

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS**

---

**“PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN  
RESERVORIO APLICANDO EL SOFTWARE SAP2000 PARA EL  
SERVICIO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE  
MATIBAMBA, AMARILIS-2022”**

---

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
CIVIL**

**AUTOR: Lopez Pajuelo, Jhonattan Gerson**

**ASESOR: Lambruschini Espinoza, Reyder Alexander**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2022**

# U

# D

# H



### TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional ( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Estructuras

**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN** (2020)

### CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Ingeniería civil

**Disciplina:** Ingeniería civil

### DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

### DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 70910098

### DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 45250659

Grado/Título: Título oficial de máster universitario en ingeniería hidráulica y medio ambiente

Código ORCID: 0000-0003-0701-2621

### DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Maestro en ingeniería de sistemas e informática con mención en: gerencia de sistemas y tecnologías de información	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Abal García, Hamilton Denniss	Maestro en gerencia pública	43962001	0000-0002-8378-9152
3	Guarniz Flores, Joel Luis	Maestro en ingeniería, con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	46064394	0000-0003-1651-8683



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

### PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

#### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO (A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 9:10 horas del día 16 del mes de SEPTIEMBRE del año 2022, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

Mg. JOHNNY PRUDENCIO TACHA ROJAS (Presidente)

Mg. HAMILTON DENNIS ABAL GARCÍA (Secretario)

Mg. JOEL LUIS GUARNIZ FLORES (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 1809-2022-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada:

"PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN RESERVOIRO APLICANDO EL SOFTWARE SAP2000 PARA EL SERVICIO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE MATIBOMBA, ATARALIS - 2022"

presentado por el (la) Bachiller JHONATTAN GERSON LOPEZ PAJUELO, para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) Civil.


Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo (a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 12 y cualitativo de SUFICIENTE (Art. 47)

Siendo las 10:01 horas del día 16 del mes de SEPTIEMBRE del año 2022, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

  
Presidente

  
Secretario

  
Vocal

## **DEDICATORIA**

Para mi mamá y mi papá por su interminable apoyo en todo instante de mi vida por sus enseñanzas, tips y por su eterna paciencia y disculpas ante mis constantes equivocaciones en la vida. Para mis hermanas, ya que fueron los individuos que aportaron mucho para que este logro se realice satisfactoriamente como lo anhelaba.

Para mi abuelo, por quererme tanto, por consentirme y por dejar huellas en mi alma, que ni el tiempo ni nadie, podrán borrar jamás. A mi asesor al Mg. Lambruschini Espinoza Reyder Alexander por su apoyo y conocimiento que me brindo en todo instante para poder hacer esta tesis una realidad.



## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco a Dios por haberme en compañía y guiado durante mi carrera universitaria, agradezco a mi mamá y mi papá por apoyarme en todos instantes, por los valores que me han inculcado y por haberme dado la posibilidad de tener una maravillosa enseñanza en el lapso de mi vida.

A mis hermanas por ser gran parte de mi vida y representar la unidad familiar. A mis amigos y compañeros, por su ayuda a lo extenso de toda la vida universitaria.

A mi asesor de tesis al Mg. Lambruschini Espinoza Reyder Alexander por haberme brindado su confianza y conocimientos para realizar este trabajo de tesis.

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	xiv
CAPÍTULO I .....	16
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	16
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	16
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.2.1 Problema General .....	17
1.2.2 Problemas Específicos .....	17
1.3 OBJETIVO GENERAL .....	17
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
1.5.1 Justificación práctica .....	18
1.5.2 Justificación teórica .....	18
1.5.3 Justificación metodológica .....	19

1.6	LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
1.7	VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
CAPÍTULO II.....		20
MARCO TEÓRICO .....		20
2.1	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
2.1.1	Antecedentes internacionales .....	20
2.1.2	Antecedentes nacionales .....	22
2.1.3	Antecedentes locales .....	25
2.2	BASES TEÓRICAS.....	25
2.2.1	Pre-dimensionamiento del reservorio.....	25
2.2.2	Reglamento nacional de edificaciones E030 diseño sismorresistente .....	26
2.2.3	Reglamentos de diseño internacional .....	31
2.2.4	Criterios para el análisis y diseño de un reservorio.....	31
2.2.5	Cargas sísmicas de diseño .....	32
2.2.6	Análisis Sísmico: .....	34
2.2.7	Elementos finitos en SAP2000.....	37
2.3	DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	38
2.4	HIPÓTESIS.....	40
2.4.1	Hipótesis General.....	40
2.5	VARIABLES .....	41

2.5.1	Variable dependiente .....	41
2.5.2	Variable independiente.....	41
2.6	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	42
CAPÍTULO III .....		43
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....		43
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	43
3.1.1	Enfoque.....	43
3.1.2	Alcance o nivel .....	43
3.1.3	Diseño .....	43
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	44
3.2.1	Población .....	44
3.2.2	Muestra .....	44
3.3	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	44
3.3.1	Para la recolección de datos .....	44
3.3.2	Para la presentación de datos.....	48
3.3.3	Para el análisis e interpretación de los datos .....	49
CAPÍTULO IV.....		51
RESULTADOS.....		51
4.1	PROCESAMIENTO DE DATOS .....	51
4.1.1	Características generales.....	51
4.1.2	Dimensionamiento del reservorio apoyado .....	53

4.1.3	Predimensionamiento de los elementos estructurales .....	54
4.1.4	Propiedades mecánica del reservorio .....	55
4.1.5	Modelamiento y análisis estático del reservorio .....	61
4.1.6	Análisis dinámico del reservorio .....	77
4.2	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS..	95
CAPÍTULO V.....		96
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		96
5.1	PRESENTAR LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....	96
CONCLUSIONES .....		98
RECOMENDACIONES.....		99
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		100
ANEXOS:.....		103

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Factor de zona del proyecto .....	27
Tabla 2 Factor de suelo según tipo de perfil. ....	28
Tabla 3 Periodos Corto y Largo. ....	28
Tabla 4 Factor de Uso o Importancia de la Edificación. ....	29
Tabla 5 Coeficiente Básico de reducción.....	30
Tabla 6 Factor de importancia .....	34
Tabla 7 Factor de modificación de respuesta R .....	34
Tabla 8 Sistema de variables-dimensiones e indicadores. ....	42
Tabla 9 Ensayos de Laboratorio .....	45
Tabla 10 Datos generales para el análisis y diseño del reservorio .....	53
Tabla 11 Periodo $T_i$ para el cálculo de $C_i$ .....	56
Tabla 12 Periodo $T_c$ , para el cálculo de CC. ....	57
Tabla 13 Combinaciones de carga U-EMA no considerado .....	85
Tabla 14 Combinaciones de diseño según flexión/tensión- EMA normal ..	85
Tabla 15 Combinaciones de diseño según flexión/tensión- EMA severa ...	86
Tabla 16 Combinaciones de diseño según corte- EMA normal .....	86
Tabla 17 Combinaciones de diseño según corte- EMA severa .....	86
Tabla 18 Dimensiones de los elementos estructurales + distribución de acero .....	94
Tabla 19 Matriz de consistencia. ....	104

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Factor de zona del Perú .....	27
Figura 2 Códigos para determinar la cortante basal .....	35
Figura 3 Forma del espectro de diseños según el ASCE/SEI .....	36
Figura 4 Forma del espectro de diseños según el ACI 350.3.....	36
Figura 5 Códigos para determinar la cortante estática .....	37
Figura 6 Análisis Granulométrico por tamizado .....	46
Figura 7 Contenido de humedad .....	46
Figura 8 Peso específico del suelo .....	47
Figura 9 Limite Plástico .....	47
Figura 10 Ficha de Peso Específico .....	48
Figura 11 Para la presentación de datos.....	49
Figura 12 Ubicación geográfica de la región Huánuco .....	51
Figura 13 Ubicación geográfica de la provincia Huánuco .....	52
Figura 14 Ubicación geográfica del distrito Amarilis .....	52
Figura 15 Ubicación geográfica del centro poblado Matibamba.....	53
Figura 16 Dimensiones del reservorio apoyado .....	54
Figura 17 Periodo de la vibración impulsiva versus factor espectral (Ti versus Ci) .....	57
Figura 18 Periodo de vibración impulsiva Ti versus factor espectral CC....	59
Figura 19 Creación de un nuevo modelo en SAP2000 .....	62
Figura 20 Grillas del reservorio para el modelado en SAP2000 .....	63
Figura 21 Definir las propiedades de los materiales en SAP2000 .....	63
Figura 22 Definir las secciones de área en SAP2000. ....	64
Figura 23 Modelamiento del reservorio en SAP2000. ....	65
Figura 24 Asignación de las restricciones en la losa de fondo .....	66
Figura 25 Asignar el coeficiente de balasto en la losa de fondo .....	67
Figura 26 Definir los patrones de presión.....	68
Figura 27 Asignar la carga de suelo a los muros del reservorio .....	68
Figura 28 Presión del suelo actuante en el muro .....	69
Figura 29 Presión actuante del suelo en la estructura .....	70
Figura 30 Presión actuante del agua en el reservorio .....	70
Figura 31 Presión actuante del agua .....	71

Figura 32	Presión actuante del agua en el reservorio .....	72
Figura 33	Añadir el peso del agua en la losa de fondo .....	72
Figura 34	Combinación de la presión lateral del agua .....	73
Figura 35	Análisis estático del reservorio en SAP2000 .....	73
Figura 36	Tensión anular en el muro .....	74
Figura 37	Momento flector en el muro .....	74
Figura 38	Tensión anular en la viga anular .....	75
Figura 39	Tensión anular en la cúpula .....	75
Figura 40	Momento flector de la losa de fondo .....	76
Figura 41	Sector de diagrama de momento flector en la losa de fondo .....	76
Figura 42	Definimos los patrones para la presión impulsiva, convectiva, inercial y vertical .....	77
Figura 43	Definimos los patrones de carga para las presiones convectiva, impulsiva, inercial y vertical.....	77
Figura 44	Carga lateral de la presión impulsiva en los nudos .....	78
Figura 45	Presión impulsiva de superficie en el muro del reservorio .....	78
Figura 46	Presión convectiva en nudos .....	79
Figura 47	Presión convectiva de superficie en el muro del reservorio .....	79
Figura 48	Carga lateral de la presión por aceleración vertical en nudos ....	80
Figura 49	Presión por aceleración vertical de superficie en el muro del reservorio .....	80
Figura 50	Carga lateral de la presión inercial en nudos .....	81
Figura 51	Presión inercial de superficie en el muro del reservorio .....	82
Figura 52	Combinación de la presión inercial y presión impulsiva .....	82
Figura 53	Combinación de la presión total .....	83
Figura 54	Análisis dinámico del reservorio .....	83
Figura 55	Deformada por presión hidrodinámica .....	84
Figura 56	Tensión anular por la presión hidrodinámica .....	84
Figura 57	Combinación 01 para diseño por flexión-tensión .....	87
Figura 58	Combinación 02 para diseño por flexión-tensión .....	88
Figura 59	Combinación 03 para diseño por flexión-tensión .....	88
Figura 60	Combinación 04 para diseño por flexión-tensión .....	89
Figura 61	Combinación 05 para diseño por flexión-tensión .....	89



Figura 62	Combinación 06 para diseño por flexión-tensión .....	90
Figura 63	Combinación 07 para diseño por flexión-tensión .....	90
Figura 64	Combinaciones para diseño por flexión/tensión .....	91
Figura 65	Envolvente de combinaciones para diseño de los elementos estructurales .....	91
Figura 66	Acero horizontal externo del reservorio por tensión anular .....	92
Figura 67	Acero horizontal interior del reservorio por tensión anular .....	92
Figura 68	Acero vertical exterior del reservorio por flexión .....	93
Figura 69	Acero vertical interior del reservorio por flexión .....	93
Figura 70	Plano de ubicación. ....	105
Figura 71	Plano estructural del reservorio N°01.....	106
Figura 72	Plano estructural del reservorio N°02.....	107

## RESUMEN

El objetivo general de la presente investigación fue realizar el diseño estructural de un reservorio apoyado el cual beneficiara al centro poblado Matibamba, para ello se aplicó el reglamento nacional de edificaciones (RNE) y la norma norteamericana ACI 350 el cual complementara para realizar adecuado estudio al comportamiento dinámico de los reservorios.

Primeramente se inició la investigación realizando el dimensionamiento de la altura y el diámetro necesario para volumen requerido del reservorio , luego se realizó el predimensionamiento de los elementos estructurales presentes en el reservorio tales como la cúpula , la viga anular , el muro y la losa de fondo; seguidamente se procedió a modelar la estructura en el software SAP2000 para ello se consideró la masa convectiva y la masa impulsiva aplicada en el reservorio; se calculó los siguientes datos como parámetro sísmicos ; la capacidad portante del suelo ; la aceleración espectral de diseño; factor de importancia; factor de reducción sísmica y otros parámetros , los cuales son necesarios para poder hallar las propiedades dinámicas del reservorio apoyado, tales como el peso de los elementos estructurales ; peso de la componente convectiva e impulsiva ; el C.G y las componentes impulsivas – convectivas según (EBP y IBP) .

Una vez tenido todos estos valores procedemos a realizar el análisis estático y posteriormente el análisis dinámico del reservorio y finalmente para el diseño de acero se hizo uso de las combinaciones de carga indicadas en la norma ACI 350 las cuales presenta un factor de durabilidad y un control de fisura por exposición medio ambiental EMA.

**Palabras clave:** ACI 350, Masa convectiva, Masa impulsiva, SAP2000, Diseño estructural, Reservorio apoyado, Matibamba.

## ABSTRACT

The general objective of this research is to carry out the structural design of a supported reservoir which will benefit the Matibamba town center, for this purpose the national building regulations (RNE) and the North American standard ACI 350 were applied, which will complement the study of the dynamic behavior of the reservoirs.

First of all, the research was started by dimensioning the height and diameter necessary for the required volume of the reservoir, then the structural elements present in the reservoir such as the dome, the ring beam, the wall and the bottom slab were pre-dimensioned; then the structure was modeled in the SAP2000 software, considering the convective mass and the impulsive mass applied in the reservoir; the following data were calculated as seismic parameters; the bearing capacity of the soil; the design spectral acceleration; the importance factor; the seismic reduction factor and the seismic reduction factor; seismic reduction factor and other parameters, which are necessary to find the dynamic properties of the supported reservoir, such as the weight of the structural elements; weight of the convective and impulsive component; the center of gravity and the impulsive-convective components according to (EBP and IBP); the impulsive component of the water; the natural periods of vibration; spectral magnification coefficients; lateral forces to calculate the total shear at the base, the overturning and bending moment; and the vertical distribution of the hydrodynamic pressures present in the reservoir.

Once we have all these values, we proceed to perform the static analysis and then the dynamic analysis of the reservoir and finally for the steel design we made use of the load combinations indicated in the ACI 350 standard which presents a durability factor and a crack control by environmental exposure EMA.

**Keywords:** ACI 350, Convective mass, Impulsive mass, SAP2000, Structural design, Supported reservoir, Matibamba.

## INTRODUCCIÓN

Recientemente, el Perú se ha visto afectado regularmente por desastres naturales, como los terremotos, que ocurren con más frecuencia de lo que predicen en un futuro un gran terremoto, y para dar solución a esto, no solo detener grandes obras, es necesario tomar medidas frente a esto es necesario encontrar nuevos métodos de investigación que puedan analizar con la mayor precisión el exceso de trabajo generado por la existencia de un estímulo externo (terremoto).

Dentro de las obras de ingeniería civil que existen en nuestra región Huánuco, se encuentran los tanques de agua potable que, en caso de desastre, deben seguir funcionando para proteger y dar vía de escape en caso de emergencia posterior a un sismo.

En general, se entiende que no tenemos una regla general para este tipo de construcción, existen tipos de construcción propios y que no hacen mejores recomendaciones antes de construcciones como la propuesta que se menciona en esta tesis, es la norma E030 de diseño Sismorresistente, del Reglamento Nacional de Edificaciones, sólo se refiere a las edificaciones; no es suficiente para la amplia gama de trabajos que existen en el Perú, por lo que mi antecedente es plantear un principio y afinar esta regla, a partir de estudios como el que presento, el cual considero un punto de partida para abordar y plantear con alternativas.

Dicho esto, me he centrado en comprender mejor el comportamiento dinámico de esta clase de estructura. El análisis de este fenómeno me permitirá crear un perfil de consejos, recomendaciones, metodología, flujos futuros y así ayudar a brindar una normativa para la investigación y diseño de este tipo de edificaciones en el Perú y en la ciudad de Huánuco.

Teniendo esto en cuenta, esta tesis se resume en cinco capítulos que se detallan a continuación:

En el capítulo I se presenta el planteamiento del estudio, los objetivos, las justificaciones y las hipótesis de la investigación, así mismo se delimita el tema a investigar.

En el capítulo II se muestra el marco teórico del reservorio donde se enfoca: su definición, clasificación, proceso constructivo y la filosofía de diseño empleado, basándose en la norma ACI3 50.

En el capítulo III se expone la metodología empleada, la elección del tipo de puente, la obtención de la población y muestra, técnicas e instrumentos para la recolección de datos.

En el capítulo IV se realiza la identificación del lugar para después realizar el modelamiento estructural en el software SAP2000 , su respectivo análisis sismorresistente y su diseño definitivo del reservorio.

En el capítulo V se expone la discusión de los resultados obtenidos. También se muestran las conclusiones, recomendaciones, anexos , planos estructurales y referencias bibliográficas utilizadas para la tesis.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El Perú es un país altamente sísmico debido a su movimiento de sus placas tectónicas y esto ocasiona que el territorio peruano se encuentre vulnerable ante eventos sísmicos, tal como lo señala el Instituto Geofísico del Perú (IGP, 2021). Nuestro país se encuentra ubicado en el “cinturón de fuego del Pacífico” debido a esto el Perú es una región de alta sismicidad, por ello la ingeniería civil tiene como objetivo de brindar seguridad a las estructuras que en este caso vendrían a ser los reservorios de agua.

En el Perú, el diseño de los reservorios de agua muchas veces se realiza sin un previo análisis sismorresistente de la estructura, debido a que muchas veces estos reservorios son autoconstruidos por una localidad en específico por la necesidad de almacenar el recurso vital que es el agua, a pesar de que en este tipo de estructuras se encuentra dentro de las estructuras importantes según la (RNE, NORMA E.030, 2019).

La ausencia del análisis estructural adecuado para un reservorio de agua lleva a sobredimensionar el área de acero estructural o en ocasiones suele ser el contrario dando lugar a fallas estructurales ante sismos.

Por ello es importante el análisis sismorresistente del reservorio de agua, ya que de no ser así presentaría un riesgo para el centro poblado ya que frente a un sismo de gran escala podría resultar en pérdidas humanas y daños a las viviendas aledañas.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1 Problema General**

¿De qué manera se elaborará el diseño estructural de un reservorio aplicando el software SAP2000 para el servicio de agua potable del centro poblado de Matibamba, Amarilis - Huánuco -2022?

### **1.2.2 Problemas Específicos**

- ¿De qué manera definiré los esfuerzos del líquido producidos por el empuje de agua para el diseño estructural de un reservorio para el servicio de agua potable del centro poblado de Matibamba, Amarilis - Huánuco -2022?
- ¿De qué forma aplicara las normas ACI 350 para el diseño estructural de un reservorio para el servicio de agua potable del centro poblado de Matibamba, Amarilis - Huánuco -2022?
- ¿Cómo determinar el acero estructural aplicando el software SAP2000 para el diseño estructural de un reservorio para el servicio de agua potable del centro poblado de Matibamba, Amarilis - Huánuco -2022?

## **1.3 OBJETIVO GENERAL**

Elaborar el diseño estructural de un reservorio aplicando el software SAP2000 para el servicio de agua potable del centro poblado de Matibamba, Amarilis - Huánuco -2022.

## **1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Definir los esfuerzos del líquido producidos por el empuje de agua para el diseño estructural de un reservorio para el servicio de agua potable del centro poblado de Matibamba, Amarilis - Huánuco -2022.

- Aplicar las normas ACI 350 para el diseño estructural de un reservorio para el servicio de agua potable del centro poblado de Matibamba, Amarilis - Huánuco -2022.
- Determinar el acero estructural aplicando el software SAP2000 para el diseño estructural de un reservorio para el servicio de agua potable del centro poblado de Matibamba, Amarilis - Huánuco -2022.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1 Justificación práctica**

El diseño de los reservorios de agua son de suma importancia ya que en muchas obras de agua potable ya que de estos depende el buen funcionamiento del abastecimiento de agua para una determinada población y se tiene evidencia que estas estructuras sufrieron daños ante las fuerzas sísmicas, dando lugar a que los centros poblados cercanos sufran daños irreversibles como pérdida de vidas humanas y daño a las viviendas.

Debido a esto se buscará aplicar nuevas metodologías de diseño como lo son el uso del software SAP2000 ahorrando tiempo y mejorar el diseño tradicional de los reservorios de agua.

### **1.5.2 Justificación teórica**

La justificación teórica presentada por mi persona tiene como principal objetivo realizar el diseño del reservorio siguiendo las normas E.030 de diseño sismorresistente y la norma E.060 de concreto armado, añadido a ello se empleara el código de diseño norteamericano ACI 350 para poder dar un completo estudio al comportamiento dinámico del proyecto, debido a que existe una necesidad en la ciudad de Huánuco de mejorar el diseño de los reservorios de agua ya que estos se encuentran deteriorados, y no cumplen con su función principal de abastecer de agua potable a los centros poblados, también se aplicaron nuevas metodologías de diseño



como lo son el uso del software SAP2000 ahorrando tiempo y mejorando el análisis tradicional.

### **1.5.3 Justificación metodológica**

El presente trabajo de investigación tendrá como principal meta el diseño de un reservorio de agua, de manera que para ello se hará uso del software SAP2000 para su análisis y diseño, aplicando el reglamento nacional de edificaciones para el análisis en el software y haciendo uso de las normas ACI 350, con el propósito de que esta estructura cumpla con los requisitos mínimos establecidos por El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú.

### **1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación presento como principal limitación carencia de normas en el diseño para el diseño de reservorios de agua por ello se optó por la aplicación de las normas internacionales ACI 350, otra limitación que presento es la pandemia de covid-19 para la obtención de datos necesarios para el análisis del reservorio y el último obstáculo fue la carencia de investigaciones locales relacionados al diseño de reservorios.

### **1.7 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

Esta investigación aportara conocimientos para el análisis y diseño sismorresistente de reservorios de agua en la ciudad de Huánuco, dando lugar a estructuras más seguras frente a sismos.

De igual forma se hará uso del software SAP2000 para el análisis y diseño del reservorio, incentivando el uso de este software para futuros diseños de estructuras similares. La investigación cuenta con los recursos necesarios para poder ser desarrollado, de modo que se cuenta con las capacitaciones y licencias del software SAP2000, con el equipo necesario para poder realizar un análisis y diseño óptimo de la estructura, para así evitar pérdidas innecesarias de materiales.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1 Antecedentes internacionales

Parra (2016) en su trabajo titulado: “*Estudio patológico tanque de almacenamiento de agua potable*”; presentada al municipio de Tadó departamento del Chocó; el trabajo de estudio tendrá como principal objetivo Recopilar y aprender la información que existe acerca del diseño y creación del Tanque de agua potable, así como además hacer las exploraciones correctas con la intención de entablar el estado del Tanque de agua potable. En este trabajo de estudio patológico se llegó a las siguientes conclusiones: Se encontró que el refuerzo consistía en barras de acero simple, respetando la segregación máxima requerida en este tipo de construcción, sin embargo, durante esta verificación, el grado de acero no fue aceptado por NSR10. Grietas verticales ubicadas en el centro de las paredes, probablemente identificadas como grietas en la pared; indica que durante la auscultación no se pueden resaltar grietas en el interior del tanque, pero durante la prueba de fugas se puede ver un flujo continuo de agua a través de ellas. Se encontró que las grietas longitudinales se deben a que durante la construcción del tanque afectaron la estética del tanque, sin embargo, no afectaron su equilibrio. Las fisuras longitudinales en los bordes se deben puramente a la falta de refuerzo en las esquinas de unión y absorben los esfuerzos que pueden generarse por la retracción del hormigón y por los esfuerzos de los bordes, realizados en condiciones de servicio.

Hernández (2018) en su investigación titulada “*Respuesta sísmica de tanques elevados tipo péndulo invertido*”; presentada a la Revista de Ingeniería Sísmica. Donde se proponen los siguientes supuestos para calcular las ecuaciones de movimiento de un embalse elevado. El fluido tiene un área independiente, por lo que al moverse genera ondas con poca sustentación, de esta manera se puede linealizar la ecuación de desplazamiento del fluido, también implica que el líquido es absorbible, inmóvil e incompresible, aplicación válida de la teoría de la energía potencial. Dado que la disipación de energía en la teoría de la energía potencial no se puede tener en cuenta, la oscilación amortiguada del líquido se estima a partir de la ecuación de cambio de afinidad de una oscilación amortiguada. Las paredes del contenedor se consideran impermeables a los impactos de líquidos. Esto simplifica el problema de la relación de la estructura del fluido. Si desea ver este efecto de una manera más descriptiva, es esencial modelar el fluido utilizando cualquier programa de computadora que tenga en cuenta los recursos estructurales y de fluido. Estudio de digitales aplicables en este tipo de desventajas, como son los procedimientos de Composición Límite, Recurso Límite, Diferencia Finita, Volumen Límite y Marcadores y Celdas. Y finalmente se llegó a la conclusión: Las ecuaciones de la Norma Técnica Complementaria (NTC-2004), así como en el Manual de Diseño de Obras Civiles (MDOC2015) poseen su origen en un modelo simplificado, además proponen tener en cuenta una masa para modelar el impacto impulsivo y otra para representa el modo convectivo. Implícitamente dichas ecuaciones piensan que el contenedor no muestra cabeceo. En este trabajo se presentan las ecuaciones generales de desplazamiento de un tanque piramidal arbitrario, teniendo en cuenta el efecto debido a la rotación en el fondo del recipiente. El modelo postulado trata de complementar el modelo simplificado masa-resorte-amortiguador sugerido para el estudio sísmico de esta clase de construcciones en México.

Herrera (2019) en su tesis titulada “*Diseño hidráulico de un tanque de succión, un tanque de regulación y red de distribución para el abastecimiento de agua en la urbanización Rincón de las Margaritas, Villavicencio-Meta*”. Presentada a la Universidad Santo Tomás Villavicencio. Esta tesis se realizó con el objetivo de asegurar un abastecimiento constante de agua durante la urbanización de Rincón de Las Margaritas, donde los habitantes de las 66 viviendas que la conforman sufrieron daños por diversas interrupciones en el suministro del fluido base, lo que se debe principalmente a periodos sin lluvia, altera el llenado del embalse y da como resultado un volumen requerido mayor que el proporcionado por la fuerte captación, por lo que, para suplir estas deficiencias en la prestación del servicio, se optó por un diseño hidráulico de embalse. Alta regulación de un solo comportamiento y su correspondiente depósito de aspiración. En esta investigación se llegó a la conclusión: En cuanto a la calidad de vida de los urbanizados, una de las motivaciones de la tesis y objeto de la evaluación futura, se dio un paso básico a la hora de llevar a cabo el plan, ya que a la escala en la que se trabaja el riego se llevan a cabo, brindan un servicio conveniente, satisfaciendo la necesidad de un continuum de suministro a la sociedad, satisfaciendo los beneficios que manifiestan a través de los cambiadores de identificación. Tener un terreno llano, con pendientes inferiores al 2%, ha demostrado ser ideal a la hora de crear recorridos directos en redes de distribución activas, evitando la aparición de presiones excesivas en los nudos y generando menor movimiento de suelo a la hora de excavar zanjas.

### **2.1.2 Antecedentes nacionales**

Céspedes (2019) en tesis titulado: “*Diseño de reservorio N-31 con sistema convencional en concreto armado y con sistema innovador de acero empernado con recubrimiento epóxico*” ;presentada por la Universidad Católica de Santa María; muestra como objetivo general: diseñar un tanque de N31 con un sistema de hormigón armado convencional y con un sistema de acero atornillado con un

recubrimiento epóxico mejorado para encontrar los precios de ambos sistemas y compararlos con lo que podemos determinar qué sistema podría ser mejor que una alternativa . Para el estudio estático de los dos sistemas se utilizaron las cargas muertas, viva y de viento en la situación del tanque de acero atornillado, así como la presión del agua en las paredes y fondo de la placa, sumando los pesos de convección e impulso, provocados por el agua dentro del tanque dañará la pared del tanque. Algunas de las conclusiones son: El diseño de las edificaciones es consistente con la ubicación de la normatividad peruana vigente y con la práctica común en el diseño de este tipo de edificaciones. De esta forma, se estableció como requisito indispensable el uso de normas o códigos de diseño de otros países, en especial los códigos de diseño elaborados por el instituto americano de concreto con siglas ACI, para el tema del concreto armado y AWWA D10397 para el tema del acero estructural.

