



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Diseño estructural del reservorio comprobado por el método de
elementos finitos de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Ventura Cabana, Emiliano Alex (ORCID: 0000-0002-1265-5691)

ASESOR

Doctor Guevara Bendezu, José Claudio (ORCID: 0000-0003-0087-0965)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Construcción Sostenible
Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

A nuestro señor creador del Universo por permitirnos seguir con vida y así seguir esforzándonos para un futuro mejor.

A mi familia; a mis padres, a mis hermanos, a mis compañeros de aulas, a mis docentes.

AGRADECIMIENTO

A nuestro señor creador del Universo por permitirnos seguir con vida y así seguir esforzándonos para un futuro mejor.

A mi familia y entorno familiar por ser el soporte emocional.

A la Universidad Cesar Vallejo por la oportunidad de pertenecer a dicha casa de estudios.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	11
3.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN.....	11
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	15
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	15
3.5 PROCEDIMIENTOS	16
3.6 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS	16
3.7 ASPECTOS ÉTICOS	17
IV. RESULTADOS	18
4.1 INFORMACIÓN DEL PROYECTO.....	18
4.2 ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS	21
4.3 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	25
4.4 PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	26
4.5 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE MURO DE CONTENCIÓN.....	34
4.6 MODELAMIENTO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	41
4.7 DISEÑO DE REFUERZO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES ...	61
4.8 ORGANIZACIÓN	82
4.9 MANTENIMIENTO	84
V. DISCUSIÓN	85
VI. CONCLUSIONES.....	89
VII. RECOMENDACIONES	90
REFERENCIAS	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla. 1 tipos de reservorio por su ubicación hidrológico	6
Tabla. 2 tipo por su ubicación con respecto al terreno	6
Tabla. 3 reservorios según el material de construcción	7
Tabla. 4 cuadro descriptivo del reservorio	7
Tabla. 5 contenido de ensayos de mecánica de suelos	8
Tabla. 6 levantamiento topográfico	8
Tabla. 7 operacionalización de variables.....	14
Tabla. 8 instrumentos de recolección de datos	15
Tabla. 9 productos de cultivación en la zona.....	18
Tabla. 10 coordenadas utm del reservorio	19
Tabla. 11 aforo del caudal existente del agua de riego	21
Tabla. 12 perfil estratigráfico de calicata 01	22
Tabla. 13 perfil estratigráfico de calicata 02	22
Tabla. 14 análisis granulométrico de la calicata 01	22
Tabla. 15 análisis granulométrico de calicata 02	23
Tabla. 16 límites de consistencia y contenido de humedad.....	23
Tabla. 17 coeficiente de balasto.....	24
Tabla. 18 metrado de carga muerta de la estructura	30
Tabla. 19 metrado de cargas viva (cv) del reservorio	30
Tabla. 20 resumen del centro de masas (cv) y (cd) de la estructura	31
Tabla. 21 parámetros de uso y suelo según la zona sísmica	33
Tabla. 22 momentos resistentes	38
Tabla. 23 cuantía mínima por contracción.....	77
Tabla. 24 propuestas de acero en la losa.....	81
Tabla. 25 calendario anual de siembra propuesta.....	83
Tabla. 26 programa de capacitaciones	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 diagrama de flujo de la variable independiente	12
Figura 2 diagrama de flujo de la variable dependiente	13
Figura 3 sección del canal de concreto simple	20
Figura 4 secuencia del levantamiento topográfico.....	25
Figura 5. aforo del agua en canal de concreto	26
Figura 6. predimensionamiento según norma ce – 020.....	28
Figura 7. discretización del muro de contención.....	29
Figura 8. centro de masa de la estructura	32
Figura 9. cortante basal de la estructura del reservorio	34
Figura 10. empuje activo y pasivo	36
Figura 11. fuerza resultante (a) y excentricidad (b)	41
Figura 12. eje de sección de muro (a), ejes isométricos de muro de 5 ml (b)	42
Figura 13. definición de las características del concreto $f'c$ 210 kg/cm ²	43
Figura 14. definición de ejes de la sección del muro	44
Figura 15. división del elemento estructural en áreas pequeñas	46
Figura 16. asignación de valores de factor en nodo	48
Figura 17. asignación de cargas laterales (empuje activo y pasivo)	49
Figura 18. asignación de cargas de gravedad (peso del agua y carga viva)	50
Figura 19. asignación de coeficiente de balasto.....	51
Figura 20. sumatoria del peso propio en el software	52
Figura 21. deformaciones con el peso propio (izq.) y carga viva (der.).....	53
Figura 22. deformaciones con el peso del agua (izq.) y empuje activo (der)	54
Figura 23. deformaciones con el empuje pasivo (izq.) y carga combinada (der) ..	55
Figura 24. diagrama de momentos; de peso de agua (iz.) y presión activa (de.) ..	56
Figura 25. diagrama de momentos; presión pasiva (izq.) y combinación (der.)	57
Figura 26. área de acero; peso de agua (izq.) y presión de activa (der.)	58
Figura 27. área de acero; presión pasiva (izq.) y combinación general (der.).....	59
Figura 28. espectro de pseudo aceleraciones	60
Figura 29. cargas finales en el muro	61
Figura 30. tipo de viga en voladizo.....	62
Figura 31. disposición final de acero en los elementos estructurales	82

RESUMEN

La presente investigación titulada “Diseño estructural del reservorio comprobado por el método de elementos finitos de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021” tiene como propósito principal la de realizar el diseño de un reservorio para riego a través de sucesión de muros de contención de tipo voladizo en su perímetro. El tipo de investigación es aplicada, el diseño es no experimental, la población y muestra es de un reservorio rectangular de concreto armado, la técnica empleada fue de observación y revisión bibliográfica.

Se inició con la recolección de información preliminar como; estudio de mecánica de suelos, levantamiento topográfico, caudal y volumen de agua, luego se predimensionó el tipo de muro de contención según criterios básicos recomendados en las normas y se realizó el análisis de estabilidad, comprobación de factores de seguridad ante el volteo y deslizamiento, análisis de presiones laterales y verticales, se realizó el modelamiento en el programa SAP 2000 versión educacional para determinar las deformaciones y tensiones, se determinó el acero de refuerzo en los elementos estructurales del muro de contención.

Realizado el planteamiento mediante sucesión de muros de contención de tipo voladizo permite un buen diseño de sus elementos estructurales de la estructura del reservorio.

Palabras clave: Reservorio, Muro de contención, Elementos finitos, Estabilidad

ABSTRACT

The present investigation entitled "Structural design of the reservoir verified by the finite element method of irrigation in Toro, La Unión - Arequipa, 2021" has as its main purpose the design of a reservoir for irrigation through a succession of retaining walls cantilever type on its perimeter.

The type of research is applied, the design is non-experimental, the population and sample is a rectangular reservoir of reinforced concrete, the technique used was observation and bibliographic review.

It began with the collection of preliminary information such as; study of soil mechanics, topographic survey, flow and volume of water, then the type of retaining wall was pre-dimensioned according to basic criteria recommended in the standards and a stability analysis was carried out, verification of safety factors against overturning and sliding, Analysis of lateral and vertical pressures, modeling was carried out in the SAP 2000 educational version program to determine deformations and stresses, reinforcing steel was determined in the structural elements of the retaining wall.

The approach made by means of a succession of cantilever-type retaining walls allows a good design of its structural elements of the reservoir structure.

Keywords: Reservoir, Retaining wall, Finite elements, Stability

I. INTRODUCCIÓN

Los agricultores de la comunidad de Toro que está ubicado en la capital del distrito de Toro de la provincia de La Unión de la región de Arequipa no tuvieron ninguna infraestructura para el almacenamiento del agua para riego y ante la ausencia de la misma, no es posible realizar un sistema regulado de embalse o almacenamiento para el aprovechamiento óptimo del agua y así realizar una distribución en forma organizada y equitativa. En tiempos de estiaje disminuye el recurso hídrico, pues al no poseer de una infraestructura de almacenamiento de agua en las horas nocturnas el agua de riego existente discurre por la quebrada sin que se pueda realizar el aprovechamiento en el almacenamiento de las aguas para el riego de los terrenos de cultivo. Su sistema de captación de agua es mediante una línea de conducción de canal de concreto simple, la cual es de una sección de ancho 0.50 metros con una altura de 0.40 metros e inicia desde una quebrada natural en donde convergen las aguas superficiales de los riachuelos llamados Chicchuani, Siccuru y el deshielo del nevado de Solimana, acumulando un caudal de 56.938 litros por segundo.

Durante las horas de la noche el agua de riego discurrió por la quebrada natural sin que se pueda almacenar el agua para riego y la importancia de la existencia de un reservorio para el almacenamiento del agua para el riego de los terrenos de cultivo es fundamental ya que con ello se puede disponer de dicho elemento con un caudal permanente y una administración de forma adecuada especialmente en la época de estiaje donde el recurso hídrico disminuye en forma notable.

El sistema de riego de los agricultores del lugar mencionado fue por el sistema de inundación, es decir, a través de sus canales existentes se llevaron el agua de riego y se inundaron las áreas de cultivo y luego de ello se fue rotando con los demás usuarios. La ubicación del reservorio está en una altitud de 3,800 msnm en el sector de fundo Chuncalla que pertenece a la comunidad de Toro y es la cabecera de los terrenos de cultivo, luego de la cual se tiene una pendiente en un promedio del 30% y la altitud de los terrenos de cultivo se encuentran entre los 2,500 msnm hasta los 3,780 msnm.

La estructura a ser diseñado ha cumplido con la aplicación de los conceptos elementales de seguridad como el factor de seguridad de volteo y deslizamiento

asimismo el asentamiento del elemento estructural y así de esa manera no presente fallas de servicio durante su periodo de vida útil.

Durante los meses de estiaje, el recurso hídrico disminuye notablemente y sumado la falta de una infraestructura para el almacenamiento de la misma, el problema de la distribución del agua de riego para la agricultura se incrementó y surgió la necesidad de realizar un diseño de una infraestructura para el aprovechamiento de almacenaje de las aguas que discurren durante las horas nocturnas, de esta manera los agricultores tienen una alternativa de solución para el mejoramiento de sus cosechas de productos agrícolas.

En el presente trabajo se planteó el siguiente problema general; ¿De qué manera el diseño estructural comprobado por el método de elementos finitos permite el adecuado diseño del reservorio de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021? Y con ello surgen los problemas específicos como; ¿Cómo el almacenamiento del volumen de agua influye en el diseño estructural comprobado por el método de elementos finitos del reservorio de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021?, ¿Cuál será su forma geométrica de los elementos estructurales del reservorio en el diseño estructural comprobado por el método de elementos finitos de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021?, ¿Cómo será el acero de refuerzo de los elementos estructurales del reservorio en el diseño estructural comprobado por el método de elementos finitos de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021?.

El propósito de este trabajo de investigación es la de desarrollar una alternativa técnica en donde el diseño de un reservorio propuesto sea el más adecuado de acuerdo a las características mecánicas del suelo, a la topografía del terreno, al caudal existente, con la capacidad de almacenamiento requerido.

Se plantea el objetivo general de realizar el diseño estructural del reservorio comprobado por el método elementos finitos de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021. Y con ello surgen los objetivos específicos como; determinar la influencia del almacenamiento del volumen de agua en el diseño estructural del reservorio comprobado por el método elementos finitos de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021, determinar la forma geométrica de los elementos estructurales en el diseño estructural del reservorio comprobado por el método elementos finitos de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021 y determinar

el acero de refuerzo de los elementos estructurales en el diseño estructural del reservorio comprobado por el método de elementos finitos de reservorio de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021.

La hipótesis general es el diseño estructural comprobado por el método de elementos finitos permite el adecuado diseño de reservorio de la irrigación Toro, La Unión – Arequipa, 2021 y las hipótesis específicas son; el almacenamiento del volumen de agua influye en el diseño estructural del reservorio comprobado con el método de elementos finitos de la irrigación Toro, La Unión – Arequipa, 2021, una buena forma geométrica de los elementos estructurales favorece la estabilidad en el diseño estructural del reservorio comprobado por el método de elementos finitos de la irrigación en Toro, La Unión - Arequipa, 2021 y el acero de refuerzo requerido en los elementos estructurales es adecuado en el diseño estructural del reservorio comprobado por el método de elementos finitos del reservorio de la irrigación en Toro, La Unión . Arequipa, 2021.

En el presente trabajo de investigación se plantea el diseño de un reservorio en función al caudal y el área de cultivo existente con lo cual se realizará el diseño hidráulico para determinar el volumen de almacenamiento de agua del reservorio y para el diseño estructural del reservorio se considerará las características del terreno, y las normas técnicas peruanas.

En los trabajos de recolección de campo se realizó el estudio de mecánica de suelos en la cual se determinó las propiedades físicas y mecánicas del terreno, el levantamiento topográfico del terreno donde se determinó las pendientes, cortes, rellenos de terreno. También se solicitó información a la comisión junta de regantes de Toro de las cédulas de cultivo, el padrón de usuarios y demás datos que fueron necesarios.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes internacionales

Murillo (2020) en su tesis titulada “Diseño hidráulico y estructural del sistema de conducción (red primaria y secundaria) y reservorio para el proyecto de riego de la comuna de Talatac, parroquia Zumbahua, Cotopaxi” realizó un estudio de diseño hidráulico del sistema de conducción y el reservorio para agua de riego de la comuna Talatac en Quito - Ecuador. Para ello propuso en este estudio, diseñar una estructura de conducción y un reservorio para almacenar el recurso hídrico requerido para la irrigación de cultivos de Talatac, ya que la Secretaría del Agua ha otorgado el derecho de aprovechamiento de un caudal 10,48 l/s de la quebrada Tacaiza. La conducción del caudal de la quebrada Tacaiza, perteneciente a la cuenca hidrográfica del río Toachi, que permitirá tener agua para el riego de un área aproximada a 135 hectáreas, y contará con una línea de conducción de 4 km y una red de distribución.

Palomino, Toapanta, (2015) en su tesis titulada “Mejoramiento de la conducción, reservorio y distribución de agua para riego en la comunidad “Las Cochas” tuvo como propósito optimizar las condiciones económicas de los usuarios, mediante el mejoramiento de la infraestructura y la implementación de un sistema de riego óptimo; permitiendo a los beneficiarios de la comunidad de Las Cochas de Quito – Ecuador aumentar la producción agrícola, potencializar sus productos y generar fuentes de trabajo e ingresos económicos, evitándose de esa forma la migración de los pobladores a lugares apartados de sus labores agrícolas.

Ramírez (2014) en su tesis titulada “Diseño e implantación de un reservorio de agua y red de distribución de riego en la finca la neblina - San Vicente - ALÓAG - Pichincha” diseñó e implantación de un reservorio de agua y red de distribución de riego en Talacunga – Ecuador y realizó levantamiento topográfico para conocer las pendientes para la línea de conducción y con ello realizar el diseño el sistema de regulación (reservorio) y la distribución de riego a través de la dotación del caudal establecida, se implementó la construcción del sistema de riego conociendo los valores de la zona de estudio.

2.2 Antecedentes nacionales

Cruz, (2018) en su tesis titulada “Diseño de un reservorio apoyado de concreto armado mediante los métodos de elementos finitos y Portland Cement Association, provincia de Huaral – Lima, 2018”, se abordó según el enfoque de Pavón donde define que, el propósito del diseño es el de lograr una probabilidad aceptable de que la estructura que se vaya a construir no sufra deterioro alguno, de tal suerte que éstos demeriten el uso para el cual fue destinada o que inclusive pudiesen provocar el colapso de la misma.

Cuisano, Lujan (2018) en la tesis titulada “Diseño hidráulico de reservorio con fines de riego en el Caserío de Huanchá, San Marcos, Ancash - 2018”, trabajaron con estudios hidrológicos, estudios de levantamiento topográficos, estudios de cuenca, estudios agrologicos que fueron realizados en el campo utilizando instrumentos de observación directa y softwares y fichas para medir la confiabilidad del diseño. Realizaron la determinación de la demanda y oferta de agua que necesitaron las parcelas y se diseñaron la línea conducción, línea de aducción y las líneas de distribución hacia las parcelas indicadas en los planos topográficos, se realizaron además el estudio de cuenca basándonos en el área total de la microcuenca más cercana al caserío de Huanchá para obtener resultados de oferta y capacidad del volumen del reservorio.

Orihuela, (2017) en su tesis titulada “Análisis y diseño para estructuras de concreto armado en tanques rectangulares y sus aplicaciones en obras civiles” en su investigación realizado en Huancayo el propósito de su investigación fue la de realizar múltiples aplicaciones de tanques rectangulares de concreto armado en donde además de la resistencia de la estructura se debe garantizar la durabilidad e impermeabilidad de la estructura.

2.3 Antecedentes locales

Céspedes, (2019) en su tesis titulada “Diseño de reservorio n-31 con sistema convencional en concreto armado y con sistema innovador de acero emperrado con recubrimiento epóxico” en el distrito de Cerro Colorado de la Región de Arequipa se diseñó el reservorio N-31 con sistema convencional en concreto armado y con sistema innovador de acero emperrado con recubrimiento epóxico para hallar el costo de ambos sistemas y realizar una comparación con la cual se pueda determinar qué sistema puede ser una mejor opción. Para el análisis estático de ambos sistemas se usaron cargas muertas, vivas y viento en el caso del reservorio de acero emperrado, también presión de agua en las paredes y fondo de losa, siendo añadidos el peso convectivo e impulsivo, generados por el agua al interior del reservorio, la cual afectará a las paredes, se pre dimensionaron todos los elementos y fueron analizados en los programas SAP y ETABS.

2.4 Bases teóricas

2.4.1 Tipos de reservorio

2.4.1.1 Por su ubicación hidrológica

Tabla. 1 Tipos de reservorio por su ubicación hidrológica

Por su ubicación Hidrológica	Tipo	Descripción
	Cabecera	En la parte alta de los terrenos de agrícolas
	Flotante	Reguladores de consumo de agua

(Fuente: Elaboración propia)

2.4.1.2 Por su ubicación respecto al terreno

Se pueden distinguir de la siguiente manera; apoyados por:

Tabla. 2 Tipo por su ubicación con respecto al terreno

Por su ubicación respecto al terreno	Tipo	Descripción
	Apoyados	Directamente en el suelo
	Elevados	Sostenidos mediante columnas, pilotes, muros, etc.
	Semienterrados	Parte de su estructura sobresale

(Fuente: Elaboración propia)

2.4.1.3 Por su material de construcción

Se puede mencionar de la siguiente forma:

Tabla. 3 Reservorios según el material de construcción

Por su material de construcción	Tipo	Descripción
	Concreto simple	Mampostería con piedra y concreto
	Concreto armado	Concreto con refuerzo de acero
	Geosintéticos	Material impermeable

(Fuente: Elaboración propia)

2.4.1.4 Por su geometría

Por su geometría pueden ser circulares o rectangulares

2.4.1.5 Descripción del reservorio en este proyecto

Tabla. 4 Descripción del reservorio

Reservorio para riego	Tipo	Descripción
	Por su ubicación Hidrológica	Cabecera
	Por su ubicación respecto al terreno	Semienterrados
	Por su material de construcción	Concreto armado
	Por su forma	Rectangulares

(Fuente: Elaboración propia)

2.4.1.6 Muro de contención

“Los muros de contención son estructuras que proporcionan estabilidad al terreno natural u otro material cuando se modifica su talud natural. Se utiliza como soporte de rellenos, productos mineros y agua” (Alva, 2020 p. 3)

Y también se define:

El muro de contención es una estructura diseñada y construida para resistir la presión lateral del suelo cuando hay un deseado cambio en la elevación del suelo que excede el ángulo de reposo. Los muros de contención de gravedad, semi-gravedad y voladizos son los tipos más comunes de muros de contención de hormigón. La estabilidad de las paredes de gravedad depende de su peso y del suelo. Ubicado en el tallo y la base. Las paredes en voladizo incluyen acero de refuerzo para minimizar el espesor de la pared (Performance-based Optimal Design of Cantilever - Periodica Polytechnica Civil Engineering, 2019, p.660).

2.4.2 Estudio de mecánica de suelos

En este presente trabajo se tomó en cuenta la siguiente definición “El Dr. Karl Terzaghi definió a la mecánica de suelos como la aplicación de las leyes de la mecánica y la hidráulica a los problemas de ingeniería que tratan con sedimentos y otras acumulaciones no consolidadas de partículas sólidas” (Juárez, 2005 p. 29). Los ensayos que va a requerir son los siguientes:

Tabla. 5 Contenido de ensayos de mecánica de suelos

Estudio de mecánica de suelos	Angulo de fricción	° Grados
	Capacidad portante	Kg/cm ²
	Peso específico	mg/V
	Coeficiente de balastro	F/δA

(Fuente: Elaboración propia)

2.4.3 Levantamiento topográfico

Es la etapa donde se recolecta datos con respecto a las características físicas del terreno en estudio, con el propósito de describir el relieve de la superficie. Luego del procesamiento de datos se obtiene; el área, el perímetro, el volumen de cortes, el volumen de rellenos, cotas, alturas, altitud, coordenadas.

Tabla. 6 Levantamiento topográfico

Levantamiento topográfico	Cotas	msnm
	Curvas de nivel	msnm
	Área	m ²
	Perímetro	m

(Fuente: Elaboración propia)

2.4.4 Predimensionamiento

Es un proceso en donde con la información de los trabajos de campo es decir con el ensayo del estudio de mecánica de suelos, el levantamiento topográfico del terreno del proyecto y más la información requerida del caudal de agua existente, del volumen de agua que se va a almacenar, se inicia a proponer; la geometría del reservorio a base de sucesión de muros de contención y con ello sus elementos estructurales como; el tipo de zapata, el talón de la zapata,

la pantalla de los muros, espesor de los muros, las longitudes del largo, ancho y altura del reservorio, losa de fondo, para lo cual, se tendrá en cuenta las normas técnicas peruanas del Reglamento Nacional de Edificaciones, específicamente la E-020 Cargas, E-030 Diseño sismorresistente, E-050 Suelos y cimentaciones, E-060 Concreto Armado.

2.4.5 Análisis de los elementos estructurales

Es un proceso mediante el cual determinamos los esfuerzos y deformaciones que van a someter a la estructura del reservorio, es decir las cargas estáticas y dinámicas.

2.4.6 Método de elementos finitos

El método de elementos finitos para Zielinski (2019) es: “una poderosa técnica computacional para la solución de ecuaciones diferenciales e integrales que surgen en varios campos de ingeniería y ciencias aplicadas” (p.9).

También se le define como:

El método de los elementos finitos (FEM), a veces denominado elemento finito análisis (FEA), es una técnica computacional utilizada para obtener soluciones aproximadas de problemas de valor límite en ingeniería. En pocas palabras, un límite. El problema de valor es un problema matemático en el que una o más variables dependientes deben satisfacer una ecuación diferencial en todas partes dentro de un dominio conocido de variables independientes y satisfacen condiciones específicas en el límite del dominio. Los problemas de valores de frontera también se denominan a veces problemas de campo. El campo es el dominio de interés y, con mayor frecuencia, representa una estructura física. Las variables de campo son las variables dependientes de interés regidas por la ecuación diferencial. Las condiciones de contorno son los valores especificados del campo variables (o variables relacionadas, como derivadas) en los límites del campo. Dependiendo del tipo de problema físico que se analiza, las variables de campo pueden incluir desplazamiento físico, temperatura, flujo de calor y velocidad del fluido para nombrar solo algunos. (Hutton, 2004 p.1)

2.4.7 Aplicación del método

El autor Frías Valero define su método de aplicación como:

La forma más intuitiva de comprender el método, al tiempo que la más extendida, es la aplicación a una placa sometida a tensión plana. El MEF se puede entender, desde un punto de vista estructural, como una generalización del cálculo matricial de estructuras al análisis de sistema continuos. De hecho, el método nació por evolución de aplicaciones a sistemas estructurales (p.111).

2.4.8 Programa para el análisis por método de elementos finitos

SAP 2000 es la herramienta principal para el análisis del reservorio, su aplicación se basa en el cálculo de estructuras mediante el método de elementos finitos (MEF) y su gran variedad de aplicaciones como; análisis lineal, análisis dinámico, cargas puntuales, análisis en el dominio de la frecuencia, dimensionamiento.

2.4.9 Diseño de la estructura

En el diseño de la estructura se elige de geometría rectangular, de concreto armado y los elementos estructurales como; zapata, pantalla es un muro de contención, lo que se interpreta como una sucesión de muros de contención en todo su perímetro del reservorio, finalmente la losa de fondo también es de concreto armado.

III. METODOLOGÍA

3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Tipo de investigación

Fue aplicada porque “busca conocer, actuar, construir y modificar una realidad problemática. Está más interesada en la aplicación inmediata sobre una problemática antes que el desarrollo de un conocimiento de valor universal”. (Borja, 1912, p. 10).

Fue del tipo explicativa, porque permitió conocer los valores de esfuerzo deformación de una estructura de reservorio.

Permitió; además con la investigación, aportar una alternativa de diseño de un reservorio de concreto armado.

3.1.2 Diseño de investigación

No experimental: porque trabaja con datos directos sin manipularse.

3.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

3.2.1 Variable Independiente; diseño estructural del reservorio comprobado por el método de elementos finitos

3.2.1.1 Definición conceptual

Pavón (2001) nos dice que:

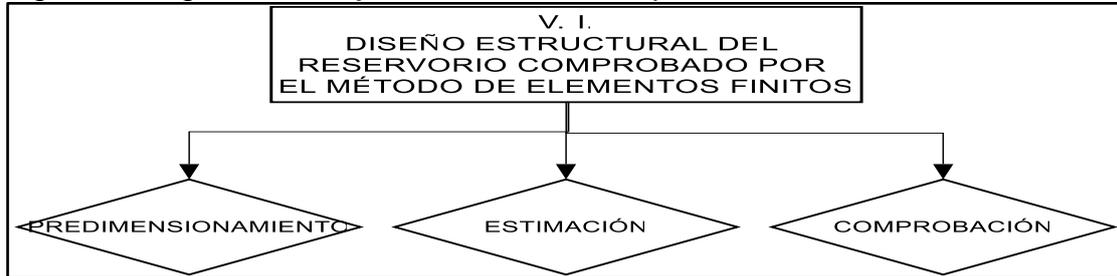
Es importante diseñar reservorios que impidan la presencia de fugas. Por ende, se deben emplear procedimientos de diseño que eliminen las grietas u otras fuentes potenciales de aquellas. Para este propósito, es de vital importancia una correcta y adecuada práctica constructiva (p. 20).

3.2.1.2 Definición operacional

Se iniciará con la recolección de información de las propiedades mecánicas de los suelos, de la topografía del terreno, del caudal existente del agua, del área de cultivo para luego procesar y hacer un predimensionamiento de la

estructura, el diseño de los elementos estructurales. Los cálculos se realizaron en hojas de cálculo de Excel y luego se realizó el modelamiento en el software SAP2000 versión educacional.

Figura 1 Diagrama de flujo de la variable independiente



(Fuente: Elaboración propia)

3.2.1.3 Indicadores

Se tuvo presente el tipo del esfuerzo de compresión del concreto armado f'_c , el acero del refuerzo, los esfuerzos que someten a la estructura.

3.2.1.4 Escala de medición

Es de razón. Porque.

Corresponde al nivel de medición más completo. Tiene las mismas propiedades que la escala intervalos, y además posee el cero absoluto. Aquí el valor cero no es arbitrario, pues representa la ausencia total de la magnitud que se está midiendo. Con esta escala se puede realizar cualquier operación lógica (ordenamiento, comparación) y aritmética (Orlandoni, 2010, p.246).

3.2.2 Variable Dependiente Irrigación

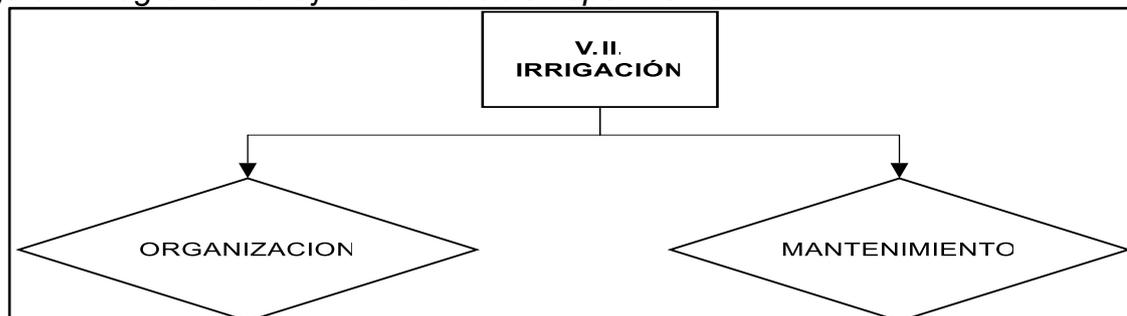
3.2.2.1 Definición conceptual

Rojas (2010) nos dice: “La irrigación se define como la integración del agua, suelo y clima. Estos tres importantes factores deben ser estudiados y calificados detalladamente puesto de que de cada uno de ellos depende la factibilidad de un proyecto de irrigación” (p. 10).

3.2.2.2 Definición operacional

Se determinará la superficie a irrigar de acuerdo al padrón de usuarios de los agricultores y la demanda de agua en función de los productos que se cultiva.

Figura 2 Diagrama de flujo de la variable dependiente



(Fuente: Elaboración propia)

3.2.2.3 Indicadores

Se determinará el consumo de las plantas, se realizará un calendario de sembrío, se organizará una distribución de agua, se realizará las reparaciones de infraestructura, se hará la limpieza en forma periódica, se evitará las fugas de agua como también desperdicios de agua de riego.

3.2.2.4 Escala de medición

Es de razón. Porque.

Corresponde al nivel de medición más completo. Tiene las mismas propiedades que la escala intervalos, y además posee el cero absoluto. Aquí el valor cero no es arbitrario, pues representa la ausencia total de la magnitud que se está midiendo. Con esta escala se puede realizar cualquier operación lógica (ordenamiento, comparación) y aritmética (Orlandoni, 2010, p.246).

Tabla. 7 Operacionalización de variables

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA - MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE Diseño estructural del reservorio comprobado por el método de elementos finitos	Pavón (2001) nos dice que: “Es importante diseñar reservorios que impidan la presencia de fugas. Por ende, se deben emplear procedimientos de diseño que eliminen las grietas u otras fuentes potenciales de aquellas. Para este propósito, es de vital importancia una correcta y adecuada práctica constructiva” (p. 20).	Se inicia con los estudios de campo como estudio de mecánica de suelos, levantamiento topográfico y con ello el predimensionamiento de la estructura, sometimiento de cargas, modelamiento en el software y el diseño de elementos estructurales del reservorio.	Propiedades mecánicas del suelo	Capacidad admisible	Kg/cm ²
				Angulo de fricción	°
				Cohesión	Kg/cm ²
			Levantamiento topográfico	Niveles de terreno	m
				Área - Perímetro	MI - m ²
			Pre dimensionamiento	Volumen de agua	m ³
				Tipo de Concreto	F'c
				Tipo de acero	F'y
				Peso de la estructura	Tn
				Centro de masa	m
				Cortante Basal	Tn
			Análisis de estabilidad	Esfuerzos	Tn
				Momentos	Tn.m
				Factor de Seguridad	≥ 2 - ≥ 1.5
				Excentricidad	m
			Modelamiento en Software	Presiones del suelo	tn/m ²
				Peso propio	Tn
Deformaciones	Tn.m				
Diseño de elementos estructurales	Área de acero	cm ²			
	Zapata	m m ² m ³			
	Muro	m m ² m ³			
VARIABLE DEPENDIENTE Irrigación	Rojas (2010) dice que: ““La irrigación se define como la integración del agua, suelo y clima. Estos tres importantes factores deben ser estudiados y calificados detalladamente puesto de que de cada uno de ellos depende la factibilidad de un proyecto de irrigación” (p. 10)	Se determinará la superficie a irrigar de acuerdo al padrón de usuarios de los agricultores y la demanda de agua en función de los productos que se cultiva.	Organización	Calendario de sembrío	anual
				Distribución de agua	m ³
				Capacitaciones	Und
			Mantenimiento	Reparaciones	Buena
Limpieza	Buena				

(Fuente: Elaboración propia)

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 Población

Es el diseño estructural del reservorio aplicando método de elementos finitos de concreto armado en el distrito de Toro.

