

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**VERIFICACIÓN ESTRUCTURAL Y DEFICIENCIAS DE LA
INFRAESTRUCTURA DE LOS TANQUES ELEVADOS DEL
INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLASICAS**

PRESENTADO POR:

Bach. Giuliana Paola Chuquillanqui Gutierrez

Línea de investigación institucional: Transporte y Urbanismo.

Línea de investigación de la escuela profesional: Estructuras.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2024

Dr. SEVERO SIMEON CALDERON SAMANIEGO
ASESOR

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación a mis padres, familiares y profesores universitarios quienes han sido fuente de orientación a lo largo de mi desarrollo profesional.

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

Dr. RUBEN TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE

Mg. JHANELA SOFIA HERRERA MONTES
JURADO

ING. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA
JURADO

ING. CARLOS ALBERTO GONZALES ROJAS
JURADO

Mg. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO GENERAL

CONSTANCIA 190

DE SIMILITUD DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN POR EL SOFTWARE DE PREVENCIÓN DE PLAGIO TURNITIN

La Dirección de Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, hace constar por la presente, que el informe final de la tesis titulado “**VERIFICACIÓN ESTRUCTURAL Y DEFICIENCIAS DE LA INFRAESTRUCTURA DE LOS TANQUES ELEVADOS DEL INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLASICAS**”.

Cuyo autor (a) (es) : Giuliana Paola, Chuquillanqui Gutierrez.

Facultad : Ingeniería.

Escuela Profesional : Ingeniería Civil.

Asesor (a) (es) : Dr. Severo Simeon Calderon Samaniego

Que, fue presentado con fecha 25.06.2023 y después de realizado el análisis correspondiente en el software de prevención de plagio Turnitin con fecha 26.06.2023; con la siguiente configuración de software de prevención de plagio Turnitin:

- Excluye bibliografía.
- Excluye citas.
- Excluye cadenas menores de a 20 palabras.
- Otro criterio (especificar)

Dicho documento presenta un porcentaje de similitud de **29%**. En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°11 del Reglamento de uso de software de prevención de plagio, el cual indica que no se debe superar el **30%**. Se declara, que el trabajo de investigación: si contiene un porcentaje aceptable de similitud. Observaciones: ninguna.

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presenta constancia.

Huancayo 27 de Junio del 2023



Dr. Santiago Zevallos Salinas
Director de la Unidad de Investigación

ÍNDICE

CONTRATAPA	II
DEDICATORIA	IV
ÍNDICE	VI
INDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
INTRODUCCIÓN.....	XV
CAPITULO I.....	17
EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.1. Planteamiento del problema	17
1.2. Formulación y sistematización del problema	18
1.2.1. Problema general	18
1.2.2. Problemas específicos	18
1.3. Justificación.....	18
1.3.1. Práctica	18
1.3.2. Teórica	19
1.3.3. Metodológica.....	20
1.4. Delimitaciones	20
1.4.1. Delimitación temporal	20
1.4.2. Delimitación espacial.....	20
1.4.3. Delimitación económica.....	23
1.5. Limitaciones	24
1.6. Objetivos	24
1.6.1. Objetivo general	24
1.6.2. Objetivos específicos.....	24
CAPITULO II.....	25
MARCO TEÓRICO	25
2.1. Antecedentes	25
2.1.1. Nacionales	25
2.1.2. Internacionales	28

2.2. Marco conceptual	31
2.2.1. Teorías de la Investigación.....	31
2.2.1.1 Sistema de tanques elevados.....	31
2.2.1.2 Edificaciones con tanques de concreto armado.....	39
2.2.1.3 Acciones sobre las estructuras	40
2.2.1.4 Respuestas de las estructuras	42
2.2.1.5 Estados límites	47
2.2.1.6 Criterios de estructuración.....	50
2.2.1.7 Predimensionamiento de elementos estructurales	53
2.2.1.8 Análisis sísmico.....	56
2.2.1.9 Análisis estático.....	57
2.2.1.10 Análisis modal.....	57
2.3. Marco Normativo	57
2.4. Definición de términos	58
2.5. Hipótesis	60
2.5.1. Hipótesis general.....	60
2.5.2. Hipótesis específicos.....	61
2.6. Variables	61
2.6.1. Definición conceptual de la variable	61
2.6.2. Definición operacional de la variable	62
2.6.3. Operacionalización de la Variable	63
CAPÍTULO III.....	65
METODOLOGÍA.....	65
3.1. Método de investigación	65
3.2. Tipo de Investigación.....	65
3.3. Nivel de investigación.....	65
3.4. Diseño de investigación.....	66
3.5. Población y muestra	66
3.5.1. Población	66
3.5.2. Muestra	67
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	67
3.7. Procesamiento de la información.....	68
3.8. Técnicas y análisis de datos	69

CAPÍTULO IV	71
RESULTADOS	71
4.1. Presentación de resultados específicos.....	71
CAPÍTULO V	119
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	119
5.1. Discusión de resultados específicos	119
CONCLUSIONES	122
RECOMENDACIONES	124
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125
ANEXOS.....	127

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Espesores típicos y luces máximas.	54
Tabla 2 – Vigas pre dimensionadas.	55
Tabla 3 – Expresiones para el predimensionamiento de Columnas que resisten cargas de gravedad.	55
Tabla 4 – Peso promedio de la estructura por Categoría de la Edificación.	56
Tabla 5 – Operacionalización de las variables.	64
Tabla 6 – Parámetros para el análisis sísmico.	99
Tabla 7 – Resumen del periodos y formas de modo.	102
Tabla 8 – Limites para desplazamiento lateral de entrepiso.	103
Tabla 9 – Categoría y regularidad de las edificaciones.	106
Tabla 10 – Resumen del periodos y formas de modo.	111
Tabla 11 – Limites para desplazamiento lateral de entrepiso.	112
Tabla 12 – Categoría y regularidad de las edificaciones.	116

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Ubicación departamental de la zona de investigación.....	21
Figura 2 - Ubicación provincial de la zona de investigación.	22
Figura 3 - Ubicación distrital de la zona de investigación.	22
Figura 4 - Localización del lugar de investigación.	23
Figura 5- Tanque elevado y detalles.	34
Figura 6- Pandeo de pie de elefante de la pared de un tanque.	36
Figura 7- Abolladura en la parte superior del tanque metálico producida por oleaje.	36
Figura 8- Fallas en la base del tanque, edificio de departamento “El Corregidor” en J.L.B. y R; (a) Bloque “A”.	37
Figura 9- Fallas en la base del tanque, edificio de departamento “El Corregidor” en J.L.B. y R; (b) Bloque “B”.	37
Figura 10- Fallas en la base del fuste del tanque, edificio de departamento “Enace” en Mollendo.	38
Figura 11- Colapso del tanque en un Hospital.	39
Figura 12 - Representación de Momentos Flectores, Fuerzas Cortantes y Fuerzas Axiales en el interior de un elemento estructural tipo viga.	43
Figura 13 - Deformaciones angulares y lineales típicas en elemento tipo viga.	44
Figura 14- Fisuras estructurales principales.	45
Figura 15- Daño estructural en una losa de piso debido a una falla por fuerza cortante.	46
Figura 16- Daño de una columna durante el terremoto de San Francisco de 1971 (E.E.U.U.).	46
Figura 17- Daño en una viga debido a un mal traslape del acero longitudinal superior.	47
Figura 18- Diferencia diafragma Rígido y Flexible.	52
Figura 19- Geometría de los aligerados convencionales utilizados en Perú.	54
Figura 20 – Replanteo arquitectónico planta techo.	72
Figura 21 – Replanteo arquitectónico planta área de tanque elevado y cuartos de máquina de ascensores.	73
Figura 22 – Replanteo arquitectónico elevación 01 y elevación 02.	74
Figura 23 – Replanteo arquitectónico elevación 03 y elevación 04.	74

Figura 24 – Replanteo arquitectónico corte B-B y corte C-C.....	75
Figura 25 – Replanteo arquitectónico corte A-A.....	75
Figura 26 – Replanteo arquitectónico corte D-D y corte E-E.....	76
Figura 27 – Replanteo estructural piso caseta de máquinas (NPT +1.25).....	78
Figura 28 – Replanteo estructural piso tanque (NPT +3.75).	78
Figura 29 – Replanteo estructural viga V-2 (0.25x3.00).	79
Figura 30 – Replanteo estructural techo tanque.	79
Figura 31 – Replanteo estructural viga V-3 (0.25x3.00).	79
Figura 32 – Replanteo estructural viga V-4 (0.25x3.00).	80
Figura 33 – Replanteo estructural viga V-1 (0.25x3.00) y elevación parcial. ...	81
Figura 34 – Replanteo estructural elevación parcial de vigas.	82
Figura 35 – Replanteo estructural corte de vigas.	83
Figura 36 – Modelo matemático tanque I.....	86
Figura 37 – Vista tridimensional modelo matemático tanque I.	87
Figura 38 – Planta estructural piso de caseta de máquinas.	87
Figura 39 – Planta estructural losa de fondo del tanque I.	87
Figura 40 – Planta estructural techo del tanque I.	88
Figura 41 – Elevación principal del tanque I.....	88
Figura 42 – Modelo matemático del tanque II.	88
Figura 43 – Vista tridimensional del modelo matemático del tanque II.	89
Figura 44 – Plano estructural piso de caseta de máquinas.	89
Figura 45 – Plano estructural techo calentadores.	90
Figura 46 – Plano estructural losa de fondo del tanque II.	90
Figura 47 – Plano estructural techo del tanque II.	90
Figura 48 – Elevación del tanque II.....	91
Figura 49 – Tanque elevado de 200m ³ de capacidad.....	94
Figura 50 – Calculo de pesos efectivos de tanque elevado de 200m ³ de capacidad.	95
Figura 51 – Grafica del modelo matemático del tanque.	96
Figura 52 – Grafica del modelo matemático del tanque.	96
Figura 53 – Desplazamientos y derivas máximas en la dirección crítica Y-Y obtenidos utilizando la norma ACI 350.3-06.....	97
Figura 54 – Desplazamientos lado izquierdo.....	98

Figura 55 – Desplazamientos lado izquierdo.....	98
Figura 56 – Espectro considerado para el sismo severo de la norma de diseño sismorresistente NTE E.030 (tanques I y II).....	100
Figura 57 – Modo 1: $T_1 = 0.20$ seg.	100
Figura 58 – Modo 2: $T_2 = 0.08$ seg.	101
Figura 59 – Modo 3: $T_3 = 0.075$ seg.	101
Figura 60 – Desplazamientos y derivas máximas de piso en la dirección X-X para el sismo severo del reglamento NTE E.030.	103
Figura 61 – Desplazamientos y derivas máximas de piso en la dirección Y-Y para el sismo severo del reglamento NTE E.030.	104
Figura 62 – Desplazamientos lado izquierdo.....	105
Figura 63 – Desplazamientos lado izquierdo.....	105
Figura 64 – Relación (demanda/capacidad) columnas delanteras.	107
Figura 65 – Diagrama de interacción columnas delanteras.....	108
Figura 66 – Vista del modelo en el SAFE de la losa de fondo del tanque I. ...	108
Figura 67 – Vista de los momentos máximos y mínimos.....	109
Figura 68 – Verificación del diseño de los muros del tanque I.....	109
Figura 69 – Modo 1: $T_1 = 0.14$ seg.	110
Figura 70 – Modo 2: $T_2 = 0.11$ seg.	110
Figura 71 – Modo 3: $T_3 = 0.099$ seg.	111
Figura 72 – Desplazamientos y derivas máximas de piso en la dirección X-X para el sismo severo del reglamento NTE E.030.	113
Figura 73 – Desplazamientos y derivas máximas de piso en la dirección Y-Y para el sismo severo del reglamento NTE E.030.	114
Figura 74 – Desplazamientos lado izquierdo.....	115
Figura 75 – Desplazamientos lado izquierdo.....	115
Figura 76 – Relación (demanda/capacidad) columnas delanteras.	117
Figura 77 – Diagrama de interacción columnas delanteras.....	117
Figura 78 – Verificación del diseño de vigas.	118

RESUMEN

En la investigación desarrollada se planteó el problema general ¿Cuál será el resultado de la verificación estructural y las deficiencias de infraestructura de los tanques elevados del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas? El objetivo general fue: Realizar la verificación estructural y deficiencias de infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas, y la hipótesis general fue: El resultado de la verificación estructural y deficiencias, permite proponer medidas de refuerzo estructural de la infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas.

La investigación se realizó bajo una metodología científica, fue aplicada, de carácter descriptivo-explicativo, y de diseño no experimental. La población estuvo conformada por los edificios con tanques elevados ubicados en la ciudad de Lima, se considera como muestra los tanques elevados del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, el cual se encuentra ubicado en Avenida Angamos Este No. 2520 esquina con Avenida Aviación en el distrito de Surquillo, provincia y departamento de Lima.

La conclusión general fue: se realizó la verificación del sistema estructural del tanque elevado, comprobándose que ambos tanques presentan una configuración estructural irregular, lo que genera una extrema irregularidad torsional en planta.

Palabras claves: Verificación estructural, tanques elevados, análisis estructural, levantamiento arquitectónico y levantamiento estructural.

ABSTRACT

The research was developed having as a general problem: What will be the result of the structural verification and deficiencies of the infrastructure of the elevated tanks of the National Institute of Neoplastic Diseases? The general objective was: To carry out the structural verification and deficiencies of the infrastructure of the elevated tanks of the national institute of neoplastic diseases, and the general hypothesis was: The result of the structural verification and deficiencies, allows to propose measures of structural reinforcement of the infrastructure of the elevated tanks of the national institute of neoplastic diseases.

The research method was scientific, the type of research was applied, the level of research was descriptive - explanatory and the research design was non-experimental. The population is made up of buildings with elevated tanks located in the city of Lima, the elevated tanks of the National Institute of Neoplastic Diseases are considered as a sample, which is located on Avenida Angamos Este No. 2520, corner with Avenida Aviación in the district of Lima. Surquillo, province and department of Lima.

The general conclusion was: the verification of the structural system of the elevated tank was carried out, finding that both tanks have an irregular structural configuration, which generates an extreme torsional irregularity in the plan.

Keywords: Structural verification, elevated tanks, structural analysis, architectural survey and structural survey.

INTRODUCCIÓN

Las estructuras como los embalses son necesarias para distribuir el agua. Se prevé que los embalses elevados continúen operando después del terremoto para que la distribución de agua no se vea obstaculizada. Sin embargo, el mal desempeño de esta construcción de péndulo invertido ha sido citado como una causa de fallas y daños en terremotos anteriores. Por ejemplo, los embalses elevados de agua en las ciudades de Chobari y Manfera colapsaron como resultado del terremoto de Bhuj en India en 2001 porque no pudieron soportar las cargas laterales provocadas por el terremoto (Raj, 2003). Similar al terremoto de Pisco en 2007, que causó daños a la estructura de soporte, unos 4 embalses elevados con una capacidad de almacenamiento combinada de 3070 m³ quedaron inoperables (Kuroiwa, 2012).

No existe una metodología para analizar los embalses elevados actuales y futuros en el Perú ante diversos escenarios de amenaza sísmica. El comportamiento no lineal de los embalses elevados también ha recibido poca atención de los estudios realizados a nivel mundial. Debido a esta necesidad, se plantean diversos métodos para la previsión de los daños que se causarían a los elementos estructurales y no estructurales, el riesgo que estos daños supondrían para los ocupantes y los efectos postestructurales. Se ha desarrollado el comportamiento sísmico de la estructura. Todas estas técnicas para evaluar el desempeño estructural siguen los principios del diseño sísmico basado en el desempeño. Las técnicas de evaluación sugeridas por esta filosofía de diseño se pueden utilizar para diseñar estructuras nuevas y existentes..

La tesis fue desarrollado en capítulos para ayudar al lector a comprender el tema de la investigación. A continuación, se explica cada capítulo en relación con el tema de estudio de manera clara y concreta. El problema, los objetivos, la justificación e importancia, las delimitaciones y limitaciones se presentan en el primer capítulo. El segundo capítulo desarrolla el marco teórico, que incluye los antecedentes y elementos fundamentales del tema investigado, así como los fundamentos teóricos para su desarrollo, la definición de términos, la formulación de hipótesis y la identificación de variables de investigación. El tercer capítulo

establece la metodología aplicada, detallando el tipo, nivel, diseño, población y muestra, así como los métodos y herramientas de recolección de datos, procesamiento de información y técnicas de análisis de datos de investigación. Los hallazgos se presentan en el cuarto capítulo. El análisis de los hallazgos y conversaciones se realiza en el quinto capítulo. La conclusión, los cambios sugeridos, la lista de fuentes y los anexos se incluyen al final.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Los tanques elevados son estructuras esenciales para la distribución de agua y se espera que continúen operando después del terremoto para no interrumpir la distribución de agua. Sin embargo, se han reportado fallas y daños en terremotos pasados debido al mal comportamiento de esta estructura de péndulo invertido. Por ejemplo, durante el terremoto de Bhuj de 2001 (India), tanques elevados en las localidades de Chobari y Manfera colapsaron debido a su incapacidad para soportar las cargas laterales generadas por el terremoto (Raj, 2003). Asimismo, tras el terremoto de Pisco (Perú) de 2007, unos 4 tanques de almacenamiento elevados con una capacidad total de almacenamiento de 3070 m³ quedaron inutilizables debido a daños en la estructura portante. (Kuroiwa, 2012).

Actualmente en el Perú se encuentran en operación un gran número de proyectos de conservación de agua, siendo necesaria su observación y análisis de comportamiento, debido a que los mejores intereses de estos proyectos están destinados a ser de las personas. La mayoría de los tanques de almacenamiento elevados en mi país son de concreto reforzado, los cuales necesitan monitoreo continuo, pero debido a que no existe un método de análisis claro para escenarios de desastres sísmicos, el monitoreo no se ha realizado hasta el momento.

En la provincia de Lima se requiere una evaluación estructural de los diferentes tanques elevados de almacenamiento, ya que si determinamos el estado de las estructuras podremos saber si pueden seguir operando de manera segura y eficiente. Esto significa tener planes de construcción individuales para evaluar, lamentablemente hay muy poca información al respecto.

El presente estudio de verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas, está enmarcado por cuanto dichas estructuras se encuentran en estado vulnerable, a razón de que los tanques elevados presentan una configuración irregular que acarrea torsiones extremas.

1.2. Formulación y sistematización del problema

Ante el planteamiento del problema descrito, surge la siguiente interrogante como problema general:

1.2.1. Problema general

¿Cuál será el resultado de la verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas?

1.2.2. Problemas específicos

a) ¿Cuál será el resultado del levantamiento arquitectónico para la verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas?

b) ¿Cuál será el resultado del levantamiento estructural para la verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas?

c) ¿Cuál será el resultado del análisis estructural para la verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas?

1.3. Justificación

1.3.1. Practica

Tafur (1995), afirma que, “La forma más práctica de defender una investigación es resaltar su aplicación práctica”. Realizar

investigaciones para abordar problemas de casos reales que ocurren en diferentes organizaciones.

Bernal (2016), establece que “una encuesta tiene fundamentos prácticos cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema, o al menos sugiere estrategias que, aplicadas, ayudarán a resolverlo”.

Es fundamental realizar estudios de nuevos sistemas estructurales que minimicen los daños que sufren las estructuras hidráulicas (tanques elevados) por sismos, ya que el Perú se encuentra dentro del llamado “cinturón de fuego del Pacífico”, es un país con riesgo sísmico latente, y a nivel regional, la ciudad de Lima presenta un silencio sísmico.

1.3.2. Teórica

Bernal (2016), señala “Cuando el objetivo de una investigación es desafiar una teoría, comparar dos conjuntos de hallazgos o crear una epistemología del cuerpo de conocimiento del campo, está justificado teóricamente”.

Parella y Martins (2012), Explica que los argumentos teóricos "están diseñados para enfatizar lo que el investigador pretende desarrollar, ya sea para avanzar en el conocimiento existente o para encontrar nuevas explicaciones que cambien el conocimiento existente".. ¿La investigación apoya los postulados teóricos en los que se basa? se puede utilizar como guía en esta situación”.

La inspección de la estructura hidrotécnica del edificio (reservorios de agua de altura). Una evaluación estructural puede revelar si la estructura está lista para soportar posibles cargas sísmicas, de modo que pueda evitar que se derrumbe (o hacer algunos refuerzos estructurales a la estructura existente), como en la construcción. construcción existente. La ciudad de Lima tiene temas importantes.

1.3.3. Metodológica

Espinoza (2014), señala que " Cuando se propone una formulación novedosa de un nuevo método o técnica en la aplicación de la investigación, tiene lugar la justificación metodológica ".

Parella y Martins (2012), La justificación metodológica, según el autor, "se refiere a la aplicación o uso de técnicas y métodos específicos que pueden beneficiar a otros investigadores que trabajan en temas relacionados".

Con el fin de optimizar el comportamiento de las estructuras hidráulicas (tanques elevados) en edificaciones significativas de la ciudad de Lima ante eventos sísmicos de gran magnitud, se dejarán intactas las cimentaciones durante la investigación.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Delimitación temporal

UAP (2009), establece que "el tiempo debe indicar los meses y años en que se inician y terminan los proyectos, así como los aspectos de ejecución más importantes que se abordarán en cada proyecto".

Carrasco (2006), Indica que "la definición de tiempo se refiere al período objeto de consideración de los hechos, fenómenos y temas, el cual debe ser de un año, dos años o más de dos años".

La investigación se realizó en el transcurso de nueve (09) meses, de febrero a octubre del año 2022.

1.4.2. Delimitación espacial

Bernal (2016), señala que, "Los límites del área geográfica donde se llevará a cabo una investigación se denominan delimitaciones espaciales. En las investigaciones se suele a limitarse una zona geográfica de una ciudad, a una ciudad, una región, un país, un continente, etc".

Carrasco (2006), Establece que “la demarcación espacial incluye lugares claramente definidos donde se realizan levantamientos, que requieren el registro de topónimos, centros de población, distritos, provincias, departamentos, etc.”

La investigación fue ejecutado sobre los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas, la cual está ubicada en la avenida Angamos Este N°2520 esquina con la avenida Aviación del distrito de Surquillo, provincia y departamento de Lima.

Figura 1 - Ubicación departamental de la zona de investigación.



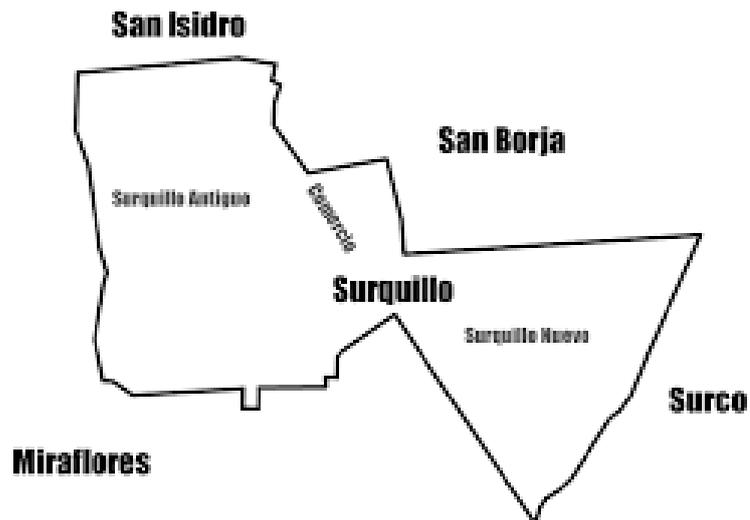
Fuente: <https://www.deperu.com/calendario>

Figura 2 - Ubicación provincial de la zona de investigación.



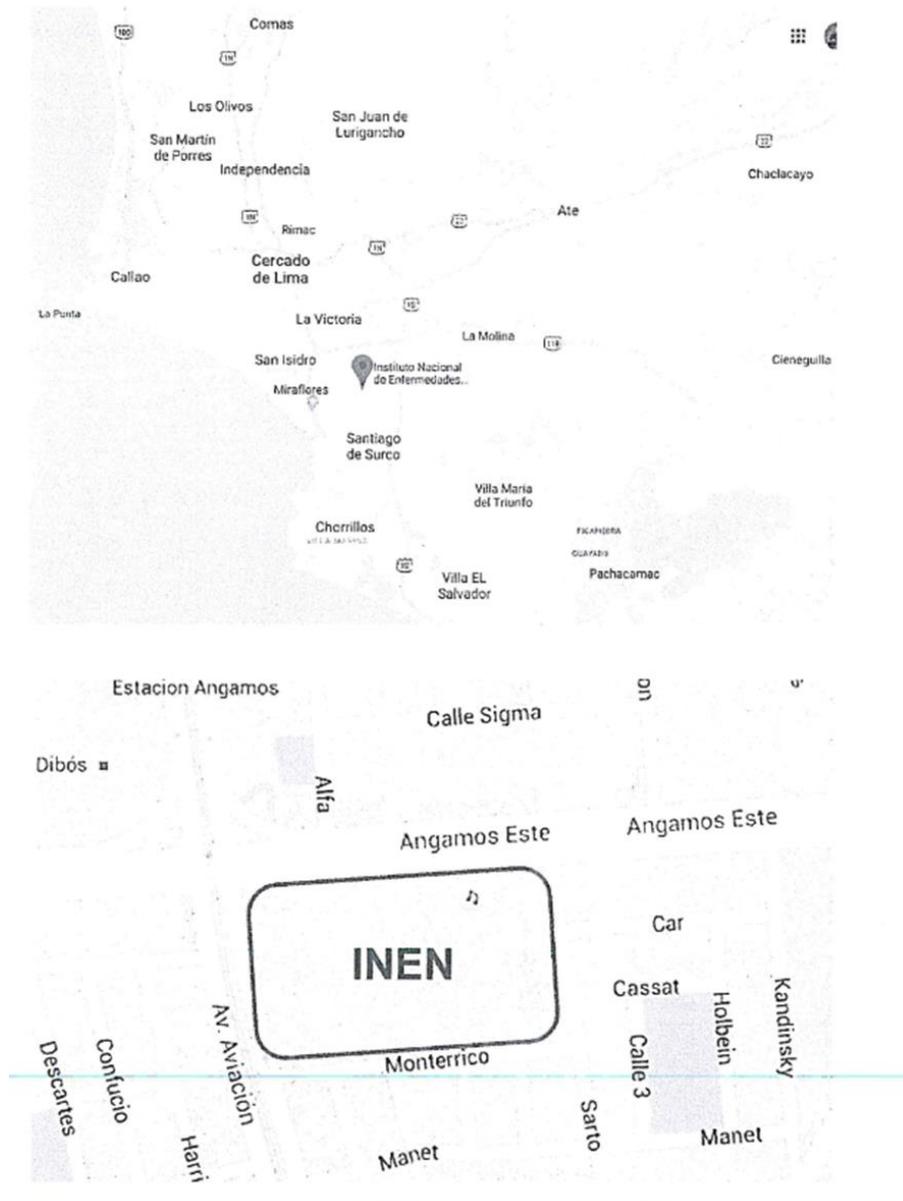
Fuente: <https://www.deperu.com/calendario>

Figura 3 - Ubicación distrital de la zona de investigación.



Fuente: <https://www.deperu.com/calendario>

Figura 4 - Localización del lugar de investigación.



Fuente: Elaboración propia.

1.4.3. Delimitación económica

Bernal (2016), "El límite financiero se refiere a los recursos financieros necesarios para completar el proyecto de investigación", dijo.

De acuerdo con la definición de restricción financiera, esto indica que no hay inconveniente financiero debido al costo de preparación de este trabajo de investigación. El investigador de esta tesis

aceptó totalmente los costos asociados con la realización de la investigación.

1.5. Limitaciones

Arias (1999), Afirma que estas limitaciones “son obstáculos que eventualmente pueden surgir durante el diseño del estudio. La falta de cooperación de los encuestados en el suministro de información es un ejemplo de una limitación u obstáculo que enfrenta el investigador”.

UAP (2009), Se ha mencionado que "las limitaciones de la investigación se refieren a las limitaciones de tiempo, humanas y financieras de los investigadores para realizar la investigación".

Las limitaciones del estudio se centran en el pequeño número de estudios relacionados con el problema creciente de la verificación de las estructuras de los tanques de almacenamiento.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Realizar la verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas.

1.6.2. Objetivos específicos

a) Realizar el levantamiento arquitectónico para la verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas.

b) Realizar el levantamiento estructural para la verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas.

c) Realizar el análisis estructural para la verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Nacionales

Chacón y Ramírez, (2014), realizo la tesis Análisis De Una Edificación De 4 Pisos Con Disipadores De Fluido Viscoso en la ciudad de Lima, en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Su propósito general es analizar una estructura de 4 pisos con un sistema de protección contra terremotos que consiste en un difusor de fluido viscoso, comparar su desempeño lineal y no lineal y concluir que los difusores no lineales son más efectivos que los radiadores lineales; los disipadores de calor no lineales pueden lograr el mismo objetivo de diseño con valores de coeficiente de amortiguamiento más bajos; los radiadores lineales tienen curvas de histéresis casi elípticas, mientras que los radiadores no lineales tienen una tendencia rectangular, lo que reduce las fuerzas generadas pero aumenta su deformabilidad.

Díaz y Meniz (2019) desarrollaron la tesis denominada evaluación estructural de reservorios apoyados de concreto armado en lima metropolitana considerando la norma aci 350-06 y las normativas peruanas, Incluyó una evaluación estructural de 05 reservorios circulares construidos entre 1977 y 1997 y ubicados en zonas de alto riesgo sísmico del área metropolitana de Lima con cimentaciones moderadamente rígidas para comprobar si estas estructuras continúan manteniendo su desempeño de acuerdo a los requerimientos sísmicos actuales Crear diseño sísmico adecuado para que puedan soportar eventos sísmicos severos y continuar sirviendo. Se concluyó que no se mantuvo un diseño estructural adecuado en el embalse 05 evaluado, resultando en un refuerzo estructural insuficiente. Esta falta de refuerzo resulta específicamente en la falla del refuerzo horizontal debido al

cortante del muro, cortante vertical mínimo en el muro, refuerzo en el muro debido a momentos tangenciales, refuerzo requerido en la viga de cuello y refuerzo requerido en los extremos. cúpula (collar-cúpula-junta); por lo tanto, en caso de un evento sísmico severo (con un período de retorno de 475 años), estas estructuras no podrán resistir adecuadamente este evento, lo que resultará en una falla estructural por momento, tensión y fuerzas cortantes, lo que provocará interrupciones en el suministro de agua. en su zona de influencia.

Díaz la rosa, (2014), realizó la Tesis Evaluación del Proyecto Estructural y Optimización del Diseño Con Disipadores de Energía Viscosos Taylor para Una Edificación Esencial de 6 Pisos en la ciudad de Trujillo, en la Universidad privada Antenor Orrego. Como propósito general, evalúe el diseño estructural, que se mejoró originalmente en la clínica, analizó los parámetros más importantes, como la acción de expansión en el elemento de corte, convirtiendo la excentricidad, el poder y la huida. Pipator de energía. La conclusión es que la introducción de la estructura de estas estructuras difusas ha llevado a la máxima reubicación de la sexta vista del 41.81 %. Y la actividad de bocadillos se reduce del 38,57% al 51,10%; se puede observar que el esfuerzo cortante del muro de cortante en el eje Y (donde se ubica el equipo) se reduce significativamente de 32.04% a 48.58%, también en la columna esta reducción llega a 35.31%; También se puede observar que los momentos se reducen en un 47,93% para losas y en un 35,30% para columnas.

Martínez (2019) desarrolló la tesis denominada “evaluación del comportamiento sísmico de un reservorio elevado de concreto armado de cuba de sección circular y rectangular, aplicando la normativa norteamericana - Tacna 2019” En él encontró que entre los resultados obtenidos, la fuerza de empuje anular en el yacimiento de sección transversal rectangular aumentó en un

máximo de 33.73%, mientras que el momento positivo en el yacimiento de sección transversal rectangular aumentó en un máximo de 93.90%, en comparación al yacimiento de sección transversal circular, el momento negativo aumentó en un máximo de 14,11 % más pequeño que el de los yacimientos de sección transversal circular, el aumento máximo en el esfuerzo cortante del yacimiento con sección transversal rectangular es de 58,51 %, y el aumento máximo con el de sección transversal rectangular sección transversal. La cizalladura del embalse elevado de sección transversal es un 11,42 % mayor que la del embalse elevado de sección transversal circular, los períodos de convección y de choque del embalse elevado de sección transversal rectangular aumentan en un 13,65 % y un 12,14 %, respectivamente, en comparación con el embalse elevado de sección transversal circular.

Quispe (2016), de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, presenta su tesis Evaluación estructural de los C.E.S. estatales entre el tiempo de servicio versus el riesgo, de su infraestructura actual en la ciudad de Juliaca, para optar el grado académico de magister en ingeniería civil. Tuvo como propósito evaluar los elementos estructurales del edificio CES Nacional en el Municipio de Juliaca. El método utilizado es determinista ya que utiliza como variables la evaluación de la estructura y el estado de situación de la estructura.

Los resultados muestran memoria computacional, fuerzas cortantes en dos direcciones, desplazamiento y deformación de edificios, control de deriva y rotación, conexiones, demolición y refuerzo existente para los distintos edificios analizados.

Según los resultados de la investigación, el 60% de las infraestructuras han llegado al final de su vida útil, y el 40% restante se encuentra en peligro por un mantenimiento deficiente.

Tacza (2018), de la Universidad Nacional Federico Villareal, presenta su tesis Evaluación estructural, propuesta de reforzamiento y viviendas autoconstruidas de albañilería confinada, ubicadas en el distrito de Ate en la ciudad de Lima 2018, para optar el grado académico de doctor en ingeniería civil. Tiene como objetivo determinar la relación entre la evaluación estructural y las propuestas de refuerzo de viviendas cerradas de mampostería autoconstruidas en el distrito Atlético de Lima en el año 2018. Los métodos utilizados fueron correlaciones descriptivas con evaluación estructural como variables y esquemas de refuerzo, así como casas de mampostería autoconstruidas. se construyeron casas de ladrillo cerradas.

Los resultados de esta investigación muestran la memoria computacional del comportamiento de los datos, estadísticas de variables, evaluación de la autoestructura y estructuras de refuerzo propuestas según Kolmogorov-Sminov.

Se concluyó que existe una correlación significativa entre el diagnóstico de construcción 2018, las oportunidades de fortalecimiento y las casas de mampostería cerrada autoconstruidas en el distrito de ATE de Lima.

2.1.2. Internacionales

Chacón (2017), de la Escuela Politécnica Nacional de Ecuador, presenta su tesis Evaluación y reforzamiento del sistema resistente a carga lateral de muros del ex colegio Simón Bolívar, para obtener el grado académico de Magister en estructuras, El objetivo fue evaluar la resistencia a la carga lateral del nuevo sistema de muros de la sede de la ONU ante un evento relacionado con el terremoto pronosticado, con base en un análisis estático lineal realizado mediante un modelo de elementos finitos, previo al diseño del refuerzo para garantizar una ubicación segura. . Los métodos

utilizados se relacionan descriptivamente con la evaluación estructural y la amplificación como variables.

Los resultados de este estudio nos mostraron una memoria de cálculo que contiene propuestas de refuerzo de sismo, deformación, deriva y revestimiento y la distribución esperada de la carga de trabajo.

La conclusión es que luego de evaluar la estructura, esta puede tener un comportamiento muy frágil y necesita ser fortalecida, lo cual se describe en el trabajo.

Grajales (2003), realizó la tesis de maestría: Comportamiento Dinámico de los Edificios Provistos de Dispositivos disipadores de Energía, México – 2003, en la Universidad Autónoma de Nuevo León. Su objetivo general es investigar el efecto de los disipadores de energía en edificios con diferentes características dinámicas en base a criterios como la energía de entrada al sistema, la energía extraída y la respuesta estructural a través de sus desplazamientos y desplazamientos de cimentación, y en general. supuesto utilizando dispositivos disipadores de energía, un tipo de histéresis, para reducir la respuesta dinámica de los edificios cuando se someten a excitaciones sísmicas. Se concluyó que los disipadores histeréticos son una buena opción para la disipación de energía si se diseñan adecuadamente, evitando así la disipación de energía por el propio amortiguamiento del edificio, lo que sin duda conduciría a la falla estructural.

López et al. (2017), de la Universidad de El Salvador, presenta su tesis Aplicación del Método de Evaluación Estructural del Desempeño Sísmico al Ala Norte del Edificio de la Facultad de Medicina de la Universidad de El Salvador para la carrera de Ingeniería Civil, Su objetivo es realizar una evaluación del estado actual. El ala norte del edificio de la Facultad de Medicina de la Universidad de El Salvador mediante indicadores sísmicos para

proponer medidas que garanticen la seguridad de las estructuras del edificio y reduzcan los riesgos. Ocurrencia de futuros eventos sísmicos. Utilizando métodos para evaluar el desempeño sísmico de estructuras y medidas para garantizar la seguridad estructural de los edificios como variables, los métodos utilizados son descriptivos.

El resultado de este estudio es una memoria de cálculo que nos muestra el daño potencial que se puede producir en un edificio en caso de un evento sísmico.

En conclusión, se clasificó el daño detectado, principalmente en estructuras ligeras y fuertes. En el caso de las vigas, las mismas causas comunes son: una fisura por desplazamiento, flexión o una combinación de ambas. Sin embargo, las grietas encontradas en las columnas se debieron a la compresión flexográfica y al efecto cortante. Como tales, no provocan daños que pongan en peligro la estructura o los usuarios del edificio, ya que el tipo y naturaleza de los daños detectados no amenazan la integridad de los elementos.

