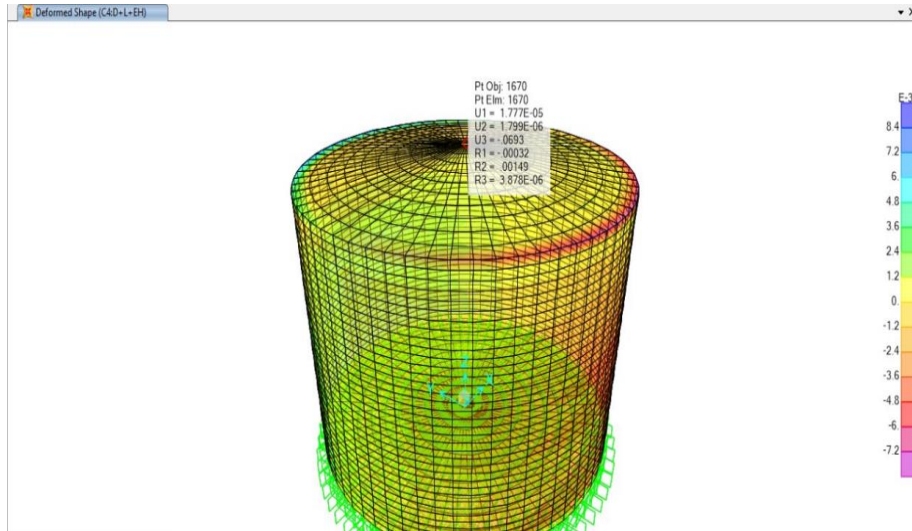
Figura 9.9: Máximos desplazamientos del tanque.



Fuente: Elaboración propia.

Desplazamiento de compresión del tanque en la parte del domo la cual simulando las cargas combinadas obtenemos un desplazamiento de 0.07 cm hacia abajo haciendo que este domo se desplace para la cual se tendrá que proponer las alturas del domo en 0.10 cm más para que esta llegue a su diseño.

Figura. 9.10: Máxima compresión.



Fuente: Elaboración propia.

IV. DISCUCION

Los resultados de esta investigación nos afirman las hipótesis planteadas, la cual refleja que la norma API-650 y la norma UNE-EN 14015 contribuyen significativamente al diseño de cimentaciones de tanques atmosféricos, las cuales proporcionan parámetros y condiciones para un buen diseño, estas normas se deben seguir estrictamente para lograr un diseño óptimo. Así también se considera válida nuestra segunda hipótesis de que las condiciones de cargas en las que contemplamos todas las solicitaciones que son producidas por cargas vivas, cargas muertas y también cargas sísmicas son las que influyen en el diseño de cimentaciones para tanques atmosféricos bajo la norma API-650, esta nos proporciona ciertas combinaciones de cargas y amplificaciones de algunas cargas que debemos tomar en cuenta para el diseño, ya que con ellas se obtendrá la carga total que se apoyará en nuestra cimentación.

La investigación expuesta por Garza (2000), utiliza un cálculo sísmico con referencia a que su país México está expuesto a sismos severos y también a que este país no cuenta con un buen suelo por lo que predomina los suelos blandos, esta investigación concuerda con la nuestra, ya que nuestra investigación busca a ser un análisis sísmico para el diseño de cimentación de estos tanques atmosféricos, el cual en sus combinaciones sísmicas le incrementa a su factor suelo un grado de seguridad, a diferencia de nuestra investigación el autor concluye que para estos tipos de tanques contando que su suelo es demasiado blando se debe realizar una cimentación profunda incluso propone pilotaje o una platea de cimentación para estas cimentaciones, en cambio en nuestro diseño nos arrojó una cimentación superficial ya que nuestro país cuenta con suelos adecuados para cimentar, otra gran diferencia es que este autor no solo trabaja con la norma API-650 también trabaja con la norma proporcionada por Pemex que regula estos tanques en el país de México.

En relación a los parámetros de la norma API-650 y el uso adecuado de esta norma sobre el diseño de cimentación bajo estos parámetros o estándares, confirman lo dicho por León (2010) el cual en su investigación proporciona o genera como producto final una guía o un manual para el diseño estructural de cimentaciones de tanques atmosféricos bajo la norma API-650 aplicada a su país Guatemala, a diferencia de nuestra investigación y haciendo uso del conocimiento de la norma no concordamos con lo establecido en su investigación ya que el autor propone enfáticamente como única solución al momento del volteo producido por sismo y viento, el uso de anclajes mecánicos para eliminar el momento de volteo de estos tanques sin importar las

dimensiones que tengan, ya que para el autor los anclajes mecánicos brindan un factor de seguridad ante éstas solicitaciones, en cambio nosotros proponemos una zapata en forma de T invertida la cual brinda estabilidad al tanque, y esta estructura soporta de manera eficiente los momentos de volteo, con este diseño se genera un gran ahorro económico ya que como lo sustenta la Norma API-650 al usar anclajes el costo del tanque es mayor y solo es requerido cuando sea necesario.

La evaluación del proceso constructivo para un anillo de cimentación es de carácter obligatorio ya que va a depender mucho la vida útil de la estructura, como bien lo expresa Filippi (2012), el cual como su compatriota León (2012) su producto final de investigación es proporcionar un manual de diseño y construcción, pero en este caso se enfoca de manera muy particular a los procesos constructivos del anillo de cimentación, por lo que nos brinda ciertas recomendaciones al momento de construir nuestro anillo de cimentación, también nos brinda las formas de mejorar la resistencia de los suelos ya que el autor propone un mejoramiento de material a través de un intercambio es decir lo que el autor propone es extraer el material de la zona y cambiarlo por un material de préstamo y así asegurar que el nuevo material soporte la carga del tanque ya que en su investigación al igual que la nuestra el 70% del peso del tanque y del fluido de almacenamiento descansa en la tierra, a diferencia de nuestra investigación el propone compactar este material en capas de 0.40m y lo que proponemos nosotros es compactar a capas de 0.20m.

Los programas de cálculo facilitan el diseño de algunas estructuras como bien lo sustenta Manzanero (2015), este autor plantea una hoja de Excel para calcular los parámetros de diseño el cual se rige en el momento de escoger los materiales a lo que establece su norma UNE-EN 14015 la cual le brinda ciertos materiales y requisitos para la fabricación de estos tanques soldados, estamos de acuerdo que el programa Excel es una herramienta de gran ayuda pero no debe ser la más importante ya que para diseñar el tanque lo tenemos que modelar ante programas estructurales como se realizó en nuestra investigación, cabe recalcar que este autor no referencia a un diseño sísmico ya que como se establece España no es un país altamente sísmico por lo que se desprecia ciertos parámetros sísmicos de la norma API-650.

El análisis sísmico es de gran importancia para realizar un buen diseño de cimentación para tanques atmosférico como bien lo señala Aranda (2011), el cual en su investigación refleja el análisis sísmico para estas estructuras, se concuerda mucho con esta investigación ya que ambas toman como referencia la norma API-650, y siguen

estrictamente lo que suscribe, asu vez se contempla algunas normas externas para resolver problemas que surgen en el diseño y que no está contemplada en el API-650, tal cual como lo plantea esta norma en su Apéndice 2 “referencias”, el autor realiza el diseño sísmico del tanque siguiendo los parámetros del API-650 pero también de las norma norteamericana (ASCE 7-10), norma peruana (E-030) y norma Chilena (Nch-2369), los cuales le arrojan diferentes modos espectrales para un mismo sismo que el plantea, logrando así hacer un análisis comparativo de cual diseño es más conservador y apropiado para la zona costera del Perú, si es necesario aportar con la modificación de la norma peruana(E-030) para estas estructuras, se concuerda con esta investigación que nuestra norma E-030 es muy básica para estos diseños ya que esta norma esta direccionada para Edificios, la cual al momento de combinar cargas o amplificarlas debemos de tomar como referencia normas extranjeras ya que la nuestra está delimitada para estos tanques, se da la razón a esta investigación que la relación de esbeltez es un parámetro muy importante para el dimensionamiento del tanque ya que con esta relación se puede analizar el uso de anclajes mecánicos para los tanques atmosféricos, se concuerda con los resultados de esta investigación ya que el autor plantea un diseño de anillo circular compuesta por dos estructuras formando una estructura que impide el volteo o levantamiento producido por efectos del sismo y con este diseño de zapata se logra eliminar el posible uso de anclajes mecánicos para estabilizar los tanques.

IV. CONCLUSIONES

Mediante este análisis comparativo de las normas API-650 y la norma UNE-EN 14015 se logró determinar la contribución que proporciona la norma API-650 mediante sus ecuaciones de diseño de cargas que facilitaron el diseño de cimentación de tanques atmosféricos, a su vez también se logró determinar la contribución que proporciona la norma UNE-EN 14015 mediante el cálculo de asentamientos que se efectúan en el diseño de cimentaciones para tanques atmosféricos.

se logró determinar que el diseño propuesto por la norma API-650 se asemeja para la zona peruana ya que sus normas son semejantes y sus ecuaciones de cargas son similares las cuales se pueden introducir al diseño del espectro de respuesta peruana.

Se determinó que el diseño propuesto por la norma UNE-EN 14015 se puede implementar en la zona de la selva ya que el coeficiente sísmico de esa zona es similar al coeficiente sísmico de la zona española.

Se determinó que el pre dimensionamiento influye en el diseño de cimentaciones para tanques atmosféricos, ya que cada norma utiliza diferentes tipos de materiales, como es el caso de la norma API-650 la cual en su diseño propuesto se utiliza una plancha de metal de acuerdo a lo que establece la norma ASTM A 36, por su parte la norma UNE-EN 14015 utiliza planchas de acero al carbono con una designación de S275 JR la cual es regulada por la norma UNE-EN 10025.

Se concluye que la relación de esbeltez según lo indicado en la norma API-650 es un parámetro fundamental que se debe considerar al momento de dimensionar el tanque atmosférico, pero también se debe considerar que existen otros parámetros fundamentales la cual dependerá mucho la masa del fluido y la altura del tanque las cuales se deben analizar en cada caso de manera particular.

Se logró proponer un diseño de cimentación y tanque atmosférico que su capacidad nominal fue de 30,000 barriles la cual siguiendo la normativa del API-650 se tendrá que usar anclajes mecánicos, pero mediante el pre dimensionamiento del tanque y del anillo circular se logró evitar la colocación de estos anclajes, reduciendo su costo económico.

Se logró comparar los cálculos hallados manualmente con los cálculos arrojados por modelación que se realizó mediante el programa SAP 2000, en el cuál se modeló dicho tanque atmosférico.