3.3.2 Muestra

Reservorio rectangular de concreto armado

Para la muestra en este caso se tuvo en consideración el concepto siguiente:

“Es obvio que, si cada uno de los sujetos de estudio de una investigación tuvieran exactamente las mismas características, el tamaño requerido de la muestra sería solamente de uno; pero al no presentarse el caso, necesitamos establecer un tamaño de muestra mayor de uno, pero menor que la población total o universo” (Borja, 2012 p.31)”.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1 Técnicas

Observación; porque se va a recolectar información en el terreno elegido a través del uso de instrumentos de precisión y como también ensayos de las características del terreno.

Revisión bibliográfica; para el procesamiento de la información como también para el modelamiento y el diseño del reservorio.

3.4.2 Instrumento y recolección de datos

Se considera todo los equipos o instrumentos que se requiera para obtener la información necesaria para el diseño del reservorio.

Tabla. 8 Instrumentos de recolección de datos

DIMENSIONES	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Propiedades mecánicas del suelo	Mallas de tamices
	Balanza eléctrica
	Equipos de ensayos
Levantamiento topográfico	Estación Total

	Nivel topográfico
	Software Civil 3D
Estructuración	Bibliografía
	Normas técnicas
	Cálculo en Excel
Análisis Estructural	Software SAP 2000
	Revisión de normas peruanas
Diseño de elementos estructurales	Cálculo en Excel
	Software AutoCAD

(Fuente: Elaboración propia)

3.5 PROCEDIMIENTOS

Se inició con los ensayos del estudio de mecánica de suelos, se realizó dos perforaciones en el área destinada para el reservorio para extraer muestras de terrenos de los estratos de cada calicata. Se realizó trabajos de topografía de toda la superficie del terreno.

Se realizó en análisis estructural del reservorio con el predimensionamiento determinado utilizando el programa computacional SAP2000 – EDUCATIONAL, las unidades se van a considerar en unidades métricas es decir Ton, m, C o su equivalente según la necesidad requerida.

Teniendo en cuenta las características del reservorio, especificaciones técnicas del material se realizó el modelamiento del reservorio de sección rectangular de ancho 25.00 m, largo 50.00 m, altura de reservorio de 2.40 m, y una altura de agua de 2.00 metros.

3.6 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

Las muestras del terreno se procesaron con los ensayos respectivos en el laboratorio de suelos, para determinar las distintas propiedades del terreno. En lo que respecta a los trabajos de campo del levantamiento topográfico, se procesó la información en el gabinete con los softwares adecuados para tal fin y así determinar las cotas con respecto al nivel del mar, los volúmenes de relleno y corte, el área del reservorio, el perímetro del reservorio.

Con los datos obtenidos se procede al predimensionamiento preliminar y luego hacer un modelamiento en el programa SAP2000, para lo cual se tendrá siempre presente las normas contenidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones para

el diseño de los componentes estructurales del reservorio, como son, sub zapata, la zapata, la losa, la pantalla o muro y también el tipo de concreto y el acero de refuerzo de la estructura.

Después de realizar el procesamiento de datos en el SAP2000 V.22. educacional se procedió a revisar y analizar en cuadros los resultados obtenidos respecto a las deformaciones y esfuerzos obtenidos por cada combinación de cargas indicadas por la normatividad vigente, estas se presentaron a diferentes alturas.

Para el análisis de las deformaciones y los esfuerzos se presentaron los valores máximos en las tres direcciones (x, y, z).

3.7 ASPECTOS ÉTICOS

El presente trabajo de investigación es de elaboración propia, con el ánimo y deseo constante de superación en incrementar mis conocimientos sobre el tema desarrollado, en tal sentido, declaro que no es transcripción de ningún otro trabajo similar, por lo cual, me someto a la verificación respectiva mediante el programa anti plagio TURNITIN para determinar la similitud del caso, así también declaro conocer y cumplir lo dispuesto en la RUC N° 0262-2020/UCV de fecha 28 de agosto del 2020 en la que se aprueba los lineamientos del código de ética en el tema de investigación de la Universidad Cesar Vallejo.

IV. RESULTADOS

4.1 INFORMACIÓN DEL PROYECTO

4.1.1 Generalidades del proyecto

Los agricultores de la Comunidad de Toro tienen 134.86 hectáreas de terreno agrícola según el padrón de usuarios y los productos que se cultivan se encuentran como; maíz, cebada, trigo, papa, hortalizas, haba y alfalfa los cuales son para autoconsumo en un 60 % aproximadamente y el excedente para su comercialización, también, se dedican a la ganadería en pequeña escala entre ellos; vacuno, ovino, porcinos y animales menores. Los usuarios están organizados mediante una Comisión de Usuarios.

Tabla. 9 Productos de cultivación en la zona

ÍTEM	PRODUCTOS	SUPERFICIE (HA)	PORCENTAJE (%)
01	Alfalfa	29.67	22.00%
02	Papa	24.27	18.00%
03	Maíz	21.58	16.00%
04	Habas	14.83	11.00%
05	Quinoa	10.79	8.00%
06	Cebada	9.44	7.00%
07	Trigo	8.09	6.00%
08	Hortalizas	6.74	5.00%
09	Olluco	5.39	4.00%
10	Oca	4.05	3.00%
TOTAL		134.86	100.00%

Fuente: Comisión de Usuarios de Toro

Los usuarios de esta comunidad lo conforman 172 socios empadronados, el caudal con la cuentan para sus labores de regadío es de 56.938 litros por segundo.

4.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto se encuentra en el sector del fundo Chuncalla de la comunidad de Toro del distrito de Toro en la región Arequipa. Sus coordenadas UTM son las siguientes:

Tabla. 10 Coordenadas UTM del reservorio

PUNTOS	COORDENADAS UTM		
	ESTE (X)	NORTE (Y)	ALTITUD (Z)
A	724,762.031	8,310,983.832	3,872.00
B	724,776.193	8,310,957.385	3,883.00
C	724,732.114	8,310,933.782	3,884.00
D	724,717.952	8,310,960.229	3,872.00

Fuente: elaboración propia

4.1.3 Relieve del terreno

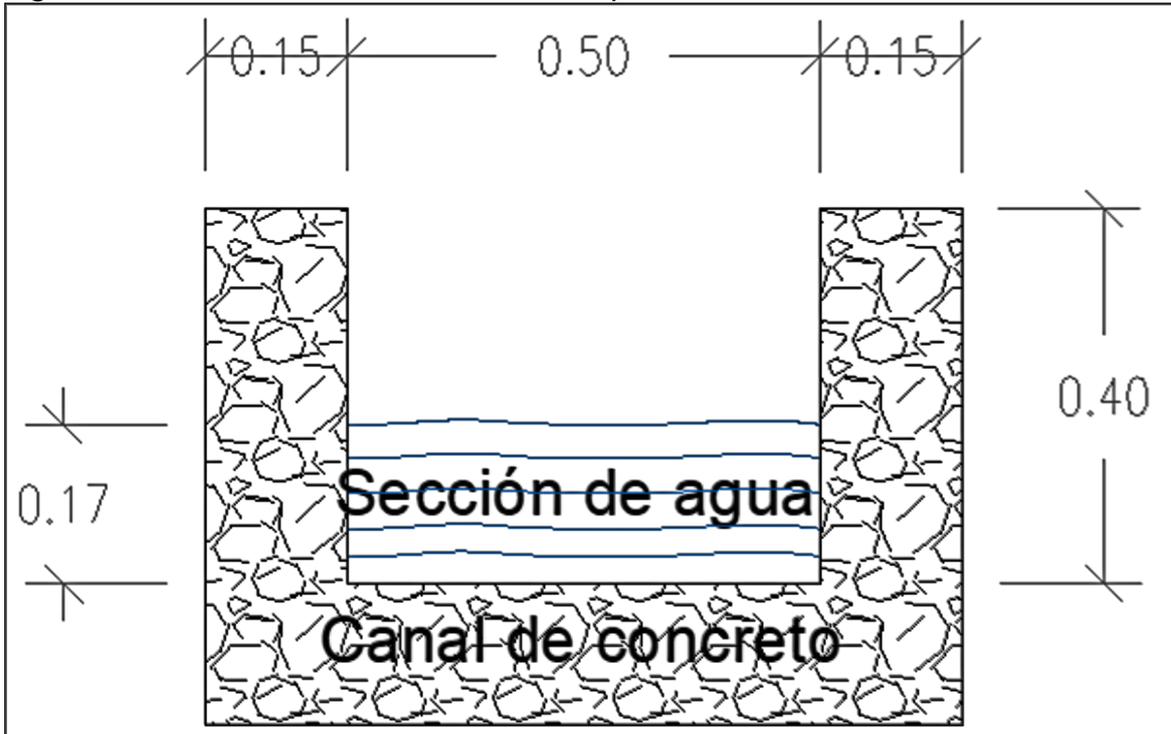
El terreno donde se proyecta el reservorio se encuentra con pendientes pronunciadas y es la cabecera de los terrenos agrícolas en donde inicia una depresión pronunciada desde la altitud de 3,880 hasta 2,500 msnm.

4.1.4 Caudal existente

La zona en estudio tiene un caudal promedio de 56.938 l/s, la cual es utilizado por los agricultores en sus sembríos. Este caudal ha sido medido de forma directa utilizando un material flotador en la cual se ha medido la velocidad con que discurre el agua de riego, esta operación se ha repetido en seis oportunidades para posteriormente tomar como dato el promedio de las seis lecturas y también el lugar elegido ha sido donde es una sección uniforme.

Para este procedimiento, se empleó un material flotante de (botella de plástico con contenido de agua) de modo que fue arrastrado por el caudal del canal de concreto simple, cuyas dimensiones del canal de concreto es de ancho 0.50 metros con una altura de 0.40 metros. La sección del agua que se ha tomado medidas que son las siguientes; base de 0.50 metros, altura del agua es de 0.17 metros, el tiempo que se tomó fue de 12 segundos y con ello la longitud fue variable desde 7.95 metros hasta 8.10 metros. Esta operación se ha repetido seis veces.

Figura 3 sección del canal de concreto simple



(Fuente: Elaboración propia)

Para determinar la velocidad del desplazamiento del agua de riego se utiliza la siguiente formula:

$$v = \frac{d}{t}$$

Dónde:

v = velocidad (m/s)

d = distancia (m)

t = tiempo (s)

Para determinar el caudal del agua de riego se utilizó la siguiente formula:

$$Q = \frac{V}{t}$$

Donde:

Q = Caudal (m³/s)

V = volumen (m³)

t = tiempo (s)

Tabla. 11 Aforo del caudal existente del agua de riego

AFORO	SECCIÓN DEL AGUA AFORADA			VOLUMEN		TIEMPO (s)	CAUDAL	
	Largo	ancho	altura	m3	litros		Q (l/s)	Q m ³ /h
01	8.08	0.50	0.17	0.687	686.800	12.00	57.23333	206.04
02	8.10	0.50	0.17	0.689	688.500	12.00	57.375	206.55
03	7.95	0.50	0.17	0.676	675.750	12.00	56.3125	202.73
04	7.95	0.50	0.17	0.676	675.750	12.00	56.3125	202.73
05	8.10	0.50	0.17	0.689	688.500	12.00	57.375	206.55
06	8.05	0.50	0.17	0.684	684.250	12.00	57.02083	205.28
PROMEDIO							56.938	204.978

(Fuente: Elaboración propia)

Con ello tenemos que en el canal de concreto discurre un caudal de 56.938 l/s o también podemos afirmar que discurre un caudal de 204.978 m³/h

$$Caudal = \left(\frac{56.938 \text{ lt}}{1 \text{ seg}} \right) \left(\frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min}} \right) \times \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) \times \left(\frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lt}} \right) = 204.978 \text{ m}^3/\text{h}$$

El caudal final es 204.978 m³/h

4.2 ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS

En la norma E-050 de suelos y cimentaciones define:

Conjunto de exploraciones e investigaciones de campo, ensayos de laboratorio y análisis de gabinete que tienen por objeto estudiar el comportamiento de los suelos y sus respuestas ante las sollicitaciones estáticas y dinámicas de una edificación. Que debe ser obligatoriamente considerado en el diseño: estructural y del sostenimiento de las excavaciones y durante la construcción del proyecto (Norma E-050, 2020, p.10)

En el terreno destinado para el reservorio se hicieron trabajos de excavación de dos calicatas dentro del área de 1,500.00 m², de tipo cielo abierto, habiéndose realizado los ensayos de perfil estratigráfico, granulometría, límites de consistencia, humedad natural, corte directo, capacidad admisible y coeficiente de balasto.

4.2.1 Perfil de estratigrafía

Las calicatas que son perforaciones que se realizan en el terreno de forma manual, se hicieron a una profundidad de 1.50 metros, en las cuales predominan

solo dos estratos, que son; un estrato superior de material orgánico y el otro estrato es un material de ceniza volcánica.

Tabla. 12 Perfil estratigráfico de calicata 01

CALICATA 01				
Ensayos	Tipo de calicata	Nivel de agua	Estratos	Resultados
Perfil estratigráfico	A cielo abierto	No presenta	0.00 a - 0.20	Compuesto por suelo: Orgánico
		No presenta	0.20 a - 1.50	Compuesto por suelo: Clasificado como suelo limo arenoso de baja plasticidad, de color blanco grisáceo, en condición húmeda, de consistencia baja. Aparente ceniza volcánica.

(Fuente: Elaboración propia)

Tabla. 13 Perfil estratigráfico de calicata 02

CALICATA 02				
Ensayos	Tipo de calicata	Nivel de agua	Estratos	Resultados
Perfil estratigráfico	A cielo abierto	No presenta	0.00 a -0.30	Compuesto por suelo: Orgánico
		No presenta	0.30 a -1.50	Compuesto por suelo: Clasificado como suelo limo arenoso de baja plasticidad, de color blanco grisáceo, en condición húmeda, de consistencia baja. Aparente ceniza volcánica.

(Fuente: Elaboración propia)

4.2.2 Análisis granulométrico

El propósito de este ensayo es para determinar las características volumétricas según el tamaño de las partículas que pasan por las diferentes mallas.

Tabla. 14 Análisis granulométrico de la calicata 01

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
4"	101.600					UBICACIÓN	CALICATA 01
3"	76.200					MUESTRA	ESTRATO 02
2 1/2"	63.500		0.00	0.00	100.0	TAMAÑO MAX.	3/8"
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.0	PESO TOTAL	750 gr.
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.0		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0		

3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.0	CONSTANTES FÍSICAS		
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.0	LIMITE LIQUIDO	42.99	
3/8"	9.525	7.95	1.06	1.06	98.9	LIMITE PLASTICO	35.42	
# 4	4.760	5.55	0.74	1.80	98.2	INDICE PLASTICO	7.57	
# 10	2.000	9.30	1.24	3.04	97.0	CLASIFICACIÓN		
# 20	0.840	24.15	3.22	6.26	93.7	ASSHTO	A-5 (9)	
# 40	0.420	31.65	4.22	10.48	89.5	SUCS	ML	
# 60	0.250	26.48	3.53	14.01	86.0	OBSERVACIONES:		
# 100	0.149	19.20	2.56	16.57	83.4	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA		
# 200	0.074	31.80	4.24	20.81	79.2			
< # 200		593.93	79.19	100.00	0.0			

(Fuente: Elaboración propia)

Tabla. 15 Análisis granulométrico de calicata 02

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
4"	101.600					UBICACIÓN	CALICATA 02	
3"	76.200					MUESTRA	ESTRATO 02	
2 1/2"	63.500		0.00	0.00	100.0	TAMAÑO MAX.	3/8"	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.0	PESO TOTAL	750	gr.
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.0			
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.0			
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.0	CONSTANTES FÍSICAS		
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.0	LIMITE LÍQUIDO	46.17	
3/8"	9.525	11.40	1.52	1.52	98.5	LIMITE PLÁSTICO	36.60	
# 4	4.760	5.70	0.76	2.28	97.7	ÍNDICE PLÁSTICO	9.57	
# 10	2.000	10.13	1.35	3.63	96.4	CLASIFICACIÓN		
# 20	0.840	24.60	3.28	6.91	93.1	ASSHTO	A-5 (10)	
# 40	0.420	45.38	6.05	12.96	87.0	SUCS	ML	
# 60	0.250	31.80	4.24	17.20	82.8	OBSERVACIONES:		
# 100	0.149	22.05	2.94	20.14	79.9	LIMO DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA		
# 200	0.074	14.25	1.90	22.04	78.0			
< # 200		584.65	77.96	100.00	0.0			

(Fuente: Elaboración propia)

4.2.3 Límites de consistencia y humedad natural

Es para determinar el contenido de humedad de la muestra del estrato 02 de ambas calicatas de las cuales se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla. 16 límites de consistencia y contenido de humedad

DESCRIPCIÓN	ESTRATO	PROFUNDIDAD	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLÁSTICO	HUMEDAD NATURAL
CALICATA 01	02	-0.20 a -1.50m	42.99	35.42	7.57	18.53 %
CALICATA 02	02	-0.30 a -1.50m	46.17	36.60	9.57	15.40 %

(Fuente: Elaboración propia)

4.2.4 Ensayo de corte directo

Es para determinar la resistencia al esfuerzo cortante de una muestra para hallar el cálculo de la capacidad portante. Esta resistencia al esfuerzo cortante se debe principalmente a dos componentes como es el caso de la cohesión y el rozamiento interno entre las partículas granulares o fricción.

4.2.5 Capacidad admisible del suelo

Beltrán, Díaz (2018) afirman que:

Es la presión que al ser aplicada al terreno de fundación no genera falla o daño en la estructura. Dicha capacidad no solo depende de las características geo mecánicas del suelo, sino también del tipo de cimentación, ubicación del nivel freático y factor de seguridad adoptado (ICG, 2006) (p. 36)

$$q \text{ admisible} = \frac{q \text{ ultimo}}{F. S.}$$

4.2.6 Coeficiente de balasto

Es un parámetro entre la presión que actúa en un determinado punto, es decir $K_s = p/y$.

En la cual se tuvo en el estrato 02 de la calicata 01 1.30 kp/cm² y en el estrato 02 de la calicata 02 1.10 kp/cm²

Tabla. 17 Coeficiente de balasto

SUELO	K ₃₀ (Kp/cm ³)
Arena fina de playa	1.0 - 1.5
Arena floja, seca o húmeda	1.0 - 3.0
Arena media, seca o húmeda	3.0 - 9.0
Arena compacta, seca o húmeda	9.0 - 20.0
Gravilla arenosa floja	4.0 - 8.0
Gravilla arenosa compacta	9.0 - 25.0
Grava arenosa floja	7.0 - 12.0
Grava arenosa compacta	12.0 - 30.0
Margas arcillosas	20.0 - 40.0
Rocas blandas o algo alteradas	30.0 - 500.0
Rocas sanas	800.0 - 3,000.0

Fuente: Terzaghi, 1955, citado en Rodríguez Ortiz et. al. 1989

4.3 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El propósito de este levantamiento topográfico es la de recolectar la información básica del terreno de sus características más resaltantes y la posterior ubicación de los puntos respectivos incluyendo las zonas aledañas como el canal de concreto simple de ingreso y salida existente. Para lo cual se tuvieron los siguientes resultados que se menciona a continuación;

4.3.1 Área y perímetro del terreno

Se realizó un levantamiento topográfico del lugar del terreno para el reservorio en un área mayor 1,500.00 m². El perímetro interior del reservorio diseñado es de 150.00 ml, y el perímetro exterior del reservorio diseñado es de 152.40 metros lineales.

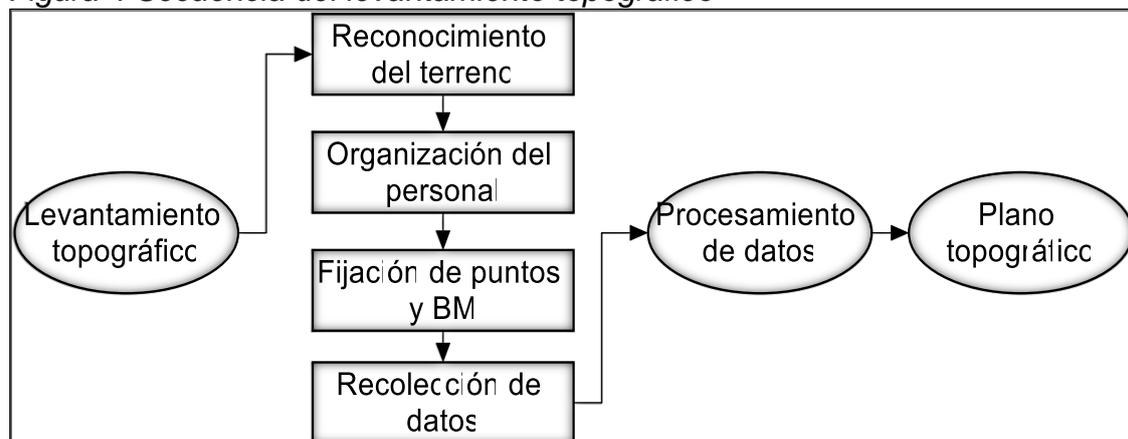
4.3.2 Niveles de terreno

El reservorio diseñado abarca un área de 1,250.00 m², las cuales se encuentran desde una altitud menor de 3,872.00 msnm hasta una altitud mayor de 3,884.00 msnm, haciendo una diferencia de distancia vertical de 12 metros.

4.3.3 Corte y relleno del terreno

La zona en mención tiene una pendiente pronunciada en la cual se va a requerir realizar corte de terreno a fin de alcanzar una plataforma en donde se diseñó la estructura del reservorio.

Figura 4 Secuencia del levantamiento topográfico



(Fuente: Elaboración propia)

4.4 PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

4.4.1 Cálculo del caudal

Teniendo el caudal existente del agua que llega al reservorio y la cantidad de horas que se destina para el almacenaje, es que ahora definimos el volumen de agua que se requiere almacenar, la cual se hace mediante la operación siguiente:

Figura 5. Aforo del agua en canal de concreto

AFORO DE AGUA	
PROYECTO: "DISEÑO ESTRUCTURAL DEL RESERVORIO APLICANDO MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS PARA MEJORAMIENTO DE LA IRRIGACIÓN EN TORO, LA UNIÓN – AREQUIPA, 2021	
TIPO DE FUENTE	Puquiales
CONDICION	Canal Existente
DENOMINACION	Aforo de caudal
UBICACIÓN	
Lugar	Fundo Chuncalla
Comunidad	Toro
Distrito	Toro
Provincia	La Union
Departamento	Arequipa
COORDENADAS	
Sur	8310987.34
Oeste	724779.16
ALTITUD	3808 msnm
METODO DE AFORO	Flotador Superficial
FECHA	15/07/2021
RESPONSABLE	E. Ventura C.



ENSAYO Nº	VOLUMEN (lt)	TIEMPO (seg)	CAUDAL (lt/seg)	CAUDAL PROMEDIO (lt/seg)	CAUDAL REDONDEADO DE LA FUENTE (lt/seg)
Aforo con material flotador	686.80	12.00	57.23	56.938	56.94
	688.50	12.00	57.38		
	675.75	12.00	56.31		
	675.75	12.00	56.31		
	688.50	12.00	57.38		
	684.25	12.00	57.02		

(Fuente: Elaboración propia)

La cantidad de horas que se tiene destinado es de 12 horas, y el caudal que se posee es de 56.938 l/s o su equivalente a 204.978 m³/h, para lo cual hacemos la siguiente operación.

$$Vol = \left(\frac{204.978 \text{ m}^3}{1h} \right) (12 h) = 2,459.736 \text{ m}^3$$

El Volumen efectivo de agua que se va a almacenar es de 2,459.736 m³, pero a efectos de redondeo de números, el volumen final es de 2,500.00 m³.

4.4.2 Tipo de concreto

Para el presente trabajo de investigación se va a tomar en cuenta para el diseño del reservorio el tipo de concreto armado de tipo f'c=210 kg/cm².

4.4.3 Acero de refuerzo

El acero de refuerzo va a cumplir el esfuerzo de fluencia de tipo; $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$.

4.4.4 Cimentaciones

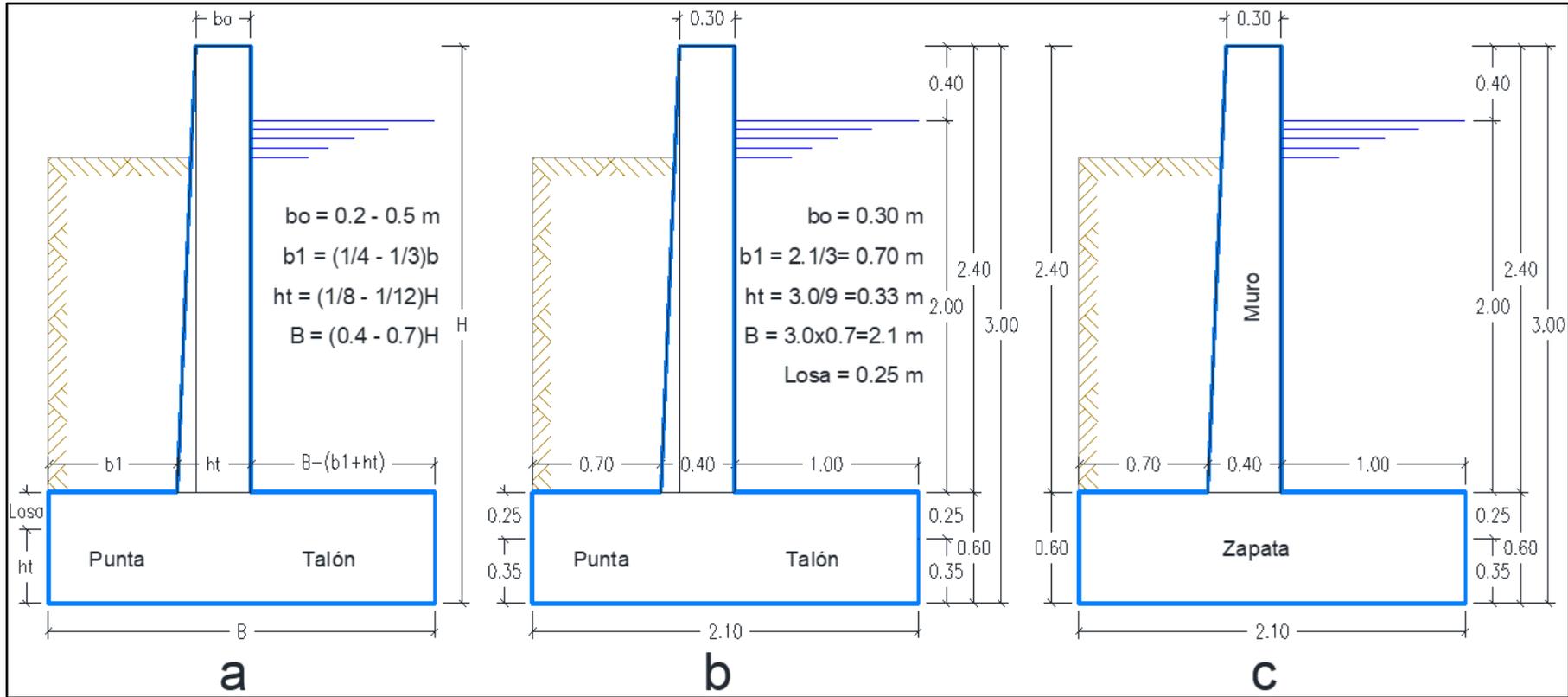
En las cimentaciones se debe de tener las siguientes recomendaciones por Braja Das (2001):

Se requiere el conocimiento de algunos factores como, (a) la carga que será transmitida por la superestructura a la cimentación, (b) los requisitos del reglamento local de construcción, (c) el comportamiento esfuerzo deformación de los suelos que soportará el sistema, y (d) las condiciones geológicas del suelo (p.1).

4.4.5 Muro y losa

Para el predimensionamiento del muro de sostenimiento se tomó en cuenta la norma CE-020 Estabilización de suelos y taludes en la cual indica las pautas y recomendaciones específicamente como en nuestro caso de muro de sostenimiento de tipo voladizo. Para el caso de la losa de fondo del reservorio se propuso una losa de espesor de 0.25 metros.

Figura 6. Predimensionamiento según norma CE – 020
 Recomendaciones mínimas, b) Dimensiones, c) Elementos estructurales

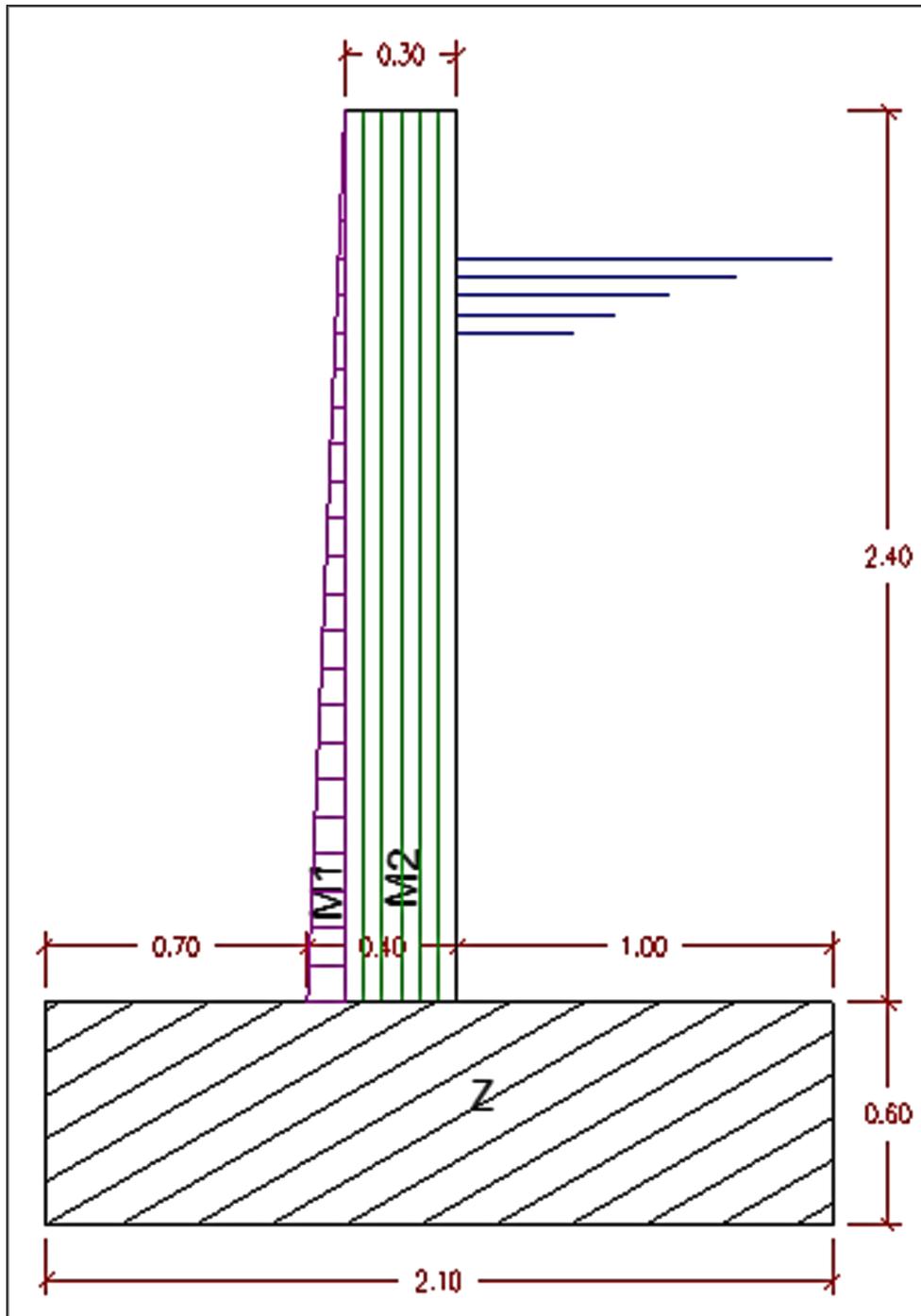


Fuente: Norma CE-020 (2012 p.20)

4.4.6 Peso de la estructura

Se procedió a realizar el metrado de cargas respectivas en la cual incluye; el muro, la losa, así como el peso del agua, para este caso se procedió a multiplicar cada elemento estructural por su peso específico.