Ruvalcaba, (2005), Realizo su tesis de maestría en el Instituto Politécnico Nacional: Evaluación del Comportamiento Sísmico de Pórticos de Concreto Equipados con Disipadores de Energía Tipo Tadas, U y Viscoelástico, México - 2005. El objetivo general fue determinar cuál de estos sistemas proporciona el mayor nivel de seguridad en el desempeño sísmico, dadas las mismas condiciones de suelo en la Ciudad de México y los peligros sísmicos correspondientes y, como supuesto general, la adición de elementos disipadores de energía a las estructuras estructurales. . después de incidentes sísmicos importantes tiene un impacto significativo en la reducción del riesgo para el personal al exponerlo al riesgo. Se concluyó que, ante demandas sísmicas significativas, la adición de elementos disipadores de energía al marco estructural reduce el nivel de trabajo en las partes regulares de dicho marco

(vigas y columnas), lo que significa menos daño a las mismas, por lo tanto, Reducido pérdida de rigidez y resistencia.

Restrepo y Hernández (2017) En un estudio publicado en la revista Science, el comportamiento sísmico de los tanques se utiliza para distribuir agua potable. Realizaron un análisis estático y sísmico del agua potable y el análisis sísmico de los tanques de almacenamiento. Ambiente de trabajo en la distribución del agua. Utilizando el software 4D LARSA, analizaron el modelo estructural del tanque de almacenamiento, ya que utilizaba un método limitado de elementos para determinar la potencia del elemento estructural. Sus conclusiones fueron:

En el análisis sísmico, la carga axial es mayor que la carga estática, resultando en columnas de 2,25 toneladas y 1,8 toneladas, respectivamente, y la pared elevada del tanque es bastante diferente. En el análisis sísmico, la fuerza de 420 kg se distribuye entre los dos apoyos laterales. El análisis estático mostró una carga de 7200 kgf distribuida entre los apoyos. Finalmente, se indica la importancia de la simulación y su análisis para un correcto diseño estructural.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Teorías de la Investigación

Es importante que todos los estudios formen un depósito de información a partir del cual comprender los enfoques para resolver problemas y posibles soluciones, para identificar los conceptos más simples de temas relacionados con el fin de obtener una comprensión clara de lo que se está estudiando.

2.2.1.1 Sistema de tanques elevados

En estos sistemas, el agua se eleva a la parte del tanque donde se encuentra el tanque elevado, normalmente en la parte superior del tanque, ya sea por la misma presión

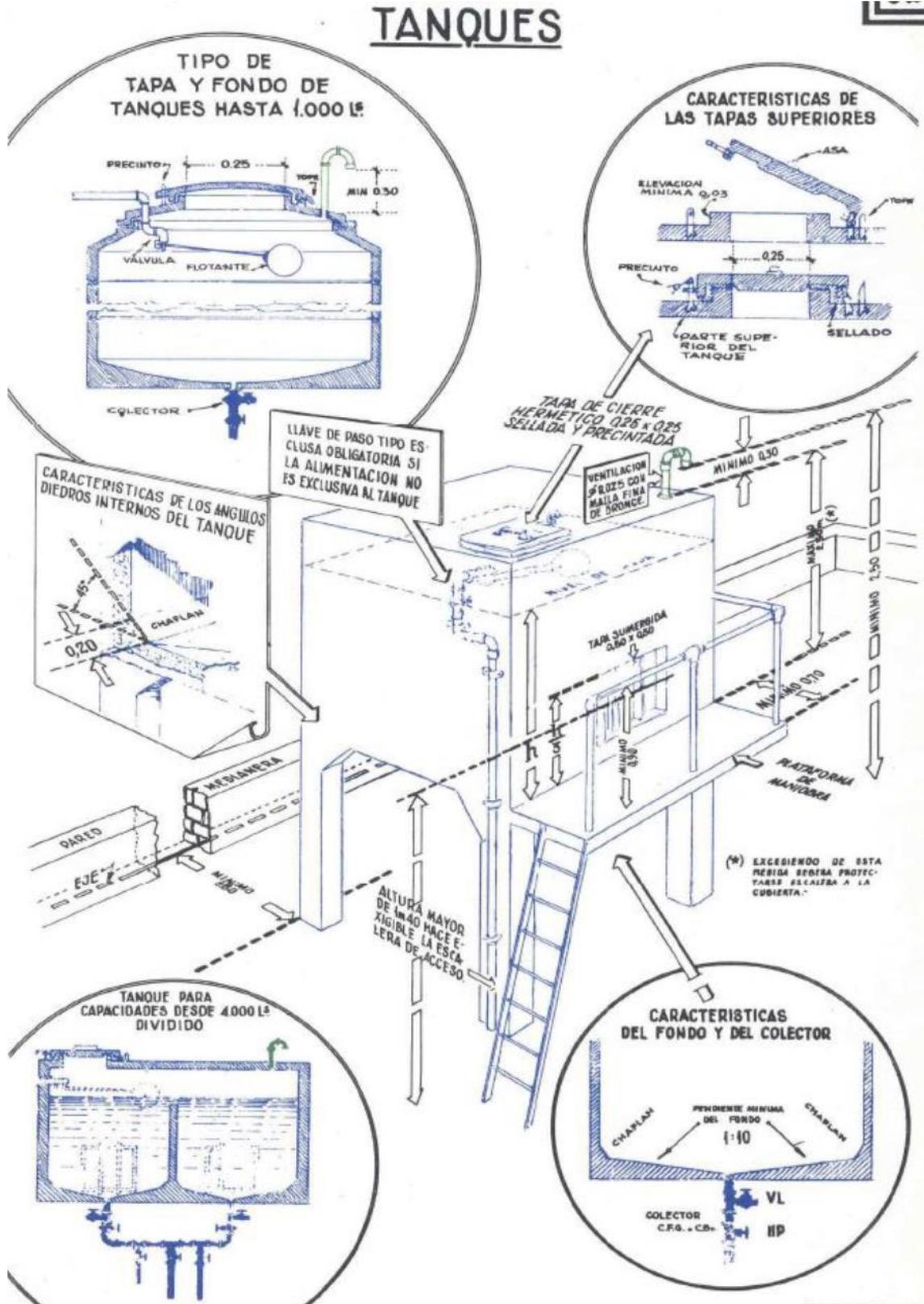
de la red pública o por una bomba dentro del tanque. Estos sistemas vienen con todo lo necesario para su correcto funcionamiento, incluyendo tanques elevados, equipo de bombeo, controles para el equipo de bombeo, dispositivos de alarma y seguridad, y tanques de almacenamiento para aligerar la carga de los tanques.

1.- Tanque elevado: Es un elemento de un sistema de almacenamiento de agua, como una cisterna, desde el cual se distribuye el agua por gravedad a través de una red de distribución. Debe construirse con materiales que no cambien la calidad, composición y condición del agua de ninguna manera, generalmente para tanques de un tamaño significativo se construyen con hormigón armado con yeso impermeable. Algunas bibliografías ofrecen las siguientes sugerencias:

- ✓ Su fondo debe tener una pendiente mínima de 1:10 hacia el desagüe.
- ✓ Unión de paredes y fondo por chaflán de 45° de 0,20 m. como mínimo.
- ✓ Tapa hermética sumergida de luz mínima de 0,50 m. ubicada en tercio inferior tanque
- ✓ Tapa de inspección en la cubierta de 0,25 x 0,25 m. alejada 0,15 m. como máximo de la válvula a flotante, sellado y precintado.
- ✓ Escalera fija, no exigible cuando el tanque se halle en lugar fácilmente accesible
- ✓ Escalera a la cubierta exigible por desnivel entre ésta y el piso, mayor de 2,50 m.; no podrá anunciarse al tanque la escalera por debajo del nivel de agua

- ✓ Plataforma de maniobra (ancho 0,70 m., baranda 0,90 m. de altura, la plataforma sobrepasará en 0,25 m. como mínimo los costados de la tapa sumergida); no exigible plataforma cuando la maniobra pueda realizarse cómodamente prescindiendo de aquella (altura máxima de eje tapa sumergida a nivel de piso: 1,40 m.)
- ✓ Cisterna de bombeo: separados 0,50 m. como mínimo de filo interior medianero o paredes propias de sótano que den a terraplén; se tolera arrimar a pared propia de sótano que no dé a terraplén - tanques de reserva: separados 0,60 m. como mínimo de eje medianera - separación mínimo entre tanques reserva y de incendio: 0,50 m. prohibición de colocación de tanques enterrados.

Figura 5- Tanque elevado y detalles.



Fuente: Elaboración propia.

2.- Fallas en tanques: Debido al comportamiento peculiar del agua cuando vibra, en este caso vibraciones provocadas por un sismo, las estructuras de tanques elevados pueden dañarse debido a que los tanques o cualquier tanque de líquido tiene características dinámicas diferentes a las estructuras de tanques. Por ejemplo, en un embalse elevado, el período de vibraciones naturales de la parte convectiva del agua suele ser mayor que el de la misma estructura que contiene el líquido; Los líquidos en componentes tienden a tener ciclos más largos. Por ejemplo, en tanques de metal, los efectos del agua en la estructura del tanque se pueden comprender mejor; La Figura 06 muestra un tipo de falla que comúnmente se presenta en los depósitos metálicos, denominadas huellas, las cuales indican presión hidrodinámica en el fondo del depósito, el esfuerzo se concentra en el fondo del depósito; En la Figura 07 se pueden observar depresiones en la parte superior del depósito metálico, estas depresiones han sido creadas por ondas en la parte superior asociadas a la composición convectiva del líquido, para que podamos tener una mejor comprensión de su significado y tamaño. este efecto debe tenerse en cuenta en el análisis. Los códigos internacionales recomiendan que el esfuerzo de diseño tenga en cuenta las partes estáticas, la presión hidrostática y el peso del agua, así como la sobrepresión hidrodinámica de los terremotos (presión de convección, presión de impulso, dinámica de inercia de las estructuras del yacimiento), y recomiendan el uso de combinaciones cuadráticas completas de todos mencionado. consideración. de los parámetros.

Figura 6- Pandeo de pie de elefante de la pared de un tanque.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7- Abolladura en la parte superior del tanque metálico producida por oleaje.



Fuente: Elaboración propia.

En general, el daño a los tanques elevados sobre edificios típicamente ocurre en los pozos que soportan la estructura del tanque, en su intersección, y también en la

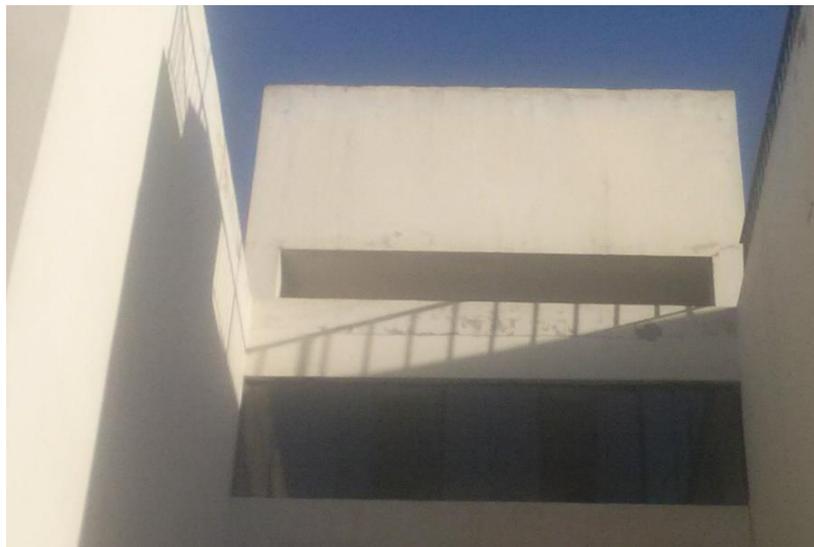
base del pozo, en su intersección con la estructura principal del edificio. Las figuras 07, 08 y 09 muestran esto en detalle.

Figura 8- Fallas en la base del tanque, edificio de departamento “El Corregidor” en J.L.B. y R; (a) Bloque “A”.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 9- Fallas en la base del tanque, edificio de departamento “El Corregidor” en J.L.B. y R; (b) Bloque “B”.



Fuente: Elaboración propia.

Entre la Avenida de las Américas y el ex Lanificio en la colonia José Luis Bustamante y Rivero de Arequipa,

encontramos un conjunto de edificios de departamentos, de los cuales 4 cuadras se denominan “El corregidor”, el único de todo el conjunto con altura. tanques en el sector de los edificios de apartamentos múltiples; estas fallas son especiales porque fallan en el mismo lugar, en la intersección con el eje, que ocurrió en el terremoto de 2001.

Figura 10- Fallas en la base del fuste del tanque, edificio de departamento “Enace” en Mollendo.



Fuente: Elaboración propia.

La foto de arriba muestra un edificio de apartamentos en la urbanización "Enaces" de Mollendo, que también tiene un tanque de agua dañado en el terremoto de Arequipa de 2001 y tiene columnas de fuste dañadas que también fueron erosionadas por el edificio. expuesto a la brisa marina y asentado sobre un acantilado con vista al mar, lo que aumenta el riesgo de que el tanque se derrumbe. Como veremos en la Figura 10, este diseño inadecuado del tanque puede provocar el colapso del tanque.

Figura 11- Colapso del tanque en un Hospital.



Fuente: Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud de la Organización Panamericana de la salud 2004.

2.2.1.2 Edificaciones con tanques de concreto armado

Creemos que varios proyectos en nuestra área tienen sistemas de tanques elevados, así como propiedades de gran altura que permiten que el tanque se integre en la arquitectura del edificio. Las principales ventajas del hormigón armado son:

- ✓ Es de fácil adquisición ya que sus componentes (agua, cemento, agregados) son fáciles de hallar en cualquier locación geográfica.
- ✓ No requiere de mucha técnica para su fabricación, más que un adecuado control en dosificaciones (a cargo de ingenieros o máquinas dosificadoras automatizadas). No necesita de mano de obra altamente calificada.
- ✓ Debido a su naturaleza inicial fluida, puede acomodarse a cualquier forma estructural con mucha facilidad, adaptándose a los requerimientos arquitectónicos.

- ✓ Requiere menos mantenimiento que las estructuras de acero o madera.
- ✓ Es un material con alta resistencia al fuego, logrando soportarlo por un periodo de entre 1 a 3 horas sin necesidad de ningún sistema especial de protección (Wight, y otros, 2012, p.125), característica que el acero estructural y la madera carecen. (Ottazi Pasino, 2011, p.245)

2.2.1.3 Acciones sobre las estructuras

También se denominan demandas o cargas a las fuerzas, acciones y deformaciones que una estructura debe ser capaz de soportar a lo largo de su vida útil. Tanto factores internos como externos, como el propio peso de la estructura o el peso de una persona, pueden contribuir a estos movimientos.

a.- Cargas muertas: Todas estas son cargas estructurales o adicionales.

b.- Cargas vivas: Son cargas que no están necesariamente sobre la estructura, como el peso de las personas que permanecen en el edificio, el peso de los vehículos o el peso de los electrodomésticos o muebles que se pueden quitar.

c.- Cargas sísmicas: En países como Estados Unidos, Chile y Perú, la actividad sísmica se considera un factor de suma importancia, por cuanto en el momento del diseño estructural. Los eventos sísmicos provocan aceleraciones en el suelo, lo que conlleva que las estructuras emitan respuestas a estos movimientos inducidos. Cada uno respuesta de una manera distinta a las demandas sísmicas de acuerdo al tipo de suelo y el

sistema de su estructura. Ante ello, los países con actividad sísmica consideraron estrictas normas para reglamento en el análisis y diseño de estructural las cuales quedan expuestas a sismos para asegurar su normal funcionamiento.

d.- Otras cargas: Dependiendo del país, la ubicación geográfica de la estructura y las condiciones de operación, también de suma importancia tomar en cuenta otros factores de estrés ambiental que pueden afectar la estructura más que los terremotos:

Empujes de líquidos, tierra y materiales a granel: Las estructuras como piscinas y cisternas (para empujar líquidos y suciedad) o tanques de almacenamiento (para empujar materiales a granel como granos vegetales) deben soportar este tipo de carga.

Hundimientos diferenciales: Ocurre cuando diferentes hundimientos en varios lugares afectan los cimientos de un edificio. Si los hundimientos son mayores que los permitidos por las normas, estos hundimientos diferenciales resultan en fuerzas internas dentro de la estructura que deben ser tenidas en cuenta.

Cargas de nieve, lluvia, granizo y hielo: Es crucial considerar el impacto que estas cargas tendrán sobre los techos de las estructuras en regiones donde la temperatura desciende a niveles extremadamente bajos (como Cerro de Pasco o el nevado Huaraz).

Cambios volumétricos: Es bien sabido que todos los materiales tienen tendencia a aumentar o disminuir su volumen cuando la temperatura de su entorno sube o baja. Las fuerzas internas que se crean por estos

cambios volumétricos dentro de la estructura también deben tenerse en cuenta si son significativas.

Cargas de viento: Debido a su extrema rigidez y peso, las estructuras bajas de hormigón normalmente no se ven muy afectadas por el viento. Sin embargo, debido a su peso ligero y alta flexibilidad, las estructuras altas y, en general, el acero estructural, son más susceptibles a los efectos del viento. El análisis y el diseño de la carga de viento necesitan una consideración y un análisis especiales, al igual que el análisis y el diseño de la carga sísmica.

Acciones durante el proceso constructivo: Es común considerar analizar y conceptualizar las estructuras por las cargas que tendrán que soportar a lo largo de su vida útil (Meli, 2007, p. 78), también es fundamental tener en cuenta las cargas a las que se verá sometida la estructura durante todo el proceso. Durante la construcción, una estructura aún no alcanza completamente su resistencia de diseño (en el caso de estructuras de hormigón armado) ni adquiere la hiperestática de toda la estructura. En los últimos años, se ha vuelto cada vez más crucial considerar estos factores.

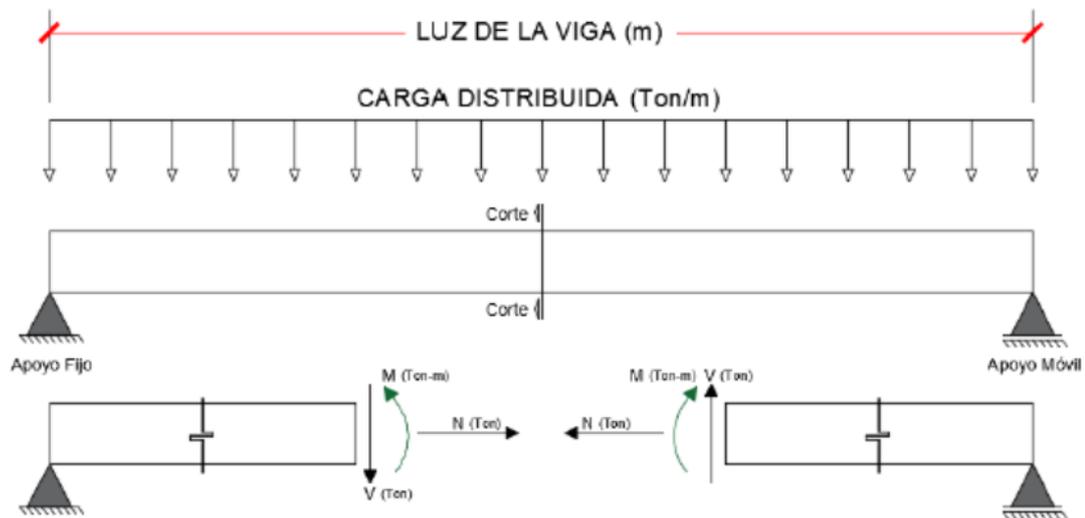
2.2.1.4 Respuestas de las estructuras

Las respuestas que las acciones antes mencionadas tienen sobre una estructura se pueden observar en los parámetros físicos que se relacionan a continuación (Meli, 2007, p.80):

a.- Fuerzas internas: Las fuerzas internas (momentos de flexión, fuerzas cortantes y fuerzas axiales) ocurren

dentro de una estructura cuando las fuerzas externas (cargas) actúan sobre ella.

Figura 12 - Representación de Momentos Flectores, Fuerzas Cortantes y Fuerzas Axiales en el interior de un elemento estructural tipo viga.



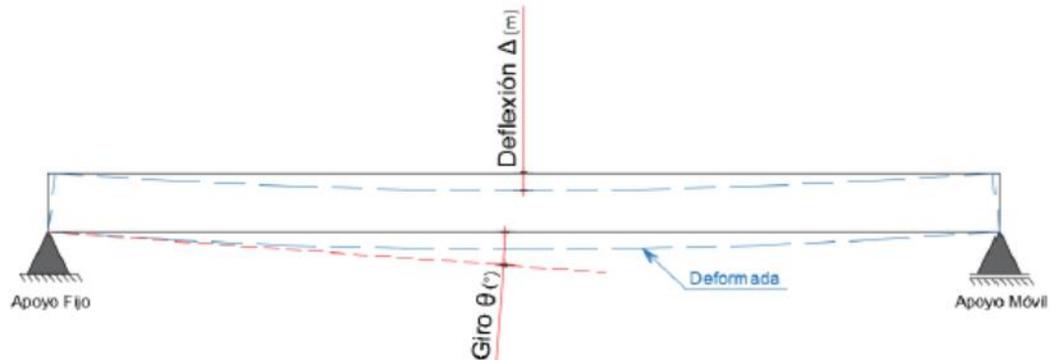
Fuente: Elaboración propia.

Las estructuras deben tener la capacidad suficiente para soportar estas reacciones en el interior, y el trabajo del ingeniero estructural es darles esa capacidad.

b.- Deformaciones: Cuando se carga un elemento estructural, experimenta deformaciones tanto angulares (giros) como lineales (desplazamientos o deflexiones).

Las deformaciones lineales vienen a ser desplazamientos en el sentido vertical u horizontal, mientras que las deformaciones angulares son rotaciones a lo largo de los ejes que experimentan los elementos estructurales. Las siguientes deformaciones, por ejemplo, estarían presentes en la viga representada en la figura anterior:

Figura 13 - Deformaciones angulares y lineales típicas en elemento tipo viga.

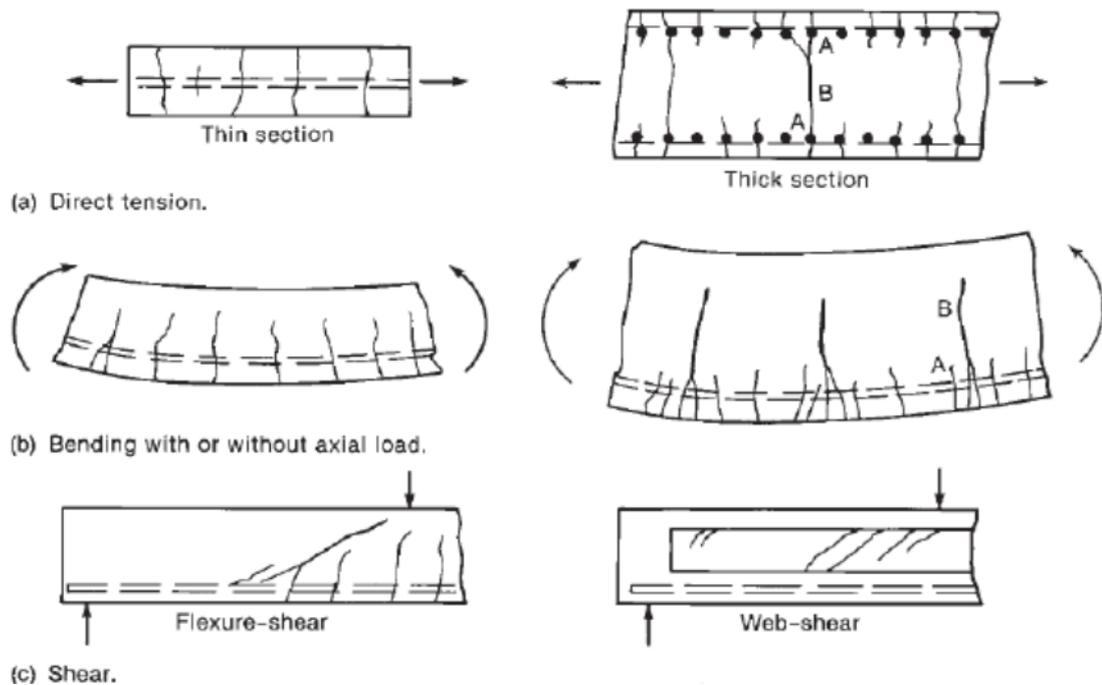


Fuente: Elaboración propia.

Es inevitable que una estructura no experimente estas deformaciones. Siempre existen, por pequeños que sean. La responsabilidad del ingeniero estructural es asegurarse de que estas deformaciones no sean visibles a simple vista, que no interfieran con la capacidad de la estructura para realizar las funciones previstas y que no afecten los componentes no estructurales de la estructura. (una deflexión excesiva puede provocar grietas en las paredes divisorias). o romper vidrios que descansan sobre una viga).

c.- Agrietamientos: Las fuerzas internas generadas en los miembros estructurales tienden a crear grietas o fisuras en las áreas más vulnerables. Por ejemplo, las imágenes a continuación muestran grietas causadas por tensión axial en secciones delgadas y gruesas (a), momento de flexión en una viga (b) y cortante en una viga (c).

Figura 14- Fisuras estructurales principales.



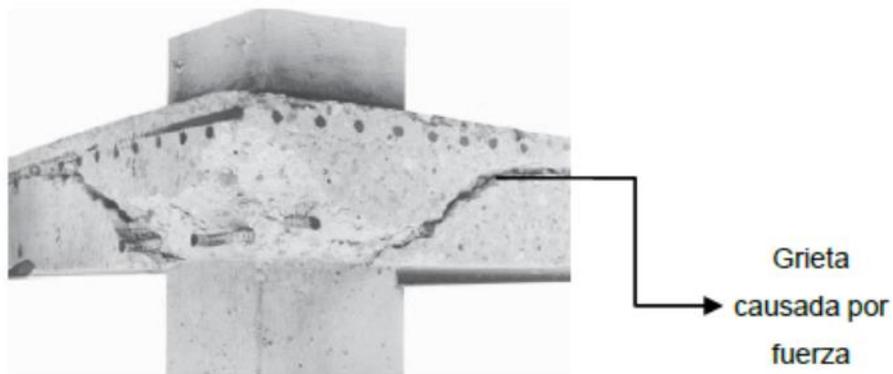
Fuente: Reinforced Concrete: Mechanics and Design (Wight, y otros, 2012).

Estas grietas en el hormigón armado son causadas por esfuerzos de tracción, ya que el hormigón armado tiene poca capacidad para soportar tales esfuerzos. Para evitar y controlar estas fisuras, se utiliza armadura para resistir las fuerzas de tracción y reducir la carga unitaria en el interior del miembro. Es inevitable que estas fisuras no se produzcan, pero es función del ingeniero estructural reducirlas al máximo posible o al máximo tolerable.

d.- Daño: El daño estructural ocurre cuando la estructura no puede absorber las fuerzas internas que se le aplican. Vale la pena indicar que el daño a un edificio no significa que se derrumbará, puesto que la estructura sigue en pie a pesar del daño. El daño puede decirle al público que hay un problema con la estructura para que, si es necesario, se pueda evacuar el edificio antes de que se derrumbe. En la siguiente imagen se puede ver un

ejemplo de elemento estructural dañado por fuertes cargas.

Figura 15- Daño estructural en una losa de piso debido a una falla por fuerza cortante.



Fuente: Reinforced Concrete: Mechanics and Design (Wight, y otros, 2012).

Figura 16- Daño de una columna durante el terremoto de San Francisco de 1971 (E.E.U.U.).



Fuente: Reinforced Concrete: Mechanics and Design (Wight, y otros, 2012).

Figura 17- Daño en una viga debido a un mal traslape del acero longitudinal superior.



Fuente: Reinforced Concrete: Mechanics and Design (Wight, y otros, 2012).

2.2.1.5 Estados límites

Comenzando a crear y construir la estructura formalmente y construida, surgieron las siguientes preguntas:

- ✓ ¿Cuál es la vida útil que debe tener la estructura?
- ✓ ¿Cuáles son los valores máximos, mínimos y promedios de las acciones externas que debe soportar la estructura?
- ✓ ¿Cuáles son las fuerzas o esfuerzos internos que se generan en la estructura por las acciones externas?
- ✓ ¿Cuál debe ser el grado de seguridad razonable del que se debe dotar a la estructura?
- ✓ ¿Cuál es el costo económico aceptable?
- ✓ ¿La solución propuesta es estéticamente aceptable?

(Ottazi Pasino, 2011, p.60)

a.- Estados límites últimos: Son estados de colapso parcial o total de estructuras que pueden causar pérdidas económicas y pérdida de vidas humanas. Por lo tanto, la probabilidad de su ocurrencia debería ser muy baja (Wight et al., 2012, p. 120). El estado límite más importante es:

Pérdida de equilibrio: Esto ocurre cuando no se desarrollan las reacciones necesarias para mantener el equilibrio estructural. Un ejemplo obvio es el deslizamiento o el vuelco de un muro de contención (Ottazi Pasino, 2011, p.145).

Rotura: Esto ocurre cuando un elemento estructural falla o se daña, provocando el colapso total o parcial de la estructura. La mayoría de las estructuras de hormigón armado se basan en este estado límite (Wight, y otros, 2012, p.120).

Colapso progresivo: Esto ocurre cuando un miembro se somete a una carga mayor de la que puede soportar, provocando su falla. Cuando este elemento falla, la sobrecarga se transfiere a los elementos adyacentes, lo que hace que también fallen sucesivamente, hasta que la estructura general colapsa. Este tipo de colapso se puede prevenir o mitigar mediante un arriostramiento adecuado que permita conectar los elementos estructurales, proporcionando una ruta de sobrecarga alternativa en caso de que falle algún elemento (Ottazi Pasino, 2011, p.68).

Formación de un mecanismo plástico: Esto ocurre cuando se forman suficientes bisagras de plástico para convertir la estructura en un mecanismo que la convierte en una estructura inestable (Wight, y otros, 2012, p.125).

Inestabilidad: En hormigón armado, la inestabilidad se da por rotura de columnas (Wight, et al., 2012, p.125). El vuelco de vigas también se considera en estructuras de acero.

Fatiga: Esto ocurre cuando los miembros estructurales están sujetos a ciclos constantes de carga y descarga, lo que hace que fallen repentinamente (Wight, y otros, 2012, p.125)

b.- Estados límites de servicio: Estos estados límite ocurren cuando la función normal de una estructura se interrumpe sin colapsar (Wight et al., 2012, p. 125). El principal estado límite de servicio es:

Deflexiones excesivas: Durante el funcionamiento normal de la estructura, la deformación excesiva puede causar fallas en la máquina, rotura de tabiques, vidrios y ventanas, así como visualmente significativo y arquitectónicamente inaceptable (Wight, y otros, 2012, p.125).

Excesivo agrietamiento: El agrietamiento con exceso puede provocar la corrosión del acero y la posterior falla del concreto (Ottazi Pasino, 2011, p. 140). El agrietamiento excesivo también puede causar fugas no deseadas en estructuras que almacenan líquidos, como depósitos, piscinas o tanques.

Vibraciones indeseables: La vibración constante del suelo puede generar miedo e inseguridad a las personas que caminan sobre él, aunque esto no es un problema mayor en estructuras de hormigón armado (Wight, y otros, 2012, p.125).

Estados límites especiales: Estos estados límites se dan en condiciones excepcionales, tales como:

- ✓ Daño o colapso provocado por un sismo extremo.
- ✓ Daño provocado por incendios, explosiones o choques de vehículos contra la estructura.
- ✓ Daño provocado por corrosión o deterioro de la estructura, etc.

(Wight, y otros, 2012, p.125)

2.2.1.6 Criterios de estructuración

a.- Simplicidad y simetría: La simetría de la estructura en las dos direcciones es muy importante; puesto que si no tratamos de tener por lo menos una simetría mínima en la estructura sufrirá solicitaciones de torsión y esto puede provocar vulnerabilidad mayor ante un sismo (Blanco, 2010, p.100).

b.- Resistencia y ductilidad: Las estructuras deben tener resistencia sísmica en sus dos direcciones, estas direcciones deben ser lo más ortogonales posibles, de tal manera que se garantice la estabilidad tanto de la estructura como de cada uno de los elementos que la componen. La probabilidad que ocurra un sismo, hace posible dotar a la estructura de valores menores a los solicitados por sismo, dándole una ductilidad necesaria que le hará incursionar en la etapa inelástica, pero sin ocasionar fallas considerables (Blanco, 2010, p.100).

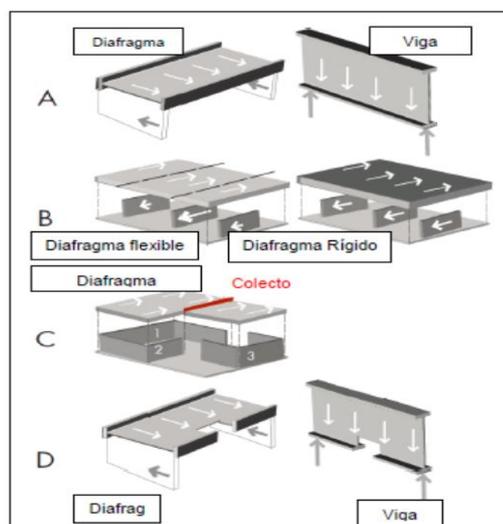
c.- Hiperestaticidad y monolitismo: Las estructuras hiperestáticas tienen una mayor capacidad resistente, puesto que se tienden a producirse mayores rótulas plásticas, que ayudan a disipar de mejor manera la energía sísmica, obteniendo mayor seguridad ante estos eventos.

d.- Uniformidad y continuidad de la estructura: La estructura debe ser continua tanto en planta como en elevación con elementos que no cambien bruscamente de rigidez, de manera de evitar concentración de esfuerzos (Blanco, 2010, p.100).

e.- Conceptos importantes para la estructuración: Los principales conceptos que son necesarios para considerar que una estructura es sismorresistente, son:

Diferencia entre diafragma rígido y flexible: El término "diafragma" se usa para identificar miembros de resistencia horizontal que transfieren fuerzas laterales entre elementos de resistencia vertical (muros de cortante o pórticos). Los diafragmas generalmente son los elementos de piso y techo del edificio; a veces, sin embargo, los sistemas de arriostramiento horizontales independientes del techo o la estructura del piso sirven como diafragmas. El diafragma es un elemento importante en todo el sistema de resistencia sísmica (FEMA 454, 2006, p.120).

Figura 18- Diferencia diafragma Rígido y Flexible.



Fuente: (FEMA454, 2006).

Los colectores, también conocidos como puntales de resistencia o varillas de unión, son miembros del marco de la membrana que "cosechan" o "jalan" las fuerzas de corte de la membrana desde las áreas laterales sin soporte hacia los miembros de resistencia verticales.

La mayoría de los edificios utilizan una configuración con dos sistemas resistentes laterales en cada dirección, y la

norma define el sistema lateral primario en función de las cargas laterales que soporta, lo que se considera en la norma de diseño sísmico E.030:

Pórticos: Al menos el 80% de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas del marco. Si existen muros estructurales, éstos deben diseñarse para soportar una proporción de la carga sísmica total de acuerdo con su rigidez.

Muros Estructurales: Sistemas en los que la resistencia sísmica la proporcionan principalmente los muros de estructuras donde al menos el 70% del movimiento actúa sobre la cimentación.

Dual: La combinación de marco y paredes estructurales resiste los efectos sísmicos. La fuerza cortante experimentada por el muro es del 20% al 70% de la fuerza cortante en la base del edificio. El marco debe estar diseñado para resistir al menos el 30% de las fuerzas de corte en la base.

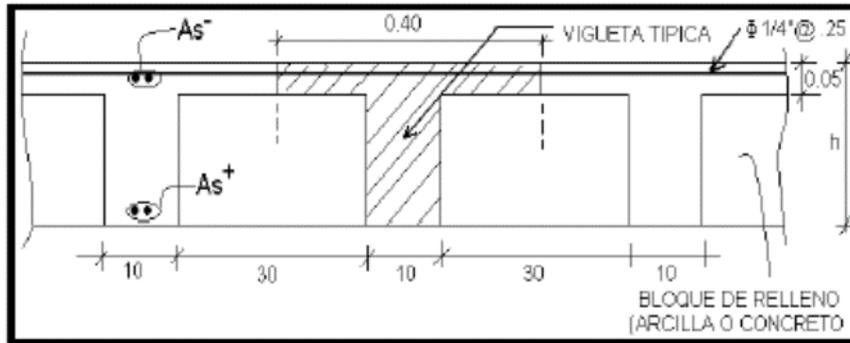
Para analizar el sistema de resistencia lateral de la estructura, el análisis debe hacerse en cada dirección, por lo que este análisis se realiza al final del análisis sísmico.

2.2.1.7 Predimensionamiento de elementos estructurales

a.- Predimensionamiento de losa aligerada unidireccional: En el Perú, las losas aligeradas se ejecutan con viguetas con un ancho de 10 cm, están separadas 30 cm., puesto que los ladrillos se fabrican con este ancho; en otros países es común considerar ladrillos

con un ancho de 40cm , lo que conlleva a un mayor espaciamiento entre viguetas, (Blanco, 2010, p.120).

Figura 19- Geometría de los aligerados convencionales utilizados en Perú.



Fuente: (OTTAZZI, 2011)

La siguiente tabla resume los espesores más utilizados en nuestro medio, junto con sus pesos propios aproximados, considerando su uso en sobrecargas de hasta 300 kg/m² y donde no existan cargas concentradas, como tabiques pesados no estructurales, (Blanco, 2010, p.120).

Tabla 1 – Espesores típicos y luces máximas.

h (m)	Peso propio (aproximado)	Luces máximas recomendadas
0.17	280 kg/m ²	$L_n \leq 4$ m
0.20	300	$4 \leq L_n \leq 5.5$
0.25	350	$5 \leq L_n \leq 6.5$
0.30	420	$6 \leq L_n \leq 7.5$

Fuente: (OTTAZZI, 2011)

b.- Predimensionamiento de vigas: Las viguetas suelen dimensionarse para permitir pendientes del orden de 1/10 a 1/12 de la luz libre; cabe señalar que esta altura incluye el espesor de la losa de techo o piso. Las viguetas varían en ancho de $h/3$ a $3/4h$, teniendo en cuenta un

ancho mínimo de 25 cm para evitar penetrar el acero (Blanco, 2010, p.125).