IV. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones para posteriores investigaciones son las siguientes:

- Se recomienda que al momento de diseñar estas cimentaciones y diseñar los tanques atmosféricos en la zona peruana en el caso particular de la costa es decir la zona 4 se debe diseñar con una combinación de aceleración impulsiva y aceleración convectiva de 0.29g y 0.10g.
- Se recomienda que al usar el valor para el periodo de transición de periodo largo (TL) el cual la norma API-650 le asigna un valor de 4 para casos fuera de EE. UU se debe considerar los valores que le asigna a ciertas ciudades de EE. UU las cuales tienen las mismas características que las zonas donde van a diseñar.
- Se recomienda el mejoramiento del suelo mediante mejoramiento químico o intercambio de material para establecer un mejoramiento en la capacidad portante del suelo ya que la mayor parte del peso del tanque se va a apoyar directamente en el suelo.
- Se recomienda que solamente en caso que sea necesario se debe anclar los tanques tal y como lo establece la Norma API-650. el cual para los anclajes se recomienda usar pernos de un diámetro de ϕ 1' 1/4 como máximo.
- Se recomienda identificar el tipo de fluido de almacenamiento ya que de este va a depender la forma del tanque y de sus respectivas partes.
- Se recomienda hacer un modelamiento del tanque atmosférico en programas estructurales para que aseguren un buen diseño.
- Se recomienda diseñar un cubeto para atenuar posibles fugas que se produzcan en los tanques atmosféricos, esta estructura deberá tener algunas características del anillo de cimentación.
- Se recomienda que los cubetos deben tener una capacidad mayor o igual al de la capacidad de almacenamiento nominal, y estos cubetos deberán ser de concreto armado.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Aranda, P. (2011). *Diseño de Tanques de Acero Soldado Apoyados sobre el Suelo para Almacenamiento de Hidrocarburos*. Tesis de Pre grado, Mención: Ingeniería Civil, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
- Barrios, C. (2002). *Diseño de Tanques de Almacenamiento de Hidrocarburos Líquidos e Impacto Ambiental*. Tesis de Pre grado, Mención: Ingeniería de Petróleo y Petroquímica, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Borgma, Di Cosimo y Figoli (2001), *Petróleo y Gas Natural Reservas, Procesamientos y Usos, Santa Fe, Argentina, UNL*.
- Bowles, J. (1981). *Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil, México DF, México, McGraw-Hill de México*.
- Barbat, A. (1983). *Calculo Sísmico de la Estructura. Barcelona, España, Editores Técnicos Asociados S.A.*
- Badiola, V. (2004). *Departamento de Ingeniería Mecánica, Energética y de Materiales*. Recuperado de:
http://www.imac.unavarra.es/web_imac/pages/docencia/asignaturas/DyCDM/DyCDM_cap3-pdf.
- Cerda. H. (1991). *Los Elementos de la investigación*. Bogotá. Colombia. Editorial El Búho
- Corral. Y. (2009). *Validez y Confiabilidad de los Instrumentos de investigación para la Recolección de Datos*. Carabobo. Venezuela
- Días, J. (2006), *Mecánica de los Fluidos e Hidráulica*. Cali, Colombia. Universidad del Valle.
- Egg.A.(2011). *Nociones Básicas para la Investigación Social*. Córdoba. Colombia. Editorial Brujas
- Filipi, A (2012). *Proceso constructivo del anillo de cimentación para tanques de almacenamiento de hidrocarburos*. Tesis de pre grado, Mención: Facultad de Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Garza, L. (2000). *Diseño y Calculo de Tanques de Almacenamiento*. Tesis de pre grado, Mención: Facultad Nacional de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

- Graux. D. (1975). *Fundamento de Mecánica de Suelo, Proyecto de Muros y Cimentaciones*. Barcelona. España, Editores Técnicos Asociados.
- Manzanero, J (2015). *Diseño de una Hoja Excel para un Tanque de Almacenamiento de Gasóleo de Automoción*. Tesis de pre grado, Mención: Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos Combustibles y Explosivos, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía, España.
- Martínez, S. (2012). *Método de Análisis Simplificado para un Nuevo Tipo de Cimentación en Suelos Blandos*. Tesis de pre grado, Mención: Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- León, J. (2010). *Guía para el Diseño Estructural de Cimientos y anclaje de Tanques de Almacenamiento Tipo API650*. Tesis de pre grado, Mención: Facultad de Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 31
- Monje. A. (2011). *Metodología de la Investigación Cuantitativa y Cualitativa*. Colombia.
- Pemex. (2008). *Diseño de Tanque Atmosférico*. Documento N° NRF-113, México.
- Rico y Del Castillo. (2005). *La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres*. México DF, México, Limusa Noriega Editores.
- Riley y Sturges. (2004). *Ingeniería Mecánica Estática*. Barcelona, España, Reverte.S.A.
- Ramírez. T. (1996). *Como Hacer un Proyecto de investigación*. Caracas. Venezuela. Libros Guayana.
- Sampieri, Fernández y Baptista. (2014). *Método de la Investigación*. 6ed. Mexico.D.F. México. McGraw-Hill
- Teniente, A. (2016). *Análisis Comparativo en la Determinación de la Capacidad Admisible por los Métodos de Terzagui y Meyerhof, para el Diseño de Cimentación Superficiales Según las Características del Suelo de Inquilpata del Distrito de Anta*. Tesis de pre grado, Mención: Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Andina del Cusco, Cusco, Perú.
- Villalaz, C. (2004). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. México DF, México, Limusa Noriega Editores.
- Manual de Procedimientos de Ensayos de Suelos. (2015). Bogotá.


- American Society of Civil Engineers “ASCE 7-10 Minimum Design Loads for Building and Other Structures”. American Society of Civil Engineers. Primera Edición. Estados Unidos de Norteamérica 2010
- American Petroleum Institute. Diseño y construcción de tanque de almacenamiento: Norma Estándar API 650. EEUU
- Reglamento Nacional de Edificaciones. Suelos y cimentaciones: Norma E050.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. Cargas: Norma E020.
- Reglamento de Seguridad para el almacenamiento de Hidrocarburos (1994), Lima.
- Reglamento de Instalaciones Petrolíferas (2003), Cuenca, España, Litem.
- UNE-EN 14015. Especificaciones para el Diseño y Fabricación de Tanques de Acero Construido en el lugar de Emplazamiento, Verticales, Cilíndricos, de Fondo Plano, no Enterrados, Soldados, para el Almacenamiento de Líquidos a Temperatura Ambiente. (2005)

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

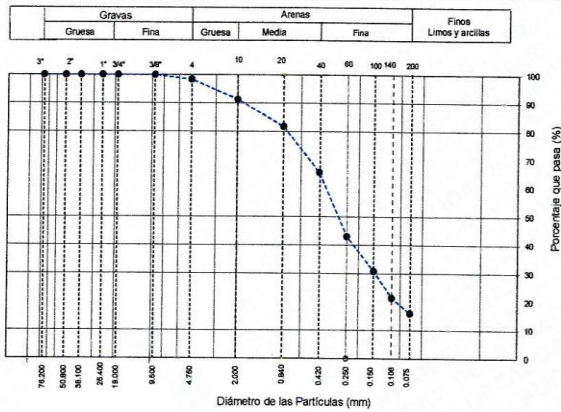
TITULO: "DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA TANQUES ATMOSFERICOS BAJO LA NORMA API650 Y BAJO LA NORMA UNE-EN 14015 EN LA REFINERIA LA PAMPILLA 2018"										
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA DE MEDICIÓN	METODOLOGIA
GENERAL	GENERAL	GENERAL								
¿En el Diseño de Cimentaciones para tanques atmosféricos como contribuye la norma API-650 y como contribuye la norma UNE-EN 14015 en la refinería la pampilla 2018 ?	Determinar la contribución que proporciona la norma API-650 y la contribución que proporciona la norma UNE-EN 14015 en el diseño de cimentaciones para tanques atmosféricos en la refinería la pampilla 2018	la norma API-650 y la norma UNE-EN 14015 contribuyen significativamente en el diseño de cimentaciones para tanques atmosféricos en la refinería la pampilla 2018	VARIABLE 1	Para el diseño de cimentaciones se deben considerar todas las cargas que actúen en el tanque para que estas sean transmitidas al suelo, la distribución de carga admisible por el terreno y el tipo de cimentación deberá ser decidido para cada caso en particular. Si se requiere mejorar las condiciones del suelo se puede mejorar mediante mejoración química o cambio de material por uno mejor, considerar lo establecido en el Apéndice "E" API-650 para las consideraciones sísmicas de diseño.	La cimentación deberá diseñarse primero con un predimensionamiento del tanque para conocer el peso total del tanque la cual serán sumados el peso del cuerpo y el peso del techo ya que estos generan una carga muerta la cual será transmitida al suelo, también se diseña bajo el Diseño de cargas para evitar las excesivas fuerzas de levantamiento o momento de volteo.	Predimensionamiento	Peso del cuerpo del Tanque	Ficha técnica	Razon	INVESTIGACIÓN BÁSICA, TIPO DE INVESTIGACIÓN APLICATIVA DE NIVEL DESCRIPTIVO NO EXPERIMENTAL
			Peso del techo del Tanque				Ficha técnica	Razon		
			Diseño de Cargas			Momento de Volteo	Ficha técnica	Razon		
						Peso del Fluido	Ficha técnica	Intervalo		
¿De qué manera influye en el Diseño de Cimentaciones para Tanques Atmosféricos la norma API-650 en el diseño de cargas en la Refinería la pampilla 2018?	Determinar la influencia de las condiciones de carga en el Diseño de Cimentaciones para Tanques Atmosféricos bajo la norma API-650 en la Refinería la Pampilla 2018	Las condiciones de cargas influyen significativamente en el Diseño de Cimentaciones para Tanques Atmosféricos bajo la norma API-650 en la Refinería la Pampilla 2018	VARIABLE 2	La Cimentación será diseñada para transmitir las cargas estáticas y dinámicas hacia el suelo sin ningún tipo de dificultades, así se debe considerar las diferentes etapas de la estructura que son: construcción, ensayos y mantenimiento, así también se debe tener en cuenta algunas cargas excepcionales que se puedan en el transcurso del tiempo. La capacidad portante del suelo se decidirá bajo un estudio de Mecánica de Suelos la cual arrojará las cargas máximas y permitidas y los posibles asentamientos.	La Cimentación deberá diseñarse bajo los parámetros de condiciones de cargas y el predimensionamiento del tanque las cuales son necesarias de calcular para verificar si la carga del suelo admisible pueda soportar dichas cargas sin presentar asentamientos que puedan poner en peligro la estabilidad y la vida útil de la estructura.	Condiciones de Carga	Carga muerta	Ficha técnica	Razon	
			Carga viva				Ficha técnica	Razon		
			Carga hidrostática				Ficha técnica	Razon		
¿Cómo influye en el Diseño de Cimentaciones para Tanques Atmosféricos bajo la norma UNE-EN 14015 el Pre dimensionamiento de Tanques en la Refinería La Pampilla 2018?	Determinar la influencia del pre dimensionamiento del tanque en el Diseño de Cimentaciones para Tanques Atmosféricos bajo la norma UNE-EN 14015 en la Refinería la Pampilla 2018	El pre dimensionamiento del tanque influye significativamente en el Diseño de Cimentaciones para Tanques Atmosféricos bajo la norma UNE-EN 14015 en la Refinería la Pampilla 2018	DISEÑO DE CIMENTACIONES BAJO LA NORMA UNE-EN 14015	La Cimentación será diseñada para transmitir las cargas estáticas y dinámicas hacia el suelo sin ningún tipo de dificultades, así se debe considerar las diferentes etapas de la estructura que son: construcción, ensayos y mantenimiento, así también se debe tener en cuenta algunas cargas excepcionales que se puedan en el transcurso del tiempo. La capacidad portante del suelo se decidirá bajo un estudio de Mecánica de Suelos la cual arrojará las cargas máximas y permitidas y los posibles asentamientos.	La Cimentación deberá diseñarse bajo los parámetros de condiciones de cargas y el predimensionamiento del tanque las cuales son necesarias de calcular para verificar si la carga del suelo admisible pueda soportar dichas cargas sin presentar asentamientos que puedan poner en peligro la estabilidad y la vida útil de la estructura.	Carga del Suelo Admisible	Capacidad Portante	Ensayo	Razon	
			DISEÑO DE CIMENTACIONES BAJO LA NORMA API-650				Asentamiento	Asentamientos Máximos	Ficha técnica	Razon
¿En qué grado influye en el Diseño de Cimentaciones para Tanques Atmosféricos bajo la norma API-650 los asentamientos producidos en los tanques en la Refinería la pampilla 2018?	Determinar La influencia de los Asentamientos en el Diseño de Cimentaciones para Tanques Atmosféricos bajo la norma API-650 en la Refinería la Pampilla 2018	Los Asentamientos influyen significativamente en el Diseño de Cimentaciones para Tanques Atmosféricos bajo la norma API-650 en la Refinería la Pampilla 2018		DISEÑO DE CIMENTACIONES BAJO LA NORMA API-650	La Cimentación será diseñada para transmitir las cargas estáticas y dinámicas hacia el suelo sin ningún tipo de dificultades, así se debe considerar las diferentes etapas de la estructura que son: construcción, ensayos y mantenimiento, así también se debe tener en cuenta algunas cargas excepcionales que se puedan en el transcurso del tiempo. La capacidad portante del suelo se decidirá bajo un estudio de Mecánica de Suelos la cual arrojará las cargas máximas y permitidas y los posibles asentamientos.	La Cimentación deberá diseñarse bajo los parámetros de condiciones de cargas y el predimensionamiento del tanque las cuales son necesarias de calcular para verificar si la carga del suelo admisible pueda soportar dichas cargas sin presentar asentamientos que puedan poner en peligro la estabilidad y la vida útil de la estructura.		Predimensionamiento	Asentamientos Diferenciales	Ficha técnica
			Peso del Tanque				Ficha técnica		Razon	