Figura 7. Discretización del muro de contención



(Fuente: Elaboración propia)

Para los cuales se muestra la siguiente tabla:

Tabla. 18 Metrado de carga muerta de la estructura

ELEM	DIMENSIONES			P.E. (Tn/m ³)	P (Tn)	X (m)	Y (m)	P*X (Tn.m)	P*Y (Tn.m)
	A (m)	L (m)	ALT (m)						
Z1a	2.1	27.2	0.6	2.4	82.25	1.05	13.60	86.37	1,118.64
Z1b	2.1	27.2	0.6	2.4	82.25	51.15	13.60	4,207.23	1,118.64
Z1c	2.1	48.0	0.6	2.4	145.15	26.10	1.05	3,788.47	152.41
Z1d	2.1	48.0	0.6	2.4	145.15	26.10	26.15	3,788.47	3,795.72
M1a	0.1	25.8	2.4	2.4	7.43	0.77	13.60	5.70	101.05
M1b	0.1	25.8	2.4	2.4	7.43	51.43	13.60	382.17	101.05
M1c	0.1	50.6	2.4	2.4	14.57	26.10	0.77	380.35	11.18
M1d	0.1	50.6	2.4	2.4	14.57	26.10	26.43	380.35	385.20
M2a	0.3	25.6	2.4	2.4	44.24	0.95	13.60	42.02	601.62
M2b	0.3	25.6	2.4	2.4	44.24	51.25	13.60	2,267.14	601.62
M2c	0.3	50.0	2.4	2.4	86.40	26.10	0.95	2,255.04	82.08
M2d	0.3	50.0	2.4	2.4	86.40	26.10	26.25	2,255.04	2,268.00
L1	23.0	48.0	0.2	2.4	529.92	26.10	13.60	13,830.91	7,206.91
PESO TOTAL DEL RESERVORIO					1,290.009			33,669.25	17,544.13

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta la carga viva, en este caso asumimos el peso del agua. 1,000.00 Kg/cm².

Tabla. 19 Metrado de cargas viva (CV) del reservorio

ELEM.	DIMENSIONES			P.E. Tn/m ³	P (Tn)	X (m)	Y (m)	P*X (Tn.m)	P*Y (Tn.m)
	A (m)	L (m)	ALT (m)						
Agua	25.0	50.0	2.0	1.00	2,500.00	26.10	13.60	65,250.00	34,000.00
PESO TOTAL DE LA CARGA VIVA					2,500.00			65,250.00	34,000.00

Fuente: Elaboración propia

4.4.7 Centro de masa

El centro de masa es un punto geométrico promedio de varios elementos en este caso estructurales como el muro perimétrico y la losa de fondo.

Para determinar el centro de masa de la carga muerta y carga viva se realiza mediante la siguiente formula:

Para hallar la distancia en el eje X

$$X = \left(\frac{P * Xm}{Pt} \right)$$

Para hallar la distancia en el eje Y

$$Y = \left(\frac{P * Ym}{Pt} \right)$$

Donde

X = Distancia en el eje x

Y = Distancia en el eje y

Pt = Peso total de la estructura

P = Peso del elemento estructural

Xm = Distancia en el eje x desde una coordenada relativo o asumido

Ym = Distancia en el eje y desde una coordenada relativo o asumido

Determinamos el centro de masa de la carga muerta

$$X = \left(\frac{33,669.25 \text{ tn. m}}{1,290.009 \text{ tn}} \right) = 26.10 \text{ m}$$

$$Y = \left(\frac{17,544.131 \text{ tn. m}}{1,290.009 \text{ tn}} \right) = 13.60 \text{ m}$$

Determinamos el centro de masa de la carga viva

$$X = \left(\frac{65,250.00 \text{ tn. m}}{2,500.00 \text{ tn}} \right) = 26.10 \text{ m}$$

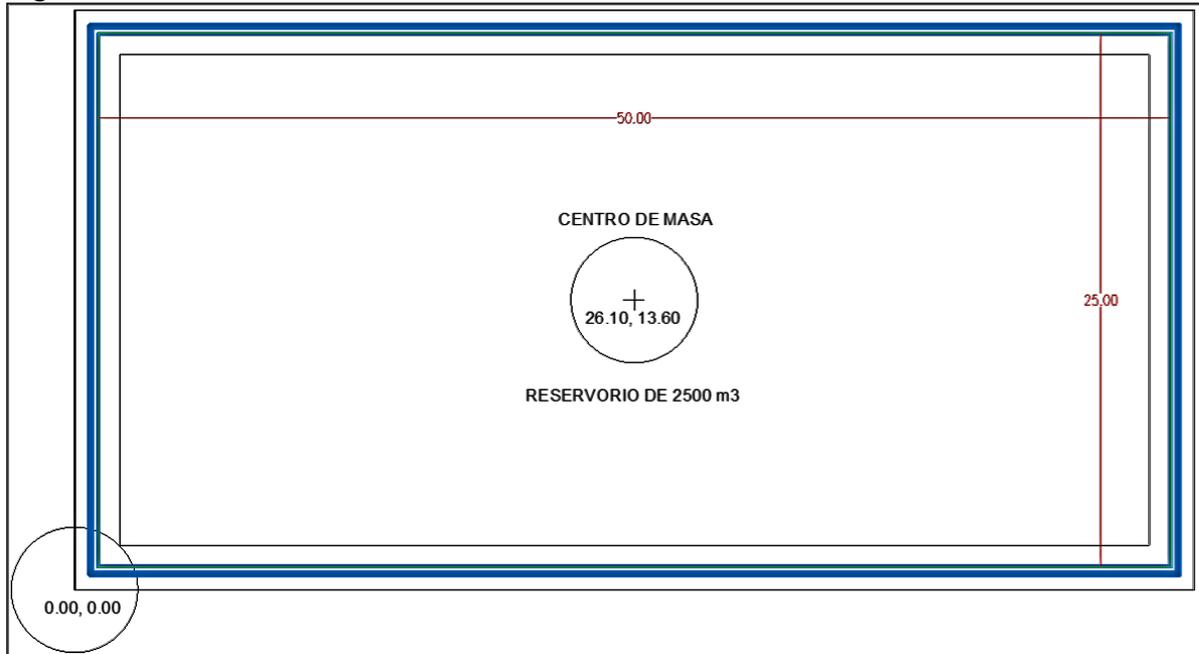
$$Y = \left(\frac{34,000.00 \text{ tn. m}}{2,500.00 \text{ tn}} \right) = 13.60 \text{ m}$$

Tabla. 20 Resumen del centro de masas (CV) y (CD) de la estructura

RESUMEN DE CÁLCULO				
DESCRIP.	PESOS		CENTRO DE MASA	
	CM (tn)	CV (tn)	X (m)	Y (m)
Reservorio	1,290.009	2,500.00	26.10	13.60

Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Centro de masa de la estructura



Fuente: Elaboración propia

4.4.8 Cortante Basal

Es una fuerza cortante lateral que se da en el reservorio en las dos direcciones del eje x y el eje y. Para lo cual tenemos que recurrir al Reglamento Nacional de Edificaciones en su norma de E-030 "Diseño Sismo Resistente", en la cual se emplea la siguiente formula:

$$V = \left(\frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \right) P$$

Dónde:

V = Fuerza cortante en la base de la estructura

Z = Factor de zona

U = Factor de uso o importancia

C = Factor de amplificación sísmica

S = Factor de amplificación del suelo

R = Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas

P = Peso total de la edificación

Para determinar el peso de la edificación se sigue el siguiente procedimiento; al peso hallado mediante la carga muerta se le suma el 50% del peso hallado de la carga viva, esto al ser una estructura de condición de edificación esencial indicado en la norma E-030 del RNE. Para determinar el peso de la estructura

se suma el peso de CD + el 50% del peso CV, ello según la norma E-030 al considera este tipo de edificación de tipo esencial.

Para la determinación del peso de la estructura, sumamos el peso total de la carga muerta más el 50% del peso de la carga viva.

Donde:

CM: Carga muerta

CV: Carga viva

P: Peso total de estructura

$$P = CM + 50\%CV$$

$$P = 1,290.00 \text{ tn} + 0.5(2,500.00\text{tn})$$

$$P = 2,540.009 \text{ tn}$$

Luego de la cual designamos los parámetros del suelo y uso según la clasificación de la zona sísmica indicado en la norma E-030 del RNE.

Tabla. 21 Parámetros de uso y suelo según la zona sísmica

PARAMETROS DEL SUELO Y USO			
SÍMBOLO	VALOR	OBSERVACIONES	CHEQUEO
Z	0.35	Zona 3 La Unión - Toro	0.4167
U	1.50	Edificaciones Esencial	OK C/R
Tp	0.60	Suelo tipo S2 (Z3)	
Ct	45.00	Pórticos de concreto armado con muros	
Hn	2.40	Altura Total de reservorio	
TL	2.00	Suelo tipo S2 (Z3)	
T	0.07	T (Periodo = Hn/Ct)	
C	2.50	-	
S	1.15	Suelo tipo S2	
R	6.00	De muros estructurales	
P	2,540.009	Peso Total de reservorio (tn)	

Fuente: Elaboración propia

$$V = \left(\frac{0.35 * 1.50 * 2.5 * 1.15}{6} \right) 2,540.009 \text{ tn}$$

$$V = 638.97 \text{ tn}$$

Figura 9. Cortante basal de la estructura del reservorio



Fuente: Elaboración propia

4.5 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE MURO DE CONTENCIÓN

A continuación, se analiza la estructura del muro de contención para determinar su estabilidad

Datos:

$$B = 2.10 \text{ m}$$

$$\Phi \text{ del terreno} = 22.75^\circ$$

$$b_0 = 0.30 \text{ m}$$

$$c = 2.20 \text{ tn/m}^2$$

$$b_1 = 0.70 \text{ m}$$

$$H = 3.00 \text{ m}$$

$$h_t = 0.60 \text{ m}$$

$$\gamma \text{ agua} = 1.00 \text{ tn/m}^3$$

$$q_{adm} = 10.4 \text{ tn/m}^2$$

$$\gamma \text{ suelo} = 1.40 \text{ tn/m}^3$$

4.5.1 Presión activa

4.5.1.1 Coeficiente de presión activa

El muro de contención va a sostener el empuje del agua, para lo cual el ángulo de fricción es nulo.

$$\mathcal{P} = 0^\circ$$

$$K_a = \left(\frac{1 - \text{Sen } \mathcal{P}}{1 + \text{Sen } \mathcal{P}} \right)$$

$$K_a = \left(\frac{1 - \text{Sen } (0^\circ)}{1 + \text{Sen } (0^\circ)} \right)$$

$$K_a = 1$$

4.5.1.2 Presión vertical activo

$$\begin{aligned}\delta va &= \gamma_{agua} \times h \\ \delta va &= 1.0 \text{ tn/m}^3 \times 2.0\text{m} \\ \delta va &= 2.0 \text{ tn/m}^2\end{aligned}$$

4.5.1.3 Presión horizontal activo

$$\begin{aligned}\delta ha &= \delta v \times Ka \\ \delta ha &= 2.0 \text{ tn/m}^2 \times 1 \\ \delta ha &= 2.0 \text{ tn/m}^2\end{aligned}$$

4.5.1.4 Empuje activo

$$\begin{aligned}Ea &= \frac{1}{2} \times \delta h \times H \\ Ea &= \frac{1}{2} \times 2.0 \text{ tn/m}^2 \times 2.0\text{m} \\ Ea &= 2.0 \text{ Tn/m}\end{aligned}$$

4.5.1.5 Distancia de empuje activo

$$\begin{aligned}z1 &= \left(\frac{1}{3} H'\right) + Ht \\ z1 &= \left(\frac{1}{3} (2.0\text{m})\right) + 0.6\text{m} \\ z1 &= 1.267 \text{ m}\end{aligned}$$

4.5.1.6 Momento de empuje activo

$$\begin{aligned}Ma &= Ea \times z1 \\ Ma &= 2.00 \text{ tn} \times 1.267 \text{ m} \\ Ma &= 2.533 \text{ Tn.m}\end{aligned}$$

4.5.2 Presión pasiva

4.5.2.1 Coeficiente de presión pasiva

El muro de contención tiene una altura de desplante de 2.00 metros de altura según recomendación del estudio de mecánica de suelos.

Datos del terreno:

$$q_{adm} = 10.4 \text{ tn/m}^2$$

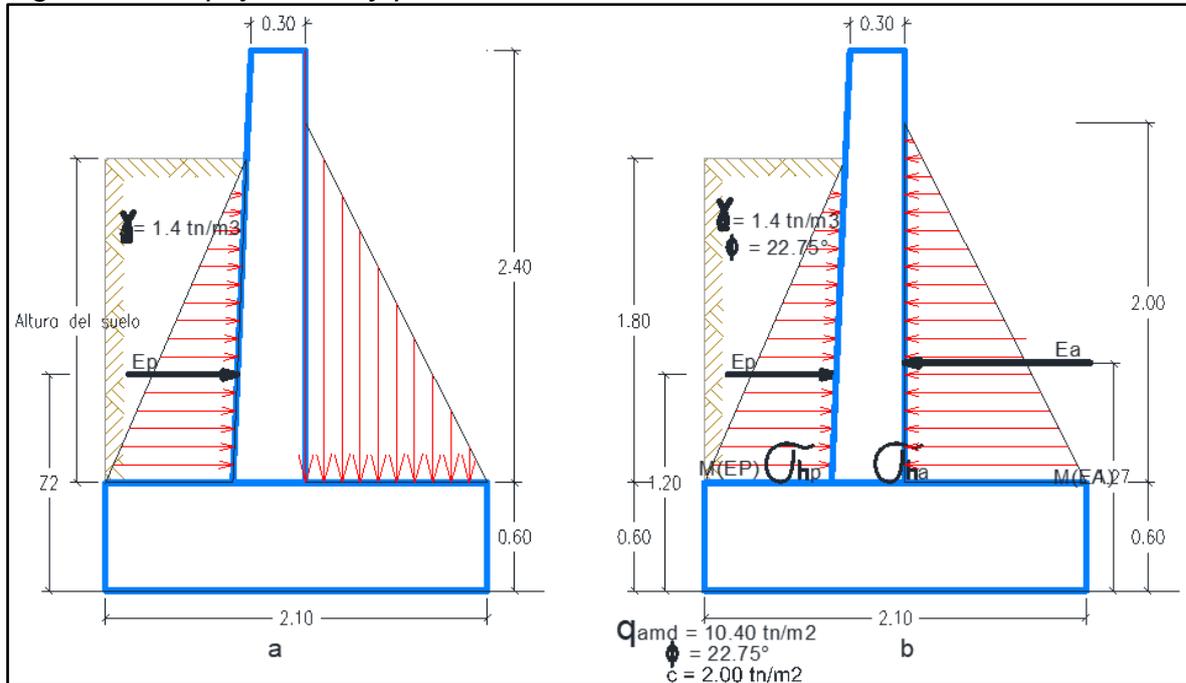
$$c = 2.00 \text{ tn/m}^2$$

$$H_d = 1.40 \text{ m}$$

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1.60 \text{ tn/m}^3$$

$$\Phi = 22.75^\circ$$

Figura 10. Empuje activo y pasivo



Fuente: Elaboración propia

$$\Phi = 22.75^\circ$$

$$K_p = \left(\frac{1 - \text{Sen } \Phi}{1 + \text{Sen } \Phi} \right)$$

$$K_p = \left(\frac{1 - \text{Sen } (22.75^\circ)}{1 + \text{Sen } (22.75^\circ)} \right)$$

$$K_p = 0.442$$

4.5.2.2 Presión vertical pasivo

$$\delta v_p = \gamma_{\text{suelo}} \times h$$

$$\delta v_p = 1.4 \frac{\text{tn}}{\text{m}^3} \times 1.80 \text{ m}$$

$$\delta v_p = 2.52 \text{ tn/m}^2$$

4.5.2.3 Presión horizontal pasivo

$$\delta hp = \delta vp \times Kp$$

$$\delta hp = 2.52 \text{ tn/m}^2 \times 0.442$$

$$\delta hp = 1.114 \text{ tn/m}^2$$

4.5.2.4 Empuje pasivo

$$Ep = \frac{1}{2} \times \delta hp \times H$$

$$Ep = \frac{1}{2} \times 1.114 \text{ tn/m} \times 1.80 \text{ m}$$

$$Ep = 1.003 \text{ Tn}$$

4.5.2.5 Distancia de empuje pasivo

$$Z2 = \left(\frac{1}{3} H'\right) + Ht$$

$$Z2 = \left(\frac{1}{3} (1.8 \text{ m})\right) + 0.60 \text{ m}$$

$$Z2 = 1.20 \text{ m}$$

4.5.2.6 Momento de empuje activo

$$Mp = Ep \times Z2$$

$$Mp = 1.003 \text{ tn} \times 1.20 \text{ m}$$

$$Mp = 1.203 \text{ Tn.m}$$

4.5.3 Momento de volteo

El momento de volteo es la suma de empujes tanto de activo como de pasivo.

$$Mo = Ea \times Z1 - Ep \times z2$$

$$Mo = 2.00 \text{ tn} \times 1.267 \text{ m} - 1.003 \text{ tn} \times 1.20 \text{ m}$$

$$Mo = 1.329 \text{ Tn.m}$$

4.5.4 Momentos resistentes

A continuación, se determina las diferentes fuerzas en la que se multiplica el volumen de cada elemento por su peso específico.

$$W = a(m) \times l(m) \times h(m) \times p. e. \left(\frac{\text{tn}}{\text{m}^3}\right)$$

Una vez hallado las respectivas fuerzas de cada elemento, se procedió a hallar los diferentes momentos resistentes y finalmente el sumatorio total de las fuerzas y momentos.

$$W = F \times d$$

Tabla. 22 Momentos resistentes

	a (m)	b (m)	l (m)	p.e. (tn/m3)	Sub Total (Tn)	Distancia (m)	Momento (tn.m)
W1	2.10	1.00	0.60	2.40	3.024	1.050	3.175
W2	0.10	1.00	2.40	2.40	0.288	0.767	0.221
W3	0.30	1.00	2.40	2.40	1.728	0.950	1.642
W4	1.00	1.00	2.00	1.00	2.000	1.600	3.200
W5	0.70	1.00	1.80	1.40	1.764	0.365	0.644
				Σ Fv (Tn)=	8.804	Σ Mr (Tn.m)	8.882

Fuente: Elaboración propia

4.5.5 Factor de seguridad contra el volteo

Para que no se produzca el momento de volcamiento se tiene que dar la siguiente condición indicada en la siguiente fórmula:

$$F.S.V. = \frac{MR}{Mo} \geq 2$$

$$F.S.V. = \frac{8.882 \text{ tn.m}}{1.329 \text{ tn.m}} = 6.679$$

$$F.S.V. = 6.679 \geq 2 \quad ok$$

4.5.6 Factor de seguridad contra el deslizamiento

Para evitar el deslizamiento se tiene que cumplir la siguiente condición expresada en la formula siguiente:

$$F.S.D. = \frac{u \times \Sigma Rv \times c' \times B}{Ea} \geq 1.5$$

$$u = \tan (\varphi \times k1)$$

$$c' = c \times k2$$

Se recomienda para los coeficientes k1 y k2 estar comprendidos entre los rangos de 1/2 a 2/3.

Recordemos que tenemos como datos

$$\varphi = 22.75^\circ$$

$$B = 2.10 \text{ m}$$

$$\Sigma Rv = 8.804 \text{ Tn}$$

$$c = 2.0 \text{ tn/m}^2$$

$$Ea = 2.00 \text{ tn/m}^2$$

$$k1 \text{ y } k2 = 2/3$$

Hallamos el coeficiente de fricción (u):

$$u = \tan (\varphi \times k1)$$

$$u = \tan (22.75^\circ \times \frac{2}{3})$$

$$u = 0.271$$

Hallamos el factor c'

$$c' = 2.0 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2} \times \frac{2}{3}$$

$$c' = 1.333 \text{ tn/m}^2$$

Hallamos el factor de seguridad de deslizamiento

$$F.S.D. = \frac{0.271 \times 8.804 \text{ tn} \times 1.333 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2} \times 2.10 \text{ m}}{2.00 \text{ tn/m}^2} \geq 1.5$$

$$F.S.D. = 3.341 \geq 1.5 \text{ ok}$$

4.5.7 Distancia resultante con la punta

La distancia hallada para la resultante vertical debe estar entre 1/3 a 2/3 del núcleo central de la base del muro, esto para evitar esfuerzos de tensión en la punta o el talón del muro, en la siguiente expresión se indica la condición que debe de cumplir:

$$\frac{B}{3} < dr > \frac{2B}{3}$$

$$dr = \frac{\Sigma Mr - \Sigma Mo}{\Sigma Rv}$$

$$dr = \frac{8.882 \text{ tn.m} - 1.329 \text{ tn.m}}{8.804 \text{ tn}}$$

$$dr = 0.857 \text{ m}$$

La condición si cumple

$$\frac{2.10 \text{ m}}{3} < 0.857 \text{ m} > \frac{2(2.10 \text{ m})}{3}$$

$$0.70 \text{ m} < 0.857 \text{ m} > 1.40 \text{ m} \text{ si cumple}$$

4.5.8 Excentricidad con respecto a la base del muro

$$e = \frac{B}{2} - d$$
$$e = \frac{2.10 \text{ m}}{2} - 0.857 \text{ m}$$
$$e = 0.192 \text{ m}$$

4.5.9 Presión del suelo bajo el talón

$$q = -\frac{\Sigma Rv}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)$$

Hallamos el q1

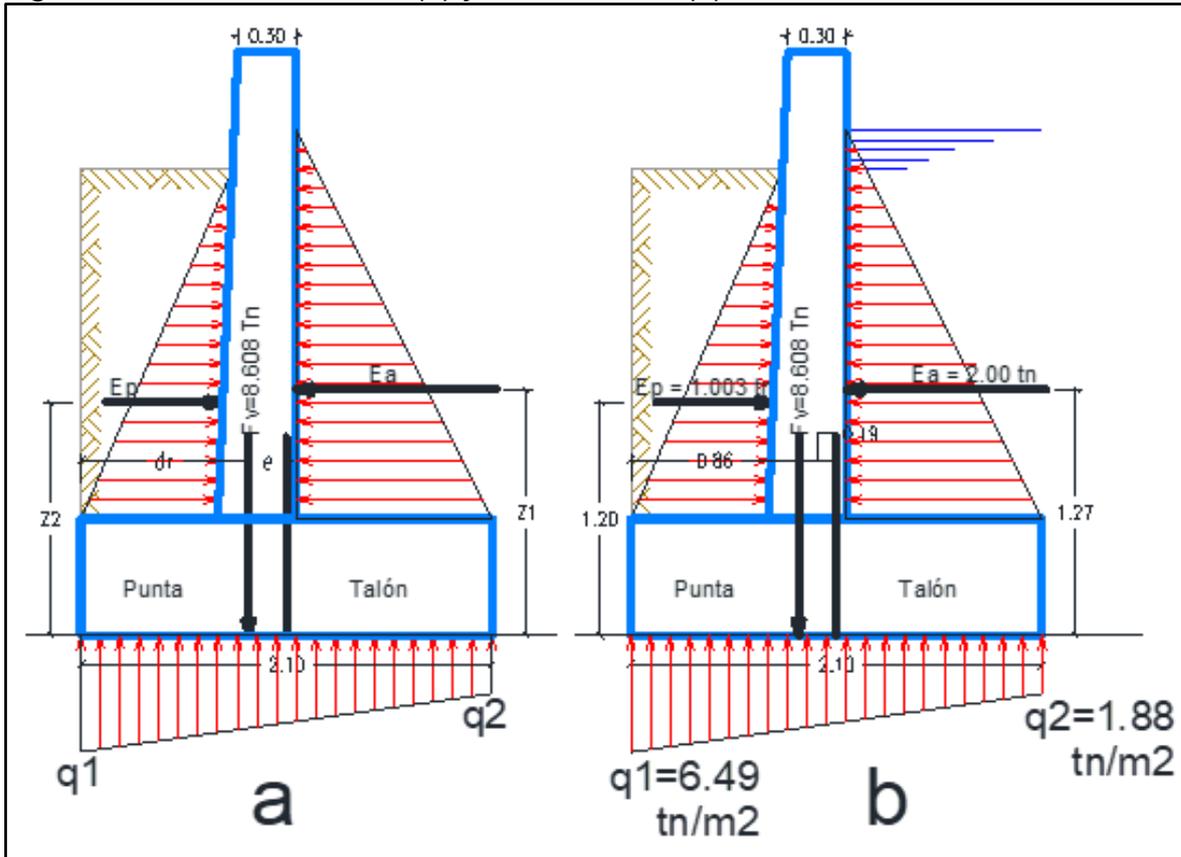
$$q1 = -\frac{8.804 \text{ tn}}{2.10 \text{ m}} \left(1 + \frac{6(0.192 \text{ m})}{2.10 \text{ m}}\right)$$
$$q1 = -6.49 \text{ t/m}^2$$

Hallamos el q2

$$q2 = -\frac{8.02 \text{ tn}}{2.10 \text{ m}} \left(-\frac{6(0.235 \text{ m})}{2.10 \text{ m}}\right)$$
$$q2 = -1.88 \text{ t/m}^2$$

Recordado que la presión admisible del terreno es de $q_{adm} 10.4 \text{ tn/m}^2$ se puede observar que la presión que ejerce en talón y punta son menores que la mencionada en el terreno.

Figura 11. Fuerza resultante (a) y excentricidad (b)



Fuente: Elaboración propia

4.6 MODELAMIENTO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

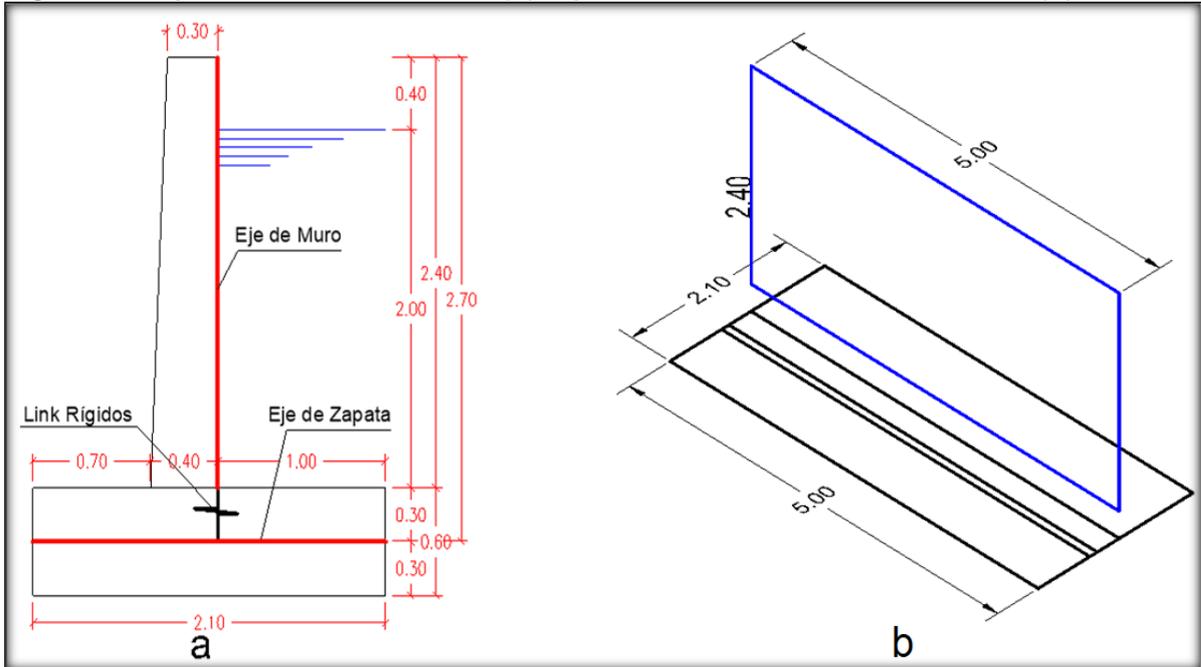
4.6.1 Procedimiento para el modelamiento

A continuación, se sigue el siguiente procedimiento a fin de modelar la sección del muro de contención.

4.6.1.1 Dibujo isométrico

Se dibuja una figura isométrica en el entorno del programa AutoCAD versión educacional y se guarda con la extensión dxf para luego importarlo en el programa del SAP 2000 22 versión educacional. Cabe indicar que el muro o pantalla al tener una de las caras con una pendiente es que se procede a trasladar el eje neutro a la cara interior del muro, asimismo la longitud de la altura del muro se dibuja hasta el inicio del espesor de la zapata, esto con el fin de evitar la duplicidad en la intersección de los ejes al considerar el peso propio de la estructura, el eje del muro luego se une al eje de la zapata mediante un link rígido.