Tabla 2 – Vigas pre dimensionadas.

EJE	DESCRPCIÓN	BASE (b)	PERALTE (h)
X	VX	25 cm	40 cm
	VY	25 cm	40 cm

Fuente: Elaboración propia.

c.- Predimensionamiento de columnas: “Si el momento flector de la estructura está mucho más relacionado con la carga axial, podemos buscar una sección donde la carga axial en servicio produzca un esfuerzo de compresión del orden de $0,45 f'c$, pero si no es así, en su lugar en el momento más crítico en Dirección, se debe usar un arco más grande (Blanco, 2010, p.125).”

El área requerida de una columna que resiste la gravedad se determina siguiendo (Blanco, 2010, p. 125) se sugiere utilizar la siguiente expresión clasificada por ubicación en la estructura:

Tabla 3 – Expresiones para el predimensionamiento de Columnas que resisten cargas de gravedad.

TIPO DE COLUMNA	EXPRESIÓN A USAR
Columnas Centrales	$A=P/(0.45*f'c)$
Columnas Excéntricas Y Esquinadas	$A=P/(0.35*f'c)$

Fuente: Elaboración propia.

La carga P es obtenido mediante el cálculo de las medidas de las cargas de servicio que actúan sobre la estructura y es multiplicado por el área lateral de cada columna y por el número de pisos.

En el proceso del predimensionamiento se considera la carga promedio, lo que puede considerarse como una recomendación (Villareal, 2015, p. 85):

Tabla 4 – Peso promedio de la estructura por Categoría de la Edificación.

CATEGORIA EDIFICACIONES (E030-TABLA N°5)	PESO DE LA ESTRUCTURA (P)
A	1500 kg/m ²
B	1250 kg/m ²
C	1000 kg/m ²
D	1000 kg/m ²

Fuente: Elaboración propia.

2.2.1.8 Análisis sísmico

El análisis sísmico permite que las estructuras resistentes a los terremotos eviten víctimas en caso de un terremoto importante.

a.- Centro de masas: El centro de masas o centro de gravedad es el punto por donde pasa la resultante de cargas axiales concentradas en cada piso y entrepiso, así como la línea de referencia por donde pasan las fuerzas cortantes horizontales en cada nivel. (Fratelli, 2001).

b.- Centro de rigidez: Está determinado por el centro de rigidez (CR) en el momento de la aplicación de la fuerza cortante, que se mueve solo horizontalmente y no gira con respecto a la subrasante. (Fratelli, 2001, p.105)

c.- Excentricidad: La excentricidad es la distancia entre el centro de gravedad CG y el centro de rigidez CR.

d.- Peligro sísmico: Para cuantificar el impacto de los sismos en la ingeniería civil, se debe tener en cuenta la vulnerabilidad del ingeniero civil y la sismicidad del sitio. La vulnerabilidad de las estructuras de ingeniería se evalúa conociendo las características de las

edificaciones, y la sismicidad se obtiene analizando el peligro o amenaza sísmica. El riesgo generalmente se expresa como el valor máximo del movimiento del suelo y la intensidad del movimiento. (Bolaños y Monroy, 2004, p.130).

2.2.1.9 Análisis estático

Métodos de análisis estático utilizados en el diseño para análisis dinámico escalable.

2.2.1.10 Análisis modal

Los edificios, como cualquier material, tienen diferentes modos de vibración para soportar cargas dinámicas. Estos modos de vibración ocurren en diferentes momentos, por lo que durante un sismo pueden afectar más o menos a la estructura dependiendo del contenido de frecuencia del sismo. Estos patrones vibratorios se denominan modos vibratorios. En su forma más simple, la estructura vibra de lado a lado, correspondiendo al modo fundamental o primero de vibración. Piense en un edificio como un cuerpo tridimensional, y los modos de vibración pueden ser de rotación o de torsión. Para edificios con alturas y elevaciones regulares y distribuciones irregulares de masa y rigidez, los modos de vibración más importantes se corresponderán con los modos de vibración fundamentales (De Montserrat, 2013, p.140).

2.3. Marco Normativo

Los reglamentos, normas o especificaciones son documentos que definen los requisitos mínimos que deben cumplir los diseños y estructuras para su correcto funcionamiento a lo largo de su ciclo de vida. Muchas personas pueden pensar que las regulaciones restringen y restringen a los ingenieros en el diseño de proyectos, lo que confirma el hecho de que en la

antigüedad, las regulaciones no eran necesarias para la construcción de grandes estructuras (Las pirámides de Giza, por ejemplo).

Sin embargo, está claro que el fracaso estructural y la muerte de los trabajadores pueden ser muy altos y no se mencionan estos errores en la historia. El significado de las reglas es que aún no se ha preparado para los ingenieros, sino para proteger hechos y hechos de los empleados (McCormac, 2002, p.150).

Cada país alrededor del mundo ha desarrollado normativas que rigen el diseño de sus edificaciones. Estas normativas están basadas en sus experiencias propias, adaptándose a sus condiciones locales y a las necesidades de su población. Es por esto que, si bien las normativas son muy similares entre países, tienen diferencias que satisfacen las exigencias individuales de cada país.

Las normas peruanas que se utilizarán en el presente tema de tesis son las siguientes:

E.020 – Cargas: Especifica los pesos específicos de los materiales más comunes utilizados en la construcción, y las sobrecargas en función del uso de las estructuras.

E.030 – Diseño Sismorresistente: Define los parámetros mínimos a tener en cuenta al momento de hacer el análisis sísmico de una edificación.

E.060 – Concreto Armado: Establece los requisitos que se deben cumplir al momento de realizar el diseño de elementos de concreto armado.

2.4. Definición de términos

1. Arquitectura: Es un arte que te permite plasmar el diseño de algunos edificios que transforman los hábitats humanos, incluyendo todo tipo de estructuras, edificios y estructuras urbanas. (Minedu, 2006).

- 2. Concreto:** Es básicamente una mezcla de dos ingredientes: un relleno y una pasta. Una pasta que consiste en cemento Portland y agua y el agregado (arena y grava o piedra triturada). (Minedu, 2006).
- 3. Estudios de suelos:** La investigación del suelo ayuda a revelar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, es decir, la composición de los elementos subyacentes, así como el tipo de cimentación más adecuado para la construcción de edificios y su estabilidad. dependiendo del peso que lleve. (Minedu, 2006).
- 4. Cimentación:** Un cimiento es el cimiento que soporta un edificio; sus cálculos y predicciones tienen en cuenta diversos factores, como la composición y resistencia del suelo, las cargas sobre el propio edificio y otras cargas que le afectan, como el efecto del viento o el peso de la nieve que entra en contacto con la cubierta ..
- 5. Infraestructura:** Es cualquier estructura o elemento que rodea y soporta una estructura, ejemplos obvios son las tuberías de abastecimiento de agua potable y alcantarillado, las plantas de tratamiento de aguas residuales, las centrales hidroeléctricas, las carreteras y las represas. La infraestructura como parte de las obras de ingeniería serán las obras necesarias en la ciudad o región. (Minedu, 2006).
- 6. Metrados:** Se define como un conjunto ordenado de datos obtenidos u obtenidos por lecturas individuales, preferiblemente además de lecturas graduadas, es decir. utilizando un instrumento de medida graduado. Actualmente, existen programas o software de ingeniería

que se utilizan para obtener datos más precisos y exactos. Se necesita mucho conocimiento para obtener resultados precisos. (Minedu, 2006).

7. Memoria de cálculo: Es un proceso que describe cómo realizar los cálculos de ingeniería involucrados en el desarrollo de un proyecto de construcción. (Minedu, 2006).

8. Modelamiento: La distribución de elementos de fijación longitudinales en la estructura permite elegir un sistema de vigas adecuado, así como la distribución de espacios internos y funciones. también conocido como formación de hueso. (Minedu, 2006).

9. Presupuesto: Es la tasación o estimación económica “a priori” de un producto o servicio . (Minedu, 2006).

10. Programa etabs: Es un programa casi similar a SAP2000, pertenece a la misma empresa CSI (computadoras y estructuras, INC), soporta los sistemas operativos Windows 2000, Windows NT, Windows XP y W7. (Minedu, 2006)

11. Sismicidad: Es el estudio del movimiento de sismos fuertes o débiles relacionado con la frecuencia de las vibraciones del suelo que ocurren en un lugar particular. (Minedu, 2006).

12. Topografía: Técnicas para describir y representar una superficie de relieve o terreno en un plano. (Minedu, 2006)

2.5. Hipótesis

2.5.1. Hipótesis general

El resultado de la verificación estructural y deficiencias, permite proponer medidas de reforzamiento estructural de la infraestructura

de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas.

2.5.2. Hipótesis específicos

- a) El levantamiento arquitectónico, permite realizar la verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas.
- b) El levantamiento estructural, permite realizar la verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas.
- c) El análisis estructural, permite realizar la verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas.

2.6. Variables

Carrasco (2006) establece que "las variables se definen como aspectos de una interrogante de una investigación que mencionan un conjunto de propiedades y características observables de una unidad de análisis, como individuos, grupos sociales, hechos, procesos y fenómenos sociales o naturales".

Arias (1999), Dijo que "las variables son una cualidad que se puede cambiar. Por lo tanto, el sistema variable está compuesto por varias características determinadas por varias operaciones que dependen de sus indicadores o unidades medidas.

2.6.1. Definición conceptual de la variable

Para Carrasco (2006) Definición de variable conceptual, "incluyendo definir la variable diciendo ¿qué es? Es decir, describir y conceptualizar la variable usando otros términos".

Para Palella y Martins (2012), "La definición conceptual de una variable se limita a explicar el significado de la variable en términos de palabras conocidas. La definición denota un objeto o fenómeno

con una declaración general de acuerdo con la convención lingüística. Simplemente llama a algo de cierta manera sin hacer ninguna declaración significativa sobre el fenómeno u objeto.

Variable independiente: Para Carrasco (2006), “pertenecen a este grupo las que ejercen influencia o causan efecto o determinan a otras dependientes y son las que permiten explicar a éstas”.

Arias (2012), señala que, “las variables independientes son las causas que generan y explican los cambios en la variable dependiente”.

Para la investigación desarrollado se consideró como variable independiente a la: Verificación estructural.

Variable dependiente: Para Carrasco (2006), variable dependiente “son aquellas que reciben la influencia, el efecto o son consecuencia de otras variables o situaciones fácticas, es decir son las que se explican en función a otras”.

Arias (2012), señala que, “las variables dependientes son aquellas que se modifican por acción de la variable independiente. Constituyen los efectos o consecuencias que se miden y que dan origen a los resultados de la investigación”.

Para la investigación desarrollado se consideró como variable dependiente a las: Deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados.

2.6.2. Definición operacional de la variable

Para Carrasco (2006) la definición operacional de la variable, “es aquella que permite observar y medir la manifestación empírica de las variables, en otras palabras, es la definición por desagregación o descomposición de las variables en sus referentes empíricos,

mediante un proceso de deducción, es decir, de lo más general a lo más específico”.

Para la tesis ejecutada se consideró las siguientes definiciones operacionales de las variables:

Verificación estructural: Cuando hablamos de verificación estructural nos estamos refiriendo, normalmente, a un diagnóstico estructural de una edificación. Se trata de un estudio técnico cuyo objetivo es verificar que la estabilidad y resistencia mecánica de la edificación cumple con los requisitos exigidos por la normativa vigente de seguridad. Entre los parámetros que intervienen en la verificación estructural se encuentran la resistencia al corte, flexión, carga axial en vigas, columnas de concreto armado y muros de albañilería confinada.

Deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados: Las deficiencias más frecuentes de una infraestructura, además de las grietas, son las erosiones de los materiales de construcción, la corrosión de armaduras o la pérdida de solidez en la composición de la piedra. Otras afectaciones son las relacionadas con las patologías del hormigón como la aluminosis, las piritas o la carbonatación.

2.6.3. Operacionalización de la Variable

Arias (2012), Afirmó que "la operacionalización de variables en la investigación científica se refiere al proceso de transformación de variables de conceptos abstractos a términos concretos, observables y medibles, es decir, dimensiones e indicadores"..

Moreno (1999), Determinando que "la operacionalización de variables implica el manejo operacional consciente de cada variable, es decir, a partir de los conceptos y elementos que inciden

en el estudio de la variable, definir los indicadores e indicadores que expresará específicamente la variable”.

Tabla 5 – Operacionalización de las variables.

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Verificación estructural	Análisis estructural.	<ul style="list-style-type: none"> a) Estados de carga. b) Combinaciones de carga. c) Elementos estructurales del modelo matemático. d) Modelos matemáticos. e) Secciones agrietadas. f) Metrados de carga. g) Análisis estático. h) Análisis modal. 	Adimensiona
Deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados	<ul style="list-style-type: none"> Levantamiento arquitectónico. Levantamiento estructural. 	<ul style="list-style-type: none"> a) Toma de medidas. b) Generación de planos. 	Adimensiona

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

Para Quezada (2015), “El método científico se caracteriza por ser reflexivo, sistemático y metódico; su propósito es obtener información relevante y confiable para comprender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento”..

La investigación utiliza el método científico porque el conocimiento científico trata de establecer relaciones causales entre las variables expresadas, primero en forma de hipótesis y luego en forma de leyes y teorías, y la investigación científica sólo puede lograrse mediante una aplicación rigurosa. Juntos, métodos y procedimientos forman el método científico, cuya estructura básica es la única garantía del conocimiento científico. Pimienta y De la Orden (2012)

3.2. Tipo de Investigación

Carrasco (2006) establece que la investigación aplicada “se caracteriza por una finalidad práctica clara e inmediata, es decir, la investigación realizada para actualizar, transformar, modificar o cambiar alguna parte de la realidad”.

Teniendo en cuenta la definición conceptual del tipo de investigación, se dice que el tipo de investigación aplicada se tiene en cuenta en el desarrollo de la investigación, debido a que la investigación se caracteriza por su interés en aplicar conocimientos teóricos en un campo específico. ciertas circunstancias especiales. y sus implicaciones prácticas. La investigación aplicada busca aprender haciendo, fabricando, creando y transformando. Se trata de la aplicación inmediata de la realidad ambiental, no del desarrollo de conocimientos de valor general.

3.3. Nivel de investigación

Carrasco (2006) Considera el nivel descriptivo de la investigación “para responder a las preguntas: ¿cómo están?, ¿dónde están?, ¿cuántos?,

¿quiénes son?, etc.; características, características internas y externas, características y características esenciales de un determinado momento histórico y tiempo”.

Carrasco (2006) Se dice que el nivel de investigación explicativa "responde a la pregunta ¿por qué?" Es decir, a través de este estudio podemos saber por qué un hecho o fenómeno tiene en realidad tales o cuales propiedades, características, propiedades, etc. En resumen, ¿para qué? La variable estudiada permanece como está”.

Teniendo en cuenta la definición conceptual del nivel de investigación, se menciona que en el desarrollo de la investigación se tuvo en cuenta el nivel de investigación descriptivo-explicativo, ya que su propósito es medir y recopilar información sobre el estado actual del área de investigación.

3.4. Diseño de investigación

Carrasco (2006) Define los diseños de investigación no experimental como “diseños de investigación que no manipulan intencionalmente la variable independiente y no tienen un grupo de control, y mucho menos un grupo experimental. Analizan y estudian hechos y fenómenos que ocurren en la realidad.

Considerando la definición conceptual de diseño de investigación, que establece que durante el diseño del estudio se consideró un diseño de investigación no experimental, ya que las variables no fueron manipuladas y el propósito del estudio fue analizar el nivel o patrón de la variable para un dado.

En la investigación se estudió la variable independiente sin manipular las características geológicas y geotécnicas del suelo de la zona de estudio.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

De acuerdo con Fracica (1988), La población es la suma de todos los elementos mencionados en la encuesta. También se puede

definir como el conjunto de todas las unidades de muestreo. Y Jany (1994) considera que una población es “una suma de elementos o individuos que tienen ciertas características similares y sobre los cuales es necesario sacar conclusiones o unidades de análisis”. Por otro lado, para Silvia (2012) “una población es un conjunto de todas las unidades de análisis (individuos, sucesos, hechos, objetos, etc.) a investigar por posibles características que tienen en común dadas, encontradas en el tiempo y espacio”.

De acuerdo a la definición de población conceptual, la población está conformada por edificios con tanques elevados ubicados en la ciudad de Lima.

3.5.2. Muestra

Para Bernal (2016), Una muestra "es una porción seleccionada de la población a partir de la cual se puede obtener efectivamente la información de la investigación y de la cual se mide y observa la variable en estudio". Por su parte, para Silvija (2012), “la muestra es un grupo representativo de la población, determinada según la investigación realizada y criterios de selección específicos, que permite obtener unidades de estudio representativas”.

La muestra de estudio para la investigación fue de tipo no probabilística discrecional y se considera los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas, la cual está ubicada en la avenida Angamos Este N°2520 esquina con la avenida Aviación del distrito de Surquillo, provincia y departamento de Lima.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para Bavaresco (2001), “Los métodos de recolección de datos son los procedimientos y actividades que permiten examinar los problemas a partir de las variables estudiadas en la investigación, por lo que el tipo de investigación determinará la técnica a utilizar, mientras que la

instrumentación es la herramienta que se utiliza para lograr la realidad investigada. de los datos".

Mientras que para Arias (2020):

Las respuestas a la pregunta "¿Cómo se realizan las técnicas?" permiten desarrollar un enfoque metodológico científico de la investigación, donde las técnicas no son el fin, sino los medios, y las herramientas son las herramientas que apoyan el logro de los fines. Objetivos de investigación, para músicos, su instrumento es la guitarra o el piano, su técnica es el humor o la interpretación, para un pintor su instrumento es el pincel y la pintura, y su técnica es la línea y la medida. Los instrumentos se aplican a poblaciones humanas y/o muestras de estudio, cada estudio debe tener al menos una técnica y un instrumento, y dependiendo del alcance y el momento del estudio, puede haber más, y solo los estudios y las pruebas deben validarse antes. se llevan a cabo. Puedo usar."

De la definición de técnicas e instrumentos de recolección de datos, para el desarrollo de la investigación se utilizó como:

Técnicas de recolección de datos:

- ✓ Observación
- ✓ Análisis documentario

Instrumentos de recolección de datos:

- ✓ Ficha de observación
- ✓ Revisión bibliográfica de libros

3.7. Procesamiento de la información

Munch y Ángeles (2009), Afirman que el procesamiento de la información incluye la revisión de los datos en busca de errores u omisiones, el procesamiento y la organización de los datos de la manera más clara posible, la organización de los datos de manera consistente, la eliminación

de respuestas contradictorias o incorrectas y la organización de los datos para facilitar la tabulación. Esto suele ocurrir al mismo tiempo que la codificación.”

El procesamiento de la información, es el proceso mediante el cual los datos individuales se agrupan y estructuran con el propósito de responder a:

- ✓ Problema de Investigación
- ✓ Objetivos
- ✓ Hipótesis del estudio

Para el análisis y procesamiento de datos se utilizaron modelos tabulares, numéricos y gráficos, además de softwares aplicativos de ingeniería donde se consideró.

Microsoft Excel: Se exportó cuadros, datos estadísticos de los resultados, datos obtenidos de las diferentes etapas en el proceso del desarrollo del presente trabajo de suficiencia profesional.

Microsoft Word: Con lo cual se elaboró la parte descriptiva del presente trabajo de investigación.

3.8. Técnicas y análisis de datos

Para Arias (1999), “las técnicas y análisis de datos describen las distintas operaciones a las que serán sometidos los datos que se obtengan: clasificación, registro, tabulación y codificación si fuere el caso”.

Munch y Ángeles (2009), “señalan; una vez que se ha recopilado y tabulado la información, es necesario analizarla para presentar los resultados. El análisis de datos dependerá de la complejidad de la hipótesis y del cuidado con que se haya elaborado el plan de investigación, ya que si este se diseñó en forma adecuada, los resultados de la investigación proporcionarían el análisis casi automáticamente”.

De acuerdo con la definición de técnicas y análisis de datos, en el desarrollo de la presente investigación, se tuvo en cuenta como técnica y análisis de datos la estadística descriptiva e inferencial, haciéndose uso de los modelos tabulares gráficos y numéricos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados específicos

4.1.1. Levantamiento arquitectónico de los tanques elevados

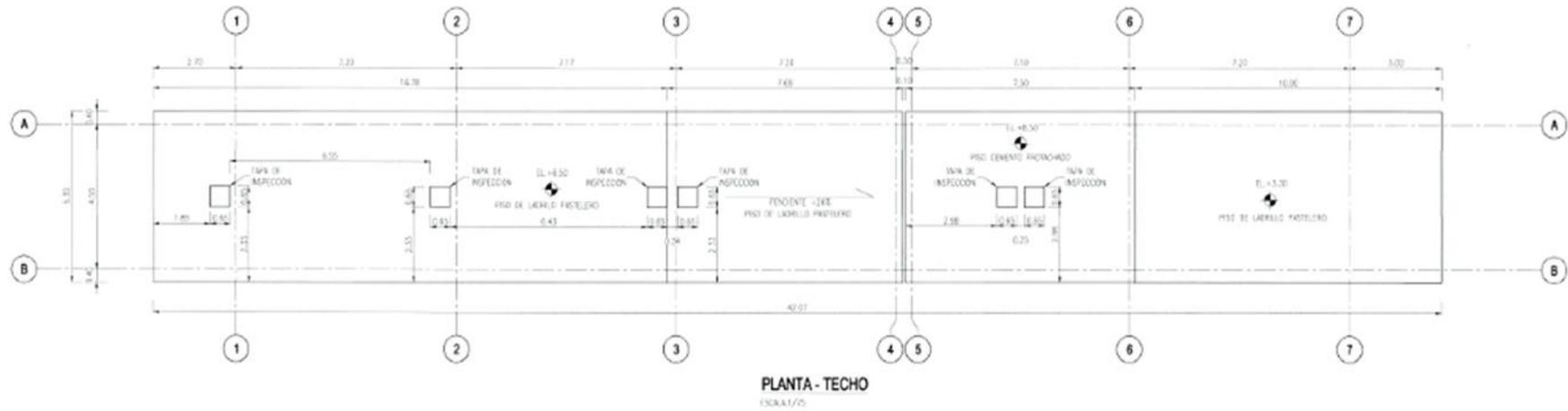
El replanteo arquitectónico de la infraestructura de los tanques elevados del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, muestran la distribución en planta de entrepiso y elevaciones con las dimensiones exactas de los elementos estructurales (muros, columnas, vigas y techo), distancia entre ejes y altura de entrepiso.

Para esta actividad de replanteo arquitectónico se tuvo en cuenta el siguiente listado de actividades:

- ✓ Toma de medidas arquitectónicas: comprendió la medición de los tanques elevados.
- ✓ Trabajo de gabinete: comprendió el dibujo de los datos obtenidos en la toma de medidas, elaboración de secciones y planos arquitectónicos.

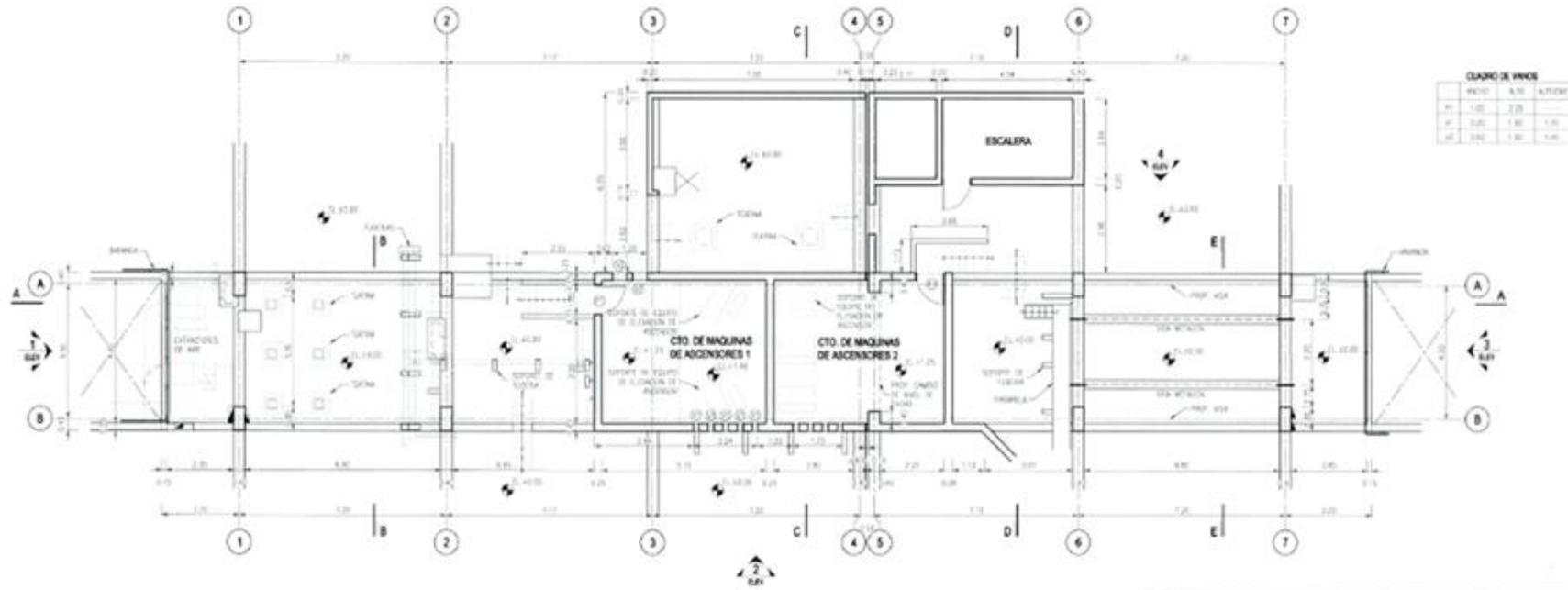
Como consecuencia de los trabajos realizados se obtuvo los siguientes resultados:

Figura 20 – Replanteo arquitectónico planta techo.



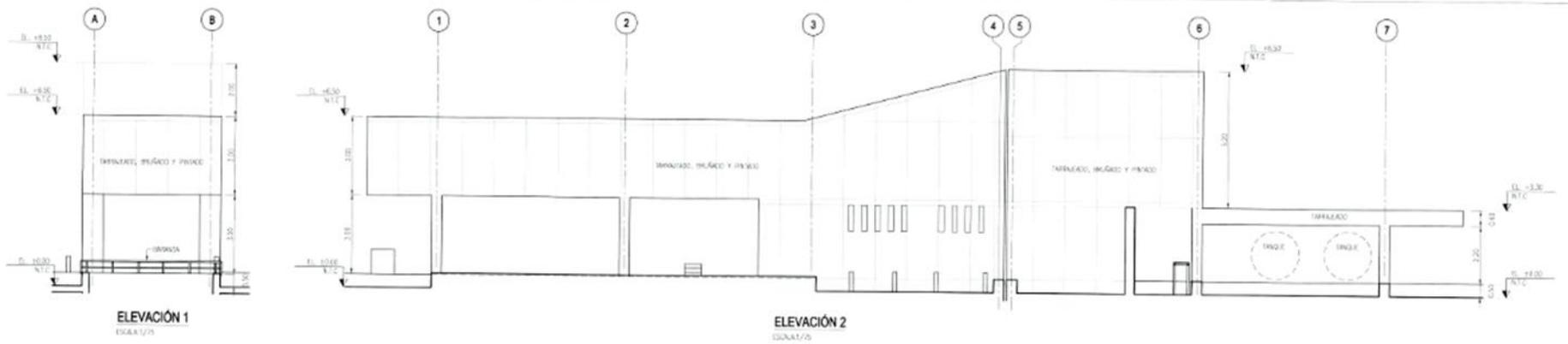
Fuente: Elaboración propia.

Figura 21 – Replanteo arquitectónico planta área de tanque elevado y cuartos de máquina de ascensores.



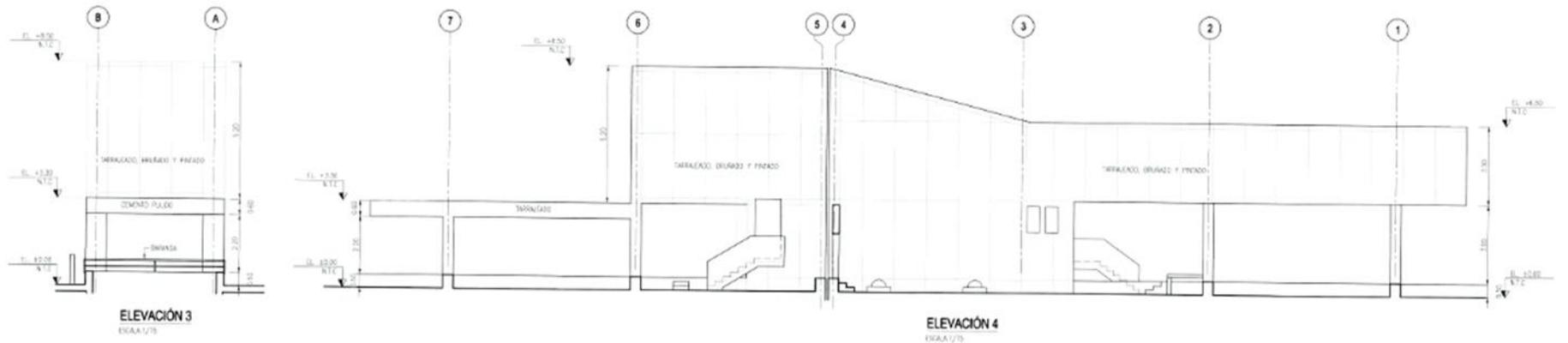
Fuente: Elaboración propia.

Figura 22 – Replanteo arquitectónico elevación 01 y elevación 02.



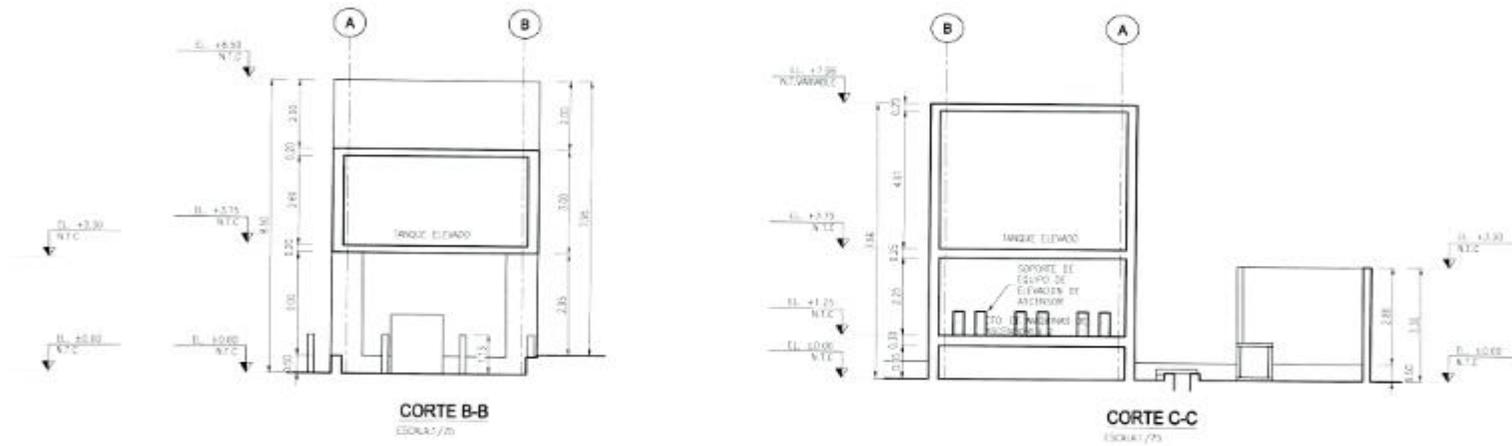
Fuente: Elaboración propia.

Figura 23 – Replanteo arquitectónico elevación 03 y elevación 04.



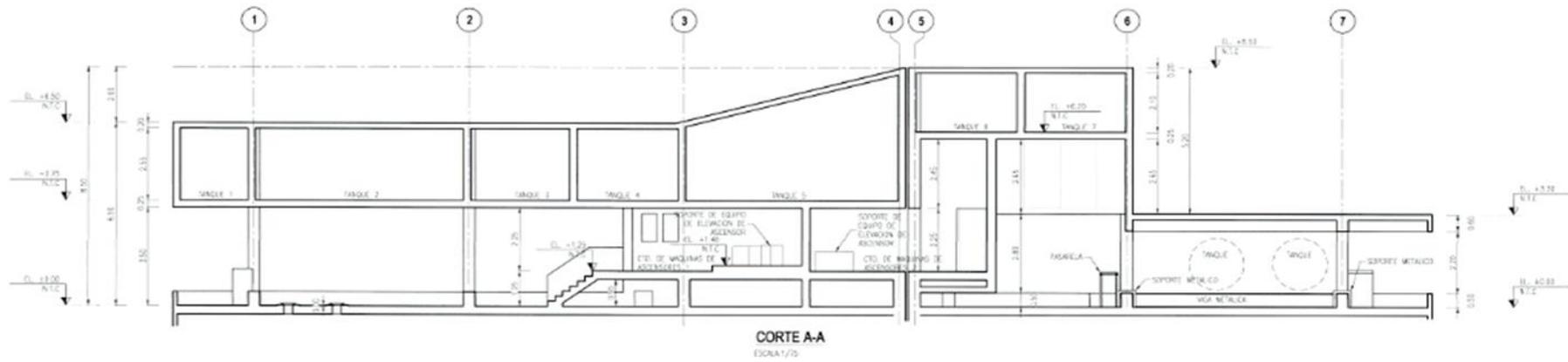
Fuente: Elaboración propia.

Figura 24 – Replanteo arquitectónico corte B-B y corte C-C.



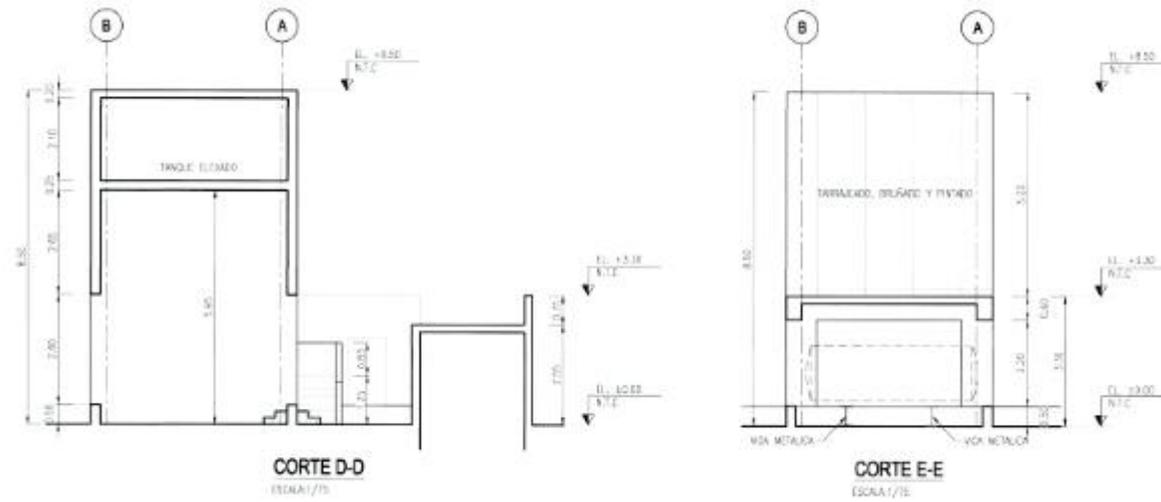
Fuente: Elaboración propia.

Figura 25 – Replanteo arquitectónico corte A-A.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 26 – Replanteo arquitectónico corte D-D y corte E-E.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Levantamiento estructural de los tanques elevados

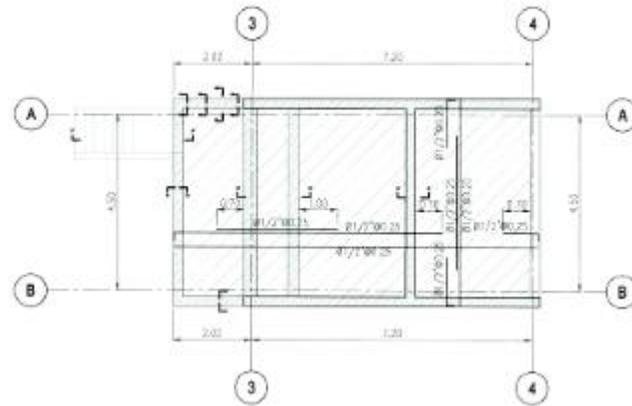
El replanteo estructural de la infraestructura de los tanques elevados del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, muestran las dimensiones exactas de los elementos estructurales (muros, columnas, vigas y techo), además se muestra las secciones de cada uno de los elementos estructurales (vigas y columnas).

Para esta actividad de replanteo estructural se tuvo en cuenta el siguiente listado de actividades:

- ✓ Toma de medidas estructurales: comprendió la medición de los tanques elevados y anotar las características estructurales.
- ✓ Trabajo de gabinete: comprendió el dibujo de los datos obtenidos en la toma de medidas, elaboración de secciones y planos estructurales.

