



Universidad Nacional de Ucayali
Facultad de Ingeniería de Sistemas y de Ingeniería Civil
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y DE INGENIERÍA
CIVIL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



“DETERMINACIÓN** DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE UN
RESERVORIO ELEVADO TIPO INTZE DE 1500M3 EN LA CIUDAD DE
PUCALLPA **EMPLEANDO LA NORMA ACI350-3**”**

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

**PUCALLPA – PERU
2022**



INDICE

1.	CAPITULO I: GENERALIDADES	1
1.1	TITULO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.2	TESISTA	1
1.3	AÑO CRONOLOGICO	1
2.	CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
2.1	DESCRIPCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA	1
2.1.1	A Nivel Mundial	1
2.1.2	A Nivel Nacional	3
2.1.3	A Nivel Local (Ucayali)	4
2.2	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
2.2.1	PROBLEMA GENERAL	5
2.2.2	PROBLEMA ESPECÍFICOS	5
2.3	OBJETIVOS	6
2.3.1	OBJETIVO GENERAL	6
2.3.2	OBJETIVO ESPECÍFICOS	6
2.4	JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	6
2.4.1	A Nivel Mundial	6
2.4.2	A Nivel Nacional	7
2.4.3	A Nivel Local (Ucayali)	7
2.4.4	Justificación tecnológica	8
2.4.5	Justificación económica	8
2.4.6	Justificación social	8
2.4.7	Justificación ambiental	9
2.4.8	Justificación metodológica	9
2.5	LIMITACIONES Y ALCANCES	10
2.5.1	LIMITACIONES	10
2.5.2	ALCANCES	10
2.6	HIPOTESIS	10



2.6.1	HIPOTESIS GENERAL	10
2.6.2	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	11
2.7	SISTEMA DE VARIABLES-DIMENSIONES E INDICADORES	11
2.7.1	VARIABLE INDEPENDIENTE	11
2.7.2	VARIABLE DEPENDIENTE	11
2.8	DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES.	12
3.	CAPITULO III: MARCO TEORICO.....	13
3.1	ANTECEDENTES O REVISIÓN DE ESTUDIOS REALIZADOS.	13
3.1.1	A NIVEL MUNDIAL	13
3.1.2	ANTECEDENTES NACIONALES	14
3.1.3	ANTECEDENTES LOCAL	15
3.2	BASES TEORICAS.....	16
3.2.1	Reservorio elevado tipo Intze.....	16
3.2.2	Espectro de capacidad	16
3.2.3	Espectro de demanda.....	16
3.2.4	Niveles de desempeño estructural	16
3.2.5	Niveles de movimiento sísmico	19
3.2.6	Objetivos del desempeño estructural.....	20
3.3	DEFINICIÓN DE TERMINOS BÁSICOS	21
4.	CAPITULO IV: METODOLOGIA O MARCO METODOLOGICO	24
4.1	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION.....	24
4.1.1	TIPO DE INVESTIGACION	24
4.1.2	NIVEL DE INVESTIGACION	24
4.2	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN-ESQUEMA DE LA INVESTIGACIÓN	24
4.3	DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO/POBLACIÓN	25
4.4	MUESTRA.....	25
4.5	TECNICAS DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE DATOS.....	25
4.5.1	FUENTES, TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE	



DATOS 25

4.5.2 PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS	26
5. CAPITULO V: ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y PRESUPUESTALES	28
5.1 POTENCIAL HUMANO.....	28
5.2 RECURSOS MATERIALES Y SOFTWARE	28
5.3 RECURSOS FINANCIEROS.....	28
5.4 CRONOGRAMA DE DESARROLLO DE TESIS	29
5.5 PRESUPUESTO	30
6. CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	31
6.1 BIBLIOGRAFIA FÍSICA.....	31
6.2 BIBLIOGRAFIA ELECTRONICA.....	34
7. ANEXO:	35
MATRIZ DE CONSISTENCIA	35



CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 TITULO DE LA INVESTIGACIÓN

**DETERMINACIÓN DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DE UN RESERVORIO
ELEVADO TIPO INTZE DE 1500M3 EN LA CIUDAD DE PUCALLPA EMPLEANDO
LA NORMA ACI350-3.**

1.2 TESISISTA

Bach. AVILA ROJAS, MARTIN ANGEL

1.3 AÑO CRONOLOGICO

2022

CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 DESCRIPCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA

2.1.1 *A Nivel Mundial*

Las normas americanas, que son las que tienen mayor difusión en nuestro país, brindan recomendaciones para el diseño sísmico de reservorios. La norma más empleada, es la Norma ACI 350.3 *Seismic Design of Liquid – Containing Concrete Structures*, la cual se ha venido actualizando en las dos últimas décadas. El cambio más relevante, entre versiones, tiene que ver con el factor de modificación de la respuesta impulsiva (R_i), el cual tomó un valor de $R_i=3$ en la versión del 2001, posteriormente en el año 2006, redujo su valor a $R_i=2$ y en su versión más reciente en 2020 se aumentó a $R_i=2.25$.

Existen otras normativas como la norma india IITK-GSDMA “Guidelines for Seismic Design of Liquid Storage Tanks”, Norma Europea Eurocode 8 “Design provisions for earthquake resistance of structures Part 1 and 4”, Norma IBC” International Building



Code 2000” y Norma NZS 3106-1986 “Code of practice for concrete structures for the storage of liquids”. Cabe resaltar que en cada norma se tiene diferentes factores de reducción de la respuesta asociados a su filosofía de diseño Sismorresistente. Para el desarrollo del presente trabajo se empleará la Norma ACI 350.3 por ser la normativa de mayor empleo en nuestro país.

(Ayala, 2001) en su tesis “Evaluación del desempeño sísmico de estructuras—un nuevo enfoque” de la Universidad Autónoma de México, se presenta y evalúa un método simplificado para la determinación del desempeño sísmico de estructuras. Los resultados obtenidos con la metodología fueron comparados con análisis dinámicos no lineales paso a paso obteniendo aproximaciones adecuadas.

(Alvarado Abad, 2015) en su tesis “Estudio de los coeficientes de reducción de Respuesta Estructural “R” de la Norma Ecuatoriana de la Construcción” presentado en la Universidad de Cuenca en Ecuador, se revisa el estado del arte, analiza los componentes que forman el factor de reducción R y compara la manera de cómo se presentan en las normativas, ecuatorianas, colombianas (NSR-10) y el código de los Estados Unidos (ASCE 7-10).

(Velasquez, 2004) en su tesis “Análisis hidrodinámico de tanques de almacenamiento de líquidos” presentado en la Universidad de los Andes en Colombia, se analiza la información existente sobre modelación inelástica de tanques de almacenamiento, selecciona los modelos matemáticos existentes y compara los resultados obtenidos computacionalmente con los resultados de un modelo experimental.