Figura 12. Eje de sección de muro (a), ejes isométricos de muro de 5 ml (b)



Fuente: Elaboración propia

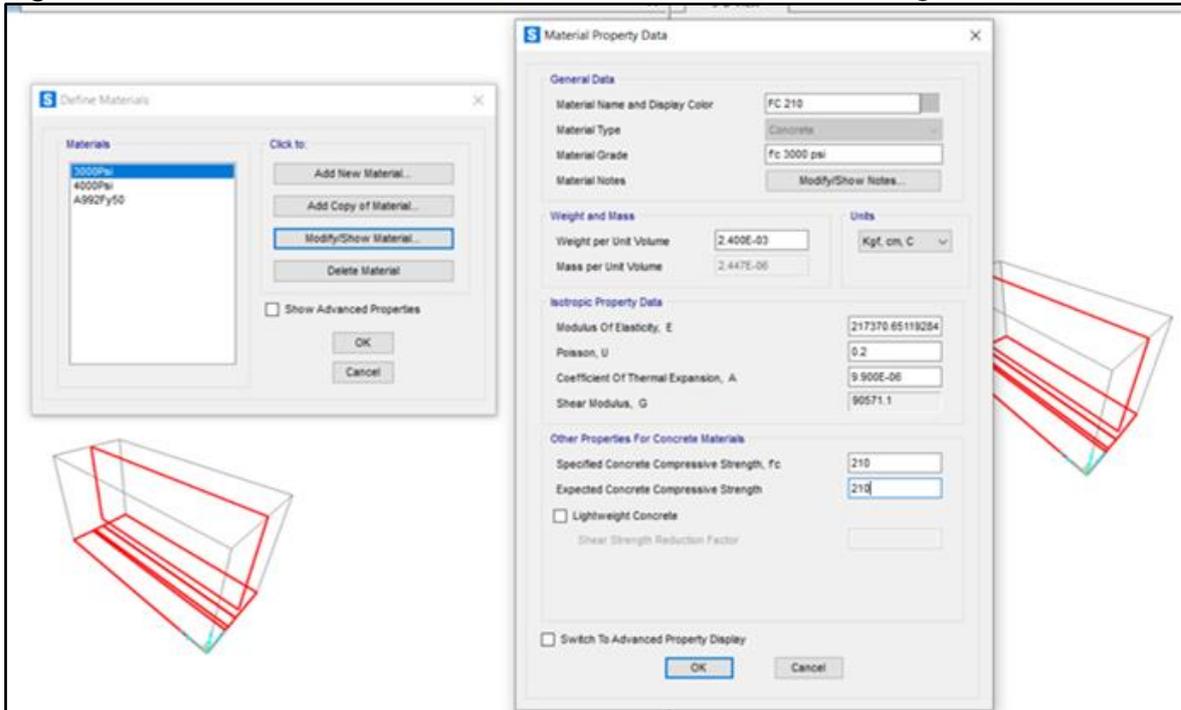
4.6.1.2 Importación del dibujo CAD a SAP 2000

Se inicia con la apertura del programa SAP2000 teniendo cuidado de las unidades en que está configurado por defecto, para este caso se apertura en Kgf, m, C y desde allí se importa el archivo de AutoCAD con su extensión dxf eligiendo solamente la capa donde se encuentra el dibujo isométrico. La ruta a seguir es, File/Import/AutoCAD.dxf.file/

4.6.1.3 Definición de los materiales

En el entorno del programa SAP 2000 se define los tipos de materiales del elemento estructural, que en este caso es el tipo de concreto y el tipo de acero de refuerzo, para el concreto a utilizar es el de esfuerzo a compresión de $f'c$ 210 Kg/cm² y el acero es de grado de fluencia de $f'y=4200$ Kg/cm² para lo cual la ruta a seguir es el siguiente: Define/Materials/Add New Material, para lo cual se despliega una ventana en la cual elegimos la opción concrete/ $f'c$ 3000 psi y luego se modifica de acuerdo a las características del tipo de concreto, como sus pesos volumétricos, sus coeficientes de elasticidad, esfuerzo de compresión.

Figura 13. definición de las características del concreto $f'c$ 210 kg/cm²



Fuente: Elaboración propia

Para el caso del acero de refuerzo la ruta a seguir es; Define/Materials/Add New Material, para lo cual se despliega una ventana en la cual elegimos la opción Rebar/Grade 60/Ok/ y luego modificamos a las características de tipo de refuerzo

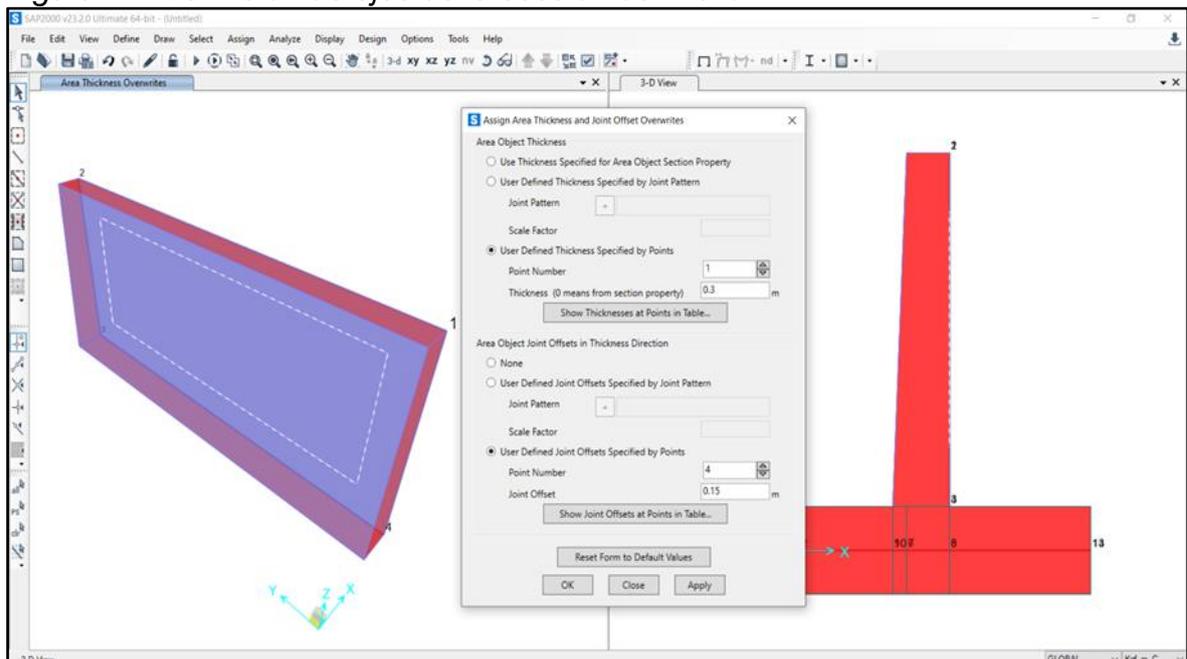
4.6.1.4 Definición de las secciones

La sección del muro de contención tiene dos elementos estructurales como lo es la zapata y el muro en sí, cabe indicar que la zapata tiene un peralte o altura de 0.60m de ancho 2.10m y en el caso del muro tiene en la corona 0.30m y 0.40 al inicio de la base, para lo cual se inicia en la definición de la sección como si fuese un espesor uniforme y más adelante se le realiza la modificación respectiva, así como también el traslado del eje neutro a la interior del muro. La ruta a seguir es; Define/Section Properties/Area Sections/Add New Sections en la cual asignamos las características del elemento estructural como el tipo de concreto y el tipo de acero que se acaba de crear en el entorno. Cuando se asigna el tipo de acero tenemos la opción de añadir el recubrimiento para sus cuatro caras.

4.6.1.5 Asignación de las secciones

Una vez definido las secciones, ahora se asigna el nombre a las secciones que en este caso es el muro y la zapata. En el entorno del dibujo importado se le asigna según corresponda cada área, en el caso del muro tenemos pendiente de que tiene un espesor variable a la que se tiene que modificar para que la cara externa tenga una pendiente así como también el eje del muro se tiene que ubicar en la cara interna del muro, para lo cual se realiza lo siguiente; se selecciona el área del muro visualizando la etiquetas de cada nudo de área y se sigue la siguiente ruta; Assign/Area/Area Thickness Overwrites (shells) en donde se despliega una ventana de dialogo en la cual activamos la opción User Defined Thickness Specified by Points y en cada etiqueta de nodo definimos según el espesor requerido en nuestro muro, así mismo para el traslado del eje a la cara interna activamos la opción de User Defined Joint Offsets Specified by Points en la cual tenemos la opción de desplazar el eje siempre teniendo en cuenta y cuidado de la etiqueta designada a cada nodo por el programa. Es preferible seleccionar solo el área del muro y ocultando el área de la zapata para mayor comodidad del caso.

Figura 14. Definición de ejes de la sección del muro



Fuente: Elaboración propia

4.6.1.6 Definición de patrones de carga

En este ítem definimos todas las cargas actuantes que son cinco en este caso; el peso propio del elemento estructural, la carga viva, el peso del agua, el empuje activo que ocasiona el agua, el empuje pasivo originado por el relleno del suelo, para lo cual se sigue la siguiente ruta; Define/Load patterns/ en la cual tenemos opciones de agregar las cargas actuantes.

4.6.1.7 Definición de patrones de junta

En este ítem definimos los patrones de junta que son el empuje del agua y el empuje del suelo que ejercen al muro de contención, la ruta a seguir es el siguiente; Define/Joint Patterns/ luego de la cual se apertura una ventana de opciones en donde se permite agregar los patrones de junta que en este caso es el agua y el suelo.

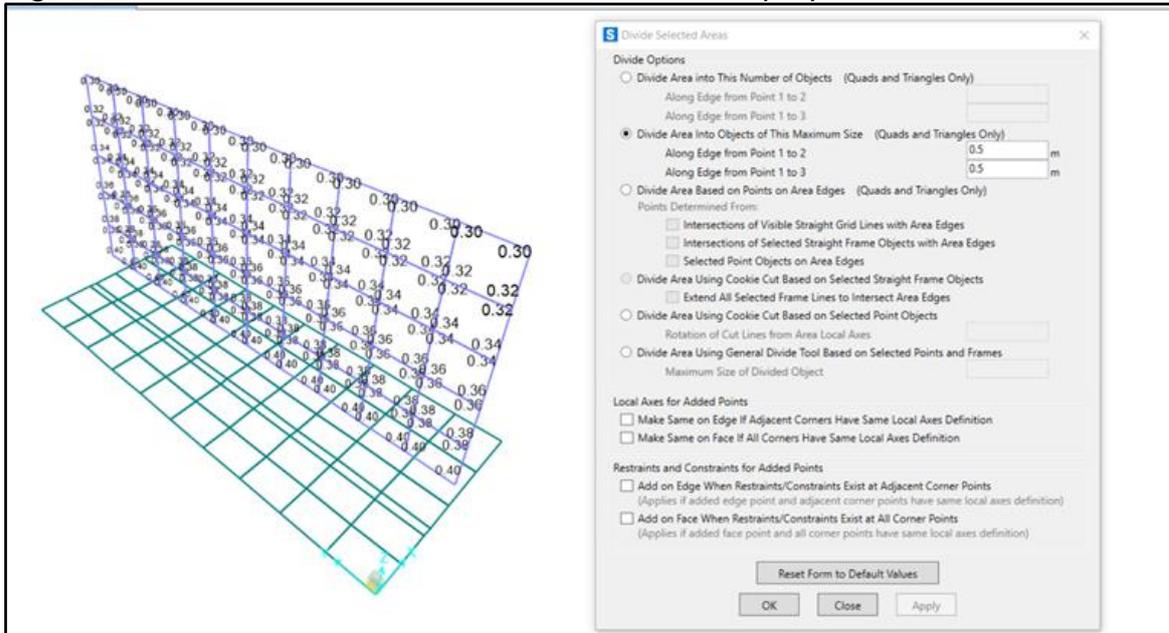
4.6.1.8 División de elementos en pequeñas áreas

El entorno del programa SAP 2000 está configurado bajo el principio del Método de Elementos Finitos la cual consiste en la división de áreas más pequeñas para que el cálculo sea más exacta y precisa.

Para lo cual procedemos a seleccionar todas las áreas de la sección para luego seguir la siguiente ruta; Edit/Edit Areas/Divide áreas/Divide Area Into Objects of this maximum size (quads and triangles only) en la cual se determina de que las áreas divididas no sean mayores a 0.50 m.

Recordemos que se ha dibujado en el isométrico hasta el espesor de la zapata por lo cual ahora debemos de colocar unos links rígidos para unir con la zapata, para lo cual debemos de dibujar los links en las divisiones que se ha logrado al dividir el área. La ruta a seguir es el siguiente, Define/Section Properties/Link Support Properties luego de la cual se despliega una ventana de dialogo en donde definimos las restricciones del link, una vez realizado el paso anterior se procede a dibujar haciendo coincidir cada división de área.

Figura 15. División del elemento estructural en áreas pequeñas



Fuente: Elaboración propia

4.6.1.9 Asignación del factor nodo para la carga lateral

Se ingresa al entorno del programa los datos de la presión vertical para los empujes laterales activo (agua) y pasivo (suelo).

Valores para la presión activa del agua

Datos:

$$\gamma \text{ agua} = 1.0 \text{ tn/m}^3$$

$$A_x = 0$$

$$h = 2.30 \text{ m}$$

$$B_y = 0$$

$$K_a = 1$$

$$Z = 2.7$$

$$\delta v_a = \gamma \text{ agua} \times h \times K_a$$

$$\delta v_a = 1.0 \frac{\text{tn}}{\text{m}^3} \times 2.30 \text{ m} \times 1$$

$$\delta v_a = 2.30 \text{ tn/m}^2$$

$$\delta v_a = D$$

$$P = \text{Patter Value} = A_x + B_y + C_z + D$$

$$P = C_z + D$$

$$C = \frac{P - D}{Z}$$

$$C = \frac{0 - 2.30 \text{ tn/m}^2}{2.70\text{m}}$$

$$C = -0.85 \text{ tn/m}$$

$$D = 2.30 \text{ tn/m}^2$$

Valores para la presión pasiva del suelo

Datos:

$$\gamma \text{ suelo} = 1.4 \text{ tn/m}^3$$

$$A_x = 0$$

$$h = 1.80 \text{ m}$$

$$B_y = 0$$

$$K_a = 0.442$$

$$Z = 2.7$$

$$\delta vp = \gamma_{\text{suelo}} \times h \times K_p$$

$$\delta vp = 1.4 \frac{\text{tn}}{\text{m}^3} \times 2.10 \text{ m} \times 0.442$$

$$\delta vp = 1.299 \text{ tn/m}^2$$

$$\delta vp = D$$

$$P = \text{Patter Value} = A_x + B_y + C_z + D$$

$$P = C_z + D$$

$$C = \frac{P - D}{Z}$$

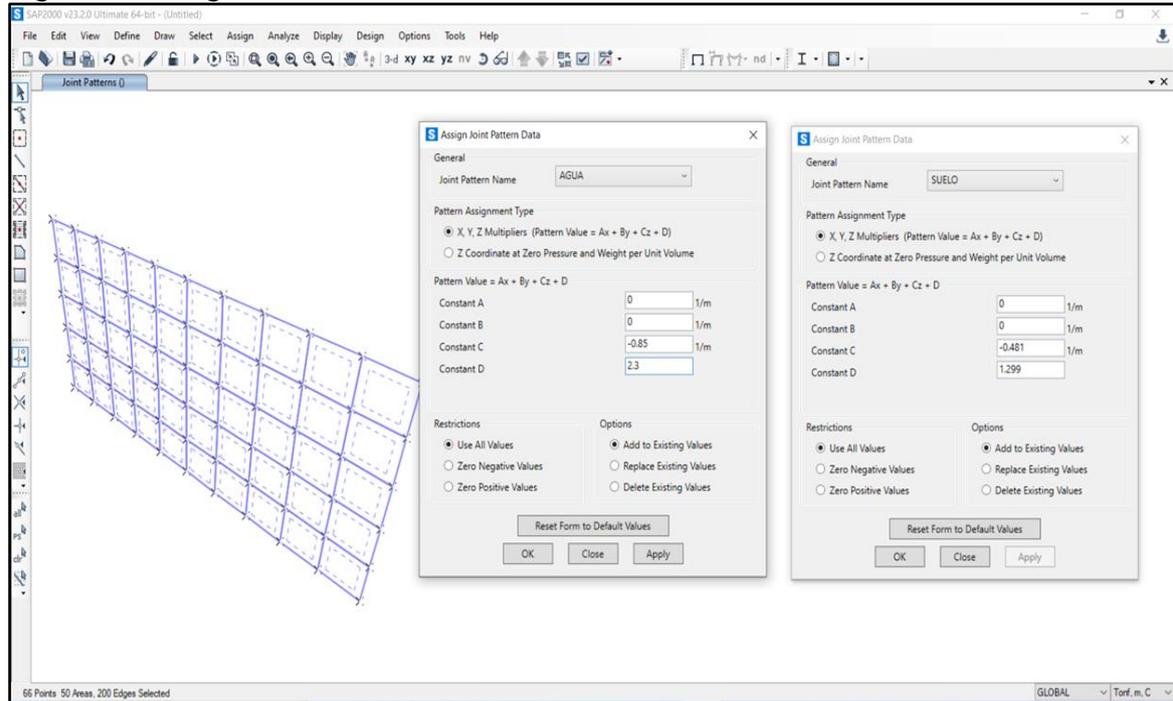
$$C = \frac{0 - 1.299 \text{ tn/m}^2}{2.70\text{m}}$$

$$C = -0.481 \text{ tn/m}$$

$$D = 1.299 \text{ tn/m}^2$$

Iniciamos en ingresar datos según los cálculos hallados; Seleccionamos el muro y luego Assign/Joint Patterns/ ahí seleccionamos los patrones de junta que en nuestro caso es Agua y Suelo y ingresamos los resultados hallados.

Figura 16. Asignación de valores de factor en nodo



Fuente: Elaboración propia

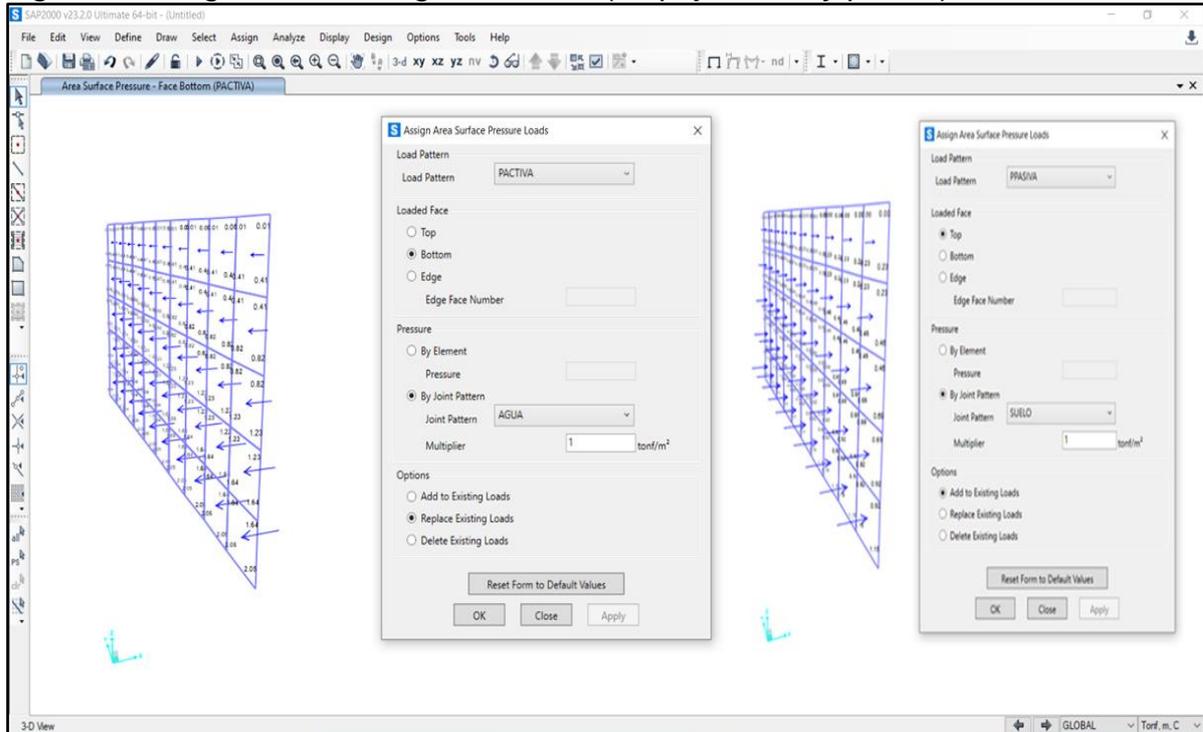
4.6.1.10 Asignación de cargas laterales

Una vez definido los valores del factor de carga, ahora se inicia con ingresar los valores de carga en el muro siguiente la ruta que se menciona; seleccionamos el muro y luego Assign/Area Loads/Surface Pressure (All)/ y luego elegimos los dos empujes laterales como es el caso del empuje activo y empuje pasivo.

En el caso del empuje del agua está configurado como presión activa y según los ejes locales corresponde a la opción de Bottom que viene a ser la cara interna del muro y corresponde el patrón de junta de Agua y la distribución es de forma triangular.

Para el caso del empuje del suelo está configurado como empuje pasivo y según los ejes locales corresponde a la opción de Top y corresponde el patrón de junta de suelo, la opción Top se define como el eje z del eje local

Figura 17. Asignación de cargas laterales (empuje activo y pasivo)



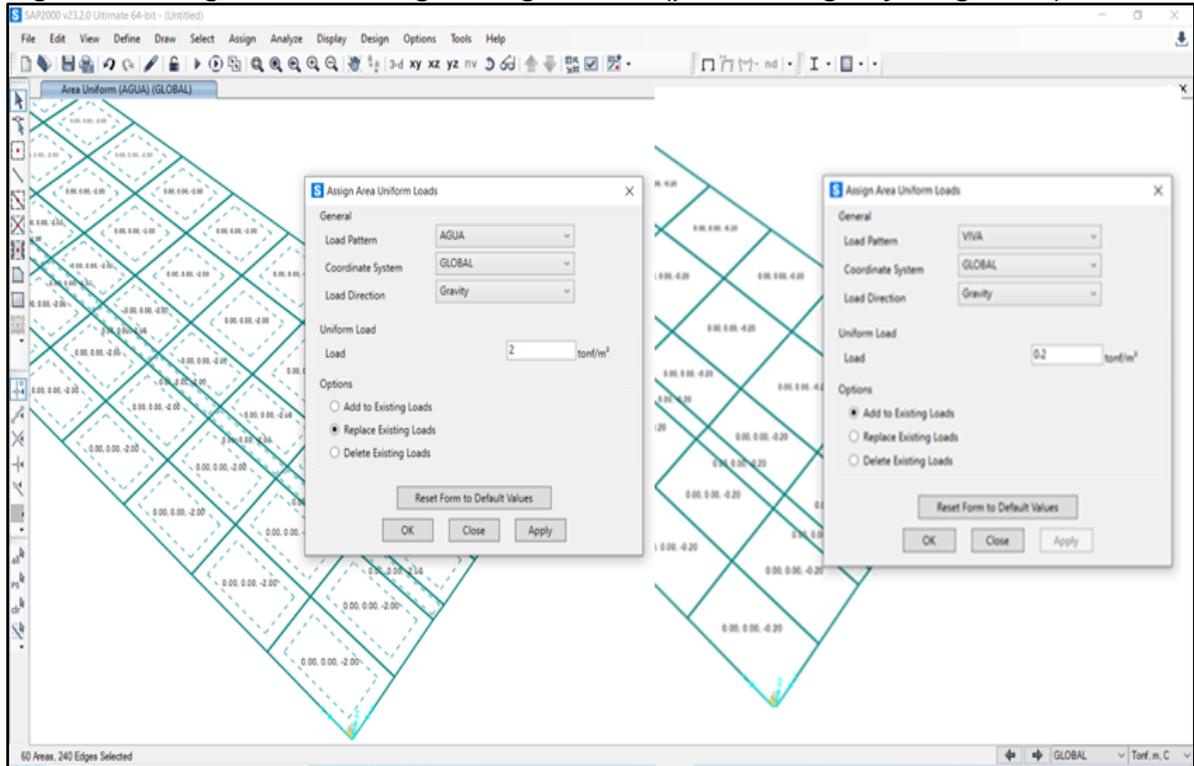
Fuente: Elaboración propia

4.6.1.11 Asignación de cargas de gravedad

En esta parte se asigna cargas verticales como el peso del agua, la carga viva, para lo cual se selecciona el área de la zapata, en el caso de la carga viva se otorga el valor de criterio, puesto que no está contemplado en el RNE en su norma E – 020 Cargas para este caso se otorga 0.20 tn/m^2 y para el caso del peso de agua está en función a su peso específico por una determinada área, teniendo en cuenta que el peso volumétrico es de 1.0 tn/m^3 .

La ruta a seguir en el programa es el siguiente orden; Seleccionamos el área de la zapata luego Assign/Area Loads/Uniform (Shell) una vez que se despliega la ventana de dialogo se adiciona las cargas verticales mencionadas.

Figura 18. Asignación de cargas de gravedad (peso del agua y carga viva)

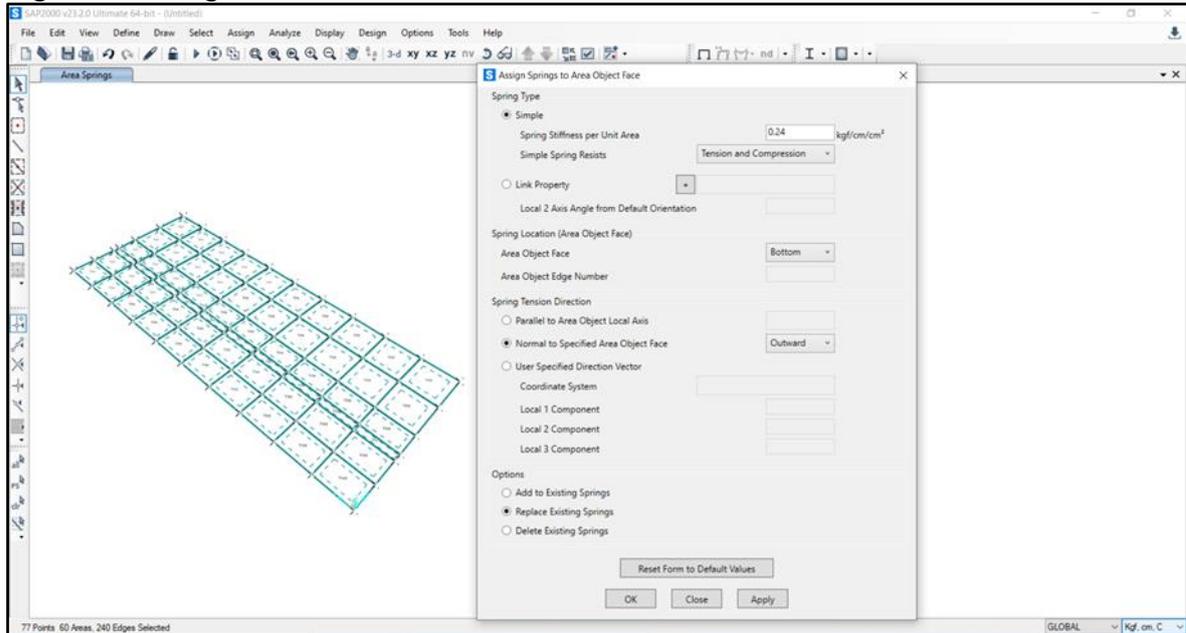


Fuente: Elaboración propia

4.6.1.12 Asignación del coeficiente de balasto

El coeficiente de balasto es el parámetro que nos otorga mediante el estudio de mecánica de suelos y es la fuerza que actúa sobre un punto, para lo cual proseguimos el siguiente orden; seleccionamos el área de la zapata y luego Assign/Area/Area springs luego de la cual ingresamos el valor de 0.24 kg/cm/cm². Luego de la cual restringimos los puntos de la esquina en los ejes x, y, el eje z lo liberamos porque hemos asignado el coeficiente de balasto. Se sigue el siguiente orden para estos pasos; Assign/Joints/Restrिंग

Figura 19. Asignación de coeficiente de balasto



Fuente: Elaboración propia

4.6.1.13 Combinaciones de carga

En este trabajo se realiza una combinación en donde se incluye todos las cargas verticales y laterales a fin de que realice la simulación en el programa. Las cargas se muestran a continuación:

Peso Propio

Peso del agua

Carga Viva

Empuje Activo (agua)

Empuje pasivo (suelo)

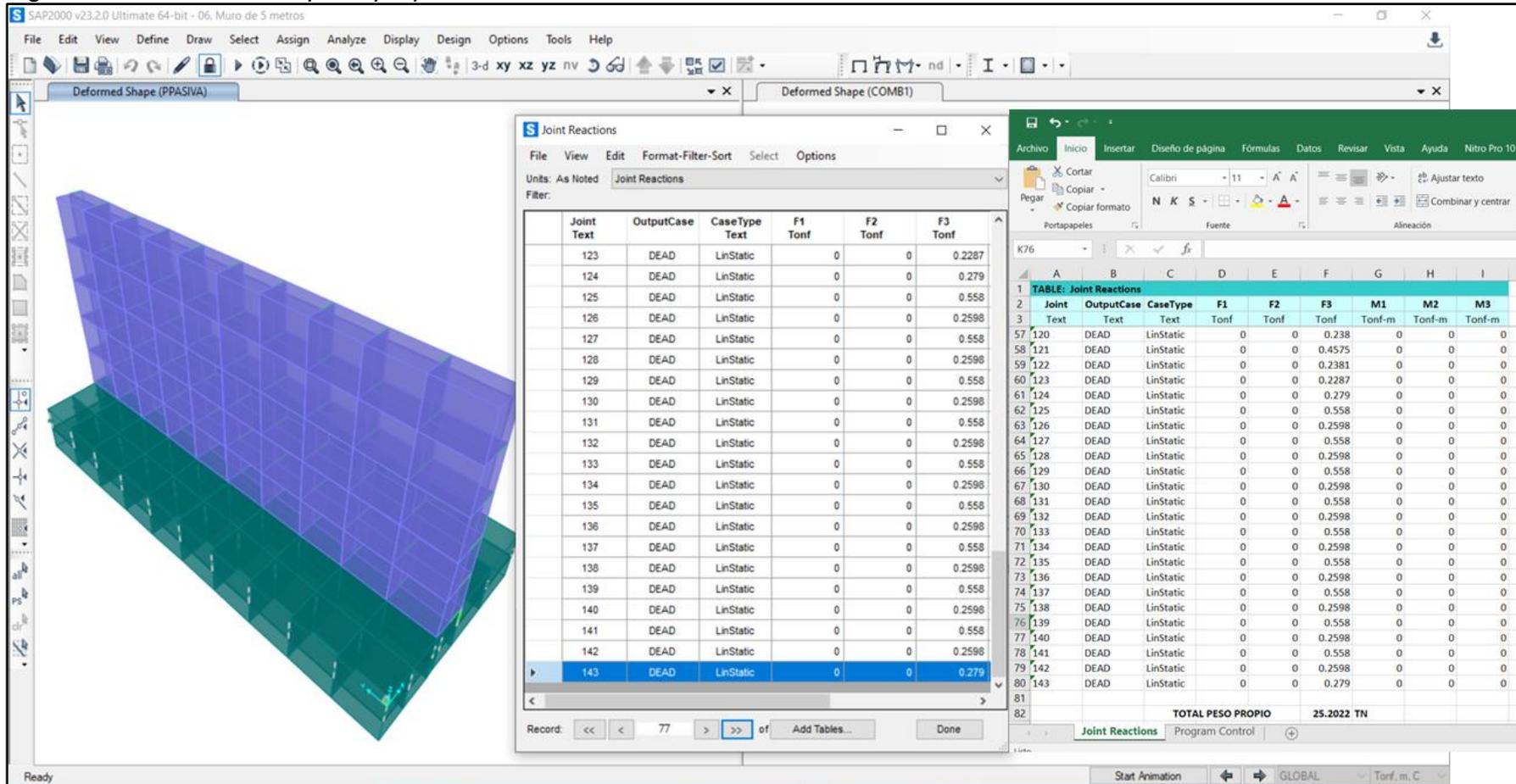
Una vez culminado con el ingreso de los valores de carga, presiones, definición de materiales, secciones, se procede a guardar y analizar en el entorno del programa.

4.6.2 Comprobaciones de reacciones con el software

4.6.2.1 Peso Propio

Es la suma de estructura del peso propio en la cual en una longitud de 5 metros lineales teníamos un peso de 25.2 toneladas lo cual se comprueba de que si se cumple o coincide el peso de la estructura en el programa.