Castillo (2018) en su tesis: *“Análisis y diseño estructural de un reservorio apoyado para el mejoramiento del servicio de agua potable del distrito de Morales, año 2018”* ;presentada a la Universidad Nacional de San Martín; donde tuvo como objetivo principal es realizar el análisis sismorresistente y posteriormente el diseño de un reservorio sustentado para mejorar el servicio de agua potable en la ciudad de Morales, se estudió como podrá mejorar el servicio de agua potable en el localidad de Morales por falta de volumen muestra en la actualidad y lo que puede ser la exploración, diseño estructural y almacenamiento volumen de uno nuevo para mejores condiciones de servicio. Algunas conclusiones son las siguientes: al momento de elegir el volumen de almacenamiento o este depende directamente e de la tasa de crecimiento poblacional, los diferentes desarrollos de los comerciantes e industriales en la zona, un periodo de diseño y del suministro del agua potable por día. Previsión de servicio 16 horas/día, con un embalse de 1.885 m<sup>3</sup>, proyectado a 20 años. Se concluye con el análisis de

mecánica de suelos, el estrado donde se diseñará la cimentación está formado por una arena limosa con categorización SUCS: CL, tomando en cuenta una fracasa por corte local, con una capacidad neta admisible del suelo de  $1.57 \text{ Kg/cm}^2$ . Se deduce que las presiones hidrodinámicas  $PhT = 9543.55 \text{ Kg/m}^2$  son más grandes respecto presiones hidrostática  $Phs = (1 \text{ tn/m}^3) (8.30 \text{ m}) = 8300 \text{ Kg/m}^2$  prevaleciendo las presiones en la pared una vez que se estima el terremoto.

Tuque (2018) en su tesis: *“Análisis y diseño de un reservorio apoyado según el código ACI.350; tomando como base el modelo mecánico equivalente propuesto por G.W. Housner”*; presentada a la Universidad Nacional de Huancavelica; El objetivo de esta tesis es revisar las teorías normativas, aplicarlas en el Perú y así poder dar un análisis completo del comportamiento cinemático de los tanques soportados en hormigón armado con parte circular en planta; Para ello nos referiremos a la norma norteamericana ACI 350.06 donde se aplicará el modelo mecánico equivalente de Housner, y de esta manera tendremos un punto de partida para estudios investigativos en el futuro. Asimismo, se extrajeron conclusiones: una vez que se genera el movimiento sísmico, este inicia aceleraciones horizontales y verticales, estas oscilaciones de masa se transmiten al fluido, provocando una relación de composición - el líquido ejercerá una presión adicional a la presión hidrostática; Una vez que se genera un sismo da lugar a aceleraciones laterales y longitudinales, estas oscilaciones discontinuas se transmiten al fluido provocando una relación líquido-componente que provocará presiones adicionales además de la presión hidrostática actual, presión de convección, presión de impulso, la presión de inercia y las presiones de aceleración vertical, cada una de las cuales es la presión lateral adecuada que se ejercerá sobre la pared del tanque, lo que nos ayudará a realizar un estudio sísmico completo.

### 2.1.3 Antecedentes locales

Respecto a los antecedentes locales se investigó en diferentes fuentes bibliográficas de la región como la Universidad de Huánuco (UDH) o la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (UNHEVAL) y se encontró la ausencia de estos, debido a que aún no existen investigaciones respecto al tema de diseño de los reservorios de agua.

## 2.2 BASES TEÓRICAS

### 2.2.1 Pre-dimensionamiento del reservorio

#### 2.2.1.1 Altura de agua y diámetro del reservorio

Para hallar las dimensiones como la altura o el diámetro del reservorio se debe tener en cuenta la siguiente fórmula:

$$V = (\pi(Di)^2 h)/4$$

#### 2.2.1.2 Espesor de cúpula

Según (ACI, 2006) nos indica que el espesor mínimo requerido para el domo estará dado por la siguiente fórmula:

$$td = rd \sqrt{\frac{1.5Pu}{\phi Bi Bc Ec}}$$

Donde:

$Pu$  : factores de carga mínimos para las cargas muertas y viva

$\phi$ : 0.7

$Bi$ : 0.5

$$Bc = \begin{cases} 0.44 + 0.003L, & \text{Si } 12 \leq L \leq 30 \\ 0.53, & \text{Si } L \geq 30 \end{cases}$$

Para el espesor de la cúpula se debe tener en cuenta que esta no debe ser inferior al espesor del domo.

#### 2.2.1.3 Espesor de muro

Según (ACI, 2006) nos indica que el espesor mínimo requerido para el espesor de muros estará dado por la siguiente condición:

- Para muros portantes no deberá ser menos a H/25 o menor de 8 pulgadas, siendo H la altura del muro.
- Para muros no portantes no deberá ser menos a 6 pulgadas o menor H/30, siendo H la altura del muro.

#### 2.2.1.4 Viga anular

Según (Palomino, 2015) la viga anular es un elemento el cuándo absorbe los esfuerzos meridionales de la parte superior del reservorio, este elemento se dimensiona de la siguiente forma:

- Tensión meridional en la unión muro – domo  $T = \frac{P_u R_d}{1 + \cos\theta}$
- Tensión anular en la viga anular  $T_a = \frac{D_i}{2} T \cos\theta$
- Área de refuerzo por tensión anular en la viga anular  $A_{st} = \frac{F}{(\phi f_y)}$
- Área de sección de la viga anular  $A_{va} = \frac{T_a}{f_r} - (n - 1)A_{st}$

#### 2.2.1.5 Espesor de losa de fondo

Según (ACI, 2006) nos indica que el espesor mínimo requerido para el espesor de la losa de fondo dado por la siguiente condición:

- 6 pulgadas para losas con refuerzo inferior y superior
- pulgadas para losas con una capa de refuerzos

### 2.2.2 Reglamento nacional de edificaciones E030 diseño sismorresistente

El Perú cuenta con el reglamento nacional de edificaciones en el cual la norma E030 nos detalla los parámetros de diseño necesario para las edificaciones, en caso de nuestro proyecto deben hacer ciertas con otras normativas internaciones para el análisis y diseño.

#### 2.2.2.1 Zonificación sísmica

Según (IGP, 2021) el Perú esta regionalizado en 4 zonas, las cuales están detalladas en el reglamento nacional de edificaciones



esta misma se genera debido a la distribución espacial sísmica observada en los diferentes sismos ocurridos en el territorio peruano, a continuación, se muestra las zonas sísmicas del Perú en la Figura 1

**Figura 1**  
Factor de zona del Perú



Fuente: adaptado de RNE (2019).

(NORMA E.030, 2019) nos indica que para el caso de reservorios de agua la zona de estudio se ubica en una zona sísmica 2 como se detalla en la Tabla 1:

**Tabla 1**  
Factor de zona del proyecto

Departamento-Provincia-Distrito	ZONA SISMICA	FACTOR DE ZONA "Z"
Huánuco-Huánuco-Amarilis	2	2.5

Fuente: adaptado de RNE (2019).

### 2.2.2.2 Parámetros del lugar

(NORMA E.030, 2019) nos indica que para el caso de reservorios de agua la para la clasificación de los perfiles de suelo se deberá considerar las diferentes condiciones la cuales corresponden a los periodos TP y TL y a la amplificación de los suelos, como se muestra en la Tabla 2 y Tabla 3:

**Tabla 2**

*Factor de suelo según tipo de perfil.*

FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO	S0	S1	S2	S3
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: adaptado de RNE (2019).

**Tabla 3**

*Periodos Corto y Largo.*

PERIODOS "TP" Y "TL"				
Perfil de suelo				
	S0	S1	S2	S3
TP (s)	0.30	0.40	0.60	1.00
TL (s)	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente: adaptado de RNE (2019).

### 2.2.2.3 Factor de amplificación sísmica

(NORMA E.030, 2019) nos indica que para el caso de reservorios de agua el factor de amplificación sísmica se da de acuerdo a las condiciones del lugar, y se define según las siguientes condiciones:

$$T < TP \quad C = 2.5$$

$$TP < T < TL \quad C = 2.5 * \left(\frac{TP}{T}\right)$$

$$T > TL$$

$$C = 2.5((TP * TL)/T)$$

#### 2.2.2.4 Categoría de edificación y factor de uso

(NORMA E.030, 2019) nos indica que para el caso de reservorios de agua la categoría de edificación se considera como una edificación de categoría A esto se detalla mejor en la siguiente Tabla 4.

**Tabla 4**  
*Factor de Uso o Importancia de la Edificación.*

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
<b>A Edificaciones Esenciales</b>	Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua	1,5

Fuente: adaptado de RNE (2019).

#### 2.2.2.4 Sistema estructural y coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmica

Según (NORMA E.030, 2019) El sistema básico de estructura sísmica y factor de reducción se clasifica o divide de acuerdo con los materiales utilizados y el sistema estructural sísmico para cada dirección de análisis, como se muestra a continuación. Tabla 5:

**Tabla 5**  
*Coeficiente Básico de reducción*

<b>Sistema Estructural</b>	<b>Coeficiente Básico de Reducción R0 (*)</b>
<b>Acero:</b>	
<b>Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)</b>	8
<b>Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)</b>	7
<b>Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)</b>	6
<b>Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)</b>	8
<b>Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)</b>	6
<b>Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)</b>	8
<b>Concreto Armado:</b>	
<b>Pórticos</b>	8
<b>Dual</b>	7
<b>De muros estructurales</b>	6
<b>Muros de ductilidad limitada</b>	4
<b>Albañilería Armada o Confinada.</b>	3
<b>Madera (Por esfuerzos admisibles)</b>	7

Fuente: adaptado de RNE (2019).

Para nuestro proyecto, los reservorios no se indica el sistema estructural es decir no se tiene un factor de reducción sísmica para este tipo de estructuras.

Erróneamente algunas veces se asume un sistema estructural de muros estructurales, pero esto estaría mal debido a que la norma E030 nos advierte que solo se aplicaran a estructural en la cual los elementos verticales y horizontales permitan una cierta disipación de energía manteniendo en todo momento la estabilidad estructural.

### **2.2.3 Reglamentos de diseño internacional**

Se tienen los siguientes estándares de diseño:

- ASCE/SEI: Cargas mínimas de diseño para los edificios y otras estructuras.
- ACI 350-06: Código de requisitos para estructuras de concreto de ingeniería ambiental y comentario. Diseño sísmico de estructuras contenedoras de líquidos y comentario.
- PCA-1993: Tanques de concreto rectangular y circular.

Sin embargo, la Portland Cemento Asociación, PCA, proporciona procedimientos para calcular el movimiento, el corte y los momentos, los datos requeridos para el diseño, sin embargo, todos a nivel estático. Asimismo, también se realiza la comprobación del espesor de pared del depósito y la seguridad vertical del depósito. El factor PCA todavía depende de la geometría, el tipo de carga y las limitaciones de las piernas, el techo y los bordes.

### **2.2.4 Criterios para el análisis y diseño de un reservorio**

- Las paredes, los pisos y los techos de los edificios que contengan líquidos deben diseñarse para poder resistir los efectos de ambas aceleraciones de diseño tanto horizontal y longitudinal, combinados con los efectos de las cargas de diseño fijas aplicadas.
- Para la aceleración lateral, el diseño debe tener en cuenta: el efecto de transferencia de la fuerza cortante fundamental total entre la pared y la cimentación y entre la pared y el techo; y la presión dinámica que actúa sobre la pared en la base.
- Los efectos de la aceleración máxima horizontal y vertical deben combinarse utilizando el método de la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados.

## 2.2.5 Cargas sísmicas de diseño

### 2.2.5.1 Presiones sísmicas aplicadas a la base

Las paredes de la estructura que contiene el fluido serán dimensionadas para fuerzas dinámicas posteriores añadidas a la presión hidrostática.

- Fuerzas de inercia  $P_w$  y  $P_r$
- Presión hidrodinámica propulsora  $P_i$  del líquido que contiene
- Presión hidrodinámica convectiva  $P_c$  del líquido que contiene
- Presión dinámica de la tierra debido al suelo saturado y no saturado igual a la cantidad de muro enterrado
- Efectos de la vertical aceleración.

### 2.2.5.2 Fuerzas dinámicas laterales

Las fuerzas dinámicas laterales ubicadas sobre la base de un reservorio serán determinadas con las siguientes ecuaciones:

$$P_w = C_i I \left\{ \frac{\epsilon W_w}{R_i} \right\}$$

$$P_r = C_i I \left\{ \frac{W_r}{R_i} \right\}$$

$$P_i = C_i I \left\{ \frac{W_i}{R_i} \right\}$$

$$P_c = C_i I \left\{ \frac{W_c}{R_c} \right\}$$

### 2.2.5.3 Corte basal total

La ecuación general para hallar el corte basal que producen las fuerzas sísmicas al estante estará dado por la siguiente fórmula:

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

Donde las fuerzas laterales dinámicas producidas por la tierra y presión del agua ubicada en la parte enterrada del reservorio serán incluidas en el cálculo del corte basal total  $V$ .

#### 2.2.5.4 Momento ubicado en la base

Los momentos de flexión y momento volcante serán calculados por las siguientes ecuaciones:

Para calcular el momento de flexión en la sección transversal del reservorio se tendrá la siguiente ecuación:

$$M_w = P_w h_w$$

$$M_r = P_r h_r$$

$$M_i = P_i h_i$$

$$M_c = P_c h_c$$

$$M_b = \sqrt{(\{M_i + M_w + M_r\}^2 + \{M_c\}^2)}$$

Para calcular el momento volcante en la base del reservorio se tendrá la siguiente ecuación:

$$M_w = P_w h_w$$

$$M_r = P_r h_r$$

$$M_i' = P_i h_i'$$

$$M_c' = P_c h_c'$$

$$M_b = \sqrt{(\{M_i' + M_w + M_r\}^2 + \{M_c'\}^2)}$$

#### 2.2.5.5 Momento ubicado en la base

El reglamento nacional de edificaciones del Perú nos indica que los requerimientos mínimos de toda estructura sismorresistente deben cumplir son los siguientes:

Los reservorios de agua serán diseñados para soportar los efectos de la aceleración vertical, en carencia del espectro de respuesta específico, el coeficiente  $b$  deberá ser mayor que  $2/3$ .

Las cargas hidrostáticas que presentan el reservorio se multiplicasen por una constante de aceleración espectral para de esta forma tener en cuenta el efecto de la aceleración vertical. Como se muestra en la siguiente fórmula:

$$p_{vy} = \mu v q_{hy}$$

La presión del líquido va a ser aumentada o disminuida gracias a los efectos de la aceleración vertical. Además, tienen la

posibilidad de ser considerados cambios semejantes en el peso efectivo del hormigón armado de la composición.

**Tabla 6**  
*Factor de importancia*

Uso del tanque	Factor I
Reservorios que contienen material peligroso	1.5
Reservorios cuyo contenido es usable para distintos propósitos después de u terremoto, o estanques que son parte de sistemas de salvataje	1.25
Los reservorios que no figuran en las anteriores categorías	1

Fuente: ACI 350.3-06

**Tabla 7**  
*Factor de modificación de respuesta R*

Tipo de estructura	Ri		Rc
	En superficial o en pendiente	Enterrado	
Anclados, base flexible	3.25	3.25	1
Empotrados o simple apoyo	2	3	1
No anclados, llenos o vacíos	1.5	2	1
Tanques elevados	2		1

Fuente: ACI 350.3-06 (2006)

## 2.2.6 Análisis Sísmico:

### 2.2.6.1 Análisis sísmico estático

Para hallar el análisis sísmico estático primeramente se determina la fuerza lateral y se luego se calcula la cortante basal, para ello se tiene diferentes códigos como se muestra en la siguiente Figura 1:



**Figura 2**  
Códigos para determinar la cortante basal

Código	E.030-2106	ASCE/SEI 7-16	ACI 35.3R-06
Coeficiente Sísmica $C_{s,i,c}$ o $A_{h,i,c}$	$C_{i,c} = \begin{cases} 2.5; & \text{Si } T < T_p \\ 2.5 \left(\frac{T_p}{T}\right); & \text{Si } T_p < T < T_L \\ 2.5 \left(\frac{T_p T_L}{T^2}\right); & \text{Si } T > T_L \end{cases}$	$C_{s,i,c-\text{máx}} = \begin{cases} \frac{S_{D1}}{T_{i,c} \left(\frac{R_{i,c}}{I_e}\right)}; & \text{Si } T_{i,c} \leq T_L \\ \frac{S_{D1} T_L}{T_{i,c}^2 \left(\frac{R_{i,c}}{I_e}\right)}; & \text{Si } T_{i,c} > T_L \end{cases}$	$C_i = \begin{cases} S_{DS}; & \text{Si } T_i \leq T_s \\ \frac{S_{D1}}{T_i} \leq S_{DS}; & \text{Si } T_i > T_s \end{cases}$
	$C_{s,i,c} = \left(\frac{ZUCS}{R_{i,c}}\right)_{i,c}$	$C_{s,i,c-\text{min}} = \text{máx} \begin{cases} 0.044 S_{DS} I_e \geq 0.03 \\ 0.8 \frac{S_1}{\left(\frac{R_{i,c}}{I_e}\right)}; & \text{Si } S_1 \geq 0.6g \end{cases}$	$C_c = \begin{cases} \frac{1.5 S_{D1}}{T_c} \leq 1.5 S_{DS}; & \text{Si } T_c \leq \frac{1.6}{T_s} \\ \frac{2.4 S_{DS}}{T_c^2}; & \text{Si } T_c > \frac{1.6}{T_s} \end{cases}$

Cortante Estático Impulsivo y Convectivo

$$W_{iT} = (\varepsilon W_w + \varepsilon W_b + W_r + W_i)$$

$$V_{i,c} = C_{s-i,c} W_{T-i,c}$$

Cortante Total Estático en la Base, FLE

$$V_{Base} = \sqrt{V_i^2 + V_c^2}$$

Fuente: Diego Castillo – diseño de reservorio apoyado

### 2.2.6.1 Análisis sísmico dinámico

Para calcular el análisis sísmico dinámico se debe tener en cuenta que primeramente se debe realizar un espectro de diseño para posteriormente determinar las propiedades dinámicas del reservorio, obtenido así un análisis más realista. Se utilizarán 3 espectros de la E030, ASCE/SEI y el ACI 350.

#### Según el ASCE/SEI

El espectro de diseño según la ASCE se determinará bajo las condiciones como se indican:

$$S_a = SDS(0.4 + 0.6T/TO); \text{ Si } T < TO$$

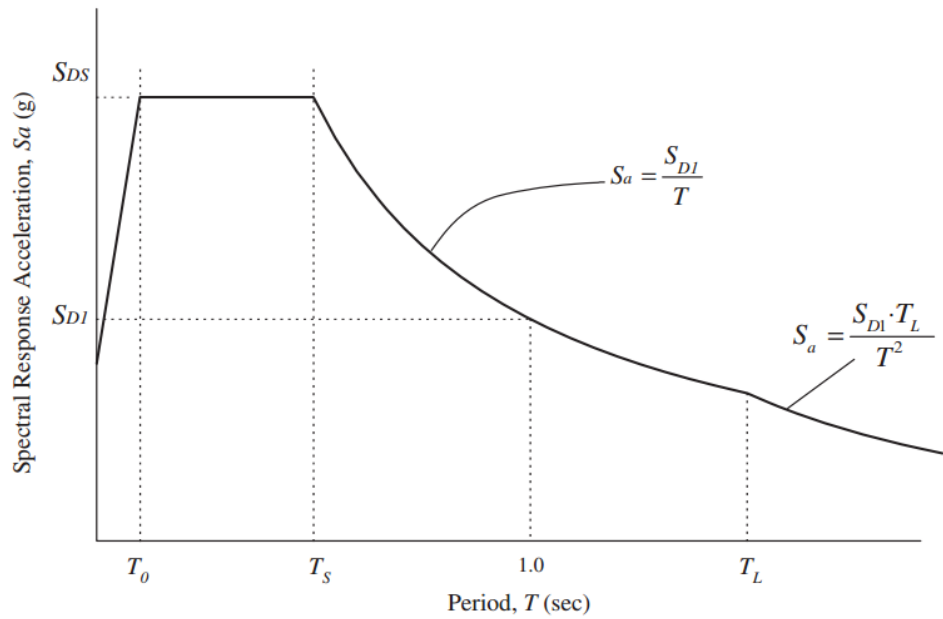
$$S_a = SDS; \text{ Si } TO \leq T \leq TS$$

$$S_a = \frac{SD1}{T}; \text{ Si } TS < T \leq TL$$

$$S_a = \frac{SD1TL}{T^2}; \text{ Si } T > TL$$

La forma del espectro de diseño ha de tener la siguiente gráfica:

**Figura 3**  
 Forma del espectro de diseños según el ASCE/SEI

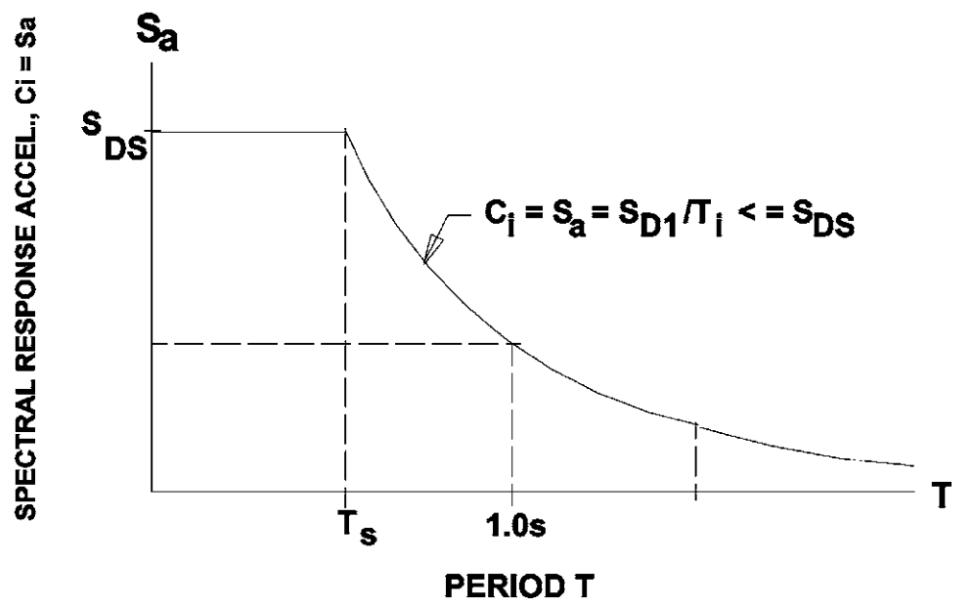


Fuente: ASCE/SEI 7-16

### Según la ACI 350.3R-06

La normativa ACI nos indica que la forma que ha de tener un espectro de respuesta es la siguiente Figura 4:

**Figura 4**  
 Forma del espectro de diseños según el ACI 350.3.



Fuente: ACI 350.3-06

Para los trabajos de espectroscopía sísmica construidos durante la investigación de reservorios, la situación de desplazamiento por convección debe escalarse por un factor de reducción propuesto por ACI 350.306 igual a 1. Además, es necesario tener en cuenta la razón de atenuación del área de invalidación convectiva. es 0,5%, por lo que el espectro debe multiplicarse por un elemento de  $\beta = 1,50$ .

El intervalo para generar separación de zonas, según la recomendación ACI 350.301, es de 2,5 segundos. Esto se debe a que en un periodo mayor a 2.5 s se ha asumido que existe un comportamiento hidrodinámico que implica cooperación de masas por convección.

**Figura 5**  
Códigos para determinar la cortante estática

Código	E.030-2106	ASCE/SEI 7-16	ACI 35.3R-06
Coefficiente Sísmica $C_{i,c}$ ; $S_{a-i,c}$ ó $A_{h-i,c}$	$C_{i,c} = \begin{cases} 2.5; Si T < T_p \\ 2.5 \left(\frac{T_p}{T}\right); Si T_p < T < T_L \\ 2.5 \left(\frac{T_p T_L}{T^2}\right); Si T > T_L \end{cases}$ $S_{a-i,c} = ZCS$	$S_{ai} = \begin{cases} S_{DS}; Si T_i \leq T_s \\ \frac{S_{D1}}{T_i}; Si T_s < T_i \leq T_L \\ \frac{S_{D1} T_L}{T_i^2}; Si T_i \geq T_L \end{cases}$ $S_{ac} = \begin{cases} \frac{1.5 S_{D1}}{T_c} \leq 1.5 S_{DS}; Si T_c \leq T_L \\ \frac{1.5 S_{D1} T_L}{T_c^2}; Si T_c > T_L \end{cases}$	$S_{ai} = \begin{cases} S_{DS}; Si T_i \leq T_s \\ \frac{S_{D1}}{T_i} \leq S_{DS}; Si T_i > T_s \end{cases}$ $S_{ac} = \begin{cases} \frac{1.5 S_{D1}}{T_c} \leq 1.5 S_{DS}; Si T_c \leq \frac{1.6}{T_s} \\ \frac{2.4 S_{DS}}{T_c^2}; Si T_c > \frac{1.6}{T_s} \end{cases}$

Cortante Estático Impulsivo y Convectivo

$$W_{IT} = (\epsilon W_w + \epsilon W_b + W_r + W_i)$$

$$V_{i,c} = \frac{S_{a-i,c}}{\left(\frac{R_{i,c}}{U}\right)} W_{T-i,c}$$

Cortante Total Estático en la Base, FLE

$$V_{Base} = \sqrt{V_i^2 + V_c^2}$$

Fuente: Diego Castillo – diseño de reservorio apoyado

## 2.2.7 Elementos finitos en SAP2000

### 2.2.7.1 Elementos Frames

El software SAP2000 posee elementos Frames los cuales son usados para modelar el comportamiento estructural de columnas y vigas, en un plano virtual 2D y 3D. Las fuerzas internas en estos

elementos son el resultado de los esfuerzos que son producidos por distintas secciones transversales

#### **2.2.7.2 Elementos Shell**

Dichos elementos se usan en construcciones como torres, puentes y reservorios. Poseen 3 grados de independencia solo para la rotación. Poseen área constante y se muestran en estudio de tipo flexible o elástico.