2.1.2 A Nivel Nacional

En el Perú no se cuenta con un Reglamento para el análisis y diseño de reservorios elevados. En la práctica ingenieril, el diseño sísmico de este tipo de estructuras se ha venido realizando con las recomendaciones de la norma ACI 350.3 en sus diferentes versiones. Sin embargo, para lograr su aplicación local, se deberá adaptar el peligro sísmico peruano, definido por la norma técnica E.030 Diseño Sismorresistente, con los factores que emplea la norma americana. En cuanto a la determinación del desempeño sísmico de este tipo de estructuras, existen algunas investigaciones en el Perú, como:

(Montalván Meléndez & Torres Falcón, 2018) en Loreto, quien realizó la investigación titulada “Evaluación por desempeño sísmico del comportamiento estructural de dos reservorios elevados con soporte tipo marco”, en la ciudad de Caballococha, distrito de Ramón Castilla, departamento de Loreto, el propósito del estudio fue evaluar el comportamiento estructural de dos reservorios existentes pertenecientes al sistema de agua potable, con la finalidad de predecir su desempeño Sismorresistente y con ello identificar zonas críticas que requieran reforzamiento estructural.

(Martínez Cahui, 2019) en Tacna, realiza la investigación titulada “Evaluación del Comportamiento Sísmico de un Reservoirio Elevado de Concreto Armado de Cuba de Sección Circular y Rectangular, Aplicando la Normativa Norteamericana – Tacna 2019” donde compara el comportamiento sísmico de un reservorio elevado de concreto armado de cuba de sección circular frente a una sección rectangular, empleando la norma ACI 350.3. Encontrando que los reservorios elevados con cuba circular tienen mejor comportamiento sísmico.



(Huaranga Huamaní, 2016) en Lima, en su tesis “Evaluación de la respuesta sísmica no lineal de reservorios elevados tipo Intze” realiza la comparación del comportamiento no lineal de dos reservorios tipo INTZE con diferente refuerzo de acero en el fuste, los cuales fueron modelados empleando un sistema de 1GDL. Recomendando reevaluar el factor de reducción espectral de la masa inductiva empleado para los reservorios elevados con soporte tipo fuste, si es que se emplea el espectro peruano de la norma técnica E.030 Diseño Sismorresistente.

(Paredes Sánchez, 2021), en Piura, realizo una investigación titulada “Evaluación estructural del reservorio elevado de concreto armado R-3 “Sánchez Cerro” de la provincia de Sullana, Piura, 2021. Su propósito fue determinar la evaluación estructural del reservorio elevado, empleando un análisis estructural y ensayos de esclerometría.

2.1.3 A Nivel Local (Ucayali)

En la ciudad de Pucallpa los reservorios elevados forman parte fundamental del sistema de distribución de agua. Sin embargo, en la Universidad Nacional de Ucayali no se tienen registros de investigaciones acerca de este tipo de estructuras. Se ha encontrado una investigación en la Universidad Nacional de Ingeniería sobre reservorios en pucallpa:

(Siu Delgado, 1991), en su tesis “Análisis y diseño de un reservorio elevado de concreto armado tipo Intze apoyado en columnas”, realiza el diseño estructural de un reservorio elevado ubicado en la ciudad de Pucallpa empleando un sistema mecánico equivalente, para considerar el efecto del comportamiento hidrodinámico del agua.

Finalmente, se tiene que el factor de modificación de la respuesta impulsiva, en un esquema de diseño estructural, sirve para definir la fuerza de diseño ante sollicitaciones



sísmicas y esta ha ido cambiando de valor en los últimos 20 años, periodo en el cual se han diseñado y construido muchos reservorios en nuestra ciudad, es por ello que el presente trabajo, como caso de estudio, busca emplear herramientas de análisis no lineal para determinar el desempeño sísmico de un reservorio elevado tipo Intze de 1500m³ ubicado en la ciudad de Pucallpa empleando la normativa ACI 350.3, en sus tres versiones y el peligro sísmico local según la norma E.030 Diseño Sismorresistente.

2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

2.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es el desempeño sísmico de un reservorio elevado tipo Intze de 1500m³ en la ciudad de Pucallpa, empleando la norma ACI 350-3 en sus versiones 2001, 2006 y 2020?

2.2.2 PROBLEMA ESPECÍFICOS

- ✓ ¿Cómo es el diseño estructural de un reservorio elevado tipo Intze de 1500m³ en la ciudad de Pucallpa, empleando la norma ACI 350-3 en sus versiones 2001, 2006 y 2020?
- ✓ ¿Cuál es el espectro de capacidad y demanda para el reservorio elevado tipo Intze de 1500m³ en la ciudad de Pucallpa diseñado con la normativa ACI 350-3 en sus versiones 2001, 2006 y 2020?
- ✓ ¿Cuál es el nivel de desempeño de un reservorio elevado tipo Intze de 1500m³ en la ciudad de Pucallpa diseñado con la normativa ACI 350-3 en sus versiones 2001, 2006 y 2020?



2.3 OBJETIVOS

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el desempeño sísmico de un reservorio elevado tipo Intze de 1500m³ en la ciudad de Pucallpa empleando la norma ACI 350-3 en sus versiones 2001, 2006 y 2020.

2.3.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS

- ✓ Realizar el diseño estructural de un reservorio elevado tipo Intze de 1500m³ en la ciudad de Pucallpa empleando la normativa ACI 350-3 en sus versiones 2001, 2006 y 2020.
- ✓ **Determinar** el espectro de capacidad y demanda para el reservorio elevado tipo Intze de 1500m³ en la ciudad de Pucallpa diseñado con la normativa ACI 350-3 en sus versiones 2001, 2006 y 2020.
- ✓ **Determinar** el nivel de desempeño de un reservorio elevado tipo Intze de 1500m³ en la ciudad de Pucallpa diseñado con la normativa ACI 350-3 en sus versiones 2001, 2006 y 2020.

2.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

2.4.1 A Nivel Mundial

Las normas americanas brindan recomendaciones para el diseño sísmico de reservorios. La norma más empleada, es la Norma ACI 350.3 *Seismic Design of Liquid – Containing Concrete Structures*, la cual se ha venido actualizando en las dos últimas décadas. El cambio más relevante, entre versiones, tiene que ver con el factor de modificación de la respuesta impulsiva (R_i), el cual tomó un valor de $R_i=3$ en la versión



del 2001, posteriormente en el año 2006 se reduce su valor a $R_i=2$, y en su versión más reciente en 2020 se aumenta a $R_i=2.25$.

2.4.2 A Nivel Nacional

En el Perú no se cuenta con un Reglamento para el análisis y diseño de reservorios elevados. En la práctica ingenieril, el diseño sísmico de este tipo de estructuras, desde hace más de 20 años, se ha venido realizando con las recomendaciones de la norma ACI 350.3 en sus versiones 2001, 2006 y 2020. En cada una de sus versiones, se ha modificado el factor de modificación de la respuesta impulsiva (R_i) y en el mismo periodo se han venido diseñando y construyendo muchos reservorios en nuestro país. Por lo que cabe preguntarnos ¿cuál es realmente el desempeño sísmico de este tipo de estructuras?

2.4.3 A Nivel Local (Ucayali)

En la ciudad de Pucallpa los reservorios elevados forman parte fundamental del sistema de distribución de agua. Siendo éste un servicio básico para la población, recibe normativamente una categoría de Edificación Esencial, por lo que es necesario e imprescindible buscar una baja vulnerabilidad en estas estructuras. Por tanto, un diseño adecuado, que considere la evaluación de su desempeño sísmico, puede coadyuvar a que se garantice la continuidad en el abastecimiento de agua.