Figura 20. Sumatoria del peso propio en el software

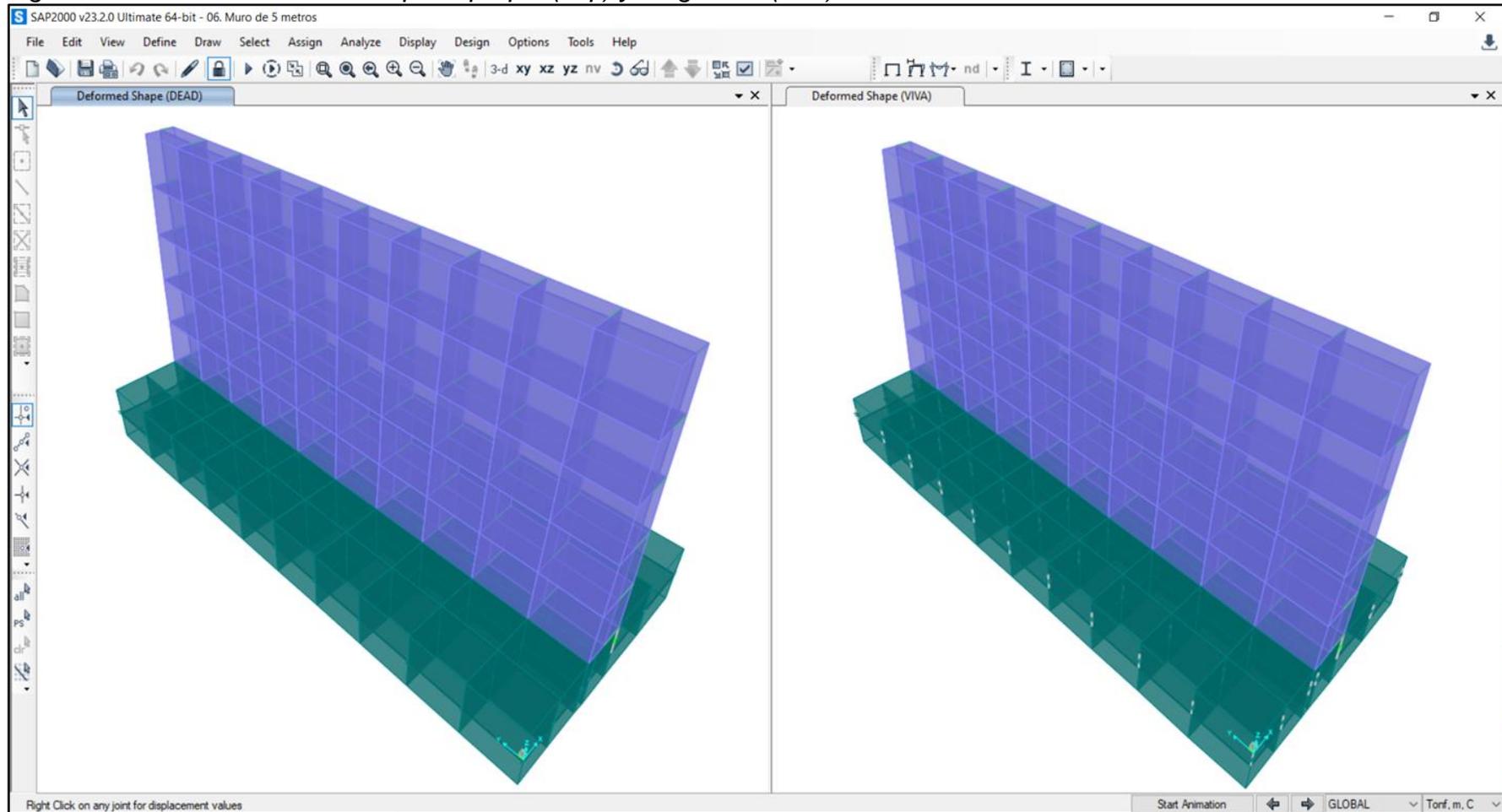


Fuente: Elaboración propia (Fuente SAP 2000 22)

Para visualizar el peso propio en el programa SAP 2000 se sigue la siguiente ruta Display/Show Tables/Analysis Results/Join Output/Reactions/Table y luego en las viñetas de Select Load Patterns y Select Load Cases se elige la opción de DEAD.

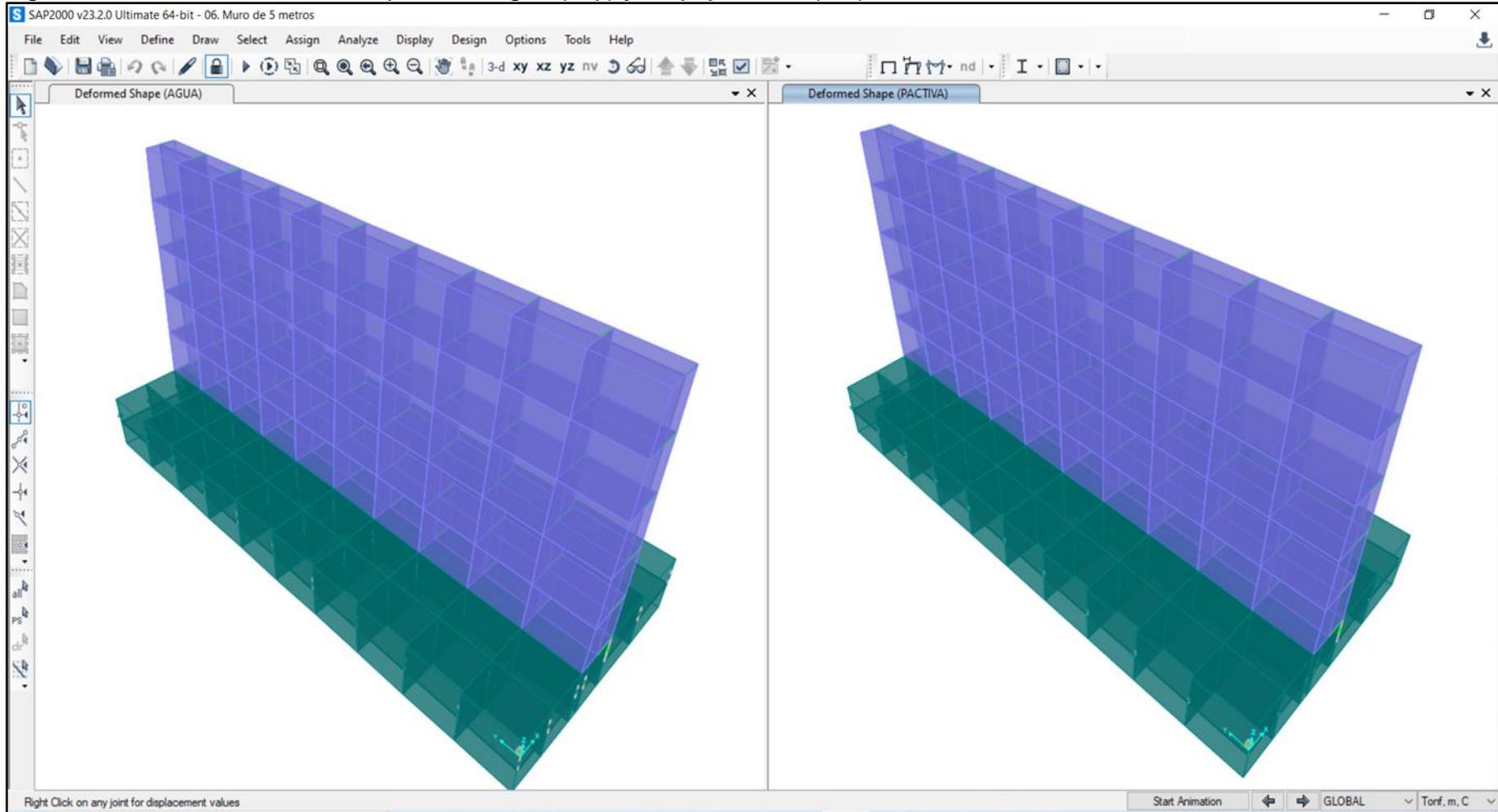
4.6.2.2 Deformaciones de la estructura

Figura 21. Deformaciones con el peso propio (izq.) y carga viva (der.)



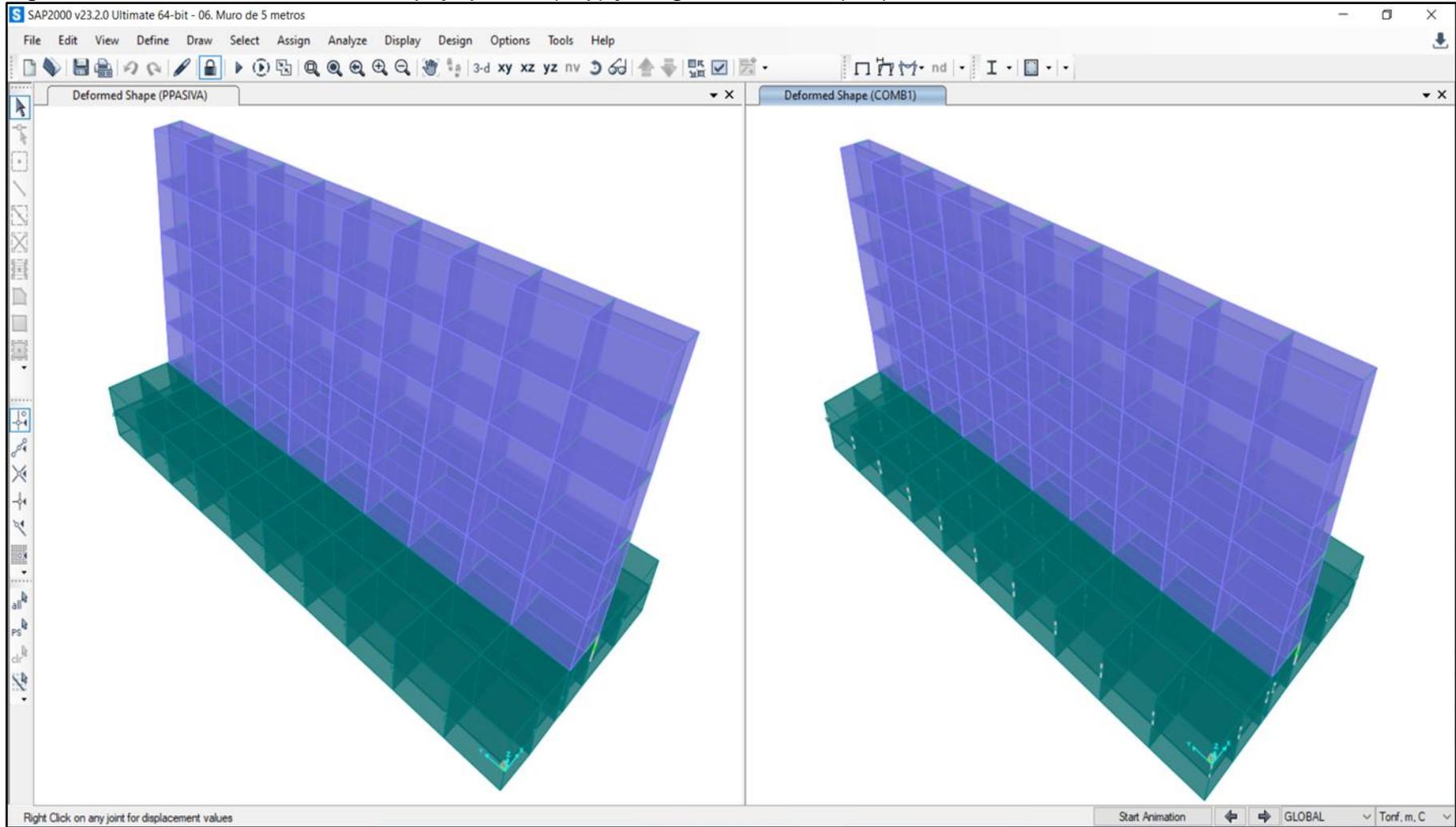
Fuente: Elaboración propia (Fuente SAP 2000 22)

Figura 22. Deformaciones con el peso del agua (izq.) y empuje activo (der)



Fuente: Elaboración propia (Fuente SAP 2000 22)

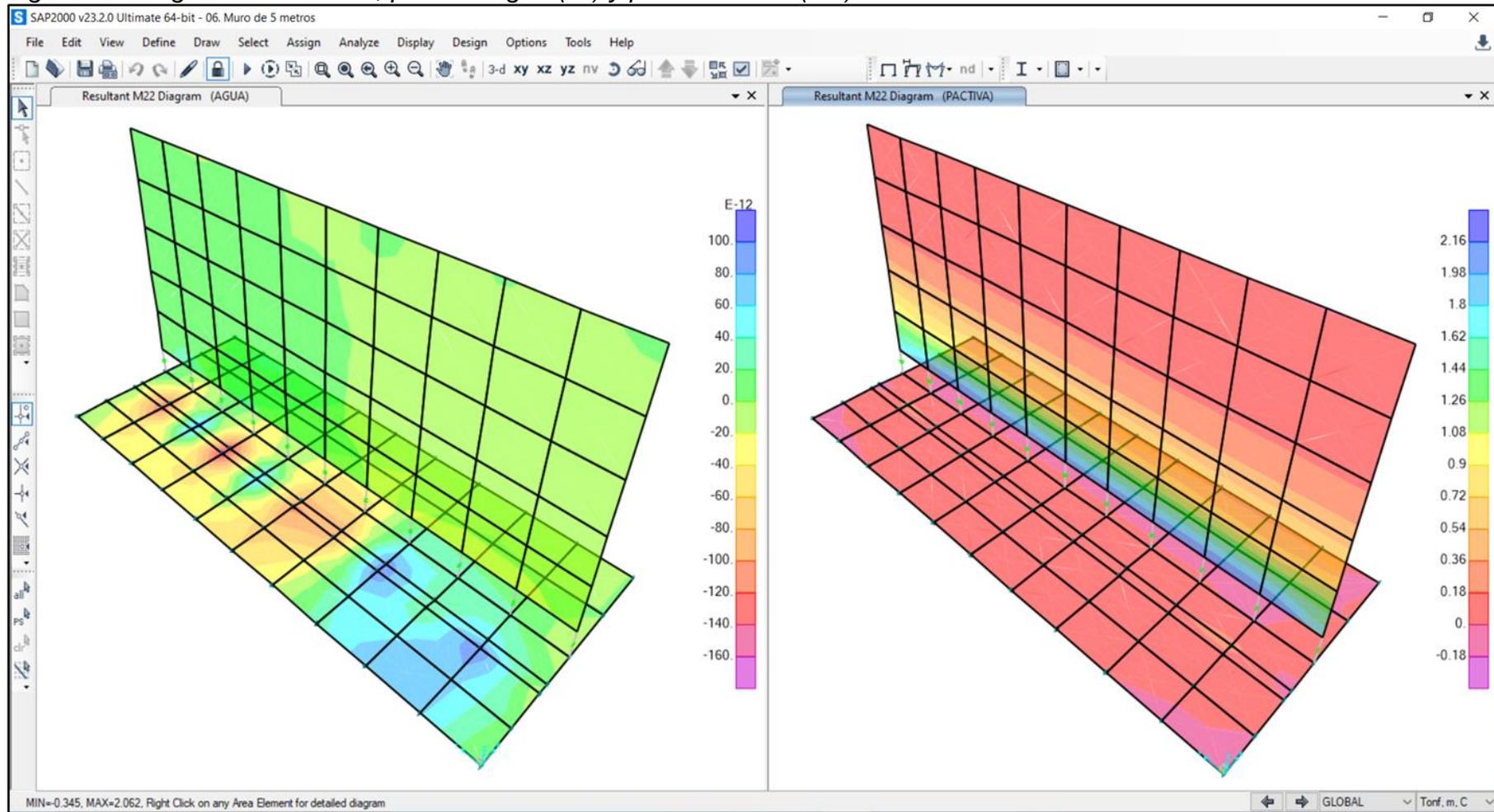
Figura 23. Deformaciones con el empuje pasivo (izq.) y carga combinada (der)



Fuente: Elaboración propia (Fuente SAP 2000 22)

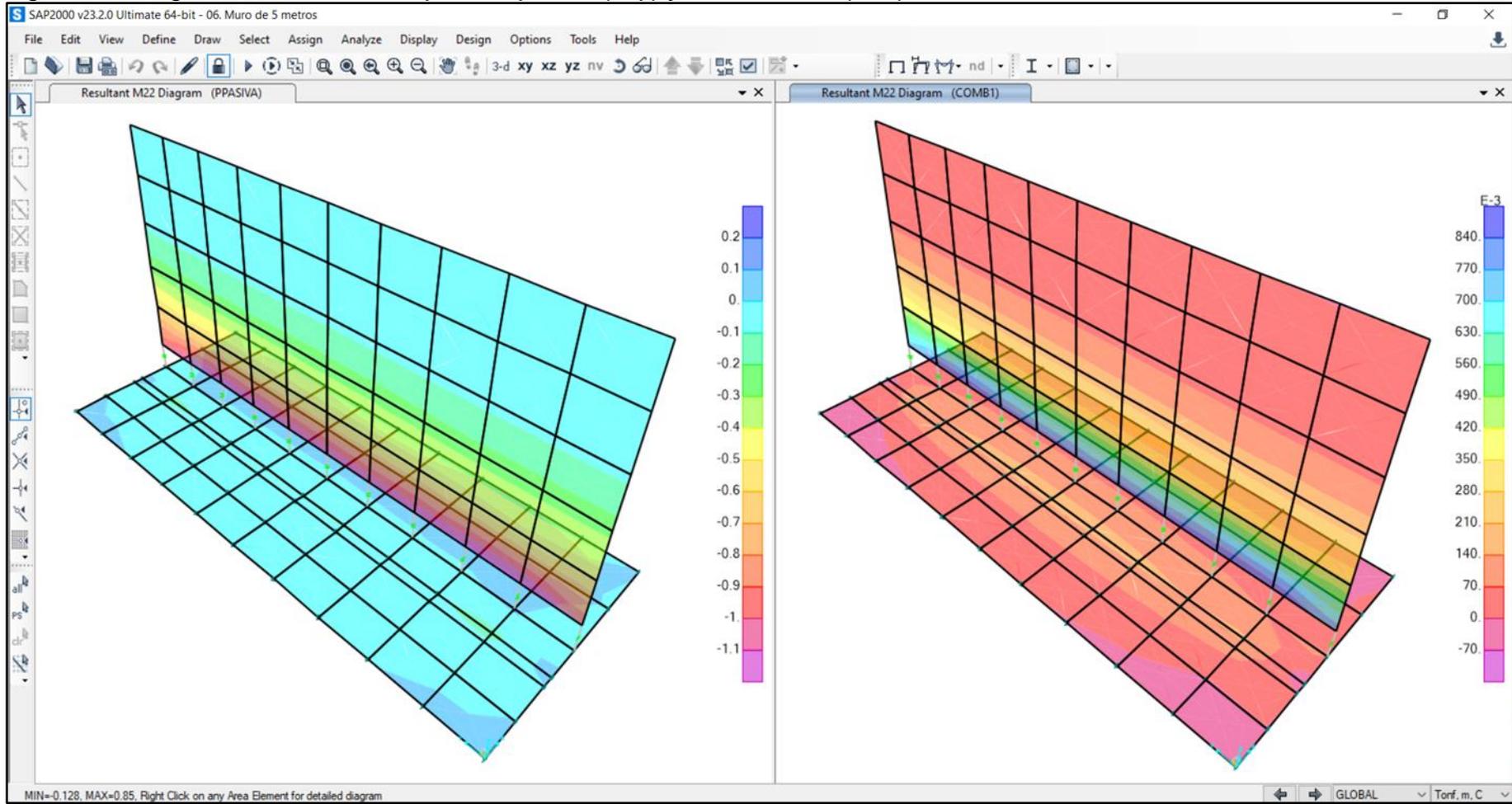
4.6.2.3 Tensiones y fuerzas

Figura 24. Diagrama momentos; peso de agua (iz.) y presión activa (de.)



Fuente: Elaboración propia (SAP 2000 22)

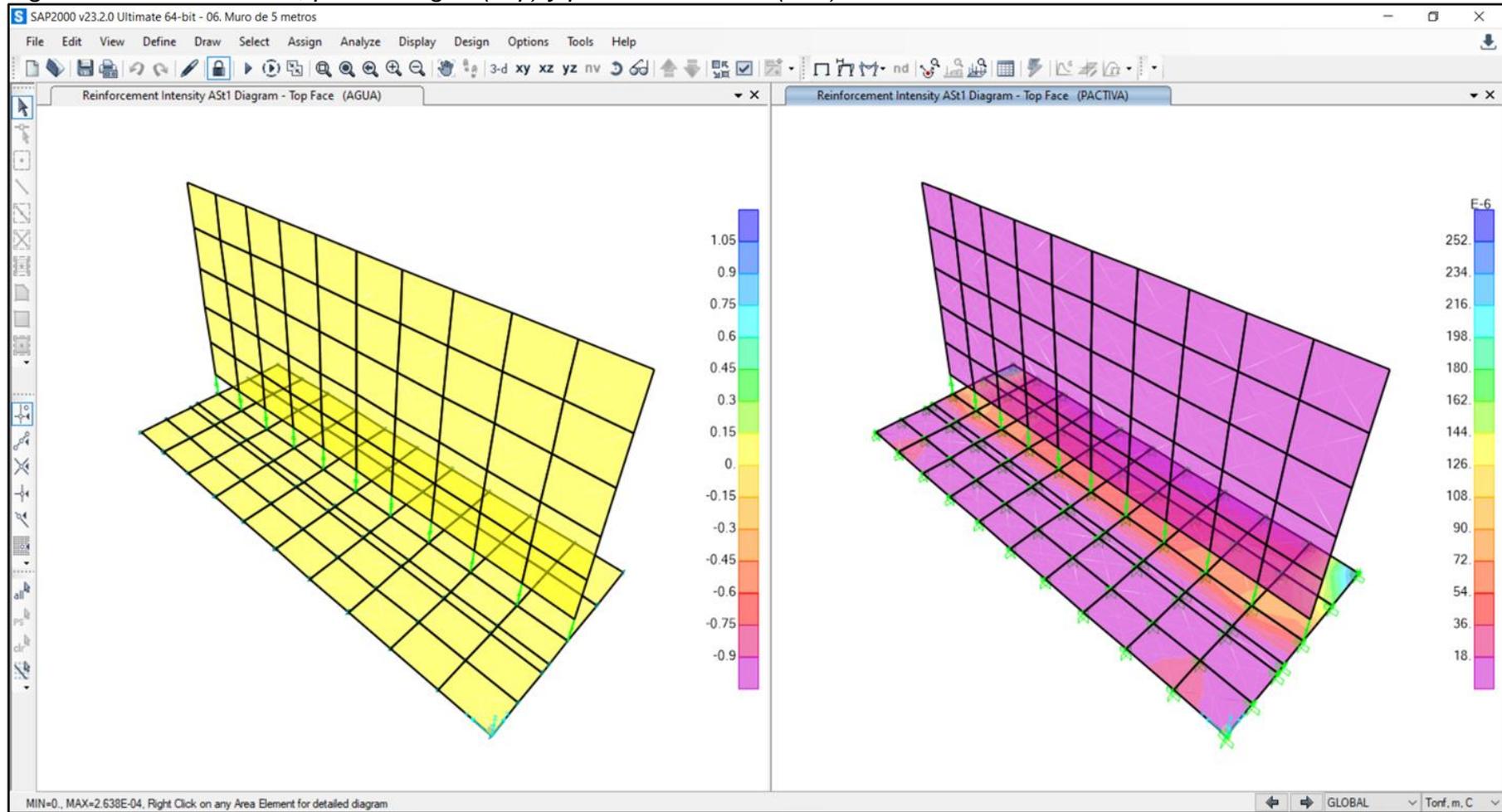
Figura 25. Diagrama de momentos; presión pasiva (izq.) y combinación (der.)



Fuente: Elaboración propia (SAP 2000 22)

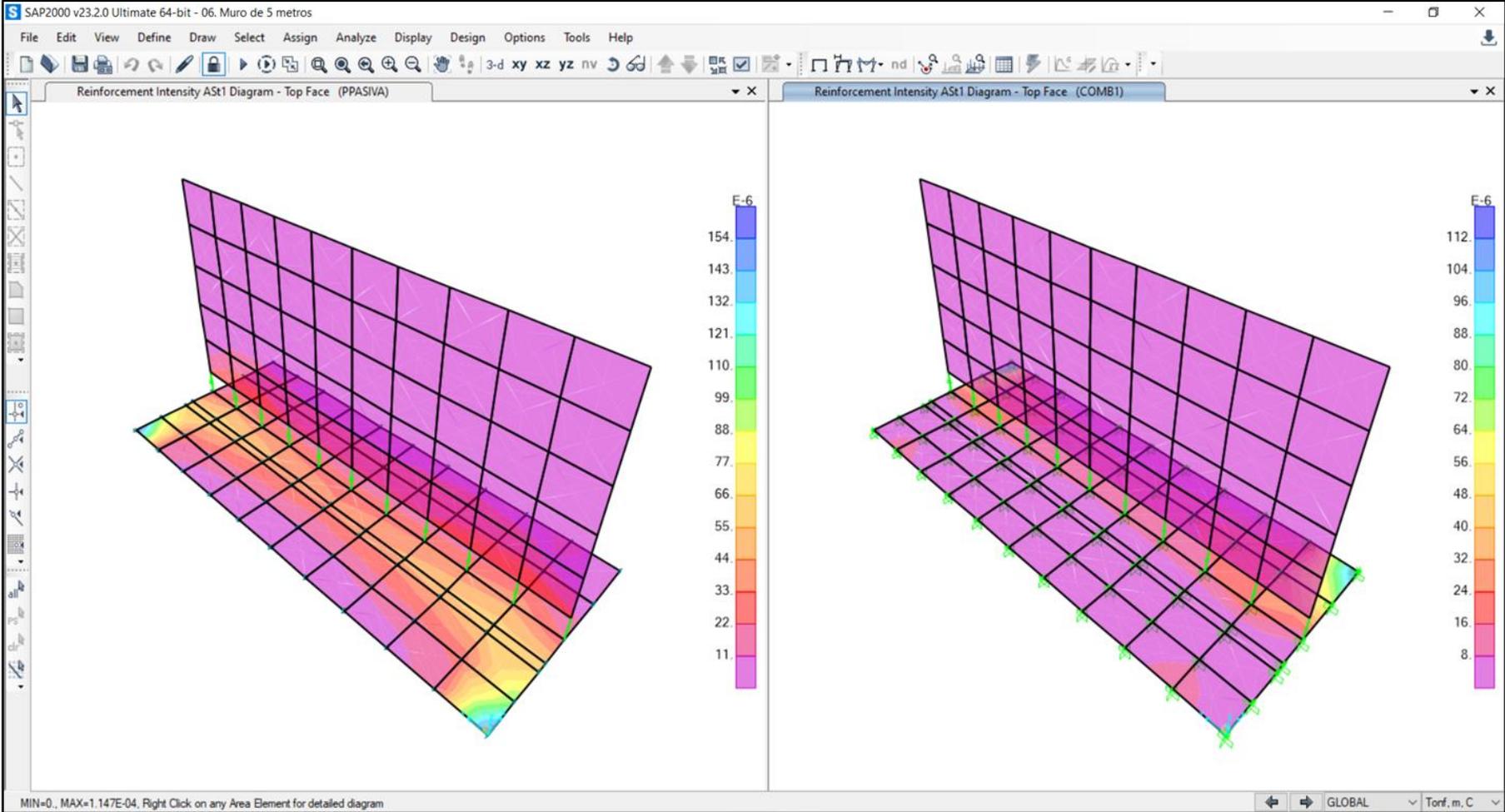
4.6.2.4 Diagrama de área de acero

Figura 26. Área de acero; peso de agua (izq.) y presión de activa (der.)



Fuente: Elaboración propia (SAP 2000 22)

Figura 27. Área de acero; presión pasiva (izq.) y combinación general (der.)

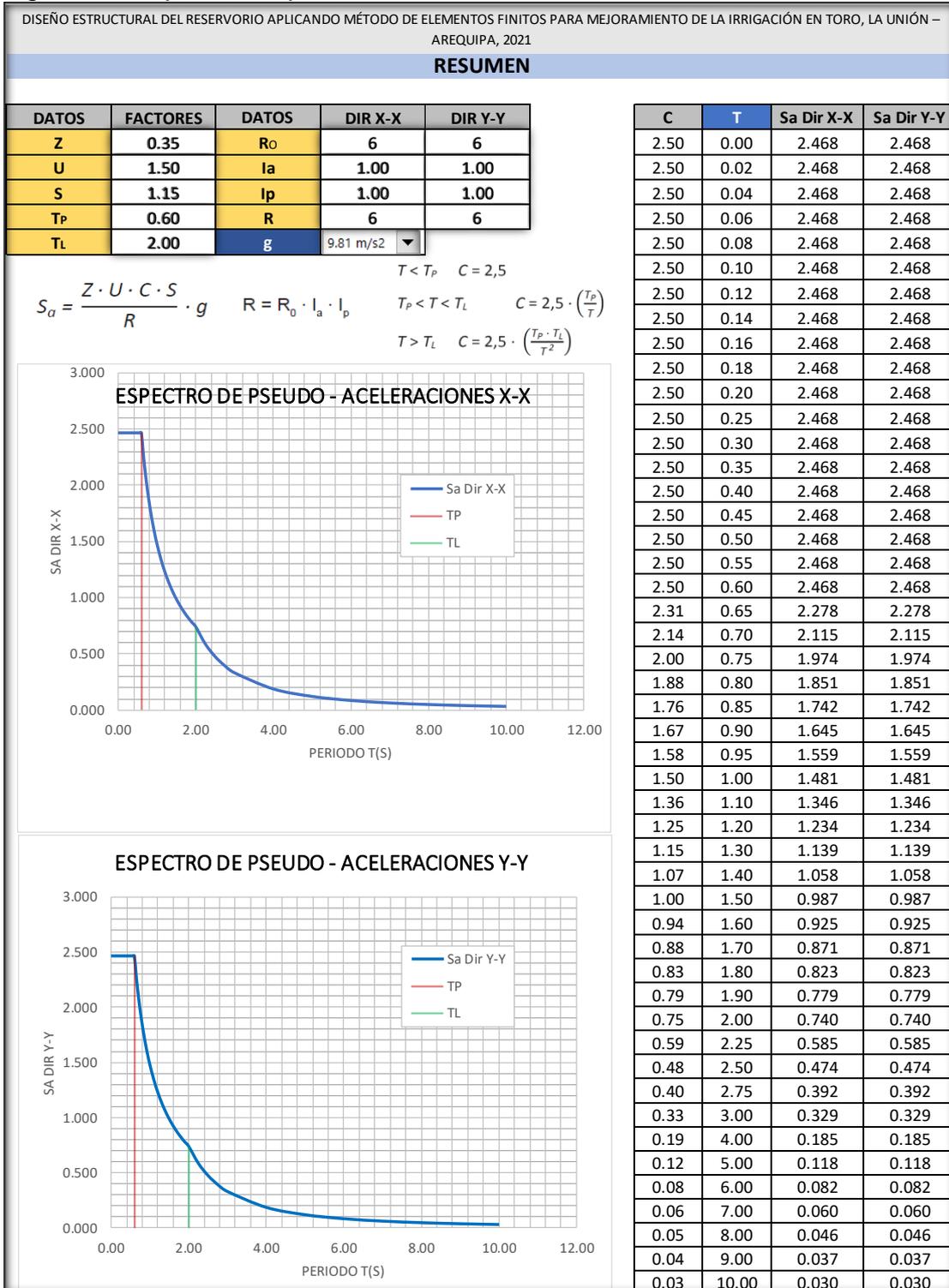


Fuente: Elaboración propia (SAP 2000 22)

4.6.2.5 Espectro de pseudo aceleraciones

Cálculo de espectro de Pseudo – Aceleraciones: Se designa los valores según el RNE en su norma E-030.