Anexo 2: Certificado de Laboratorio

	FORMATO	Código	AE-FO-01
	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	Diseño de cimentaciones para tanques admosféricos tipo API - 650 en la refinería La Pampilla 2018	Registro N°:	IGC18-LEM-441-01
Propietario	Alfredo Guadaña Chacón / Anthoni Eddy Contreras Contreras	Muestreado por :	N. Pizarro
Código del Proyecto	---	Ensayado por :	E. Suyón
Ubicación de Proyecto	Refinería La Pampilla	Fecha de Ensayo:	28/10/2018
Material	Arena limosa	Turno:	Diurno
Código de Muestra	---	Profundidad:	0.00 - 3.00 m
Sondaje / Calicata	C-1	Norte:	---
N° de Muestra	M-1	Este:	---
Progresiva	---	Cota:	---

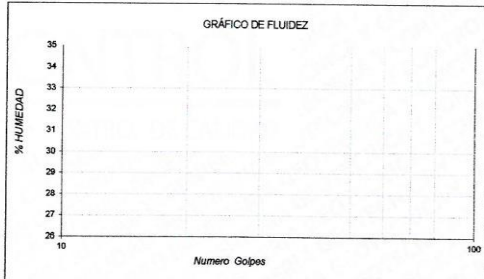
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	100.0	
3/4"	19.000	100.0	
3/8"	9.500	100.0	
N° 4	4.750	98.4	
N° 10	2.000	91.3	
N° 20	0.840	81.8	
N° 40	0.425	65.6	
N° 60	0.250	43.0	
N° 100	0.150	30.9	
N° 140	0.106	21.4	
N° 200	0.075	16.0	



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.8
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/- 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	SM - Arena limosa color marrón claro en condición parcialmente húmeda de finos no plásticos.
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	tamizado integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"




LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	---
ÍNDICE DE LIQUEZ (IL)	---
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SM
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-2-4 (0)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena limosa

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	1.6
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	82.4
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	16.0

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	
		CQC - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:

Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	FORMATO		Código	AE-FO-023
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS		Versión	01
			Fecha	07-05-2018
			Página	1 de 2

Proyecto : Diseño de cimentaciones para tanques adomstéricos tipo API - 650 en la refinería La Pampilla 2018 **Registro N°:** IGC18-LEM-441-05
Solicitante : Alfredo Guadaña Chacón / Anthoni Eddy Contreras Contreras **Muestreado por** : J. Paulino
Código del Proyecto : --- **Ensayado por** : J. Gutiérrez
Ubicación de Proyecto : Refinería La Pampilla **Fecha de Ensayo:** 29/10/2018
Material : Arena limosa **Turno:** Diurno

Código de Muestra : --- **Profundidad:** 3.00 m
Sondaje / Calicata : C-1 **Norte:** ---
N° de Muestra : M-1 **Este:** ---
Progresiva : --- **Cota:** ---

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	23.9	mm	Altura Inicial:	23.9	mm	Altura Inicial:	23.9	mm
Lado de caja :	60.7	mm	Lado de caja :	60.7	mm	Lado de caja :	60.7	mm
Area Inicial:	28.9	cm ²	Area Inicial:	28.9	cm ²	Area Inicial:	28.9	cm ²
Densidad Seca:	1.842	g/cm ³	Densidad Seca:	1.842	g/cm ³	Densidad Seca:	1.842	g/cm ³
Humedad Inic.:	10.1	%	Humedad Inic.:	10.1	%	Humedad Inic.:	10.1	%
Esf. Normal :	0.51	kg/cm ²	Esf. Normal :	1.01	kg/cm ²	Esf. Normal :	2.03	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.24	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.70	kg/cm ²	Esf. Corte:	1.12	kg/cm ²


Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Esfuerzo Normalizado (s/e)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Esfuerzo Normalizado (s/e)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Esfuerzo Normalizado (s/e)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.07	0.17	0.41	0.30	0.37	0.41	0.57	0.36
0.82	0.08	0.19	0.82	0.37	0.46	0.82	0.65	0.41
1.24	0.10	0.24	1.24	0.41	0.51	1.24	0.71	0.44
1.65	0.11	0.27	1.65	0.46	0.56	1.65	0.76	0.47
2.47	0.13	0.31	2.47	0.49	0.60	2.47	0.83	0.51
3.30	0.15	0.36	3.30	0.50	0.61	3.30	0.86	0.52
4.12	0.16	0.39	4.12	0.52	0.62	4.12	0.88	0.53
4.94	0.17	0.42	4.94	0.54	0.64	4.94	0.90	0.54
5.77	0.17	0.41	5.77	0.57	0.68	5.77	0.93	0.55
6.59	0.18	0.42	6.59	0.61	0.71	6.59	0.97	0.57
7.42	0.18	0.43	7.42	0.62	0.72	7.42	1.00	0.58
8.24	0.19	0.43	8.24	0.63	0.72	8.24	1.02	0.59
9.06	0.20	0.45	9.06	0.65	0.74	9.06	1.03	0.59
9.89	0.21	0.47	9.89	0.66	0.75	9.89	1.05	0.59
10.71	0.21	0.48	10.71	0.67	0.75	10.71	1.06	0.59
11.54	0.23	0.51	11.54	0.68	0.75	11.54	1.07	0.59
12.36	0.24	0.52	12.36	0.69	0.76	12.36	1.08	0.60
13.18	0.24	0.52	13.18	0.69	0.76	13.18	1.10	0.60
14.01	0.23	0.51	14.01	0.70	0.75	14.01	1.11	0.60
14.83	0.23	0.50	14.83	0.69	0.74	14.83	1.12	0.60
15.66	0.23	0.50	15.66	0.69	0.73	15.66	1.10	0.58
16.48	0.23	0.49	16.48	0.68	0.71	16.48	1.07	0.56

OBSERVACIONES:

Muestra tomada en campo por personal de INGENCOCONTROL.
 Las muestras utilizadas se remoldearon a la densidad de 1.842 g/cm3 (95% del próctor estándar) y humedad de 10.1%
 Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia de INGENCOCONTROL.

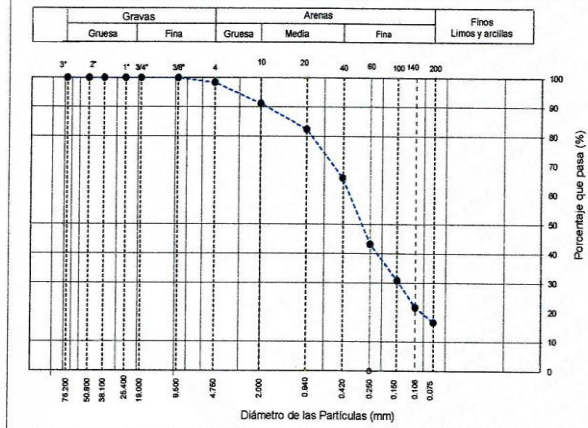
INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	CQC - LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y	M:
	A:	 Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:	 Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	FORMATO		Código	AE-FO-01
	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS		Versión	01
			Fecha	07-05-2018
			Página	1 de 1

Proyecto	: Diseño de cimentaciones para tanques adsmoféricos tipo API - 650 en la refinería La Pampilla 2018	Registro N°:	IGC18-LEM-441-02
Propietario	: Alfredo Guadalupe Chacón / Anthoni Eddy Contreras Contreras	Muestreado por :	N. Pizarro
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	E. Suyón
Ubicación de Proyecto	: Refinería La Pampilla	Fecha de Ensayo:	28/10/2018
Material	: Arena limosa	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---	Profundidad:	0.00 - 3.00 m
Sondaje / Calicata	: C-2	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

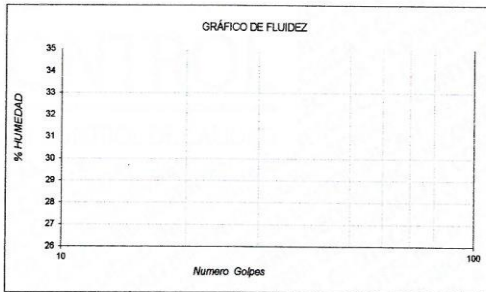
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	100.0	
3/4"	19.000	100.0	
3/8"	9.500	100.0	
N° 4	4.750	98.4	
N° 10	2.000	91.1	
N° 20	0.840	82.4	
N° 40	0.425	65.9	
N° 60	0.250	43.3	
N° 100	0.150	30.9	
N° 140	0.106	21.7	
N° 200	0.075	16.6	



CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.2
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/- 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	SM - Arena limosa color marrón claro en condición parcialmente húmeda de finos no plásticos.
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	tamizado integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"




LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	---
ÍNDICE DE LIQUEZ (IL)	---
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	1.6
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	81.7
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	16.6

CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SM
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-2.4 (0)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena limosa