### **2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES**

**Agua potable:** El término "potable" significa seguro para beber, y se deriva del latín "potare" que significa "beber". El término "agua potable" se refiere al agua que es segura para el consumo humano. Puede denominarse "agua potable". La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible reconoció el acceso al agua potable como un derecho humano. Sin embargo, casi un tercio de la población mundial no utiliza agua potable de forma segura. (Concepto.pe, 2021)

**Matibamba:** Es centro poblado del Distrito de Amarilis de la Provincia Huánuco en la región de Huánuco. (DePerú, 2020)

**Saneamiento:** es la aplicación de métodos de ingeniería para mejorar el saneamiento de las comunidades humanas, principalmente proporcionando la eliminación y el desecho de los residuos humanos, y además el suministro de agua potable. (Concepto.pe, 2021)

**Servicio:** El servicio es un conjunto de trabajos realizados para servir a alguien, algo o un propósito. Los servicios son funciones realizadas por los individuos hacia los demás para que perciban satisfacción al recibirlos. (Concepto.pe, 2021)

**Reservorio apoyado:** La capacidad de instalación de un reservorio está dedicada al almacenamiento de agua para conservar el común suministro en períodos de más grande consumo o por un definido tiempo, por ocasionales interrupciones del sistema de ingesta de alimentos o producción. (Ministerio de Vivienda C. y., 2019)

**Programa SAP 2000:** SAP2000 es un programa especializado para diseñar y aplicar procesos de recursos finitos en una interfaz gráfica 3D orientada a objetos. Para SAP2000, es una herramienta de investigación intuitiva, flexible y poderosa con el objetivo de proporcionar diseños sin precedentes en transporte, industria, obras públicas, deportes y otras instalaciones. (Castillo, 2018)

**Carga de servicio:** Carga concentrada que se aplica en el nudo de una cercha. Además, llamada carga de trabajo, carga de uso especificada en el reglamento nacional de edificaciones. E 020 Cargas. (NORMA E.020, 2019)

**Carga amplificada o factorizada:** Nos referimos a carga amplificada a la carga que se encuentra multiplicada por un factor adimensional, este factor de seguridad se usa para diseñar los elementos estructurales mediante el proceso de diseño por resistente de la NTE norma E060. (NORMA E.060, 2019)

**Código ACI:** el código de diseño ACI presenta como un foro para preguntas específicas relacionadas y la formulación de soluciones a estos inconvenientes; Este foro se desarrolla a través de congresos y encuentros y medios como ACI Structural Magazine, ACI Material Magazine, Concrete Word y publicaciones técnicas; El trabajo programado y el trabajo del comité técnico se reúnen dos veces al año. (ACI, 2006)

**Losa maciza:** La losa maciza es una losa pasiva de hormigón armado fabricada a medida que se utiliza en la construcción civil e industrial. En nuestra planta de prefabricados de hormigón, piezas como cajas, conductos, aberturas, etc. se colocó en placa sólida. e incluso tuberías de calefacción. (NORMA E.060, 2019)

**Muro estructural:** elemento estructural, principalmente vertical, utilizado para encerrar o dividir el medio, que resiste cargas axiales contra cargas perpendiculares a su plano de pertenencia debidas a empuje lateral de tierra o líquido. (NORMA E.060, 2019)

**Combinación de carga:** es el conjunto de cargas ya sean vivas o muertas con el fin de analizar las estructuras siguiendo ciertos criterios establecidos en la RNE para la seguridad de la estructura. (NORMA E.020, 2019)

**Empuje de líquido:** La repulsión que reciben los cuerpos cuando se colocan en estado líquido ha sido estudiada durante mucho tiempo por el griego Arquímedes, y su concepto se expresa de la siguiente manera: "Todo cuerpo, sea orgánico o no, las sustancias inorgánicas, total o parcialmente en estado líquido, tienen una repulsión hacia arriba. igual al peso del líquido desplazado por el objeto. (Concepto.pe, 2021)

## 2.4 HIPÓTESIS

### 2.4.1 Hipótesis General

H<sub>i</sub>: La propuesta de diseño estructural de un reservorio aplicando el software SAP2000 mejorará el servicio de agua potable del centro poblado de Matibamba, Amarilis - Huánuco -2021.

H<sub>0</sub>: La propuesta de diseño estructural de un reservorio aplicando el software SAP2000 no mejorará el servicio de agua potable del centro poblado de Matibamba, Amarilis - Huánuco -2021.

## **2.5 VARIABLES**

### **2.5.1 Variable dependiente**

Servicio de agua potable.

#### **Indicadores:**

- Crecimiento de la población
- Caudal (m<sup>3</sup>/s)

### **2.5.2 Variable independiente**

Diseño estructural de un reservorio

#### **Indicadores:**

- Diseño por tracción y compresión (kg/cm<sup>2</sup>)
- Diseño por tensión anular y flexión (kg/cm<sup>2</sup>)
- Diseño por corte flexión y corte punzonamiento (kg/cm<sup>2</sup>)
- Diseño por flexión y compresión (kg/cm<sup>2</sup>)

## 2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 8**  
Sistema de variables-dimensiones e indicadores.

Variable	Dimensión	Indicador	Tipo de variable	Escala de medición
<b>V. Independiente Diseño estructural de un reservorio</b>	Cúpula estructural	Diseño por tracción y compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Cuantitativa.	Discreta
	Muro estructural	Diseño por tensión anular y flexión (kg/cm <sup>2</sup> )		
	Platea de cimentación	Diseño por corte flexión y corte punzonamiento (kg/cm <sup>2</sup> )		
	Viga estructural	Diseño por flexión y compresión (kg/cm <sup>2</sup> )		
<b>V. Dependientes Servicio de agua potable</b>	Método de crecimiento WAPPAUS	Crecimiento de la población	Cuantitativa.	Discreta.
	INEI			
	Dotación de diseño	Caudal (m <sup>3</sup> /s)		
	Consumo y demanda			

Fuente: Elaboración propia



## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1 Enfoque**

El enfoque de la presente investigación será cuantitativo, debido a se aplicó la recolección de datos para la verificación de una hipótesis estableciendo patrones de comportamiento, teniendo como fuentes el reglamento nacional de edificaciones, INEI, ACI 350, etc. (Hernández Sampieri, Baptista, & Fernández, 2010)

De modo que será cuantitativo porque se recolecto datos de distintas fuentes para posteriormente analizar el comportamiento estructural del reservorio.

##### **3.1.2 Alcance o nivel**

El alcance de la presente investigación será correlación, debido que trata de medir el grado de relación significativa entre 2 o más variables, para de esta manera entender el comportamiento de la variable dependiente a partir de la información de la variable independiente. (Hernandez, 2014).

De modo que será correlación porque pretende hallar el análisis y diseño estructural de un reservorio de agua apoyado.

##### **3.1.3 Diseño**

El diseño de la presente investigación será no experimental, debido a que trata de describir variables para analizar la interrelación en una situación específica, de modo que para la presente tesis no se manipulo deliberadamente las variables (Hernandez, 2014).

De modo que será no experimental porque se utiliza parámetros y formulas establecidas por la norma ACI 350.

## **3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1 Población**

Según (Hernandez, 2014) el conjunto de personas o cosas para las cuales se da la respuesta al problema de investigación. Según el autor, la población es una colección de personas en torno al problema de investigación, para resolver el problema de investigación.

De modo que mi población será todos los reservorios de agua apoyado en el distrito de Amarilis, provincia y departamento de Huánuco.

### **3.2.2 Muestra**

Según (Hernandez, 2014) nos menciona que la muestra son subconjunto representativos y finitos el cual pertenece a una población, de manera que la presente investigación se llevara a cabo mediante una muestra representativa debido a que sus características son semejantes a las de un conjunto.

De modo que mi muestra será el reservorio de agua apoyado de 0.5m<sup>3</sup>, ubicado en el centro poblado Matibamba en el distrito de Amarilis, provincia y departamento de Huánuco.

## **3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **3.3.1 Para la recolección de datos**

**Técnicas:** Para la recolección de datos se partió de la observación para obtener son las propiedades del suelo donde se ubica el proyecto se realizó una calicata, para los parámetros sísmicos de la zona y para posteriormente analizar la estructura según las normas de ACI se utilizó el reglamento nacional de edificaciones (RNE) el cual nos brindan estos parámetros necesarios para el análisis.

**Tabla 9**  
*Ensayos de Laboratorio*

ENSAYO	NORMA APLICABLE	PROPÓSITO DEL ENSAYO
Contenido de Humedad	NTP 339. 127	“Determinar el contenido de humedad natural de suelos y agregados”.
Análisis Granulométrico	NTP 339.128	“Determinar la distribución del tamaño de partículas del suelo”.
Límite Líquido	NTP 339.129	“Hallar el contenido de agua entre los estados del suelo”
Límite Plástico	NTP 339.129	“Hallar el contenido de agua entre los estados del suelo”.
Peso Específico Relativo de Sólidos de un Suelo	NTP 339.131	“Determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo”.
Corte Directo	NTP 339.171	“Determinar la resistencia al corte de una muestra consolidada y drenada, que nos permita obtener la cohesión y ángulo de fricción interna del suelo”.

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

**Instrumentos:** los instrumentos empleados para la recolección de datos en el presenta trabajo de investigación son los siguientes:

**1)Aparatos experimentales:**

Para calcular el Angulo de cohesión interna y la capacidad portante del suelo donde se plantea el diseño se empleará los siguientes equipos:

- ✚ Horno Eléctrico
- ✚ Balanza
- ✚ Juego de tamices
- ✚ Materiales de vidrio
- ✚ Copa de Casagrande
- ✚ Equipo de corte directo y accesorios
- ✚ Recipientes metálicos y accesorios
- ✚ Cazoletas

**2)Ficha de recolección de datos:**

Se utilizó diferentes fichas de recolección de datos para cada ensayo de mecánica de suelos, las cuales fueron elaboradas por el tesista, tal como se muestra a continuación:

**Figura 6**  
Análisis Granulométrico por tamizado

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO					
FICHA DE RECOLECCION DE DATOS					
	<b>TESIS:</b> PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN RESERVORIO APLICANDO EL SOFTWARE SAP2000 PARA EL SERVICIO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE MATIBAMBA, AMARILIS-2021				
<b>TESISTA:</b>		BACH. SANTOS HUAMAN CRISTIAN FERNANDO			
<b>UBICACIÓN:</b>		CENTRO POBLADO DE MATIBAMBA, AMARILIS			
<b>FECHA:</b>					
<b>ENSAYO:</b>		ANÁLISIS GRANULOMETRICO DEL SUELO			
<b>CALICATA:</b>					
<b>NTP:</b>		339.128			
<b>TAMIZ</b>	<b>DIAMETRO (mm)</b>	<b>PESO RETENIDO(gr)</b>	<b>RETENIDO PARCIAL(%)</b>	<b>RETENIDO ACUMULADO(%)</b>	<b>QUE PASA(%)</b>
3"	76.2				
1 1/2"	38.1				
1"	25.4				
3/4"	19.05				
1/2"	12.7				
3/8"	9.525				
N°4	4.76				
N°10	2				
N°16	1.3				
N°30	0.59				
N°40	0.426				
N°50	0.297				
N°60	0.25				
N°100	0.149				
N°200	0.074				
<b>CAZOLETA</b>					
<b>TOTAL</b>					

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 7**  
Contenido de humedad

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO						
FICHA DE RECOLECCION DE DATOS						
	<b>TESIS:</b> PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN RESERVORIO APLICANDO EL SOFTWARE SAP2000 PARA EL SERVICIO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE MATIBAMBA, AMARILIS-2021					
<b>TESISTA:</b>		BACH. SANTOS HUAMAN CRISTIAN FERNANDO				
<b>UBICACIÓN:</b>		CENTRO POBLADO DE MATIBAMBA, AMARILIS				
<b>FECHA:</b>						
<b>ENSAYO:</b>		CONTENIDO DE HUMEDAD				
<b>CALICATA:</b>						
<b>NTP:</b>		339.127				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M-01</b>	<b>M-02</b>	<b>M-03</b>	<b>M-04</b>	<b>M-05</b>	<b>PROMEDIO</b>
Peso de Bandeja						
Peso natural húmedo + bandeja						
Peso natural seco + bandeja						
Peso natural húmedo						
Peso natural seco						
Contenido de Humedad						

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 8**  
Peso específico del suelo

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO					
FICHA DE RECOLECCION DE DATOS					
	TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN RESERVORIO APLICANDO EL SOFTWARE SAP2000 PARA EL SERVICIO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE MATIBAMBA, AMARILIS-2021				
TESISTA:	BACH. SANTOS HUAMAN CRISTIAN FERNANDO				
UBICACIÓN:	CENTRO POBLADO DE MATIBAMBA, AMARILIS				
FECHA:					
ENSAYO:	LÍMITE LÍQUIDO				
CALICATA:					
NTP:	339.129				
DESCRIPCIÓN	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05
Peso del tarro (gr)					
Peso del tarro + suelo húmedo (gr)					
Peso del tarro + suelo seco (gr)					
Peso del suelo húmedo (gr)					
Número de golpes					
Contenido de Humedad (%)					
LÍMITE LÍQUIDO (%)					

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 9**  
Limite Plástico

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO					
FICHA DE RECOLECCION DE DATOS					
	TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN RESERVORIO APLICANDO EL SOFTWARE SAP2000 PARA EL SERVICIO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE MATIBAMBA, AMARILIS-2021				
TESISTA:	BACH. SANTOS HUAMAN CRISTIAN FERNANDO				
UBICACIÓN:	CENTRO POBLADO DE MATIBAMBA, AMARILIS				
FECHA:					
ENSAYO:	LÍMITE PLASTICO				
CALICATA:					
NTP:	339.130				
DESCRIPCIÓN	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05
Peso del tarro (gr)					
Peso del tarro + suelo húmedo (gr)					
Peso del tarro + suelo seco (gr)					
Peso del suelo húmedo (gr)					
Peso del suelo seco (gr)					
LÍMITE PLASTICO (%)					

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 10**  
Ficha de Peso Específico

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO					
FICHA DE RECOLECCION DE DATOS					
	<b>TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN RESERVORIO APLICANDO EL SOFTWARE SAP2000 PARA EL SERVICIO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE MATIBAMBA, AMARILIS-2021</b>				
<b>TESISTA:</b>	BACH. SANTOS HUAMAN CRISTIAN FERNANDO				
<b>UBICACIÓN:</b>	CENTRO POBLADO DE MATIBAMBA, AMARILIS				
<b>FECHA:</b>					
<b>ENSAYO:</b>	PESO ESPECIFICO				
<b>CALICATA:</b>					
<b>NTP:</b>	339.131				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>M-01</b>	<b>M-02</b>	<b>M-03</b>	<b>M-04</b>	<b>M-05</b>
Peso del recipiente + muestra húmeda (gr)					
Peso del recipiente + muestra seca (gr)					
Peso del recipiente (gr)					
Peso del recipiente (gr)					
Volumen recipiente (gr)					
<b>RESULTADOS</b>					
Peso de la muestra húmeda (gr)					
Peso de la muestra seca (gr)					
Peso del agua (gr)					
Peso específico de la muestra húmeda (gr/m3)					
Peso específico de la muestra seca (gr/m3)					
Humedad (%)					

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2 Para la presentación de datos

Según (Hernandez, 2014) Asegura que la presentación de datos se apoya en enseñar la información clara y concisa; siendo primordial que los datos estén organizados de forma que se posibilite la asimilación y presentación de una manera sencilla.

Los instrumentos utilizados para la presentación de datos:

- Software estructural SAP2000
- Software AUTOCAD
- Software de Microsoft Office
- American Concrete Institute (ACI)
- Fuentes bibliográficas

Para calcular los parámetros sismorresistente , características , cargas dinámicas aplicadas al reservorio de estudio, se empleó el software Excel para el diseño, en donde esta hoja Excel se elaboró a partir del código de diseño ACI-350; para realizar el previo modelamiento del reservorio ose empleo el software AUTOCAD, con ayuda de este último programa y con el software SAP2000 se realizó el modelamiento exportando del software AUTOCAD al SAP2000, posteriormente se determinó los esfuerzo producidos por las distintas combinaciones de carga mediante una envolvente, y finalmente se calculó el acero necesario para el sistema de elementos estructurales presentes en el reservorio.

**Figura 11**  
*Para la presentación de datos*



Fuente: Elaboración propia.

### **3.3.3 Para el análisis e interpretación de los datos**

Para la interpretación de datos y el análisis se hizo uso del software de ingeniería SAP200, para la elaboración de los planos se usó el software AUTOCAD, también se utilizó software de escritorio como Excel y Word. Como primer punto se utilizó el software Excel, donde se programó para determinar valores numéricos ya de esta manera poder realizar las secuencias de cálculos, de modo que se halla la altura del

líquido, el diámetro interno del reservorio y la altura del muro, posteriormente el pre-dimensionamiento de la estructura.

Determinamos los parámetros sísmicos como el factor de zona, factor de uso, aceleración de respuesta espectral y factor de modificación de respuesta.

Determinamos las propiedades físicas del reservorio, como peso equivalente de los elementos estructurales, peso efectivo de las masas, altura del C.G, frecuencias de vibración, periodos de vibración, cortante basal, momento de flexión, aceleración vertical, etc.

Se hará el modelamiento, análisis estático, análisis dinámico y diseño de acero en el software estructural SAP2000 y finalmente se plasmará todo en un plano elaborado en AUTOCAD.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS

##### 4.1.1 Características generales

###### UBICACIÓN

Departamento: Huánuco

Provincia: Huánuco

Distrito: Amarilis

Centro poblado: Matibamba

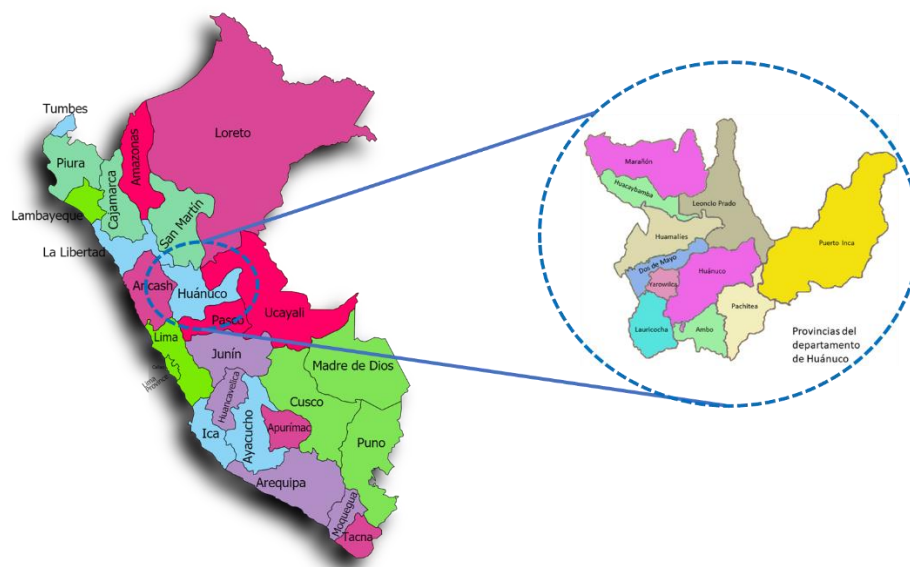
###### COORDENADAS GEOGRÁFICAS:

Latitud Sur: 10° 00' 28.2''S (10.00783)

Longitud Oeste: 76° 13' 10.74" W (76.21965)

###### UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA REGIÓN HUÁNUCO

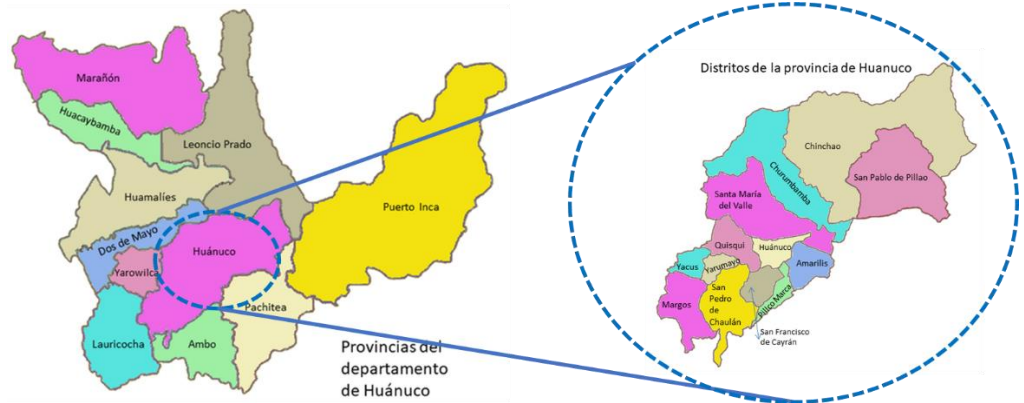
Figura 12  
*Ubicación geográfica de la región Huánuco*



Fuente: Elaboración propia.

###### UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA PROVINCIA HUÁNUCO

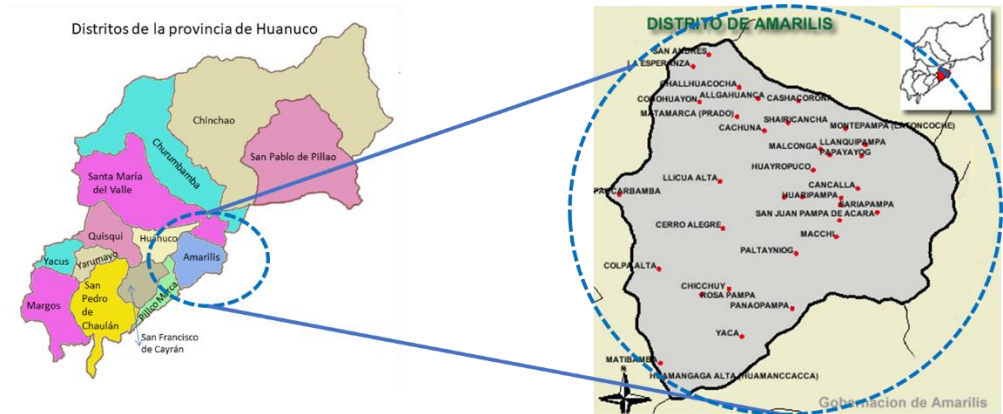
**Figura 13**  
Ubicación geográfica de la provincia Huánuco



Fuente: Elaboración propia.

## UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL DISTRITO DE AMARILIS

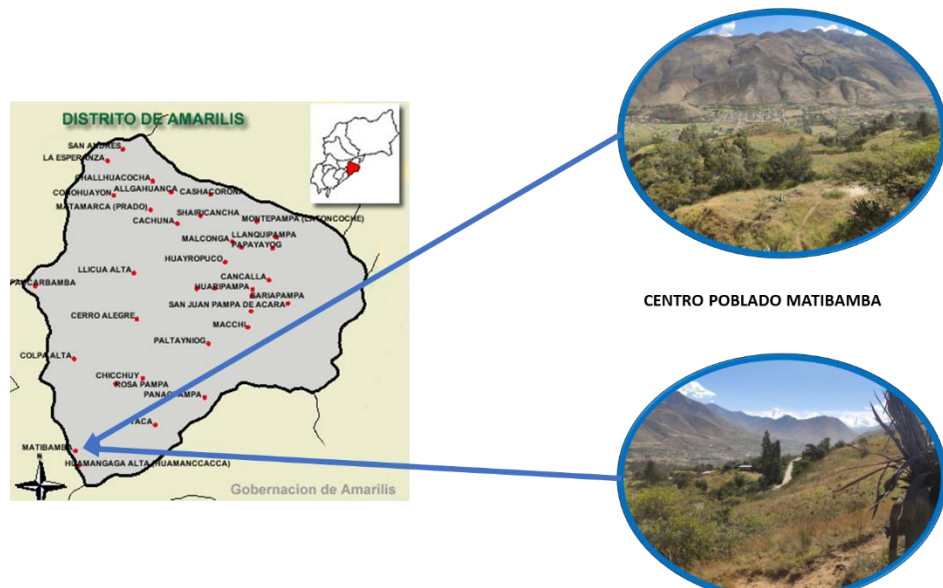
**Figura 14**  
Ubicación geográfica del distrito Amarilis



Fuente: Elaboración propia.

## UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL CENTRO POBLADO MATIBAMBA

**Figura 15**  
Ubicación geográfica del centro poblado Matibamba



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.2 Dimensionamiento del reservorio apoyado

**Tabla 10**  
Datos generales para el análisis y diseño del reservorio

<b>VOLUMEN DE AGUA A ALMACENAR</b>	V:	<b>75</b>	<b>M3</b>
<b>RESISTENCIA DE CONCRETO</b>	f <sub>c</sub> :	210	Kgf/cm <sup>2</sup>
<b>PESO DEL CONCRETO</b>	γ <sub>c</sub> :	2400	Kgf/m <sup>3</sup>
<b>ESFUERZO DE FLUENCIA DE ACERO</b>	f <sub>y</sub> :	4200	Kgf/m <sup>3</sup>
<b>PESO ESPECIFICO DE AGUA</b>	γ <sub>agua</sub> :	1000	Kgf/m <sup>3</sup>
<b>PESO ESPECIFICO DE SUELO</b>	γ <sub>s</sub> :	1600	Kgf/m <sup>3</sup>
<b>BORDE LIBRE DE AGUA</b>	bl:	0.05	m
<b>CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO</b>	q <sub>s</sub> :	1.95	Kgf/cm <sup>2</sup>
<b>ANGULO DE FRICCION DEL SUELO</b>	δ:	28	Grados sexagesimales
<b>LONGITUD DE ANCLAJE EN EL SUELO</b>	L <sub>a</sub> :	0.8	m
<b>MODULO DE ELASTICIDAD</b>	E <sub>c</sub> :	218819.789	Kgf/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la anterior tabla podemos apreciar las propiedades mecánicas y datos generales necesario o más relevantes para poder llevar a cabo el análisis y diseño del reservorio.

Con los datos anteriores iniciamos el cálculo de la altura del muro H<sub>w</sub>, el diámetro interno D y la altura del líquido HL.

Se planteará que para la población del centro poblado de Matibamba se ha de necesitar un reservorio con una capacidad igual a 75 m<sup>3</sup> de

agua para abastecer de agua potable a los poblares, con este dato partiremos para realizar el dimensionamiento del reservorio apoyado, entonces se tendrá:

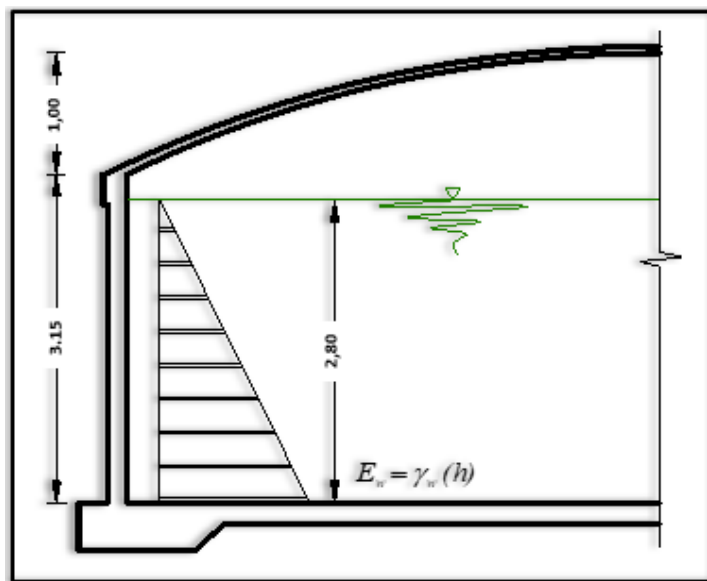
$$\text{Altura del liquido : } HL = 2.80 \text{ m}$$

$$\text{Diametro interno : } D = 6 \text{ m}$$

$$\text{Altura del muro : } Hw = 3.15 \text{ m}$$

$$\text{Flecha del domo: } Fd = 1 \text{ m}$$

**Figura 16**  
Dimensiones del reservorio apoyado



Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la anterior imagen podemos apreciar las dimensiones que se proponen para el diseño del reservorio como su altura del líquido, la forma la cual tendrá el reservorio, y la flecha del domo.

#### 4.1.3 Predimensionamiento de los elementos estructurales

Para realizar el predimensionamiento se utilizó la norma ACI 350-06 y las indicaciones dadas por el libro de Palomino (2015), para ellos se tendrán las siguientes resultantes:

$$\text{Espesor de muro : } Tw = 20 \text{ cm}$$

$$\text{Espesor del domo: } Td = 10 \text{ cm}$$

$$\text{Base de viga anular: } b = 35 \text{ cm}$$

$$\text{Altura de viga anular : } h = 30 \text{ cm}$$

*Espesor de la losa de fondo :  $h_s = 20 \text{ cm}$*

#### **4.1.4 Propiedades mecánica del reservorio**

Para seleccionar los factores presentes en el análisis dinámico del reservorio y para calcular las masas impulsivas, convectivas, y sus respectivas alturas según las recomendaciones que nos brinda Housner en su modelo mecánico, dado que estas fórmulas son empleadas y sugeridas por el ACI 350.3R el tomaremos como guía para nuestro cálculo introduciendo estos valores a una hoja Excel para calcular las propiedades mecánicas y otros datos necesarios para hallar estos parámetros.