Figura 28. Espectro de pseudo aceleraciones



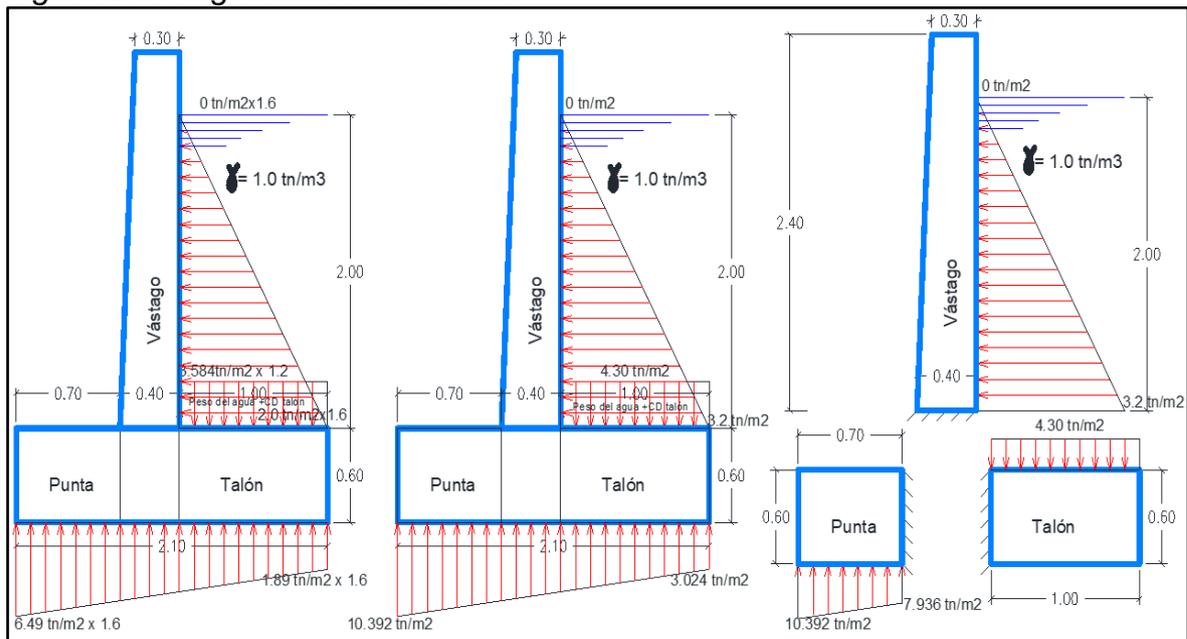
Fuente: Elaboración propia

4.7 DISEÑO DE REFUERZO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

4.7.1 Definición de cargas para cada elemento

Se analizó la estabilidad del muro en cuanto al volteo y deslizamiento, ahora definiremos cada elemento a las cargas a que están sometidos y asimismo se factorizará según la tabla de ACI 5.3.1. Combinaciones de carga de la ecuación 5.3.1b

Figura 29. Cargas finales en el muro



Fuente: Elaboración propia

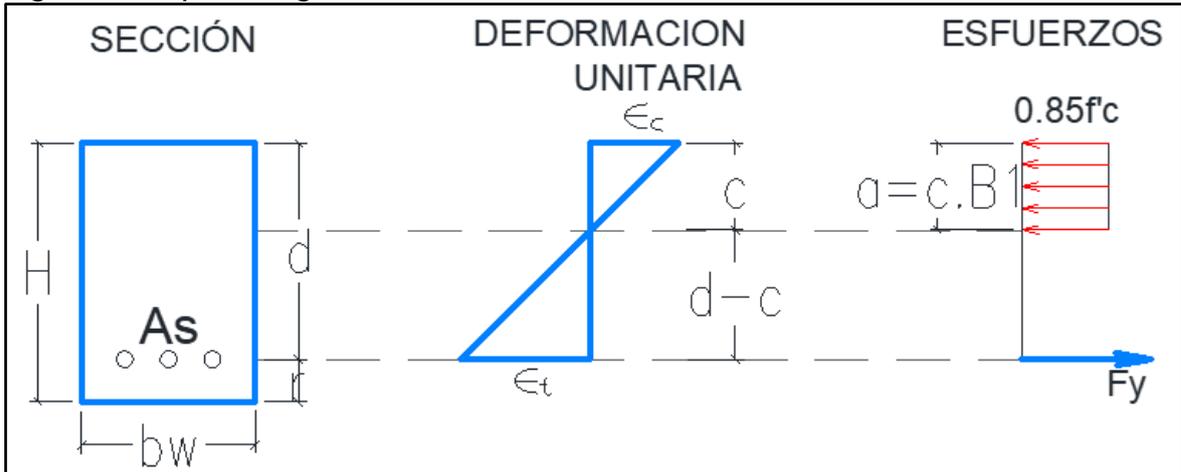
A partir de la definición de cargas, se diseña el acero de cada elemento como una viga en voladizo, seccionando en la punta, el talón, y el vástago.

4.7.2 Procedimiento del diseño mediante tipo de viga voladizo

4.7.2.1 Determinación del momento último

Dependiendo de la geometría del elemento estructural y las cargas actuantes se define la fuerza que ejerce sobre la superficie de contacto, en este caso el muro de contención está compuesto por elementos estructurales como son; la punta, el talón y el vástago.

Figura 30. Tipo de viga en voladizo



Fuente: Elaboración propia

Dónde: M_u = Momento último ρ = Cuantía

f'_c = Esfuerzo de compresión

f'_y = Esfuerzo de fluencia

ϕ = Factor de resistencia

b o b_w = base de viga

d = peralte efectivo

A_s = Área de acero

β_1 = Factor

T = Fuerza en tensión

M_n = Momento nominal

θM_n = Momento resistente

ϵ_c = Modulo de elasticidad del concreto

ϵ_t = Deformación unitaria en tensión

c = distancia medida desde la fibra extrema en compresión al eje neutro

a = profundidad del bloque rectangular equivalente de esfuerzos

4.7.2.2 Determinación de la cuantía requerida

$$\rho = \left(\frac{0.85f'_c}{f'_y} \right) * 1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2 * M_u}{\phi * 0.85 * f'_c * b * d * d} \right)}$$

4.7.2.3 Cálculo del área de acero requerido

$$A_s = \rho * b * d$$

Una vez hallado la cuantía de acero, se procede a calcular el acero mínimo, en las cuales se elige el valor mayor de los dos casos que se presenta y además se propone las varillas de acero.

Caso a

$$A_s = \frac{0.8\sqrt{f'c}}{f'y} b_w * d$$

Caso b

$$A_s = \frac{14}{f'y} * b_w * d$$

4.7.2.4 Verificación del diseño propuesto

Determinamos el valor de a:

$$a = \frac{A_s * F'y}{0.85 * F'c * b}$$

Determinamos el valor de β_1 :

$$\beta_1 = 0.85 - \frac{0.05(f'c - 280)}{70}$$

Donde el valor de β_1 debe ser mayor o igual que 0.65 y menor o igual que 0.85

$$0.65 \leq \beta_1 \leq 0.85$$

Determinamos el valor de c:

$$c = \beta_1 * a$$

Mediante las relaciones trigonométricas obtenemos el valor de de la deformación unitaria en tensión ϵ_t :

$$\frac{c}{\epsilon_c} = \frac{d - c}{\epsilon_t}$$
$$\epsilon_t = \frac{\epsilon_c * (d - c)}{c}$$

El resultado de ϵ_t debe ser superior a 0.005 y cuando se cumple esa condición el valor de θ es 0.90.

Calculamos la fuerza de la tensión:

$$T = A_s * f'y$$

4.7.2.5 Cálculo del momento nominal

$$Mn = T * \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

4.7.2.6 Cálculo del momento resistente

$$\phi Mn$$

El momento resistente debe ser mayor a momento ultimo:

$$\phi Mn > Mu$$

4.7.3 Cálculo de acero en la punta

Cálculo del momento ultimo:

$$Mu = \left(\frac{7.936tn}{m^2} * 0.70m\right) * \left(\frac{0.70m}{2}\right) + \frac{(10.392 - 7.936)tn}{m^2} * \left(\frac{0.70m}{2}\right) * \left(2 * \frac{0.70m}{3}\right)$$

$$Mu = 2.234 \text{ tn.m}$$

Cálculo de cuantía requerido:

$$\beta = \left(\frac{0.85 * 210}{4200}\right) \text{ kg/cm}^2 * 1$$

$$- \sqrt{1 - \left(\frac{2 * 221300 \text{ Kg.cm}}{0.9 * 0.85 * (210 * 4200) \text{ kg/cm}^2 * 100 \text{ cm} * 51.55 \text{ cm}^2}\right)}$$

$$\beta = 0.000234$$

Cálculo de acero requerido:

$$As = 0.000234 * 100 \text{ cm} * 51.55 \text{ cm}$$

$$As = 1.207 \text{ cm}^2$$

Una vez hallado la cuantía de acero, se procede a calcular el acero mínimo, en las cuales se elige el valor mayor de los dos casos que se presenta y además se propone las varillas de acero.

Caso a

$$As = \frac{0.8 \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2}}{4200 \text{ kg/cm}^2} 100 \text{ cm} * 51.55 \text{ cm}$$

$$As = 14.228 \text{ cm}^2$$

Caso b

$$A_s = \frac{14}{4200 \text{ kg/cm}^2} * 100\text{cm} * 51.55\text{cm}$$

$$A_s = 17.183 \text{ cm}^2$$

Se propone acero de Ø 3/4":

$$6\text{var} * 2.84\text{cm}^2 = 17.04 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 17.04 \text{ cm}^2$$

Determinamos el valor de a:

$$a = \frac{17.04 \text{ cm}^2 * 4200 \text{ kg/cm}^2}{0.85 * 210\text{kg/cm}^2 * 100\text{cm}}$$

$$a = 4.01 \text{ cm}$$

Determinamos el valor de β1:

$$\beta_1 = 0.85 - \frac{0.05(210\text{kg/cm}^2 - 280)}{70}$$

$$\beta_1 = 0.90$$

Donde el valor de β1 debe ser mayor o igual que 0.65 y menor o igual que 0.85

$$\beta_1 = 0.85$$

$$0.65 \leq \beta_1 \leq 0.85$$

Determinamos el valor de c:

$$c = 0.85 * 4.01\text{cm}$$

$$c = 3.41\text{cm}$$

Mediante las relaciones trigonométricas obtenemos el valor de de la deformación unitaria en tensión εt:

$$\epsilon_t = \frac{0.003 * (51.55\text{cm} - 3.41\text{cm})}{3.41\text{cm}}$$

$$\epsilon_t = 0.042$$

El resultado de εt es superior a 0.005 y cuando se cumple esa condición el valor de θ es 0.90.

Calculamos la fuerza de la tensión:

$$T = 17.06 \text{ cm}^2 * 4200\text{kg/cm}^2$$

$$T = 71,568.00 \text{ cm}^2$$

Momento nominal:

$$M_n = 71,568.00 \text{ cm}^2 * \left(51.55\text{cm} - \frac{4.01\text{cm}}{2} \right)$$

$$Mn = 3545678.69 \text{ Kg. cm}$$

$$Mn = 35.456 \text{ Tn. m}$$

$$\Phi Mn = 35.456 \text{ Tn. m} * 0.90$$

$$\phi Mn = 31.91 \text{ tn. m}$$

El momento resistente debe ser mayor a momento ultimo:

$$\phi Mn > Mu$$

$$31.91 \text{ tn. m} > 2.234 \text{ tn. m}$$

Se cumple

Separación de la varilla:

Donde:

s= separación de varilla a varilla

b= base

N° Var= cantidad de varillas

$$s = \frac{b}{N^{\circ} Var}$$

$$s = \frac{100cm}{6var}$$

$$s = 16.67 \text{ cm}$$

4.7.4 Cálculo de acero en el talón

Cálculo del momento ultimo:

$$Mu = (4.30 \text{ tn. m} * 1 \text{ m}) * \left(\frac{1m}{2}\right)$$

$$Mu = 2.15 \text{ tn. m}$$

Cálculo de cuantía requerido:

$$\beta = \left(\frac{0.85 * 210}{4200}\right) \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right) * 1$$

$$- \sqrt{1 - \left(\frac{2 * 215000 \text{ Kg. cm}}{0.9 * 0.85 * (210 * 4200) \text{ kg/cm}^2 * 100 \text{ cm} * 51.55 \text{ cm}^2}\right)}$$

$$\beta = 0.000215$$

Cálculo de acero requerido:

$$As = 0.000215 * 100 \text{ cm} * 51.55 \text{ cm}$$

$$As = 1.106 \text{ cm}^2$$

Una vez hallado la cuantía de acero, se procede a calcular el acero mínimo, en las cuales se elige el valor mayor de los dos casos que se presenta.

Caso a

$$A_s = \frac{0.8\sqrt{210\text{kg/cm}^2}}{4200\text{ kg/cm}^2} 100\text{cm} * 51.55\text{cm}$$

$$A_s = 14.228\text{ cm}^2$$

Caso b

$$A_s = \frac{14}{4200\text{ kg/cm}^2} * 100\text{cm} * 51.55\text{cm}$$

$$A_s = 17.183\text{ cm}^2$$

Se propone acero de Ø 3/4":

$$6\text{var} * 2.84\text{ cm}^2 = 17.04\text{ cm}^2$$

$$A_s = 17.183\text{ cm}^2$$

Determinamos el valor de a:

$$a = \frac{17.183\text{ cm}^2 * 4200\text{ kg/cm}^2}{0.85 * 210\text{kg/cm}^2 * 100\text{cm}}$$

$$a = 4.04\text{ cm}$$

Determinamos el valor de β₁:

$$\beta_1 = 0.85 - \frac{0.05(210\text{kg/cm}^2 - 280)}{70}$$

$$\beta_1 = 0.90$$

Donde el valor de β₁ debe ser mayor o igual que 0.65 y menor o igual que 0.85

$$\beta_1 = 0.85$$

$$0.65 \leq \beta_1 \leq 0.85$$

Determinamos el valor de c:

$$c = 0.85 * 4.04\text{cm}$$

$$c = 3.43\text{cm}$$

Mediante las relaciones trigonométricas obtenemos el valor de la deformación unitaria en tensión ε_t:

$$\epsilon_t = \frac{0.003 * (51.55\text{cm} - 3.43\text{cm})}{3.43\text{cm}}$$

$$\epsilon_t = 0.042$$

El resultado de ϵ_t es superior a 0.005 y cuando se cumple esa condición el valor de θ es 0.90.

Calculamos la fuerza de la tensión:

$$T = 17.183 \text{ cm}^2 * 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$T = 72,168.60 \text{ cm}^2$$

Momento nominal:

$$M_n = 72,168.60 \text{ cm}^2 * \left(51.55 \text{ cm} - \frac{4.04 \text{ cm}}{2} \right)$$

$$M_n = 3574510.76 \text{ Kg.cm}$$

$$M_n = 35.745 \text{ Tn.m}$$

$$\Phi M_n = 35.745 \text{ Tn.m} * 0.90$$

$$\phi M_n = 32.17 \text{ tn.m}$$

El momento resistente debe ser mayor a momento ultimo:

$$\phi M_n > M_u$$

$$32.17 \text{ tn.m} > 2.215 \text{ tn.m}$$

Se cumple la condición

Separación de la varilla:

Donde:

s= separación de varilla a varilla

b= base

N° Var= cantidad de varillas

$$s = \frac{b}{N^\circ \text{ Var}}$$

$$s = \frac{100 \text{ cm}}{6 \text{ var}}$$

$$s = 16.67 \text{ cm}$$

4.7.5 Cálculo de acero en el vástago en la cara interior

Cálculo del momento ultimo:

$$M_u = \left(\frac{\frac{3.2 \text{ tn}}{\text{m}^2} * 2 \text{ m}}{2} \right) * \left(\frac{2 \text{ m}}{3} \right)$$

$$M_u = 2.133 \text{ tn.m}$$

Cálculo de cuantía requerido:

$$\beta = \left(\frac{0.85 * 210}{4200} \right) \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) * 1$$

$$- \sqrt{1 - \left(\frac{2 * 215000 \text{ Kg.cm}}{0.9 * 0.85 * \frac{(210 * 4200) \text{kg}'}{\text{cm}^2} * 100\text{cm} * 34.21\text{cm}^2} \right)}$$

$$\beta = 0.000485$$

Cálculo de acero requerido:

$$A_s = 0.000485 * 100\text{cm} * 34.21 \text{ cm}$$

$$A_s = 1.659 \text{ cm}^2$$

Una vez hallado la cuantía de acero, se procede a calcular el acero mínimo, en las cuales se elige el valor mayor de los dos casos que se presenta.

Caso a

$$A_s = \frac{0.8\sqrt{210\text{kg/cm}^2}}{4200 \text{ kg/cm}^2} 100\text{cm} * 34.21 \text{ cm}$$

$$A_s = 9.44 \text{ cm}^2$$

Caso b

$$A_s = \frac{14}{4200 \text{ kg/cm}^2} * 100\text{cm} * 34.21 \text{ cm}$$

$$A_s = 11.402 \text{ cm}^2$$

Se propone acero de Ø 5/8":

$$6\text{var} * 1.99 \text{ cm}^2 = 11.94 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 11.94 \text{ cm}^2$$

Determinamos el valor de a:

$$a = \frac{11.94 \text{ cm}^2 * 4200 \text{ kg/cm}^2}{0.85 * 210\text{kg/cm}^2 * 100\text{cm}}$$

$$a = 2.81 \text{ cm}$$

Determinamos el valor de β_1 :

$$\beta_1 = 0.85 - \frac{0.05(210\text{kg/cm}^2 - 280)}{70}$$

$$\beta_1 = 0.90$$

Donde el valor de β_1 debe ser mayor o igual que 0.65 y menor o igual que 0.85

$$\beta_1 = 0.85$$

$$0.65 \leq \beta_1 \leq 0.85$$

Determinamos el valor de c:

$$c = 0.85 * 2.81 \text{ cm}$$

$$c = 2.39 \text{ cm}$$

Mediante las relaciones trigonométricas obtenemos el valor de la deformación unitaria en tensión ϵ_t :

$$\epsilon_t = \frac{0.003 * (34.21 \text{ cm} - 2.39 \text{ cm})}{2.39 \text{ cm}}$$

$$\epsilon_t = 0.039$$

El resultado de ϵ_t es superior a 0.005 y cuando se cumple esa condición el valor de θ es 0.90.

Calculamos la fuerza de la tensión:

$$T = 11.94 \text{ cm}^2 * 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$T = 50,148.00 \text{ cm}^2$$

Momento nominal:

$$M_n = 50,148.00 \text{ cm}^2 * \left(34.21 \text{ cm} - \frac{2.81 \text{ cm}}{2} \right)$$

$$M_n = 1'644,931.83 \text{ Kg.cm}$$

$$M_n = 16.45 \text{ Tn.m}$$

$$\Phi M_n = 16.45 \text{ Tn.m} * 0.90$$

$$\phi M_n = 14.804 \text{ tn.m}$$

El momento resistente debe ser mayor a momento ultimo:

$$\phi M_n > M_u$$

$$14.804 \text{ tn.m} > 2.215 \text{ tn.m}$$

Se cumple la condición

Separación de la varilla:

Donde:

s= separación de varilla a varilla

b= base

N° Var= cantidad de varillas

$$s = \frac{b}{N^\circ \text{ Var}}$$

$$s = \frac{100 \text{ cm}}{6 \text{ var}}$$

$$s = 16.67 \text{ cm}$$

4.7.6 Cálculo de acero en el vástago en la cara exterior

Según ACI 318 -14 de la tabla 11.6.1 el refuerzo mínimo con $V_u \leq 0.5 \phi V_c$ en el plano del muro recomendado para tipos de muro construidos en obra para barras corrugados mayores a N° 16 la cuantía mínima requerida es de 0.0015.

Datos:

ρ : 0.0015

$$A_s = \rho * b * d$$

$$A_s = 0.0015 * \left(\frac{30\text{cm} + 40\text{cm}}{2} \right) * 100 \text{ cm}$$

$$A_s = 5.25 \text{ cm}^2$$

Para la cara exterior esta área de acero se divide a la mitad

$$A_s \text{ req en cara exterior} = \frac{A_s}{2}$$

$$A_s \text{ req en cara exterior} = \frac{5.25 \text{ cm}^2}{2}$$

$$A_s \text{ req en cara exterior} = 2.63 \text{ cm}^2$$

Varillas propuestas de $\emptyset 1/2''$

$$\frac{A_s \text{ Requerido}}{\text{Seccion de acero propuesto}} = N^\circ \text{ de varillas}$$

Sección de $\emptyset 1/2'' = 1.29 \text{ cm}^2$

$$\frac{2.63 \text{ cm}^2}{1.29 \text{ cm}^2} = 2.04 \text{ var} \approx 3 \text{ var de } \emptyset 1/2''$$

Separación entre barras

$$s = \frac{100\text{cm}}{3\text{var}} = 33.33 \text{ cm} \approx 30 \text{ cm}$$

4.7.7 Longitud de desarrollo

Según ACI 318-14 la longitud de desarrollo en barras corrugadas y alambre corrugado en tracción, l_d , debe ser mayor de (a) o de (b) tabla 25.4.2.2 y 25.4.2.3 Caso a longitud calculada de acuerdo con 25.4.2.2 y 25.4.2.3 usando los factores de modificación de 25.4.2.4.

Caso b 12 pulgadas

El espaciamiento libre entre barras o alambres que están siendo desarrollados o empalmados por traslapo no menor a que $2d_b$ y recubrimiento libre no menor que d_b .

Donde:

Ψ_s : Factor de tamaño para barras N° 19 o menores y alambres corrugados (0.8)

Ψ_e : Factor de refuerzo sin recubrimiento o refuerzo recubierto con zinc (1)

Ψ_t : Factor de ubicación, otros (1)

λ : Factor de concreto de peso liviano, para un caso de concreto de peso normal el valor es 1

C_b : Factor que representa el menor valor entre el recubrimiento lateral, el recubrimiento de la barra y la mitad del espaciamiento medido entre los centros de las barras.

K_{tr} : Como simplificación de diseño se toma el valor 0

Determinar C_b que es el menor de los casos a o b

Caso a:

$$c_b = \frac{\emptyset b}{2} + rec$$

Caso b:

$$c_b = \frac{s}{2}$$

El valor de C_b es el menor de los dos casos:

La longitud de desarrollo deber ser mayor según los casos (a) o (b)

Caso a:

$$l_d = \left(\frac{f'y * \Psi_t * \Psi_e}{6.6\lambda\sqrt{f'c}} \right) d_b$$

Caso b:

$$l_d = \left(\frac{f'y}{3.5\lambda\sqrt{f'c}} \right) \left(\frac{\Psi_t * \Psi_e * \Psi_s}{\left(\frac{c_b + k_{tr}}{d_b} \right)} \right) d_b$$

El valor de l_d es el mayor de los dos casos

Según tabla ACI 318-14 tabla 25.4.2.3

Caso b

$$l_d = \left(\frac{f'y}{3\lambda\sqrt{f'c}} \right) \frac{\Psi_t * \Psi_e * \Psi_s}{\left(\frac{cb + ktr}{db} \right)} * db$$

4.7.7.1 Longitud de desarrollo en la punta

Determinar Cb que es el menor de los casos a o b

El diámetro de acero calculado es el de 3/4"

Caso a:

$$cb = \frac{1.905cm}{2} + 7.5cm$$

$$cb = 8.45 cm$$

Caso b:

$$cb = \frac{16.67 cm}{2}$$

$$cb = 8.34 cm$$

El valor de Cb es el menor de los dos casos:

La longitud de desarrollo deber ser mayor según los casos (a) o (b)

Caso a:

$$l_d = \left(\frac{4200kg/cm^2 * 1 * 1}{6.6 * 1 * \sqrt{210kg/cm^2}} \right) 1.905cm$$

$$l_d = 83.65 cm$$

Caso b:

$$l_d = \left(\frac{4200 kg/cm^2}{3.5 * 1 * \sqrt{210 kg/cm^2}} \right) * \left(\frac{1 * 1 * 0.8}{\left(\frac{8.34 + 0}{1.905} \right)} \right) * 1.905$$

$$l_d = 28.82 cm$$

El valor de ld es el mayor de los dos casos

4.7.7.2 Longitud de desarrollo en el talón

Determinar Cb que es el menor de los casos a o b

El diámetro de acero calculado es el de Ø 3/4"

Caso a:

$$cb = \frac{1.905cm}{2} + 7.5cm$$

$$cb = 8.45 cm$$

Caso b:

$$cb = \frac{16.67 \text{ cm}}{2}$$

$$cb = 8.34 \text{ cm}$$

El valor de Cb es el menor de los dos casos:

La longitud de desarrollo deber ser mayor según los casos (a) o (b)

Caso a:

$$ld = \left(\frac{4200 \text{ kg/cm}^2 * 1 * 1}{6.6 * 1 * \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2}} \right) 1.905 \text{ cm}$$

$$ld = 83.65 \text{ cm}$$

Caso b:

$$ld = \left(\frac{4200 \text{ kg/cm}^2}{3.5 * 1 * \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2}} \right) * \left(\frac{1 * 1 * 0.8}{\left(\frac{8.34 + 0}{1.905} \right)} \right) * 1.905$$

$$ld = 28.82 \text{ cm}$$

El valor de ld es el mayor de los dos casos

4.7.7.3 Longitud de desarrollo en el vástago

La longitud de desarrollo Ldh, para barras corrugadas en tracción que terminen en gancho de estándar debe la mayor a los siguientes de (a) a (c):

Caso a

$$Ldh = \left(\frac{0.075 f_y \Psi_e \Psi_c \Psi_r}{\lambda \sqrt{f'_c}} \right) * db$$

$$Ldh = \left(\frac{0.24 * \frac{4200 \text{ kg}}{\text{cm}^2} * 1 * 1 * 1}{1 * \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2}} \right) * 1.588 \text{ cm}$$

$$Ldh = 34.51 \text{ cm} \approx 35 \text{ cm}$$

Caso b

$$Ldh = 8db$$

$$Ldh = 8(1.588 \text{ cm})$$

$$Ldh = 12.7 \text{ cm}$$

Caso c

$$Ldh = 150 \text{ mm}$$

Donde:

Ψ_e : Factor de refuerzo sin recubrimiento o refuerzo recubierto con zinc (1)

Ψ_c : Factor de recubrimiento (1)

Ψ_r : Factor de confinamiento de refuerzo (1)

λ : Factor de concreto de peso liviano, para un caso de concreto de peso normal el valor es 1

d_b : diámetro de barra

4.7.8 Cortante de diseño

4.7.8.1 Cortante de diseño en la punta

Hallamos el cortante último en la punta

$$V_u = \left(\frac{B + b}{2} \right) h$$
$$V_u = \left(\frac{\frac{10.392 \text{ tn}}{\text{m}^2} + \frac{7.936 \text{ tn}}{\text{m}^2}}{2} \right) 0.70 \text{ m}$$
$$V_u = 6.41 \text{ tn}$$

Hallamos el cortante nominal en la cual se emplea la ecuación de 22.5.5.1 de ACI 318-14

$$V_c = 0.53 * \lambda * \sqrt{f'_c} * b_w * d$$
$$V_c = 0.53 * 1 * \sqrt{210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * 100 \text{ cm} * 51.55 \text{ cm}$$
$$V_c = 39,592.61 \text{ kg}$$
$$V_c = 39.592 \text{ tn}$$

Se halla el valor de la cortante resistente usando el factor de ϕ según ACI 318-14 corresponde a 0.75

$$\phi V_c = 39.592 \text{ tn} * (0.75)$$
$$\phi V_c = 29,694.46 \text{ kg}$$
$$\phi V_c = 29.69 \text{ tn}$$

Se cumple la condición de que el cortante resistente es mayor a cortante ultimo

$$\phi V_c > V_u$$

$$29.69 \text{ tn} > 6.41 \text{ tn}$$

4.7.8.2 Cortante de diseño en el talón

Hallamos el cortante último en el talón:

$$V_u = b * h$$

$$V_u = \frac{4.30 \text{ tn}}{m^2} * 1 \text{ m}$$

$$V_u = 4.30 \text{ tn}$$

Hallamos el cortante nominal en la cual se emplea la ecuación de 22.5.5.1 de ACI 318-14

$$V_c = 0.53 * \lambda * \sqrt{f'_c} * b_w * d$$

$$V_c = 0.53 * 1 * \sqrt{210 \frac{kg}{cm^2}} * 100 \text{ cm} * 51.55 \text{ cm}$$

$$V_c = 39,592.61 \text{ kg}$$

$$V_c = 39.592 \text{ tn}$$

Se halla el valor de la cortante resistente usando el factor de ϕ según ACI 318-14 corresponde a 0.75

$$\phi V_c = 39.592 \text{ tn} * (0.75)$$

$$\phi V_c = 29,694.46 \text{ kg}$$

$$\phi V_c = 29.69 \text{ tn}$$

Se cumple la condición de que el cortante resistente es mayor a cortante ultimo

$$\phi V_c > V_u$$

$$29.69 \text{ tn} > 4.31 \text{ tn}$$

4.7.8.3 Cortante de diseño en el vástago

Hallamos el cortante último en el vástago:

$$V_u = \frac{b * h}{2}$$

$$V_u = \frac{3.2 \frac{tn}{m^2} * 2 m}{2}$$

$$V_u = 3.20 tn$$

Hallamos el cortante nominal en la cual se emplea la ecuación de 22.5.5.1 de ACI 318-14

$$V_c = 0.53 * \lambda * \sqrt{f'_c} * b_w * d$$

$$V_c = 0.53 * 1 * \sqrt{210 \frac{kg}{cm^2}} * 100 cm * 34.21 cm$$

$$V_c = 26,274.75 kg$$

$$V_c = 26.275 tn$$

Se halla el valor de la cortante resistente usando el factor de ϕ según ACI 318-14 corresponde a 0.75

$$\phi V_c = 26.275 tn * (0.75)$$

$$\phi V_c = 19,706.06 kg$$

$$\phi V_c = 19.71 tn$$

Se cumple la condición de que el cortante resistente es mayor a cortante ultimo

$$\phi V_c > V_u$$

$$19.71 tn > 3.20 tn$$

4.7.9 Acero por contracción y temperatura

Se refiere a lo indicado en la norma ACI 318-14 en su tabla 24.4.3.2 en la que se indica lo siguiente con respecto a la cuantía mínima de refuerzo corrugado por retracción y temperatura calculados sobre el área bruta del concreto:

Tabla. 23 Cuantía mínima por contracción

Tipo de refuerzo	Fy, Mpa	Cuantía mínima de refuerzo	
Barras corrugadas	< 420	0.002	
	≥ 420	Mayor de	$\frac{0.0018 * 420}{f_y}$

Barras corrugadas o refuerzo de alambre electrosoldado			0.0014
---	--	--	--------

Fuente: Elaboración propia (ACI 318-14)

Se hace la conversión de unidades, sabiendo que 1Mpa es igual a 10.1972 Kg/cm²:

4.7.9.1 Diseño de acero por contracción y temperatura de la punta y el talón

$$10.1972Kg/cm^2 = 1Mpa$$

$$f'y = 4200 \frac{kg}{cm^2} = 411.8777Mpa$$

Se determina la cuantía de acero requerido según los casos (a) o (b):

Caso a

$$\rho = \frac{0.0018 * 420}{411.8777}$$

$$\rho = \mathbf{0.0018}$$

Caso b

$$\rho = 0.0014$$

Determinamos la cantidad de área de acero:

Datos:

ρ : 0.0018

b: 2.10m

h: 0.60m

$$As = \rho * b * d$$

$$As = 0.0018 * 210cm * 60cm$$

$$As = 22.68 cm^2$$

Determinamos la longitud total para la colocación del acero para lo cual se suma las longitudes efectivas y de desarrollo de la punta y talón, esto por ser del mismo diámetro la barra de acero que en este caso es de Ø 3/4":

$$L = lpunta + ld + ltalón + ld - 2 lrec - 2\emptyset db$$

Dónde:

Lpunta: distancia en punta

Ltalón: distancia en talón

Ld: Longitud de desarrollo hallado en punta y talón

Lrec: distancia de recubrimiento

Ødb: Diámetro de barra de acero

$$L = (70 + 85 + 100 + 85)cm - 2(8.45cm) - 2(1.905cm)$$

$$L = 319.29 \text{ cm}$$

Proponemos el diámetro de acero

$$\text{Ødb} = N^{\circ} \text{ de barras} * \text{sección de acero}$$

$$5/8" = 12 * 1.99cm^2 = 23.88 \text{ cm}^2$$

$$1/2" = 18 * 1.29cm^2 = 23.22 \text{ cm}^2$$

La separación de barra entre barra es el siguiente:

En caso de ser de acero con diámetro de 5/8"

$$s = \frac{320 \text{ cm}}{12}$$

$$s = 26 \text{ cm}$$

$$s \approx 25 \text{ cm}$$

En caso de ser de acero con diámetro de 1/2"

$$s = \frac{320 \text{ cm}}{18}$$

$$s = 17.78 \text{ cm}$$

$$s \approx 18 \text{ cm}$$

4.7.9.2 Diseño de acero horizontal en el vástago

Según ACI 318-14 de la tabla 11.6.1 el refuerzo mínimo con $V_u \leq 0.5 \phi V_c$ en el plano del muro recomendado para tipos de muro construidos en obra para barras corrugados mayores a N° 16 la cuantía horizontal mínima requerida es de 0.0025.