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM Nombre y firma: 	D:	JEFE LEM Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:
	M:		M:
	A:		A:
		COC - LEM Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:
			M:
			A:

	FORMATO		Código	AE-FO-118
	ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS, ROCAS Y AGUA		Versión	01
			Fecha	07-05-2018
			Página	1 de 1
Proyecto	: Diseño de cimentaciones para tanques admosféricos tipo API - 650 en la refinería La Pampilla 2018		Registro N°:	IGC18-LEM-441-03
Solicitante	: Alfredo Guadaña Chacón / Anthoni Eddy Contreras Contreras		Muestreado por :	J. Paulino
Código del Proyecto	: ---		Ensayado por :	P. Tasaico
Ubicación de Proyecto	: Refinería La Pampilla		Fecha de Ensayo:	28/10/2018
Material	: Arena limosa		Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---		Profundidad:	0.00 - 3.00 m
Sondaje / Calicata	: C-1		Norte:	---
N° de Muestra	: M-1		Este:	---
Progresiva	: ---		Cota:	---

SALES SOLUBLES TOTALES (NTP 339.152 / BS 1377-Part 3)	1122 p.p.m.
	0.112 %

SULFATOS SOLUBLES (NTP 339.178 / AASHTO T290)	909 p.p.m.
	0.091 %


CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES (NTP 339.177 / AASHTO T291)	353 p.p.m.
	0.035 %

OBSERVACIONES:

- * SM - Arena limosa color marrón claro
- * Según procedimiento de ensayo se fraccionó el suelo por el tamiz N°10
- * Muestra identificada y tomada en campo por personal de INGENCOCONTROL

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	CQC - LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:



Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190
 www.ingocontrol.com / informes@ingocontrol.com


	FORMATO		Código	AE-FO-016
	ENSAYOS PARA DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD RELATIVA		Versión	01
			Fecha	07-05-2018
			Página	1 de 1
Proyecto	: Diseño de cimentaciones para tanques admosféricos tipo API - 650 en la refinería La Pampilla 2016		Registro N°:	IGC18-LEM-441-04
Solicitante	: Alfredo Guadalupe Chacón / Anthoni Eddy Contreras Contreras		Muestreado por :	J. Paulino
Código del Proyecto	: ---		Ensayado por :	P. Tasaico
Ubicación de Proyecto	: Refinería La Pampilla		Fecha de Ensayo:	28/10/2018
Material	: Arena limosa		Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---		Profundidad:	0.00 - 3.00 m
Sondaje / Calicata	: C-1		Norte:	---
N° de Muestra	: M-1		Este:	---
Progresiva	: ---		Cota:	---

DENSIDAD MÍNIMA (ASTM D4254)	1.620 g/cm ³
DENSIDAD MÁXIMA (ASTM D4253)	1.996 g/cm ³
DENSIDAD NATURAL (ASTM D1556)	1.843 g/cm ³
DENSIDAD RELATIVA (ASTM D4254)	64.3 %

OBSERVACIONES:

- * SM - Arena limosa color marrón claro en condición parcialmente húmeda
- * Muestra identificada y tomada en campo por personal de INGENIOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		CQC - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

	FORMATO		Código	AE-FO-023	
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS			Versión	01
				Fecha	07-05-2018
				Página	1 de 2

Proyecto : Diseño de cimentaciones para tanques admosféricos tipo API - 650 en la refinería La Pampilla 2018 Registro N°: IGC18-LEM-441-05
Solicitante : Alfredo Guadaña Chacón / Anthoni Eddy Contreras Contreras Muestreado por : J. Paulino
Código del Proyecto : --- Ensayado por : J. Gutiérrez
Ubicación de Proyecto : Refinería La Pampilla Fecha de Ensayo: 29/10/2018
Material : Arena limosa Turno: Diurno

Código de Muestra : --- Profundidad: 3.00 m
Sondaje / Calicata : C-1 Norte: ---
N° de Muestra : M-1 Este: ---
Progresiva : --- Cota: ---


ESPECIMEN 1			VELOCIDAD DE CORTE			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
<i>Altura Inicial:</i>	23.9	mm	0.5 mm/min			<i>Altura Inicial:</i>	23.9	mm	<i>Altura Inicial:</i>	23.9	mm
<i>Lado de caja:</i>	60.7	mm				<i>Lado de caja:</i>	60.7	mm	<i>Lado de caja:</i>	60.7	mm
<i>Area Inicial:</i>	28.9	cm ²				<i>Area Inicial:</i>	28.9	cm ²	<i>Area Inicial:</i>	28.9	cm ²
<i>Densidad Seca:</i>	1.842	gr/cm ³				<i>Densidad Seca:</i>	1.842	gr/cm ³	<i>Densidad Seca:</i>	1.842	gr/cm ³
<i>Humedad Inic.:</i>	10.1	%				<i>Humedad Inic.:</i>	10.1	%	<i>Humedad Inic.:</i>	10.1	%
<i>Esf. Normal:</i>	0.51	kg/cm ²				<i>Esf. Normal:</i>	1.01	kg/cm ²	<i>Esf. Normal:</i>	2.03	kg/cm ²
<i>Esf. Corte:</i>	0.24	kg/cm ²				<i>Esf. Corte:</i>	0.70	kg/cm ²	<i>Esf. Corte:</i>	1.12	kg/cm ²

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/e)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/e)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/e)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.07	0.17	0.41	0.30	0.37	0.41	0.57	0.36
0.82	0.08	0.19	0.82	0.37	0.46	0.82	0.65	0.41
1.24	0.10	0.24	1.24	0.41	0.51	1.24	0.71	0.44
1.65	0.11	0.27	1.65	0.46	0.56	1.65	0.76	0.47
2.47	0.13	0.31	2.47	0.49	0.60	2.47	0.83	0.51
3.30	0.15	0.36	3.30	0.50	0.61	3.30	0.86	0.52
4.12	0.16	0.39	4.12	0.52	0.62	4.12	0.88	0.53
4.94	0.17	0.42	4.94	0.54	0.64	4.94	0.90	0.54
5.77	0.17	0.41	5.77	0.57	0.68	5.77	0.93	0.55
6.59	0.18	0.42	6.59	0.61	0.71	6.59	0.97	0.57
7.42	0.18	0.43	7.42	0.62	0.72	7.42	1.00	0.58
8.24	0.19	0.43	8.24	0.63	0.72	8.24	1.02	0.59
9.06	0.20	0.45	9.06	0.65	0.74	9.06	1.03	0.59
9.89	0.21	0.47	9.89	0.66	0.75	9.89	1.05	0.59
10.71	0.21	0.48	10.71	0.67	0.75	10.71	1.06	0.59
11.54	0.23	0.51	11.54	0.68	0.75	11.54	1.07	0.59
12.36	0.24	0.52	12.36	0.69	0.76	12.36	1.08	0.60
13.18	0.24	0.52	13.18	0.69	0.76	13.18	1.10	0.60
14.01	0.23	0.51	14.01	0.70	0.75	14.01	1.11	0.60
14.83	0.23	0.50	14.83	0.69	0.74	14.83	1.12	0.60
15.66	0.23	0.50	15.66	0.69	0.73	15.66	1.10	0.58
16.48	0.23	0.49	16.48	0.68	0.71	16.48	1.07	0.56

OBSERVACIONES:
 Muestra tomada en campo por personal de INGENCOCONTROL.
 Las muestras utilizadas se remoldearon a la densidad de 1.842 g/cm³ (95% del próctor estándar) y humedad de 10.1%
 Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia de INGENCOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		CQC - LEM	D:
		Nombre y	M:
		 Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

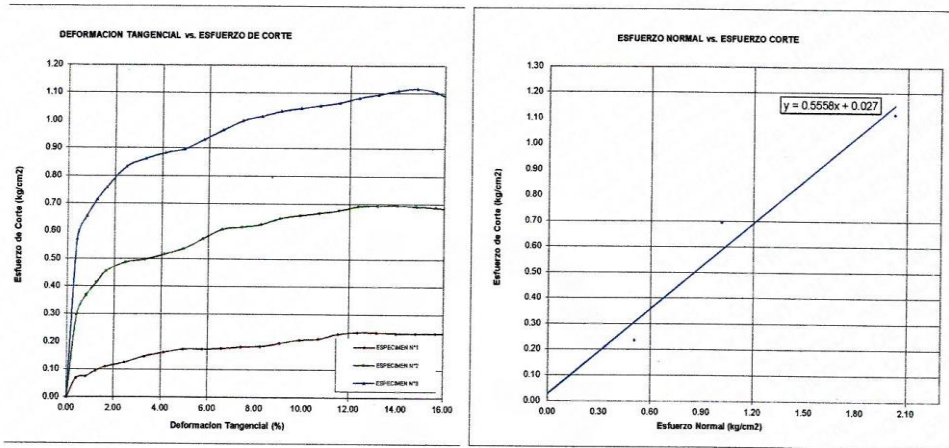
Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	FORMATO		Código	AE-FO-023
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS		Versión	01
			Fecha	07-05-2018
			Página	2 de 2

Proyecto	: Diseño de cimentaciones para tanques atmosféricos tipo API - 650 en la refinería La Pampilla 2018	Registro N°:	IGC18-LEM-441-05
Solicitante	: Alfredo Guadalupe Chacón / Anthoni Eddy Contreras Contreras	Muestreado por :	J. Paulino
Código del Proyecto	: —	Ensayado por :	J. Gutiérrez
Ubicación de Proyecto	: Refinería La Pampilla	Fecha de Ensayo:	29/10/2018
Material	: Arena limosa	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: —	Profundidad:	3.00 m
Sondaje / Calicata	: C-1	Norte:	—
N° de Muestra	: M-1	Este:	—
Progresiva	: —	Cota:	—

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080**


VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:
 Cohesión c : 0.03 kg/cm2
 Angulo de fricción ϕ : 29.1°