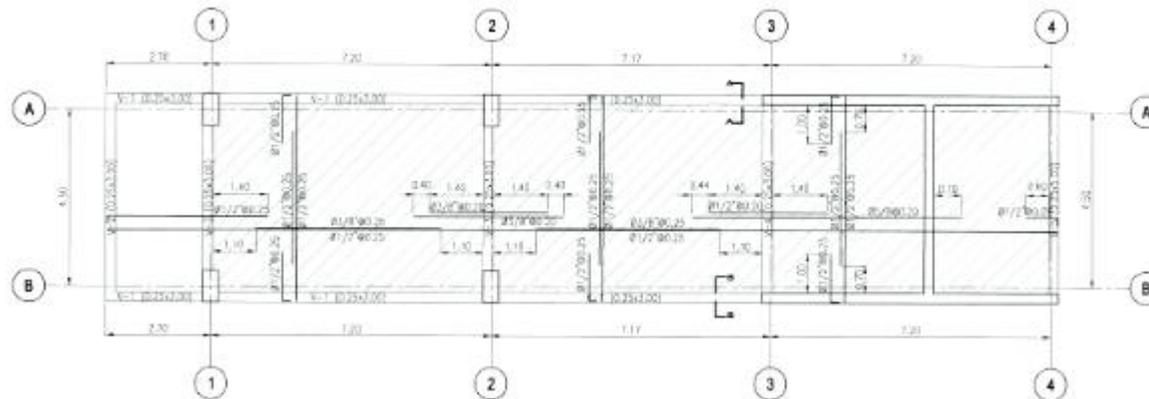
Como consecuencia de los trabajos realizados se obtuvo los siguientes resultados:

Figura 27 – Replanteo estructural piso caseta de máquinas (NPT +1.25).



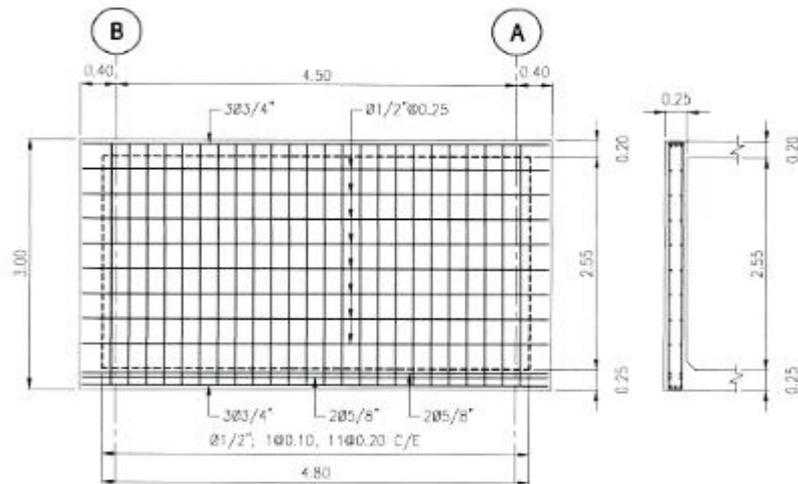
Fuente: Elaboración propia.

Figura 28 – Replanteo estructural piso tanque (NPT +3.75).



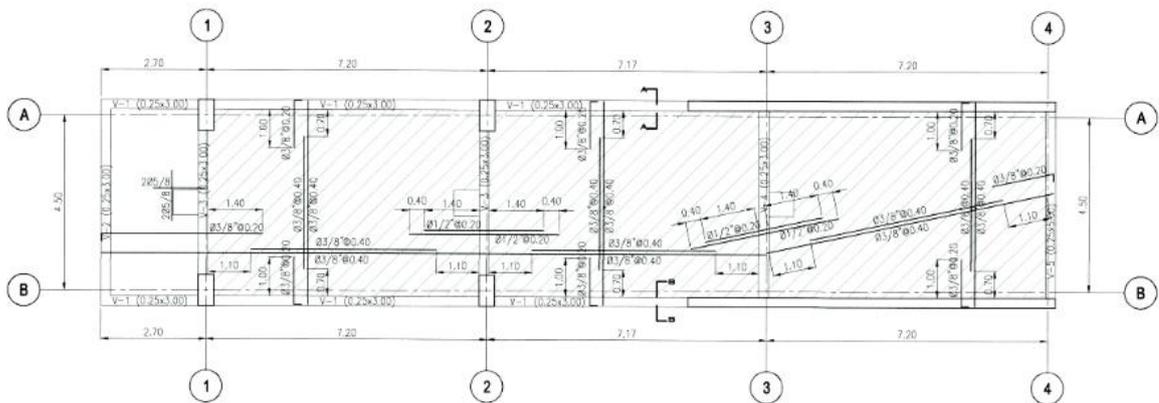
Fuente: Elaboración propia.

Figura 29 – Replanteo estructural viga V-2 (0.25x3.00).



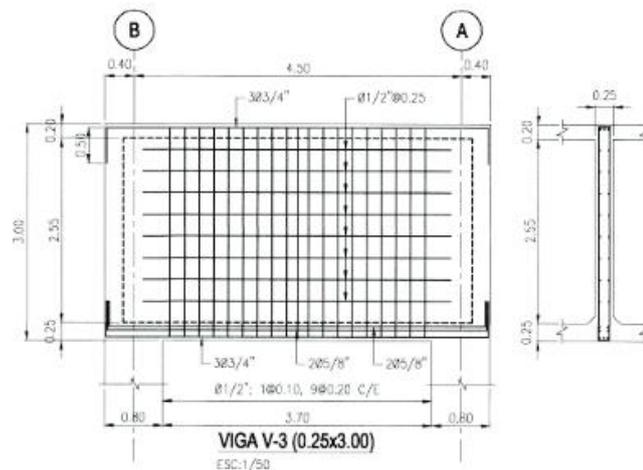
Fuente: Elaboración propia.

Figura 30 – Replanteo estructural techo tanque.



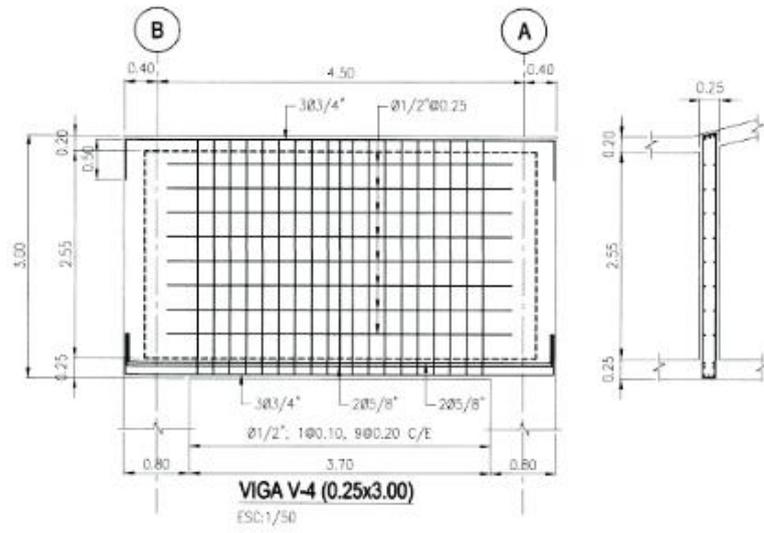
Fuente: Elaboración propia.

Figura 31 – Replanteo estructural viga V-3 (0.25x3.00).



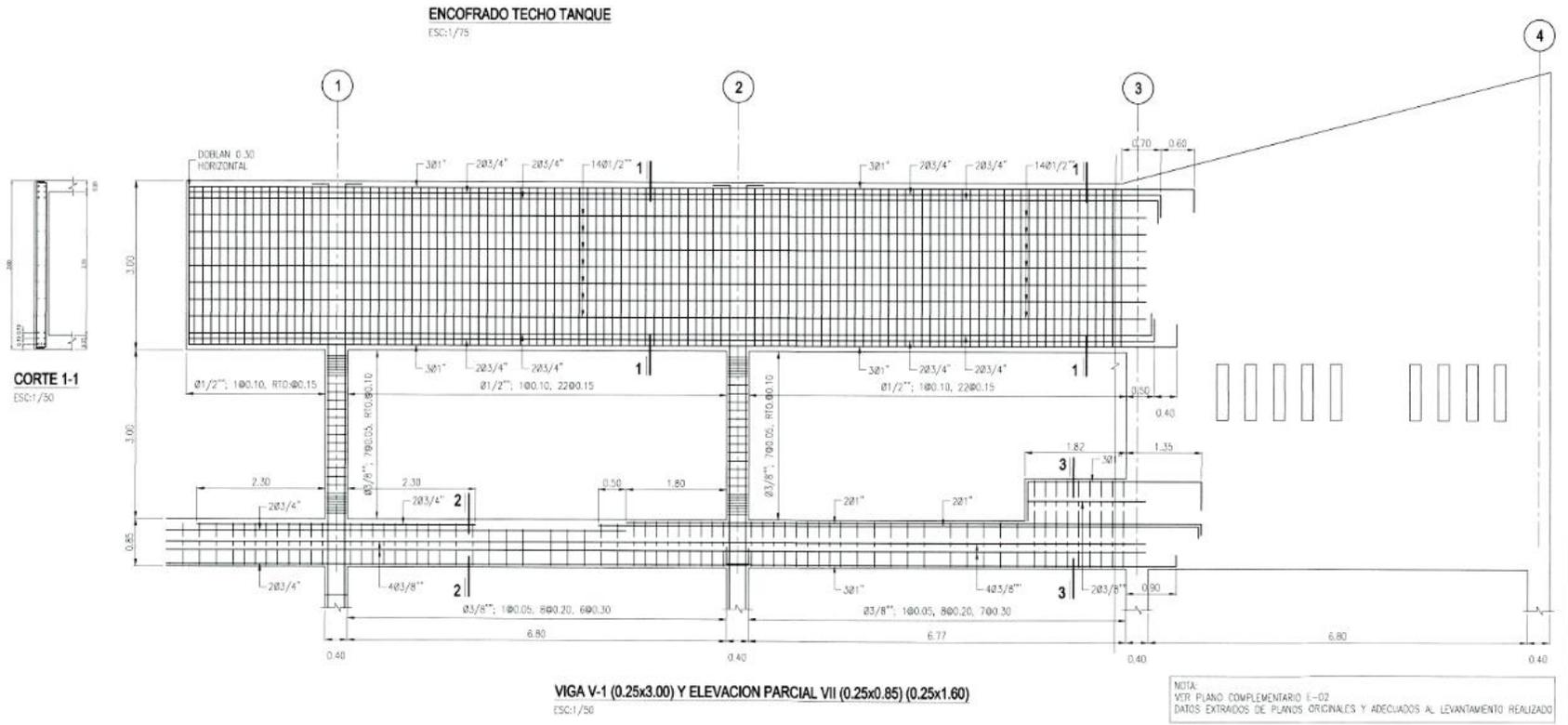
Fuente: Elaboración propia.

Figura 32 – Replanteo estructural viga V-4 (0.25x3.00).



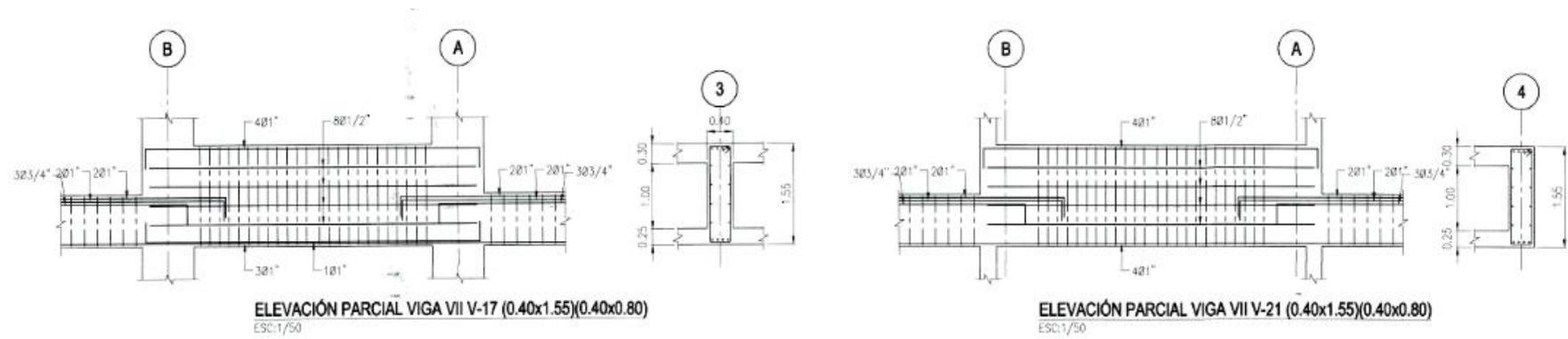
Fuente: Elaboración propia.

Figura 33 – Replanteo estructural viga V-1 (0.25x3.00) y elevación parcial.



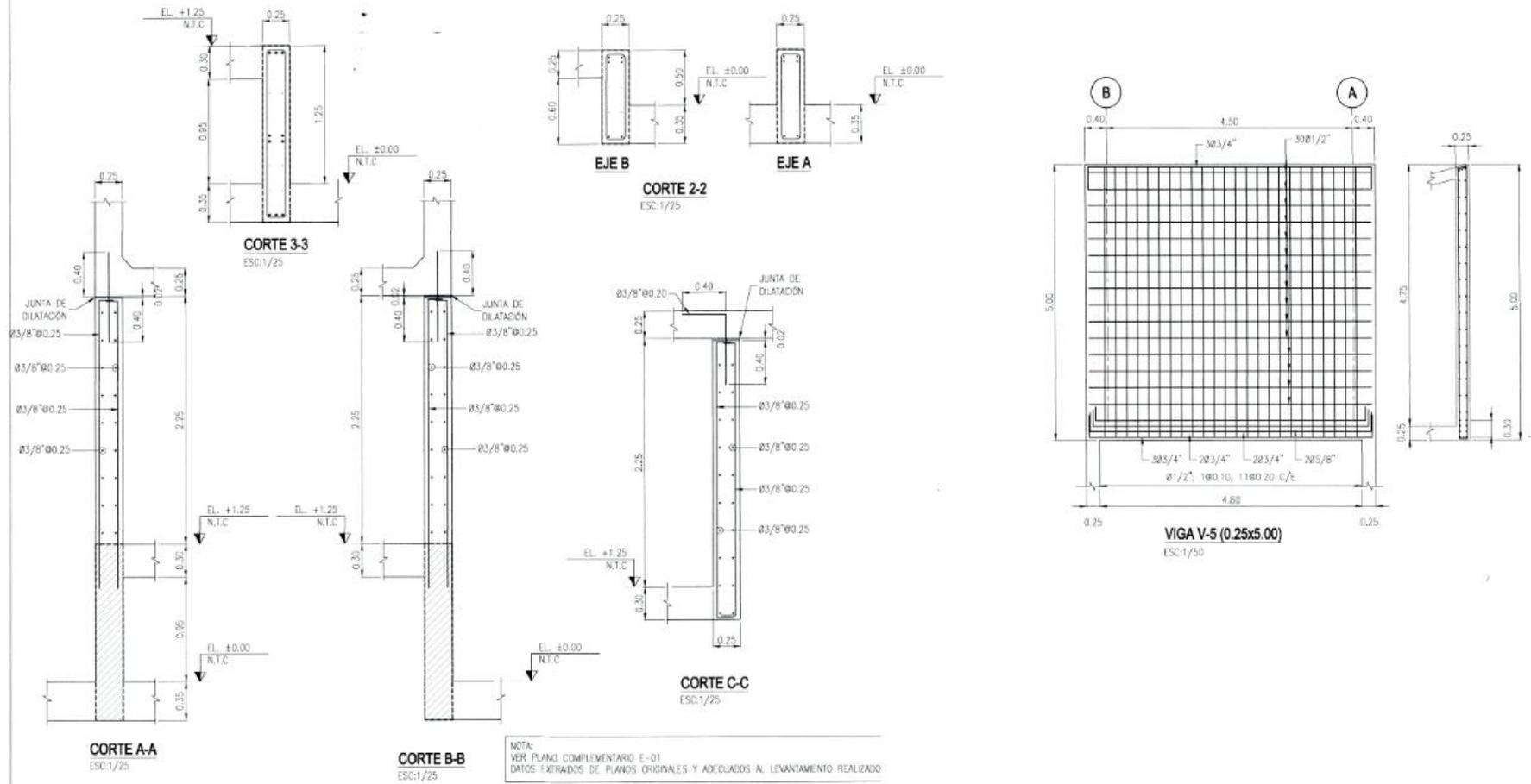
Fuente: Elaboración propia.

Figura 34 – Replanteo estructural elevación parcial de vigas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 35 – Replanteo estructural corte de vigas.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. Análisis estructural de los tanques elevados

El análisis a realizar en este estudio es un análisis estructural tridimensional, el cual considera un modelo matemático tridimensional con tres grados de libertad, dos grados de libertad asociados a dos componentes ortogonales de traslación horizontal y una de rotación. El análisis sísmico de la estructura se realizó mediante el método de análisis modal espectral de acuerdo con la norma técnica E.030. Resolver modelos matemáticos, se han utilizado los programas ETABS Y SAFE.

De acuerdo al estudio de evaluación estructural se han utilizado las siguientes resistencias para los materiales de la estructura evaluada:

- ✓ $F_c = 155.86 \text{ kg/cm}^2$, para el concreto existente.
- ✓ $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, para las varillas de acero corrugado.

Para el análisis, las estructuras fueron modeladas con elementos finitos tipo Shell y elementos de barras tipo frame, la cual representa tanto las losas y muros, así como los elementos de barras tipo vigas y columnas. La malla posee tanto las propiedades del material empleado como los espesores de los muros y losas.

Para los elementos se tomaron en cuenta deformaciones por flexión, fuerza cortante, torsión y carga axial.

1.- Estados de carga considerados: Se ha considerado los siguientes estados de carga:

- ✓ CM = Carga muerta.
- ✓ CV = Carga viva.
- ✓ SPX = Carga sísmica en la dirección X.
- ✓ SPY = Carga sísmica en la dirección Y.

2.- Combinaciones de carga: Se ha considerado las siguientes combinaciones de carga:

Para estructuras de concreto armado: Se evaluarán los diferentes elementos estructurales de cada módulo considerando las cargas sin amplificar, así mismo se ha considerado un sismo reglamentario de acuerdo a la norma de diseño sismorresistente NTE E.030.

Combinaciones sin cargas amplificadas:

- ✓ CM + CV
- ✓ CM + CV +/- CS
- ✓ 0.90 CM +/- CS

Donde:

CM = Carga muerta.

CV = Carga viva.

CS = Carga de sismo.

3.- Elementos estructurales del modelo matemático: A continuación, se presentará la metodología seguida para la evaluación estructural de los tanques elevados de agua dura de 200m³ de capacidad y el tanque elevado de agua blanda de 60m³ de capacidad, que se ubican en la azotea de las torres I y II respectivamente.

Para el tanque elevado de agua dura (tanque I) – 200m³, se han considerado los siguientes elementos estructurales:

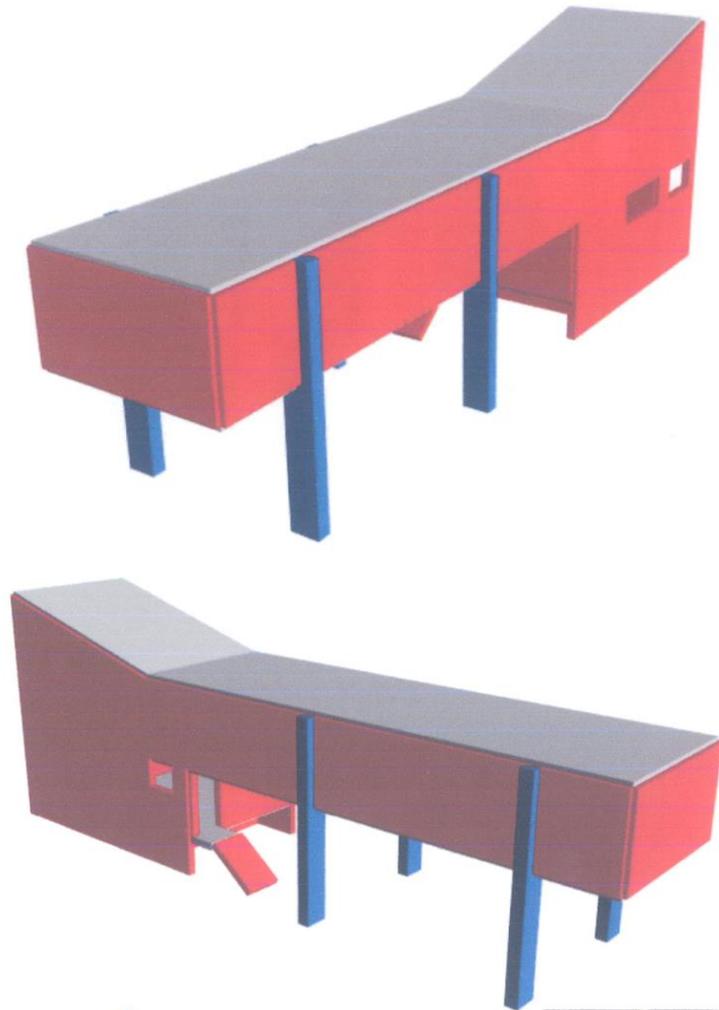
- ✓ Columnas: 0.40x0.80m
- ✓ Muros del tanque I y caseta de máquinas: e= 0.25m
- ✓ Losas de caseta de máquinas: e=0.20m
- ✓ Losa de fondo del tanque I: e=0.25m
- ✓ Losa del techo del tanque I: e=0.20m

Para el tanque elevado de agua blanda (tanque II) – 60m³, se han considerado los siguientes elementos estructurales:

- ✓ Columnas: 0.40x0.80m y 0.40x0.65m
- ✓ Muros del tanque II y caseta de máquinas: $e=0.25\text{m}$
- ✓ Losas de caseta de máquinas: $e=0.20\text{m}$
- ✓ Losa de fondo del tanque II: $e=0.25\text{m}$
- ✓ Losa del techo del tanque II: $e=0.20\text{m}$

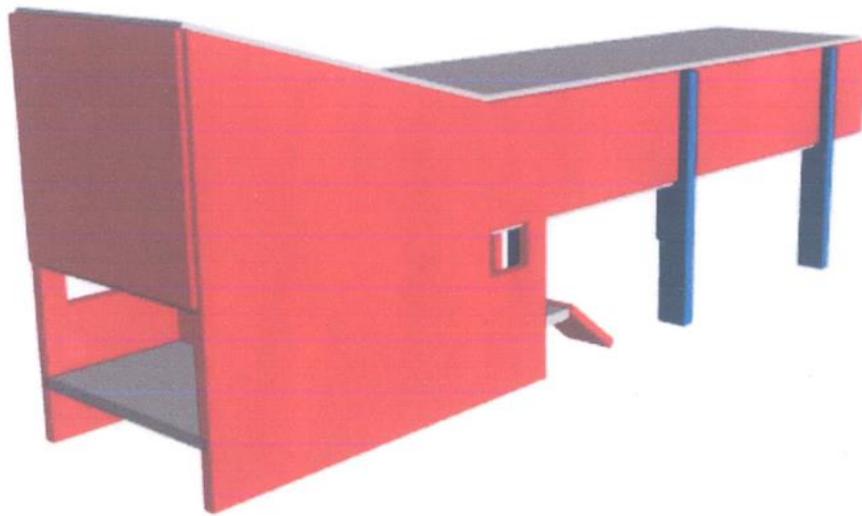
4.- Modelos matemáticos:

Figura 36 – Modelo matemático tanque I.



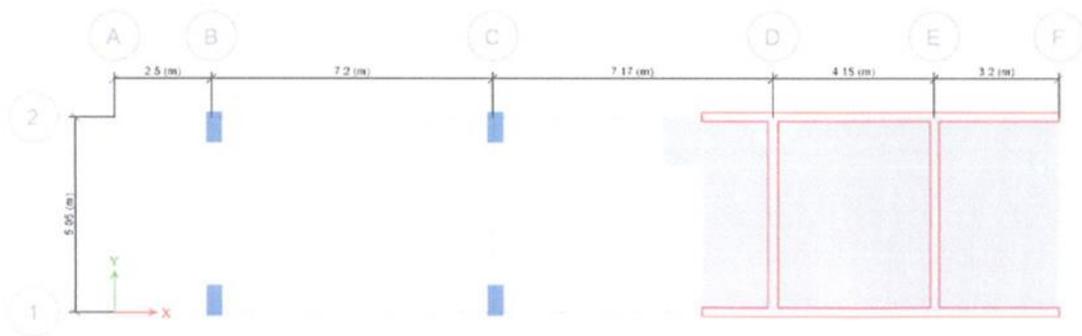
Fuente: Elaboración propia.

Figura 37 – Vista tridimensional modelo matemático tanque I.



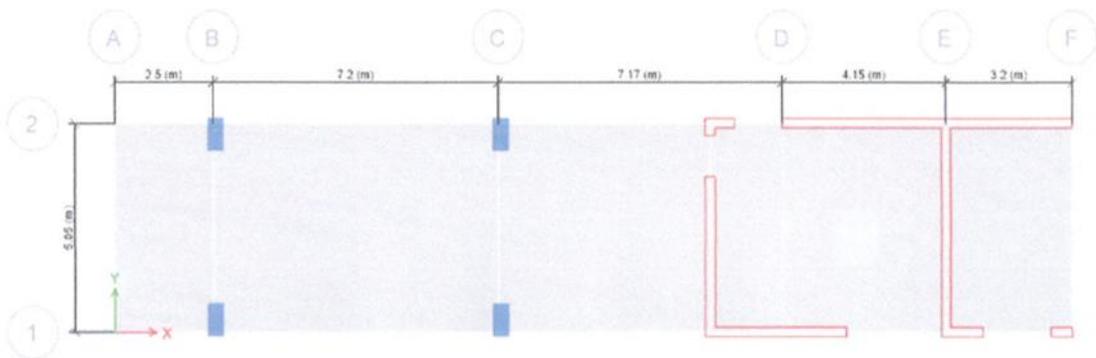
Fuente: Elaboración propia.

Figura 38 – Planta estructural piso de caseta de máquinas.



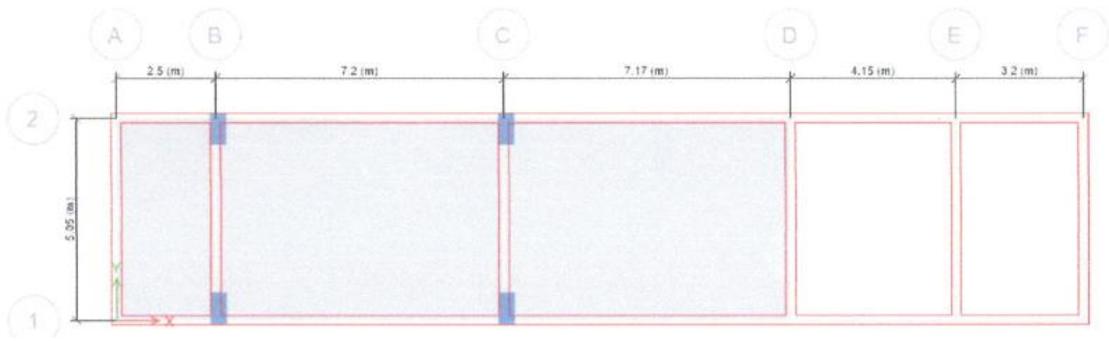
Fuente: Elaboración propia.

Figura 39 – Planta estructural losa de fondo del tanque I.



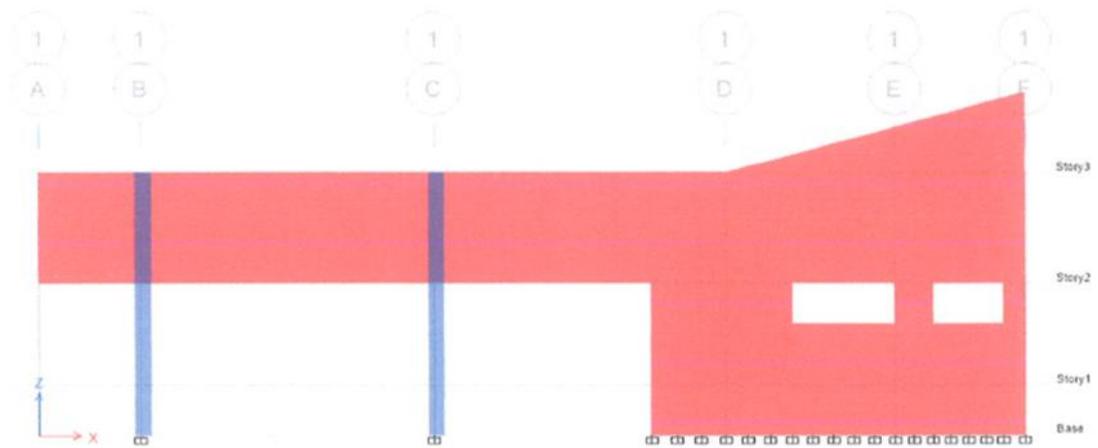
Fuente: Elaboración propia.

Figura 40 – Planta estructural techo del tanque I.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 41 – Elevación principal del tanque I.



Fuente: Elaboración propia.

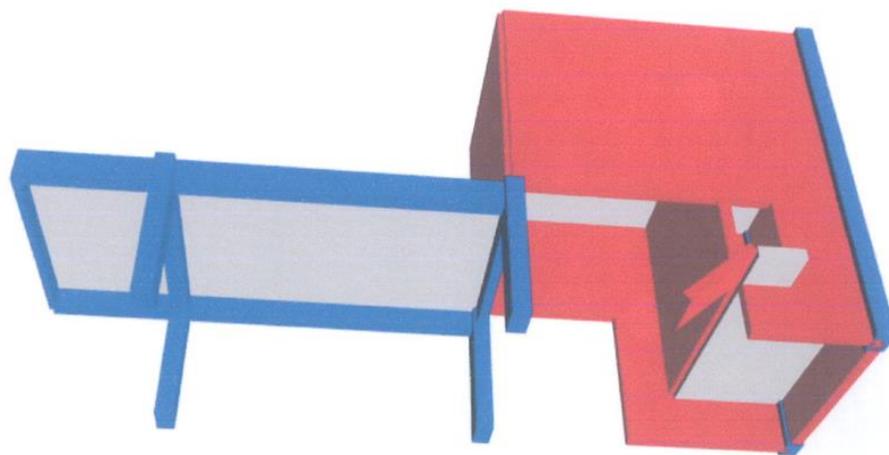
Figura 42 – Modelo matemático del tanque II.





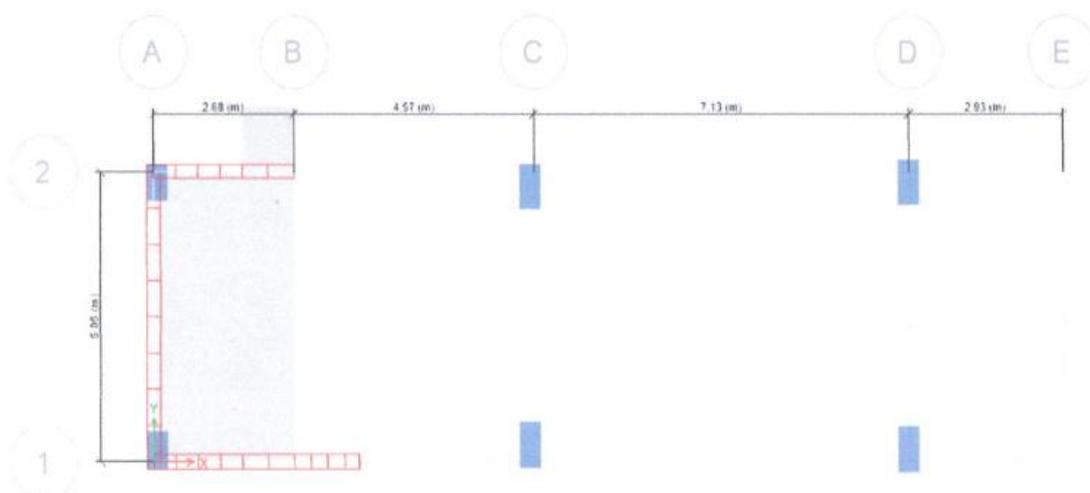
Fuente: Elaboración propia.

Figura 43 – Vista tridimensional del modelo matemático del tanque II.



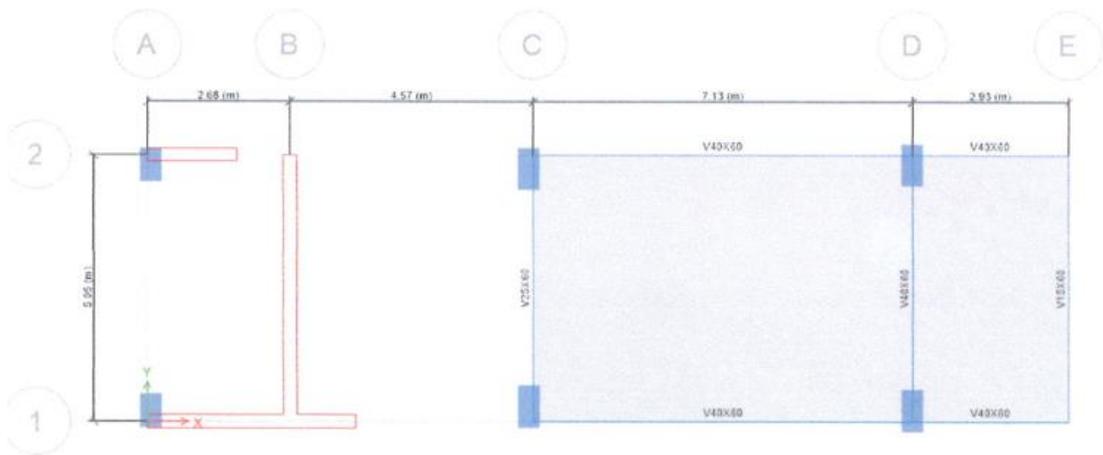
Fuente: Elaboración propia.

Figura 44 – Plano estructural piso de caseta de máquinas.



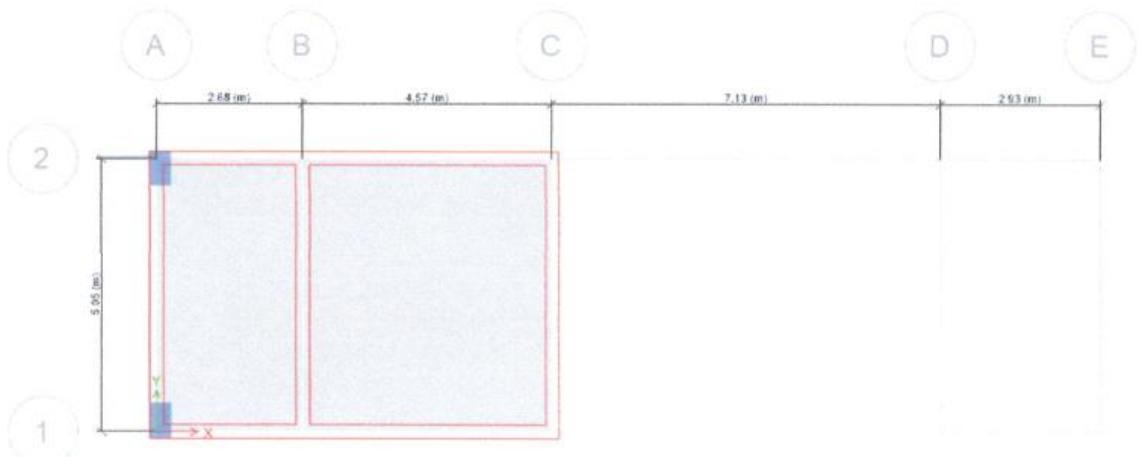
Fuente: Elaboración propia.

Figura 45 – Plano estructural techo calentadores.



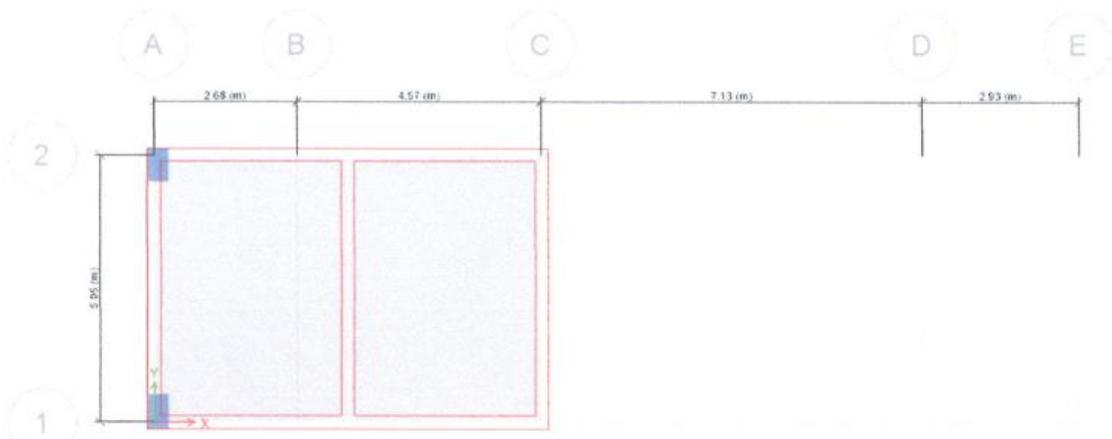
Fuente: Elaboración propia.

Figura 46 – Plano estructural losa de fondo del tanque II.



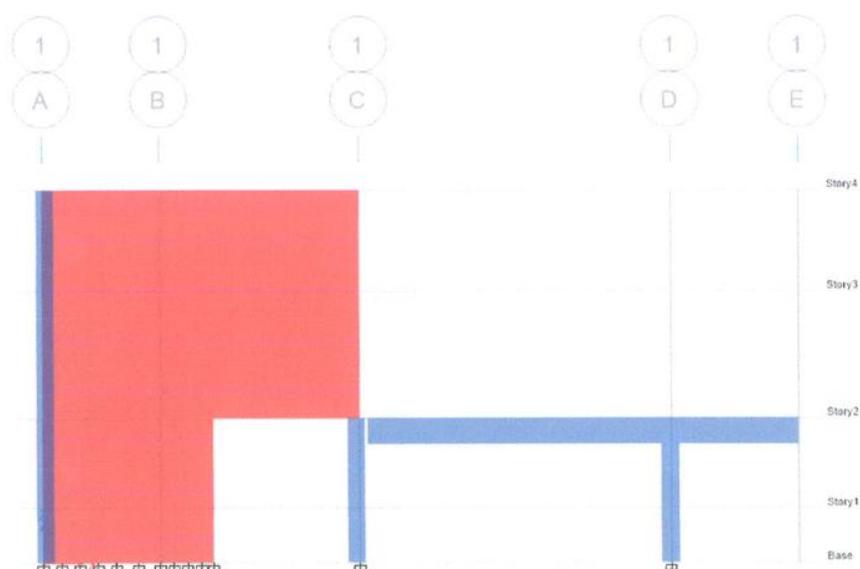
Fuente: Elaboración propia.