Datos:

ρ: 0.0025

h: 2.4m

b: promedio de 0.3m+0.4m

$$A_s = \rho * b * h$$

$$A_s = 0.0025 * \left(\frac{30cm + 40cm}{2} \right) * 240 cm$$

$$A_s = 21.0 cm^2$$

Varillas propuestas de Ø ½"

$$\frac{A_s \text{ Requerido}}{\text{Sección de acero propuesto}} = N^\circ \text{ de varillas}$$

Sección de Ø 1/2" = 1.29 cm²

$$\frac{21.0 cm^2}{1.29 cm^2} = 16.27 var \approx 17 var \text{ de } \varnothing 1/2"$$

La cantidad de varillas se reparte en partes iguales tanto en la cara interna y externa del muro.

$$N^\circ \text{ de varillas para cada lado} = \frac{17var}{2}$$

$$N^\circ \text{ de varillas para cada lado} = 8.5var \approx 9var$$

Separación entre barras horizontales en la cara externa; para lo cual se suma la longitud inclinada del acero menos el recubrimiento y menos el diámetro de barra de acero principal menos el diámetro de acero de cara externa y luego dividimos entre la cantidad de barras.

$$s = \frac{\sqrt{(10cm)^2 + (240cm)^2} - 5cm - 1.91cm - 1.27cm}{9var} = 25.78 cm \approx 25cm$$

Separación entre barras horizontales en la cara interna; para lo cual se suma la longitud vertical del acero menos el recubrimiento y menos el diámetro de barra de acero principal menos el diámetro de acero de cara externa y luego dividimos entre la cantidad de barras.

$$s = \frac{240cm - 5cm - 1.91cm - 1.27cm}{9var} = 25.75 cm \approx 25cm$$

4.7.10 Diseño de acero en la losa de fondo

En el RNE nos recomienda.

La armadura por retracción y temperatura en losas, deberá proporcionar las siguientes relaciones mínimas de área de la armadura a área de la sección total de concreto, según el tipo de acero de refuerzo que se use.

Barras lisas	0,0025
Barras corrugadas con $f_y < 420$ MPa	0,0020

Barras corrugadas o malla de alambre (liso o corrugado) de intersecciones soldadas, con $f_y \geq 420$ MPa 0,0018 (Norma E-060, 2009, Pág.73)

El esfuerzo de fluencia del acero es igual a 4200 kg/cm², lo que equivale haciendo la conversión a 411.87 Mpa, entonces la cuantía mínima requerida es de 0.0020.

La distribución de acero en lado de largo de la losa:

Datos:

ρ : 0.0020

h: 20 cm

b: 4800 cm

$$A_s = \rho * b * h$$

$$A_s = 0.0020 * 4800cm * 20 cm$$

$$A_s = 192.0 cm^2$$

La distribución de acero en lado de ancho de la losa:

Datos:

ρ : 0.0020

h: 20 cm

b: 2300 cm

$$A_s = \rho * b * h$$

$$A_s = 0.0020 * 2300cm * 20 cm$$

$$A_s = 92.0 cm^2$$

En el capítulo 9.7.3. del RNE nos indica que la separación entre barra a barra no puede ser mayor a tres veces el espesor de la losa o en su defecto no ser mayor a 400 mm es decir 40 cm

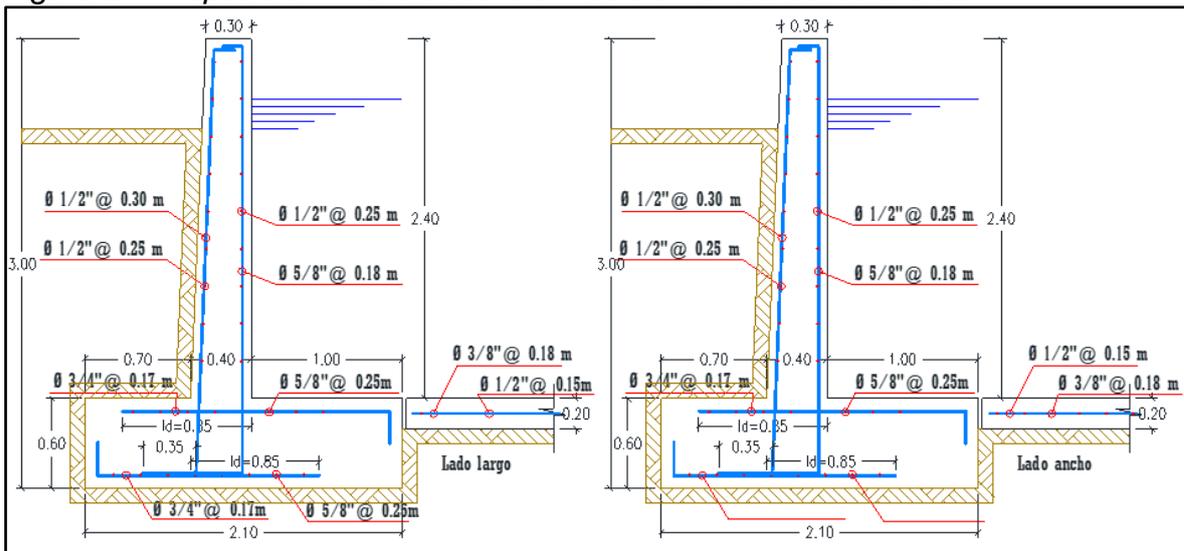
Tabla. 24 Propuestas de acero en la losa

Acero en losa en su longitud más largo				
Ø de barra en pulgadas	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"
As (cm²)	192	192	192	192
Sección (cm²)	0.71	1.29	1.99	2.84
Longitud (cm)	4790	4790	4790	4790
Nº Var Requerida	270.42	148.84	96.48	67.61

N° Var Redondeada	271	149	97	68
Separación entre barra a barra (cm)	17.68	32.15	49.38	70.44
Acero en losa en su longitud mas corto				
As (cm2)	92	92	92	92
Sección (cm2)	0.71	1.29	1.99	2.84
Longitud (cm)	2290	2290	2290	2290
N° Var Requerida	129.58	71.32	46.23	32.39
N° Var Redondeada	271	149	97	68
Separación entre barra a barra (cm)	8.45	15.37	23.61	33.68

Fuente: Elaboración propia

Figura 31. Disposición final de acero en los elementos estructurales



Fuente: Elaboración propia

4.8 ORGANIZACIÓN

4.8.1 Calendario de sembrío

Se propone un calendario de sembrío de acuerdo a los productos que cultivan en la zona, según el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego del Perú (MIDAGRI) determina de que el inicio de la época de la siembra inicia en el mes de agosto y la cosecha finaliza en el mes de julio del año siguiente para lo cual se propone un calendario de cultivo de acuerdo a los productos existentes en esta comunidad de Toro.

Tabla. 25 Calendario anual de siembra propuesta

MESES	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
Productos	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha	Ha
Alfalfa	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	1.34	1.34	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70
Papa	0.00	10.00	10.00	4.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Maíz	0.00	7.20	7.20	7.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Habas	0.00	3.90	3.90	0.00	0.00	0.00	0.00	3.53	3.50	0.00	0.00	0.00
Quinua	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.80	0.80	0.90	0.90	0.90	0.69
Cebada	0.00	0.00	0.00	4.72	4.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Trigo	0.00	0.00	0.00	4.05	4.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hortalizas	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.37	0.37	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Olluco	0.00	0.00	0.00	2.70	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Oca	0.00	2.05	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SUPERFICIE TOTAL PARA LA SIEMBRA DE CULTIVOS										134.85		

Fuente: Elaboración propia

4.8.2 Distribución de agua

La organización de parte de los agricultores de la comunidad a través de su junta de usuarios, tienen el reto de lograr una distribución equitativa para cada agricultor y también la recuperación de superficies que se dejaron de cultivar debido a la ausencia del recurso hídrico.

4.8.3 Capacitaciones

La junta de usuarios tiene el reto de gestionar ante las autoridades locales o entidades del estado una gama de programa de capacitaciones y/o charlas en temas relacionados a la mejora de la agricultura con profesionales en el manejo del tema y que detalla a continuación.

Tabla. 26 Programa de capacitaciones

N°	CAPACITACIONES
1	Manejo agronómico de hortalizas con enfoque agroecológico.
2	Buenas prácticas agrícolas de granos.
3	Manejo de Post cosecha de granos básicos.
4	Cuidado, operación y mantenimiento de la Infraestructura de riego.
5	Sistemas, periodos y módulos de riego.

Fuente: Elaboración propia

4.8.3.1 Manejo agronómico de hortalizas con enfoque agroecológico; en el que se debe tratar conceptos generales, tratamiento de las semillas, tratamiento de abonos, fertilizaciones químicas, prevención de las plagas.

Asimismo, el propósito es la sensibilización y el refuerzo de conocimientos de la importancia de cultivar de manera natural y ecológica de estos productos, es muy importante también el tratamiento de la extracción de semillas.

4.8.3.2 Buenas prácticas agrícolas de granos; en esta parte se tratará temas de la preparación de suelos, selección de semillas, fertilizaciones, utilización de abonos, y buenas prácticas agrícolas de los cultivos.

4.8.3.3 Manejo de Post cosecha de granos básicos; los temas a tratar son de la importancia de la cosecha, almacenamiento de los granos, manejo de plagas durante el almacenamiento.

4.8.3.4 Cuidado, operación y mantenimiento de la Infraestructura de riego; en esta jornada de capacitación se tratará sobre como el uso correcto de la infraestructura de riego fortaleciendo de esta forma el conocimiento de técnicas de cuidado y mantenimiento de la estructura del reservorio

4.8.3.5 Sistemas, periodos y módulos de riego; en esta jornada de capacitación el propósito es la importancia de los periodos de riego, sistemas de riego, el manejo optimo del recurso hídrico

4.9 MANTENIMIENTO

4.9.1 Limpieza

Para que el reservorio esté en buenas condiciones de operatividad es muy necesario que los beneficiarios estén comprometidos en realizar el mantenimiento preventivo como es la limpieza general de toda la estructura, estas actividades de limpieza pueden ser directamente a través de los usuarios o como también a través de la contratación de personal de limpieza en forma periódica quincenal o mensual evaluando las condiciones del lugar

4.9.2 Reparaciones

Con el mismo uso de la estructura puede que algún elemento o dispositivo de la estructura del reservorio se dañe o se deteriore, por tal motivo los agricultores a través de su junta de usuarios dispongan de recursos económicos a fin de realizar el mantenimiento preventivo de la estructura del reservorio.

V. DISCUSIÓN

En este trabajo de investigación se tiene lo siguiente.

5.1 En la tesis titulada “Diseño hidráulico y estructural del sistema de conducción (red primaria y secundaria) y reservorio para el proyecto de riego de la comuna de Talatac, Parroquia Zumbahua, Cotopaxi” de Emily Carolina Murillo Sánchez, 2020 menciona que para la estimación precisa de la demanda de agua de riego se ha diseñado considerando los requisitos de agua de los cultivos para atender la demanda de las 135 hectáreas durante todo el año, incluyendo los meses secos y en el diseño del proyecto de riego se basó en la recopilación de datos sobre la ubicación del proyecto, el clima y los recursos naturales y también con la información meteorológica local, topografía, disponibilidad de agua e información sobre el cultivo y el suelo y el caudal de agua fue sobre la base del derecho de aprovechamiento de 10.48 l/s otorgado por la SENAGUA (Secretaría Nacional del Agua) y asimismo se ha diseñado un reservorio de almacenamiento del tamaño adecuado. La ausencia de un suministro confiable de agua para los agricultores es el impedimento más importante para el desarrollo y la expansión agrícola en Talatac. El desarrollo y la difusión de prácticas de riego que mejoren la gestión del agua a través de enfoques basados en la comunidad representan una oportunidad para mejorar los medios de vida de los agricultores y desarrollar una economía agrícola sólida en el futuro inmediato. La superficie de riego en el presente trabajo es de 134.86 hectáreas según padrón de Comisión de Junta de regantes de la Comunidad de Toro, poseen disponibilidad hídrica otorgado por ANA (Autoridad Nacional de Agua) y el volumen de diseño para el almacenamiento del agua fue calculada en función de las horas en las que no se aprovecha el recurso hídrico que tiene un caudal de 56.938 litros por segundo, también se propone un programa de capacitaciones con el fin de mejorar la practicas de la agricultura de esta comunidad de Toro.

5.2 En la tesis titulada “Mejoramiento de la conducción, reservorio y distribución de agua para riego en la comunidad “Las Cochas”” de Palomino Rojas Adriana Maribel y Toapanta Criollo Maritza Margarita llegaron a la afirmación entre otras de

que el trabajo de graduación realizado beneficia a toda la comunidad de “Las Cochabambas” generando empleo y sobre todo unión social y económica frente a los moradores y que los recursos agua y suelo son aptos para el plan de cultivos dado que, mejora la calidad del cultivo como son el maíz, papas, cebolla larga, fréjol, entre otras y ayuda en la economía de la comunidad. En esta investigación con la alternativa propuesta del diseño del reservorio para almacenar agua de riego y si se diera su posterior ejecución beneficiaría a los agricultores de esta comunidad ya que ello permite mejorar en la dotación de agua para sus sembríos y recuperar terrenos de cultivos que fueron postergados en su producción por falta del recurso hídrico y con ello alcanzar un desarrollo sostenible con la práctica de la agricultura.

5.3 En la tesis titulada “Diseño e implantación de un reservorio de agua y red de distribución de riego en la finca la neblina - San Vicente - Alóag – Pichincha de Ramírez Gamboa Roberto Alonso afirma de que al construir un reservorio ha facilitado el conocimiento de la carga hidráulica gratuita que posee este sector, debido a la existencia de pendientes pronunciadas, lo cual permite implementar riego presurizado; facilitando su diseño y selección de tubería, válvulas, bailarinas, etc.; para la regulación del caudal en la época de verano. La ubicación del presente reservorio para riego está en la parta más elevado de los terrenos agrícolas que abarca desde 3,780.00 msnm hasta el punto más bajo con 2,500.00 msnm la cual representa una pendiente del 30% en la cual se aprovecha el riego por inundación de cultivos aprovechando la gravedad.

5.4 En la tesis titulada “Diseño de un Reservorio apoyado de concreto armado mediante los métodos de elementos finitos y Portland Cement Association, provincia de Huaral – Lima, 2018” de Cruz, Carla sostiene que el Método de Elementos Finitos (MEF) es más favorable que el Método de Portland Cement Association para el diseño de un reservorio apoyado de concreto armado y también el Método de Elementos Finitos refleja una exactitud mayor al tener en cuenta las acciones mecánicas, las cuales en el Método de PCA no son consideradas, tales como la fuerza sísmica, la fuerza de inercia, vibración de la estructura y chapoteo del agua.

Se pudo comprobar de que, con el método de elementos finitos al dividir el elemento estructural en áreas más pequeñas, los datos que se obtienen tienen mayor precisión y exactitud y el entorno del programa ofrece una gama de opciones para obtener valores en cualquier segmento del elemento estructural.

5.5 En la tesis titulada “Diseño hidráulico de reservorio con fines de riego en el Caserío de Huanchá, San Marcos, Ancash – 2018” de Cuisano, Jhonatan y Lujan, James sostienen que para determinar la demanda hídrica lo hicieron en base de datos meteorológicos de 25 años atrás, esto con la finalidad de obtener una validez más efectiva de acuerdo a la precipitación al 75% existente en el caserío de Huanchá y realizando el diseño por aspersión, dando un resultado de demanda de 2.219 lt/s para un área de 26387.41 m² (2.6Ha). En la obtención de datos para el dimensionamiento del volumen requerido, se realizó un aforamiento directo del caudal existente que nos dio el resultado de 56.938 l/s que equivale a 204.97 m³/h y luego se calculó por la cantidad de tiempo en la que no se hace aprovechamiento hídrico lo que nos dio un resultado de 2,459.72 m³ haciendo un redondeo a 2,500.00 m³.

5.6 En la tesis titulada “Análisis y diseño para estructuras de concreto armado en tanques rectangulares y sus aplicaciones en obras civiles” de Jim Orihuela Canchari afirma que; en el caso de tanques rectangulares con dimensiones horizontales grandes con relación a su altura, como el caso de la piscina, el estanque para crianza de truchas y el lecho de secado, la metodología que más se acomoda a la situación y que permite diseñar de forma sencilla este tipo de tanques es la metodología de diseño de un muro de contención en voladizo. El reservorio diseñado tiene una dimensión horizontal grande con relación a su altura, es decir, la dimensión horizontal en su ancho es de 25 metros y de largo 50 metros con una altura de 2.40 metros, por lo que se diseñó mediante una sucesión de muros de contención de tipo voladizo de todo el perímetro del reservorio para riego, este muro de tipo voladizo soportará un empuje activo ocasionado por el agua almacenada y a la vez tendrá otro empuje pasivo ocasionado por el suelo, esto debido a que será apoyado y enterrado en todo el perímetro del reservorio.

5.7 En la tesis titulada “Diseño de reservorio N-31 con sistema convencional en concreto armado y con sistema innovador de acero empernado con recubrimiento epóxico” realizado por Céspedes Campos, Ángel Aarón sostiene que en la cortante basal del concreto armado es mayor a la del acero debido al mayor peso que el primero posee. Sus desplazamientos laterales en la parte más alta de cada uno son menores a los dados por norma, con lo que si cumple ese requisito. Para la cortante basal del reservorio se hizo un metrado de cargas de todos los elementos estructurales lo cual representa la carga muerta así mismo para la carga viva si bien en la norma E – 020 Cargas no está definido se asumió el contenido del peso del agua almacenada, según la norma E – 030 del RNE los reservorios se clasifican en la categoría de edificaciones esenciales A2 por lo cual el valor estimado para tomar de la carga viva es del 50%. Con los parámetros de suelo y uso según la ubicación de la zona sísmica del reservorio es que se determina la cortante basal para cada dirección x, y que en este caso es de igual valor por no presentar irregularidades de altura y planta.

VI. CONCLUSIONES

Luego de realizado la tesis hemos arribado a las siguientes conclusiones:

6.1 Realizado el diseño estructural comprobado por el método de elementos finitos permitió el adecuado diseño de reservorio de la irrigación Toro, La Unión – Arequipa, 2021

6.2 En el caso del objetivo específico 01 se determinó que el almacenamiento de agua influyó en el diseño estructural del reservorio comprobado por el método de elementos finitos de la irrigación en Toro, La Unión - Arequipa 2021.

6.3 En el objetivo específico 02 se determinó que la forma geométrica de los elementos estructurales comprobado por el método de elementos finitos presentó una buena estabilidad en el reservorio de la irrigación en Toro, La Unión - Arequipa, 2021.

6.4 En el objetivo específico 03 se determinó el acero de refuerzo requerido de los elementos estructurales comprobado por el método de elementos finitos en el reservorio de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021.

6.5 La sección del muro de contención cumple los factores de seguridad al volteo y deslizamiento

6.6 Las deformaciones y tensiones del muro se comprobaron usando el software de SAP 2000

VII. RECOMENDACIONES

7.1 Para estudios similares utilizar diseño estructural comprobado por el método de elementos finitos en un reservorio de irrigación.

7.2 Continuando con la línea de investigación realizar el análisis de estabilidad del muro de contención bajo empujes laterales y de gravedad para el cumplimiento de los factores de factores de seguridad ante el volteo y deslizamiento.

7.3 En los reservorios para riego agrícola de concreto armado se recomienda en su diseño por la sucesión de muros de contención de tipo voladizo.

7.4 Para proyectos similares realizar el modelamiento en el software SAP 2000

REFERENCIAS

8.1 Murillo Sánchez E. C. (2020). Diseño hidráulico y estructural del sistema de conducción (red primaria y secundaria) y reservorio para el proyecto de riego de la comuna de Talatac, parroquia Zumbahua, Cotopaxi.

Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/xmlui/handle/22000/18047>

8.2 Palomino Rojas, A. M., & Toapanta Criollo, M. M. (2015). Mejoramiento de la conducción, reservorio y distribución de agua para riego en la comunidad “las cochas”.

Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4506>

8.3 Ramírez Gamboa R. A. Diseño e implantación de un reservorio de agua y red de distribución de riego en la finca la neblina - San Vicente - Alóag – Pichincha.

Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2552>

8.4 Cruz Rojas, C. (2018). Diseño de un reservorio apoyado de concreto armado mediante los métodos de elementos finitos y Portland Cement Association, provincia de Huaral – Lima, 2018.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/45858> o https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_7975889bea3db99cc6f8300b3e23878c

8.5 Cuisano Camones, J. F., & Lujan Soto, J. K. (2019). Diseño hidráulico de reservorio con fines de riego en el Caserío de Huanchá, San Marcos, Ancash - 2018.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/39466> o https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_3281fe1c9e8b5e7aaa2f05e0a00e4d19

8.6 Orihuela Canchari, J. (2017). Análisis y diseño para estructuras de concreto armado en tanques rectangulares y sus aplicaciones en las obras civiles.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/4098>

8.7 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.

Disponible en: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/8628>

8.8 Alva Hurtado, J. E. (2020) Diseño de muros de contención

Disponible en:

www.jorgealvahurtado.com/files/Diseno%20de%20Muros%20de%20Contencion.pdf

8.9 Juárez Badillo, E. (2005) Mecánica de suelos Tomo I Fundamentos de la mecánica de suelos

Disponible en: <https://post.geoxnet.com/mecanica-de-suelos/>

8.10 Norma E.020 Cargas del Reglamento Nacional de Edificaciones

Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

8.11 Norma E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones

Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

8.12 Norma E.050 Suelos y cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones

Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

8.13 Norma E.060 Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones

Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

8.14 Modeling and calculation of structures through finite elements

Disponible en: <https://www.csiespana.com/software/2/sap2000>

8.15 Introduction to Finite Element Method

Disponible en:

http://bluebox.ippt.pan.pl/~tzielins/doc/ICMM_TGZielinski_IntroFEM.Slides.pdf

8.16 Manuel Borja S. (2012) Metodología para la investigación científica para ingenieros

Disponible: <https://es.slideshare.net/manborja/metodologia-de-inv-cientifica-para-ing-civil>

8.17 Pavón Rodríguez, V. M. (2001) “Diseño y construcción de estructuras de concreto para contener líquidos”

Disponible:

<https://www.academia.edu/10356172/DISE%20Y%20CONSTRUCCI%20N%20DE%20ESTRUCTURAS%20DE%20CONCRETO%20PARA%20CONTENER%20L%20QU%20L%20L%20I%20D%20O%20S>

8.18 Orlandoni Merli G. (2020) Escala de medición en estadística

Disponible: <https://vdocuments.mx/orlandoni-g-2010-escalas-de-medicion-en-estadistica.html>

8.19 Rojas Rubio, J. A. Manual del curso de irrigación y drenaje

Disponible:

https://www.academia.edu/14392360/MANUAL_DE_IRRIGACION_Y_DRENAJE_HUGO_ROJAS_RUBIO

8.20 CE.020 Estabilización de suelos y taludes

Disponible en:

http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/NORMACE020.pdf

8.21 Braja M. Das (1984) Principios de ingeniería de cimentaciones

Disponible:

https://www.academia.edu/18553128/Principios_De_Ingenier%C3%ADa_De_Cimentaciones_Braja_M_Das_4ta_Edici%C3%B3n

8.22 Beltrán Cueva, J. R. & Diaz Vargas, D. A. Análisis de la capacidad de carga admisible de los suelos de cimentación del complejo arqueológico Chan Chan debido al ascenso del nivel freático.

Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/625746>

8.23 Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-14)

Disponible: <http://aghababaie.usc.ac.ir/files/1506505203365.pdf>

8.24 Performance-based Optimal Design of Cantilever Retaining Walls

Disponible: <https://pp.bme.hu/ci/article/download/13201/8334/>

8.25 Hutton, David V. Finite Element analysis

Disponible: https://research.iaun.ac.ir/pd/atrian/pdfs/UploadFile_2613.pdf

8.26 Frías Valero, E. Aportaciones al estudio de las máquinas eléctricas de flujo axial mediante la aplicación del método de los elementos finitos

Disponible: <https://www.tesisred.net/handle/10803/6294#page=1>

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

DISEÑO ESTRUCTURAL DEL RESERVORIO COMPROBADO POR EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS DE LA IRRIGACIÓN EN TORO, LA UNIÓN – AREQUIPA, 2021							
TÍTULO	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL RESERVORIO COMPROBADO POR EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS DE LA IRRIGACIÓN EN TORO, LA UNIÓN – AREQUIPA, 2021						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES				METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN
GENERAL	GENERAL	GENERAL	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	MEDICION	INVESTIGACIÓN
¿De qué manera el diseño estructural comprobado por el método de elementos finitos permite el adecuado	Realizar el diseño estructural del reservorio comprobado por el método de elementos finitos de la	El diseño estructural comprobado por el método de elementos finitos permite el adecuado diseño de	V. I.	Propiedades mecánicas del suelo	Capacidad admisible	Kg/cm ²	ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN
			DISEÑO		Angulo de fricción	°	
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESTRUCTURAL	Levantamiento topográfico	Niveles de terreno	m	TIPO DE INVESTIGACIÓN
					DEL	Área - Perímetro	
a. ¿Cómo el almacenamiento del volumen de agua influye en el diseño estructural comprobado por el método de elementos finitos del reservorio de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa,	a. Determinar la influencia del almacenamiento del volumen de agua en el diseño estructural del reservorio comprobado por el método de elementos finitos de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021	a. El almacenamiento del volumen de agua influye en el diseño estructural del reservorio comprobado con el método de elementos finitos de la irrigación Toro, La Unión – Arequipa, 2021	RESERVORIO	dimensionamiento	Volumen de agua	m ³	No experimental: porque trabaja con datos directos sin manipularse
b. ¿Cuál será su forma geométrica de los elementos estructurales del reservorio en el diseño estructural comprobado por el método de elementos finitos de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021?	b. Determinar la forma geométrica de los elementos estructurales en el diseño estructural del reservorio comprobado por el método de elementos finitos de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021	b. Una buena forma geométrica de los elementos estructurales favorece la estabilidad en el diseño estructural del reservorio comprobado por el método de elementos finitos de la irrigación en Toro, La Unión - Arequipa, 2021	COMPROBADO		Análisis de	Cortante Basal	
c. ¿Cómo será el acero de refuerzo de los elementos estructurales del reservorio en el diseño estructural comprobado por el método de elementos finitos de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021?	c. Determinar el acero de refuerzo de los elementos estructurales en el diseño estructural del reservorio comprobado por el método de elementos finitos de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021	c. el acero de refuerzo requerido en los elementos estructurales es adecuado en el diseño estructural del reservorio comprobado por el método de elementos finitos del reservorio de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021	POR EL	estabilidad		Momentos	Tn.m
			MÉTODO DE		Factor de Seguridad	≥ 2 - ≥ 1.5	POBLACIÓN
c. ¿Cómo será el acero de refuerzo de los elementos estructurales del reservorio en el diseño estructural comprobado por el método de elementos finitos de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021?	c. Determinar el acero de refuerzo de los elementos estructurales en el diseño estructural del reservorio comprobado por el método de elementos finitos de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021	c. el acero de refuerzo requerido en los elementos estructurales es adecuado en el diseño estructural del reservorio comprobado por el método de elementos finitos del reservorio de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021	ELEMENTOS	Modelamiento en	Presiones del suelo	tn/m ²	
					FINITOS	Peso propio	Tn
c. ¿Cómo será el acero de refuerzo de los elementos estructurales del reservorio en el diseño estructural comprobado por el método de elementos finitos de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021?	c. Determinar el acero de refuerzo de los elementos estructurales en el diseño estructural del reservorio comprobado por el método de elementos finitos de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021	c. el acero de refuerzo requerido en los elementos estructurales es adecuado en el diseño estructural del reservorio comprobado por el método de elementos finitos del reservorio de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021	V. D.	Software de		Deformaciones	Tn.m
					IRRIGACIÓN	Área de acero	cm ²
c. ¿Cómo será el acero de refuerzo de los elementos estructurales del reservorio en el diseño estructural comprobado por el método de elementos finitos de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021?	c. Determinar el acero de refuerzo de los elementos estructurales en el diseño estructural del reservorio comprobado por el método de elementos finitos de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021	c. el acero de refuerzo requerido en los elementos estructurales es adecuado en el diseño estructural del reservorio comprobado por el método de elementos finitos del reservorio de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021	V. D.	Diseño de		Zapata	m m ² m ³
					IRRIGACIÓN	Muro	m m ² m ³
c. ¿Cómo será el acero de refuerzo de los elementos estructurales del reservorio en el diseño estructural comprobado por el método de elementos finitos de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021?	c. Determinar el acero de refuerzo de los elementos estructurales en el diseño estructural del reservorio comprobado por el método de elementos finitos de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021	c. el acero de refuerzo requerido en los elementos estructurales es adecuado en el diseño estructural del reservorio comprobado por el método de elementos finitos del reservorio de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021	V. D.	Organización		Losa de fondo	m m ² m ³
					IRRIGACIÓN	Calendario de sembrío	de anual
c. ¿Cómo será el acero de refuerzo de los elementos estructurales del reservorio en el diseño estructural comprobado por el método de elementos finitos de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021?	c. Determinar el acero de refuerzo de los elementos estructurales en el diseño estructural del reservorio comprobado por el método de elementos finitos de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021	c. el acero de refuerzo requerido en los elementos estructurales es adecuado en el diseño estructural del reservorio comprobado por el método de elementos finitos del reservorio de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021	V. D.	Mantenimiento		Distribución de agua	m ³
					IRRIGACIÓN	Capacitaciones	Und
c. ¿Cómo será el acero de refuerzo de los elementos estructurales del reservorio en el diseño estructural comprobado por el método de elementos finitos de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021?	c. Determinar el acero de refuerzo de los elementos estructurales en el diseño estructural del reservorio comprobado por el método de elementos finitos de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021	c. el acero de refuerzo requerido en los elementos estructurales es adecuado en el diseño estructural del reservorio comprobado por el método de elementos finitos del reservorio de la irrigación en Toro, La Unión – Arequipa, 2021	V. D.	Mantenimiento		Reparaciones	Buena
					IRRIGACIÓN	Limpieza	Buena

PANEL FOTOGRÁFICO

Excavación de calicata 01



Excavación de calicata 02



Trabajos de topografía



Canal de concreto simple



Lugar de ubicación del reservorio



Dirigentes de la población beneficiada



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE CALICATA

CALICATA N° **C-1**

PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL RESERVORIO COMPROBADO POR EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS DE LA IRRIGACIÓN EN TORO, LA UNIÓN - AREQUIPA, 2021

CLIENTE: **Ventura Cabana Emiliano Alex**

PROFUNDIDAD DE EXCV.: 1.50 m.