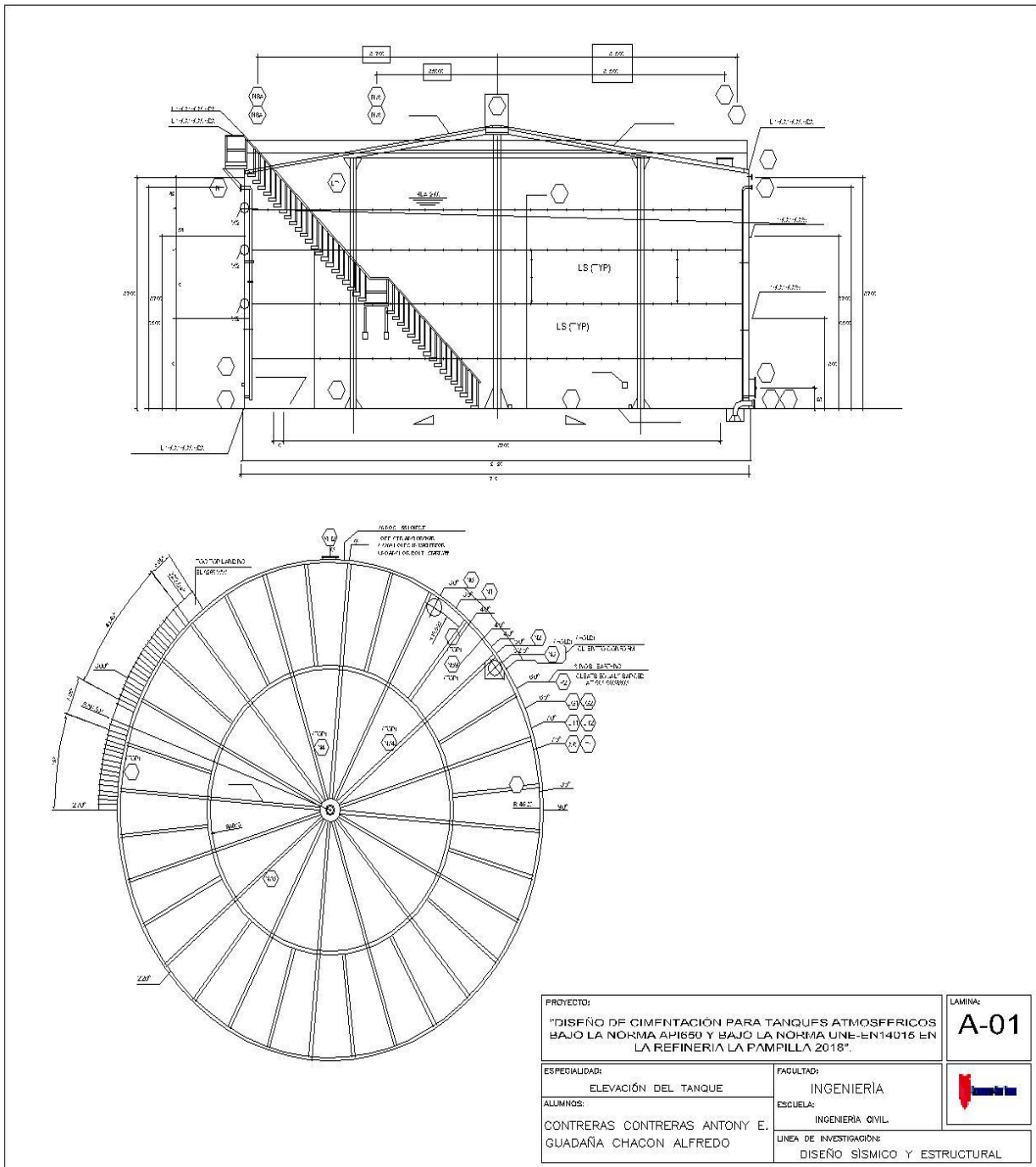
OBSERVACIONES:

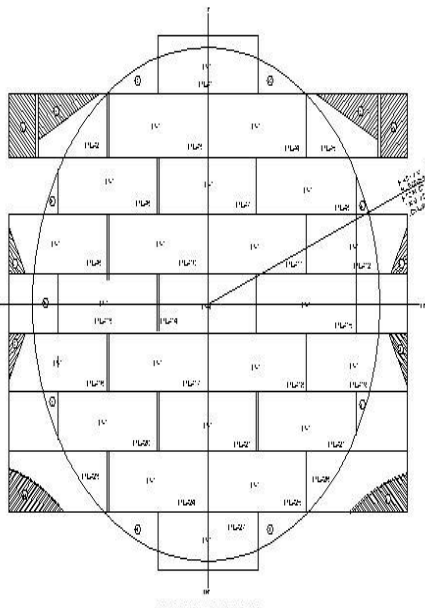
Muestra tomada en campo por personal de INGEOCONTROL
 Las muestras utilizadas se remoldearon a la densidad de 1.842 g/cm³ (95% del próctor estándar) y humedad de 10.1%
 Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		CQC - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

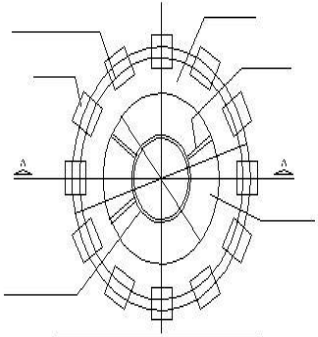
Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

Anexo 3: Planos

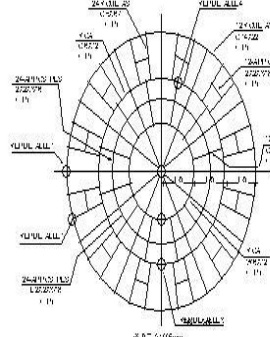




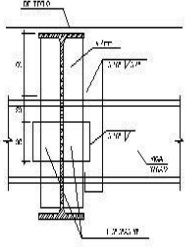
PLANCHAS DE TECHO
ES: 10



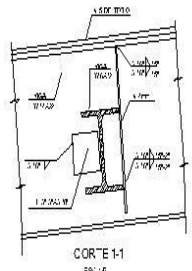
CAPITEL COLUMNA C1



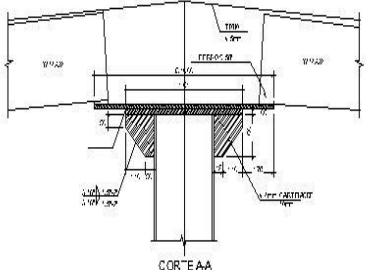
ESTRUCTURA DE SOPORTE DE TECHOS
ES: 20



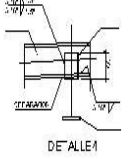
DETALLE 3
ES: 8



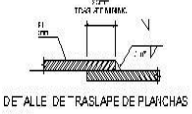
CORTE 1-1
ES: 4



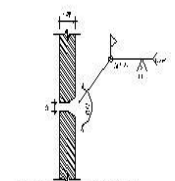
CORTE A-A



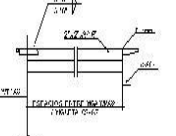
DETALLE 1



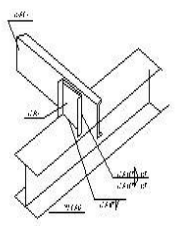
DETALLE DE TRASLAPE DE PLANCHAS
ES: 22



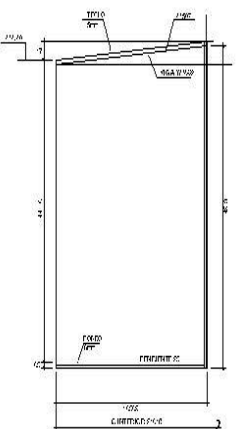
DETALLE TIPICO DE SOLDADURA DE COLUMNAS



DETALLE DE ARRIOSTRES ENTRE VIGAS W14X22 Y VIGUE A C 5X87



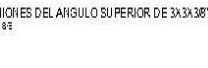
VISTA EN PERSPECTIVA DEL APOYO DE LAS VIGAS SOBRE LAS VIGAS PRINCIPALES



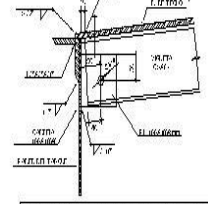
ALZADO DE COLUMNAS
ES: 22

LISTA DE MATERIALES ESTRUCTURALES					
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNID.	CONDICION	FECHA
1	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
2	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
3	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
4	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
5	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
6	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
7	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
8	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
9	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
10	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
11	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
12	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
13	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
14	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
15	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
16	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
17	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
18	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
19	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
20	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21

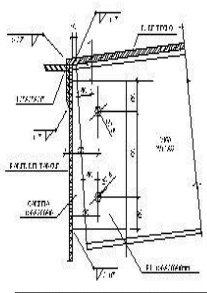
NOTA: VERIFICAR SI SE EN TIENE EN ALMOCENAMIENTO
ELECTRODOS PARA SOLDADURA
Y SI SE EN TIENE EN ALMOCENAMIENTO
Y SI SE EN TIENE EN ALMOCENAMIENTO



UNIONES DEL ANGULO SUPERIOR DE 3A X 3B
ES: 22

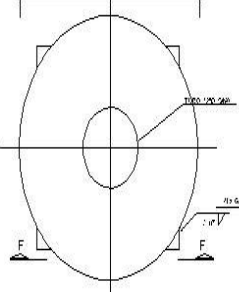


DETALLE 2
ENCUENTRO DE PARED CON TECHO Y APOYO L1

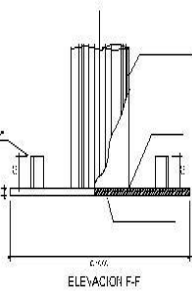


DETALLE 1
ENCUENTRO DE PARED CON TECHO Y APOYO L1

LISTA DE MATERIALES - PLANCHAS PARA TECHOS					
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNID.	CONDICION	FECHA
1	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
2	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
3	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
4	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
5	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
6	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
7	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
8	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
9	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
10	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
11	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
12	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
13	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
14	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
15	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
16	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
17	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
18	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
19	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21
20	ACERO W 14X22	12	MT	ACTY AD.	1/26/21

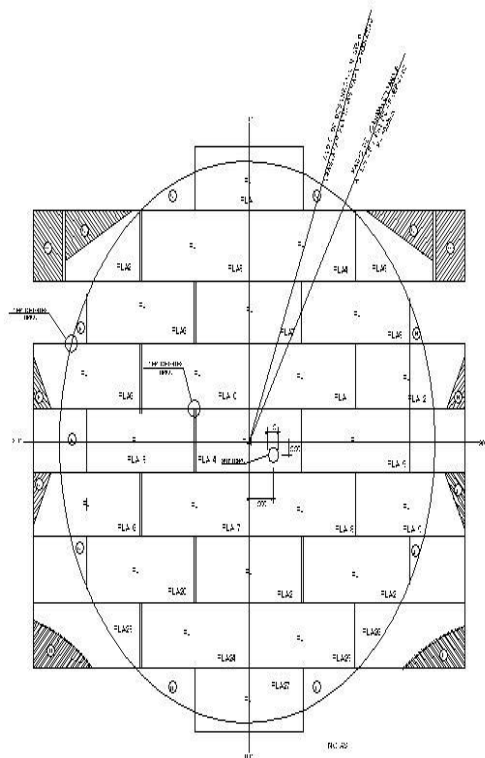


PLANTA A BASE DE COLUMNA CENTRAL



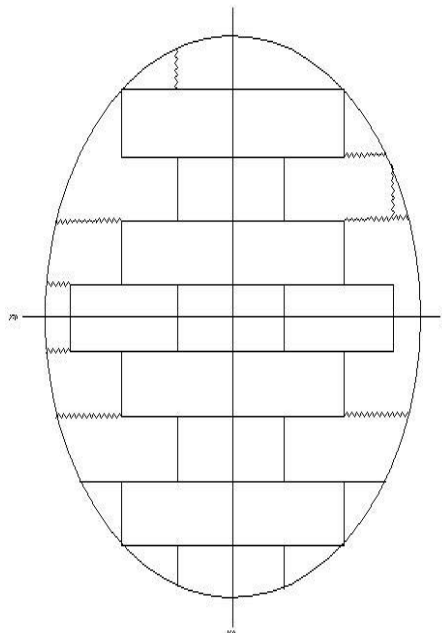
ELEVACION F-F

PROYECTO: DISEÑO DE CIMENTACION PARA TANQUES ATMOSFERICOS (BAJO LA NORMA AP 880) Y BAJO LA NORMA UNIFICADA EN LA INGENIERIA DE MAQUILLAS 20 U.	LABORA: A-02
ESPECIALIDAD: ESTRUCTURA DE TECHO DE TANQUE	INGENIERIA
ALUMNO: CONTRERAS CONTRERAS ANTONY E. GUADAÑA CHACON ALFREDO	INGENIERIA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACION: DISEÑO SISMICO Y ESTRUCTURAL	