El diseño estructural de los reservorios elevados se realiza considerando hipótesis de comportamiento elástico y muchas veces finaliza cuando se determinan las dimensiones de los elementos de concreto y la cantidad de refuerzo de acero. Sin embargo, en la actualidad se cuentan con herramientas computacionales que nos permiten estimar su desempeño sísmico, es decir, conocer su comportamiento más allá de su intervalo elástico,



esto con el fin de evaluar el diseño realizado y la posibilidad de conseguir mejoras en nuestra concepción y manejo de mejores criterios estructurales.

2.4.4 Justificación tecnológica

En la práctica de ingeniería se reconoce al proceso de retro alimentación como un proceso de mejora, de este modo, el empleo de herramientas computacionales que permiten determinar el comportamiento no lineal de una estructura conllevan a concebir, cada vez, mejores criterios de desempeño al momento de proyectar estructuras, como el caso de los reservorios elevados de concreto armado.

2.4.5 Justificación económica

Siendo los reservorios elevados parte fundamental de los sistemas de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Pucallpa. No se puede admitir la idea de que este tipo de estructuras sean vulnerables ante sollicitaciones sísmicas ya que, su falla implicaría importantes pérdidas económicas asociadas no solo a la reparación y/o rehabilitación de la misma, sino y más importante, a costos asociados con la discontinuidad del servicio de abastecimiento de agua a la población.

2.4.6 Justificación social

Es menester construir estructuras con baja vulnerabilidad sísmica cuando se tratan de elementos esenciales como lo son los reservorios elevados ya que forman parte importante de los sistemas de abastecimiento de agua en la ciudad de Pucallpa. De otro modo, se pondría en riesgo la continuidad del suministro de agua potable, lo cual conllevaría, en corto tiempo, a problemas de salud asociados a su carencia.



2.4.7 Justificación ambiental

Se tiene estrés hídrico cuando la demanda del agua potable es más alta que la cantidad que se puede disponer durante un periodo determinado o cuando su disponibilidad se ve restringida por su baja calidad. Debido a que todas las acciones del hombre repercuten sobre su medio, al considerar estructuras de almacenamiento de agua potable adecuadamente sismorresistentes, se conseguiría aportar a reducir éste estrés hídrico.

2.4.8 Justificación metodológica

En el desarrollo del presente trabajo se determinará, como caso de estudio y por medio de herramientas de análisis no lineal, el desempeño sísmico de un reservorio elevado tipo Intze de 1500 m³ ubicado en la ciudad de Pucallpa diseñado con la normativa ACI350-3 en sus versiones 2001, 2006 y 2020. Destacando que en cada versión se tiene un diferente factor de modificación de la respuesta impulsiva (R_i). Aunque el diseño estructural responderá a las recomendaciones de esta norma internacional, será necesario adaptarla a los requerimientos de la normativa nacional en cuando al nivel de peligrosidad sísmica. Finalmente, con este trabajo se pretende plantear un procedimiento que podría emplearse para la evaluación sísmica de otros reservorios de distinta capacidad de almacenamiento.



2.5 LIMITACIONES Y ALCANCES

2.5.1 LIMITACIONES

En esta investigación se empleará:

- ✓ Un análisis estático no lineal a un modelo matemático en el programa SAP2000 para obtener los espectros de capacidad y demanda de un reservorio de 1500m³ en la ciudad de Pucallpa diseñado con la normativa ACI350-3 en sus versiones 2001, 2006 y 2020.
- ✓ Se dejará la verificación del desempeño sísmico de reservorios tipo Intze de diferente capacidad de almacenamiento para futuras investigaciones.
- ✓ Se dejará la verificación del desempeño sísmico por medio de un análisis dinámico no lineal para futuras investigaciones.

2.5.2 ALCANCES

En esta investigación se determinará el desempeño sísmico de un reservorio de 1500m³ en la ciudad de Pucallpa diseñado con la normativa ACI350-3 en sus versiones 2001, 2006 y 2020. Usando las recomendaciones de normas internacionales ([SEAOC], 1995), (FEMA-440, 2005), (ATC-40, 1996)

2.6 HIPOTESIS

2.6.1 HIPOTESIS GENERAL

El desempeño sísmico de un reservorio elevado tipo INTZE de 1500m³ en la ciudad de Pucallpa empleando la normativa ACI 350.3 en sus versiones 2001, 2006 y 2020 se encuentran en un rango totalmente operativo.



2.6.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- ✓ El diseño estructural para un reservorio elevado tipo Intze de 1500m³ en la ciudad de Pucallpa empleando la normativa ACI 350.3 en sus versiones 2001, 2006 y 2020 es adecuado.
- ✓ El espectro de capacidad y demanda para el reservorio elevado tipo Intze de 1500m³ en la ciudad de Pucallpa diseñado con la normativa ACI 350.3 en sus versiones 2001, 2006 y 2020 permite determinar el comportamiento inelástico de esta estructura adecuadamente.
- ✓ El nivel de desempeño de un reservorio elevado tipo Intze de 1500m³ en la ciudad de Pucallpa diseñado con la normativa ACI 350.3 en sus versiones 2001, 2006 y 2020 son similares.

2.7 SISTEMA DE VARIABLES-DIMENSIONES E INDICADORES

2.7.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

- ✓ Espectro de capacidad
- ✓ espectro de demanda

2.7.2 VARIABLE DEPENDIENTE

- ✓ Límite de desempeño sísmico



2.8 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES.

Tabla 1

Definición operacional de variables, dimensiones e indicadores

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicador
Variable Independiente: Espectro de capacidad	Describe la relación que existe entre la resistencia a la carga lateral de una estructura y su desplazamiento lateral característico.	Aceleración espectral Vs Desplazamiento espectral	m/s ² , m
Variable Independiente: Espectro de demanda	Representa la acción sísmica a la cual estará sometida una estructura. Se presenta en un formato de pseudo aceleración contra el pseudo desplazamiento de techo.	Aceleración espectral Vs Desplazamiento espectral	m/s ² , m
Variable Dependiente: Límite de desempeño sísmico	Corresponde a un estado de daño límite y una condición descrita por el daño físico en la estructura, la amenaza a la seguridad de la vida debido al daño y la funcionalidad posterior al movimiento sísmico. (Chavesta Ruelas, 2019)	Ocupación inmediata, Daños controlados, Seguridad vital, Estabilidad estructural	m/m

Nota: Fuente: Elaboración propia



CAPITULO III: MARCO TEORICO

3.1 ANTECEDENTES O REVISIÓN DE ESTUDIOS REALIZADOS.

3.1.1 A NIVEL MUNDIAL

(Ayala, 2001) en su tesis “Evaluación del desempeño sísmico de estructuras–un nuevo enfoque” de la Universidad Autónoma de México, se presenta y evalúa un método simplificado para la determinación del desempeño sísmico de estructuras. Los resultados obtenidos con la metodología fueron comparados con análisis dinámicos no lineales paso a paso obteniendo aproximaciones adecuadas y las siguientes conclusiones:

- ✓ En la determinación del desempeño sísmico es generalmente valioso considerar la evolución de los modos de vibrar.
- ✓ La posibilidad de usar los conceptos del método de análisis simplificado en un procedimiento de diseño por desempeño justifica investigaciones adicionales.