#### **Pesos equivalentes de domo, muro, agua almacenada y losa de fondo**

*Peso de la cúpula :  $W_r = 7.45 \text{ Tn}$*

*Peso del muro:  $W_w = 25.71 \text{ Tn}$*

*Peso de losa de fondo :  $W_{L1} = 16.77 \text{ Tn}$*

*Peso de agua :  $W_L = 75 \text{ Tn}$*

#### **Coefficiente efectivo de masas**

$$\varepsilon = 0.69$$

#### **Peso impulsivo del líquido y peso convectivo**

- Peso impulsivo del agua

$$W_i = 39.4 \text{ Tn}$$

- Peso convectivo

$$W_c = 33.9 \text{ Tn}$$

#### **Altura al C.G de los elementos estructurales**

- Altura al C.G del muro

$$h_w = 1.32 \text{ m}$$

- Altura al C.G del domo

$$h_r = 3.56 \text{ m}$$

- Altura de los componentes convectivos e impulsivo (EBP)

A. Altura al C.G del componente impulsivo:  $h_i = 1.05 \text{ m}$

- B. Altura al C.G del componente convectivo:  $hc = 1.68 m$
- Altura al C.G de los componentes convectivos e impulsivo (IBP)
- A. Altura al C.G del componente impulsivo:  $hi' = 2.31 m$
- B. Altura al C.G del componente convectivo:  $hc' = 2.24 m$
- Frecuencia de la componente impulsiva
 
$$\omega_i = 599.39 \text{ rad/s}$$
- Frecuencia de la componente convectiva
 
$$\omega_c = 2.41 \text{ rad/s}$$
- Periodos de vibración de la componente impulsiva  $T_i$  y convectivo  $T_c$ 

$$T_i = 0.0105 s$$

$$T_c = 2.6024 s$$
- Coeficiente de respuesta sísmica

**Tabla 11**  
 Periodo  $T_i$  para el cálculo de  $C_i$

Periodo	Espectro
$T_i(s)$	$C_i$
0	0.6
0.03	0.6
0.05	0.6
0.1	0.6
0.15	0.6
0.2	0.6
0.25	0.6
0.3	0.6
0.35	0.6
0.4	0.6
0.45	0.6
0.5	0.6
0.55	0.6
0.6	0.6
0.65	0.572
0.7	0.531
0.8	0.465
0.9	0.413
1	0.372

<b>2</b>	0.186
<b>3</b>	0.124
<b>4</b>	0.093
<b>5</b>	0.074
<b>6</b>	0.062
<b>7</b>	0.053
<b>8</b>	0.047
<b>9</b>	0.041
<b>10</b>	0.037

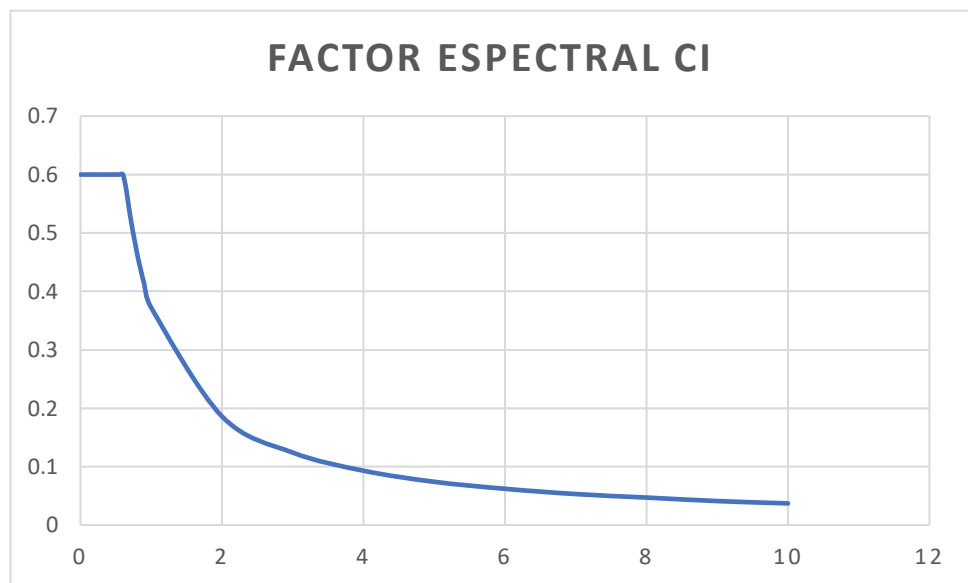
Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la anterior tabla podemos apreciar los valores obtenidos mediante una tabla Excel del Periodo  $T_i$  para el cálculo de  $C_i$ .

*Factor de amplificación espectral :  $C_i = 0.60$*

**Figura 17**

*Periodo de la vibración impulsiva versus factor espectral ( $T_i$  versus  $C_i$ )*



Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la anterior figura se aprecia un cuadro comparativo entre el Periodo de la vibración impulsiva versus factor espectral ( $T_i$  versus  $C_i$ ) resultado del factor del análisis.

**Tabla 12**

*Periodo  $T_c$ , para el cálculo de CC.*

<b>Periodo</b>	<b>Espectro</b>
<b><math>T_c(s)</math></b>	<b>CC.</b>
<b>0</b>	0.9
<b>0.05</b>	0.9

<b>0.1</b>	0.9
<b>0.15</b>	0.9
<b>0.2</b>	0.9
<b>0.25</b>	0.9
<b>0.3</b>	0.9
<b>0.35</b>	0.9
<b>0.4</b>	0.9
<b>0.45</b>	0.9
<b>0.5</b>	0.9
<b>0.55</b>	0.9
<b>0.6</b>	0.9
<b>0.65</b>	0.858
<b>0.7</b>	0.797
<b>0.8</b>	0.698
<b>0.9</b>	0.62
<b>1</b>	0.558
<b>2</b>	0.279
<b>3</b>	0.16
<b>4</b>	0.09
<b>4.42</b>	0.074
<b>5</b>	0.058
<b>6</b>	0.04
<b>7</b>	0.029
<b>8</b>	0.023
<b>9</b>	0.018
<b>10</b>	0.014

Fuente: Elaboración propia.

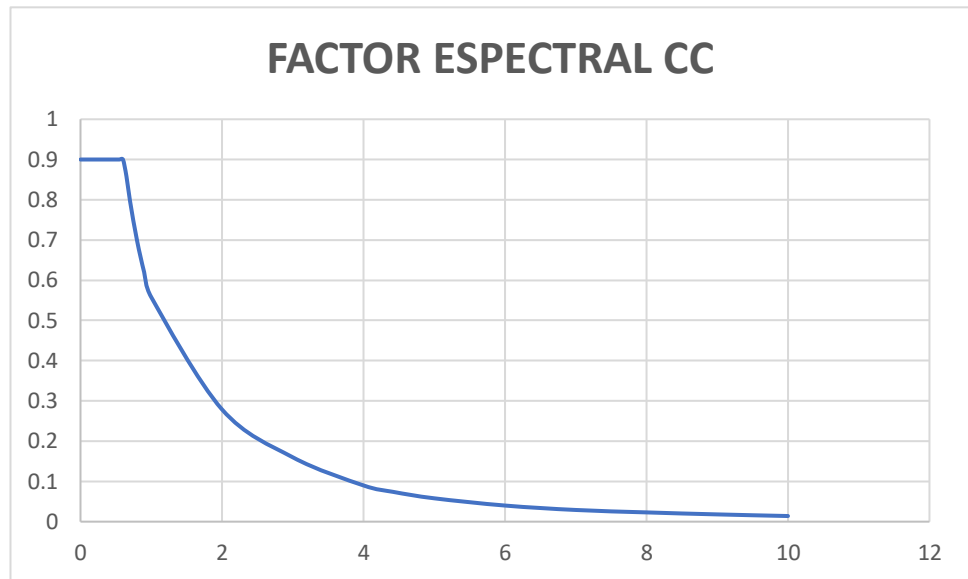
Nota: En la anterior tabla apreciamos Periodo Tc, para el cálculo de CC en donde desde un periodo de 0 seg hasta 10 seg .

*Factor de amplificación espectral :  $C_c = 0.279$*



**Figura 18**

Periodo de vibración impulsiva  $T_i$  versus factor espectral CC.



Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la anterior figura se aprecia un cuadro comparativo entre el Periodo de vibración impulsiva  $T_i$  versus factor espectral CC resultado del factor del análisis.

- *Fuerza lateral proporcionada por el muro:*

$$P_w = 97.43 \text{ Tn}$$

- *Fuerza lateral proporcionada por la cubierta:*

$$P_r = 19.37 \text{ Tn}$$

- *Fuerza lateral sobre la parte enterrada de la pared del reservorio debido a las presiones de la tierra:*

$$P_{eg} = 4.67 \text{ Tn}$$

- *Fuerza lateral proporcionada por la componente impulsiva:*

$$P_i = 14.75 \text{ Tn}$$

- *Fuerza lateral proporcionada por la componente convectiva:*

$$P_c = 11.83 \text{ Tn}$$

- *Cortante basal total*

$$V = 129.18 \text{ Tn}$$

- *Momento de flexión en la sección transversal del reservorio:*

$$M_b = 349.92 \text{ Tn.m}$$

- *Momento de vuelco en la base del reservorio*

$$M_b = 369.035 \text{ Tn.m}$$

- *Periodo natural de vibración del movimiento vertical:*

$$T_v = 0.03 \text{ S}$$

- *Factor de amplificación vertical:*

$$C_t = 0.60 \text{ g}$$

- *Presión hidronímica*

$$U_v = 0.250$$

1. *Presión hidrostática a nivel*

$$q_{hy} = 0 \text{ kg/m}^2$$

2. *Presión hidrostática en la base*

$$q_{hy} = 2800 \text{ kg/m}^2$$

3. *Presión hidrodinámica a nivel*

$$p_{hy} = 0 \text{ kg/m}^2$$

4. *Presión hidrodinámica en la base*

$$p_{hy} = 700 \text{ kg/m}^2$$

- *Cortante máximo tangencial*

$$q_{max} = 3751.534 \text{ kg/m}$$

- *Fuerza horizontal de la cubierta*

$$q_{max} = 803.44 \text{ kg/m}$$

- *Distribución lineal aportado por el muro*

$$P_{wy} = 8283 \text{ kg/m}$$

- *Distribución horizontal aportado por el muro*

$$p_{wy} = 879 \text{ kg/m}$$

- *Coefficientes de la ecuación lineal para SAP2000 ecuación (AX + BY + CZ + D)*

$$C = 0.00$$

$$D = 879$$

- *Distribución lineal aportado por la componente impulsiva*

1. *Presión a nivel:  $P_{iy} = 1800.81 \text{ kg/m}$*

2. *Presión en la base:  $P_{iy} = 12605.7 \text{ kg/m}$*

- *Distribución horizontal aportado por la componente impulsiva*

1. Presión a nivel:  $p_{iy} = 392.61 \text{ kg/m}$
2. Presión en la base:  $p_{iy} = 2748.33 \text{ kg/m}$
- Coeficientes de la ecuación lineal para SAP2000 ecuación (AX+BY+CZ+D)

$$C = -392.61$$

$$D = 2748.33$$

- Distribución lineal aportado por la componente convectiva

  1. Presión a nivel:  $P_{cy} = 3099.38 \text{ kg/m}$
  2. Presión en la base:  $P_{cy} = 1462.05 \text{ kg/m}$

- Distribución horizontal aportado por la componente convectiva

  1. Presión a nivel:  $P_{cy} = 228.57 \text{ kg/m}^2$
  2. Presión en la base:  $P_{cy} = 107.82 \text{ kg/m}^2$

- Coeficientes de la ecuación lineal para SAP2000 ecuación (AX+BY+CZ+D)

$$C = 20.78$$

$$D = 107.82$$

- Distribución horizontal aportada por la presión hidrostática

  1. Presión a nivel:  $q_{hy}=0.00 \text{ kg/m}^2$
  2. Presión en la base:  $q_{hy}=2800 \text{ kg/m}^2$

- Distribución horizontal aportada por la aceleración vertical

  1. Presión a nivel:  $p_{vy} = 0.00 \text{ kg/m}^2$
  2. Presión en la base:  $p_{vy} = 700 \text{ kg/m}^2$

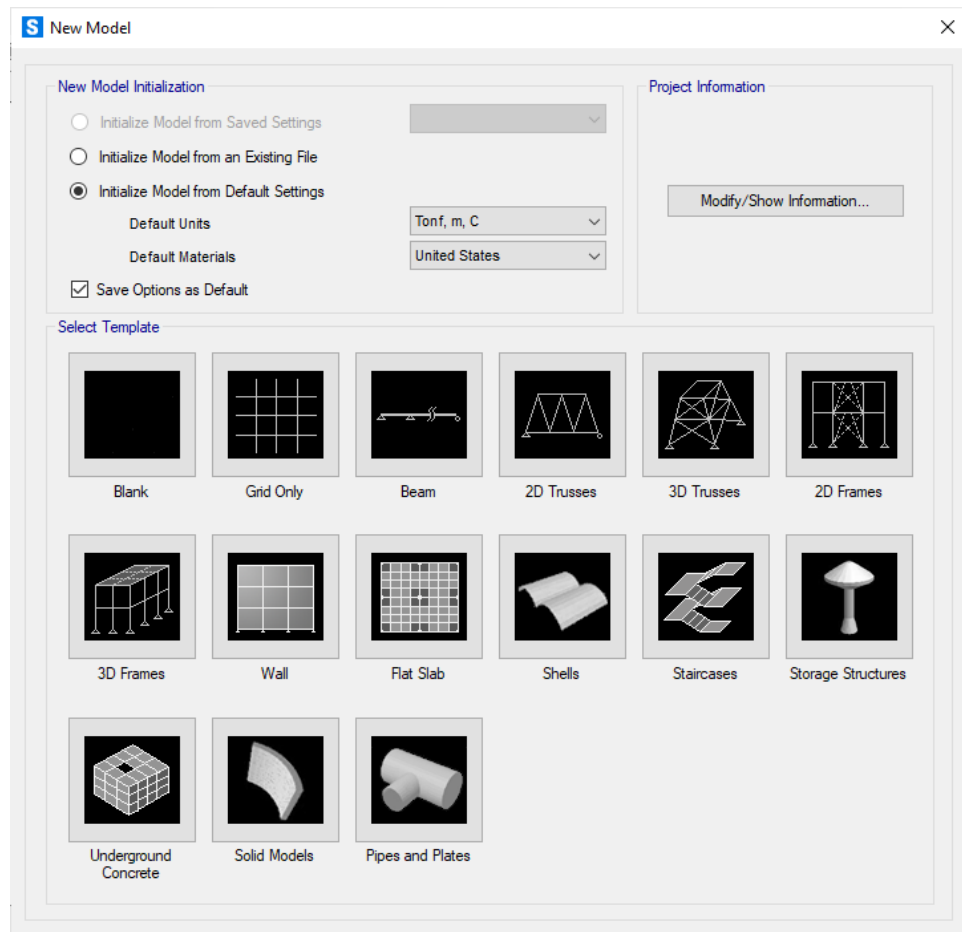
$$C = 250$$

$$D = 700$$

#### 4.1.5 Modelamiento y análisis estático del reservorio

Una vez que ya se obtuvo los parámetros de análisis y las dimensiones del reservorio se procede a modelarlo partiendo de crear un nuevo modelo en la opción New model/Shell

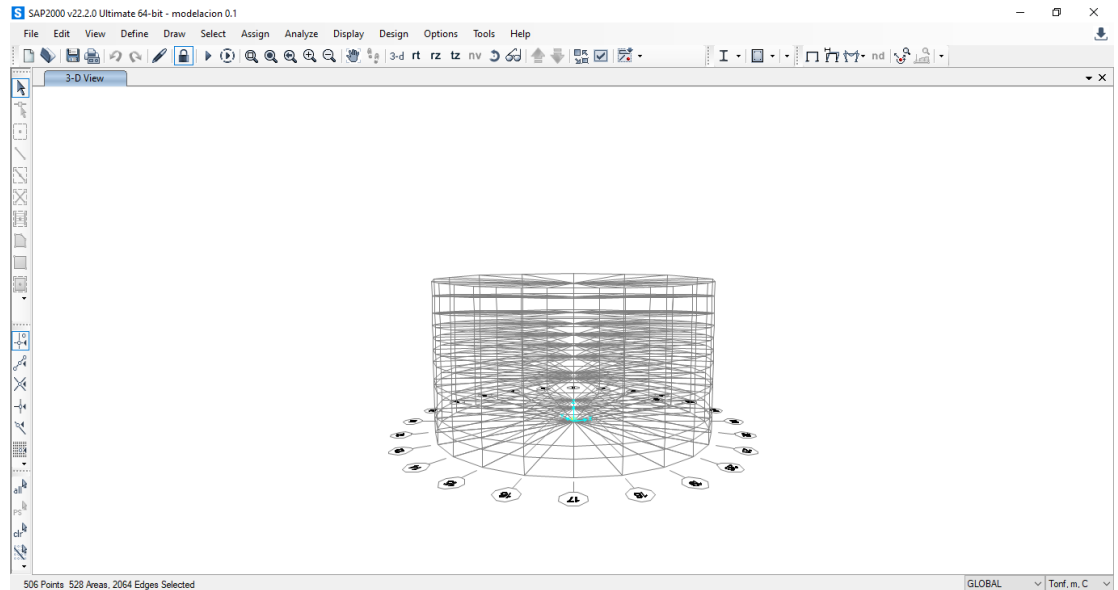
**Figura 19**  
Creación de un nuevo modelo en SAP2000



Fuente: Elaboración propia.

Definimos las grillas que nos ayudara a modelar el reservorio ya que la forma de este tipo de estructuras es un poco complicada su modelado en la parte del domo o cúpula, así que debemos tener el número de secciones y las dimensiones de esta misma.

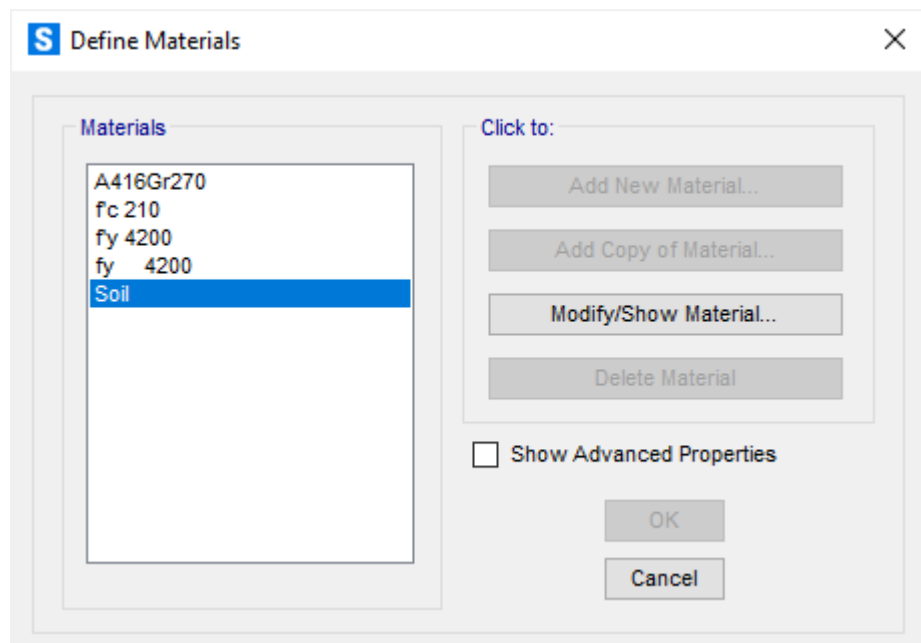
**Figura 20**  
Grillas del reservorio para el modelado en SAP2000



Fuente: Elaboración propia.

Una vez teniendo las grillas para el modelado, definiremos los materiales a utilizar para el reservorio.

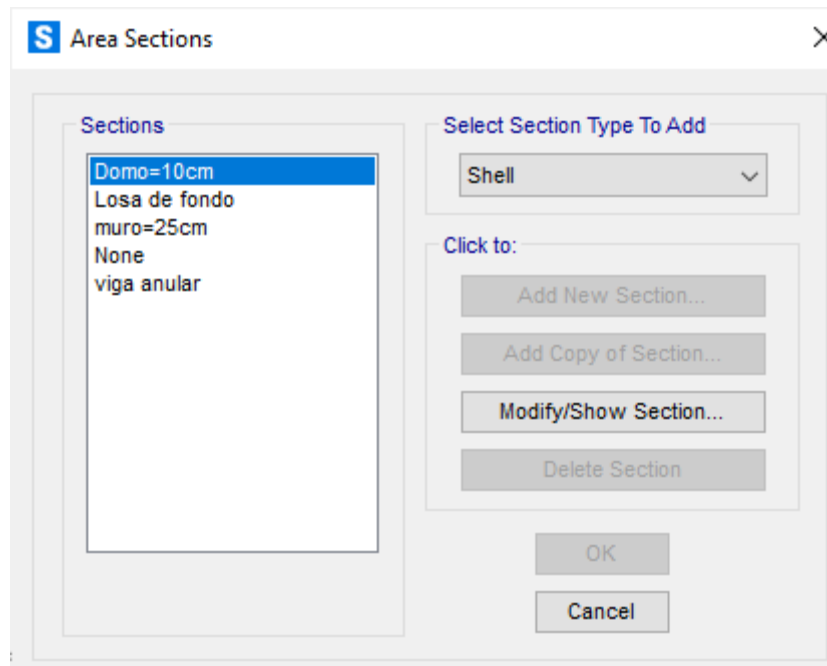
**Figura 21**  
Definir las propiedades de los materiales en SAP2000



Fuente: Elaboración propia.

Del mismo modo también definiremos los elementos estructurales que emplearemos en la opción Define/Sections properties/Area Sections.

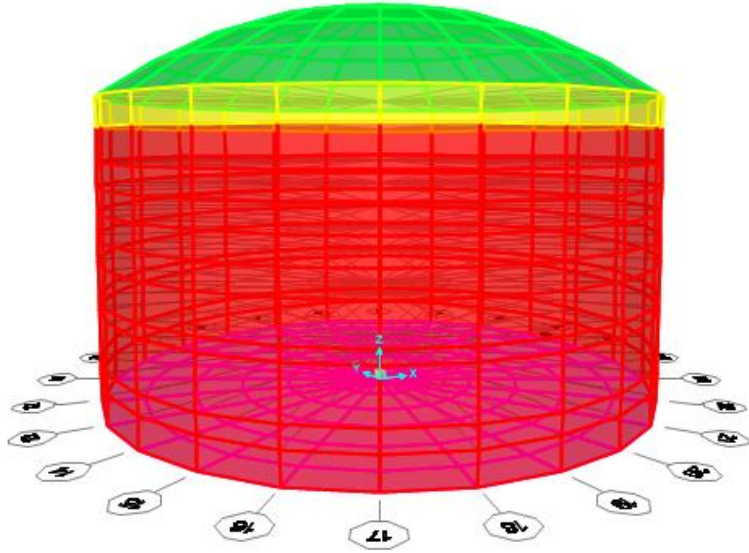
**Figura 22**  
*Definir las secciones de área en SAP2000.*



Fuente: Elaboración propia.

Una vez definido los elementos y los materiales procedemos a modelar la estructura

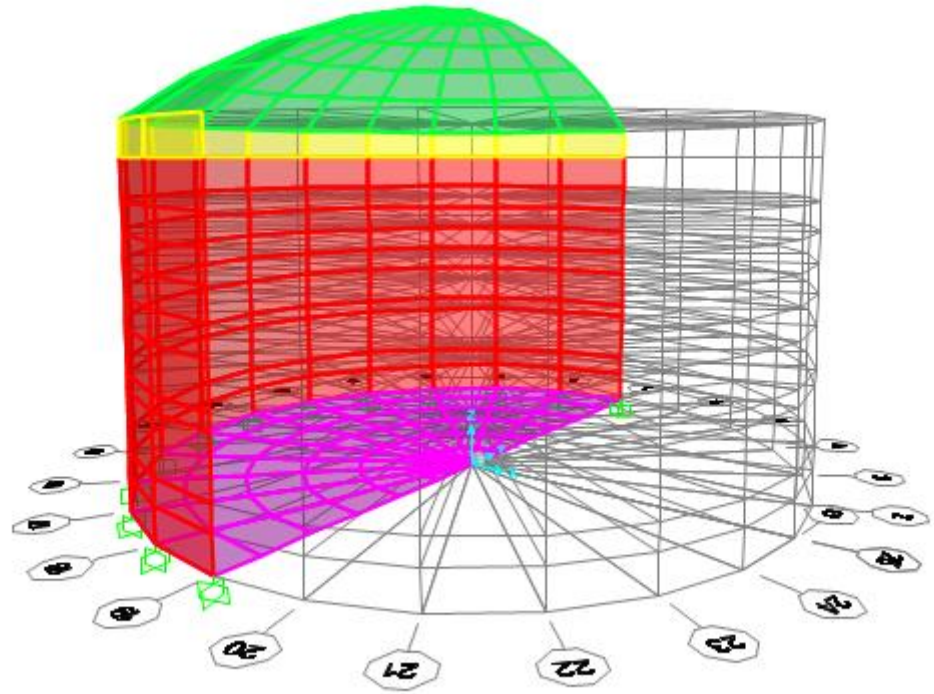
**Figura 23**  
*Modelamiento del reservorio en SAP2000.*



Fuente: Elaboración propia.

Asignaremos las restricciones de empotramiento aplicados en el nivel 0+00 de la base del reservorio.

**Figura 24**  
*Asignación de las restricciones en la losa de fondo*

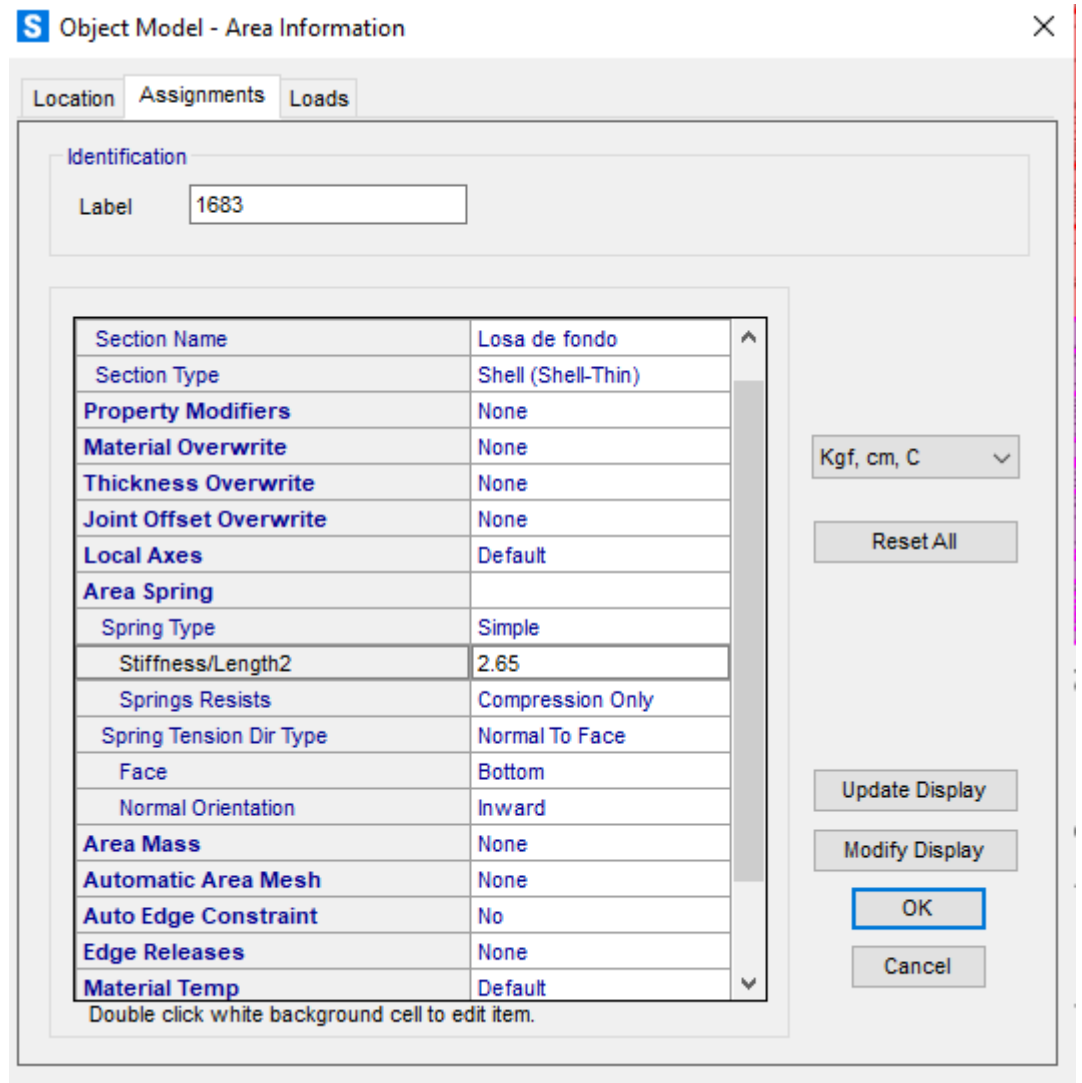


Fuente: Elaboración propia.