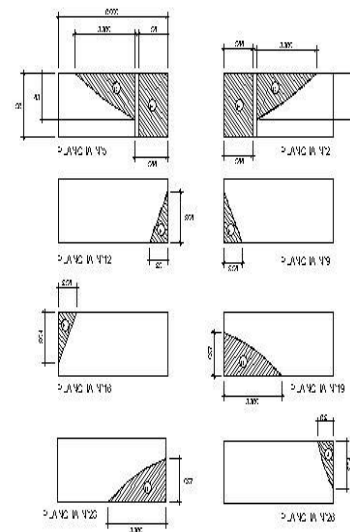


DISTRIBUCION DE PLANCHAS DE FONDO
ESC: 1/100

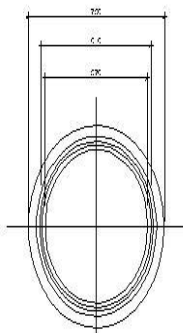
- NOTA:
- 1- LARGO DE PLANCHAS DE FONDO DE 1200mm
 - 2- ANCHO DE PLANCHAS DE FONDO DE 1200mm
 - 3- ANCHO DE PLANCHAS DE FONDO DE 1200mm
 - 4- ANCHO DE PLANCHAS DE FONDO DE 1200mm
 - 5- ANCHO DE PLANCHAS DE FONDO DE 1200mm
 - 6- ANCHO DE PLANCHAS DE FONDO DE 1200mm
 - 7- ANCHO DE PLANCHAS DE FONDO DE 1200mm
 - 8- ANCHO DE PLANCHAS DE FONDO DE 1200mm
 - 9- ANCHO DE PLANCHAS DE FONDO DE 1200mm
 - 10- ANCHO DE PLANCHAS DE FONDO DE 1200mm
 - 11- ANCHO DE PLANCHAS DE FONDO DE 1200mm
 - 12- ANCHO DE PLANCHAS DE FONDO DE 1200mm
 - 13- ANCHO DE PLANCHAS DE FONDO DE 1200mm
 - 14- ANCHO DE PLANCHAS DE FONDO DE 1200mm
 - 15- ANCHO DE PLANCHAS DE FONDO DE 1200mm
 - 16- ANCHO DE PLANCHAS DE FONDO DE 1200mm
 - 17- ANCHO DE PLANCHAS DE FONDO DE 1200mm
 - 18- ANCHO DE PLANCHAS DE FONDO DE 1200mm



ORDEN DE SOLDADURA DE PLANCHAS
DEL FONDO
ESC: 1/100

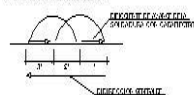


DETALLE DE CORTE DE PLANCHAS DE FONDO
ESC: 1/100



DETALLE 4
DRENAJE DE FONDO-PLANTA
ESC: 1/100

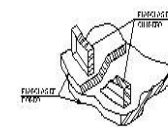
- NOTA:
- 1- CADA SOLDADURA DEL FONDO SE HARÁ POR METODO DE PUNTA DE BARRA EN POSICION DE 1G.



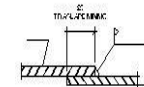
1- METODO DE PUNTA DE BARRA EN POSICION DE 1G



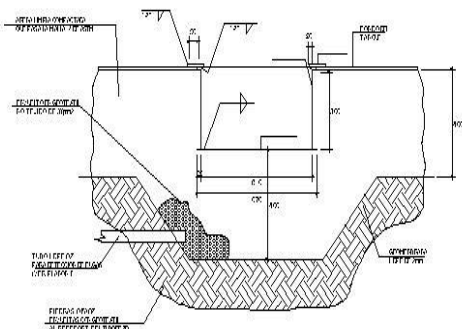
DETALLE 2
DETALLE DE TRASLAP DE TRES PLANCHAS
ESCISE



DETALLE 1
DETALLE DE TRASLAP DE TRES PLANCHAS
ESCISE



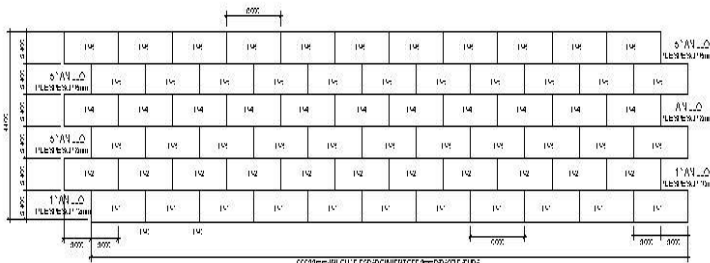
DETALLE 3
DETALLE DE TRASLAP DE TRES PLANCHAS
ESCISE



NOTA: VER DETALLE DE GEOMETRIA EN PLAN N° 1
DETALLE 3
DRENAJE DE FONDO
ESC: 1/100

LISTA DE MATERIALES PLANCHAS DE FONDOS DE TANQUES			
CM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
	PLANCHAS DEL FONDO 1200x1200x10mm		

PROYECTO: "DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA TANQUES ATMOSFERICOS BAJO LA NORMA API650 Y BAJO LA NORMA UNE-EN14015 EN LA REFERENCIA LA PAMPILLA 2018".		LAMINA: A-03
ESPECIALIDAD: DETALLES DE PLANCHAS	FACULTAD: INGENIERIA	
ALUMNOS: CONTRERAS CONTRERAS ANTONY E. GUADAÑA CHACON ALFREDO	ESCUELA: INGENIERIA CIVIL	
LINEA DE INVESTIGACION: DISEÑO SISMICO Y ESTRUCTURAL		



DESARROLLO Y DISTRIBUCION DE PLANCHAS DE LA PARED DEL TANQUE

Escala: 1:200

NOTA SOBRE LA BETA DE SOLDADURA

EL TANKO LE TENDRA RESERVA EN SU INTERIOR DE ACUERDO AL REGLAMENTO DE BETA DE SOLDADURA DE LOS BORDOS - ROABABA EN SU VEZ DE DEBIDO DEL CANTO DE BORDOS DE CANTO VIVAS CON LAS VIVAS EN VERTICE.
 EN SU VEZ DE BORDOS DE BORDOS - ROABABA EN SU VEZ DE DEBIDO DEL CANTO DE BORDOS DE CANTO VIVAS EN VERTICE.
 EL RESERVA EN SU INTERIOR EN VERTICE.

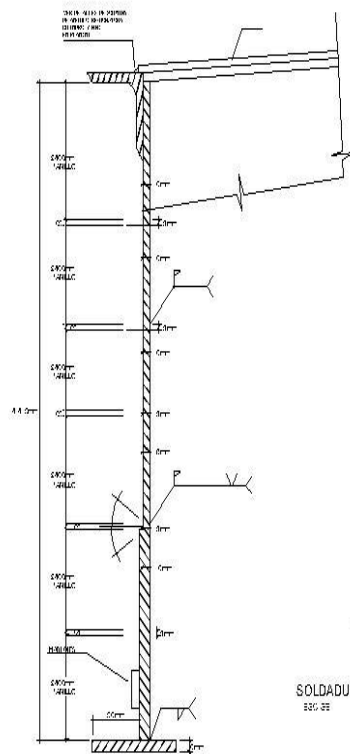
LISTA DE MATERIALES (CANTIDAD)				
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	REMARKS
1	ACERO A 100	10000	kg	
2	ACERO A 100	10000	kg	
3	ACERO A 100	10000	kg	
4	ACERO A 100	10000	kg	
5	ACERO A 100	10000	kg	

LA PREPARACION DE LAS SUPERFICIES Y LAS CARGAS POTENCIALES DE PLANTAS EN LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS:

	LA UNDA	R UNDA
PREPARACION:	AREJADO A VETA BLANDA DEBIDO PORQUE SE REPERE	AREJADO A VETA BLANDA DEBIDO PORQUE SE REPERE
1ra CARA:	2.000 mm DE BORDO EN LA VETA DE VIVA AF. CAR. VIVAS EN VETA	2.000 mm DE BORDO EN LA VETA DE VIVA AF. CAR. VIVAS EN VETA
2da CARA:	2.000 mm DE BORDO EN LA VETA DE VIVA AF. CAR. VIVAS EN VETA	2.000 mm DE BORDO EN LA VETA DE VIVA AF. CAR. VIVAS EN VETA
3ra CARA:	2.000 mm DE BORDO EN LA VETA DE VIVA AF. CAR. VIVAS EN VETA	2.000 mm DE BORDO EN LA VETA DE VIVA AF. CAR. VIVAS EN VETA

NOTA: EN SU VEZ EN VERTICE EN VERTICE

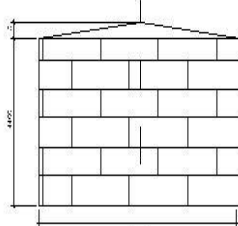
NOTAS A LOS PERFORADORES	
1.	EL PERFORADOR DEBE SER DE ACUERDO AL REGLAMENTO DE BETA DE SOLDADURA DE LOS BORDOS - ROABABA EN SU VEZ DE DEBIDO DEL CANTO DE BORDOS DE CANTO VIVAS EN VERTICE.
2.	EL PERFORADOR DEBE SER DE ACUERDO AL REGLAMENTO DE BETA DE SOLDADURA DE LOS BORDOS - ROABABA EN SU VEZ DE DEBIDO DEL CANTO DE BORDOS DE CANTO VIVAS EN VERTICE.
3.	EL PERFORADOR DEBE SER DE ACUERDO AL REGLAMENTO DE BETA DE SOLDADURA DE LOS BORDOS - ROABABA EN SU VEZ DE DEBIDO DEL CANTO DE BORDOS DE CANTO VIVAS EN VERTICE.
4.	EL PERFORADOR DEBE SER DE ACUERDO AL REGLAMENTO DE BETA DE SOLDADURA DE LOS BORDOS - ROABABA EN SU VEZ DE DEBIDO DEL CANTO DE BORDOS DE CANTO VIVAS EN VERTICE.
5.	EL PERFORADOR DEBE SER DE ACUERDO AL REGLAMENTO DE BETA DE SOLDADURA DE LOS BORDOS - ROABABA EN SU VEZ DE DEBIDO DEL CANTO DE BORDOS DE CANTO VIVAS EN VERTICE.
6.	EL PERFORADOR DEBE SER DE ACUERDO AL REGLAMENTO DE BETA DE SOLDADURA DE LOS BORDOS - ROABABA EN SU VEZ DE DEBIDO DEL CANTO DE BORDOS DE CANTO VIVAS EN VERTICE.
7.	EL PERFORADOR DEBE SER DE ACUERDO AL REGLAMENTO DE BETA DE SOLDADURA DE LOS BORDOS - ROABABA EN SU VEZ DE DEBIDO DEL CANTO DE BORDOS DE CANTO VIVAS EN VERTICE.
8.	EL PERFORADOR DEBE SER DE ACUERDO AL REGLAMENTO DE BETA DE SOLDADURA DE LOS BORDOS - ROABABA EN SU VEZ DE DEBIDO DEL CANTO DE BORDOS DE CANTO VIVAS EN VERTICE.
9.	EL PERFORADOR DEBE SER DE ACUERDO AL REGLAMENTO DE BETA DE SOLDADURA DE LOS BORDOS - ROABABA EN SU VEZ DE DEBIDO DEL CANTO DE BORDOS DE CANTO VIVAS EN VERTICE.
10.	EL PERFORADOR DEBE SER DE ACUERDO AL REGLAMENTO DE BETA DE SOLDADURA DE LOS BORDOS - ROABABA EN SU VEZ DE DEBIDO DEL CANTO DE BORDOS DE CANTO VIVAS EN VERTICE.