(Alvarado Abad, 2015) en su tesis “Estudio de los coeficientes de reducción de Respuesta Estructural “R” de la Norma Ecuatoriana de la Construcción” presentado en la Universidad de Cuenca en Ecuador, se revisa el estado del arte, analiza los componentes que forman el factor de reducción R y compara la manera de cómo se presentan en las normativas, ecuatorianas, colombianas (NSR-10) y el código de los Estados Unidos (ASCE 7-10) de donde se destaca la siguiente conclusión:

- ✓ Las normativas sismo-resistentes actuales han empezado a incorporar varios factores sugeridos en recientes estudios, tales como los factores de reducción por sobre-resistencia y redundancia, cuando las estructuras cumplen con ciertas características previamente definidas. En el caso de la normativa ecuatoriana NEC, la elección del



factor de reducción “R” es función únicamente de la tipología y el tipo de material predominante, por lo que, para futuras actualizaciones que se hagan del código, deberá considerarse los factores señalados y otros que se estimen pertinentes en función de nuestra realidad.

(Kaviti Harsha, Kondepudi Sai Kala, & karthik Reddy, 2015) De la universidad Andhra (india) titulo “Seismic Analisis and Design of Intze Type Water Tank”, realizan un estudio a los reservorios elevados tipo Intze, en situaciones vacíos y llenos de líquido, además idealizaron la estructura a un grado de libertad y comparándolo con otro modelo de dos grados de libertad teniendo en cuenta la masa impulsiva y convectiva. Llegando a los siguientes resultados:

- ✓ El cortante y momentos obtenidos en la base para la condición de tanque lleno son mayores que para la condición vacío en un 47% y un 51% respectivamente.
- ✓ El cortante base obtenido por el modelo de dos masas aumenta en un 36% en comparación con el modelo de masa concentrada.
- ✓ El momento de vuelco obtenido por el modelo de dos masas es mayor al de masa concentrada en un 41%.
- ✓ concluye que para tanques elevados se debe idealizar con dos grados de libertad, teniendo en cuentas las presiones hidrodinámicas de la masa convectiva.

3.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

(Montalván Meléndez & Torres Falcón, 2018) en Loreto, quien realizó la investigación titulada “Evaluación por desempeño sísmico del comportamiento estructural de dos reservorios elevados con soporte tipo marco”, en la ciudad de Caballococha, distrito



de Ramón Castilla, departamento de Loreto, el propósito del estudio fue evaluar el comportamiento estructural de dos reservorios existentes pertenecientes al sistema de agua potable, con la finalidad de predecir su desempeño Sismorresistente y con ello identificar zonas críticas que requieran reforzamiento estructural.

(Quispe Apaza, 2014) en Arequipa, Realizo su investigación en el análisis y diseño de un reservorio elevado tipo Intze de 600m³. El contenido de su trabajo contempla la descripción de los diferentes tipos de reservorios y su comportamiento frente a los eventos sísmicos, realiza una revisión de los alcances de la norma técnica E0.30 Diseño Sismorresistente sobre el tema y a los estándares ACI 350.3-2006, posteriormente pre-dimensiona, analiza y diseña el reservorio elevado tipo Intze de 600m³ para la ciudad de Arequipa. Finalmente presenta los plano y detalles constructivos del proyecto.

(Carol Correa & Fernández Arana, 2018) Analizó y diseñó un tanque elevado de concreto armado de capacidad 2000m³. Para ello empleo normas peruanas (E0.30 Diseño Sismorresistente, E060 Concreto Armado) e internacionales ACI 350.3-06. Para el análisis de interacción liquido – estructura contenedora, empleo la propuesta de G. W Housner, en el cual los efectos hidrodinámicos del agua se incluyen en el análisis con una masa que oscila dentro del tanque. Como parte de su conclusión menciona que la norma peruana no contempla el factor de reducción para este tipo de estructuras, por lo cual se uso el factor de reducción de la norma ACI 350 para tanques elevados, donde se define un valor de $R=2$ para la masa impulsiva y $R=1$ para la masa convectiva.

3.1.3 ANTECEDENTES LOCAL

No se encontraron temas similares al proyecto de investigación, desempeño



sísmico, reservorios elevados tipo Intze.

3.2 BASES TEORICAS

3.2.1 *Reservorio elevado tipo Intze*

La forma del reservorio tipo Intze, en honor al ingeniero hidráulico alemán Otto Intze, realiza una disposición geométrica de los elementos estructurales procurando que todos los elementos trabajen a compresión, esto permite optimizar la capacidad de almacenamiento y espesores de los elementos (Quispe Apaza, 2014)

3.2.2 *Espectro de capacidad*

se define como la relación que existe entre la resistencia a la carga lateral de una estructura y su desplazamiento lateral característico. Típicamente se obtiene por medio de un análisis estático no lineal, conocido en la literatura inglesa como análisis pushover. (MORENO GONZÁLES, 2006)

3.2.3 *Espectro de demanda*

representa la acción sísmica a la cual está sometida la estructura. En la presente tesis se busca evaluar el desempeño sísmico de un reservorio elevado tipo Intze.

3.2.4 *Niveles de desempeño estructural*

El nivel de desempeño estructural describe una condición límite, condición limite que es descrita por el daño físico dentro de la estructura, la posible amenaza a la seguridad vital de los ocupantes de la estructura y la funcionalidad de la edificación luego de un posible movimiento sísmico. (ATC-40, 1996)

Propuesta del comité VISION 2000: Este comité define cuatro niveles de



desempeño para una estructura.

- ✓ **Totalmente Operacional:** este nivel corresponde a la fase en el cual esencialmente no se aprecia daños; la edificación permanece segura para sus ocupantes y los servicios de la edificación permanece funcionales y disponibles para su uso. (SEAOC, 1995)
- ✓ **Operacional:** en este nivel se aprecian daños moderados en los elementos no estructurales y algunos daños leves en los elementos estructurales; el daño es limitado y no compromete la seguridad de la estructura para continuar siendo ocupada inmediatamente después de un posible evento sísmico; sin embargo, los daños en algunos componentes no estructurales pueden interrumpir parcialmente algunos servicios usuales; el sistema de respaldo para los procedimientos, puede ser requerido para continuar funcionando (SEAOC, 1995)
- ✓ **Seguridad Vital:** este nivel de daño indica que la ocurrencia de daños moderados en elementos estructurales y no estructurales han ocurrido; la rigidez lateral de la estructura y la capacidad de resistir cargas laterales adicionales han sido reducidas, sin embargo, aún permanece un margen de seguridad frente al colapso; no han ocurrido grandes riesgos de caídas de escombros; la salida de la estructura no está obstruida pero el elevador y algunos dispositivos podrían no funcionar; es probable que sea necesario proceder a su rehabilitación; la estructura probablemente sería reparada aunque podría no ser justificado desde un punto de vista económico. ([SEAOC], 1995)
- ✓ **Cercanía al colapso:** en este nivel la capacidad resistente lateral y vertical de la estructura ha sido sustancialmente comprometido; las posibles replicas podrían traer un parcial o total colapso de la estructura; los escombros pueden ser muy peligrosos y las salidas podrían estar afectadas; los elementos de carga vertical significativos continúan



funcionando; con todo esto, la estructura es insegura para sus ocupantes y su reparación podría no ser técnica o económicamente realizable ([SEAOC], 1995)

Tabla 2

Niveles de desempeño para el comité Visión 2000

Estado de daño	Nivel de desempeño	Descripción de los daños
Despreciable	Inmediatamente operacional	No hay daño estructural ni estructural apreciable; los servicios continúan, la estructura está en operación y funciona después del movimiento sísmico.
Leve	Operacional	La mayoría de las funciones y servicios pueden reanudar inmediatamente; los sistemas de seguridad y evacuación funcionan con normalidad y es segura para una Ocupación Inmediata luego de un movimiento sísmico.
Moderado	Seguridad de vida	El daño es moderado en algunos elementos estructurales; los sistemas de construcción y contenidos pueden ser protegidos de los daños; la seguridad de la vida es generalmente protegida; la estructura está dañada, pero permanece funcional; los riesgos ante caídas permanecen seguros.
Severo	Prevención de colapso	La estructura ha evitado el colapso, pero hay fallas en elementos secundarios no estructurales. Puede llegar a ser necesario demoler el edificio.