Asignaremos un coeficiente de balasto de  $2.65 \text{ kg/cm}^3$  a nuestro reservorio para el posterior análisis.



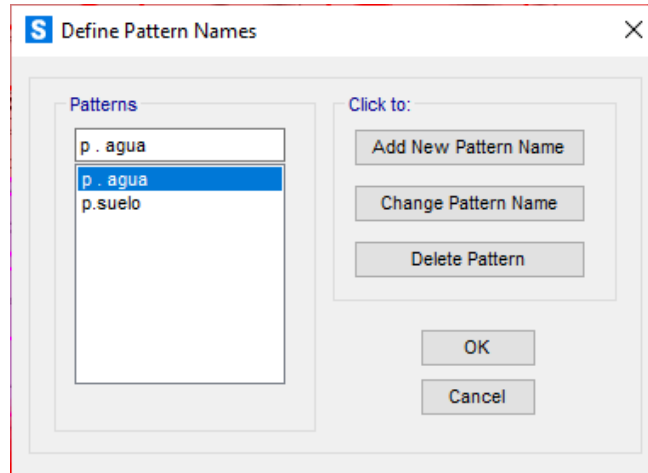
**Figura 25**  
*Asignar el coeficiente de balasto en la losa de fondo*



Fuente: Elaboración propia.

Definimos los patrones de presión de agua y de suelo que son aplicados en los muros

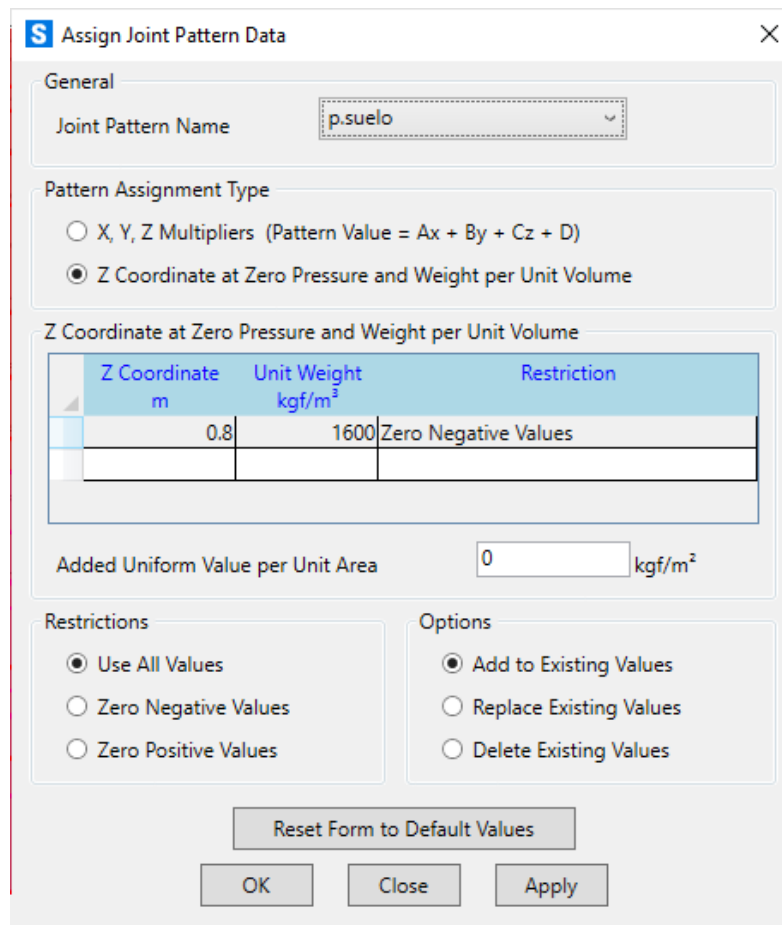
**Figura 26**  
Definir los patrones de presión



Fuente: Elaboración propia.

Una vez definido los patrones de presión de suelo, asignaremos la carga del suelo al reservorio para su posterior análisis

**Figura 27**  
Asignar la carga de suelo a los muros del reservorio



Fuente: Elaboración propia.

Luego transformamos esta presión en los nudos en una presión aplicada a las áreas del muro.

**Figura 28**  
*Presión del suelo actuante en el muro*

**S Assign Area Surface Pressure Loads** X

Load Pattern  
Load Pattern

Loaded Face  
 Top  
 Bottom  
 Edge  
Edge Face Number

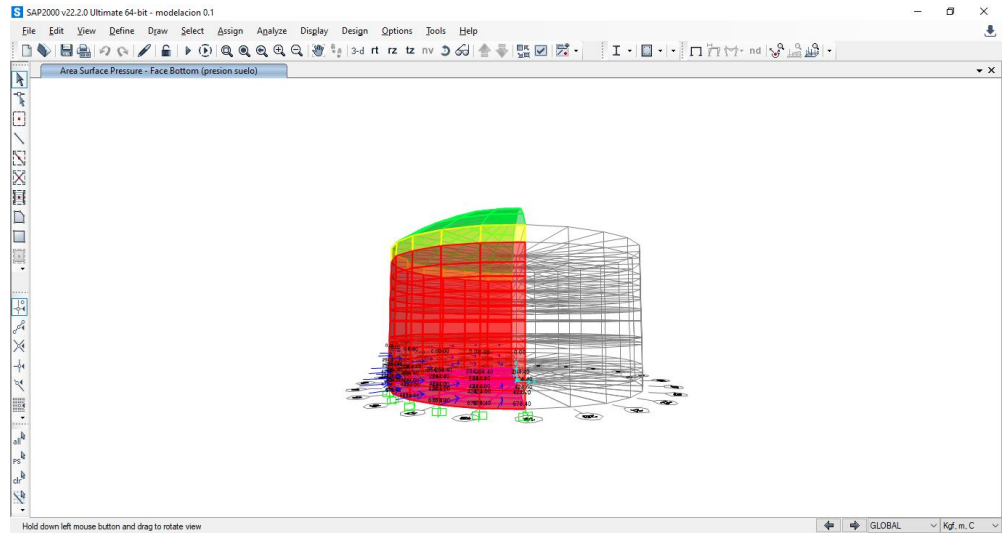
Pressure  
 By Element  
Pressure  kgf/m<sup>2</sup>  
 By Joint Pattern  
Joint Pattern   
Multiplier

Options  
 Add to Existing Loads  
 Replace Existing Loads  
 Delete Existing Loads

Reset Form to Default Values  
OK Close Apply

Fuente: Elaboración propia.

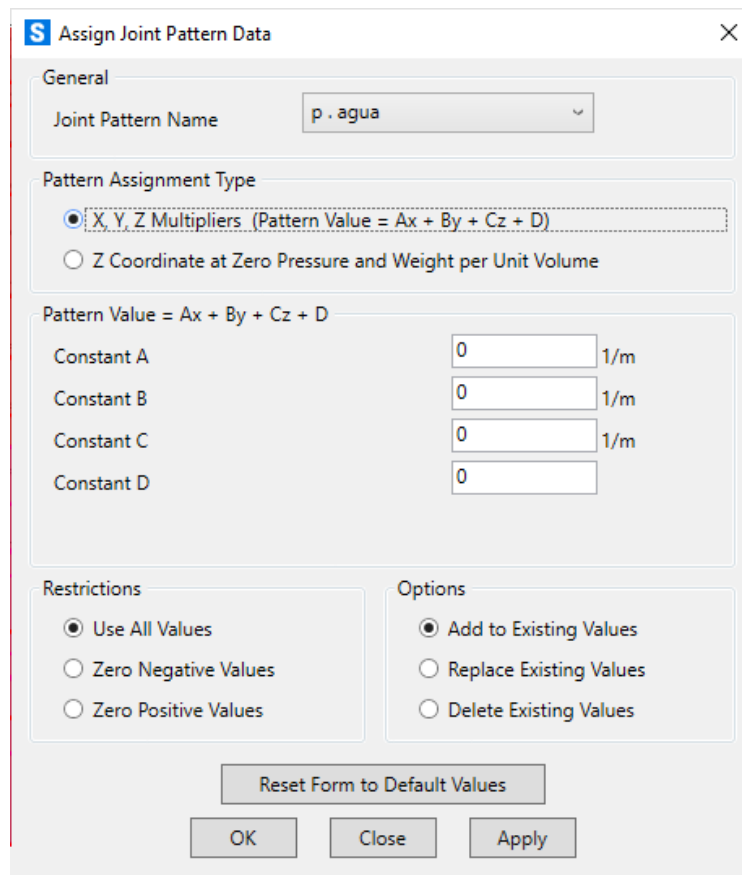
**Figura 29**  
*Presión actuante del suelo en la estructura*



Fuente: Elaboración propia.

Una vez definido los patrones de presión de agua, asignaremos la carga del agua al reservorio para su posterior análisis

**Figura 30**  
*Presión actuante del agua en el reservorio*



Fuente: Elaboración propia.

Luego transformamos esta presión en los nudos en una presión aplicada a las áreas del muro.

**Figura 31**  
*Presión actuante del agua*

S Assign Area Surface Pressure Loads

Load Pattern  
Load Pattern: presion agua

Loaded Face  
 Top  
 Bottom  
 Edge  
Edge Face Number: [ ]

Pressure  
 By Element  
Pressure: 1 kgf/m<sup>2</sup>  
 By Joint Pattern  
Joint Pattern: [ ]  
Multiplier: [ ]

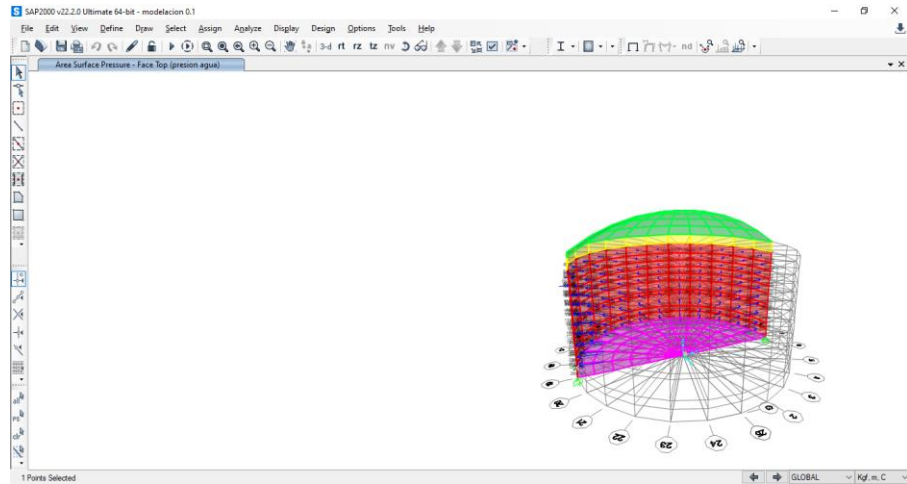
Options  
 Add to Existing Loads  
 Replace Existing Loads  
 Delete Existing Loads

Reset Form to Default Values

OK Close Apply

Fuente: Elaboración propia.

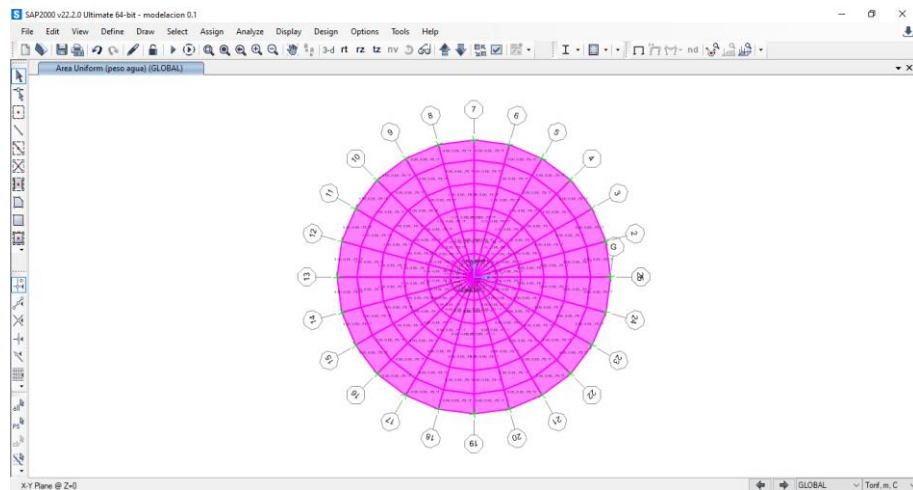
**Figura 32**  
*Presión actuante del agua en el reservorio*



Fuente: Elaboración propia.

Ahora asignaremos el peso del líquido a la losa del fondo , de esta manera ya tendremos todas las cargas que son originadas por el agua y el suelo.

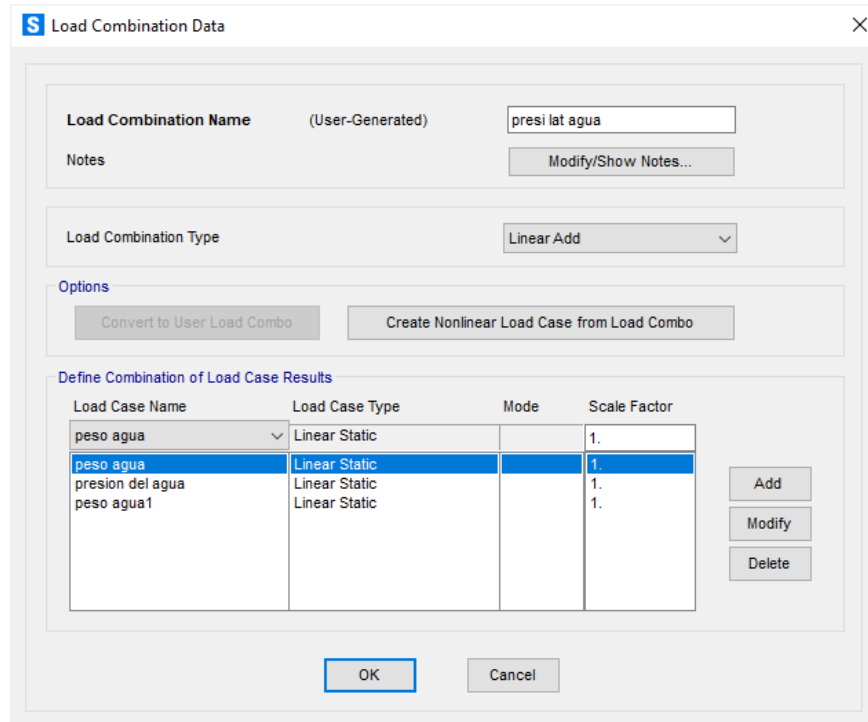
**Figura 33**  
*Añadir el peso del agua en la losa de fondo*



Fuente: Elaboración propia.

Crearemos una combinación la cual contenga la presión lateral que produce el agua y el peso del agua.

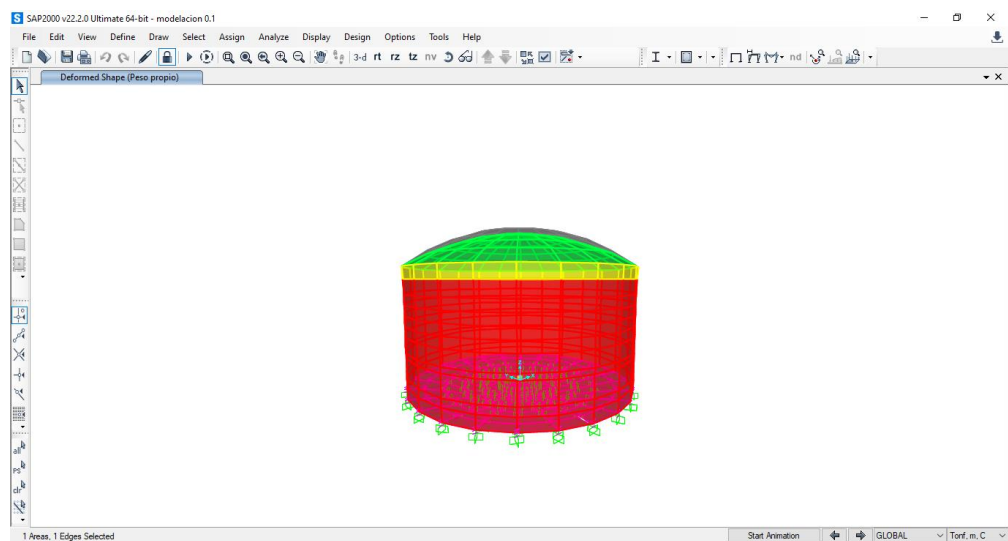
**Figura 34**  
Combinación de la presión lateral del agua



Fuente: Elaboración propia.

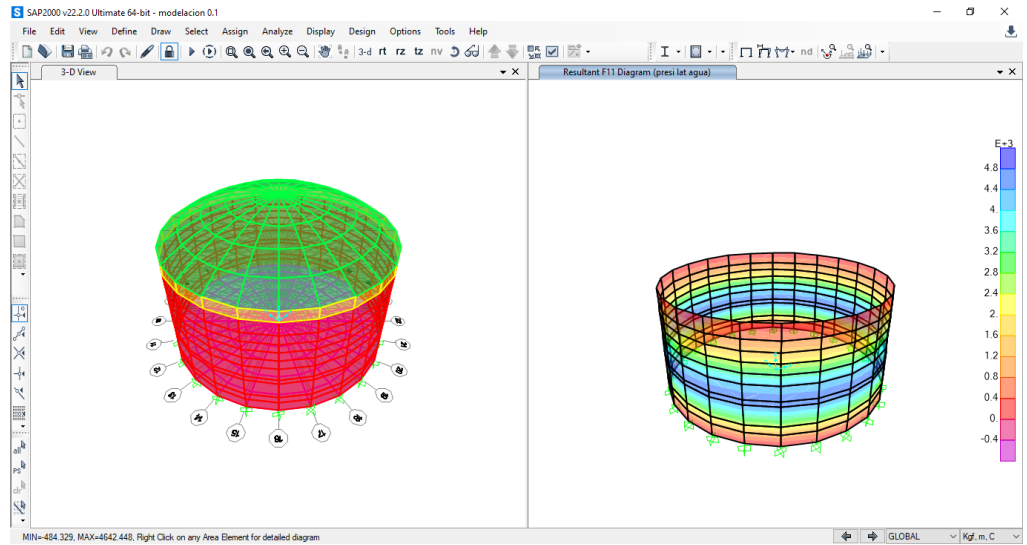
Ahora se procede a iniciar el análisis del reservorio en el programa SAP2000 para de esta manera poder comprobar la distribución de esfuerzos.

**Figura 35**  
Análisis estático del reservorio en SAP2000



Fuente: Elaboración propia.

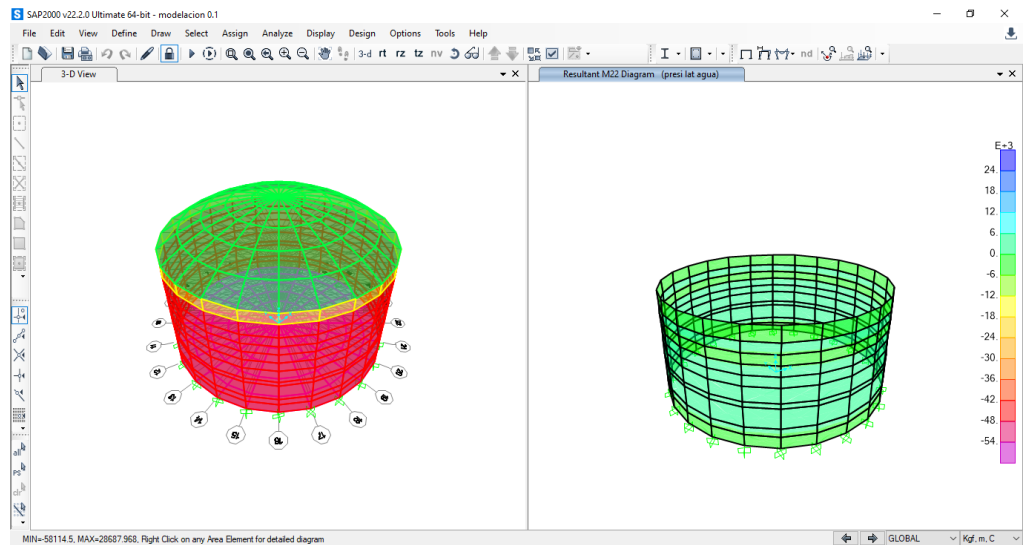
**Figura 36**  
Tensión anular en el muro



Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la anterior figura se observa la tensión anular que existe alrededor del muro del reservorio esto se ve reflejado en una tabla de valores a la izquierda de la imagen.

**Figura 37**  
Momento flector en el muro

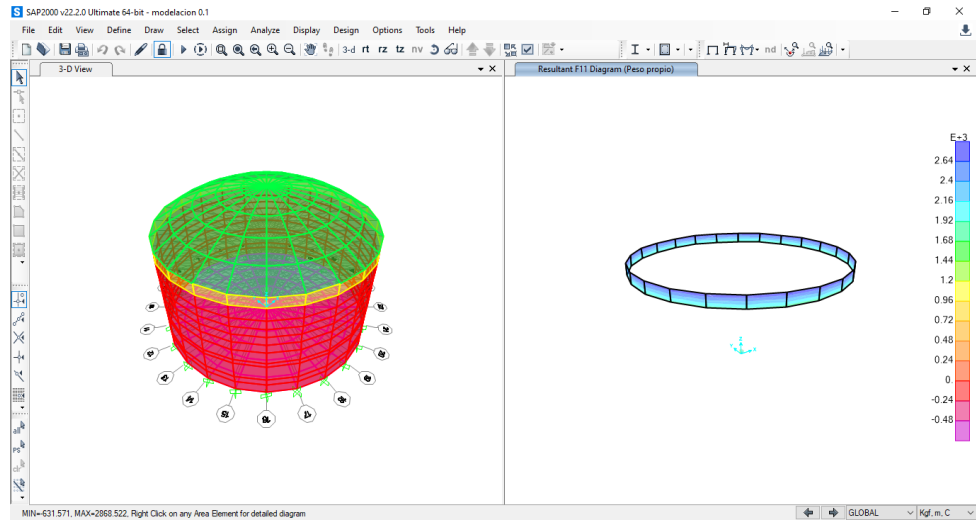


Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la anterior figura se observa el momento flector que existe alrededor del muro del reservorio esto se ve reflejado en una tabla de valores a la izquierda de la imagen.



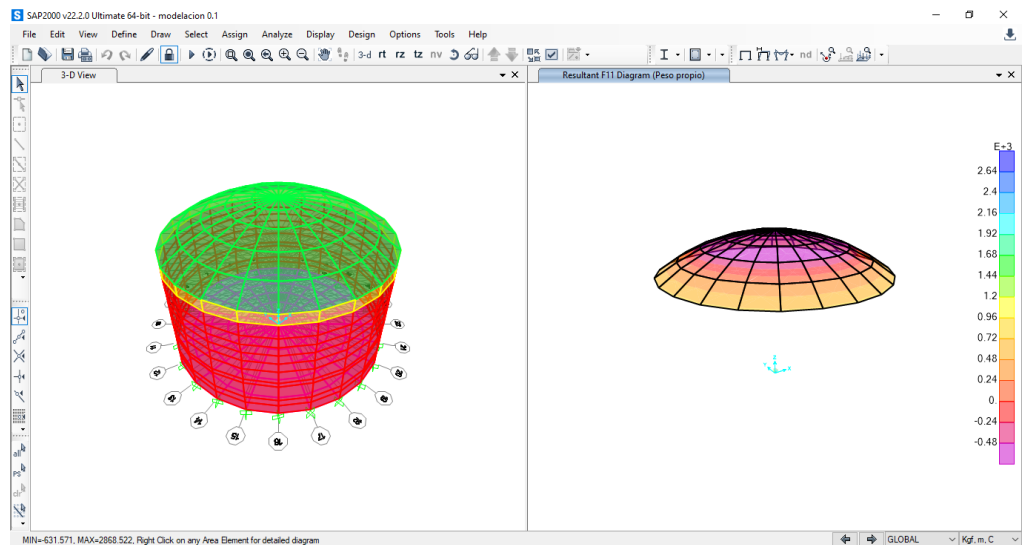
**Figura 38**  
Tensión anular en la viga anular



Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la anterior figura se observa la tensión anular que existe alrededor la viga anular del reservorio esto se ve reflejado en una tabla de valores a la izquierda de la imagen.

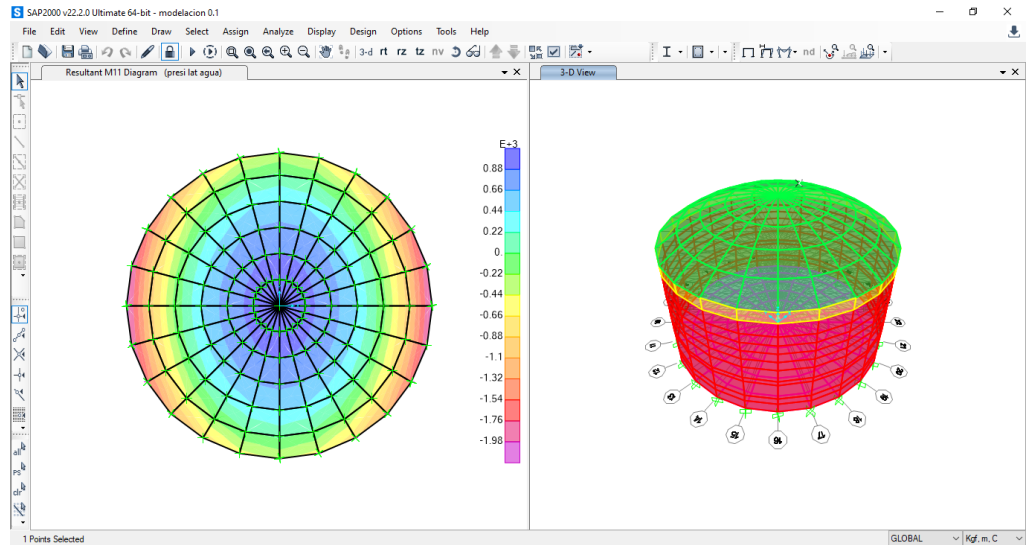
**Figura 39**  
Tensión anular en la cúpula



Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la anterior figura se observa la tensión anular que existe en la cúpula del reservorio esto se ve reflejado en una tabla de valores a la izquierda de la imagen .

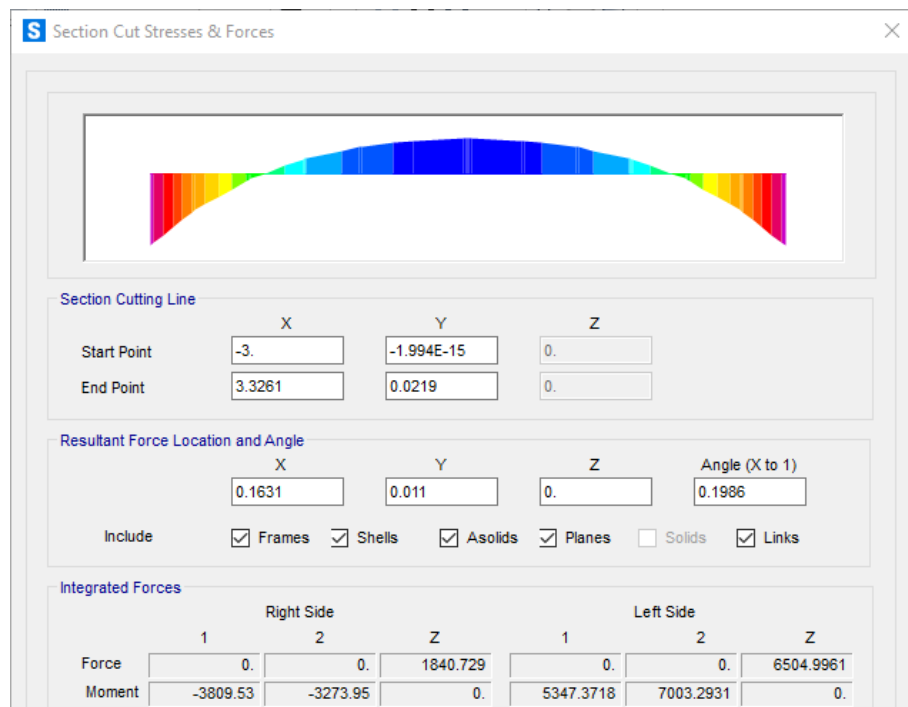
**Figura 40**  
Momento flector de la losa de fondo



Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la anterior figura se observa el momento flector que existe al fondo de la losa del reservorio esto se ve reflejado en una tabla de valores a la izquierda de la imagen .