Figura 47 – Plano estructural techo del tanque II.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 48 – Elevación del tanque II.



Fuente: Elaboración propia.

5.- Secciones agrietadas: Por tratarse de una edificación que tiene más de 35 años y que ha soportado sismos moderados en sus vida útil y ningún sismo severo, se utilizara la recomendación de la norma de concreto armado NTE E.060 y del ACI-318, de utilizar secciones agrietadas, tomando como inercia efectiva en muros y columnas el 70% de la inercia bruta, el 35% en las losas, que en ciertos compartimientos del tanque presentan deterioro, y respecto a las vigas, se ha podido verificar que las vigas del tanque II se encuentran conservadas que no permiten una mayor reducción, además estas vigas solo soportan una pequeña sobrecarga, por lo que se considerara el 50% de reducción en las inercias de las vigas, quedando como sigue:

- ✓ Columnas: 70% I_g.
- ✓ Muros: 70% I_g.
- ✓ Vigas: 50% I_g.
- ✓ Losas: 35% I_g.

Datos iniciales y parámetros de diseño (tanque I – tanque II):

Se considera los siguientes datos:

- ✓ Fluencia del acero corrugado: $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$.

- ✓ Resistencia a la compresión tanque I: $f_c=155.86 \text{ kg/cm}^2$.
- ✓ Resistencia a la compresión tanque II: $f_c=155.86 \text{ kg/cm}^2$.
- ✓ Sobrecargas (altura hidrostática del agua): 100 kg/cm^2 (techos del tanque).
- ✓ Sobrecargas (altura hidrostática del agua): 1000 kg/cm^2 (cuartos maquinas).
- ✓ Zonificación sísmica: zona 4, $Z=0.45$
- ✓ Categoría de edificación: categoría A2, $U=1.50$
- ✓ Parámetros del suelo: tipo S1, $T_p=0.40$, $T_I=2.50s$, $S=1.0$
- ✓ Capacidad de carga del suelo: $q_u=4.44 \text{ kg/cm}^2$.
- ✓ Sistema estructural: Muros estructurales (placas).
- ✓ Configuración estructural: irregular.
- ✓ Coeficiente de reducción: $R_o=2.75$ (ACI 350.3-06), $R_o=6.00$ (NTE E.030), $I_a=1.00$, $I_p=0.75$
- ✓ Limite distorsional lateral: $\Delta_i/h_i \times 0.85R \leq 0.007 \text{ C}^\circ\text{A}^\circ$

6.- Secciones agrietadas:

Carga de gravedad: Las sollicitaciones estaticas de gravedad tomadas en cuenta en el analisis fueron:

- ✓ Empuje hidrostático.
- ✓ Carga muerta, en muros y losas del reservorio y viva.

Empuje hidrostático: Se ha considerado el empuje hidrostático del agua como una carga triangular de 1.81m de altura sobre las paredes de los muros de los tanques elevados, también se ha considerado el peso de la altura del agua sobre la losa de fondo de dichos tanques.

Carga muerta: El programa ETABS calculo internamente el peso de la estructura modelada. Se ha considerado una carga adicional de 0.10 ton/m^2 en el estado de carga muerta a fin de considerar el peso de los acabados.

Carga viva: La carga viva considerada en el análisis estructural de los modelos matemáticos es de tres tipos de sobrecarga, la primera es la sobrecarga en los cuartos de maquina de 1000 kg/cm², la segunda es en las escaleras de acceso a las casetas de maquinas de 200 kg/cm² y por ultimo sobre los techos de los tanques y calentadores de 100 kg/cm², esto de acuerdo a la norma técnica E-020 del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú.

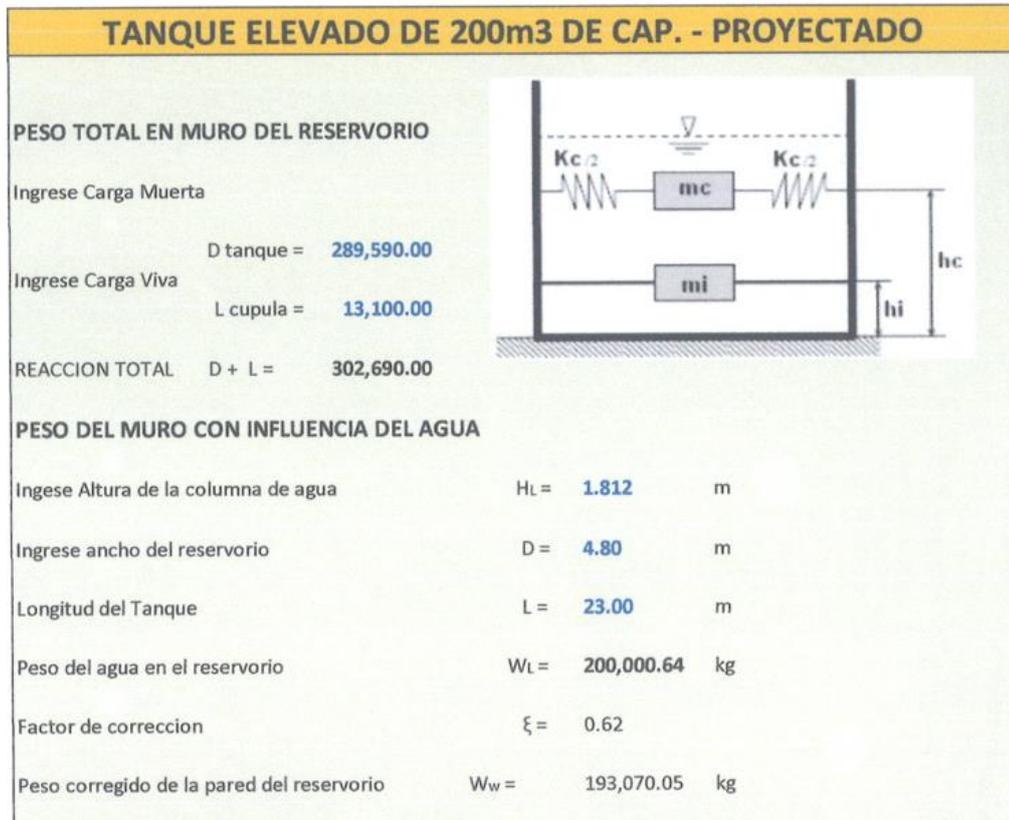
Cargas de sismo: El análisis sísmico se efectuó siguiendo las indicaciones de la norma Seismic Design of Liquid-Containing Concrete Structures (ACI 350.3-06). Los parámetros sísmicos fueron tomados de la norma peruana de diseño sísmorresistente NTE.030. para el diseño de los elementos de concreto se empleó la norma peruana NTE-060 y el ACI 318-19.

Debido a la configuración de la estructura de los tanques elevados y a la poca altura del pelo de agua, se ha adoptado por realizar dos (02) tipos de análisis, el primero el análisis estático de la norma ACI 350.03-06, considerando las masas impulsivas y convectivas ubicadas en su respectiva altura, así como las cargas gravitacionales, en este caso se utilizaron factores de reducción de la masa impulsiva de 2.75 y de 1.00 para la masa convectiva. El segundo análisis llevando a cabo, es el análisis modal espectral considerando el espectro de diseño de la norma peruana NTE E.030, utilizando un factor de reducción de 4.50, el cual toma en cuenta irregularidad de la estructura, siendo el caso que los resultados obtenidos por ambos métodos son muy similares, optando por el segundo método, debido a la forma combinada de los tanques, que combina un sistema de porticos que no almacenan agua y porticos y muros con almacenamiento de agua. Para el caso del tanque II (agua blanda), el cual solo almacena 60m³ de volumen de agua y la forma de la estructura es combinada resulta mucho mejor un análisis modal espectral.

A continuacion, se muestra el analisis estatico considerado por la norma ACI.3-06, para el tanque I.

7.- Analisis estatico de la norma ACI 350.3-06:

Figura 49 – Tanque elevado de 200m3 de capacidad.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 50 – Calculo de pesos efectivos de tanque elevado de 200m3 de capacidad.

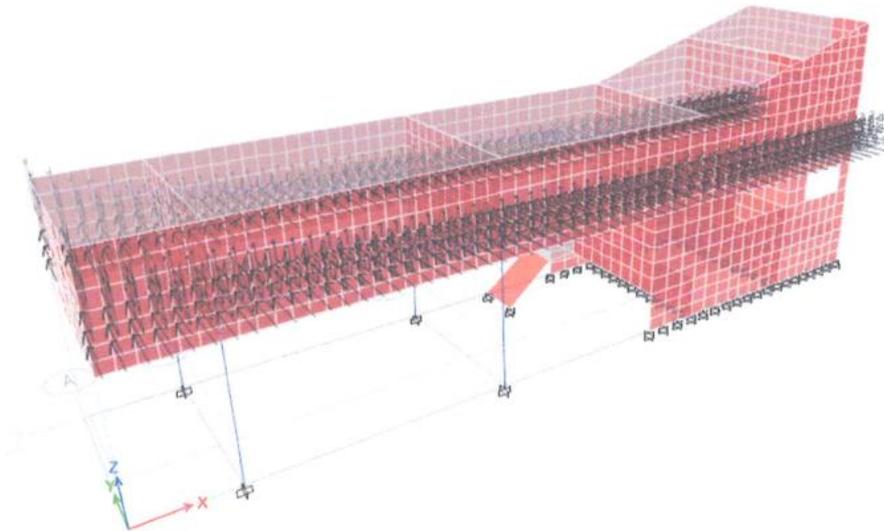
CALCULO DE PESOS EFECTIVOS									
PESO IMPULSIVO W_i		D/HL = 2.650							
$W_i =$	85,409.78	kg	$h_i =$	0.68	m				
PESO CONVECTIVO W_c									
$W_c =$	107,612.58	kg	$h_c =$	1.03	m				
CALCULO DE LA RIGIDEZ DEL RESORTE									
$K =$	102,437.04	kg/m							
$Z =$	0.45								
$U =$	1.5								
$S =$	1								
$C =$	2.5								
$R =$									
$T_c =$	0.21								
$T_s =$	0.40								
			<table border="1"><tr><th>Ri</th><th>Rc</th></tr><tr><td>2.75</td><td>1.00</td></tr></table>	Ri	Rc	2.75	1.00		
Ri	Rc								
2.75	1.00								
$P_w =$	118,474.80	kg							
$P_i =$	52,410.55	kg							
$P_c =$	181,596.22	kg							
CORTANTE BASAL		PESO TOTAL : 495,712.36 ton							
$V =$	249,357.16	kg	50.30% PESO		CONFORME > 12% P				
CALCULO DE FUERZAS HORIZONTALES DISTRIBUIDOS LATERALMENTE EN CADA MASA									
NIVEL	P_i (kg)	h_i (m)	$P_i h_i$	F_i (kg)	$W = F_i / L$ (ton/m)				
PESO PROPIO	193,070.05	1.42	274,159.47	154,389.97	6.71				
CONVECTIVO	107,612.58	1.03	110,615.76	62,292.08	2.71				
IMPULSIVO	85,409.78	0.68	58,023.13	32,675.11	1.42				
		TOTAL	442,798.36	249,357.16					

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro final nos proporciona las fuerzas laterales debido a las masas impulsivas y convectivas del agua, así como la masa gravitacional, las cuales se han distribuido a lo largo del tanque, para el presente caso como el tanque se ha discretizado en

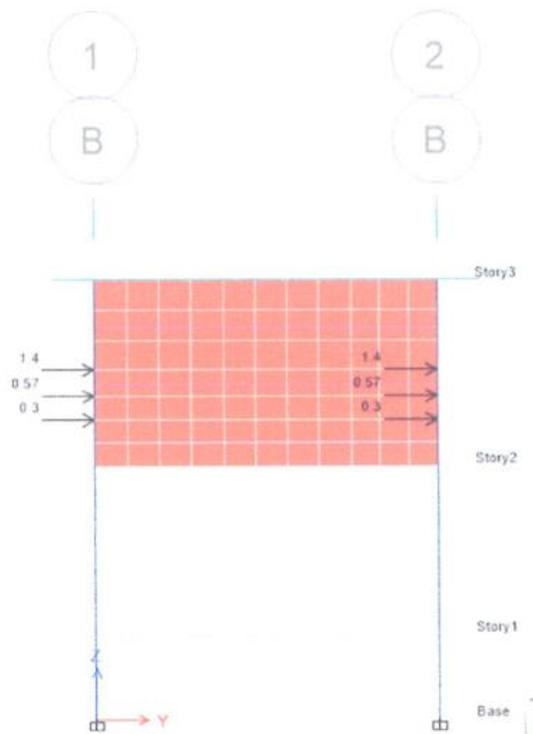
elementos se ha considerado a dichas fuerzas como fuerzas puntuales aplicadas en los nudos y altura que le corresponde, tal como se muestra en los siguientes gráficos del modelo matemático:

Figura 51 – Grafica del modelo matemático del tanque.



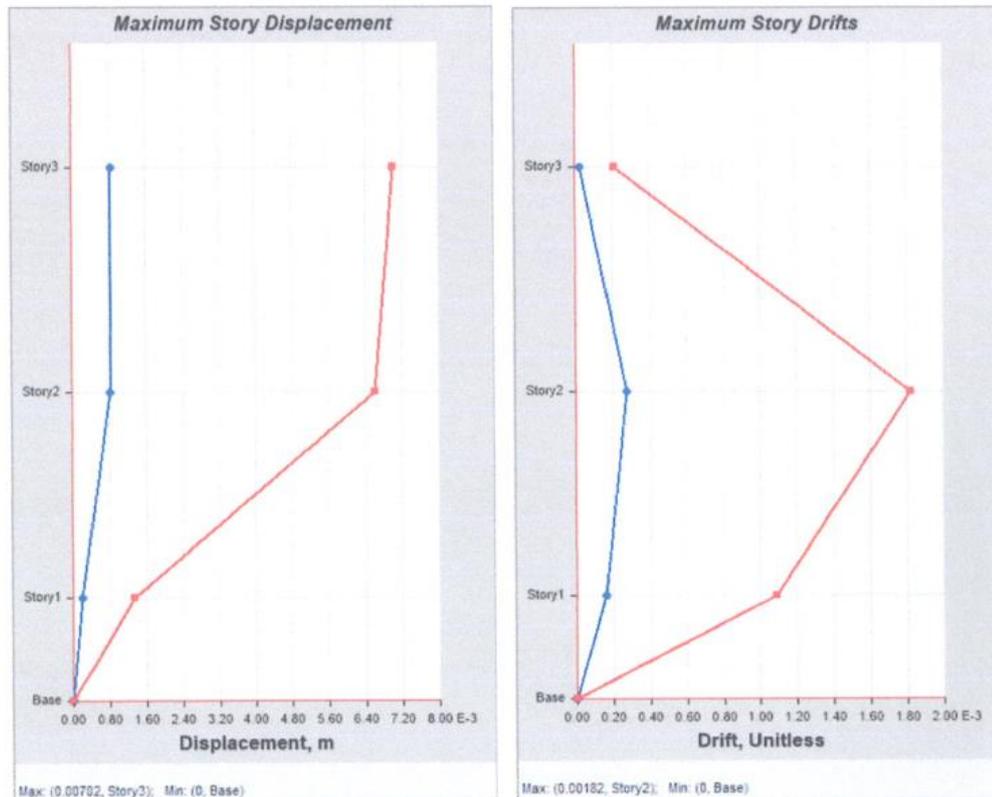
Fuente: Elaboración propia.

Figura 52 – Grafica del modelo matemático del tanque.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 53 – Desplazamientos y derivas máximas en la dirección crítica Y-Y obtenidos utilizando la norma ACI 350.3-06.



Fuente: Elaboración propia.

El máximo desplazamiento se presenta en el techo del tanque I, y tiene un valor de $0.00702 \times 0.85 \times (R=2.75) = 1.64\text{cm}$. se observa que la distorsión lateral máxima en la dirección crítica Y-Y, es igual a 0.00182 y se presenta en la losa de fondo del tanque I, esta distorsión multiplicada por $0.85(R)=0.85 \times 2.75 \times 0.00182=0.0043$ "CONFORME".

Verificación de la irregularidad torsional: Según la NTE E.030, existe irregularidad torsional cuando la relación mostrada proporciona valores mayores a 1.30 e irregularidad torsional extrema cuando dicha relación es mayor a 1.50.

$$\frac{2\Delta_{m\acute{a}x}}{\Delta_{m\acute{a}x} + \Delta_{m\acute{i}n}} > 1.30, \text{ Torsión}$$

$$\frac{2\Delta_{m\acute{a}x}}{\Delta_{m\acute{a}x} + \Delta_{m\acute{i}n}} > 1.50, \text{ Torsión Extrema}$$

Figura 54 – Desplazamientos lado izquierdo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 55 – Desplazamientos lado izquierdo.



$$(2 \times 0.00182) / (0.00182 + 0.00006) = 1.94 > 1.50$$

IRREGULARIDAD TORSIONAL EXTREMA

Fuente: Elaboración propia.

La configuración estructural de ambos tanques elevados no es recomendable debido a la concentración de rigidez en un solo extremo de la estructura.

Por otro lado, la irregularidad torsional extrema no está permitida por la norma E.030 “diseño sismorresistente” ya que en la tabla N°10 de dicha norma, se restringe la irregularidad torsional extrema para las zonas 4 y 3, siendo el caso que el proyecto se ubica en la zona 4 de alta sismicidad del Perú, lo cual es NO CONFORME.

8.- Analisis modal espectral de la norma tecnica E.030: El analisis sismico se realizo según la norma NTE E-030 (2003), con el procedimiento de superposicion modal espectral, con combinacion cuadratica completa (CQC). Se ha considerado 5% de amortiguamiento de la estructura. Considerando las condiciones de suelo, las características de la estructura y las condiciones de uso, se utilizaron los siguientes parametros:

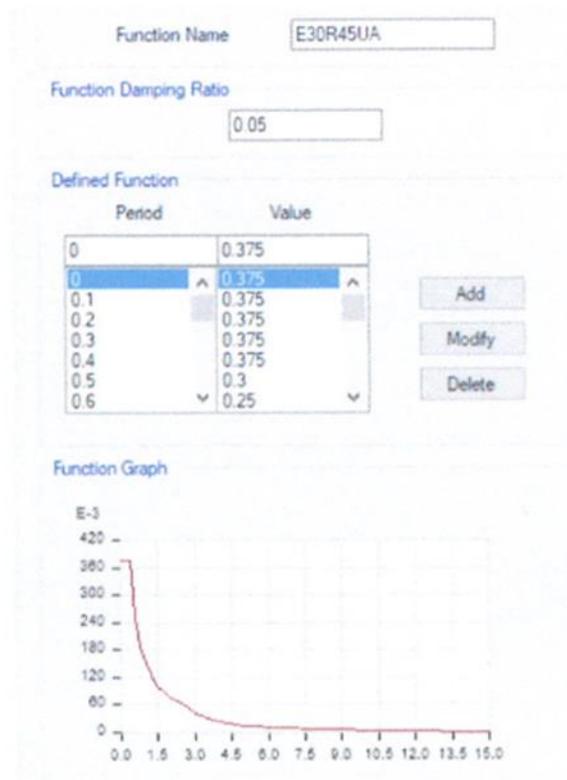
Tabla 6 – Parámetros para el análisis sísmico.

Factor de zona (zona 4)	Z = 0.40
Factor de uso e importancia (categoría A2)	U = 1.50
Factor de suelo (S1)	S = 1.0
Período para definir espectro de Seudo aceleración	Tp = 0.4 seg. TL = 2.50 seg.
Reducción de la respuesta: de acuerdo a la estructura	Ro = 6 Ia = 1.00, Ip = 0.75 Rx = Ry = 4.5

Fuente: Elaboración propia.

Para cada modelo matemático se han considerado la carga sísmica resultante del análisis modal espectral, considerado además una excentricidad accidental del 5%, y un espectro de aceleración vertical de 2/3 del horizontal, de acuerdo a la norma técnica E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú.

Figura 56 – Espectro considerado para el sismo severo de la norma de diseño sismorresistente NTE E.030 (tanques I y II).



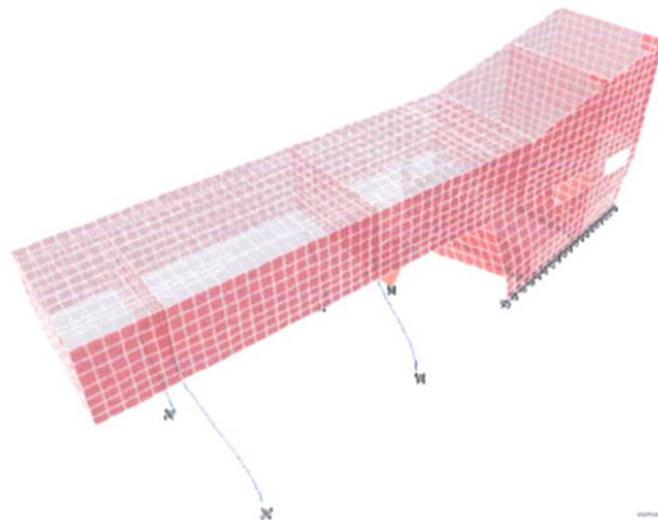
Fuente: Elaboración propia.

9.- Desarrollo del análisis estructural:

9.1.- Tanque I (agua dura) – 200m³ de capacidad:

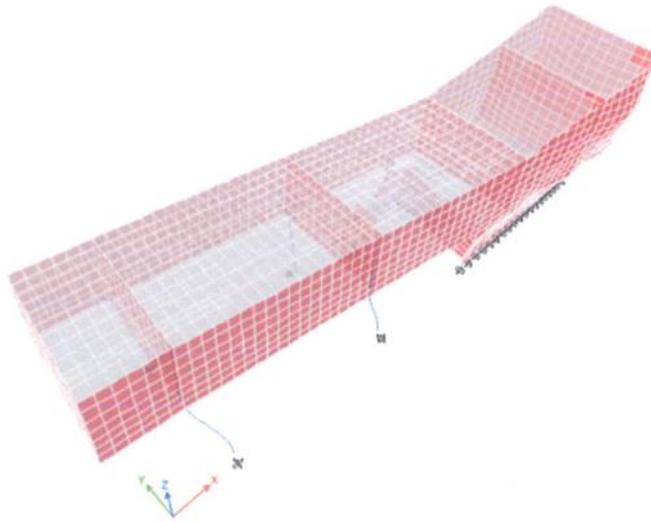
a.- Periodos y formas de modo:

Figura 57 – Modo 1: T1 = 0.20 seg.



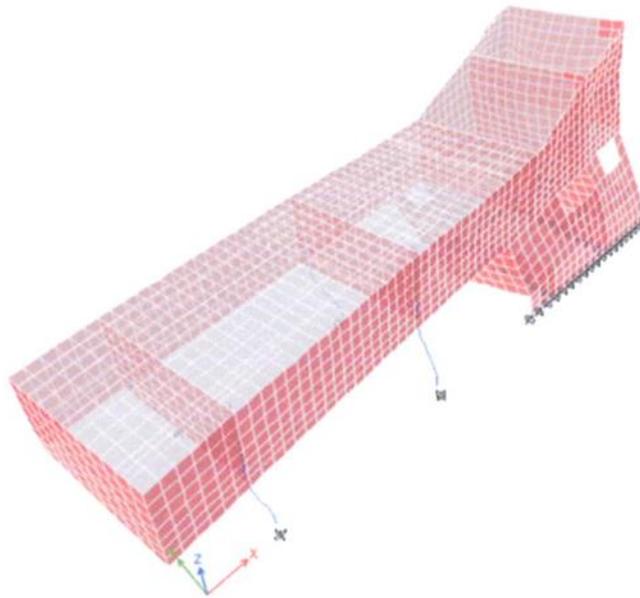
Fuente: Elaboración propia.

Figura 58 – Modo 2: $T_2 = 0.08$ seg.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 59 – Modo 3: $T_3 = 0.075$ seg.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7 – Resumen del periodos y formas de modo.

Case	Mode	Period	UX	UY	Sum UX	Sum UY
		sec				
Modal	1	0.197	0.0019	0.4823	0.0019	0.4823
Modal	2	0.079	0.3224	0.2721	0.3243	0.7544
Modal	3	0.075	0.5621	0.1263	0.8864	0.8807
Modal	4	0.047	0.0106	1.46E-05	0.897	0.8807
Modal	5	0.028	0.0021	0.0048	0.8991	0.8855
Modal	6	0.028	0.0009	0.0089	0.8999	0.8944
Modal	7	0.026	1.38E-06	0.0042	0.8999	0.8986
Modal	8	0.024	1.93E-05	0.0043	0.9	0.9029
Modal	9	0.022	0.0006	5.16E-07	0.9005	0.9029
Modal	10	0.02	2.16E-06	0.0024	0.9005	0.9053
Modal	11	0.019	0.001	0.018	0.9016	0.9234
Modal	12	0.018	0.0061	0.0047	0.9076	0.9281
Modal	13	0.017	4.30E-05	0.0443	0.9077	0.9724
Modal	14	0.017	0.0001	0.002	0.9078	0.9744
Modal	15	0.017	0.0001	0.0048	0.9079	0.9792
Modal	16	0.017	0.0043	6.18E-06	0.9122	0.9792
Modal	17	0.017	1.20E-05	0	0.9122	0.9792
Modal	18	0.017	0.0005	1.54E-06	0.9127	0.9792
Modal	19	0.016	4.75E-05	0.0077	0.9128	0.987
Modal	20	0.016	0.0012	5.45E-06	0.914	0.987

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que las tres primeras formas de modo de la estructura presentan forma torsional, el periodo fundamental de vibración de la estructura es de $T_1=0.20\text{seg}$, el segundo periodo de vibración es de $T_2=0.08\text{seg}$ y el tercer modo de vibración de $T_3=0.075\text{seg}$.

El factor de masa participativa acumulada en la dirección X-X es mayor al 90% en el modo 8 así como en la dirección Y-Y, estos resultados nos llevan a la conclusión de que los 20 modos de vibración considerados en el modelo matemático nos proporcionan resultados confiables.

Se aprecia de los resultados que el tercer modo de vibración tiene la mayor participación con un 56.21% y un periodo $T_3=0.075\text{seg}$.

b.- Control de distorsiones del modelo: De acuerdo a la norma técnica de diseño sismorresistente NTE E.030, los desplazamientos laterales permisibles son los siguientes:

Tabla 8 – Límites para desplazamiento lateral de entrepiso.

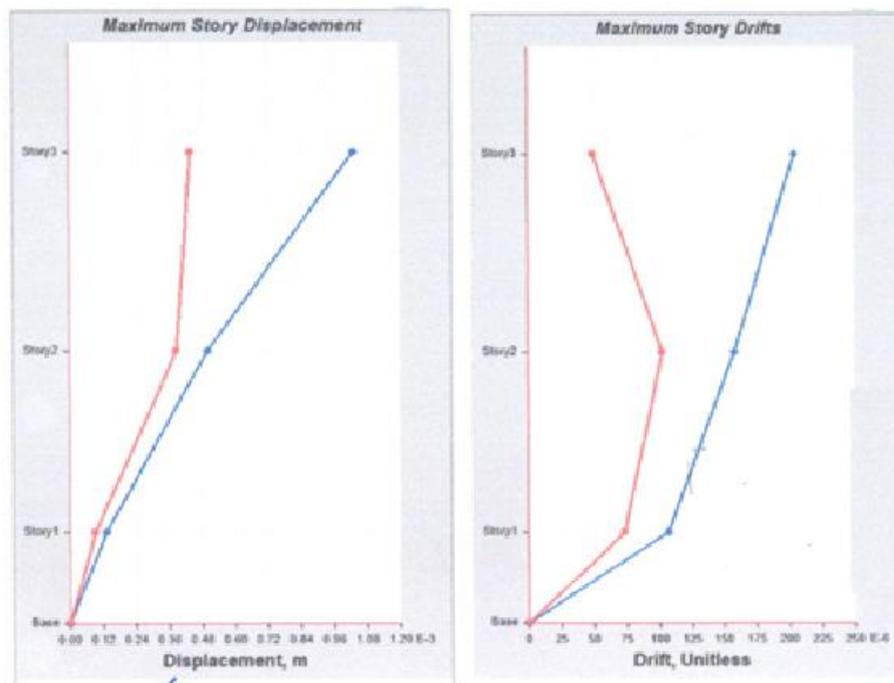
Tabla N° 8	
LÍMITES PARA DESPLAZAMIENTO LATERAL DE ENTREPISO	
Estos límites no son aplicables a naves industriales	
Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010

Fuente: Elaboración propia.

Los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por 0.85xR los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las sollicitaciones sísmicas reducidas.

Límite distorsión lateral: $\Delta_i/h_i \times 0.85R \leq 0.007 \text{ C}^\circ\text{A}^\circ$

Figura 60 – Desplazamientos y derivas máximas de piso en la dirección X-X para el sismo severo del reglamento NTE E.030.

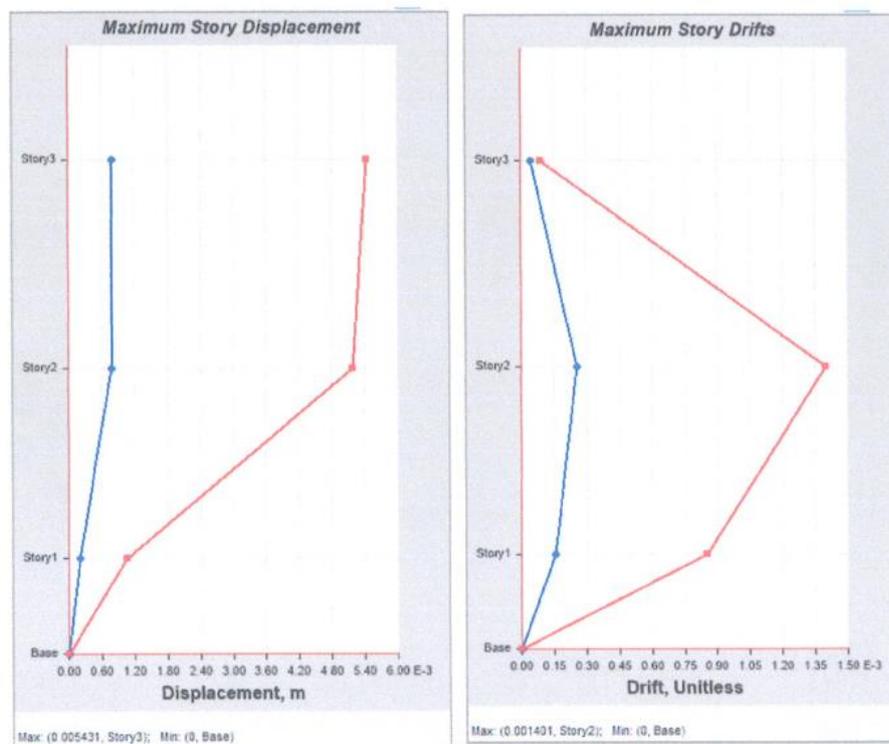


Fuente: Elaboración propia.

El máximo desplazamiento se presenta en el techo del tanque I, y tiene un valor de $0.001031 \times 0.85 \times (R=4.50) = 0.39 \text{ cm}$.

Se observa que la distorsión lateral máxima en la dirección X-X, es igual a 0.000204 y también se presenta en la losa superior del tanque I, esta distorsión multiplicada por $0.85(R) = 0.85 \times 4.5 \times 0.000204 = 0.00078 < 0.007$ "CONFORME".

Figura 61 – Desplazamientos y derivas máximas de piso en la dirección Y-Y para el sismo severo del reglamento NTE E.030.



Fuente: Elaboración propia.

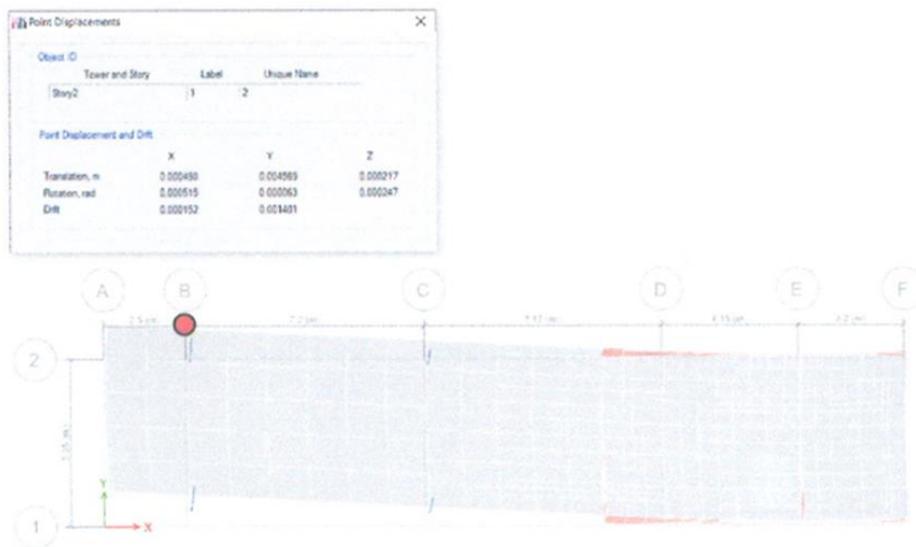
El máximo desplazamiento se presenta en el techo del tanque I, y tiene un valor de $0.005431 \times 0.85 \times (R=4.50) = 2.08 \text{ cm}$.

Se observa que la distorsión lateral máxima en la dirección Y-Y, es igual a 0.001401 y se presenta en la losa de fondo del tanque I, esta distorsión multiplicada por $0.85(R) = 0.85 \times 4.5 \times 0.001401 = 0.0054 < 0.007$ "CONFORME".

Verificación de la irregularidad torsional: Según la NTE E.030, existe irregularidad torsional cuando la relación mostrada proporciona valores mayores a 1.30 e irregularidad torsional extrema cuando dicha relación es mayor a 1.50

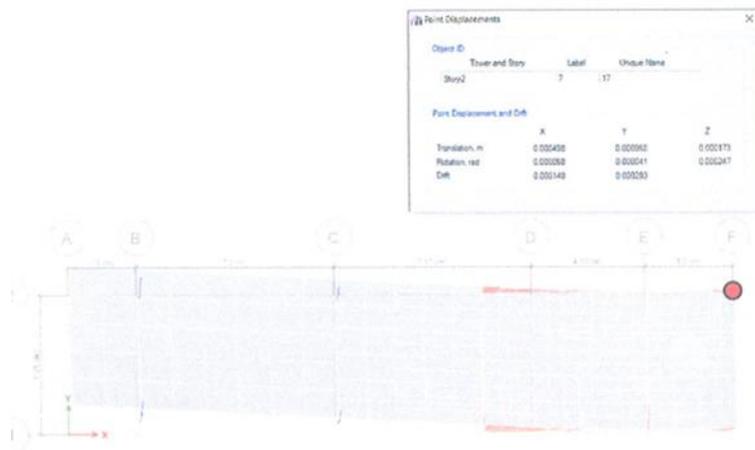
$$\frac{2\Delta_{m\acute{a}x}}{\Delta_{m\acute{a}x} + \Delta_{m\acute{i}n}} > 1.30, \text{ Torsión} \quad \frac{2\Delta_{m\acute{a}x}}{\Delta_{m\acute{a}x} + \Delta_{m\acute{i}n}} > 1.50, \text{ Torsión Extrema}$$

Figura 62 – Desplazamientos lado izquierdo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 63 – Desplazamientos lado izquierdo.



$$(2 \times 0.001401) / (0.001401 + 0.000283) = 1.66 > 1.50$$

IRREGULARIDAD TORSIONAL EXTREMA

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se puede apreciar de ambos métodos de análisis sísmico, el análisis estático del ACI 350.3-06 y el análisis modal espectral de la NTE E.030, la estructura presenta irregularidad torsional extrema, la cual no está permitida en la zona del proyecto según la tabla N°10 de la NTE E.030.

Tabla 9 – Categoría y regularidad de las edificaciones.