UNIONES SOLDADAS HORIZONTALES

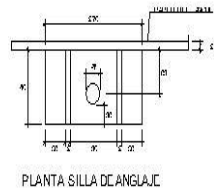
SOLDADURA VERTICAL PLANCHAS c=8mm

SOLDADURA VERTICAL PLANCHAS c=8mm

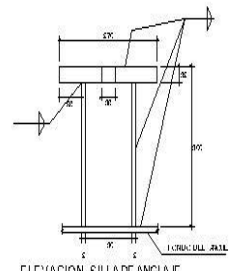


ALZADO TÍPICO DE TANQUE (MEDIDAS NOMINALES)

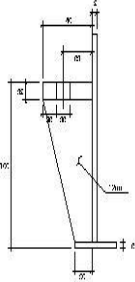
DATOS DE DISCO	
1.	EL PERFORADOR DEBE SER DE ACUERDO AL REGLAMENTO DE BETA DE SOLDADURA DE LOS BORDOS - ROABABA EN SU VEZ DE DEBIDO DEL CANTO DE BORDOS DE CANTO VIVAS EN VERTICE.
2.	EL PERFORADOR DEBE SER DE ACUERDO AL REGLAMENTO DE BETA DE SOLDADURA DE LOS BORDOS - ROABABA EN SU VEZ DE DEBIDO DEL CANTO DE BORDOS DE CANTO VIVAS EN VERTICE.
3.	EL PERFORADOR DEBE SER DE ACUERDO AL REGLAMENTO DE BETA DE SOLDADURA DE LOS BORDOS - ROABABA EN SU VEZ DE DEBIDO DEL CANTO DE BORDOS DE CANTO VIVAS EN VERTICE.
4.	EL PERFORADOR DEBE SER DE ACUERDO AL REGLAMENTO DE BETA DE SOLDADURA DE LOS BORDOS - ROABABA EN SU VEZ DE DEBIDO DEL CANTO DE BORDOS DE CANTO VIVAS EN VERTICE.
5.	EL PERFORADOR DEBE SER DE ACUERDO AL REGLAMENTO DE BETA DE SOLDADURA DE LOS BORDOS - ROABABA EN SU VEZ DE DEBIDO DEL CANTO DE BORDOS DE CANTO VIVAS EN VERTICE.
6.	EL PERFORADOR DEBE SER DE ACUERDO AL REGLAMENTO DE BETA DE SOLDADURA DE LOS BORDOS - ROABABA EN SU VEZ DE DEBIDO DEL CANTO DE BORDOS DE CANTO VIVAS EN VERTICE.
7.	EL PERFORADOR DEBE SER DE ACUERDO AL REGLAMENTO DE BETA DE SOLDADURA DE LOS BORDOS - ROABABA EN SU VEZ DE DEBIDO DEL CANTO DE BORDOS DE CANTO VIVAS EN VERTICE.
8.	EL PERFORADOR DEBE SER DE ACUERDO AL REGLAMENTO DE BETA DE SOLDADURA DE LOS BORDOS - ROABABA EN SU VEZ DE DEBIDO DEL CANTO DE BORDOS DE CANTO VIVAS EN VERTICE.
9.	EL PERFORADOR DEBE SER DE ACUERDO AL REGLAMENTO DE BETA DE SOLDADURA DE LOS BORDOS - ROABABA EN SU VEZ DE DEBIDO DEL CANTO DE BORDOS DE CANTO VIVAS EN VERTICE.
10.	EL PERFORADOR DEBE SER DE ACUERDO AL REGLAMENTO DE BETA DE SOLDADURA DE LOS BORDOS - ROABABA EN SU VEZ DE DEBIDO DEL CANTO DE BORDOS DE CANTO VIVAS EN VERTICE.



PLANTA SILLA DE ANGLAJE

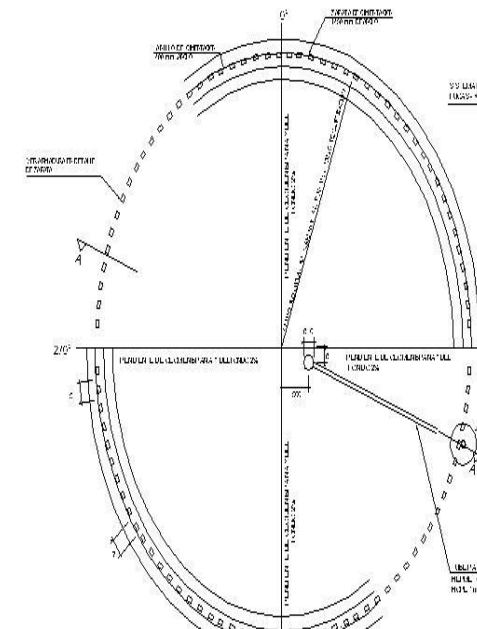


ELEVACION SILLA DE ANGLAJE



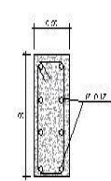
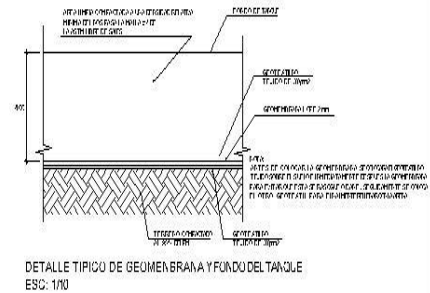
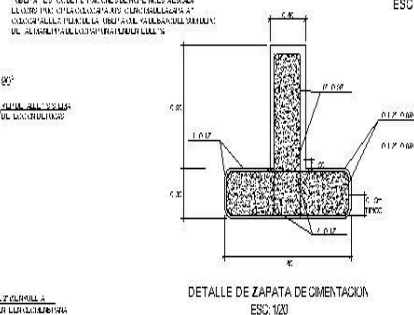
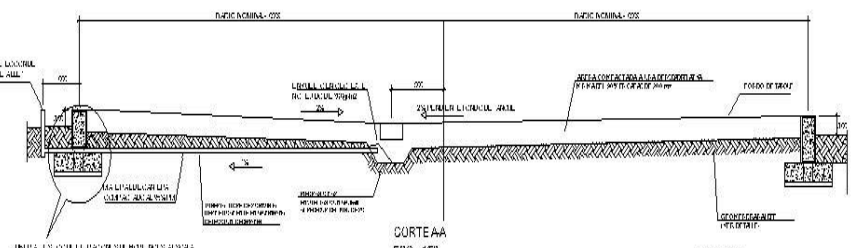
ELEVACION SILLA DE ANGLAJE

PROYECTO:	"DISEÑO DE CIMENTACION PARA TANQUES ATMOSFERICOS BAJO LA NORMA API650 Y BAJO LA NORMA UNB-EN14015 EN LA REFINERIA LA PAMPILLA 2018".	LAMINA:	A-04
ESPECIALIDAD:	DETALLE DE CILINDROS	FACULTAD:	INGENIERIA
ALUMNOS:	CONTRERAS CONTRERAS ANTONY E. GUADANA CHACON ALFREDO	ESQUELA:	INGENIERIA CIVIL
		LINEA DE INVESTIGACION:	DISEÑO SISMICO Y ESTRUCTURAL

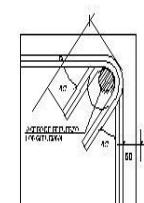


- NOTA
- 1. ESTES CLAVOS, EN LOS 2.1708 DELA CIMENTACION 88742-208 a las 1.125 +88742-208 a las 1.125
 - 2. ESTES CLAVOS, EN LOS 2.1708 DELA CIMENTACION 1.125 +88742-208 a las 1.125

CIMENTACION DEL TANQUE
DIAMETRO NOMINAL 21019 mm (EJE CENTRAL DE CIMENTACION)
PLANTA
ESC: 1/100



DETALLE DE VIGA DE CIMENTACION
ESC: 1/20

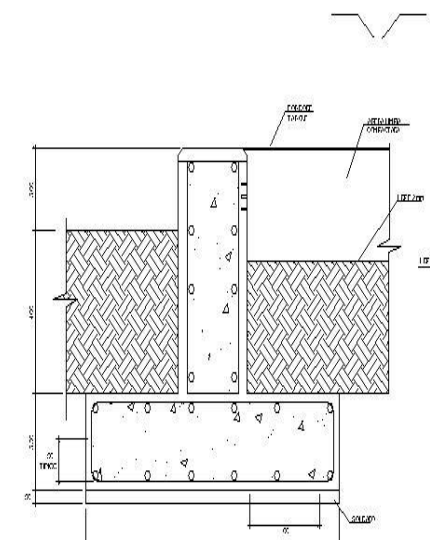


Ø	d (mm)	c (mm)
3/8"	20	50

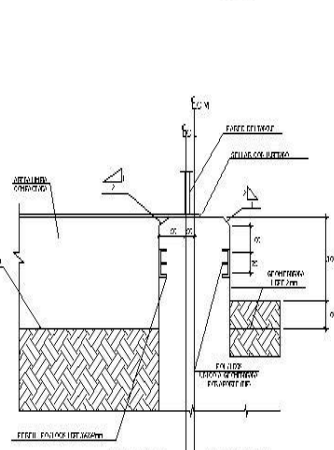
DETALLE DE DOBLADO DE ESTIBOS

LONGITUD	ESPESOR
202	400 (T)
112	400 (T)
202	400 (T)

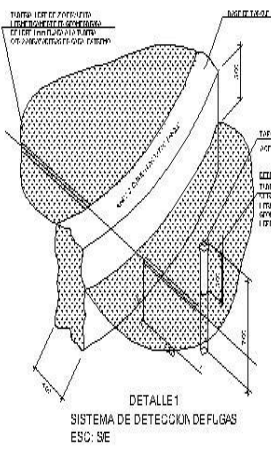
LONGITUDES DE EMPALME



DETALLE DE ANCLAJE
ESC: 1/10



DETALLE DE SELLO DE GEOMENBRANA INTERIOR Y EXTERIOR
DEL ANILLO DE CIMENTACION
ESC: 1/10



DETALLE 1
SISTEMA DE DETECCION DE FUGAS
ESC: 5/8

FIG. 4. ANILLO DE CIMENTACION Y ANCLAJE

ESPECIFICACIONES TECNICAS
CONCRETO C-100
ACERO DE REFORZAMIENTO
AC-400
AC-400
AC-400

NOTA RESPECTO AL CONCRETO
3. CUBRIMIENTO DEL ACERO DE REFORZAMIENTO
EN EL FONDO Y EN LAS PAREDES DEL TANQUE DEBE SER
MÍNIMO 50 mm.