**Figura 41**  
Sector de diagrama de momento flector en la losa de fondo



Fuente: Elaboración propia.

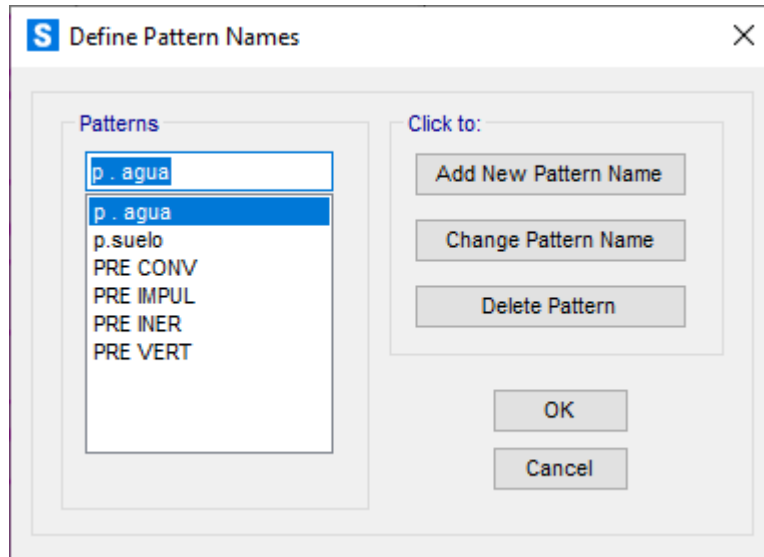
Nota: En la anterior figura se observa el diagrama de momento flector en la losa de fondo ubicada en el centro del reservorio .

#### 4.1.6 Análisis dinámico del reservorio

Para el análisis dinámico partiremos por definir los patrones de carga para la presión impulsiva, inercial, vertical y convectiva.

Figura 42

Definimos los patrones para la presión impulsiva, convectiva, inercial y vertical

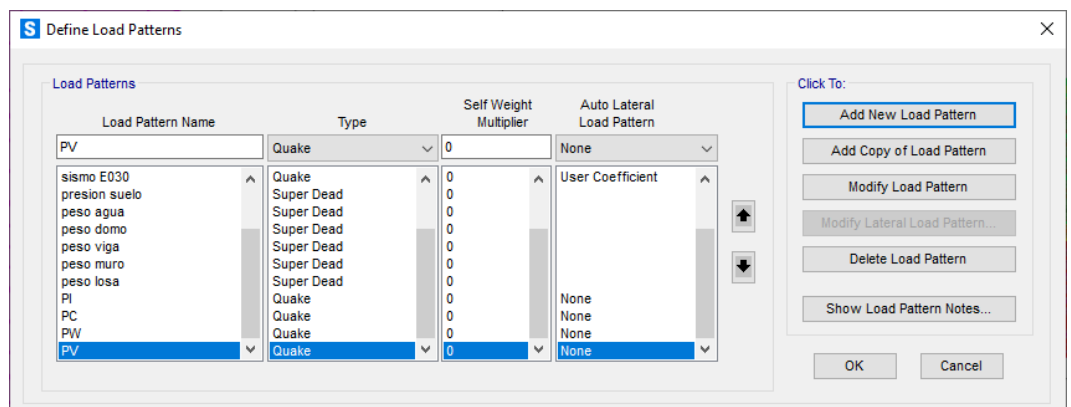


Fuente: Elaboración propia.

Ahora definimos los patrones de carga para las presiones convectiva, impulsiva, inercial y la presión vertical.

Figura 43

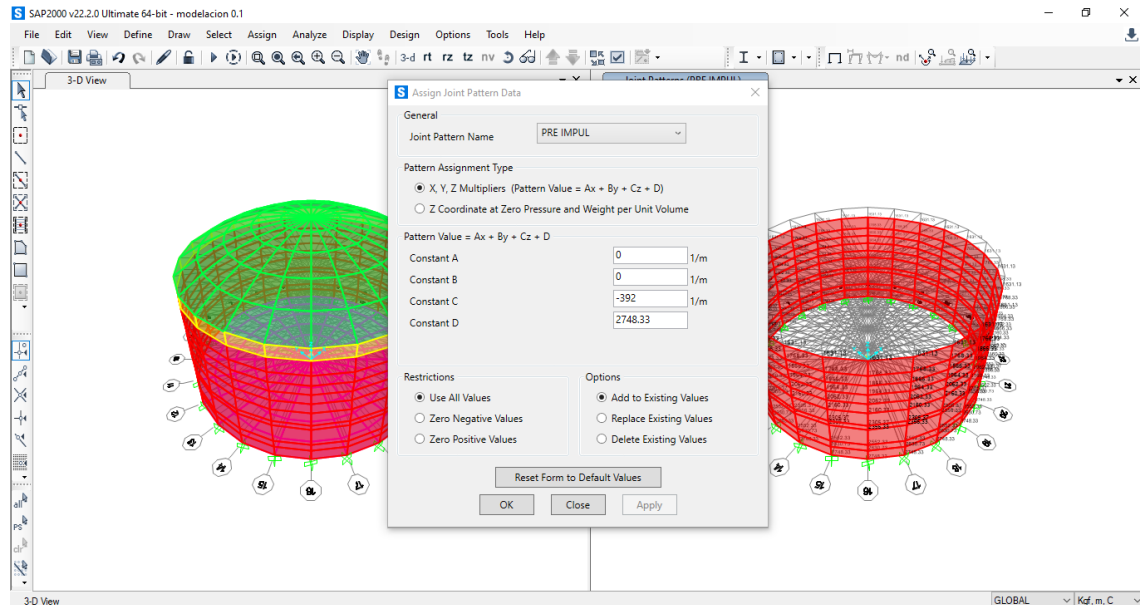
Definimos los patrones de carga para las presiones convectiva, impulsiva, inercial y vertical



Fuente: Elaboración propia.

Asignamos el patrón de carga lateral ubicada en los nudos teniendo en cuenta la altura del líquido 2.8 metros en contacto con pared del muro y así poder asignar la presión que le corresponde.

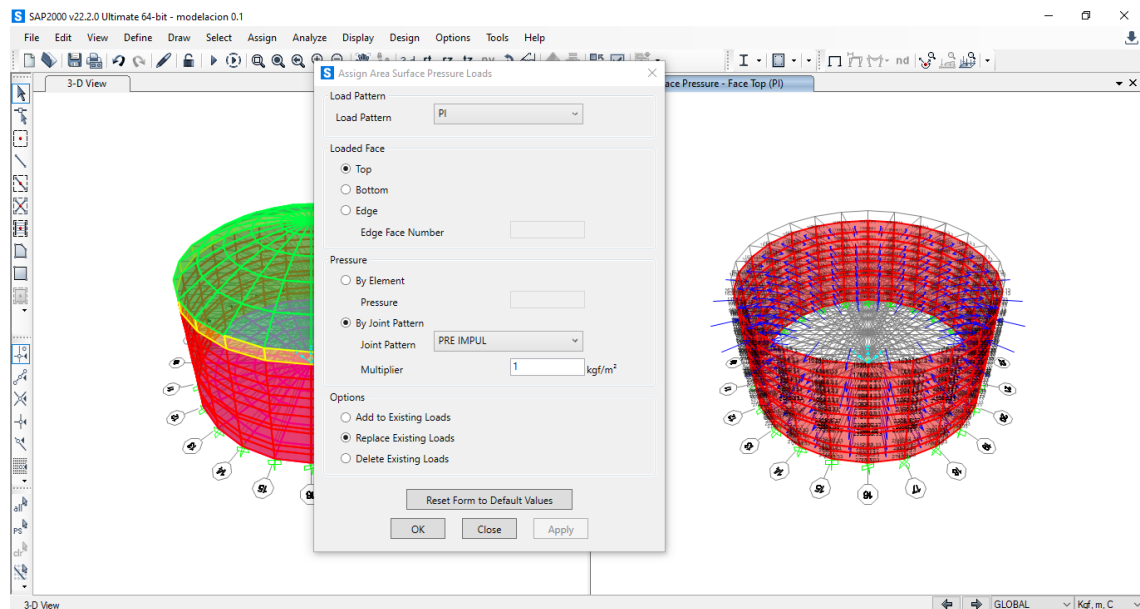
**Figura 44**  
Carga lateral de la presión impulsiva en los nudos



Fuente: Elaboración propia.

Transformamos la presión impulsiva anteriormente asignada en una presión de superficie.

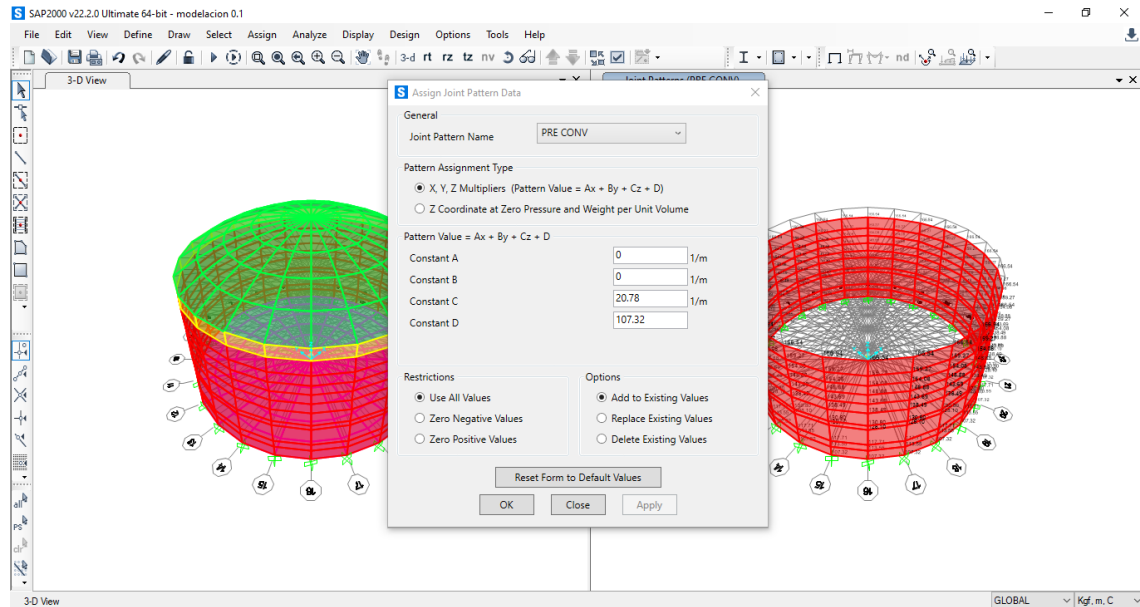
**Figura 45**  
Presión impulsiva de superficie en el muro del reservorio



Fuente: Elaboración propia.

Asignamos el patrón de carga de lateral de la presión convectiva en los nudos del reservorio teniendo en cuenta la altura del líquido 2.8 metros.

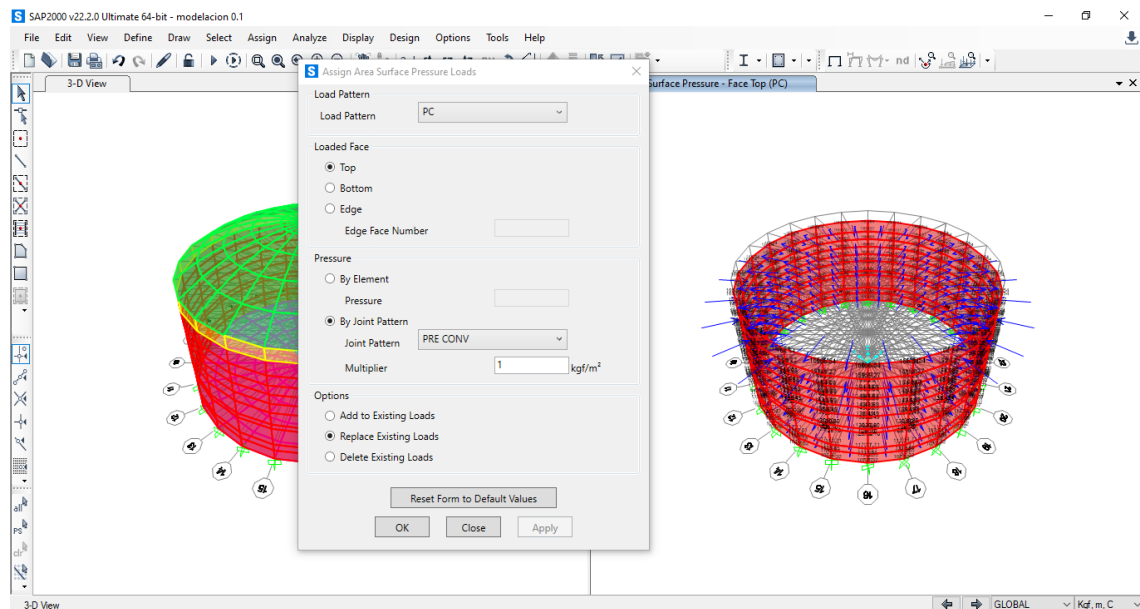
**Figura 46**  
Presión convectiva en nudos



Fuente: Elaboración propia.

Transformamos la presión convectiva anteriormente asignada en una presión de superficie.

**Figura 47**  
Presión convectiva de superficie en el muro del reservorio

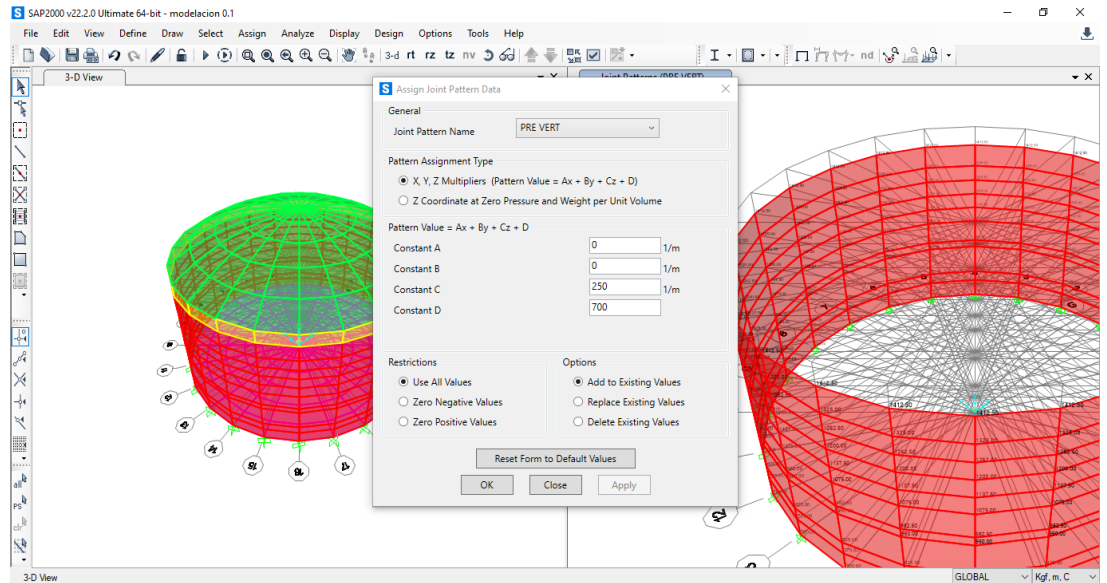


Fuente: Elaboración propia.

Asignaremos un patrón de carga lateral al reservorio esta carga de la presión por la aceleración estará aplicada a los nudos del reservorio

tiendo en cuenta la altura total del líquido del reservorio que es de 2.8 metros.

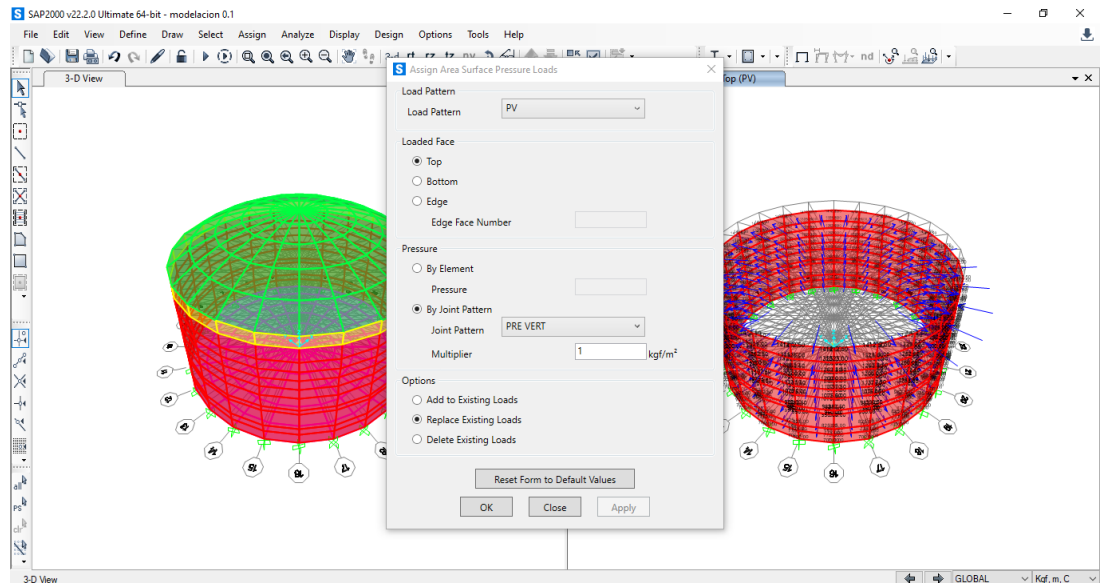
**Figura 48**  
*Carga lateral de la presión por aceleración vertical en nudos*



Fuente: Elaboración propia.

Transformamos la presión por aceleración vertical anteriormente asignada en una presión de superficie.

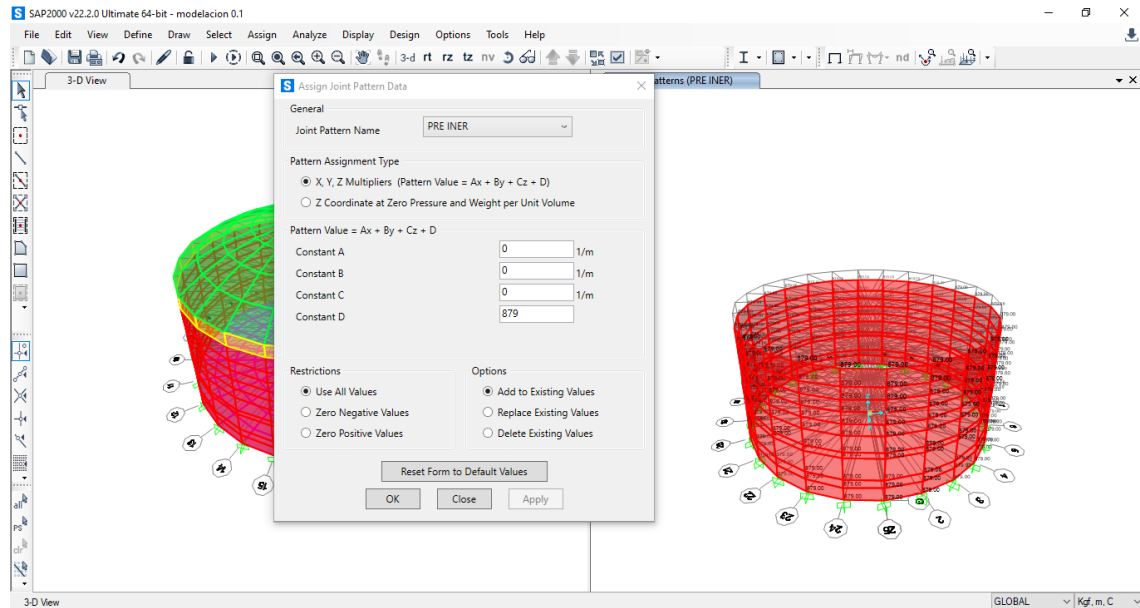
**Figura 49**  
*Presión por aceleración vertical de superficie en el muro del reservorio*



Fuente: Elaboración propia.

Asignaremos un patrón de carga lateral al reservorio esta carga de la presión por la aceleración estará aplicada a los nudos del reservorio teniendo en cuenta una altura al nivel del muro y la viga de 3.15 metros.

**Figura 50**  
*Carga lateral de la presión inercial en nudos*

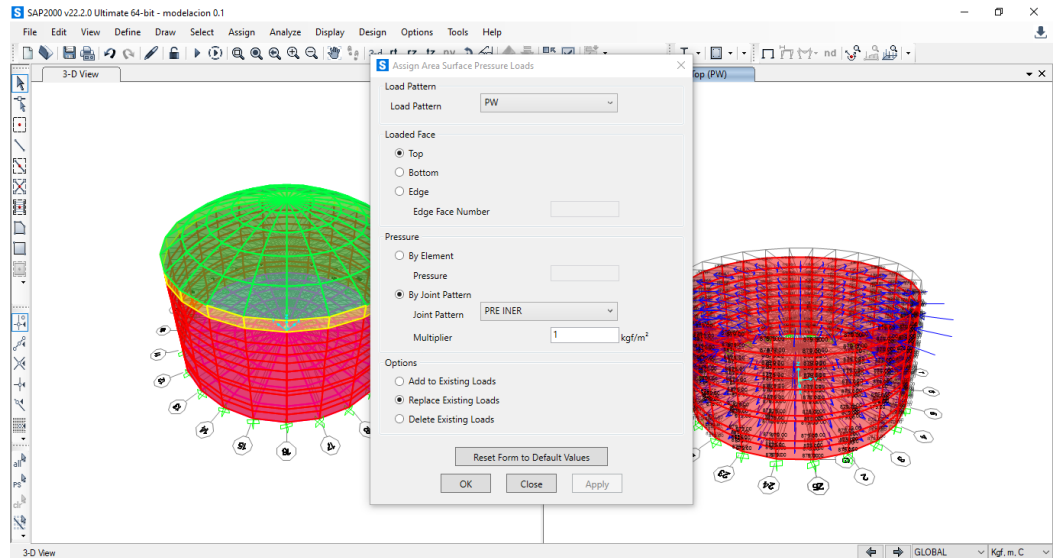


Fuente: Elaboración propia.

Transformamos la presión inercial en los nudos anteriormente asignada, en una presión de superficie.



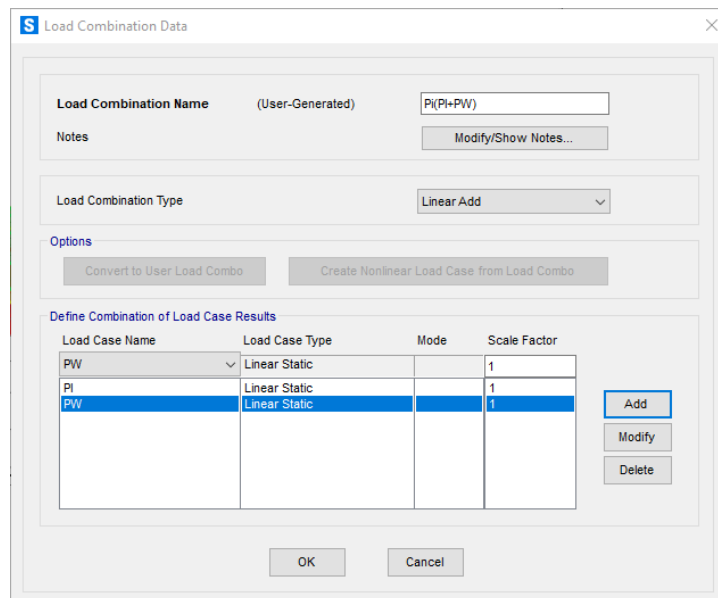
**Figura 51**  
Presión inercial de superficie en el muro del reservorio



Fuente: Elaboración propia.

En este punto del análisis crearemos una combinación de carga conformado por la presión impulsiva más la presión inercial.

**Figura 52**  
Combinación de la presión inercial y presión impulsiva

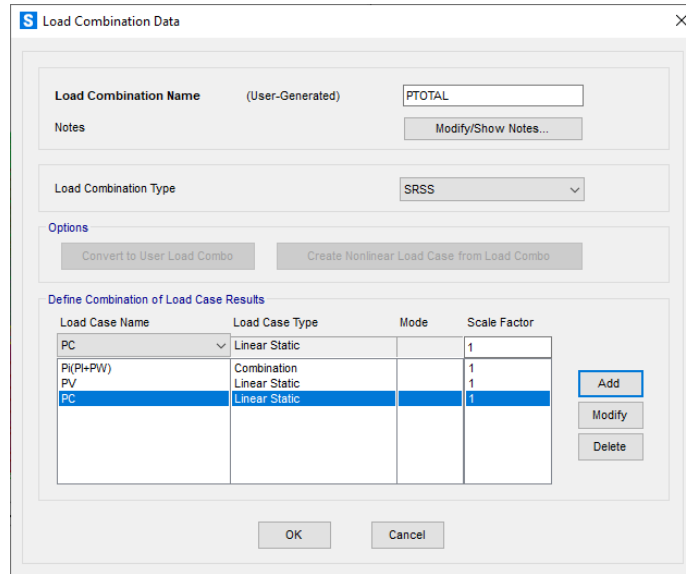


Fuente: Elaboración propia.

De igual forma que la anterior combinación crearemos una combinación las cuales estén conformadas por la presión convectiva, presión impulsiva y la presión inercial.



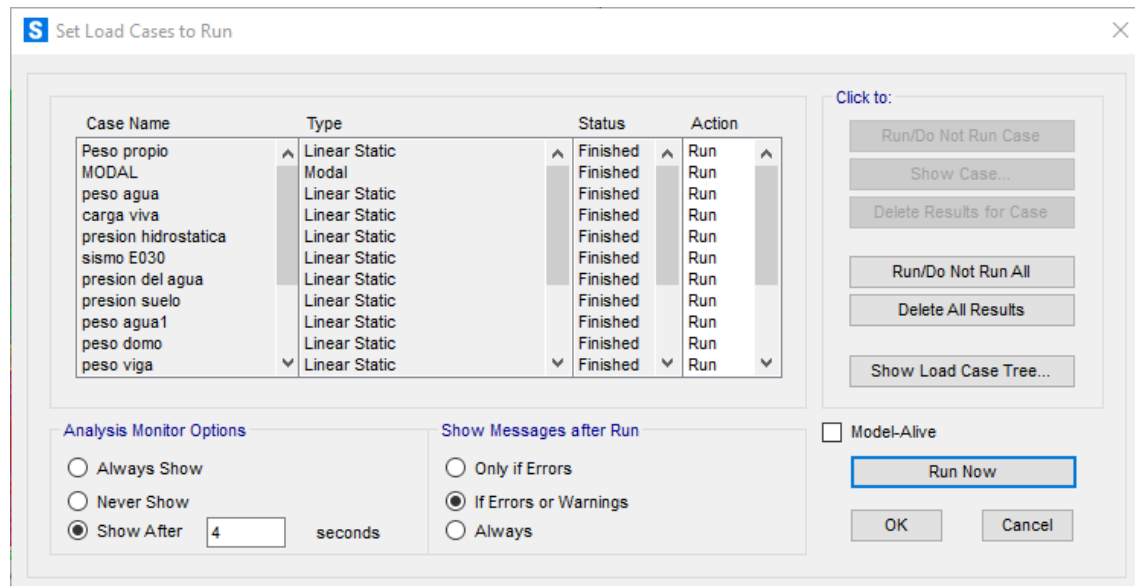
**Figura 53**  
Combinación de la presión total



Fuente: Elaboración propia.

Se procede a correr el programa a nivel de un análisis dinámico con los casos de carga ya asignados anteriormente para verificar la distribución de esfuerzos en los elementos estructurales.