Tabla N° 10 CATEGORÍA Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la Edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1	Sin restricciones

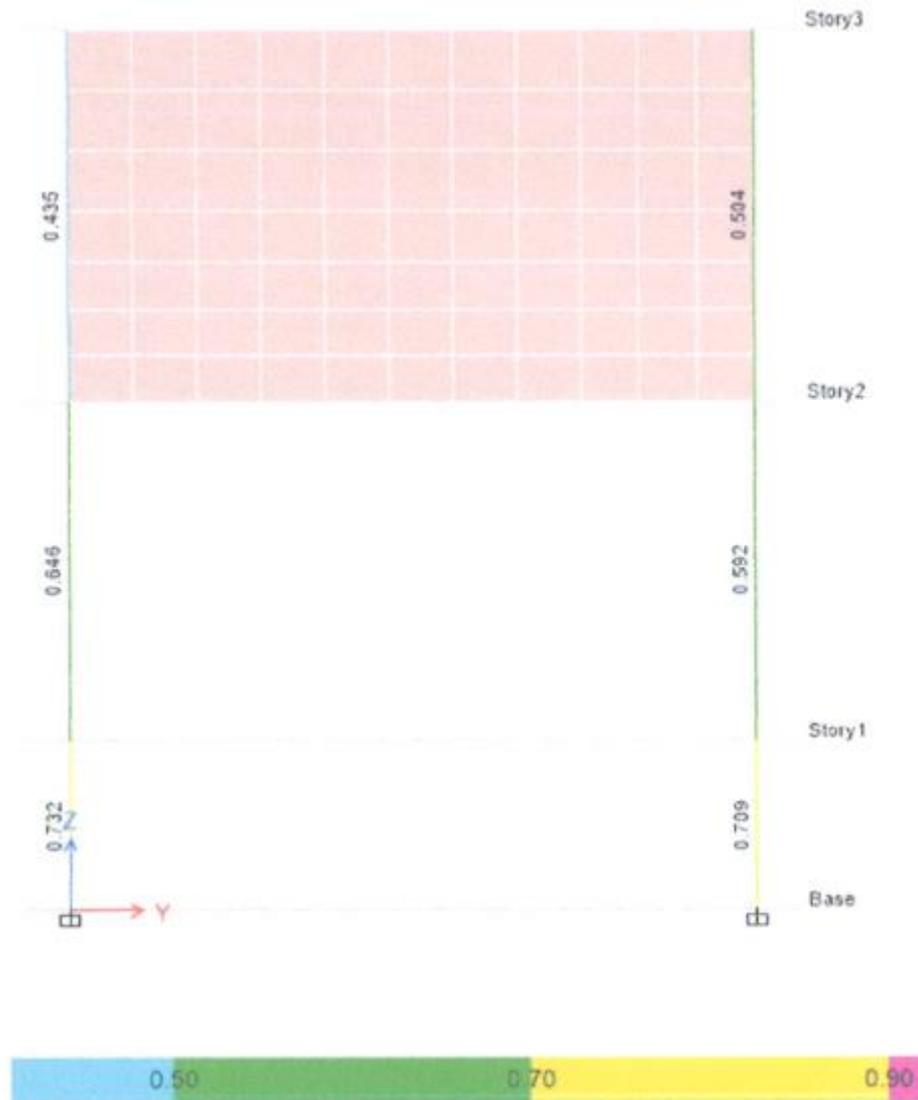
Fuente: Elaboración propia.

c.- Verificación del diseño de elementos: Para el caso de estructuras de concreto armado las secciones se deben diseñar, de tal manera de obtener resistencias de diseño (ϕR_n) por lo menos sean iguales a las resistencias requeridas (R_u), calculadas para las cargas y fuerzas amplificadas en las combinaciones que se estipulan en la norma E-060. En todas las secciones de los elementos estructurales se deben cumplir: $\phi R_n \geq R_u$.

Para el caso de una evaluación estructural, las cargas no se amplifican, por lo que trabajaremos con las cargas sin amplificar, a fin de realizar la verificación de los diferentes elementos estructurales.

Verificación del diseño de columnas (Sismo Reglamentario NTE E.030):

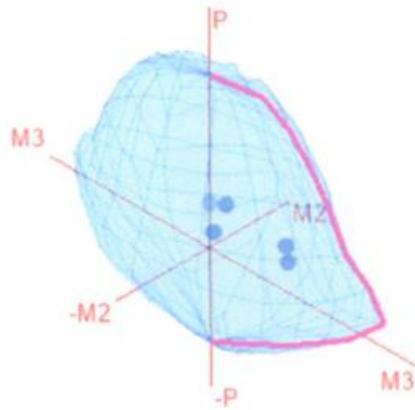
Figura 64 – Relación (demanda/capacidad) columnas delanteras.



Fuente: Elaboración propia.

Tal como se puede observar de los resultados, las columnas de la estructura cumplen con los requisitos de resistencia establecidos en la norma técnica E.060 "Concreto Armado", lo cual es CONFORME.

Figura 65 – Diagrama de interacción columnas delanteras.

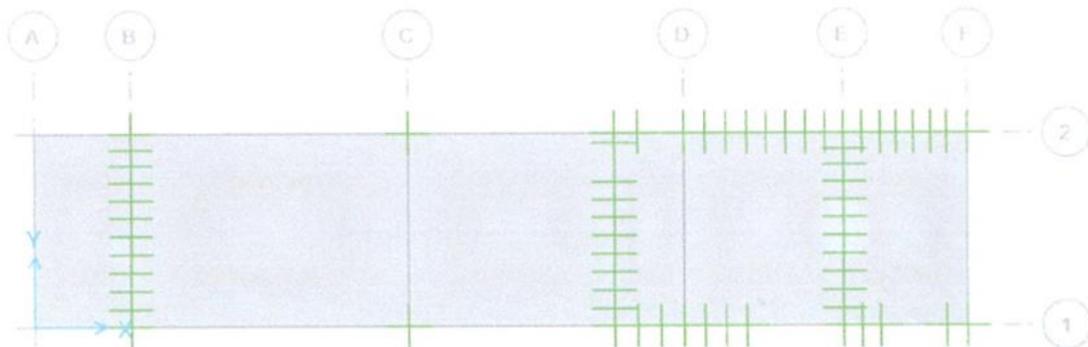


Fuente: Elaboración propia.

En todas las columnas la relación P-M-M del diagrama de interacción arroja valores menores a la unidad, es decir las cargas sin amplificar resultan dentro del diagrama de interacción, en otras palabras, la demanda es menor a la capacidad de las columnas, lo cual es CONFORME.

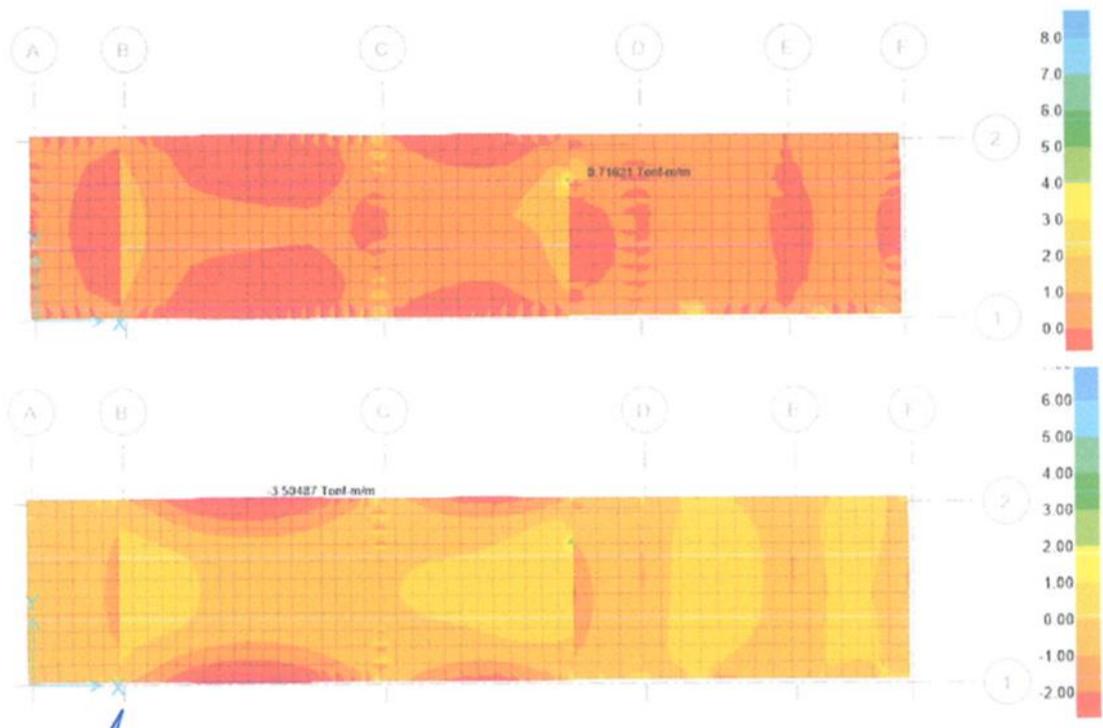
Verificación del diseño de la losa de fondo del tanque I:

Figura 66 – Vista del modelo en el SAFE de la losa de fondo del tanque I.



Fuente: Elaboración propia.

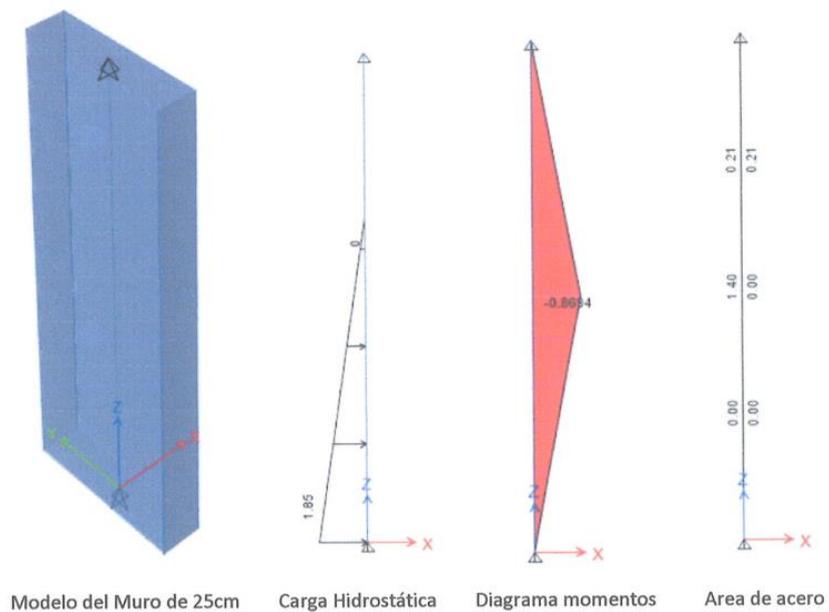
Figura 67 – Vista de los momentos máximos y mínimos.



Fuente: Elaboración propia

Con los aceros existentes de $\frac{1}{2}$ " cada 0.25m, la losa de 25cm de espesor cumple con los requisitos de resistencia, lo cual es CONFORME.

Figura 68 – Verificación del diseño de los muros del tanque I.



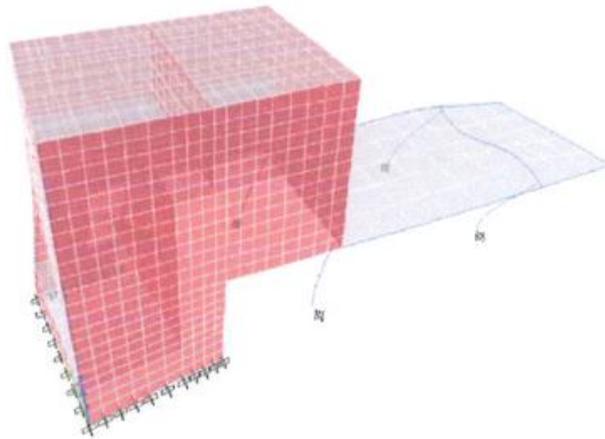
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar de los planos del levantamiento arquitectónico, los muros de los tanques elevados tienen un espesor de 0.25m, una altura interior de 2.55m y un pelo de agua máximo de 1.85m, con estos datos y los datos de la calidad del concreto y acero, se procedió a elaborar un modelo matemático plano, verificando que el acero existente de $\frac{1}{2}$ " cada 0.25m, resulta $5.08\text{cm}^2/\text{m}$, mucho mayor al acero requerido, lo cual es CONFORME.

9.2.- Tanque II (agua blanda) – 60m^3 de capacidad:

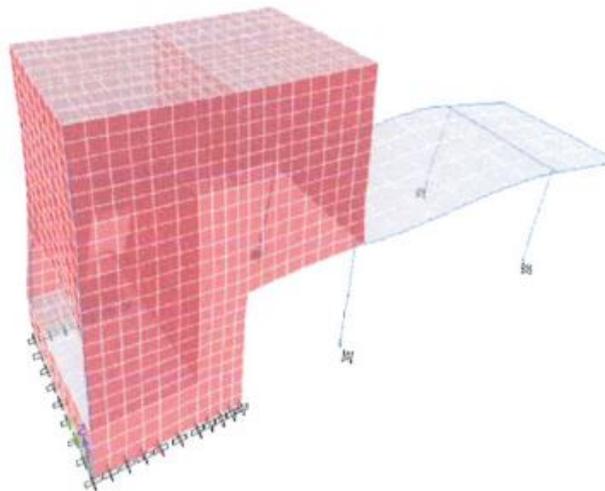
a.- Periodos y formas de modo:

Figura 69 – Modo 1: $T_1 = 0.14$ seg.



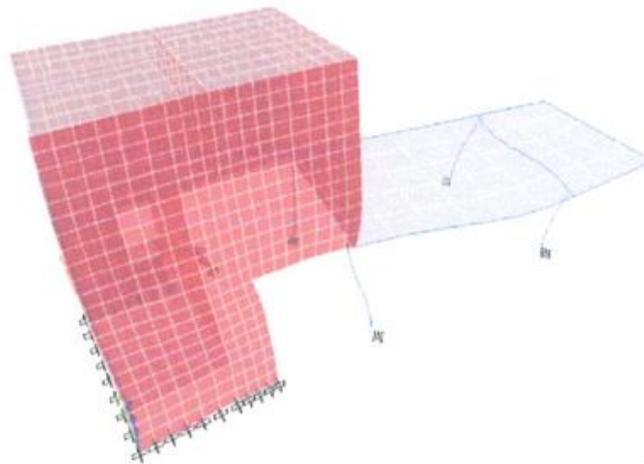
Fuente: Elaboración propia.

Figura 70 – Modo 2: $T_2 = 0.11$ seg.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 71 – Modo 3: T3 = 0.099 seg.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10 – Resumen del periodos y formas de modo.

Case	Mode	Period	UX	UY	Sum UX	Sum UY
		sec				
Modal	1	0.139	0.0848	0.4362	0.0848	0.4362
Modal	2	0.113	0.5817	0.2701	0.6664	0.7062
Modal	3	0.099	0.2233	0.1777	0.8898	0.8839
Modal	4	0.051	0.0004	1.00E-04	0.8902	0.884
Modal	5	0.05	0.0026	0.0059	0.8928	0.8899
Modal	6	0.046	0.00001057	0.0021	0.8928	0.8921
Modal	7	0.041	6.00E-04	0.0029	0.8934	0.8949
Modal	8	0.039	2.60E-03	0.0002	0.896	0.8951
Modal	9	0.036	0.0019	1.00E-04	0.8978	0.8953
Modal	10	0.027	3.00E-04	0.0128	0.8982	0.9081
Modal	11	0.023	1.588E-06	0.00002842	0.8982	0.9081
Modal	12	0.022	0.00002208	0.0204	0.8982	0.9285
Modal	13	0.021	4.00E-04	0.0116	0.8986	0.9402
Modal	14	0.02	0.0003	0.0007	0.8988	0.9409
Modal	15	0.018	0.0019	0.0038	0.9008	0.9447
Modal	16	0.017	0.0281	3.00E-04	0.9288	0.945
Modal	17	0.017	1.00E-04	0.0015	0.9289	0.9465
Modal	18	0.015	0.004	1.32E-02	0.9329	0.9597
Modal	19	0.015	2.10E-03	0.0055	0.935	0.9652
Modal	20	0.015	0.0007	6.21E-06	0.9357	0.9652

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que las tres primeras formas de modo de la estructura presentan forma torsional, el periodo fundamental de vibración de la estructura es de $T_1=0.139\text{seg}$, el segundo periodo de vibración es de $T_2=0.113\text{seg}$ y el tercer modo de vibración de $T_3=0.099\text{seg}$.

El factor de masa participativa acumulada en la dirección X-X es mayor al 90% en el modo 15 y para la dirección Y-Y en el modo 10,

estos resultados nos llevan a la conclusión de que los 20 modos de vibración considerados en el modelo matemático nos proporcionan resultados confiables.

Se aprecia de los resultados que el segundo modo de vibración tiene la mayor participación con un 58.17% y un periodo $T_3=0.113\text{seg}$.

b.- Control de distorsiones del modelo: De acuerdo a la norma técnica de diseño sismorresistente NTE E.030, los desplazamientos laterales permisibles son los siguientes:

Tabla 11 – Límites para desplazamiento lateral de entrepiso.

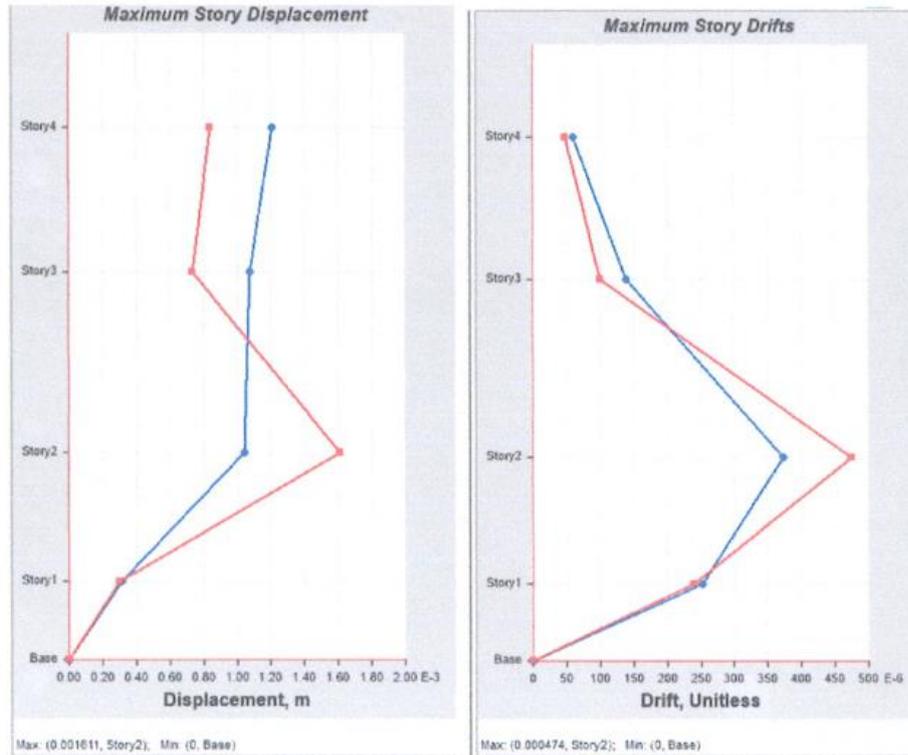
Tabla N° 8	
LÍMITES PARA DESPLAZAMIENTO LATERAL DE ENTREPISO	
Estos límites no son aplicables a naves industriales	
Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010

Fuente: Elaboración propia.

Los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por $0.85 \times R$ los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las sollicitaciones sísmicas reducidas.

Límite distorsión lateral: $\Delta_i/h_i \times 0.85R \leq 0.007 \text{ C}^\circ\text{A}^\circ$

Figura 72 – Desplazamientos y derivas máximas de piso en la dirección X-X para el sismo severo del reglamento NTE E.030.

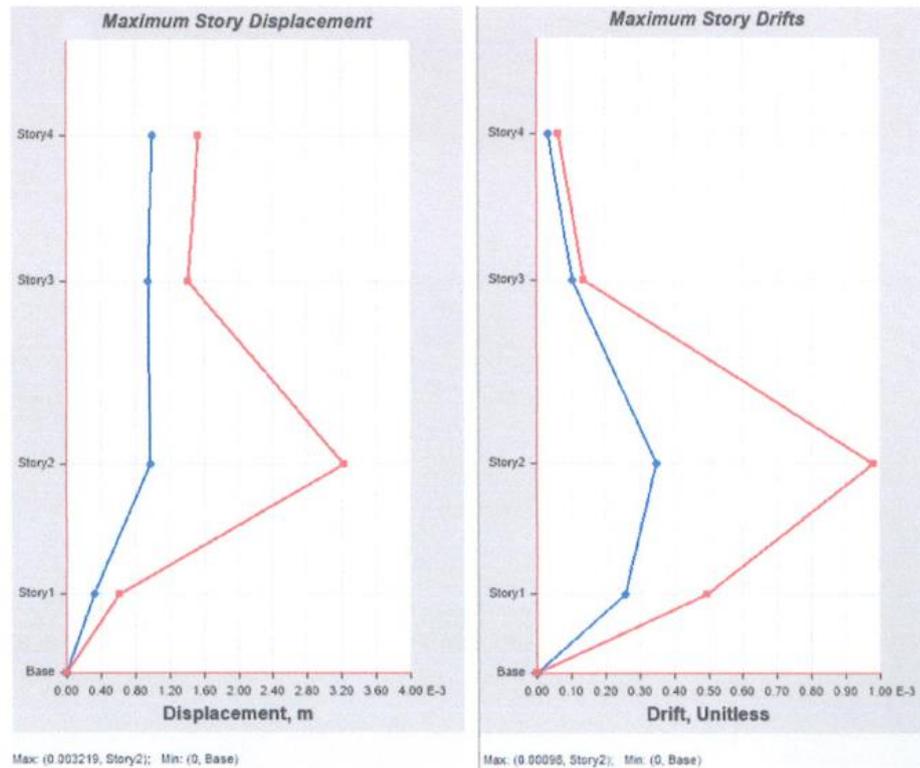


Fuente: Elaboración propia.

El máximo desplazamiento se presenta en el techo de los calentadores, y tiene un valor de $0.001611 \times 0.85 \times (R=4.50) = 0.62 \text{cm}$.

Se observa que la distorsión lateral máxima en la dirección X-X, es igual a 0.000474 y también se presenta en la losa de los calentadores, esta distorsión multiplicada por 0.85(R) $= 0.85 \times 4.5 \times 0.000474 = 0.0018 < 0.007$ "CONFORME".

Figura 73 – Desplazamientos y derivas máximas de piso en la dirección Y-Y para el sismo severo del reglamento NTE E.030.



Fuente: Elaboración propia.

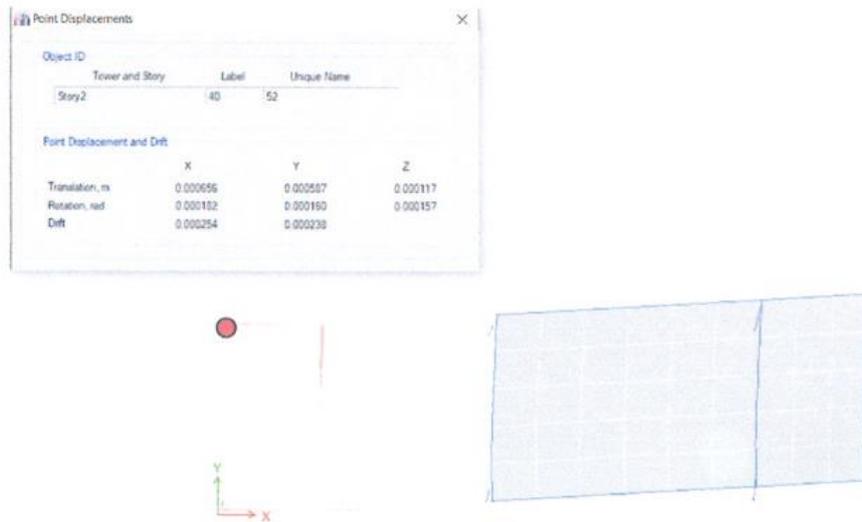
El máximo desplazamiento se presenta en el techo de los calentadores, y tiene un valor de $0.003219 \times 0.85 \times (R=4.50) = 1.23\text{cm}$.

Se observa que la distorsión lateral máxima en la dirección Y-Y, es igual a 0.00098 y se presenta en la losa de los calentadores, esta distorsión multiplicada por $0.85(R) = 0.85 \times 4.5 \times 0.00098 = 0.0037 < 0.007$ "CONFORME".

Verificación de la irregularidad torsional: Según la NTE E.030, existe irregularidad torsional cuando la relación mostrada proporciona valores mayores a 1.30 e irregularidad torsional extrema cuando dicha relación es mayor a 1.50

$$\frac{2\Delta_{m\acute{a}x}}{\Delta_{m\acute{a}x} + \Delta_{m\acute{i}n}} > 1.30, \text{ Torsión} \qquad \frac{2\Delta_{m\acute{a}x}}{\Delta_{m\acute{a}x} + \Delta_{m\acute{i}n}} > 1.50, \text{ Torsión Extrema}$$

Figura 74 – Desplazamientos lado izquierdo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 75 – Desplazamientos lado izquierdo.



$$(2 \times 0.00098) / (0.00098 + 0.000238) = 1.61 > 1.50$$

IRREGULARIDAD TORSIONAL EXTREMA

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se puede apreciar de ambos métodos de análisis sísmico, el análisis estático del ACI 350.3-06 y el análisis modal espectral de la NTE E.030, la estructura presenta

irregularidad torsional extrema, la cual no está permitida en la zona del proyecto según la tabla N°10 de la NTE E.030.

Tabla 12 – Categoría y regularidad de las edificaciones.

Tabla N° 10 CATEGORÍA Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la Edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1	Sin restricciones

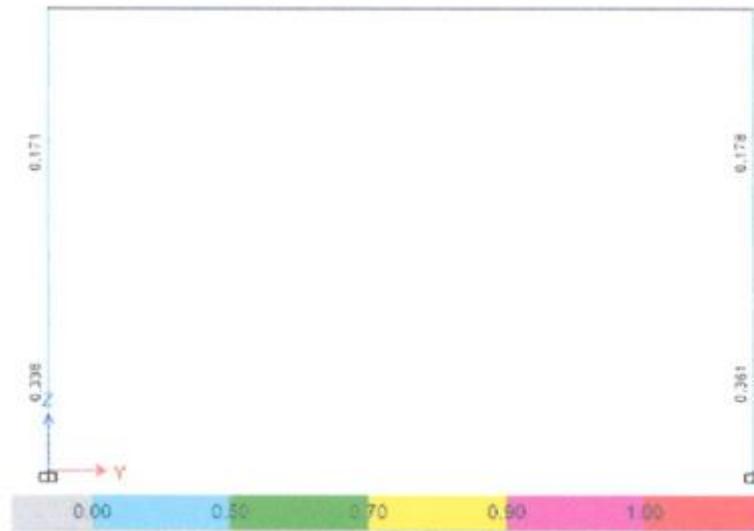
Fuente: Elaboración propia.

c.- Verificación del diseño de elementos: Para el caso de estructuras de concreto armado las secciones se deben diseñar, de tal manera de obtener resistencias de diseño (ϕR_n) por lo menos sean iguales a las resistencias requeridas (R_u), calculadas para las cargas y fuerzas amplificadas en las combinaciones que se estipulan en la norma E-060. En todas las secciones de los elementos estructurales se deben cumplir: $\phi R_n \geq R_u$.

Para el caso de una evaluación estructural, las cargas no se amplifican, por lo que trabajaremos con las cargas sin amplificar, a fin de realizar la verificación de los diferentes elementos estructurales.

Verificación del diseño de columnas (Sismo Reglamentario NTE E.030):

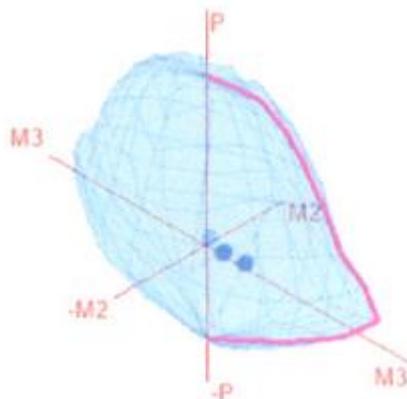
Figura 76 – Relación (demanda/capacidad) columnas delanteras.



Fuente: Elaboración propia.

Tal como se puede observar de los resultados, las columnas de la estructura cumplen con los requisitos de resistencia establecidos en la norma técnica E.060 “Concreto Armado”, lo cual es CONFORME.

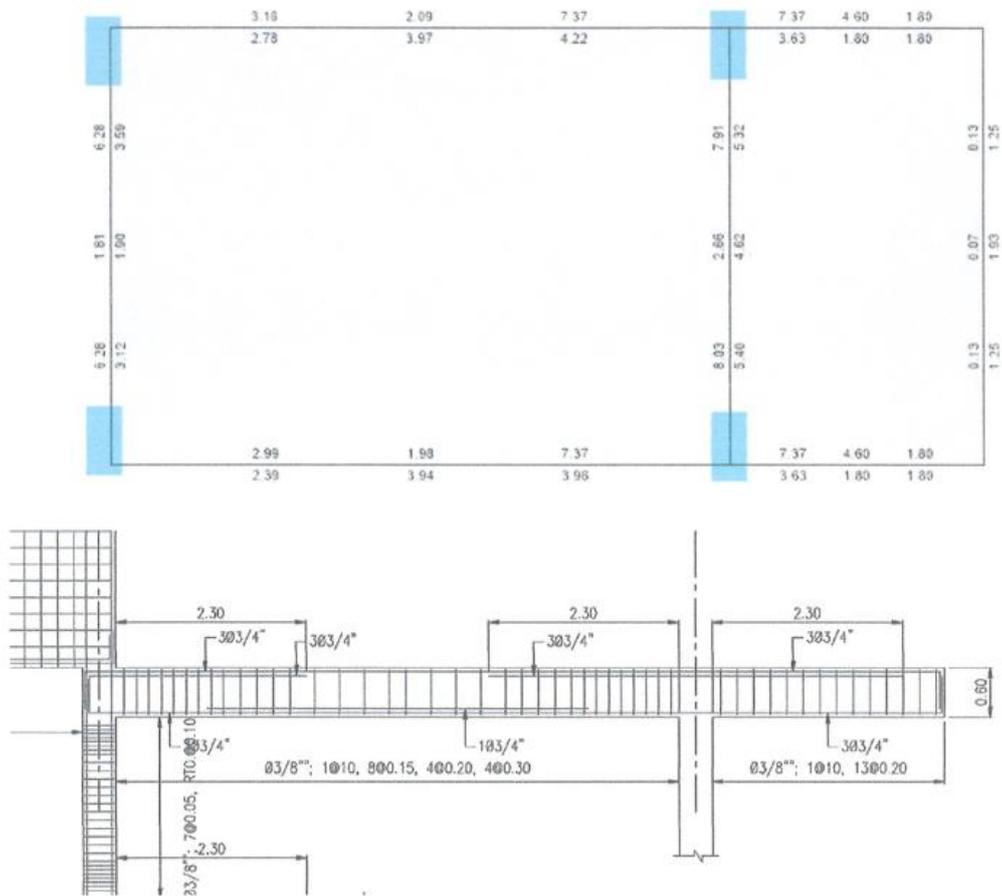
Figura 77 – Diagrama de interacción columnas delanteras.



Fuente: Elaboración propia.

En todas las columnas la relación P-M-M del diagrama de interacción arroja valores menores a la unidad, es decir las cargas sin amplificar resultan dentro del diagrama de interacción, en otras palabras, la demanda es menor a la capacidad de las columnas, lo cual es CONFORME.

Figura 78 – Verificación del diseño de vigas.



Fuente: Elaboración propia.

Se observa que los aceros existentes son mayores a los aceros requeridos, como ejemplo se puede observar la viga principal que tiene 6 aceros de 3/4", es decir 17.10cm², siendo el caso que solo se requiere 7.37cm², lo cual es CONFORME.

Respecto a los demás elementos (losas y muros) estos cumplen con las demandas de carga actuantes, el problema fundamental en ambos tanques elevados es la irregularidad torsional.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Discusión de resultados específicos

1.- Como objetivo específico 1, se ha planteado: “Realizar el levantamiento arquitectónico para la verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas”. El replanteo arquitectónico de la infraestructura de los tanques elevados del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, muestran la distribución en planta de entrepiso y elevaciones con las dimensiones exactas de los elementos estructurales (muros, columnas, vigas y techo), distancia entre ejes y altura de entrepiso. Para esta actividad de replanteo arquitectónico se tuvo en cuenta el siguiente listado de actividades:

- ✓ Toma de medidas arquitectónicas: comprendió la medición de los tanques elevados.
- ✓ Trabajo de gabinete: comprendió el dibujo de los datos obtenidos en la toma de medidas, elaboración de secciones y planos arquitectónicos.

2.- Como objetivo específico 2, se ha planteado: “Realizar el levantamiento estructural para la verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas”. El replanteo estructural de la infraestructura de los tanques elevados del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, muestran las dimensiones exactas de los elementos estructurales (muros, columnas, vigas y techo), además se muestra las secciones de cada uno de los elementos estructurales (vigas y columnas). Para esta actividad de replanteo estructural se tuvo en cuenta el siguiente listado de actividades:

- ✓ Toma de medidas estructurales: comprendió la medición de los tanques elevados y anotar las características estructurales.
- ✓ Trabajo de gabinete: comprendió el dibujo de los datos obtenidos en la toma de medidas, elaboración de secciones y planos estructurales.

3.- Como objetivo específico 3, se ha planteado: “Realizar el análisis estructural para la verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas”. El análisis llevado a cabo en el presente estudio fue un análisis estructural tridimensional, considerando un modelo matemático tridimensional de tres grados de libertad, dos grados de libertad asociados a dos componentes ortogonales de traslación horizontal y una rotación. El análisis sísmico de las estructuras se ha desarrollado utilizando el método de análisis modal espectral, de acuerdo a lo establecido en la norma técnica E.030. Para resolver el modelo matemático, se han utilizado los programas ETABS Y SAFE. De acuerdo al estudio de evaluación estructural se han utilizado las siguientes resistencias para los materiales de la estructura evaluada:

✓ $F_c = 155.86 \text{ kg/cm}^2$, para el concreto existente tanque I.

✓ $F_c = 165.00 \text{ kg/cm}^2$, para el concreto existente tanque II.

✓ $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, para las varillas de acero corrugado.

Para el análisis, estas estructuras se modelan utilizando elementos finitos tipo cáscara y elementos de barra tipo marco (que representan losas y muros), así como elementos de barra tipo viga y columna. La retícula es tanto una propiedad de los materiales utilizados como del espesor de los muros y losas.

Para los elementos se tomaron en cuenta deformaciones por flexión, fuerza cortante, torsión y carga axial.

4.- Como objetivo general se ha definido lo siguiente: “Realizar la verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas”. De acuerdo a la evaluación estructural realizada a los tanques elevados del INEN, se menciona que ambos tanques presentan una configuración estructural irregular, lo que genera una irregularidad torsional extrema en planta, no permitida en la zona del proyecto, según lo establecido en la tabla N°10 de la NTE E.030. El problema principal de ambos tanques elevados del INEN

es la irregularidad torsional extrema en planta, respecto a la rigidez, resistencia y ductilidad, estos cumplen con la normativa vigente, sin embargo, es necesario controlar la irregularidad torsional extrema en ambos tanques elevados.

CONCLUSIONES

- A. De acuerdo al objetivo general planteado, que es; Realizar la verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas, se concluye que, se llevó a cabo la verificación del sistema estructural de los tanques elevados, llegándose a constatar que ambos tanques presentan una configuración estructural irregular, lo que genera una irregularidad torsional extrema en planta, concluyendo que estas estructura necesita reforzamiento toda vez que la normativa indica que no permite distorsiones.
- B. De acuerdo al primer objetivo específico planteado, que es; Realizar el levantamiento arquitectónico para la verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, se concluye que, el replanteo arquitectónico de la infraestructura de los tanques elevados del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, muestran la distribución en planta de entrepiso y elevaciones con las dimensiones exactas de los elementos estructurales (muros, columnas, vigas y techo), distancia entre ejes y altura de entrepiso.
- C. De acuerdo al segundo objetivo específico planteado, que es; Realizar el levantamiento estructural para la verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas, se concluye que, el replanteo estructural de la infraestructura de los tanques elevados del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, muestran las dimensiones exactas de los elementos estructurales (muros, columnas, vigas y techo), además se muestra las secciones de cada uno de los elementos estructurales (vigas y columnas).
- D. De acuerdo al tercer objetivo específico planteado, que es; Realizar el análisis estructural para la verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional se concluye: La resistencia del concreto en el tanque I es $f_c = 155.86 \text{ kg/Cm}^2$ y en el

tanque II es $f_c = 165.00 \text{ kg/Cm}^2$, el cual no cumple con lo establecido en el RNE.

La irregularidad torsional extrema en uno de ellos siendo en el tanque 1 $1.66 > 1.5$ y el otro tanque $1.61 > 1.5$ ambas irregularidades son mayores a 1.5 lo cual no cumpliendo con la normativa.

El desplazamiento máximo para el tanque 1 es 1.64cm y la distorsión lateral máxima es de 0.0043 siendo este menor a 0.007 está dentro de lo establecido en la norma norma E.030 sismo resistente.

El desplazamiento máximo para el tanque 2, es de 0.39 cm y la distorsión máxima lateral es de 0.00078 siendo menor a 0.007 está también dentro de lo establecido en la norma.

Para el tanque 1 y 2 las columnas según el diagrama de interacción arrojan valores menores a la unidad las cuales cumplen con los requisitos de resistencia

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que se debe proceder con el reforzamiento de ambos tanques elevados del INEN, a fin de evitar la irregularidad torsional extrema, la cual no está permitida en la zona del proyecto.
2. Se recomienda hacer la verificación estructural bajo el método no lineal (pushover).
3. Se recomienda hacer un estudio para el fortalecimiento de tanques elevados con daños arquitectónicos y estructurales.
4. Se recomienda que las condiciones de los resultados obtenidos de este sólo son aplicables a este proyecto. Para otros proyectos, se deben realizar otros tipos de análisis para seleccionar la solución más adecuada para una evaluación real.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. RICARDO JOSE PUMASUPA ROQUE, (2006) “Vulnerabilidad sísmica estructural en establecimientos de salud de la ciudad de Tacna: caso centro de salud Leoncio Prado” (Tesis para Título de Ingeniero Civil). UPT, Tacna Perú.
2. MIGUEL ANGEL AGUILAR VIGNOLA – JUAN EMILIO GUIZA ORDOÑEZ, (2005) “Vulnerabilidad sísmica estructural en establecimientos de salud de la Microred frontera – Tacna caso: “centro de salud Pocollay, puesto de salud Pachia y puesto de salud Palca” (Tesis para Título de Ingeniero Civil). UPT, Tacna Perú.
3. YOBA EDERHARD SUCAPUCA QUISPE, (2006) “Vulnerabilidad sísmica estructural en establecimientos de salud de la ciudad de Tacna: caso centro de salud Augusto B. Leguía” (Tesis para Título de Ingeniero Civil). UPT, Tacna Perú.
4. NATALIA ANDREA SILVA BUSTOS, (2011) “Vulnerabilidad sísmica estructural en viviendas sociales, y evaluación preliminar de riesgo sísmico en la región metropolitana” (Tesis para Grado de Magister en ciencias mención geofísica)
5. FUENTES SADOWSKI, J.C. (2015) “Análisis Sísmico De Una Edificación” (Tesis para Título de Ingeniero Civil). Universidad PUCP, Lima Perú.
6. VILLAGÓMEZ MOLERO, DIEGO (2015). “Lineamientos Para El Análisis y Diseño De Edificaciones Sísmicamente en El Perú” (Tesis de Maestría). Universidad PUCP, Lima Perú.
7. AGUIAR FALCONÍ, Roberto (2003). “Análisis Sísmico por desempeño.
8. ALLAUCA SANCHEZ, L. Y. (2016). Desempeño sísmico de un edificio aporticado de cinco pisos diseñado con las Normas Peruanas de Edificaciones.
9. AGUIAR FALCONÍ, ROBERTO (2014); “Microzonificación Sísmica De Quito”, Quito Ecuador, Centro de Investigaciones Científicas de la universidad de las fuerzas armadas ESPE. Primera Edición.
10. CHOPRA A. K. (1995), “Dynamics of structures, theory and applications to earthquake engineering”, Segunda Edición, Prentice Hall. New Jersey.