PROYECTO: "DISEÑO DE CIMENTACION PARA TANQUES ATMOSFERICOS HAJU I A NORMA AHNUSU Y HAJU I A NORMA UNI-EN-10415 EN LA REFINERIA LA PAMPILLA 2016".

ESPECIALIDAD: CIMENTACIONES Y DETALLES.

ALUMNO: CONTRERAS CONTRERAS ANTONY E. GUADAÑA CHACON ALFREDO

LABORA: A-05

FASE: INGENIERIA CIVIL


UNDA DE INVESTIGACION: DISEÑO SISMICO Y ESTRUCTURAL

Anexo4: Instrumento de Investigación Valida

FICHA TÉCNICA DE VALIDEZ		 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO:	"DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA TANQUES ATMOSFERICOS BAJO LA NORMA API650 Y BAJO LA NORMA UNE-EN 14015 EN LA REFINERIA LA PAMPILLA 2018".			
NOMBRE:	CONTRERAS CONTRERAS ANTONY EDDY GUADAÑA CHACON ALFREDO			
I. INFORMACIÓN GENERAL				
UBICACIÓN	DEPARTAMENTO:	LIMA		
	DISTRITO:	VENTANILLA		
	PROVINCIA:	PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO		
FICHA TECNICA DE DATOS Y CARACTERÍSTICAS:				
DIAMETRO NOMINAL DE TANQUE:	21.00 m			
ALTURA DE TANQUE	14.4			
ALTURA DE LLENADO	13.2			
VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	30.000 barriles o 4.447 m ³			
GRAVEDAD DE DIESEL 2	0.86 kg/cm ³			
PRESIÓN DE DISEÑO	ATMOSFERICA			
MATERIAL:	ASTM A36			
II. ESTUDIO DEL PROYECTO				VALOR
DISEÑO DE CIMENTACIONES BAJO LA NORMA API-650	PREDIMENSIONAMIENTO	PESO DEL CUERPO DEL TANQUE	0.9	
		PESO DEL TECHO DEL TANQUE		
	DISEÑO DE CARGAS	MOMENTO DE VOLTEO	1.00	
		PESO DEL FLUIDO		
DISEÑO DE CIMENTACIONES BAJO LA NORMA UNE-EN 14015	CONDICIONES DE CARGA	CARGA MUERTA	0.8	
		CARGA VIVA		
		CARGA HIDROSTATICA		
	CARGA DE SUELO ADMISIBLE	CAPACIDAD PORTANTE	0.95	
	ASENTAMIENTO	ASENTAMIENTOS MAXIMO	1.00	
ASENTAMIENTO PERMISIBLE				
III. IDENTIFICACIÓN DEL PROFESIONAL				
APELLIDOS Y NOMBRES:	Eusebio Romero Delgado			
CARRERA PROFESIONAL:	Ingeniero Civil			
INSTITUCIÓN:	Minedu Pronied			
CARGO:	Especialista en Estructuras			
CIP:	73222			
FECHA:	26 de Noviembre del 2018			
TELEFONO:	949-926-190			
CORREO:	eromerod@pronied.gob.pe			
			PROMEDIO DE VALIDACIÓN:	$V_1 = 0.95$ $V_2 = 0.92$



Eusebio R. Romero Delgado
Ing. CIVIL
C.I.P. 73222

FICHA TÉCNICA DE VALIDEZ		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO:	"DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA TANQUES ATMOSFERICOS BAJO LA NORMA API650 Y BAJO LA NORMA UNE-EN 14015 EN LA REFINERIA LA PAMPILLA 2018".			
NOMBRE:	CONTRERAS CONTRERAS ANTONY EDDY GUADAÑA CHACON ALFREDO			
I. INFORMACIÓN GENERAL				
UBICACIÓN	DEPARTAMENTO:	LIMA		
	DISTRITO:	VENTANILLA		
	PROVINCIA:	PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO		
FICHA TÉCNICA DE DATOS Y CARACTERÍSTICAS:				
DIAMETRO NOMINAL DE TANQUE:	21.00 m			
ALTURA DE TANQUE:	14.4			
ALTURA DE LLENADO:	13.2			
VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO:	30.000 barriles o 4.447 m ³			
GRAVEDAD DE DIESEL 2:	0.86 kg/cm ³			
PRESIÓN DE DISEÑO:	ATMOSFERICA			
MATERIAL:	ASTM A36			
II. ESTUDIO DEL PROYECTO				
DISEÑO DE CIMENTACIONES BAJO LA NORMA API-650	PREDIMENSIONAMIENTO	PESO DEL CUERPO DEL TANQUE	0.8	
		PESO DEL TECHO DEL TANQUE		
	DISEÑO DE CARGAS	MOMENTO DE VOLTEO	1.00	
		COEFICIENTE SÍSMICO		
DISEÑO DE CIMENTACIONES BAJO LA NORMA UNE-EN 14015	CONDICIONES DE CARGA	CARGA MUERTA	0.8	
		CARGA VIVA		
		CARGA HIDROSTÁTICA		
	CARGA DE SUELO ADMISIBLE:	CAPACIDAD PORTANTE	0.8	
	ASENTAMIENTO	ASENTAMIENTOS MAXIMO	0.9	
ASENTAMIENTO PERMISIBLE				
III. IDENTIFICACIÓN DEL PROFESIONAL				
APELLIDOS Y NOMBRES:	Ramos Suarez Alvaro			
CARRERA PROFESIONAL:	Ingeniero Civil			
INSTITUCIÓN:	Universidad Cesar Vallejo			
CARGO:	Docente			
CIP:	160465			
FECHA:	26 de Noviembre del 2018			
TELÉFONO:	922-400-218			
CORREO:	ars00278@hotmail.com			
PROMEDIO DE VALIDACIÓN:			$V_1 = 0.9$ $V_2 = 0.83$	



Anexo6: Registro Fotográfico

Zona de Estudio

Figura10: Excavación para obtener la muestra para posterior estudio



Fuente: Elaboración Propia

Figura 11: excavación a 1.60m para Obtener la muestra para el estudio



Fuente: Elaboración Propia

Figura12: Excavación a 2.00m para obtener la muestra para posterior estudio



Fuente: Elaboración Propia

Figura13: Perfil Estratigráfico de la calicata a una H=3.00 m



Fuente: Elaboración Propia

Figura 14: Ensayo de Granulometría



Fuente: Elaboración Propia

Figura 15: Ensayo de Granulometría



Fuente: Elaboración Propia

Anexo6: Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome
https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?s=1&lang=es&u=1061528595&o=1142274553

feedback studio | Diseño de cimentación para tanques atmosféricos bajo la norma API-650 y bajo la norma UNE-EN 14015 en la refinería la P

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño de cimentación para tanques atmosféricos bajo la norma API-650 y bajo la norma UNE-EN 14015 en la refinería la Pampilla 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:
Antony Eddy Contreras Contreras
Alfredo Guadaña Chacón

ASESOR:
Mg. Luis Humberto Díaz Huiza

Resumen de coincidencias

19 %

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

Coincidencias

Rank	Source	Percentage
1	cybertesis.urp.edu.pe Fuente de Internet	5 %
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3 %
3	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	3 %
4	http: Fuente de Internet	1 %
5	oa.upm.es Fuente de Internet	1 %
6	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %

Página: 1 de 118 | Número de palabras: 23324 | Text-only Report | Turnitin Classic | High Resolution | Activado

04:54 p.m. 10/06/2019

Yo, María Ysabel García Álvarez, docente de la facultad de ingeniería y Escuela profesional de Ingeniería Civil De la Universidad Cesar Vallejo Lima Este, revisor (a) de la tesis titulada "**Diseño de cimentación para tanques atmosféricos bajo la norma API-650 y bajo la norma UNE-EN 14015 en la Refinería la Pampilla 2018.**" del estudiante Contreras Contreras, Antony Eddy constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19% verificable en el reporte de originalidad del programa turnitin.

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

Lima 11 de diciembre, San Juan de Lurigancho del 2018



Firma

Dra. Ing. María Ysabel García Álvarez
DNI. 21453567

Yo, María Ysabel García Álvarez, docente de la facultad de ingeniería y Escuela profesional de Ingeniería Civil De la Universidad Cesar Vallejo Lima Este, revisor (a) de la tesis titulada "**Diseño de cimentación para tanques atmosféricos bajo la norma API-650 y bajo la norma UNE-EN 14015 en la Refinería la Pampilla 2018.**" del estudiante Guadaña Chacon, Alfredo constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19% verificable en el reporte de originalidad del programa turnitin.

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

Lima 11 de diciembre, San Juan de Lurigancho del 2018



Firma

Dra. Ing. María Ysabel García Álvarez
DNI. 21453567



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo Antony Eddy Contreras Contreras identificado con DNI No 46859429, egresados de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (x). No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Diseño de Cimentación para Tanques Atmosféricos bajo la norma API-650 y bajo la norma UNE-EN 14015 en la Refinería la Pampilla 2018"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art.33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

FIRMA

DNI: 46859429

FECHA: 11 de DICIEMBRE del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02
Versión : 07
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo Alfredo Guadaña Chacón identificado con DNI No 45852471, egresadas de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (x). No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Diseño de Cimentación para Tanques Atmosfericos bajo la norma API-650 y bajo la norma UNE-EN 14015 en la Refinería la Pampilla 2018"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



FIRMA

DNI: 45852471

FECHA: 11 de DICIEMBRE del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, DRA. ING. GARCÍA ÁLVAREZ MARÍA YSABEL A LA RECEPCIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN SOLICITADA PARA LA ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

CONTRERAS CONTRERAS, ANTONY EDDY

INFORME TITULADO:

DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA TANQUES ATMOSFÉRICOS BAJO LA NORMA API-650 Y
BAJO LA NORMA UNE-EN 14015 EN LA REFINERÍA LA PAMPILLA 2018.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 11 de Diciembre del 2018

NOTA O MENCIÓN: 14 {Catorce}



DRA. MARÍA YSABEL GARCÍA ÁLVAREZ



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, DRA. ING. GARCÍA ÁLVAREZ MARÍA YSABEL A LA RECEPCIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN SOLICITADA PARA LA ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

GUADAÑA CHACON, ALFREDO

INFORME TÍTULADO:

DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA TANQUES ATMOSFÉRICOS BAJO LA NORMA API-650 Y
BAJO LA NORMA UNE-EN 14015 EN LA REFINERÍA LA PAMPILLA 2018.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 11 de Diciembre del 2018

NOTA O MENCIÓN: 14 (Catorce)



g.a.

MARÍA YSABEL GARCÍA ÁLVAREZ