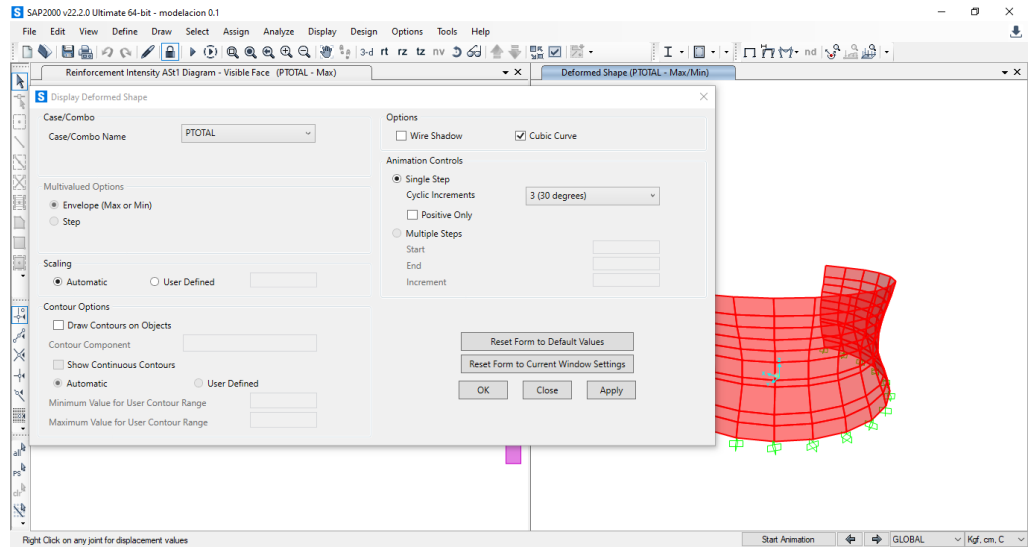
**Figura 54**  
Análisis dinámico del reservorio



Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se corre el programa SAP2000 se observa la deformada presente por la presión hidronímica.

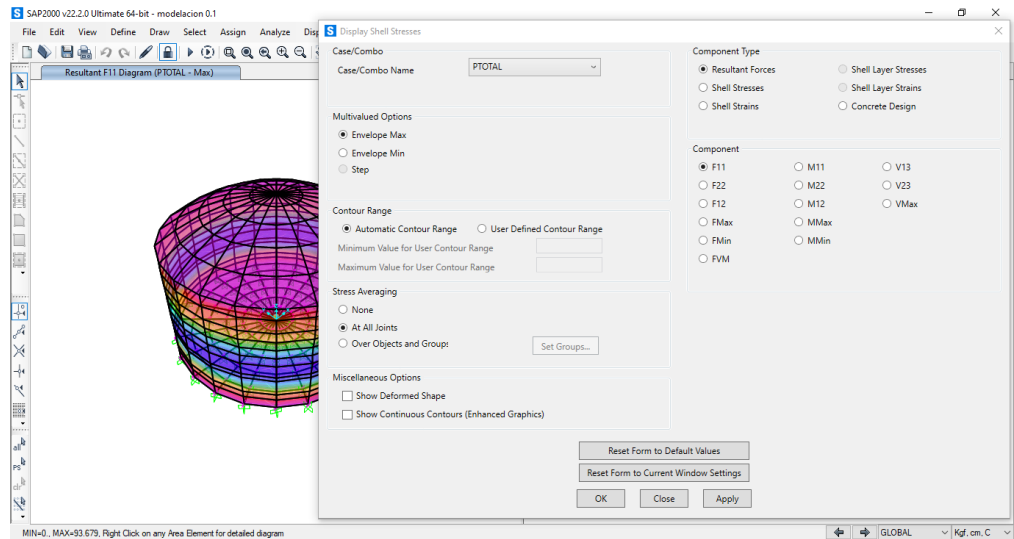
**Figura 55**  
Deformada por presión hidrodinámica



Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la anterior figura se observa el comportamiento que tiene el reservorio ante la presión hidrodinámica .

**Figura 56**  
Tensión anular por la presión hidrodinámica



Fuente: Elaboración propia.

Combinaciones de carga para diseño de acero, control de fisuras por exposición medio ambiental EMA y factor de durabilidad

La norma ACI 350R-06 nos recomienda emplear las siguientes combinaciones de carga:

$$U = 1.4D + 1.4F$$

$$U = 1.2D + 0.5Lr + 1.6H$$

$$U = 1.2D + 1.6Lr$$

$$U = 1.2D + 0.5Lr$$

$$U = 1.2D + 1.2F + 1.0E + 1.6H$$

$$U = 0.9D + 1.2F + 1.6H$$

$$U = 0.9D + 1.2F + 1.0E + 1.6H$$

Donde el H se verá reducido a 0.6 de manera que reducirá de manera directa los efectos de la carga D, F y L.

Para la ingeniería ambiental el factor de durabilidad ambiental tiene como intención tratar de reducir la tensión para de esta manera poder llevar a cabo un control de agrietamiento.

De modo que se tendrá para nuestro reservorio apoyado las siguientes combinaciones:

**Tabla 13**  
*Combinaciones de carga U-EMA no considerado*

Combinación	D	Lr	F	H	E+
Combinación 1	1.4	-	1.4	-	-
Combinación 2	1.2	0.5	1.2	0.6	-
Combinación 3	1.2	1.6	-	-	-
Combinación 4	1.2	0.5	-	-	-
Combinación 5	1.2	-	1.2	0.6	1
Combinación 6	0.9	-	1.2	0.6	-
Combinación 7	0.9	-	1.2	0.6	1

Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la anterior tabla podemos ver las combinaciones de carga U-EMA no considerado aplicadas al reservorio de estudio.

**Tabla 14**  
*Combinaciones de diseño según flexión/tensión- EMA normal*

Combinación	D	Lr	F	H	E+
Combinación 1	3.78	-	3.78	-	-
Combinación 2	3.24	1.35	3.24	1.62	-

<b>Combinación 3</b>	3.24	4.32	-	-	-
<b>Combinación 4</b>	3.24	1.35	-	-	-
<b>Combinación 5</b>	3.24	-	3.24	1.62	2.7
<b>Combinación 6</b>	2.43	-	3.24	1.62	-
<b>Combinación 7</b>	2.43	-	3.24	1.62	2.7

Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la anterior tabla podemos ver las combinaciones de diseño según flexión/tensión- EMA normal aplicadas al reservorio de estudio.

**Tabla 15**  
*Combinaciones de diseño según flexión/tensión- EMA severa*

<b>Combinación</b>	<b>D</b>	<b>Lr</b>	<b>F</b>	<b>H</b>	<b>E+</b>
<b>Combinación 1</b>	4.45	-	4.45	-	-
<b>Combinación 2</b>	3.81	1.59	3.81	1.91	-
<b>Combinación 3</b>	3.81	5.08	-	-	-
<b>Combinación 4</b>	3.81	1.59	-	-	-
<b>Combinación 5</b>	3.81	-	3.81	1.91	3.18
<b>Combinación 6</b>	2.86	-	3.81	1.91	-
<b>Combinación 7</b>	2.86	-	3.81	1.91	3.18

Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la anterior tabla podemos ver las combinaciones de diseño según flexión/tensión- EMA severa aplicadas al reservorio de estudio.

**Tabla 16**  
*Combinaciones de diseño según corte- EMA normal*

<b>Combinación</b>	<b>D</b>	<b>Lr</b>	<b>F</b>	<b>H</b>	<b>E+</b>
<b>Combinación 1</b>	3.15	-	3.15	-	-
<b>Combinación 2</b>	2.7	1.13	2.7	1.35	-
<b>Combinación 3</b>	2.7	3.6	-	-	-
<b>Combinación 4</b>	2.7	1.13	-	-	-
<b>Combinación 5</b>	2.7	-	2.7	1.35	2.25
<b>Combinación 6</b>	2.03	-	2.7	1.35	-
<b>Combinación 7</b>	2.03	-	2.7	1.35	2.25

Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la anterior tabla podemos ver las combinaciones de diseño según corte- EMA normal aplicadas al reservorio de estudio.

**Tabla 17**  
*Combinaciones de diseño según corte- EMA severa*

<b>Combinación</b>	<b>D</b>	<b>Lr</b>	<b>F</b>	<b>H</b>	<b>E+</b>
<b>Combinación 1</b>	3.78	-	3.78	-	-
<b>Combinación 2</b>	3.24	1.35	3.24	1.62	-

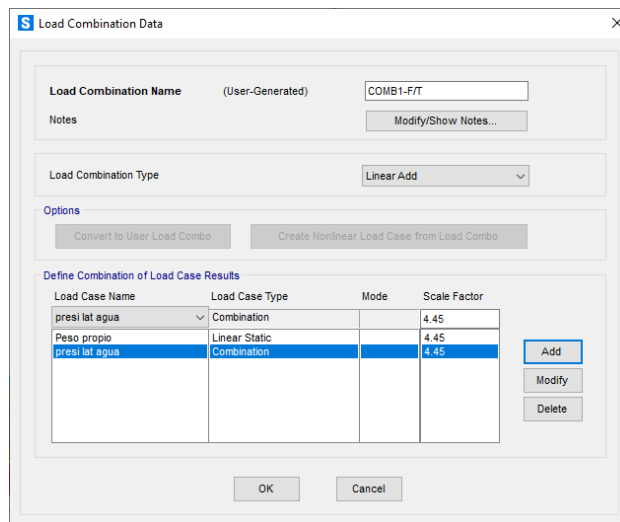
<b>Combinación 3</b>	3.24	4.32	-	-	-
<b>Combinación 4</b>	3.24	1.35	-	-	-
<b>Combinación 5</b>	3.24	-	3.24	1.62	2.7
<b>Combinación 6</b>	2.43	-	3.24	1.62	-
<b>Combinación 7</b>	2.43	-	3.24	1.62	2.7

Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la anterior tabla podemos ver las combinaciones de diseño según corte- EMA severa aplicadas al reservorio de estudio.

Para nuestro diseño usaremos la combinación de flexión y tensión en el Software SAP2000.

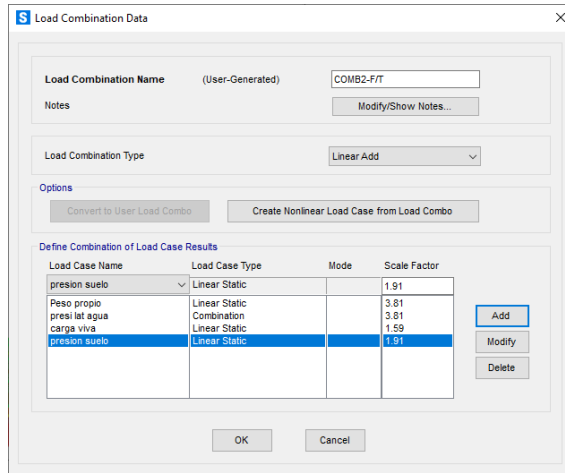
**Figura 57**  
Combinación 01 para diseño por flexión-tensión



Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la anterior imagen podemos ver los factores de mayoración para las cargas de la combinación para diseño por flexión-tensión aplicadas al reservorio de estudio.

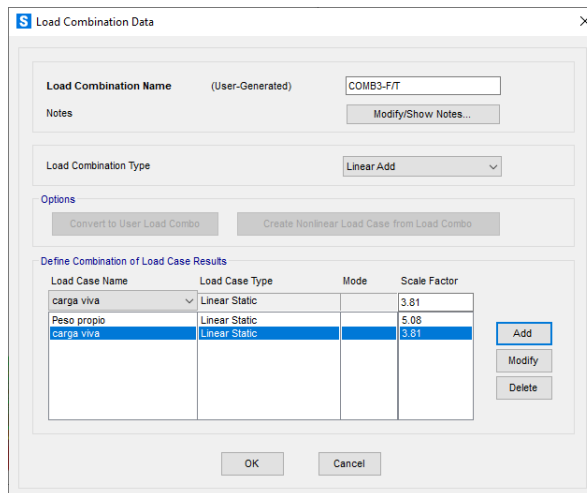
**Figura 58**  
*Combinación 02 para diseño por flexión-tensión*



Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la anterior imagen podemos ver los factores de mayoración para las cargas de la combinación para diseño por flexión-tensión aplicadas al reservorio de estudio.

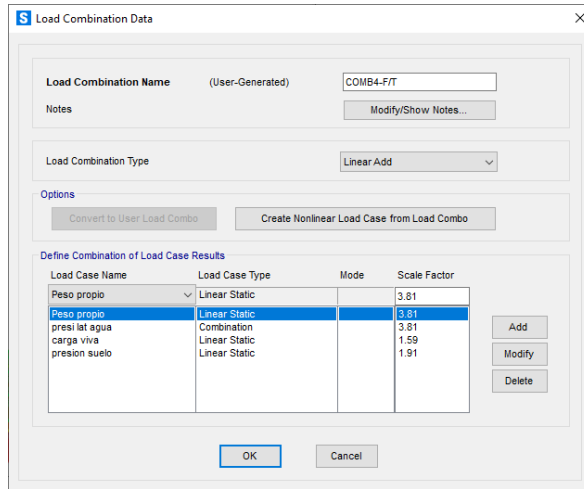
**Figura 59**  
*Combinación 03 para diseño por flexión-tensión*



Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la anterior imagen podemos ver los factores de mayoración para las cargas de la combinación para diseño por flexión-tensión aplicadas al reservorio de estudio.

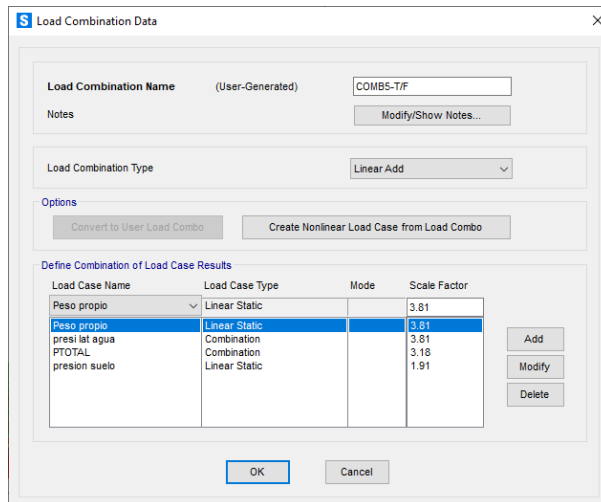
**Figura 60**  
*Combinación 04 para diseño por flexión-tensión*



Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la anterior imagen podemos ver los factores de mayoración para las cargas de la combinación para diseño por flexión-tensión aplicadas al reservorio de estudio.

**Figura 61**  
*Combinación 05 para diseño por flexión-tensión*



Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la anterior imagen podemos ver los factores de mayoración para las cargas de la combinación para diseño por flexión-tensión aplicadas al reservorio de estudio.

**Figura 62**  
 Combinación 06 para diseño por flexión-tensión

Load Combination Name (User-Generated)

Notes

Load Combination Type

Options

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Mode	Scale Factor
presion suelo	Linear Static		1.91
presion suelo	Linear Static		1.91
presi lat agua	Combination		3.81
Peso propio	Linear Static		2.86

Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la anterior imagen podemos ver los factores de mayoración para las cargas de la combinación para diseño por flexión-tensión aplicadas al reservorio de estudio.

**Figura 63**  
 Combinación 07 para diseño por flexión-tensión

Load Combination Name (User-Generated)

Notes

Load Combination Type

Options

Define Combination of Load Case Results

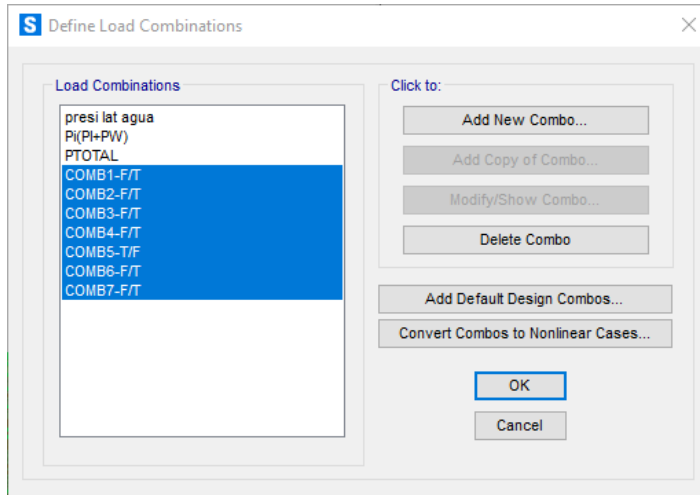
Load Case Name	Load Case Type	Mode	Scale Factor
PTOTAL	Combination		3.18
Peso propio	Linear Static		2.86
presi lat agua	Combination		3.81
presion suelo	Linear Static		1.91
PTOTAL	Combination		3.18

Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la anterior tabla podemos ver los factores de mayoración para las cargas de la combinación para diseño por flexión-tensión aplicadas al reservorio de estudio.



**Figura 64**  
Combinaciones para diseño por flexión/tensión

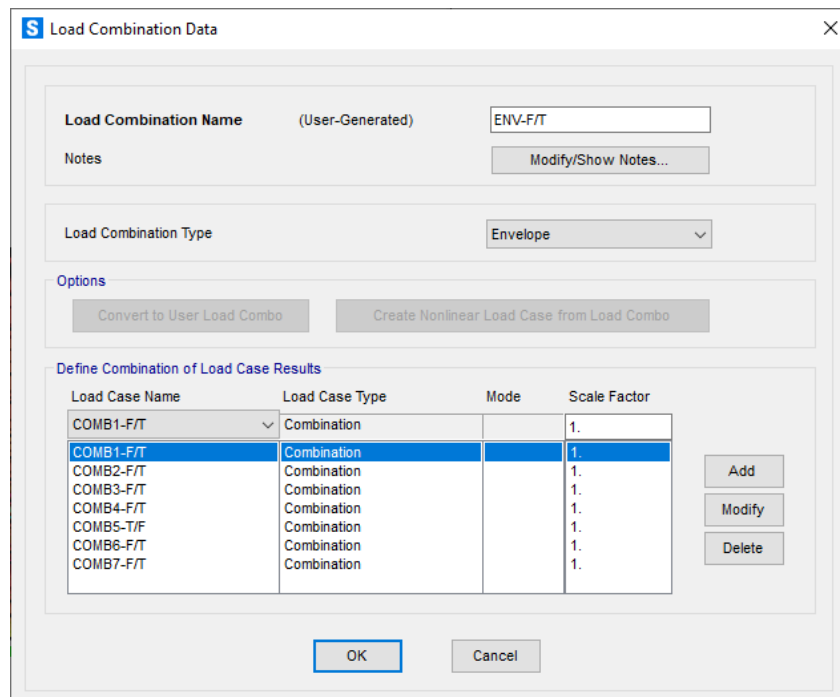


Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la anterior imagen podemos ver las combinaciones para diseño por flexión-tensión aplicadas al reservorio de estudio.

Con las combinaciones de diseño para flexión/tensión crearemos una combinación envolvente y usaremos esta misma para el cálculo del área de acero para los elementos estructurales.

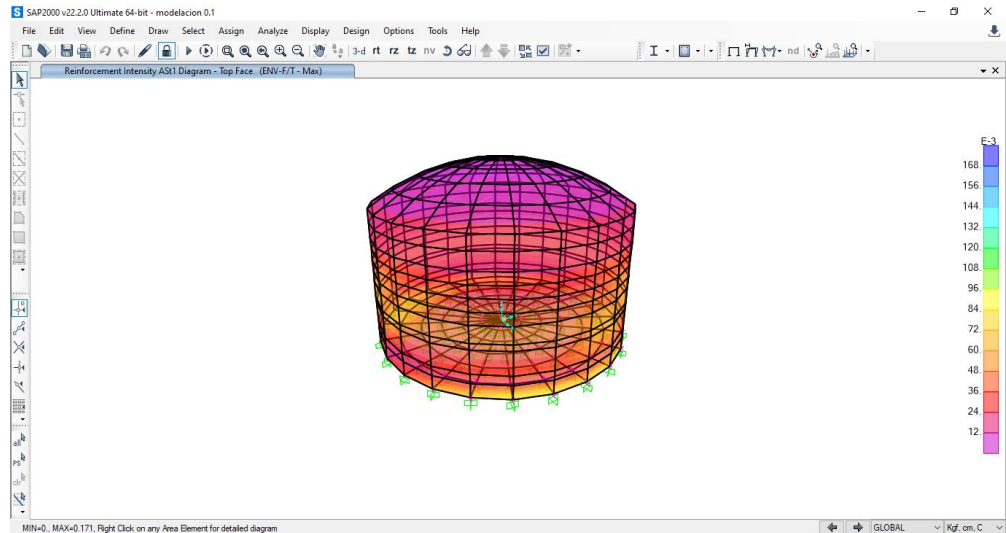
**Figura 65**  
Envolvente de combinaciones para diseño de los elementos estructurales



Fuente: Elaboración propia.

Usando la combinación de la envolvente procederemos a analizar dato de As/s en los elementos estructurales.

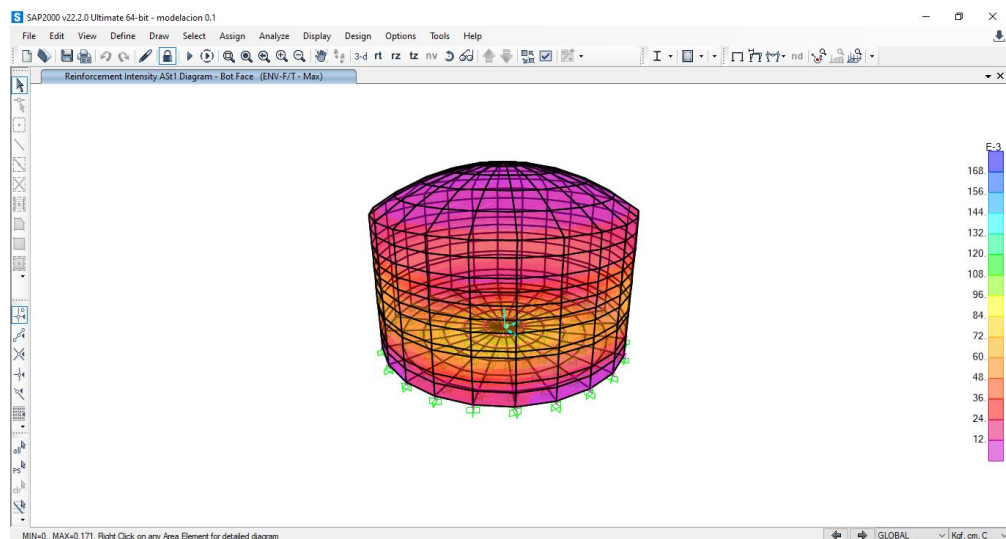
**Figura 66**  
*Acero horizontal externo del reservorio por tensión anular*



Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la anterior figura podemos apreciar los resultados de la cuantía necesaria del acero horizontal externo del reservorio por tensión anular.

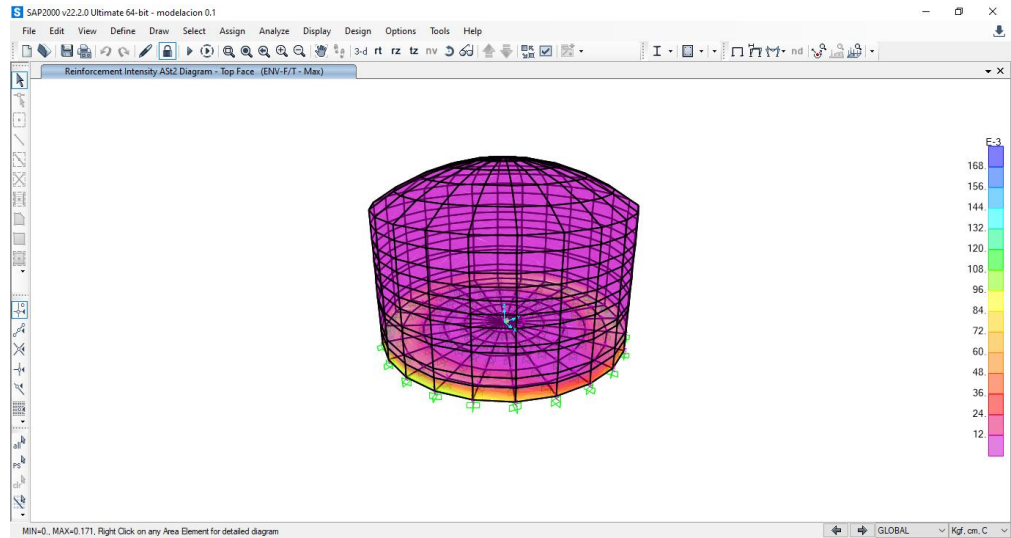
**Figura 67**  
*Acero horizontal interior del reservorio por tensión anular*



Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la anterior figura podemos apreciar los resultados de la cuantía necesaria del acero horizontal interior del reservorio por tensión anular.

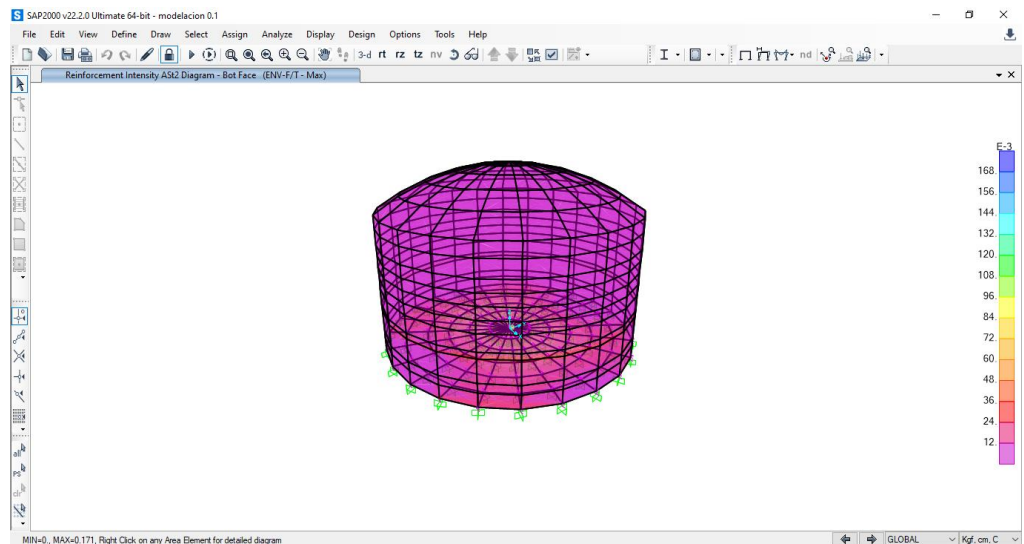
**Figura 68**  
*Acero vertical exterior del reservorio por flexión*



Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la anterior figura podemos apreciar los resultados de la cuantía necesaria del Acero vertical exterior del reservorio por flexión.

**Figura 69**  
*Acero vertical interior del reservorio por flexión*

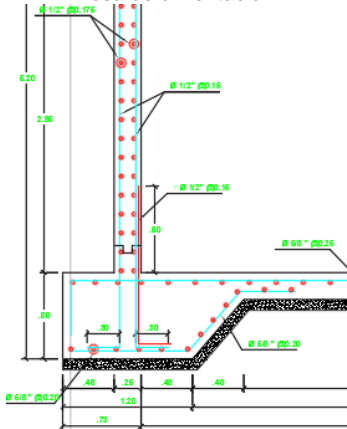
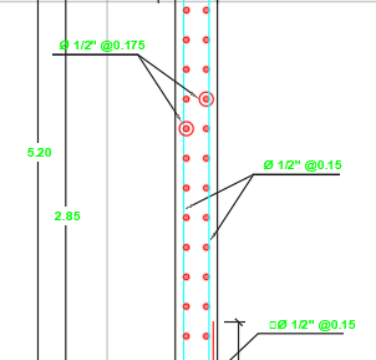
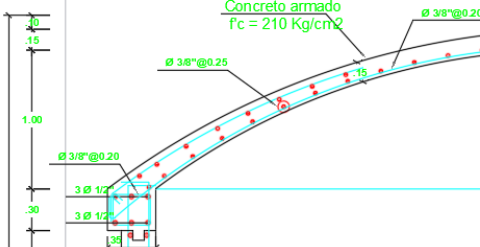
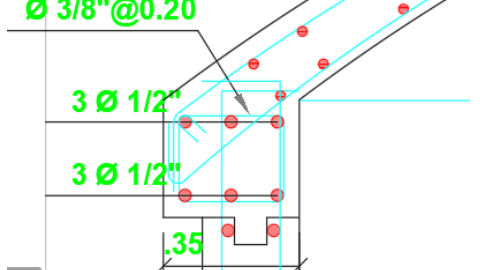


Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la anterior figura podemos apreciar los resultados de la cuantía necesaria del Acero vertical interior del reservorio por flexión.