11. CLOUGH, R., PENZIEN, J. (1995) "Dynamics Of Structures", tercera edición, Library of Congress Cataloging in Publication Data. Berkeley USA.
12. GUERRA A. M.; Chacón S, D. (2010). "Manual para el Diseño Sismo-resistente de Edificios utilizando el Programa ETABS", 402 p., Quito.

ANEXOS

ANEXO 01- Matriz de consistencia.

ANEXO 02 – Ensayo de esclerometría

ANEXO 03 - Tabla esclerómetro

ANEXO 04 - Planos

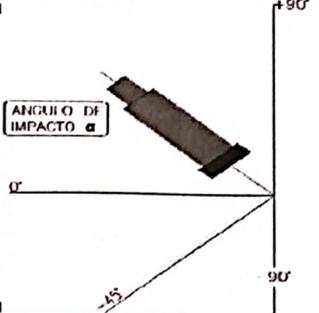
Anexo 01: Matriz de consistencia

PROBLEMA	II. OBJETIVO	III. HIPÓTESIS	IV: VARIABLES	V. METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cuál será el resultado de la verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>a) ¿Cuál será el resultado del levantamiento arquitectónico para la verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas?</p> <p>b) ¿Cuál será el resultado del levantamiento estructural para la verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas?</p> <p>c) ¿Cuál será el resultado del análisis estructural para la verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Realizar la verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICO</p> <p>a) Realizar el levantamiento arquitectónico para la verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas.</p> <p>b) Realizar el levantamiento estructural para la verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas.</p> <p>c) Realizar el análisis estructural para la verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>El resultado de la verificación estructural y deficiencias, permite proponer medidas de reforzamiento estructural de la infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>a) El levantamiento arquitectónico, permite realizar la verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas.</p> <p>b) El levantamiento estructural, permite realizar la verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas.</p> <p>c) El análisis estructural, permite realizar la verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del instituto nacional de enfermedades neoplásicas.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>X = Verificación estructural.</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Y = Deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados.</p>	<p>METODO GENERAL: Científico.</p> <p>TIPO DE INVESTIGACION: Aplicada.</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACION: Descriptivo - explicativo.</p> <p>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN: No experimental.</p> <p>POBLACION: Edificios con tanques elevados ubicados en la ciudad de lima.</p> <p>MUESTRA: Probabilística discrecional</p>

instituto nacional de enfermedades neoplásicas?				
--	--	--	--	--

ANGULO DE IMPACTO α

R	$\alpha-90^\circ$	$\alpha-45^\circ$	0°	$\alpha+45^\circ$	$\alpha+90^\circ$
20	125	115			
21	135	125			
22	145	135	110		
23	160	145	120		
24	170	160	130		
25	180	170	140	100	
26	198	185	158	115	
27	210	200	165	130	105
28	220	210	180	140	120
29	238	220	190	150	138
30	250	238	210	170	145
31	260	250	220	180	160
32	280	265	238	190	170
33	290	280	250	210	190
34	310	290	260	220	200
35	320	310	280	238	218
36	340	320	290	250	230
37	350	340	310	265	245
38	370	350	320	280	260
39	380	370	340	300	280
40	400	380	350	310	295
41	410	400	370	330	310
42	425	415	380	345	325
43	440	430	400	360	340
44	460	450	420	380	360
45	470	460	430	395	375
46	490	480	450	410	390
47	500	495	465	430	410
48	520	510	480	445	430
49	540	525	500	460	445
50	550	540	515	480	460
51	570	560	530	500	480
52	580	570	550	515	500
53	600	590	565	530	520



	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO	Código	C3-Rebote-001	
	CONCRETO. Determinación del número de rebote del concreto endurecido.	Versión	01	
	NTP 339.181:2020	Fecha	15-08-21	
		Página	1 de 1	

Expediente N° : 1303-2023
Nombre de la tesista : Bach. Ing. Giuliana Paola Chuquillanqui Gutierrez
Nombre de la tesis : Verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas
Av. Angamos Este N° 2520
Ubicación : Surquillo - Lima - Lima
Fecha de emisión : 13-03-23

I.- Resultados de rebotes

Observaciones	Rebote (U)				
	Punto N°1	Punto N°2	Punto N°3	Punto N°4	Punto N°5
Los ensayos de esclerometría fueron realizados el día 13 de febrero de 2023	26	25	27	25	26
	24	26	28	25	27
	26	26	27	26	24
	24	27	26	26	27
	25	25	28	27	24
	25	25	26	24	25
	26	26	27	26	25
	26	26	26	24	27
	27	27	28	25	25
	25	27	27	26	26
Promedio (U)	25	26	27	25	26
Desviación típica (U)	0.89	0.82	0.89	1.05	1.38
Posible resistencia (kg/cm ²)	147.2	158.0	165.0	147.2	150.8
Ubicación	Tanque elevado N°1 Muro este	Tanque elevado N°1 Muro oeste	Tanque elevado N°1 Muro norte	Tanque elevado N°1 Muro sur	Tanque elevado N°1 Techo
Ángulo de rebote	Alfa= 0°	Alfa= 0°	Alfa= 0°	Alfa= 0°	Alfa= 0°

II. Información complementaria que exige la NTP 339.181:2020

Según lo indicado por el petionario*:

*Fecha y hora del ensayo : 13-02-2023 a las 09:30 a.m.
*Tipo de estructura/tamaño : Tanque elevado N°1
*Proporciones de mezcla : -
*Tipo de agregado grueso : agregado grueso de río
*Resistencia del diseño ensayado : ----
*Características de la superficie del área : muro sin tarrajeo y listo para su ensayo
*Tipo de material utilizado en el encofrado : madera
*Condición de curado : seco al aire
*Tipo de exposición al ambiente : seco al aire
*Temperatura del aire en el momento del ensayo : 16 °C
*Orientación del martillo : 0°
*Comentarios : -
*Edad del hormigón : -

III.- Del esclerómetro

Marca : Esclerómetro PROCEQ
Modelo : N-34
No. de serie : 171104
Calibrado con yunque : Ele Soiltest - Rebote: 79 ± 2



IV.- Impactos realizados: Ángulo = 0°.

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el petionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP.004: 1993).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Huamani Salazar Omar Alex

C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA SAC
Av. Los Próceros N° 1000 - Chilca - Huancayo - Junín
Celular: 947-898992
Email: c3ingenieriaspecializadasac@gmail.com

Expediente N° : 1303-2023
 Nombre de la tesis : Bach. Ing. Giuliana Paola Chuquillanqui Gutierrez
 Nombre de la tesis : Verificación estructural y deficiencias de la infraestructura de los tanques elevados del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas
 Av. Angamos Este N° 2520
 Ubicación : Surquillo - Lima - Lima
 Fecha de emisión : 13-03-23

I.- Resultados de rebotes

Observaciones	Rebote (U)			
	Punto N°1	Punto N°2	Punto N°3	Punto N°4
Los ensayos de esclerometría fueron realizados el día 13 de febrero de 2023	26	28	26	27
	26	27	25	28
	27	26	28	27
	26	26	26	28
	27	28	27	28
	27	26	26	27
	28	28	27	26
	25	29	28	26
	26	26	29	29
	26	28	28	28
Promedio (U)	26	27	27	27
Desviación típica (U)	0.55	0.98	1.03	0.55
Posible resistencia (kg/cm ²)	160.8	168.0	165.0	171.0
Ubicación	Tanque elevado N°2 Muro este	Tanque elevado N°2 Muro oeste	Tanque elevado N°2 Muro norte	Tanque elevado N°2 Muro sur
Ángulo de rebote	Alfa= 0°	Alfa= 0°	Alfa= 0°	Alfa= 0°

II. Información complementaria que exige la NTP 339.181:2020

Según lo indicado por el petionario*:

*Fecha y hora del ensayo : 13-02-2023 a las 11:30 a.m.
 *Tipo de estructura/tamaño : Tanque elevado N°2
 *Proporciones de mezcla : -
 *Tipo de agregado grueso : agregado grueso de rio
 *Resistencia del diseño ensayado : ----
 *Características de la superficie del área : muro sin tarrajeo y listo para su ensayo
 *Tipo de material utilizado en el encofrado : madera
 *Condición de curado : seco al aire
 *Tipo de exposición al ambiente : seco al aire
 *Temperatura del aire en el momento del ensayo : 15 °C
 *Orientación del martillo : 0°
 *Comentarios : -
 *Edad del hormigón : -

III.- Del esclerómetro

Marca : Esclerómetro PROCEQ
 Modelo : N-34
 No. de serie : 171104
 Calibrado con yunque : Ele Soiltest - Rebote: 79 ± 2



IV.- Impactos realizados: Ángulo = 0°.

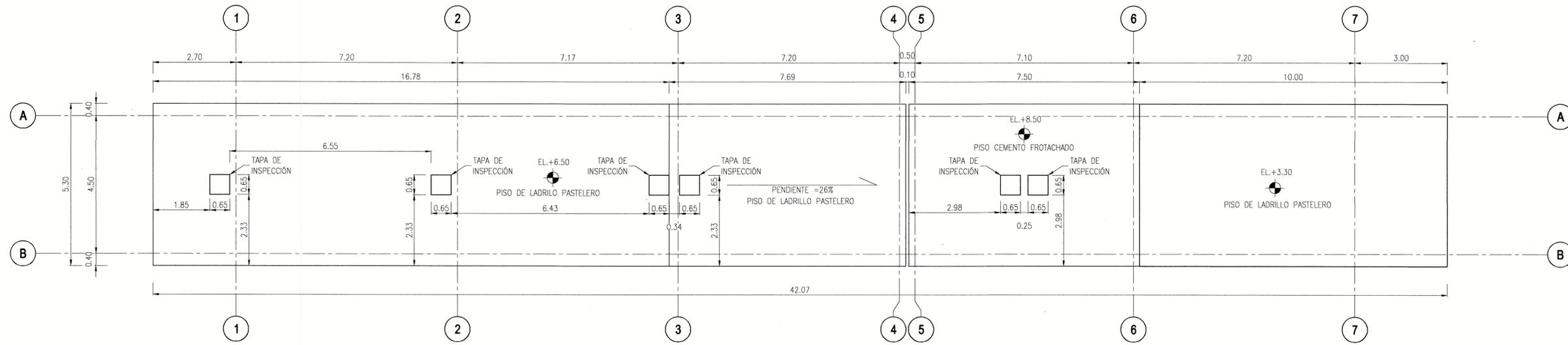
NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el petionario.
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvó que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA

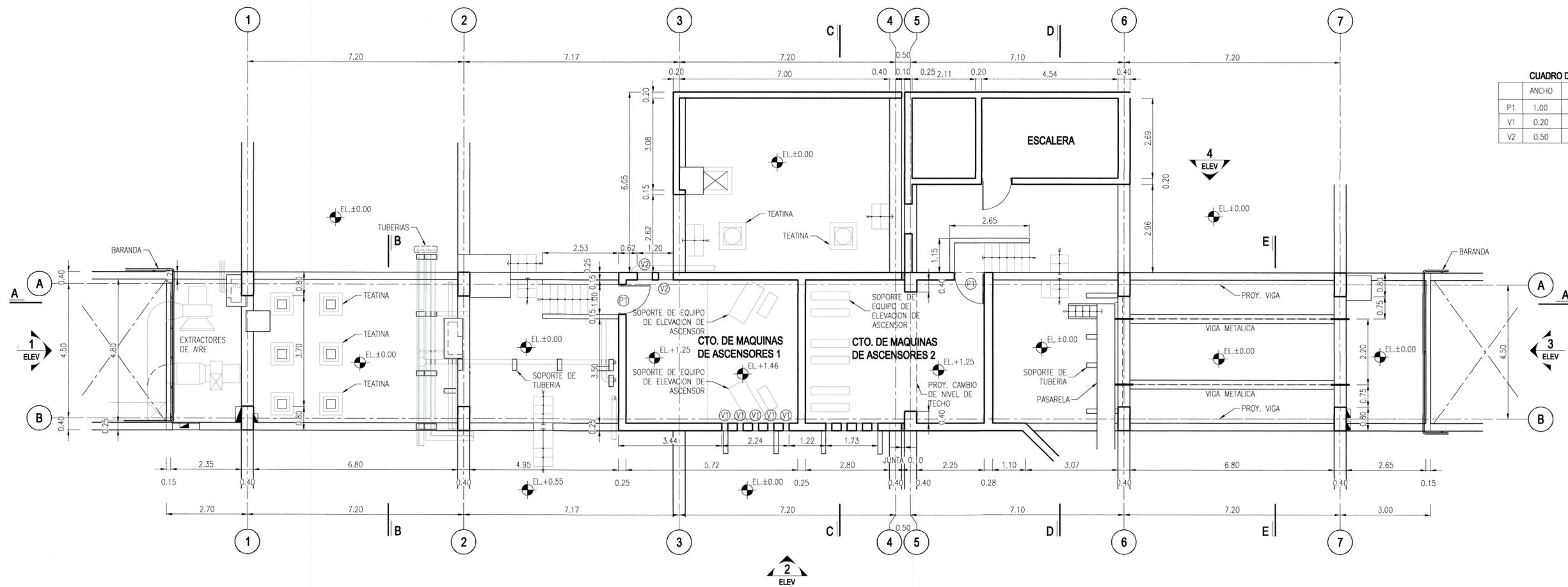
INDECOPI: GP:004: 1993).

Realizado y revisado por el M.Sc. Ing. Huamani Salazar Omar Alex

LEVANTAMIENTO ARQUITECTONICO



PLANTA - TECHO
ESCALA: 1/75



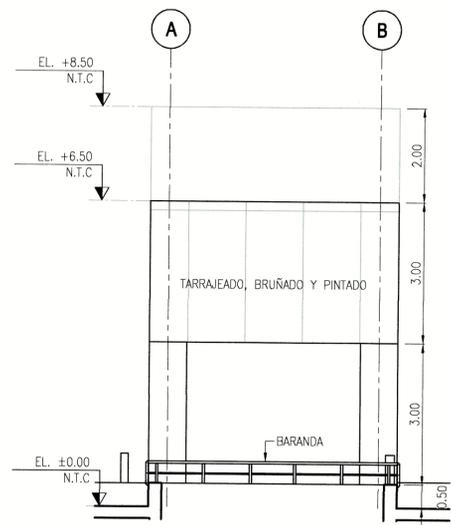
CUADRO DE VANOS

	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR
P1	1.00	2.25	---
V1	0.20	1.00	1.05
V2	0.50	1.00	1.05

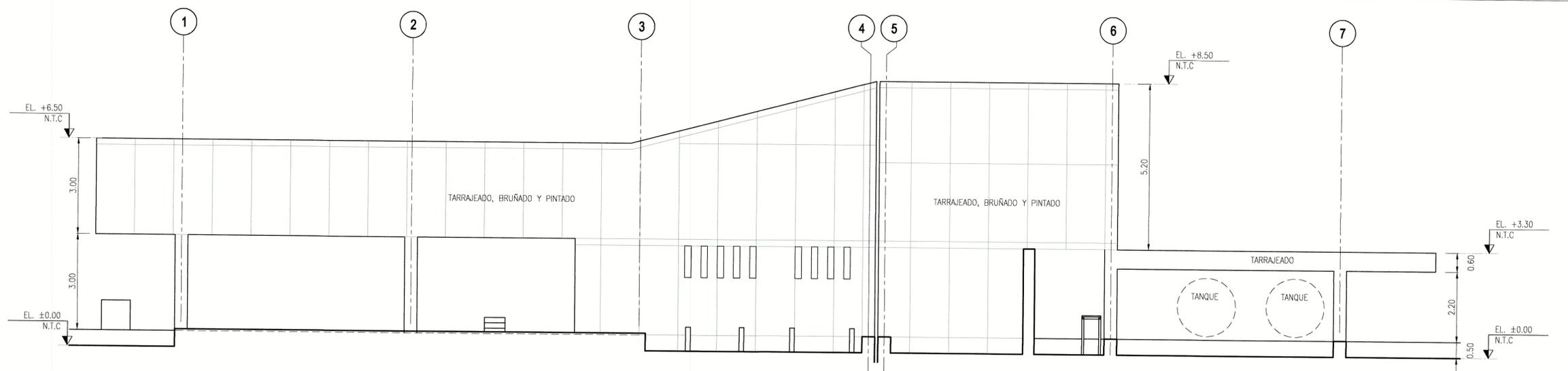
PLANTA - AREA DE TANQUE ELEVADO Y CUARTOS DE MAQUINAS DE ASCENSORES
ESCALA: 1/75

NOTA:
SE HA CONSIDERADO COMO NIVEL ±0.00 EL PISO DE LA AZOTEA

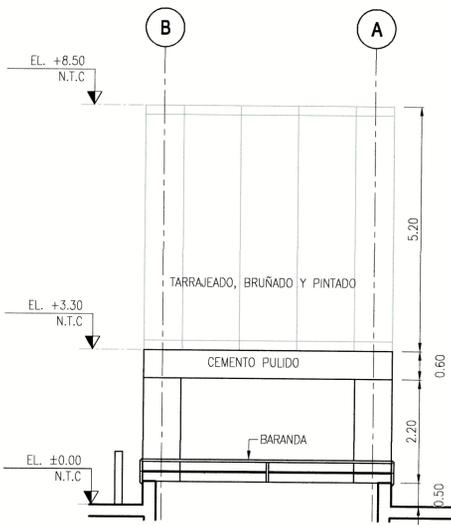




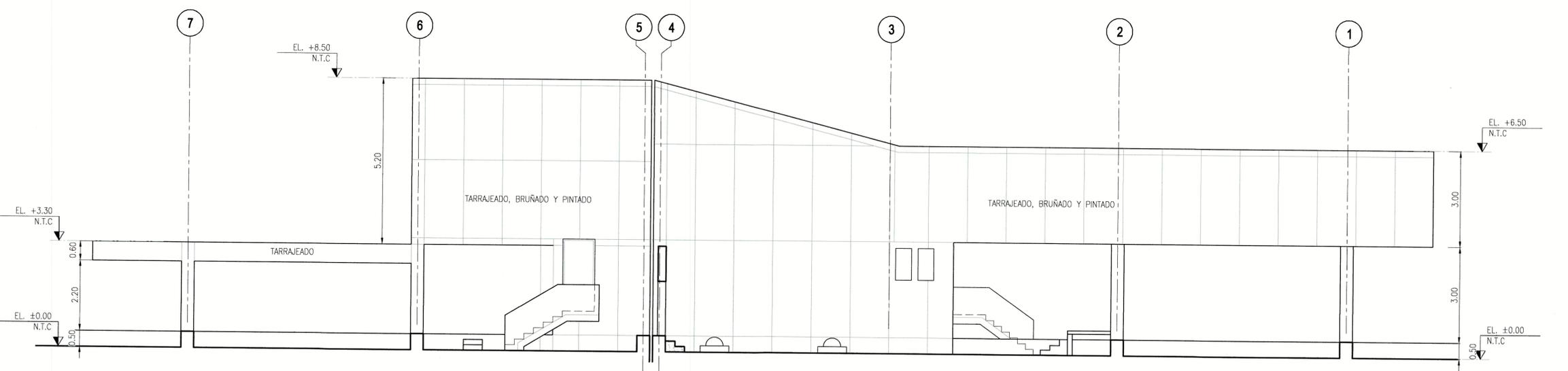
ELEVACIÓN 1
ESCALA:1/75



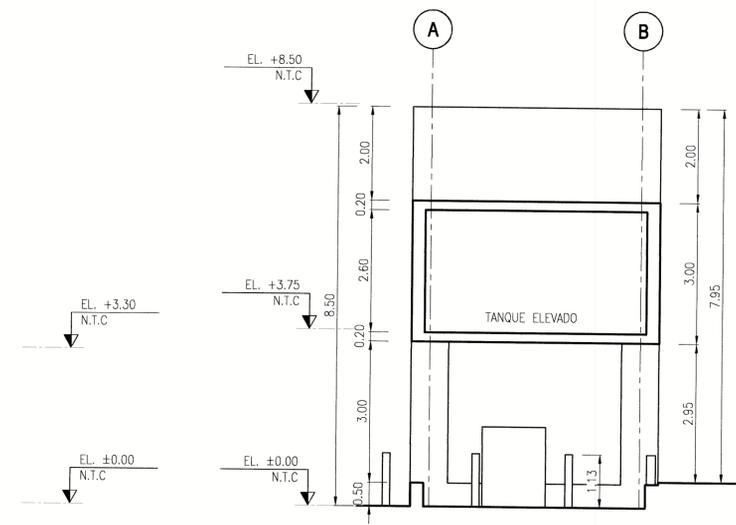
ELEVACIÓN 2
ESCALA:1/75



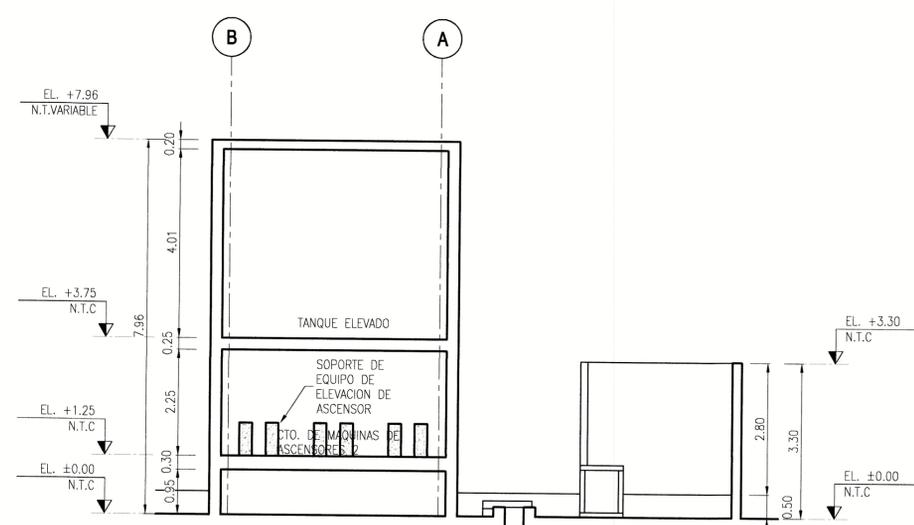
ELEVACIÓN 3
ESCALA:1/75



ELEVACIÓN 4
ESCALA:1/75

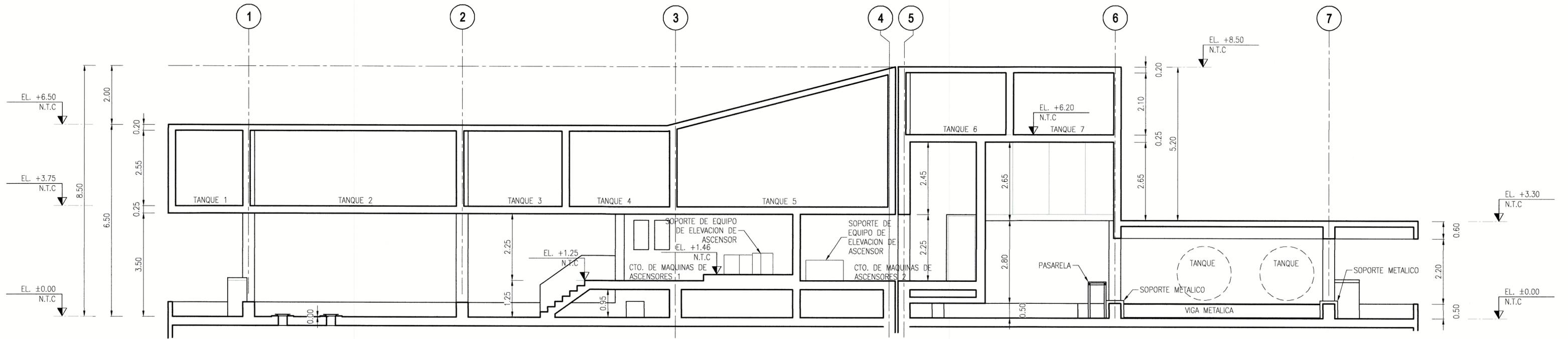


CORTE B-B
ESCALA:1/75

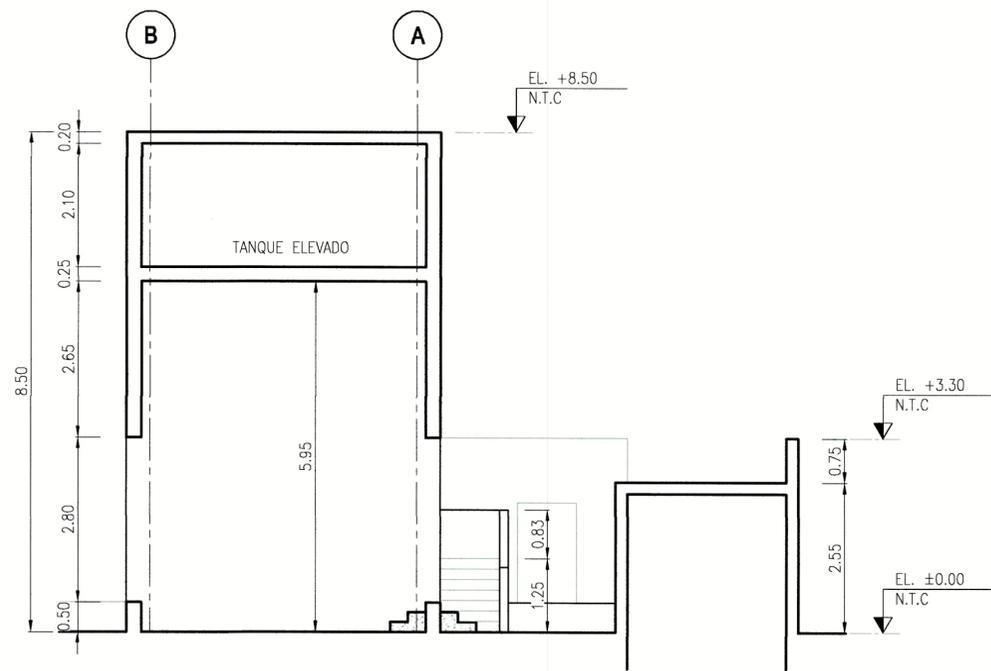


CORTE C-C
ESCALA:1/75

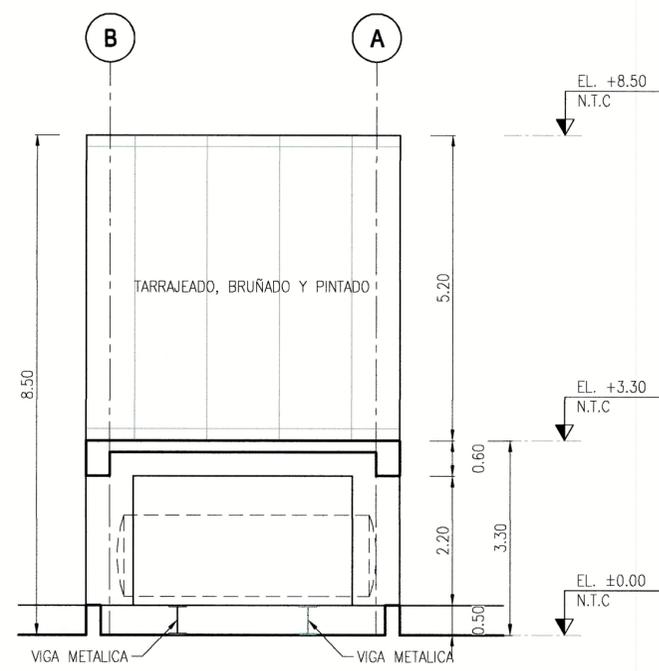




CORTE A-A
ESCALA:1/75



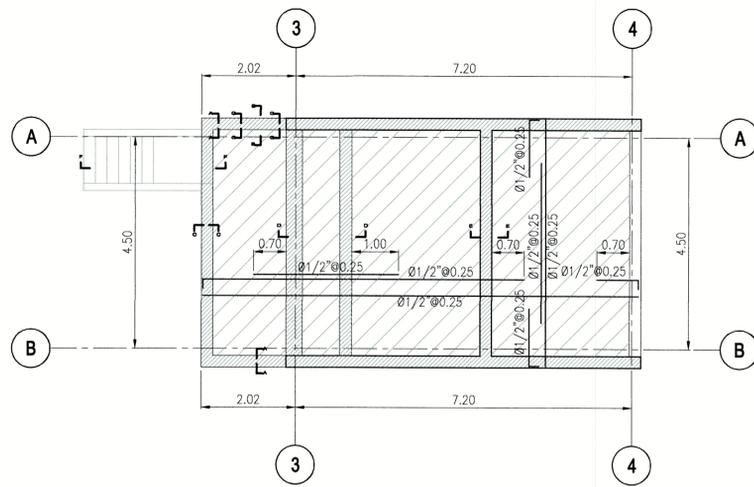
CORTE D-D
ESCALA:1/75



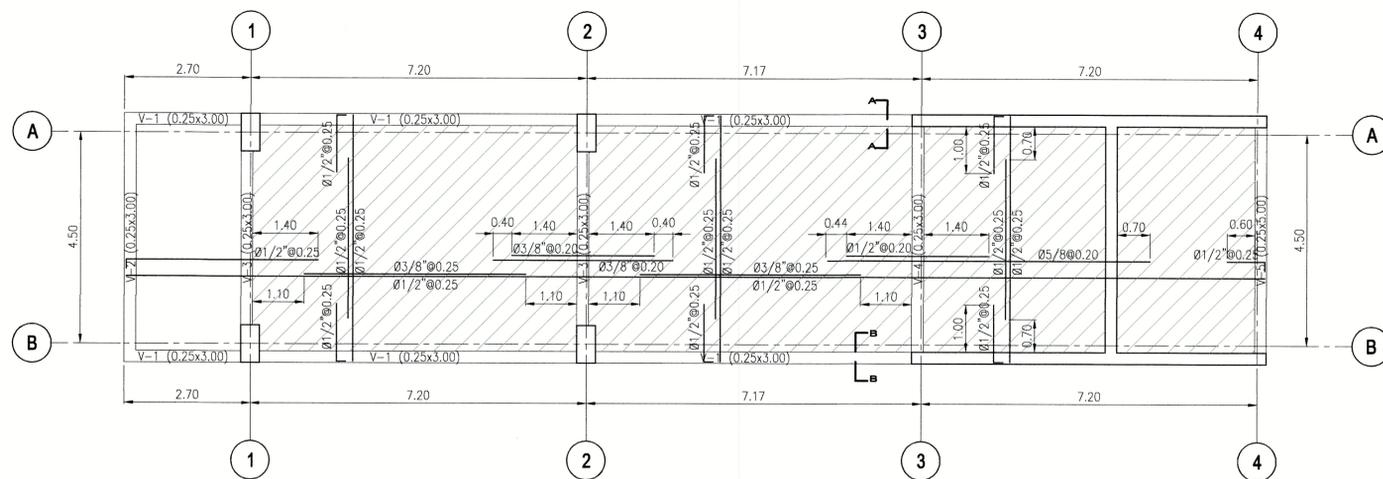
CORTE E-E
ESCALA:1/75



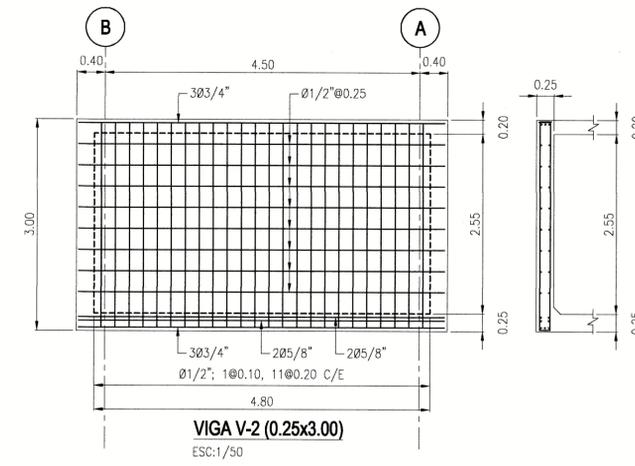
LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL



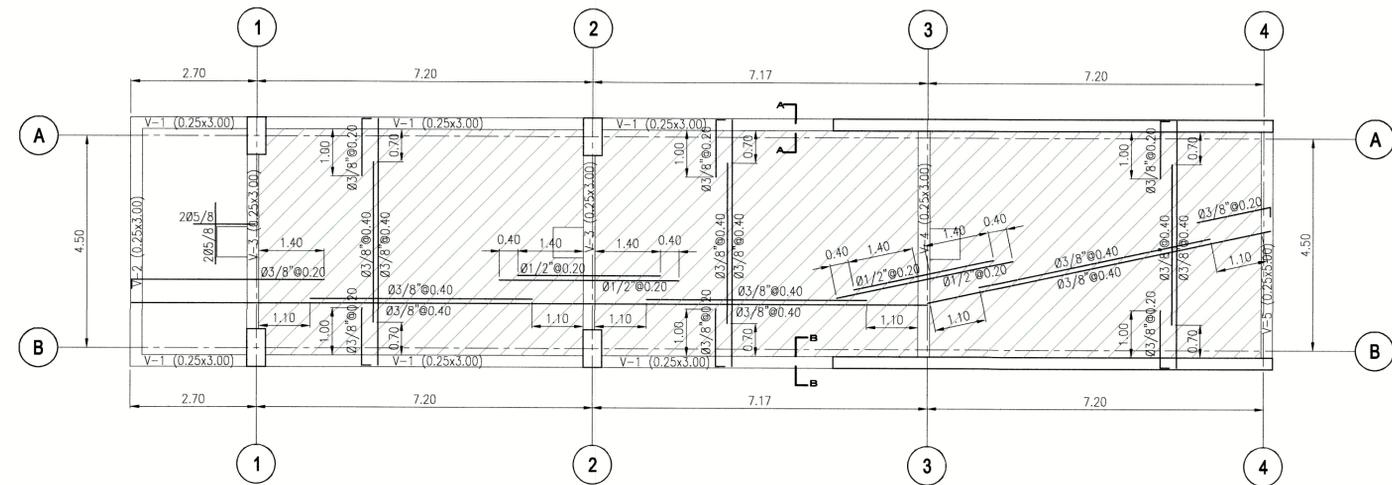
ENCOFRADO PISO CASETA DE MAQUINAS (NPT.+1.25)
ESC:1/75



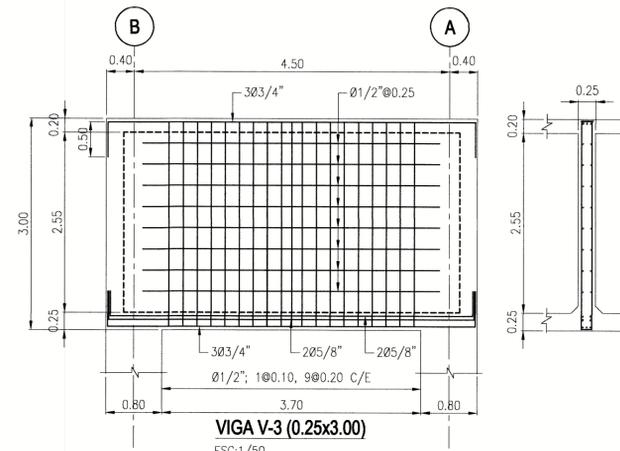
ENCOFRADO PISO TANQUE (NPT.+3.75)
ESC:1/75