Completo

Colapso

Pérdida parcial o total de soporte. No es posible la reparación.

Nota: **Descripción de los estados de diseños y niveles de desempeño, basado en SEAOC (1995)**

3.2.5 Niveles de movimiento sísmico

El desempeño sismorresistente de una estructura requiere seleccionar una serie posibles eventos sísmicos que representan el rango de la severidad sísmica para estimar su desempeño. Estos posibles eventos sísmicos son denominados "Movimientos sísmicos de diseño", denominación que varía en función de la sismicidad del lugar donde está ubicada la estructura analizada y de los niveles de aceptables de daño por parte de los habitantes o usuarios de las edificaciones (Bonett, 2003).

Propuesta del comité VISION 2000 Los movimientos sísmicos de diseño son expresados en términos de un intervalo medio de recurrencia o de una probabilidad de excedencia. El intervalo medio de recurrencia, por ejemplo 475 años, es una expresión del período promedio de tiempo, expresado en años, que transcurre entre la ocurrencia de un sismo el cual produce efectos de la misma o mayor severidad. La probabilidad de excedencia, por ejemplo, el 10 % en 50 años, es una representación estadística de la posibilidad de que el efecto de un movimiento sísmico exceda una cierta severidad, será experimentado en el sitio durante un período específico

de tiempo expresado en años y el intervalo de recurrencia se puede relacionar directamente con una probabilidad de superación para un numero específico de años (SEAOC, 1995).



Tabla 3

Movimiento sísmico de diseño para comité VISION 2000

Movimiento sísmico de diseño	Intervalo de recurrencia	Descripción de los daños
Frecuente	43 años	50% en 30 años
Ocasional	72 años	50% en 50 años
Raro	475 años	10% en 50 años
Muy raro	950 años	10% en 100 años

Nota: Basado en (SEAOC, 1995)

3.2.6 Objetivos del desempeño estructural

La selección de los objetivos del desempeño sismorresistente, para el diseño estructural, es el primer paso en la ingeniería basada en el desempeño; objetivos que corresponden a expresiones de acoplamiento entre un nivel de movimiento sísmico esperado y los niveles de desempeño deseados para una estructura (Bonett. 2003).

Propuesta del comité VISION 2000 La recomendación se basa en los objetivos mínimos de desempeño de las estructuras de acuerdo con su uso, ocupación y grado de importancia durante y después de un sismo (SEAOC, 1995). Las cuales son:

- ✓ Estructuras critica: edificaciones en las cuales se encuentran materiales peligrosos que podrían resultar en una amenaza latente e inminente para un amplio sector de la comunidad, los materiales explosivos, toxinas y materiales radiactivos (SEAOC, 1995).
- ✓ Estructuras esenciales: las cuales son las encargadas de todas las operaciones críticas luego de un evento sísmico; tales como refugios de emergencia, hospitales, estaciones de bomberos, centros de control de emergencia (SEAOC, 1995).



- ✓ Estructuras básicas: las cuales incluye a todas las demás estructuras que no están incluidas en las estructuras críticas y esenciales (SEAOC, 1995).

Tabla 4

Objetivos de desempeño sísmico de una estructura para el comité Visión 2000

Movimiento sísmico	Nivel de desempeño de la estructura			
	Totalmente operacional	Operacional	Seguridad de vida	Prevención de colapso
Frecuente	I	X	X	X
Ocasional	II	I	X	X
Raro	III	II	I	X
Muy raro	-	III	II	I

Nota: X = Desempeño inaceptable; I = Estructuras básicas; II = Estructuras esenciales; III = Estructuras críticas. Basado en (SEAOC, 1995)

3.3 DEFINICIÓN DE TERMINOS BÁSICOS

- ✓ **Análisis estructural:** Es el proceso por el cual se emplean las ecuaciones de la resistencia de materiales para hallar los esfuerzos y deformaciones internas que actúan sobre una estructura.
- ✓ **Análisis Pushover:** Denominación con la que se conoce popularmente al Análisis Estático no lineal. Este análisis consiste en la aplicación de cargas incrementales sobre una estructura, con propiedades inelásticas definidas, hasta llevarla a un estado de colapso.
- ✓ **Deriva global:** Denominación del desplazamiento relativo de techo respecto a la altura total de una estructura.
- ✓ **Demanda sísmica:** Representa la peligrosidad sísmica expresada en términos de la aceleración del suelo, asociada a un periodo de retorno y una probabilidad de



excedencia.

- ✓ **Desempeño sísmico:** Descripción cuantitativa del daño acumulado que puede soportar una estructura frente a sollicitaciones sísmicos
- ✓ **Diseño estructural:** Es una metodología empleada para el dimensionamiento de una estructura con el fin de asegurar su estabilidad, resistencia y rigidez; teniendo en cuenta la utilización óptima de materiales que la componen.
- ✓ **Espectro de capacidad:** Es un procedimiento gráfico empleado para determinar puntos de desempeño. Se presenta en un formato de pseudo aceleración, en lugar del cortante basal, contra el pseudo desplazamiento de techo de un sistema de un grado de libertad equivalente.
- ✓ **Espectro de demanda:** Representa la acción sísmica a la cual estará sometida una estructura. Se presenta en un formato de pseudo aceleración contra el pseudo desplazamiento de techo de un sistema de un grado de libertad equivalente.
- ✓ **Factor de reducción de demanda:** Simbolizado por la letra R , es un factor que depende de la sobre resistencia estructural y ductilidad debida a la aceptación de comportamiento inelástico.
- ✓ **Factor de modificación de la respuesta:** Es equivalente al factor de reducción de demanda sísmica.
- ✓ **Fuste:** soporte estructural de los reservorios elevados. Para el reservorio tipo Intze, el fuste hará alusión a una estructura cilíndrica de concreto armado.
- ✓ **Intze:** Proveniente del principio alemán Intze-Prinzip, definido por Otto Intze (1843-1904), el cual aplicado a torres de almacenamiento de agua hace referencia a un soporte de eje anular sobre el que se asienta el tanque de agua, de manera que solo se transmitan



fuerzas verticales y no horizontales al soporte.