Con estos datos obtenidos por el software SAP2000 procederemos a definir el tamaño del acero y el espaciamiento de este para cada elemento estructura como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 18**  
Dimensiones de los elementos estructurales + distribución de acero

Dimensiones	Indicadores	Ítems
<b>Elemento estructural</b>	<p data-bbox="639 349 836 371">Losa de cimentación</p> 	<p data-bbox="1027 533 1374 629">Se definió la distribución del acero transversal y longitudinal el cual nos resulta barras de acero de 5/8" @25 cm</p>
	<p data-bbox="624 819 852 842">Muro armado de 20 cm</p> 	<p data-bbox="1015 981 1390 1032">Se necesitará acero horizontal 1/2" @17.5 cm y acero vertical 1/2" @15cm</p>
	<p data-bbox="703 1200 772 1223">Cúpula</p> 	<p data-bbox="1023 1312 1374 1386">Se necesitará acero en radial de 3/8" @ 25 cm y acero transversal de 3/8" @20cm</p>
	<p data-bbox="711 1503 764 1525">Viga</p> 	<p data-bbox="1031 1637 1366 1666">La viga necesitara 6 barras de 1/2"</p>

Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la anterior figura podemos apreciar el detallado de cada elemento estructural presente en el reservorio con su medidas e indicaciones, esto último sería el diseño final del reservorio y el cual deberá plantearse en el proyecto.

## 4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

La presente tesis tiene como hipótesis general “La propuesta de diseño estructural de un reservorio aplicando el software SAP2000 mejorará el servicio de agua potable del centro poblado de Matibamba, Amarilis - Huánuco -2022.” La cual fue demostrada ya que el uso del software SAP2000 nos permite hacer un análisis más detallado ya que este tipo de software trabaja realizando cálculos por medio de elementos finitos, añadido a ello se realizó el diseño siguiendo el código ACI350 el cual nos permitió tener un esquema de análisis más acercado a la realidad ya que se siguió el proceso de evaluación sismorresistente y diseño estructural que la norma ACI350 nos indica para este tipo de estructuras las cuales se vieron reflejadas en el predimensionamiento , los parámetros sísmico de diseño, presiones hidrodinámicas , propiedades dinámicas en el reservorio, análisis y diseño.

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **5.1 PRESENTAR LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Se obtuvo que la geometría del reservorio ayuda a repartir equitativamente los esfuerzos en toda la pared de la estructura, ya que la tesis de (Tuque ,2018) se realizó una comparación con dos geometrías distintas y se comprobó que la más óptima es emplear un reservorio circular.

Se observa que en la región Huánuco cumple con las condiciones para este tipo de estructuras, y lo más importante es que en la región de Huánuco se podría hacer sin necesidad de tener ningún imprevisto en el cumplimiento de una adaptación de esta norma, debido a que en los mapas de Monroy (2004), también cumple con el ítem R4.2.1 del ACI 350.3-06.

Al igual que la tesis mencionada, este trabajo se empleó el software SAP2000 obteniendo en ambos resultados similares debido a que estos tenían las dimensiones casi similares, cabe recalcar que el uso de este software debe ser empleado por un especialista sino de otra manera los resultados obtenidos para realizar el diseño de la estructura mediante las combinaciones de flexión-tensión serían errores llevando a un posible colapso de la estructura.

La tesis consistió primeramente en realizar un levantamiento topográfico del terreno donde iba ubicada el reservorio para lo cual se hizo aproximaciones aplicando el programa Google Earth y luego exportarlas al ArcGIS para realizar el plano de ubicación, también se realizó aproximaciones en el mismo programa sobre las pendientes necesarias para de esta manera poder tener el caudal necesario para abastecer el reservorio.

Como segundo punto se realizó un análisis del suelo para lo cual se hizo una calicata para luego ser analizada en un laboratorio, los

resultados fueron establecidos según la norma E050 suelos y cimentaciones.

Los resultados obtenidos al final fueron corroborados con varios autores los cuales guardaban semejanza en cuanto a las secciones de los elementos estructurales así también como al área de acero obtenido por el programa SAP2000, por ende, podemos decir que nuestros resultados aplicando el software SAP2000 son confiables.

## CONCLUSIONES

- La aplicación del software SAP2000 para el modelamiento análisis y diseño de reservorios es de gran ayuda ya que nos ahorra cálculos tediosos y extensos, para el diseño de los elementos estructurales se hizo uso de las normas ACI 350 y las normas E 060 y E 030 con el fin de realizar un análisis más real de la estructura ante eventos sísmicos.
- Se concluye que el tipo de suelo es M-1 SM: Arena limosa con grava con una capacidad portante de 1.95 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Se concluye que el comportamiento estructural que presentar el reservorio apoyado cumple con las solicitaciones de sismo según lo estipulado en la norma ACI 350.
- Se concluye que el comportamiento estructural que el cual presenta el reservorio apoyado cumple con el desplazamiento estipulado en el reglamento nacional de edificaciones en la norma E030 de sismorresistente.
- Al analizar la geometría que presentan otros reservorios se concluye que los reservorios circulares tienen un mejor comportamiento estructural comparado a los reservorios rectangulares, ya que en el caso de los reservorios circulares existe una mejor distribución en cuanto a los esfuerzos.



## RECOMENDACIONES

- La Universidad de Huánuco debe impulsar a emplear el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y otras normas, en las asignaturas de estructuras, para así poder realizar el análisis y diseño de este tipo de estructuras, para que el futuro estos estudios de dinámica estructural sean tomados en cuenta para integrar lineamientos y consideraciones a tener en cuenta al momento de diseñar un componente en particular como son los reservorios.
- Se recomienda como parte del análisis sísmico hidrodinámico de los reservorios considerar los riesgos potenciales de daño e identificarlos por el espectro sísmico del diseño propuesto.
- Se recomienda plantear una propuesta para mejorar el campo de investigación del diseño de reservorios de agua a fin de extender los conocimientos y metodologías y resultados, ya que traducir normativas extranjeras ocasionalmente pueden generar errores de traducción a lo que lleva un diseño erróneo.
- Se recomienda indagar en nuevos softwares estructurales de ingeniería ya que estos nos ayudaran a mejorar, optimizar y maximizar el tiempo dedicado al análisis y diseño, lo que nos mantendrá a la vanguardia de los métodos de diseño aplicando la metodología BIM en todos los aspectos.
- Se deben tomar cursos especializados para mejorar el funcionamiento de los ingenieros porque nuestro campo es tan vasto que el razonamiento obtenido se puede absorber en menos tiempo y aplicar correctamente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACI. (2006). *Code requirements for environmental engineering concrete structures and commentary*. EEUU: American Concrete Institute.
- Aguilar Falconi, R. (2007). *Análisis matricial de estructuras*. Ecuador: Universidad de Fuerzas Armadas ESPE.
- Balestrini Acuña, M. (1997). *Como se Elabora el Proyecto de Investigación*. Caracas, Venezuela: BI Consultores Asociados.
- Boroschek, R. (2009). *Dinámica avanzada de estructural*. Santiago-Chile: Universidad de Chile.
- Castillo Vásquez, D. (2018). *Análisis y diseño estructural de un reservorio apoyado para el mejoramiento del servicio de agua potable del distrito de Morales, año 2018*. Tarapoto-Perú: Universidad Nacional de San Martín.
- Céspedes Campos, A. A. (2019). *Diseño de reservorio N-31 con sistema convencional en concreto armado y con sistema innovador de acero empernado con recubrimiento epóxico*. Arequipa-Perú: Universidad Católica de Santa María.
- Concepto.pe. (2021). *Concepto.pe*. Fuente: <https://concepto.de/>
- DePerú. (2020). *DePerú*. Fuente: <https://www.deperu.com/centros-poblados/matibamba-56220>
- Hernández Barrios, H. (2018). *Respuesta sísmica de tanques elevados tipo péndulo invertido*. Morelia-México: Revista de Ingeniería Sísmica.
- Hernández Sampieri, R., Baptista, P., & Fernández, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Mexico: McGraw-Hill.

Hernandez, R. F. (2014). *Metodología de la Investigación. (6ta ed.)*. México D.F: McGraw-Hill.

Herrera Leal, C. (2019). *Diseño hidráulico de un tanque de succión, un tanque de regulación y red de distribución para el abastecimiento de agua en la urbanización Rincón de las Margaritas, Villavicencio - Meta*. Meta-Colombia: Universidad Santo Tomás Villavicencio.

IGP. (2021). *Instituto Geofísico del Perú*. Fonte: Instituto Geofísico del Perú: <https://www.gob.pe/igp>

Ministerio de Vivienda, C. y. (2019). *Manual de operación y mantenimiento*.  
Fonte: Sistema de agua potable:  
[http://minos.vivienda.gob.pe:8081/Documentos\\_SICA/modulos/FTA/S\\_ECCION%20IV/4.14/529736846\\_MANUAL%20O&M%20AGUA%20POTABLE.pdf](http://minos.vivienda.gob.pe:8081/Documentos_SICA/modulos/FTA/S_ECCION%20IV/4.14/529736846_MANUAL%20O&M%20AGUA%20POTABLE.pdf)

Ministerio de Vivienda, C. y., & SENCICO. (2019). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima-Perú.

Palomino, A. H. (2015). *Diseño de reservorios en concreto armado*. Cajamarca – Perú.

Parra Valencia, C. A. (2016). *Estudio patológico tanque de almacenamiento de agua potable*. Chocó-Colombia: Espina & Delfín Colombia.

RNE. (2019). *NORMA E.020*. Fonte: NORMA E.020:  
<https://ww3.vivienda.gob.pe/DGPRVU/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20II%20Edificaciones/50%20E.020%20CARGAS.pdf>

RNE. (2019). *NORMA E.030*. Fonte: NORMA E.030:  
<http://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20III%20Edificaciones/51%20E.030%20DISENO%20SISMORRESISTENTE.pdf>

RNE. (2019). *NORMA E.060*. Fuente: NORMA E.060:  
[http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios\\_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060\\_CONCRETO\\_ARMADO.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060_CONCRETO_ARMADO.pdf)

Salinas, R. (2001). *curso de segunda especializacion de ingenieria sismorresistente*. Lima-Perú: Universidad Nacional de Ingenieria.

San Bartolome Ramos, A. F. (1998). *Analisis de edificios*. Lima: Pontifica Universidad Catolica del Perú.

Tamayo y Tamayo, M. (2004). *El proceso de la investigación científica*. Limusa.

Tuque Centeno, C. G. (2018). *Análisis y diseño de un reservorio apoyado según el código ACI.350; tomando como base el modelo mecánico equivalente propuesto por G.W. Housner*. Huancavelica-Perú: Universidad Nacional de Huancavelica.

## **ANEXOS:**

## ANEXO N°1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

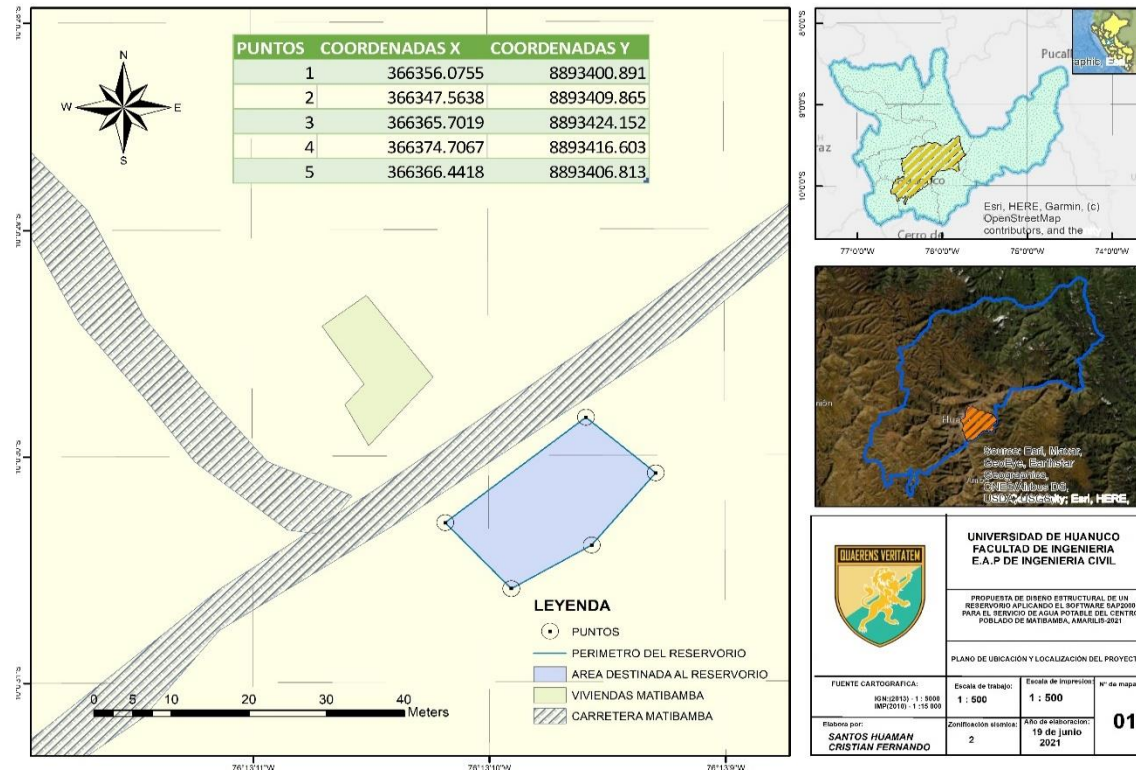
**Tabla 19**  
*Matriz de consistencia.*

<b>TÍTULO: PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN RESERVORIO APLICANDO EL SOFTWARE SAP2000 PARA EL SERVICIO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE MATIBAMBA, AMARILIS-2022</b>					
Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología	Población y muestra
<p><b>Problema general:</b> ¿De qué manera se elaborará el diseño estructural de un reservorio aplicando el software SAP2000 para el servicio de agua potable del centro poblado de Matibamba, Amarilis - Huánuco -2022?</p> <p><b>Problema específico:</b> •¿De qué manera definirá los esfuerzos del líquido producidos por el empuje de agua para el diseño estructural de un reservorio para el servicio de agua potable del centro poblado de Matibamba, Amarilis - Huánuco -2022? •¿De qué forma aplicara las normas ACI 350 para el diseño estructural de un reservorio para el servicio de agua potable del centro poblado de Matibamba, Amarilis - Huánuco -2022? •¿Cómo determinar el acero estructural aplicando el software SAP2000 para el diseño estructural de un reservorio para el servicio de agua potable del centro poblado de Matibamba, Amarilis - Huánuco -2022?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Elaborar el diseño estructural de un reservorio aplicando el software SAP2000 para el servicio de agua potable del centro poblado de Matibamba, Amarilis - Huánuco -2022.</p> <p><b>Objetivos específicos</b> •Definir los esfuerzos del líquido producidos por el empuje de agua para el diseño estructural de un reservorio para el servicio de agua potable del centro poblado de Matibamba, Amarilis - Huánuco -2022. •Aplicar las normas ACI 350 para el diseño estructural de un reservorio para el servicio de agua potable del centro poblado de Matibamba, Amarilis - Huánuco -2022. •Determinar el acero estructural aplicando el software SAP2000 para el diseño estructural de un reservorio para el servicio de agua potable del centro poblado de Matibamba, Amarilis - Huánuco -2022.</p>	<p><b>Hipótesis General</b> Hi: La propuesta de diseño estructural de un reservorio aplicando el software SAP2000 mejorará el servicio de agua potable del centro poblado de Matibamba, Amarilis - Huánuco - 2022. H0: La propuesta de diseño estructural de un reservorio aplicando el software SAP2000 no mejorará el servicio de agua potable del centro poblado de Matibamba, Amarilis - Huánuco - 2022.</p>	<p><b>Variable dependiente:</b> Servicio de agua potable. <b>Variable independiente:</b> Diseño estructural de un reservorio</p>	<p><b>Enfoque</b> Será cuantitativo <b>Alcance o nivel</b> El alcance del proyecto es correlacional. <b>Diseño</b> Es no experimental</p>	<p><b>Población</b> población será todos los reservorios de agua apoyado en el distrito de Amarilis, provincia y departamento de Huánuco <b>Muestra</b> muestra serán todos los reservorios de agua apoyado, ubicados en el centro poblado Matibamba en el distrito de Amarilis, provincia y departamento de Huánuco.</p>

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO N°2: PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

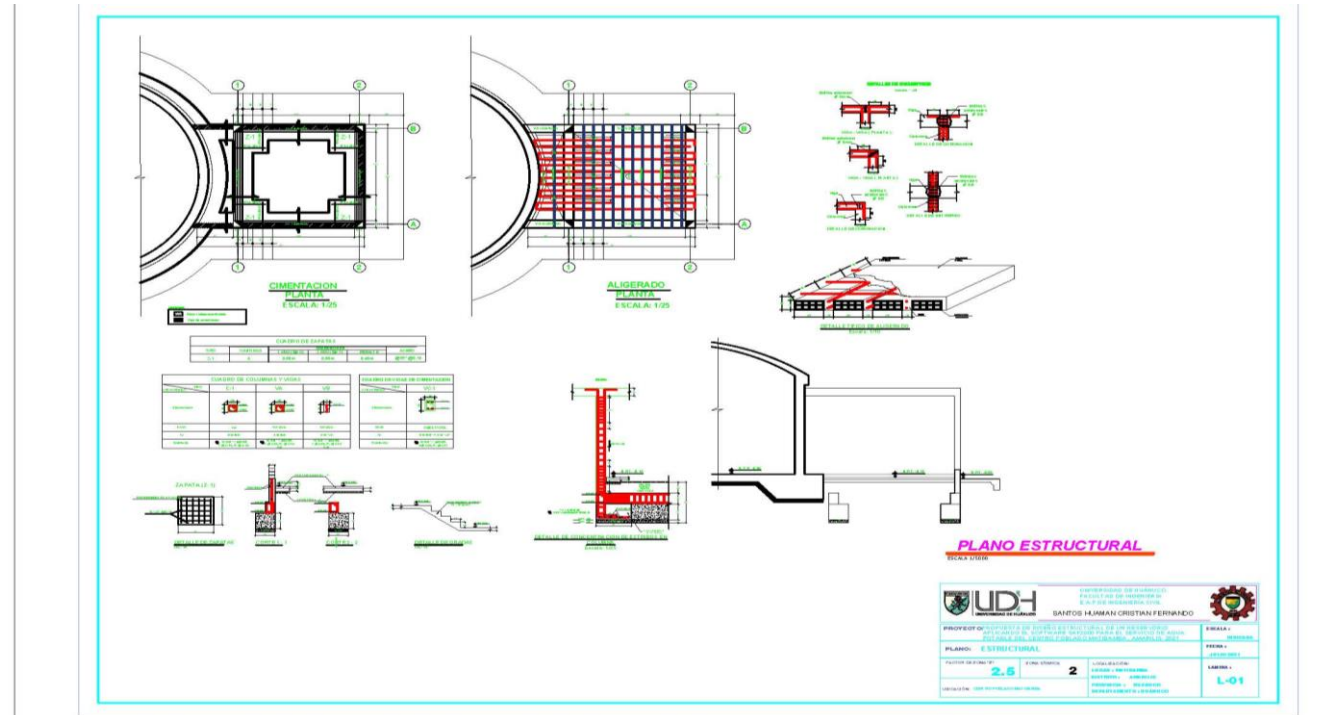
**Figura 70**  
Plano de ubicación.



Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO N°3: PLANO ESTRUCTURAL DEL RESERVORIO APOYADO

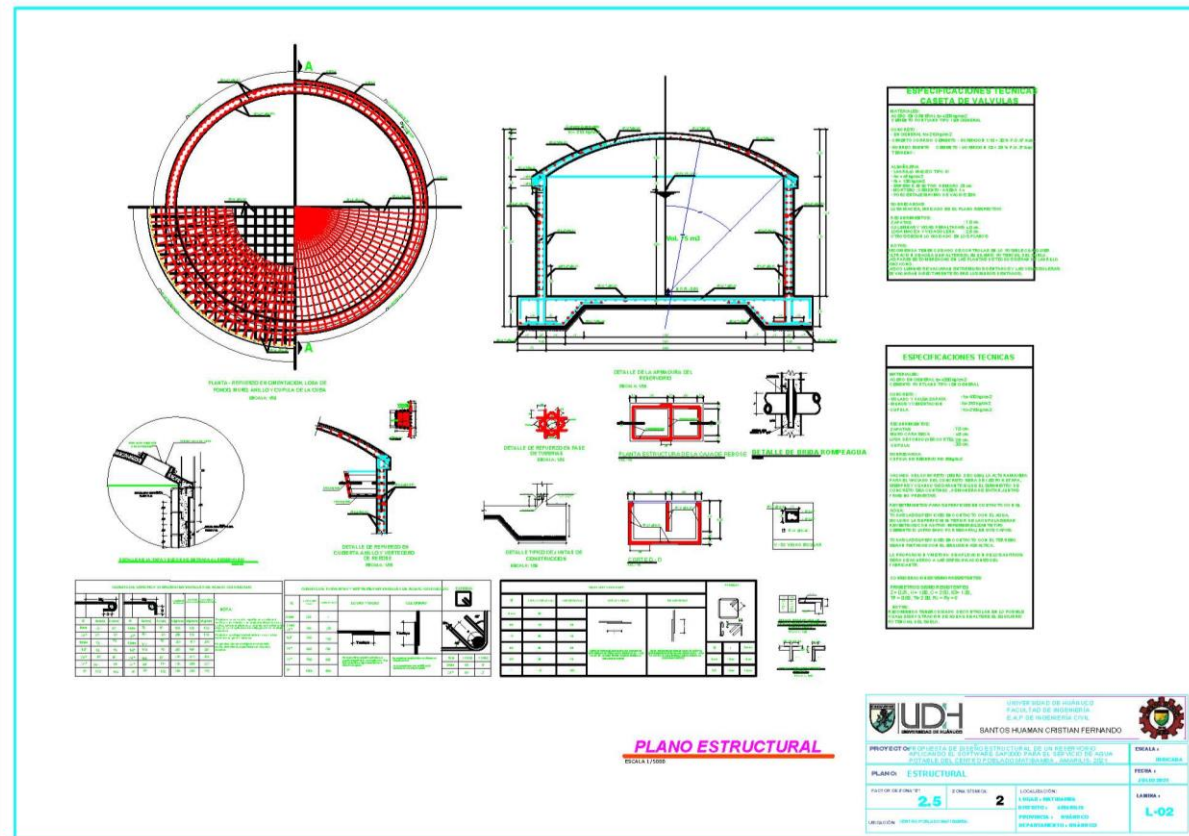
Figura 71  
Plano estructural del reservorio N°01



Fuente: Elaboración propia.



**Figura 72**  
Plano estructural del reservorio N°02



Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO N°4: PANEL FOTOGRÁFICO



Se observa el reservorio del Centro Poblado de Matibamba.



Se observa el reservorio y en la parte baja de la colina se encuentra el Centro Poblado de Matibamba.





El reservorio tiene una capacidad de almacenamiento de 30 m<sup>3</sup>.



El reservorio tiene la forma rectangular con las medidas de 4.00\*3.00\*2.50 metros. Nuestra propuesta es proyectar un reservorio circular con una capacidad de 75 m<sup>3</sup>.





Se realizo la calicata para poder obtener el peso específico del suelo y con ello realizar el diseño estructural propuesto en el proyecto de investigación.



Se llevo muestras del terreno al laboratorio. Obteniendo así el peso específico del suelo que es de 1600 kgf/cm<sup>3</sup>.



**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
**Facultad de Ingeniería**

**RESOLUCIÓN N° 250-2022-D-FI-UDH**

Huánuco, 07 de febrero de 2022

Visto, el Oficio N° 145-2022-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **"PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN RESERVORIO APLICANDO EL SOFTWARE SAP2000 PARA EL SERVICIO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE MATIBAMBA, AMARILIS-2022"**, presentado por el (la) Bach. **JHONATTAN GERSON LOPEZ PAJUELO**.

**CONSIDERANDO:**

Que, según mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 958-2021-D-FI-UDH, de fecha 19 de agosto de 2021, perteneciente al Bach. **JHONATTAN GERSON LOPEZ PAJUELO** se le designó como ASESOR(A) de Tesis al Mg. Reyder Alexander Lambruschini Espinoza, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 145-2022-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **"PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN RESERVORIO APLICANDO EL SOFTWARE SAP2000 PARA EL SERVICIO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE MATIBAMBA, AMARILIS-2022"** presentado por el (la) Bach. **JHONATTAN GERSON LOPEZ PAJUELO**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Hamilton Denniss Abal Garcia (Secretario) y Mg. Joel Luis Guarniz Flores (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

**SE RESUELVE:**

**Artículo Primero.** - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: **"PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN RESERVORIO APLICANDO EL SOFTWARE SAP2000 PARA EL SERVICIO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE MATIBAMBA, AMARILIS-2022"** presentado por el (la) Bach. **JHONATTAN GERSON LOPEZ PAJUELO** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

**Artículo Segundo.** - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

**REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE**



**Distribución:**

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Esp. Graduando - Interesado - Archivo.  
BCH/EJML/nls.

# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

### RESOLUCIÓN N° 958-2021-D-FI-UDH

Huánuco, 19 de Agosto de 2021

Visto, el Oficio N° 615-2021-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 310036-0000003528, del Bach. **Jhonattan Gerson, LOPEZ PAJUELO**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación.

#### CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 310036-0000003528, presentado por el (la) Bach. **Jhonattan Gerson, LOPEZ PAJUELO**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone al Mg. Reyder Alexander Lambruschini Espinoza, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

#### SE RESUELVE:

**Artículo Primero.- DESIGNAR**, como Asesor de Tesis del Bach. **Jhonattan Gerson, LOPEZ PAJUELO**, al Mg. Reyder Alexander Lambruschini Espinoza, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

**Artículo Segundo.-** El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá reiniciar el trámite.

Regístrese, comuníquese, archívese



#### Distribución

Fac. de Ingeniería – PAIC – Asesor – Mat. y Reg. Acad. – Interesado – Archivo.  
BL/CR/EJ/ML/ste.

# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

### RESOLUCIÓN N° 978-2022-D-FI-UDH

Huánuco, 16 de mayo de 2022

Visto, el Of. N° 567-2022-C-PAIC-FI-UDH y el Exp. N° 346406-0000003233 presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil, quien informa que el (la) Bach. **Jhonattan Gerson LOPEZ PAJUELO**, solicita Revisión del informe final del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulada: **"PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN RESERVORIO APLICANDO EL SOFTWARE SAP2000 PARA EL SERVICIO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE MATIBAMBA, AMARILIS-2022"**.

#### CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo al Art. N° 38 y 39 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, es necesaria la revisión del Trabajo de Investigación (Tesis) por la Comisión de Grados y Títulos del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, de la Universidad de Huánuco; y,

Que, para tal efecto es necesario nombrar al jurado Revisor y/o evaluador, compuesta por tres miembros docentes de la Especialidad; y,

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

#### SE RESUELVE:

**Artículo Primero. - NOMBRAR**, al Jurado Revisor que evaluará el informe final del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulada: **"PROPUESTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN RESERVORIO APLICANDO EL SOFTWARE SAP2000 PARA EL SERVICIO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE MATIBAMBA, AMARILIS-2022"**, presentado por el (la) Bach. **Jhonattan Gerson LOPEZ PAJUELO**, del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, conformado por los siguientes docentes:

- |                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| ➤ Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas | PRESIDENTE |
| ➤ Mg. Hamilton Denniss Abal García | SECRETARIO |
| ➤ Mg. Joel Luis Guarniz Flores     | VOCAL      |

**Artículo Segundo.** - Los miembros del Jurado Revisor tienen un plazo de siete (07) días hábiles como máximo, para emitir el informe y opinión acerca del Informe Final del Trabajo de Investigación (Tesis).

REGISTRESE, COMUNIQUESE Y ARCHIVESE.



Distribución:  
C/PAIC - Mat. y Reg. Acad. - Interesado - Jurado (03) - Archivo  
BCR/EJML/ntu.