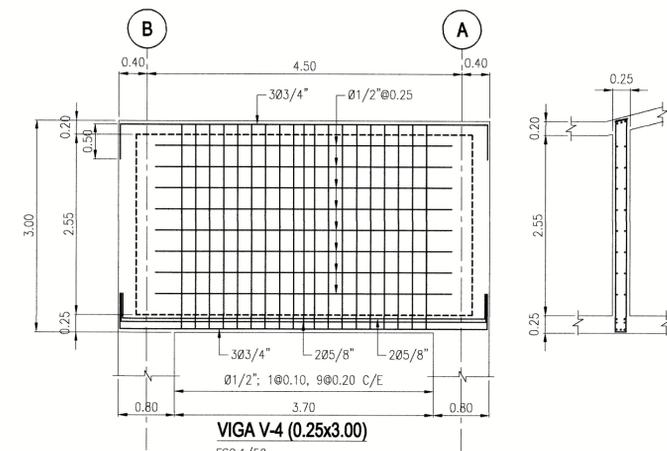
VIGA V-2 (0.25x3.00)
ESC:1/50



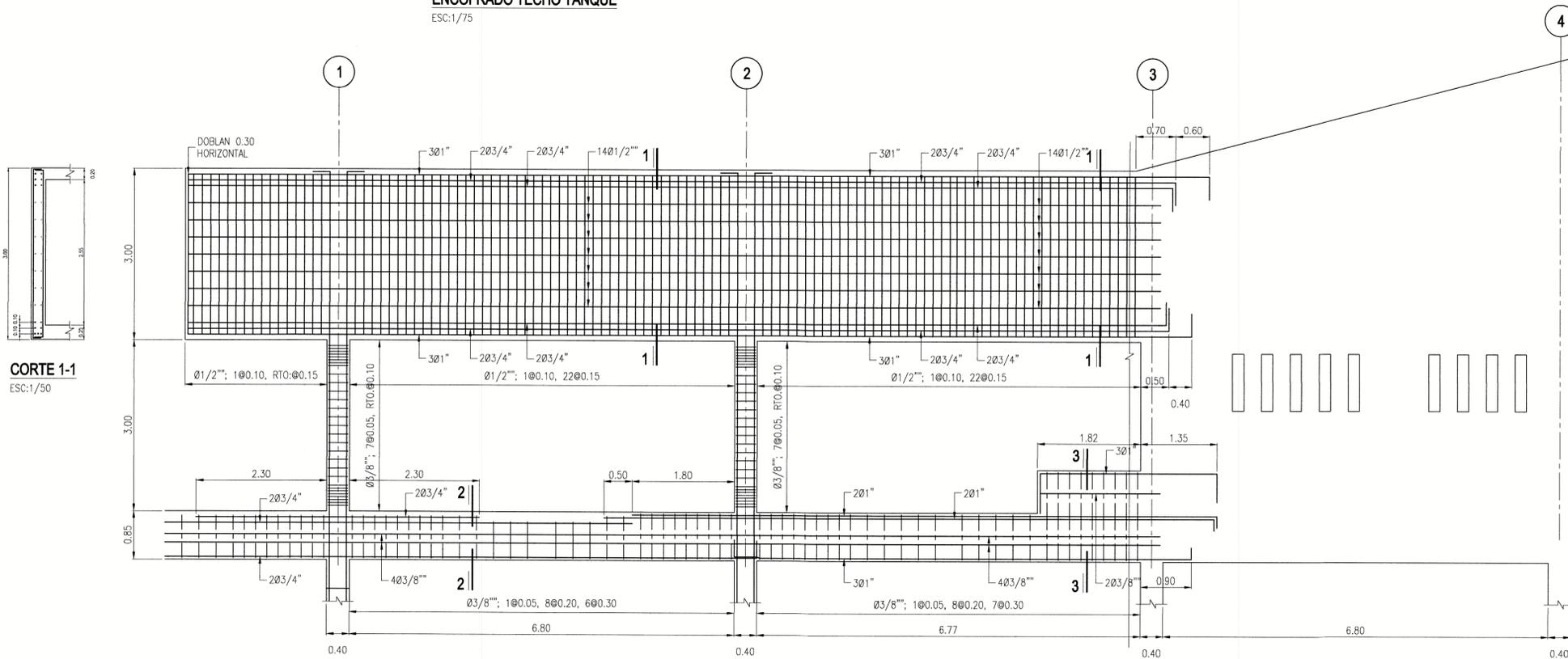
ENCOFRADO TECHO TANQUE
ESC:1/75



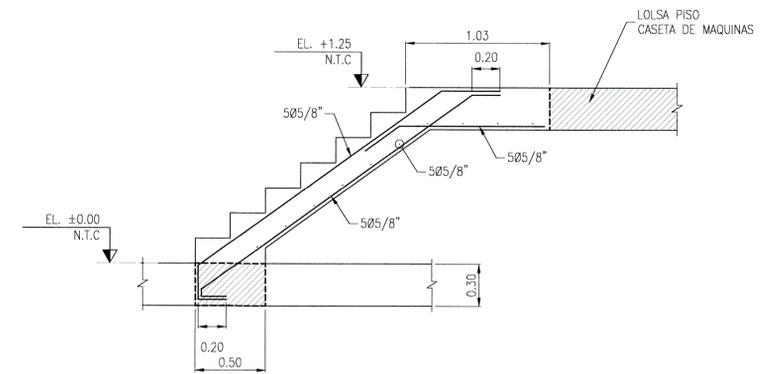
VIGA V-3 (0.25x3.00)
ESC:1/50



VIGA V-4 (0.25x3.00)
ESC:1/50

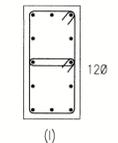


VIGA V-1 (0.25x3.00) Y ELEVACION PARCIAL VII (0.25x1.60)
ESC:1/50



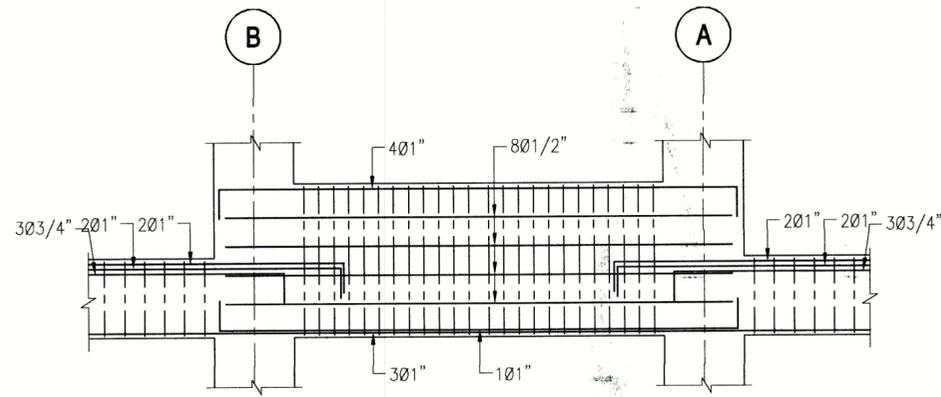
CORTE F-F
ESC:1/25

PISO 8	COLUMNAS	
	EJE A; EJE 2 EJE B; EJE 2	EJE A; EJE 7 EJE B; EJE 7
	0.40x0.80 12Ø1"	0.40x0.80 12Ø1"
	Ø3/8"Ø0.10 (1)	Ø3/8"Ø0.20 (1)

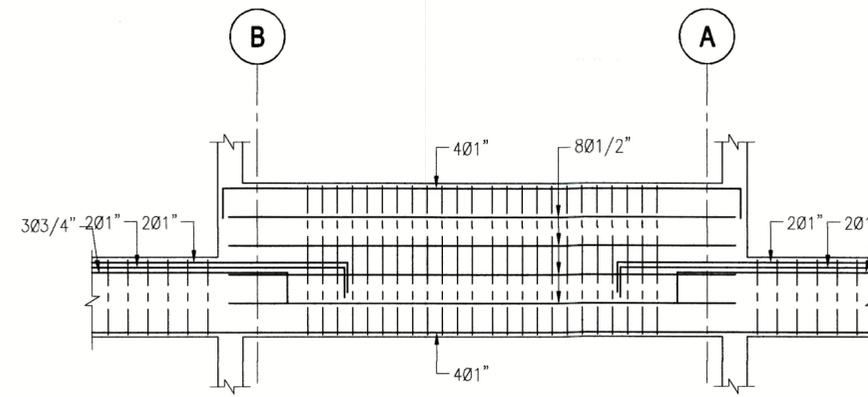
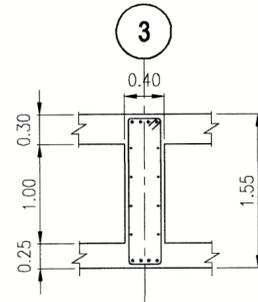


CORTE 1-1
ESC:1/50

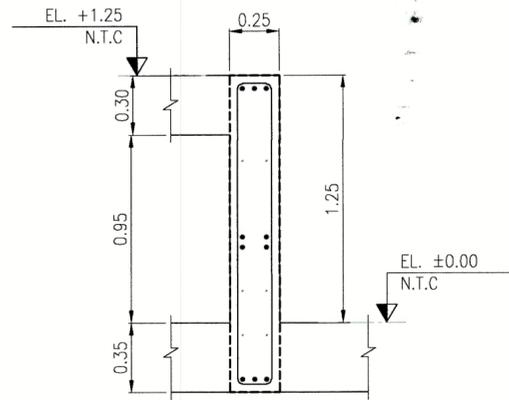
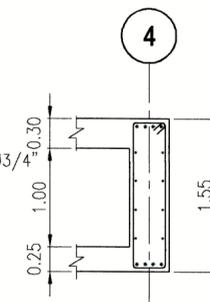
NOTA:
VER PLANO COMPLEMENTARIO E-02
DATOS EXTRAIDOS DE PLANOS ORIGINALES Y ADECUADOS AL LEVANTAMIENTO REALIZADO



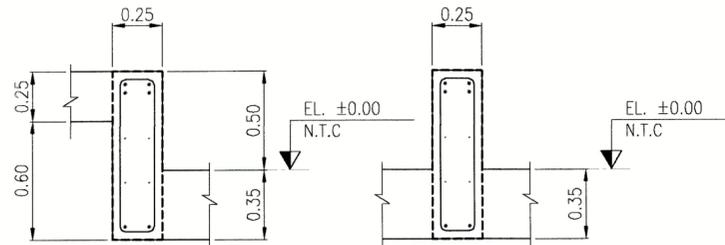
ELEVACIÓN PARCIAL VIGA VII V-17 (0.40x1.55)(0.40x0.80)
ESC:1/50



ELEVACIÓN PARCIAL VIGA VII V-21 (0.40x1.55)(0.40x0.80)
ESC:1/50

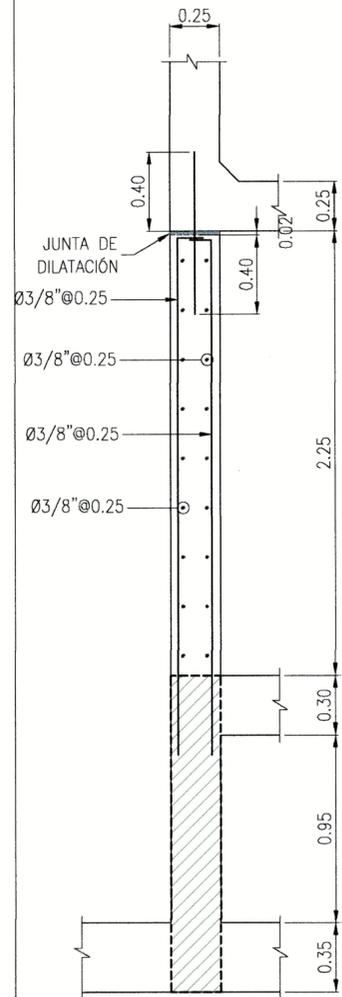


CORTE 3-3
ESC:1/25

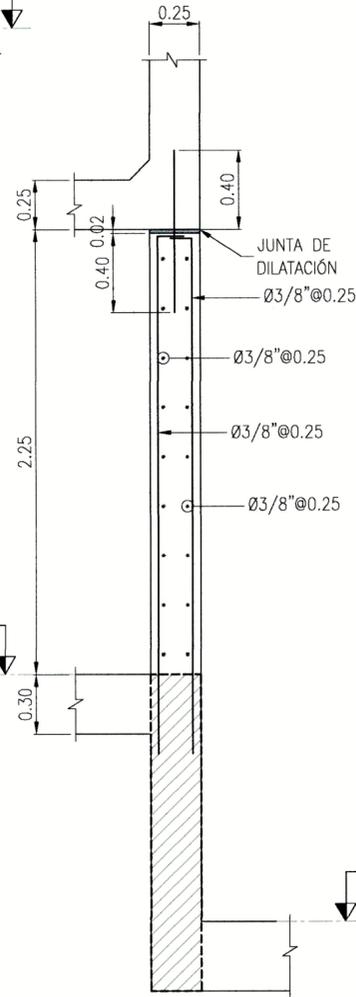


EJE B EJE A

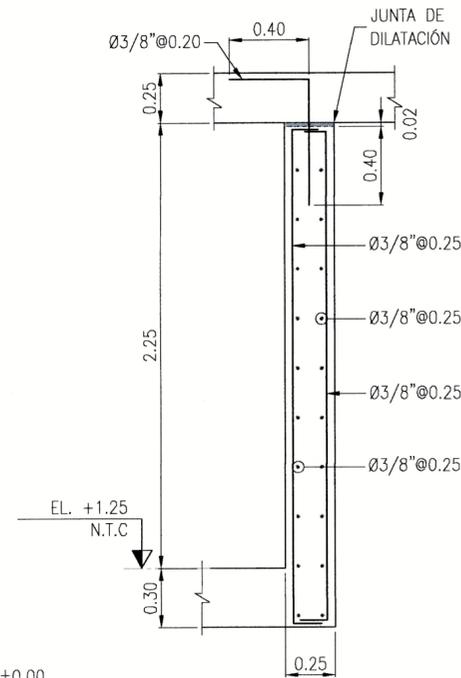
CORTE 2-2
ESC:1/25



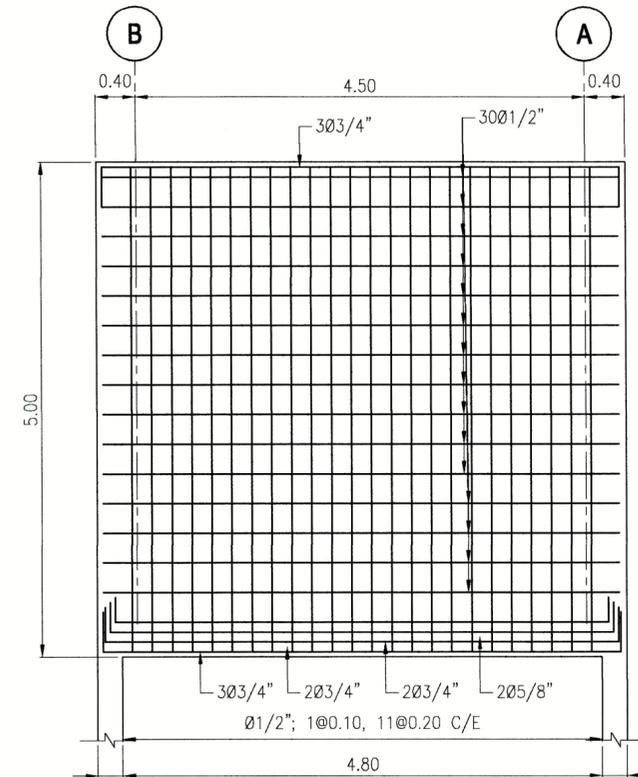
CORTE A-A
ESC:1/25



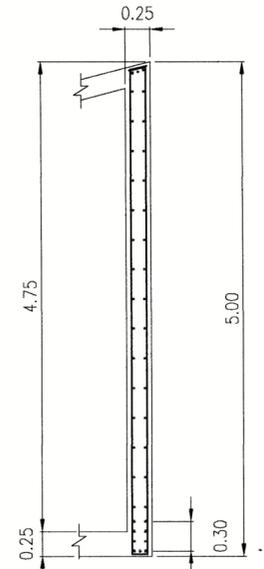
CORTE B-B
ESC:1/25



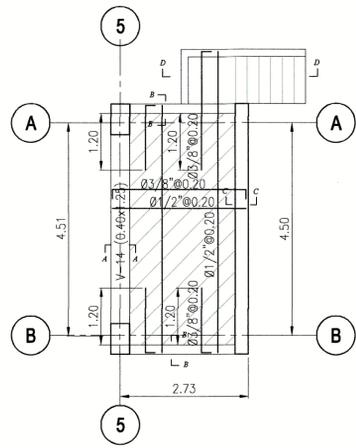
CORTE C-C
ESC:1/25



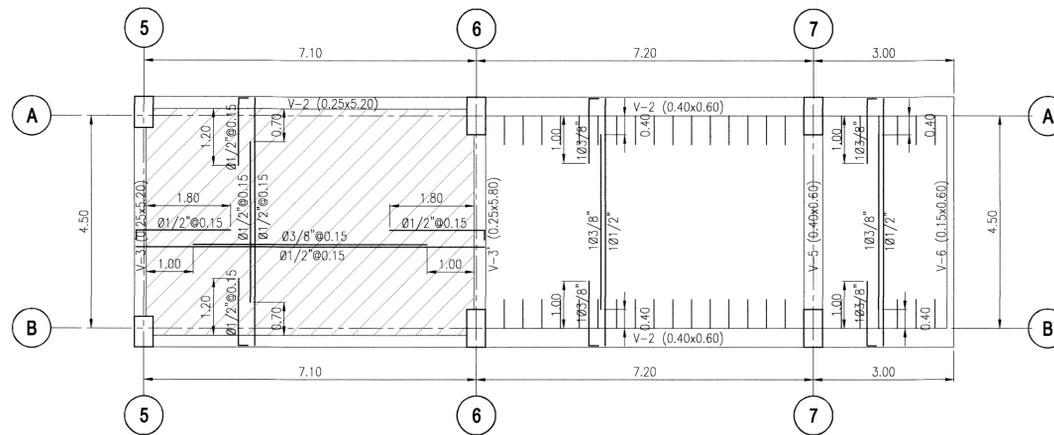
VIGA V-5 (0.25x5.00)
ESC:1/50



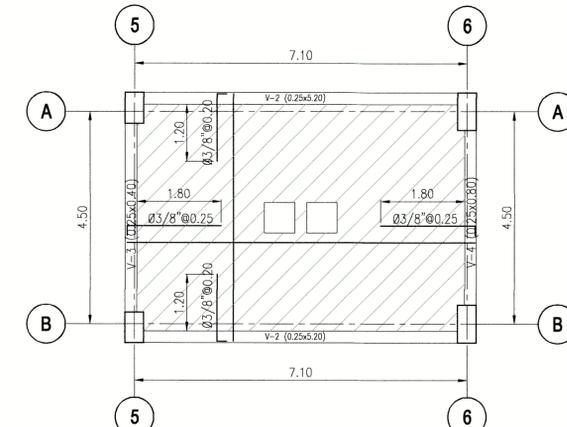
NOTA:
VER PLANO COMPLEMENTARIO E-01
DATOS EXTRAIDOS DE PLANOS ORIGINALES Y ADECUADOS AL LEVANTAMIENTO REALIZADO



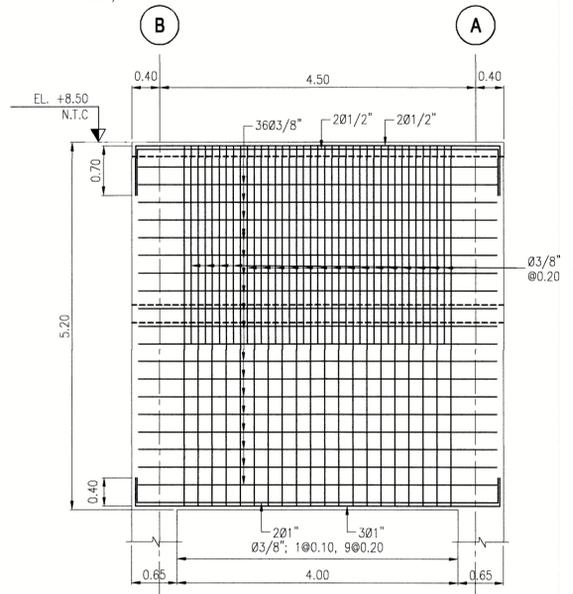
ENCOFRADO PISO CASETA DE MAQUINAS (NPT.+1.25)
s/c=1000 kg/m²
ESC:1/75



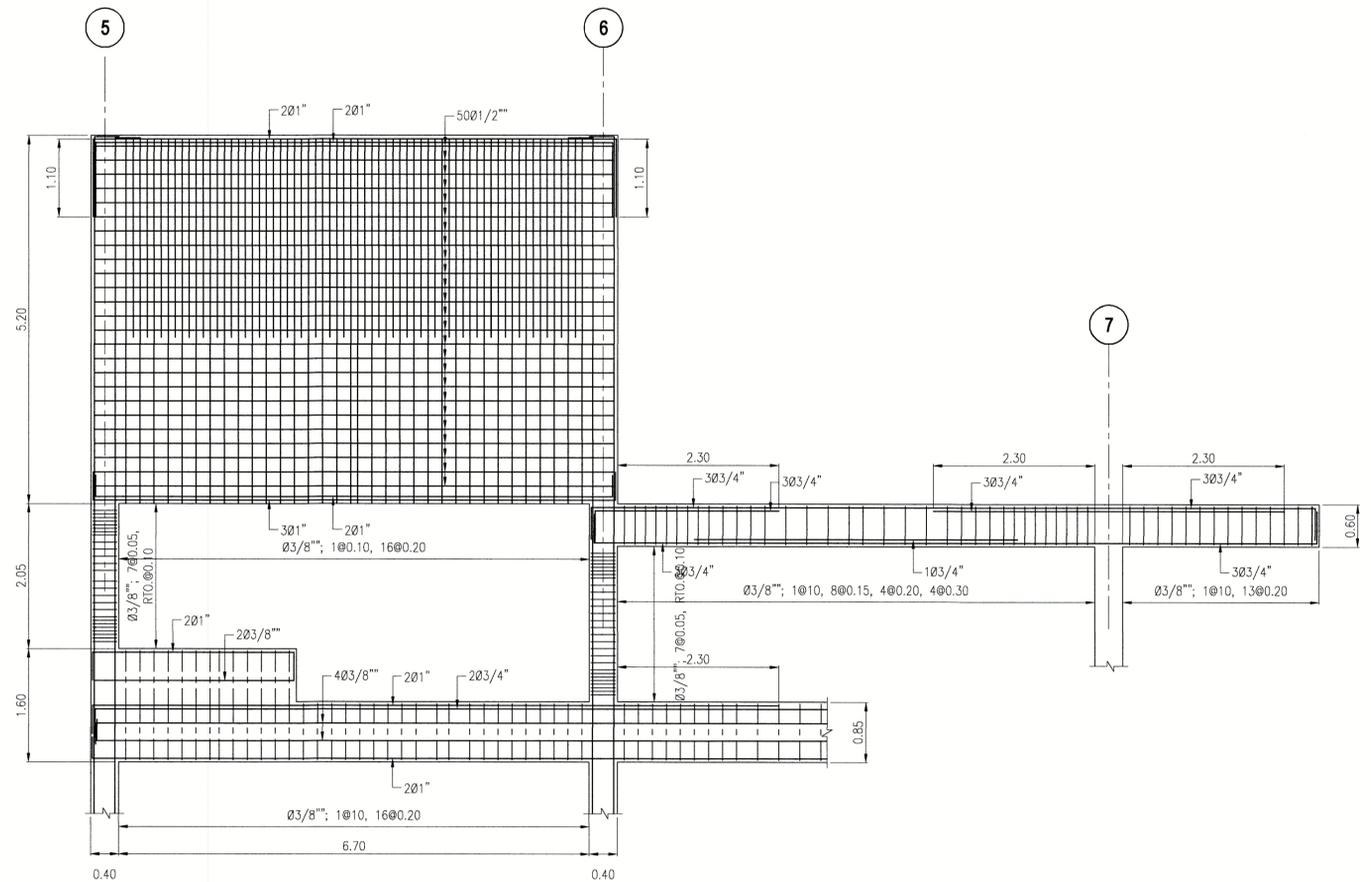
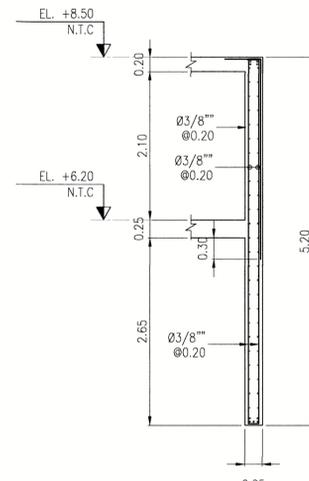
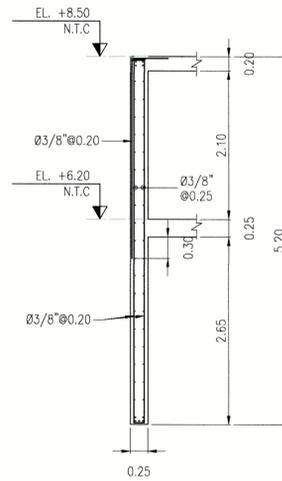
ENCOFRADO PISO TANQUE (NPT.+6.20) s/c=150 kg/m²
ESC:1/75



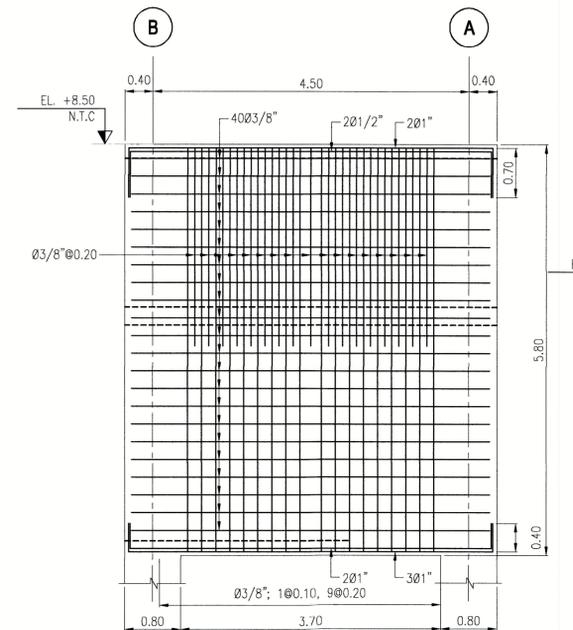
ENCOFRADO TECHO TANQUE s/c=150kg/m²
ESC:1/75



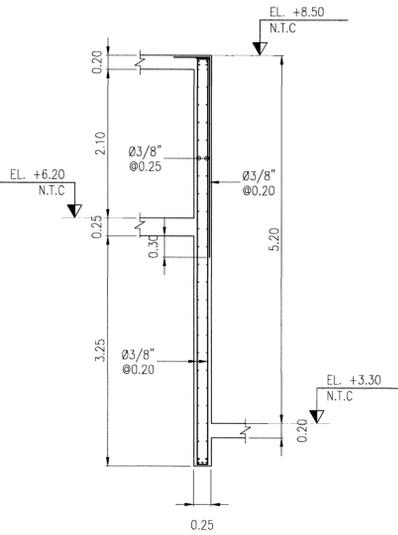
VIGA V-3 (0.25x5.20)
ESC:1/50



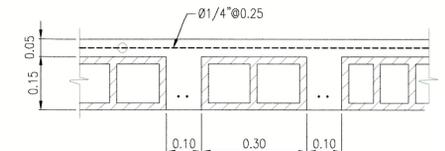
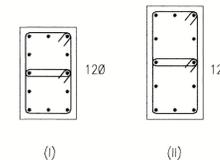
VIGA V-2 (0.25x5.20)(0.40x0.65) ELEVACION PARCIAL VII V-10 (0.25x1.60)(0.25x0.85)
REFUERZO TRANSVERSAL DE COLUMNAS EJE 5; EJE 6 EN EJES A; EJE B
ESC:1/50



VIGA V-4 (0.25x5.80)
ESC:1/50

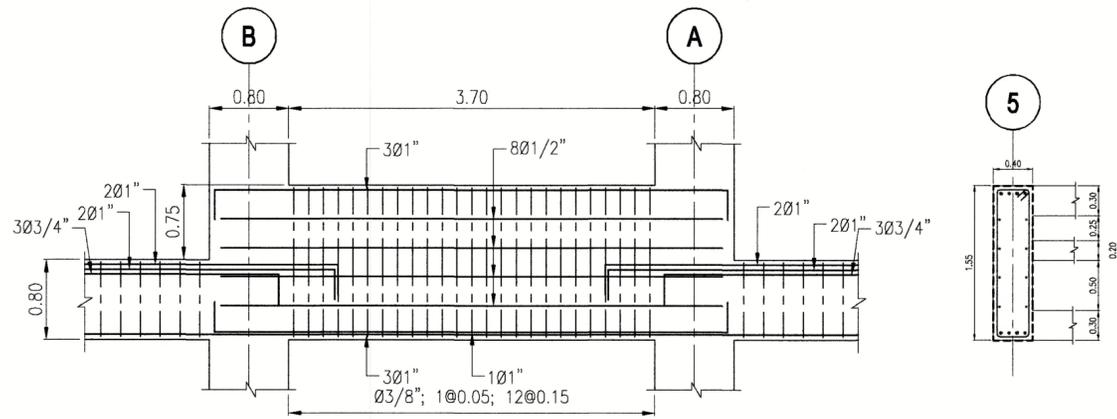


COLUMNAS			
	EJE A; EJE 5 EJE B; EJE 5	EJE A; EJE 6 EJE B; EJE 6	EJE A; EJE 7 EJE B; EJE 7
PISO 8	0.40x0.65 12Ø1 Ø3/8@0.10	0.40x0.80 12Ø1 Ø3/8@0.10	0.40x0.80 12Ø1 Ø3/8@0.20
	(I)	(II)	(II)

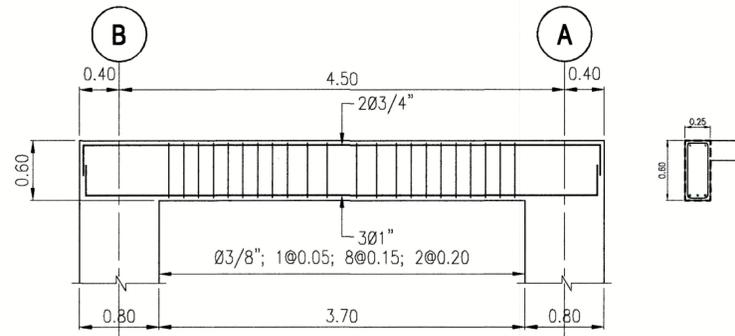


DETALLE DE LOSA ALIGERADO
ESC:1/10

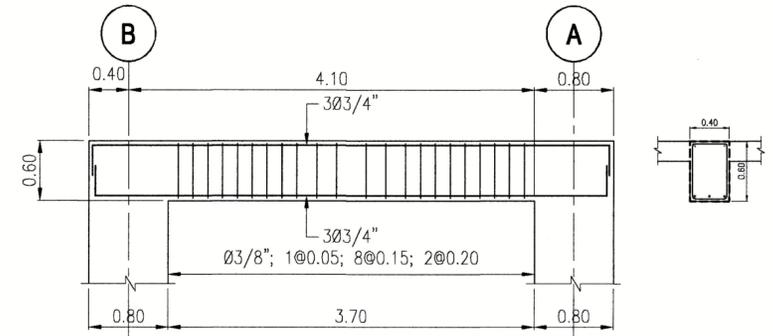
NOTA:
1. VER PLANO COMPLEMENTARIO E-04
2. DATOS EXTRAIDOS DE PLANOS ORIGINALES Y ADECUADOS AL LEVANTAMIENTO REALIZADO



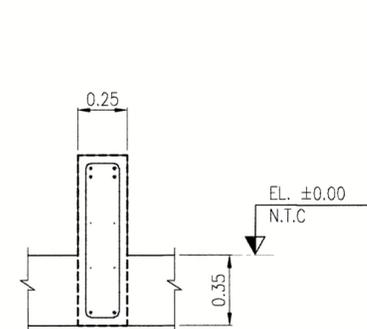
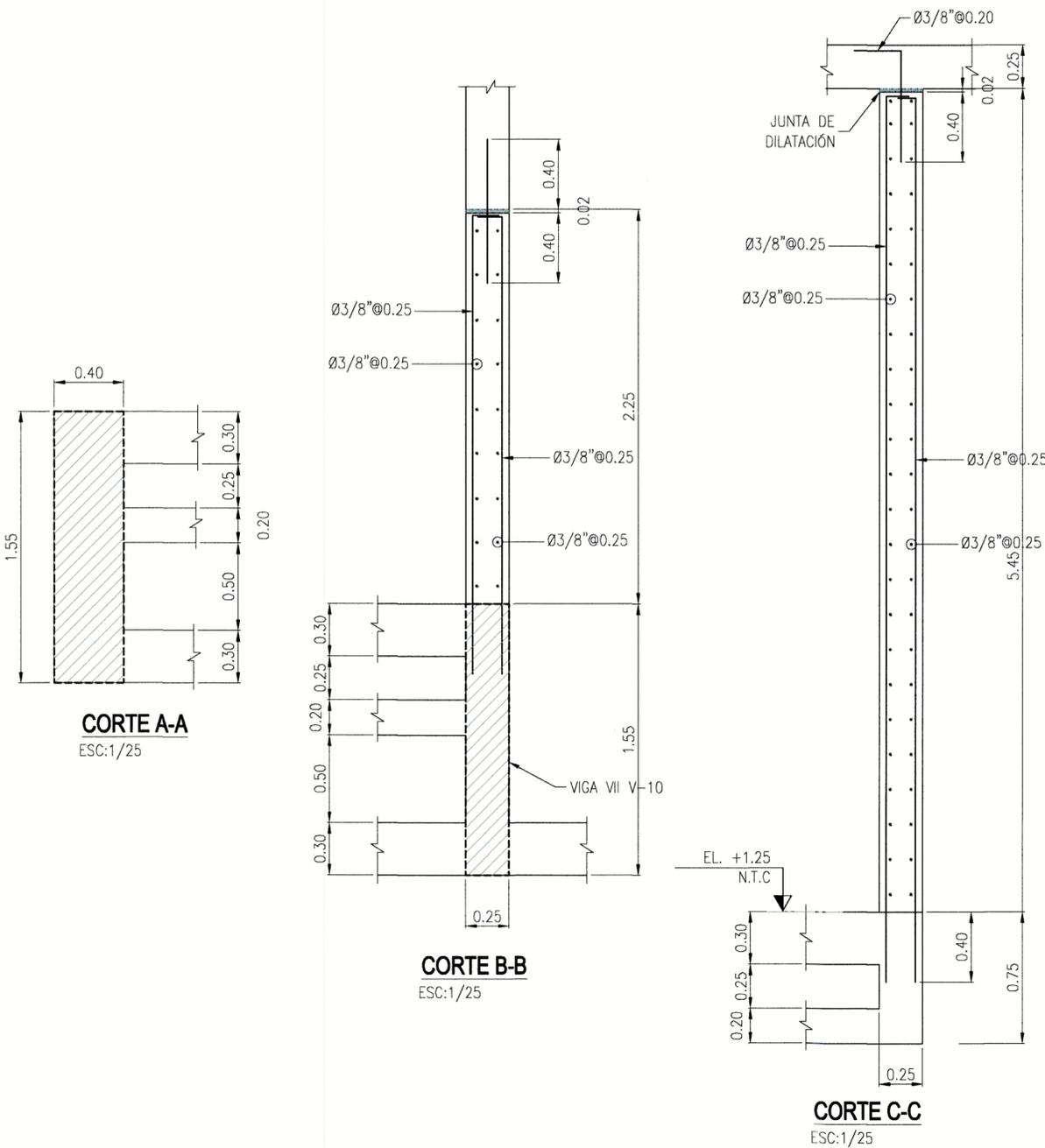
ELEVACIÓN PARCIAL VIGA VII V-14 (0.40x1.55)(0.40x0.80)
ESC:1/50



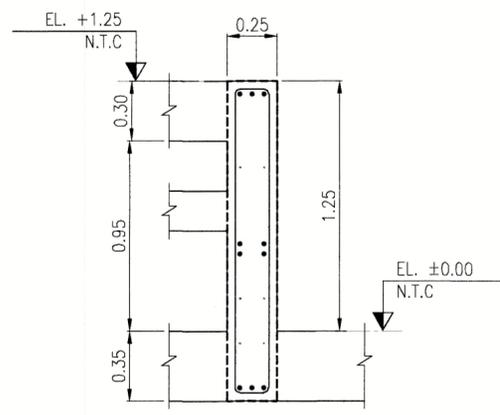
VIGA V-3 (0.25x0.60)
ESC:1/50



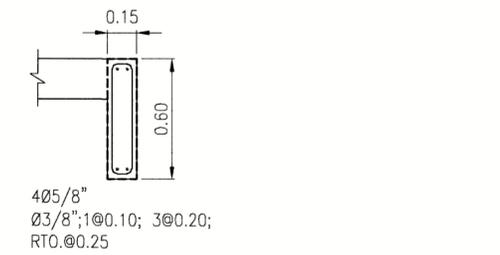
VIGA V-5 (0.40x0.60)
ESC:1/50



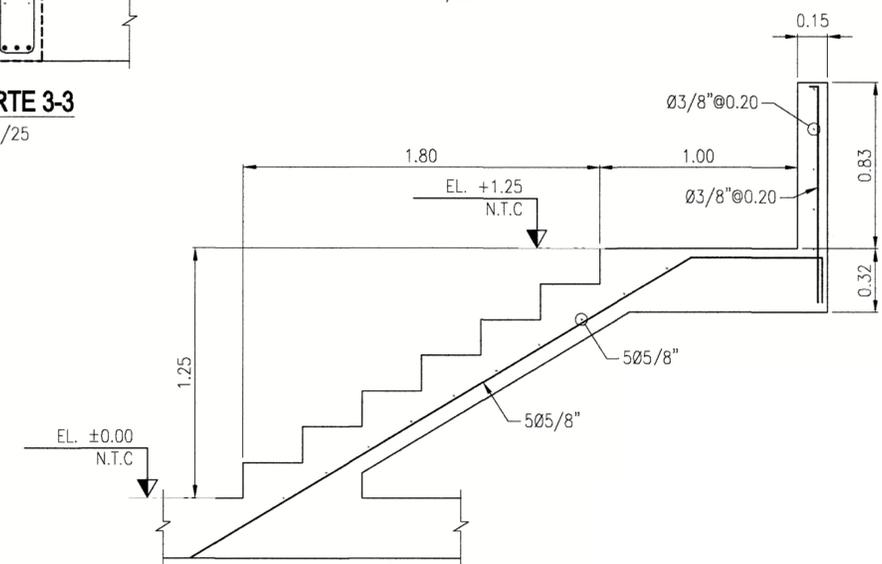
CORTE 2-2
ESC:1/25



CORTE 3-3
ESC:1/25



VIGA V-6 (0.15x0.60)
ESC:1/25



CORTE D-D
ESC:1/25

NOTA:
1. VER PLANO COMPLEMENTARIO E-03
2. DATOS EXTRAIDOS DE PLANOS ORIGINALES Y ADECUADOS AL LEVANTAMIENTO REALIZADO