- ✓ **Modelo numérico:** Es la representación matemática de una estructura. Esta representación usualmente se realiza con la asistencia de un software de cómputo que permite realizar el análisis estructural.
- ✓ **Nivel de desempeño:** Corresponde a un estado de daño límite y una condición descrita por el daño físico en la estructura, la amenaza a la seguridad de la vida debido al daño y la funcionalidad posterior al movimiento sísmico. (Chavesta Ruelas, 2019)
- ✓ **Normativa Internacional:** Estándares internacionales, para este trabajo, relacionadas al diseño de estructuras de almacenamiento de agua.
- ✓ **Peligro sísmico:** Se define por la probabilidad que en un lugar determinado ocurra un movimiento sísmico de una intensidad igual o mayor que un valor fijado.
- ✓ **Punto de desempeño:** Corresponde a la intersección entre el espectro de capacidad y demanda. Esta coordenada, define un nivel de desplazamiento de la estructura para una determinada intensidad aceleración de suelo.
- ✓ **Sismo de diseño:** Representa un movimiento sísmico poco frecuente de intensidad moderada y severa que sirve para la cuantificación de la fuerza sísmica de diseño para estructuras.
- ✓ **Sismo máximo considerado (SMC):** Representa un movimiento sísmico, cuyo efecto es aproximadamente 1.5 veces el sismo de diseño especificado en la norma técnica E.030 Diseño Sismorresistente.
- ✓ **Vulnerabilidad sísmica:** De una estructura, se define como su predisposición intrínseca a sufrir daño ante la ocurrencia de un movimiento sísmico y está asociada directamente con sus características físicas y estructurales de diseño.



CAPITULO IV: METODOLOGIA O MARCO METODOLOGICO

4.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION

4.1.1 TIPO DE INVESTIGACION

Esta investigación será de tipo cuantitativo, nos permitirá conocer el nivel de desempeño de un reservorio de 1500m³ en la ciudad de Pucallpa empleando la normativa ACI350-3 en sus versiones 2001, 2006 y 2020.

4.1.2 NIVEL DE INVESTIGACION

El nivel es aplicativo, se busca determinar el desempeño sísmico a través del comportamiento inelástico de un reservorio de V=1500m³ en la ciudad de Pucallpa diseñado con la normativa ACI350-3 en sus versiones 2001, 2006 y 2020.

4.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN-ESQUEMA DE LA INVESTIGACIÓN

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: no experimental de tipo descriptiva transversal

ESQUEMA

Mi Xi Oi

Dónde:

Mi= Muestra de elementos en estudio

Xi= Variable de estudio

Oi= Resultado de la medición de la variable



4.3 DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO/POBLACIÓN

El universo en estudio son los reservorios elevados tipo Intze, tomando como población los reservorios elevados tipo Intze en la ciudad de Pucallpa diseñados con la normativa ACI 350-3 en sus versiones 2001, 2006 y 2020.

4.4 MUESTRA

La muestra corresponde al no probabilístico de tipo intencionado, reservorio elevado tipo Intze de 1500m³ de capacidad de almacenamiento de agua potable.

4.5 TECNICAS DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE DATOS

4.5.1 FUENTES, TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En una primera etapa se iniciará con la recopilación bibliográfica relacionada al diseño de reservorios elevados tipo Intze y la revisión teórica de aspectos relacionados al análisis estático no lineal y las metodologías para cuantificar el desempeño sísmico en estructuras. Las principales fuentes a emplear serán:

- ✓ La Normativa de diseño ACI 350-3 en sus versiones de 2001, 2006 y 2020.
- ✓ La Normativa técnica Peruana E.030 Diseño Sismorresistente.
- ✓ Las recomendaciones de la guía de la Applied Technology Council (ATC-40, 1996).
- ✓ Las recomendaciones de la guía de la Federal Emergency Management Administration (FEMA-440, 2005)

Por otro lado, se empleará información del estado de la práctica necesarias para la determinación del desempeño sísmico en estructuras como:

- ✓ Dinámica de estructuras (K.Chopra, 2014).
- ✓ Manual del programa SAP2000 (Computers and Structures, 2016).



✓ Diseño en concreto Armado (Otazzi Pasino, 2008)

4.5.2 PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS

Para el desarrollo de la tesis se realizará el análisis y diseño estructural mediante el empleo de hojas de cálculo y la comprobación de resultados con la versión educativa del software SAP2000 (Computers and Structures, 2016). Junto al análisis estructural se emplearán las recomendaciones de las normas nacionales (E.030 Diseño Sismorresistente, 2018) (E.060 Concreto Armado, 2009) y norma internacional ACI 350-3 en sus versiones 2001, 2006 y 2020. Para cada versión se tendrán 3 diseños estructurales para un mismo reservorio elevado tipo Intze de 1500m³.

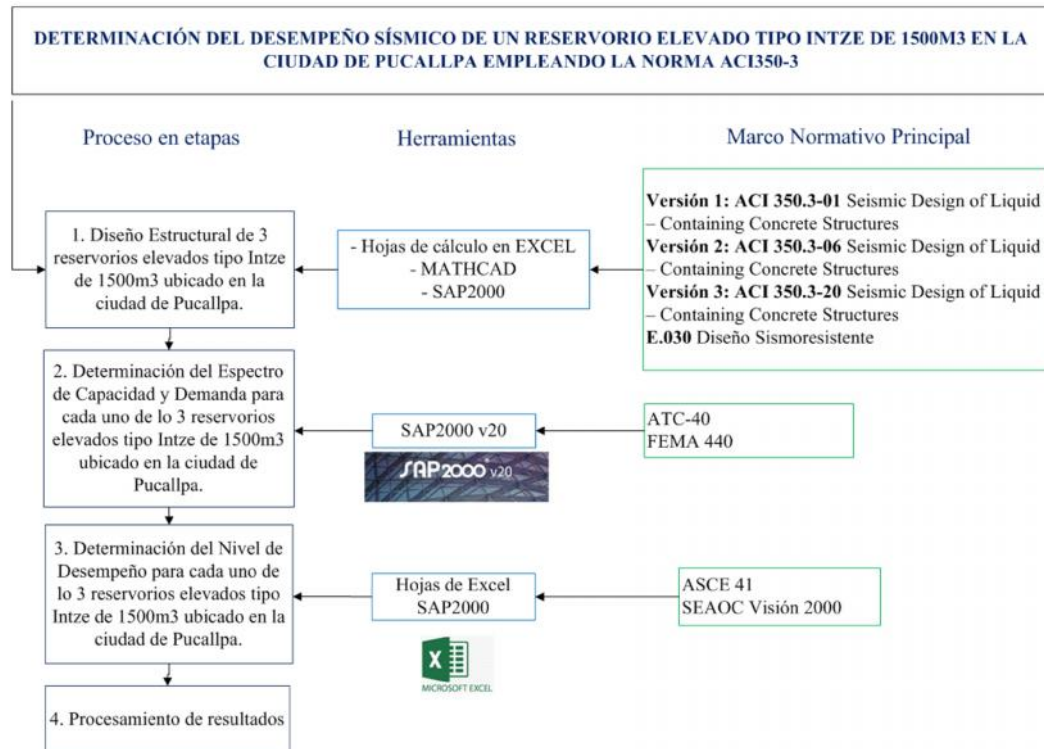
El análisis no estático no lineal, se realizará siguiendo el manual del programa SAP2000 (Computers and Structures, 2016), posteriormente, con las recomendaciones de (ATC-40, 1996) y (FEMA-440, 2005), se obtendrán los espectros de capacidad y espectro de demanda, éste último se obtendrá del espectro de diseño de la norma (E.030 Diseño Sismorresistente, 2018). Con esta información se podrá obtener el punto de desempeño, el cual servirá para estimar el nivel de desempeño sísmico de la estructura diseñada.

Finalmente, se procederá a la etapa de procesamiento de resultados, elaboración de gráficos y cuadros, además de las conclusiones y recomendaciones obtenidas para el desarrollo de la presente tesis.

A continuación, se muestra un esquema de la metodología a emplear para el desarrollo del presente trabajo.

Figura 1

Metodología de trabajo



Fuente: Elaboración propia



CAPITULO V: ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y PRESUPUESTALES

5.1 POTENCIAL HUMANO

- ✓ Investigador
- ✓ Asesor
- ✓ Estadista

5.2 RECURSOS MATERIALES Y SOFTWARE

- ✓ Útiles de escritorio
- ✓ Útiles de campo
- ✓ SAP2000 V20 (versión estudiante)
- ✓ MathCad Prime 8.0.0 (versión educativa)
- ✓ Microsoft Excel (versión educativa)

5.3 RECURSOS FINANCIEROS

El proyecto cuenta con los recursos para ejecutar la investigación y será autofinanciado por el autor.



5.4 CRONOGRAMA DE DESARROLLO DE TESIS

ACTIVIDAD	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				MES 7				MES 8				MES 9				MES 10				MES 11				MES 12			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1. Recopilación bibliográfica y redacción de marco teórico																																																
Recopilación bibliográfica																																																
Revisión teórica del diseño de reservorios elevados tipo Intze.																																																
Revisión teórica del análisis no lineal empleando ATC 40																																																
Revisión teórica de la estimación del desempeño sísmico para un reservorio elevado tipo Intze.																																																
02. Desarrollo de la tesis																																																
Pre dimensionamiento y modelamiento estructural en SAP2000.																																																
Análisis y diseño estructural de un reservorio elevado 1500m3																																																
Determinación de la demanda sísmica de un reservorio elevado de 1500m3																																																
Determinación de la curva de capacidad de un reservorio elevado de 1500m3																																																
Estimación del nivel y punto de desempeño para un reservorio elevado 1500m3																																																
03. Procesamiento de resultados																																																
Redacción y elaboración de cuadro y gráficos.																																																
Interpretación de resultados																																																
Elaboración de conclusiones y recomendaciones																																																
04. Presentación y Revisión final																																																
Presentación de borrador final																																																
Levantamiento de observaciones																																																
Revisión final																																																



5.5 PRESUPUESTO

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
Planificación de tesis				
Curso/taller en reservorios elevados	Und	500	01	500.00
Curso/taller en desempeño sísmico	Und	500	01	500.00
Libros, revistas, expedientes	Und	50	02	100.00
Papel bond	Mill	25	01	25.00
Impresora y tinta	Und	1000	01	1000.00
Ejecución de tesis				
Asesor de tesis externo	Und	2500	01	2500.00
Asistente en CAD	Und	1500	01	1500.00
Visita a campo	Und	150	02	300.00
Papel bond	Mill	25	01	25.00
Informe final				
Ploteo de planos	Und	10	5	50.00
Impresiones, empastado	Und	100	3	300.00
Pago por tramites	Glb	500	01	500.00
Total				S/. 7300.00



CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

6.1 BIBLIOGRAFIA FÍSICA

- ✓ [SEAOC], S. E. (1995). Vision 2000 Committee. *Performance based seismic Engineering of buildings*. California, Estados Unidos.
- ✓ Acero, J., & Mejía, J. (2002). Análisis dinámico de tanques superficiales, circulares y rectangulares. Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia ICG.
- ✓ Alvarado Abad, J. C. (2015). *Estudio de los coeficientes de reducción de respuesta estructural "R" de la norma ecuatoriana de la construcción*. Cuenca- Ecuador.
- ✓ American Concrete Institute. (2008). *ACI 371R-08 Guide for the Analysis, Design, and Construction of Elevated Concrete and Composite Steel-Concrete Water Storage Tanks*. USA.
- ✓ American, C. I. (2020). *ACI 350.3-20 Seismic Design of Liquid - Containing Concrete Structures*. USA.
- ✓ ASCE 41, A. S. (2017). *Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures*. Virginia, USA: American Society of Civil Engineers;.
- ✓ ATC-40. (1996). *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings* . California: Applied Technology Council.
- ✓ Ayala, A. G. (2001). Evaluación del desempeño sísmico de estructuras—un nuevo enfoque. *Universitat Politècnica de Catalunya*.
- ✓ Carol Correa, K. M., & Fernández Arana, S. (2018). *Análisis y Diseño Estructural de un Tanque Elevado de concreto armado con capacidad de 2000m³*. LIMA: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CIENCIAS APLICADAS.
- ✓ Chavesta Ruelas, E. P. (2019). *Análisis Estático no lineal para estimar el desempeño sísmico de una estructura aporticada de 5 pisos en la ciudad de lima*. Lima: UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLAREAL.
- ✓ Computers and Structures, I. (2016). *SAP 2000 CSI Analysis Reference Manual* . California USA: Computers and Structures, INC.
- ✓ Concrete, I. A. (2006). *ACI 350.3-06 Seismic Design of Liquid – Containing Concrete Structures*. USA.
- ✓ Durgesh C. , R., & Bhumika , S. (2004). *Seismic Design of Concrete Pedestal*



Supported Tanks. *13th World Conference on Earthquake Engineering*.

- ✓ FEMA-440. (2005). *Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures*. California: Council Applied Technology.
- ✓ GUILLÉN ASCARZA, M. E., & ROJAS PÉREZ, A. V. (2017). *ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DINÁMICO DEL AGUA EN TANQUES APOYADOS RECTANGULARES Y CILINDRICOS BAJO ACCION SISMICA*. Lima.
- ✓ Huaranga Huamaní, P. G. (2016). *Evaluación de la respuesta sísmica no lineal de reservorios elevados tipo intze*. Lima.
- ✓ INN, I. N. (2006). *NCh2369 Diseño Sísmico de Estructuras e Instalaciones Industriales*. Santiago, Chile.
- ✓ K.Chopra, A. (2014). *Dinámica de Estructuras*. México: Pearson.
- ✓ Kaviti Harsha, Kondepudi Sai Kala, & karthik Reddy. (2015). Seismic Analysis and Design of Intze Type Water Tank. *International Journal of Science Technology & Engineering*.
- ✓ Martinez Cahui, H. (2019). *Evaluación del Comportamiento Sísmico de un Reservorio Elevado de Concreto Armado de Cuba de Sección Circular y Rectangular, Aplicando la Normativa Norteamericana -Tacna 2019*. TACNA.
- ✓ Ministerio de Vivienda, C. y. (2009). *E.060 Concreto Armado*. Lima .
- ✓ Ministerio de Vivienda, C. y. (2018). *E.030 Diseño Sismorresistente*. Lima.
- ✓ Montalván Meléndez, D., & Torres Falcón, D. (2018). *Evaluación por desempeño sísmico del comportamiento estructural de dos reservorios elevados con soporte tipo marco, Caballococha 2018*. Caballococha.
- ✓ MORENO GONZÁLES, R. (2006). Evaluación del riesgo sísmico en edificios mediante análisis estático no lineal: Aplicación a diversos escenarios sísmicos de Barcelona .
- ✓ OMS. (21 de Marzo de 2022). <https://www.who.int/>. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- ✓ Otazzi Pasino, G. (2008). *Apuntes del Curso Concreto Armado I*. Lima: Departamento de Ingeniería PUCP.
- ✓ Paredes Sánchez, L. (2021). *Evaluación estructural del reservorio elevado de concreto R-3 "Sanchez Cerro" de la provincia de Sullana, Piura, 2021* . SULLANA.



- ✓ Quispe Apaza, E. B. (2014). *Análisis y Diseño Sísmico de un Reservorio elevado tipo Intze de 600m³*. Arequipa: UNSA.
- ✓ Quiun, D., San Bartolome, A., & Silva, W. (2018). *Diseño y Construcción de Estructuras Sismoresistente de Albañilería* (Segunda ed.). Lima: Fondo Editorial PUCP. Obtenido de <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/170319>
- ✓ Rajendranm, I. (1968). Some Aspects in the Analysis of Intze Type Water Tanks.
- ✓ SEAOC, S. E. (1995). Vision 2000 Committee. *Performance based seismic Engineering of buildings*. California, Estados Unidos.
- ✓ Siu Delgado, R. V. (1991). *Análisis y diseño de un reservorio elevado de concreto armado tipo Intze apoyado en columnas*. Lima.
- ✓ Tianyi, L., Young, R., & Reig, P. (2015). Aqueduct Projected Water Stress Country Rankings. *World Resources Insitute*, 5.
- ✓ Velasquez, C. (2004). *Análisis hidrodinámico de tanques de almacenamiento de líquidos*. SANTA FE DE BOGOTA.
- ✓ Villagómez, D. (2012). Diseño de Sistemas de Concreto para Contencion de Tierra y Liquidos. *Dilomatura de Estudios en Diseño Estructural*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Catolica del Perú.
- ✓ Zarza, L. (08 de Mayo de 2018). <https://www.iagua.es/>. Obtenido de <https://www.iagua.es/blogs/laura-f-zarza/gigantes-olvidados-torres-agua>
- ✓ Zarza, L. (Abril de 2020). <https://www.iagua.es/>. Obtenido de <https://www.iagua.es/blogs/laura-f-zarza/formulas-crisis-mundial-agua>



6.2 BIBLIOGRAFIA ELECTRONICA

- ✓ <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6821>
- ✓ <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/485>
- ✓ <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6226/15CAPITULO6.pdf?sequence=15>
- ✓ https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-28132018000100063
- ✓ http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10686/Mamani_Roque_Edwin_Ruther.pdf?sequence=1



ANEXO:

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: DETERMINACIÓN DEL DESEMPEÑO SISMICO DE UN RESERVORIO ELEVADO TIPO INTZE DE 1500M3 EN LA CIUDAD DE PUCALLPA DISEÑADO CON LA NORMA ACI 350-3.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	HIPOTESIS DE INVESTIGACION	VARIABLE DE ESTUDIO	DIMENSION / INDICADORES	INSTRUMENTO/EQUIPO	METODOLOGIA
FORMULACION DEL PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	EQUIPOS	TIPO DE INVESTIGACION
¿CUAL ES DESEMPEÑO SISMICO DE UN RESERVORIO ELEVADO TIPO INTZE DE 1500M3 EN LA CIUDAD DE PUCALLPA EMPLEANDO LA NORMA ACI350-3 EN SUS VERSIONES 2001, 2006 Y 2020.??	DETERMINAR EL DESEMPEÑO SISMICO DE UN RESERVORIO ELEVADO TIPO INTZE DE 1500M3 EN LA CIUDAD DE PUCALLPA EMPLEANDO LA NORMA ACI350-3 EN SUS VERSIONES 2001, 2006 Y 2020.	EL DESEMPEÑO SISMICO DE UN RESERVORIO ELEVADO TIPO INTZE DE 1500M3 EN LA CIUDAD DE PUCALLPA EMPLEANDO LA NORMA ACI350-3 EN SUS VERSIONES 2001, 2006 Y 2020 SE ENCUENTRA EN UN RANGO TOTALMENTE OPERATIVO	LIMITES DESEMPEÑO SÍSMICO	DESPLAZAMIENTO EN TECHO ACELERACIÓN ESPECTRAL	COMPUTADORA	CUANTITATIVO NIVEL DE INVESTIGACION APLICATIVO METODO
FORMULACION DE PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADORES		NO EXPERIMENTAL
¿CÓMO ES EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN RESERVORIO ELEVADO TIPO INTZE DE 1500M3 EN LA CIUDAD DE PUCALLPA EMPLEANDO LA NORMA ACI350-3 EN SUS VERSIONES 2001, 2006 Y 2020.?	REALIZAR EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN RESERVORIO ELEVADO TIPO INTZE DE 1500M3 EN LA CIUDAD DE PUCALLPA EMPLEANDO LA NORMA ACI350-3 EN SUS VERSIONES 2001, 2006 Y 2020.	EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN RESERVORIO ELEVADO TIPO INTZE DE 1500M3 EN LA CIUDAD DE PUCALLPA EMPLEANDO LA NORMATIVA ACL350.3 EN SUS VERSIONES 2001, 2006 Y 2020 ES ADECUADO.	ESPECTRO DE CAPACIDAD ESPECTRO DE DEMANDA	m vs m/s ²		TECNICA SIMUACIÓN POR COMPUTADORA UNIVERSO
¿CUAL ES EL ESPECTRO DE CAPACIDAD Y DEMANDA PARA UN RESERVORIO ELEVADO TIPO INTZE DE 1500M3 EN LA CIUDAD DE PUCALLPA DISEÑADO CON LA NORMA ACI350-3 EN SUS VERSIONES 2001, 2006 Y 2020.?	DETERMINAR EL ESPECTRO DE CAPACIDAD Y DEMANDA PARA UN RESERVORIO ELEVADO TIPO INTZE DE 1500M3 EN LA CIUDAD DE PUCALLPA DISEÑADO CON LA NORMA ACI350-3 EN SUS VERSIONES 2001, 2006 Y 2020.	EL ESPECTRO DE CAPACIDAD Y DEMANDA PARA EL RESERVORIO ELEVADO TIPO INTZE DE 1500M3 EN LA CIUDAD DE PUCALLPA DISEÑADO CON LA NORMATIVA ACL350.3 EN SUS VERSIONES 2001, 2006 Y 2020 PERMITE DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO INELÁSTICO DE ESTA ESTRUCTURA ADECUADAMENTE.				RESERVORIOS ELEVADOS TIPO INTZE POBLACIÓN RESERVORIOS ELEVADOS TIPO INTZE EN LA CIUDAD DE PUCALLPA MUESTRA
¿CUAL ES EL NIVEL DE DESEMPEÑO DE UN RESERVORIO ELEVADO TIPO INTZE DE 1500M3 EN LA CIUDAD DE PUCALLPA DISEÑADO CON LA NORMA ACI350-3 EN SUS VERSIONES 2001, 2006 Y 2020.?	DETERMINAR EL NIVEL DE DESEMPEÑO DE UN RESERVORIO ELEVADO TIPO INTZE DE 1500M3 EN LA CIUDAD DE PUCALLPA DISEÑADO CON LA NORMA ACI350-3 EN SUS VERSIONES 2001, 2006 Y 2020.	EL NIVEL DE DESEMPEÑO DE UN RESERVORIO ELEVADO TIPO INTZE DE 1500M3 EN LA CIUDAD DE PUCALLPA DISEÑADO CON LA NORMATIVA ACL350.3 EN SUS VERSIONES 2001, 2006 Y 2020 SON SIMILARES.				RESERVORIOS ELEVADOS TIPO INTZE V=1500M3 UBICADO EN LA CIUDAD DE PUCALLPA. DISEÑO NO EXPERIMENTAL