TIPO DE CALICATA: A Cielo Abierto

UBICACION: distrito de Toro, La Unión - Arequipa

COTA: ---- m. s.n.m.

FECHA: Julio del 2021

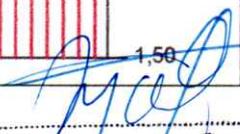
LUGAR DE LA TOMA DE MUESTRA: Reservorio

- | | | | |
|--|---|-------------------------------------|--|
| ENSAYOS | | MUESTRAS | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Veleta | <input checked="" type="checkbox"/> in situ | <input type="checkbox"/> Inalterada | |
| <input type="checkbox"/> SPT | <input type="checkbox"/> Físicos | <input type="checkbox"/> Alterada | |
| <input type="checkbox"/> Penetrómetro | <input type="checkbox"/> Químicos | <input type="checkbox"/> Agua | |

OBSERVACIONES:
- Excavación con herramientas manuales

COTA (msnm)	PERFIL	NIVEL AGUA	AASHTO	SUCS SIMBOLOGIA	PROF. (m)	DESCRIPCION	MUESTRA N°
0					0	0.00 - 0.20 m Compuesto por suelo: Organico	
	No presenta		A-5 (9)	ML	0.50	0.20 - 1.50 m Compuesto por suelo: Clasificado como suelo limo arenoso de baja plasticidad, de color blanco grisáceo, en condición húmeda, de consistencia baja. Aparente ceniza volcanica.	
					1.00		<input type="checkbox"/> M-1
					1.50	FIN DE LA EXCAVACION	

SERVICIOS GENERALES S.R.L.
 RUC: 20449243154
Santiago Bellano Jaquera
 GERENTE


Bertin M. Quicana Garay
 INGENIERO CIVIL
 D.P. 117598


RIMSKY ZENÓN CUTIMBO CHECALLA
 ING. GEÓLOGO - CIP: 177165

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

(ASTM D422, NTP 338.128, MTC E 107)

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO / OBRA : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL RESERVOIRIO COMPROBADO POR EL METODO DE ELEMENTOS FINITOS DE LA IRRIGACION EN TORO, LA UNION - AREQUIPA, 2021

SOLICITA : Ventura Cabana Emiliano Alex

UBICACION : Distrito de Toro, Provincia La Union - Arequipa

CALICATA : 01 - Estrato 02

ZONA : Reservoirio

PROFUNDIDAD : 0.20 - 1.50 m.

REVISADO : R.Z.C.H

TECNICO : W.C.H.C

FECHA ANALISIS : 11-07-21

Peso Inicial Seco : 894

Peso de fracción < N°4 : 968

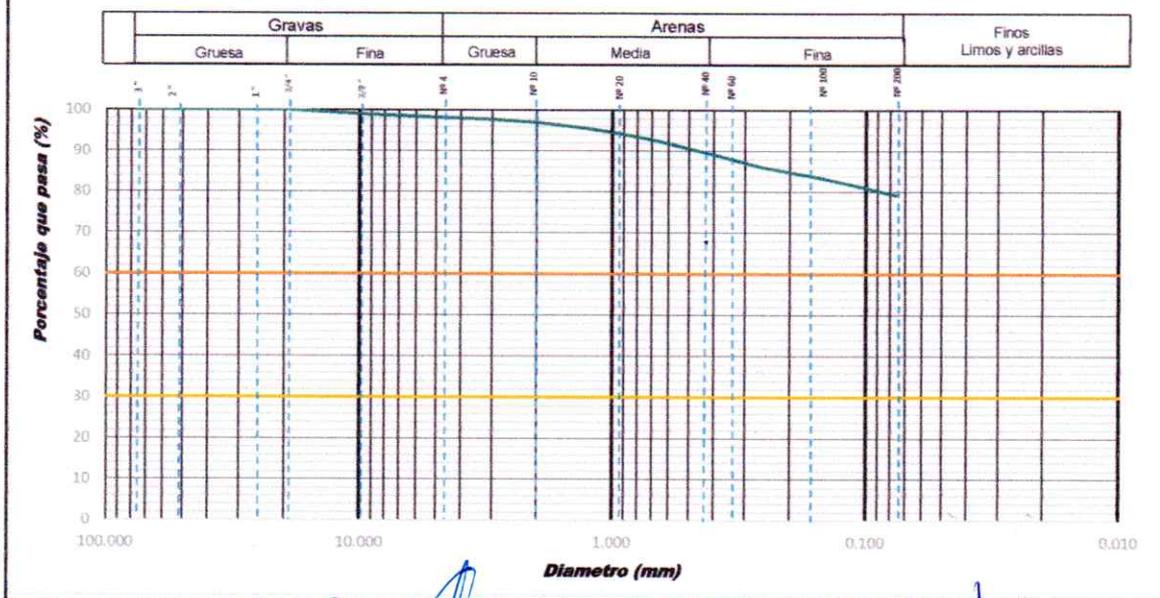
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
3"	76.2	0.00
2"	50.8	0.00
1 1/2"	38.1	0.00
1"	25.4	0.00
3/4"	19	0.00
3/8"	9.5	9.33
N° 4	4.75	6.54

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
N° 10	2.000	10.9
N° 20	0.840	20.5
N° 40	0.425	37.3
N° 60	0.250	31.2
N° 100	0.150	22.5
N° 200	0.075	37.5
< N° 200	—	700.0

GENERALIDADES	
Clasificación Visual Manual	: Aparente ceniza volcanica
Notas sobre la muestra	:
Nivel freatico	: No presenta
Tamizado compuesto	: Si
Tamiz separador	: N° 4
Metodo de tamizado	: Manual
RESULTADOS DE ENSAYOS	
Humedad Natural	: 18.53 %
Limite Liquido	: 42.99
Limite Plastico	: 35.42
Indice Plastico	: 7.57
COMPOSICION FISICA DEL SUELO EN FUNCION AL TAMAÑO DE PARTICULAS	
Grava (N°4 < φ < 3")	: 1.80
Arena (N°200 < φ < N°4)	: 19.00
Finos (φ < N°200)	: 79.20
CLASIFICACION	
AASHTO	: A-5 (9)
SUCS	: ML
NOMBRE DEL GRUPO	: Limo de baja plasticidad con arena

N° DE MALLAS	ABERTURA DE MALLAS (mm)	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	1.06	1.06	98.94
N° 4	4.750	0.74	1.80	98.20
N° 10	2.000	1.24	3.03	96.97
N° 20	0.840	3.22	6.25	93.75
N° 40	0.425	4.22	10.47	89.53
N° 60	0.250	3.53	14.00	86.00
N° 100	0.150	2.56	16.56	83.44
N° 200	0.075	4.24	20.80	79.20
< N° 200		79.20	100.00	0.00

CURVA GRANULOMETRICA



Bertin M. Quicuaño Garay
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 117523

Rimsky Zenón Cutimbo Checalla
ING. GEÓLOGO - CIP: 177165

SBI SERVICIOS GEOTÉCNICOS E.I.R.L.
RUC: 2044913154

Sandro V. Bellano Jacera
GERENTE

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

(ASTM D-4316, NTP 339.129, MTC E 110/111)

LIMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO / OBRA : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL RESERVOIRIO COMPROBADO POR EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS DE LA IRRIGACIÓN EN TORO, LA UNIÓN - AREQUIPA, 2021

UBICACIÓN : Distrito de Toro, Provincia La Unión - Arequipa

CALICATA : 01 - Estrato 02

ZONA : Reservoirio

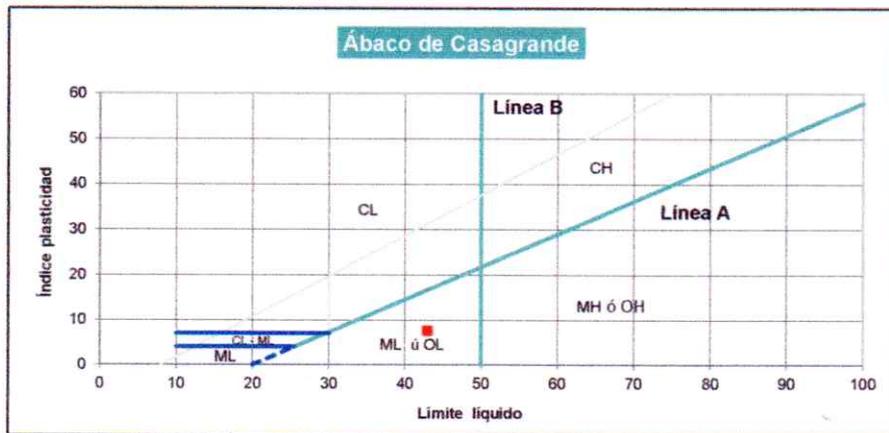
REVISADO : R.Z.C.CH

TECNICO : W.CH.C.

FECHA ANALISIS : 11-07-21

Nº. DE CAPSULA	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	A-12	A-4	A-18	D-20	D-29
MASA TARA + SUELO HUMEDO (A)	24.61	29.39	29.78	8.93	8.31
MASA TARA + SUELO SECO (B)	21.16	24.92	25.68	8.70	8.06
MASA DE LA TARA (C)	14.32	14.30	14.43	7.54	7.57
MASA DEL AGUA (A-B)	3.45	4.47	4.10	0.23	0.25
MASA SUELO SECO (B-C)	6.84	10.62	11.25	1.16	0.49
HUMEDAD $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	50.44	42.09	36.44	19.83	51.02
Nº DE GOLPES	20	26	29		

LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
42.99	35.42	7.57



SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.
RUC: 2044923154

Sandro V. Bellano Javerna
GERENTE

Berlin M. Quicane Jancy
INGENIERO CIVIL
e-I.P. 117523

Rimsky Zenón Cutimbo Checalla
ING. GEÓLOGO - CIP: 177165

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS	
(ASTM D 2216, NTP 339.127, MTC E 108)	
HUMEDAD NATURAL	
PROYECTO / OBRA	: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL RESERVOIRIO COMPROBADO POR EL METODO DE ELEMENTOS FINITOS DE LA IRRIGACION EN TORO, LA UNION - AREQUIPA, 2021
UBICACIÓN	: Distrito de Toro, Provincia La Unión - Arequipa
CALICATA	: 01 - Estrato 02
ZONA	: Reservoirio
REVISADO	: R.Z.C.CH
TECNICO	: W.CH.C.
FECHA ANALISIS	: 11-07-21

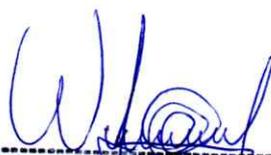
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL			
Metodo de ensayo	X	Metodo "A"	
		Metodo "B"	
1 Recipiente N°	H-8		
2 Masa Suelo húmedo + masa recipiente (g)	236.1		
3 Masa Suelo seco + masa recipiente (g)	210.0		
4 Masa de agua (g) (1 - 2)	26.1		
5 Masa del recipiente (g)	69.0		
6 Suelo seco (g) (2 - 4)	141.0		
7 % de Humedad	18.53		

OBSERVACIONES:

SERVICIOS INGENIERIA S.R.L.
RUC: 20449243194

Sandro V. Bellano Javiera
GERENTE


Bertin W. Quicaña Garay
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 117523

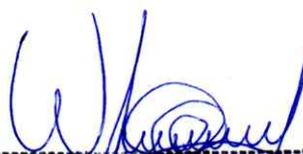

RIMSKY ZENON CUTIMBO CHECALLA
ING. GEÓLOGO - CIP: 177165

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS			
(ASTM D-3990 - APP 259 171)			
ENSAYO DE CORTE DIRECTO			
PROYECTO	:	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL RESERVOIRIO COMPROBADO POR EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS DE LA IRRIGACIÓN EN TORO, LA UNIÓN - AREQUIPA, 2021	
UBICACIÓN	:	Distrito de Toro, Provincia La Unión - Arequipa	
ZONA	:	Reservorio	Estado de la muestra : Remoldeado
CALICATA	:	01 - Estrato 02	Veloc. de Ensayo (mm/min) : 0.5
CLASIFICACION (SUCS)	:	ML	Fecha : 13/07/2021

DATOS		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03			
Esfuerzo Normal		(Kg/cm ²)		0.50		1.00		2.00	
Etapa		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura de la muestra (h)	(cm)	2.00	1.87	2.00	1.85	2.00	1.82	2.00	1.82
Lado	(cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Area	(cm ²)	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00
Densidad Humeda (Dw)	(gr/cm ³)	1.70	1.88	1.70	1.87	1.70	1.88	1.70	1.88
Humedad (w)	(%)	26.10	32.20	26.10	31.20	26.10	30.00	26.10	30.00

Area corregida (Ao)	ESPECIMEN 01				ESPECIMEN 02				ESPECIMEN 03			
	Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)
36.0	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000
35.9	0.10	0.34	0.340	0.009	0.10	1.62	1.620	0.045	0.10	8.05	8.050	0.224
35.9	0.20	1.06	1.060	0.030	0.20	3.42	3.420	0.095	0.20	9.65	9.650	0.269
35.8	0.40	1.52	1.520	0.043	0.40	4.46	4.460	0.125	0.40	14.79	14.790	0.414
35.6	0.60	3.76	3.760	0.105	0.60	9.31	9.310	0.261	0.60	17.03	17.030	0.478
35.5	0.80	7.69	7.690	0.216	0.80	13.22	13.220	0.372	0.80	18.97	18.970	0.534
35.4	1.00	11.16	11.160	0.315	1.00	15.97	15.970	0.451	1.00	21.50	21.500	0.607
35.1	1.50	12.78	12.780	0.364	1.50	19.43	19.430	0.554	1.50	23.85	23.850	0.679
34.8	2.00	14.45	14.450	0.415	2.00	20.19	20.190	0.580	2.00	26.58	26.580	0.764
34.5	2.50	16.10	16.100	0.467	2.50	20.55	20.550	0.596	2.50	27.83	27.830	0.807
34.2	3.00	16.30	16.300	0.477	3.00	21.20	21.200	0.620	3.00	27.75	27.750	0.811
33.9	3.50	16.59	16.590	0.489	3.50	21.47	21.470	0.633	3.50	28.16	28.160	0.831
33.6	4.00	16.12	16.120	0.480	4.00	20.61	20.610	0.613	4.00	28.28	28.280	0.842
33.3	4.50	15.69	15.690	0.471	4.50	20.72	20.720	0.622	4.50	28.44	28.440	0.854
33.0	5.00	15.90	15.900	0.482	5.00	20.81	20.810	0.631	5.00	28.69	28.690	0.869
32.4	6.00	15.13	15.130	0.467	6.00	20.58	20.580	0.635	6.00	28.08	28.080	0.867
31.8	7.00	15.48	15.480	0.487	7.00	20.61	20.610	0.648	7.00	28.21	28.210	0.887
31.2	8.00	15.09	15.090	0.484	8.00	19.92	19.920	0.638	8.00	27.77	27.770	0.890
30.6	9.00	14.56	14.560	0.476	9.00	19.60	19.600	0.641	9.00	27.01	27.010	0.883
30.0	10.00	14.13	14.130	0.471	10.00	19.07	19.070	0.636	10.00	26.55	26.550	0.885
29.4	11.00	14.00	14.000	0.476	11.00	19.04	19.040	0.648	11.00	26.09	26.090	0.887
28.8	12.00	13.60	13.597	0.472	12.00	18.51	18.510	0.643	12.00	25.52	25.520	0.886


Bertin M. Quicane
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 117523


RIMSKY ZENON CUTIMBO
ING. GEÓLOGO - CIP: 177165

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS			
(ASTM D-3080, NTP 399 171)			
ENSAYO DE CORTE DIRECTO			
PROYECTO	: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL RESERVORIO COMPROBADO POR EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS DE LA IRRIGACIÓN EN TORO, LA UNIÓN - AREQUIPA, 2021		
UBICACIÓN	: Distrito de Toro, Provincia La Unión - Arequipa		
ZONA	: Reservoirio	Estado de la muestra	: Remoldeado
CALICATA	: O1 - Estrato 02	Veloc. de Ensayo (mm/min)	: 0.5
CLASIFICACION (SUCS)	: ML	Fecha	: 13/07/2021

Especimen N°		N° 01	N° 02	N° 03
Lado de la caja	(cm)	6.00	6.00	6.00
Altura inicial de muestra	(cm)	2.00	2.00	2.00
Densidad humeda inicial *	(gr/cm ³)	1.700	1.700	1.700
Densidad seca inicial	(gr/cm ³)	1.348	1.348	1.348
Contenido de humedad inicial	(%)	26.10	26.10	26.10
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte	cm	1.910	1.880	1.870
Altura final de muestra	cm	1.870	1.850	1.820
Densidad humeda final	(gr/cm ³)	1.860	1.870	1.880
Densidad seca final	(gr/cm ³)	1.407	1.425	1.446
Contenido de humedad final	(%)	32.20	31.20	30.00
Esfuerzo normal	(kg/cm ²)	0.50	1.00	2.00
Esfuerzo de corte maximo	(kg/cm ²)	0.489	0.648	0.890

Angulo de friccion interna : 22.80 °
Cohesión : 0.24

SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.
RUC: 20449243154

Sandrio Bellano Javeira
GERENTE


Bertin M. Quicaño Garay
INGENIERO CIVIL
O.P. 117523

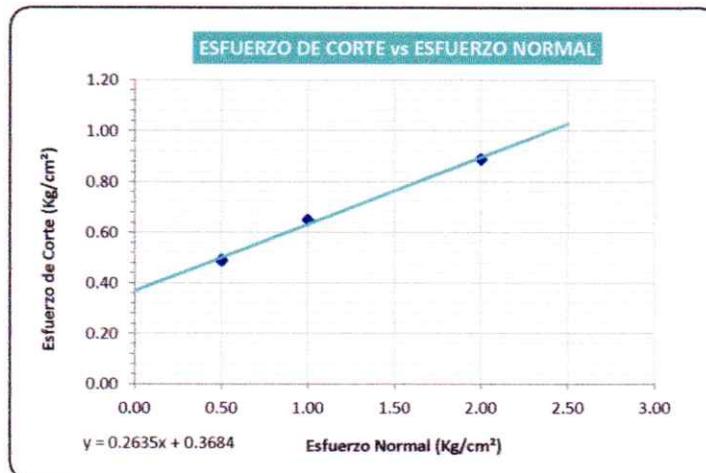

RIMSKY ZENÓN CUTIMBO CHECALLA
ING. GEÓLOGO - CIP: 177165

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

(ASTM D-3080, NTP 339.171)

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PROYECTO	: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL RESERVOIRIO COMPROBADO POR EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS DE LA IRRIGACIÓN EN TORO, LA UNIÓN – AREQUIPA, 2021		
UBICACIÓN	: Distrito de Toro, Provincia La Unión - Arequipa		
ZONA	: Reservoirio	Estado de la muestra	: Remoldeado
CALICATA	: 01 - Estrato 02	Veloc. de Ensayo (mm/min)	: 0.5
		Fecha	: 13/07/2021



Ángulo de fricción interna :	22.80 °
Cohesión :	0.24

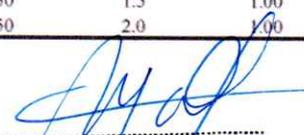
SBI SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.
RUC 20446943154
Sandro J. Bellano Javiera
GERENTE

Bertha M. Quicaña Garay
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 117523

Rimsky Zemon Cutimbo Checalla
RIMSKY ZEMON CUTIMBO CHECALLA
ING. GEÓLOGO - CIP: 177165

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS							
CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO - CIMENTACION SUPERFICIAL - ZAPATA CUADRADA							
PROYECTO / OBRA	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL RESERVOIRIO COMPROBADO POR EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS DE LA IRRIGACIÓN EN TORO, LA UNIÓN - AREQUIPA, 2021						
UBICACIÓN	Distrito de Toro, Provincia La Unión - Arequipa						
LUGAR/SECTOR	01 - Estrato 02	REVISADO :	R.Z.C.CH				
MUESTRA	Reservorio	TECNICO :	W.C.H.C.				
		FECHA :	13/07/2021				
A.- DATOS GENERALES							
Ángulo de Fricción Interna (φ)	22.8	grados					
Cohesión (c)	0.24	kg/cm ²					
Tipo de falla por corte	General						
Ángulo de Fricción Interna corregido (φ_c)	22.8	grados					
Cohesión corregida (c_c)	0.24	kg/cm ²					
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.00	gr/cm ³					
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.20	gr/cm ³					
Relación Ancho / Largo (B/L)	1.00						
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	1.00	m					
Incremento de base (Δb)	0.50	m					
Cota de Terreno bajo piso terminado	0.00	m					
Profundidad de Desplante (Df)	1.50	m					
Incremento de profundidad (ΔDf)	0.50	m					
Posición del Nivel Freático (N.F.)	N.P.	m					
Inclinación de la carga	0.0	grados					
Factor de Seguridad (F.S. assume 3.0)	3.00						
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	ML						
Cimentación	Zapata Cuadrada						
B.- FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		C.- FACTORES DE FORMA					
Nc = 17.807	$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	Sc = 1.477	$S_c = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$				
Nq = 8.485	$N_q = \gamma g^2 (45 + \frac{\phi}{2}) e^{c \cot \phi}$	Sq = 1.420	$S_q = 1 + 0.4 \frac{B}{L}$				
Ny = 4.720	$N_y = 2(N_q + 1) \gamma g \phi$	Sy = 0.600	$S_y = 1 + \frac{B}{L} \gamma g \phi$				
D.- FACTORES DE INCLINACION		E.- COEFICIENTES DE PRESION LATERAL					
ic = 1.000	$i_c = i_q = (1 - \frac{\beta}{90})^2$	Ka = 0.441					
iq = 1.000		Kp = 2.265					
iy = 1.000	$i_y = (1 + \frac{\beta}{\phi})^2$	Ko = 0.612					
NOTA: Coeficientes de empuje encontrados según Rankine.							
F.- CAPACIDAD ADMISIBLE							
COTA RELATIVA	DESPLANTE Df (m)	ANCHO B (m)	FACTORES POR N.F.		Cimentación Zapata Cuadrada		Detalle
			W	W'	qa (kg/cm ²)	qadm (kg/cm ²)	
-1.50	1.50	1.0	1.00	1.00	2.61	0.87	Zapata Cuadrada
-1.50	1.50	1.5	1.00	1.00	2.69	0.90	
-1.50	1.50	2.0	1.00	1.00	2.78	0.93	
-2.00	2.00	1.0	1.00	1.00	3.21	1.07	
-2.00	2.00	1.5	1.00	1.00	3.30	1.10	
-2.00	2.00	2.0	1.00	1.00	3.38	1.13	
-2.50	2.50	1.0	1.00	1.00	3.81	1.27	
-2.50	2.50	1.5	1.00	1.00	3.90	1.30	
-2.50	2.50	2.0	1.00	1.00	3.98	1.33	
-3.00	3.00	1.0	1.00	1.00	4.42	1.47	
-3.00	3.00	1.5	1.00	1.00	4.50	1.50	
-3.00	3.00	2.0	1.00	1.00	4.59	1.53	
-3.50	3.50	1.0	1.00	1.00	5.02	1.67	
-3.50	3.50	1.5	1.00	1.00	5.10	1.70	
-3.50	3.50	2.0	1.00	1.00	5.19	1.73	

SBI SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.
 RUC: 20430243154
 Santiago Bellano Javiara
 GERENTE


 Bertha M. Quicana Garay
 INGENIERO CIVIL
 C.I.D. 117023


 RIMSKY ZÉNÓN CUTIMBO CHECALLA
 ING. GEÓLOGO - CIP: 177165

REGISTRO DE CALICATA

CALICATA N°

C-2

PROYECTO:

DISEÑO ESTRUCTURAL DEL RESERVORIO COMPROBADO POR EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS DE LA IRRIGACIÓN EN TORO, LA UNIÓN – AREQUIPA, 2021

CLIENTE:

Ventura Cabana Emiliano Alex

PROFUNDIDAD DE EXCV.:

1.50 m.

TIPO DE CALICATA:

A Cielo Abierto

UBICACION:

distrito de Toro, La Unión - Arequipa

COTA:

--- m.s.n.m.

FECHA:

Julio del 2021

LUGAR DE LA TOMA DE MUESTRA:

Reservorio

ENSAYOS

Veleta

SPT

Penetrómetro

MUESTRAS

in situ

IP Físicos

PH Químicos

Inalterada

Alterada

Agua

OBSERVACIONES:

- Excavación con herramientas manuales

COTA (msnm)	PERFIL	NIVEL AGUA	AASHTO	SUCS SIMBOLOGIA	PROF. (m)	DESCRIPCION	MUESTRA N°
0					0	0.00 - 0.30 m Compuesto por suelo: Organico	
	No presenta			A-5 (9) ML	0.50	0.30 - 1.50 m Compuesto por suelo: Clasificado como suelo limo arenoso de baja plasticidad, de color blanco grisáceo, en condición húmeda, de consistencia baja. Aparente ceniza volcanica.	
					1.00		M-1
					1.50	FIN DE LA EXCAVACION	


 Bertha M. Quicayá Garay
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 117523


 RIMSKY ZENÓN CUTIMBO CHECALLA
 ING. GEÓLOGO - CIP: 177165

SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.
 RUC: 2044923154
 SANTIAGO V. Bellano Joberu
 GERENTE

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

(ASTM D422, NTP 339.128, MTC E 107)

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO / OBRA : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL RESERVOIRIO COMPROBADO POR EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS DE LA IRRIGACIÓN EN TORO, LA UNIÓN - AREQUIPA, 2021

SOLICITA : Ventura Cabana Emiliano Alex

UBICACIÓN : Distrito de Toro, Provincia La Unión - Arequipa

CALICATA : 02 - Estrato 02

ZONA : Reservoirio

PROFUNDIDAD : 0.30 - 1.50 m.

REVISADO : R.Z.C.H.

TECNICO : W.C.H.C.

FECHA ANALISIS : 10-07-21

Peso Inicial Seco : 750

Peso de fracción < N°4 : 426.1

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
3"	76.2	0.00
2"	50.8	0.00
1 1/2"	38.1	0.00
1"	25.4	0.00
3/4"	19	0.00
3/8"	9.5	11.40
N°4	4.75	5.70

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
N° 10	2.000	5.9
N° 20	0.840	14.3
N° 40	0.425	26.4
N° 60	0.250	18.8
N° 100	0.150	12.9
N° 200	0.075	8.3
< N° 200	---	336.9

GENERALIDADES

Clasificación Visual Manual : Aparente ceniza volcanica

Notas sobre la muestra :

Nivel freatico : No presenta

Tamizado compuesto : Si

Tamiz separador : N° 4

Metodo de tamizado : Manual

RESULTADOS DE ENSAYOS

Humedad Natural : 15.40 %

Limite Liquido : 46.17

Limite Plástico : 36.60

Índice Plástico : 9.57

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTICULAS

Grava (N°4 < φ < 3") : 2.28

Arena (N°200 < φ < N°4) : 19.77

Finos (φ < N°200) : 77.95

CLASIFICACION

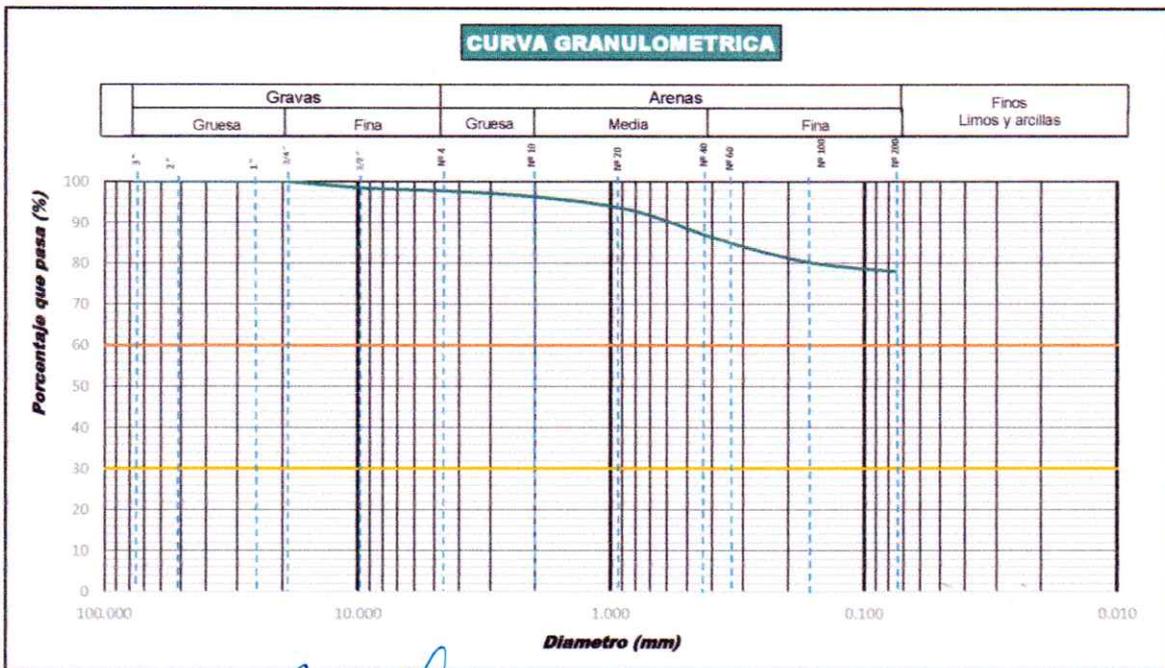
AASHTO : A-5 (10)

SUCS : ML

NOMBRE DEL GRUPO : Limo de baja plasticidad con arena

N° DE MALLAS	ABERTURA DE MALLAS (mm)	% RETEN PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	1.52	1.52	98.48
N° 4	4.750	0.76	2.28	97.72
N° 10	2.000	1.35	3.63	96.37
N° 20	0.840	3.28	6.91	93.09
N° 40	0.425	6.05	12.97	87.03
N° 60	0.250	4.24	17.21	82.79
N° 100	0.150	2.94	20.15	79.85
N° 200	0.075	1.90	22.05	77.95
<N° 200		77.95	100.00	0.00

CURVA GRANULOMETRICA



Bertin W. Quicaña Garay
INGENIERO CIVIL
CIP: 117523

Rimsky Zenón Cutimbo Checalla
ING. GEÓLOGO - CIP: 177165

SBI SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.
RUC: 20449243154

Sanjuro V. Bellano Javiera
GERENTE

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

(ASTM D-4316, NTP 339.129, MTC E 110/111)

LIMITES DE CONSISTENCIA

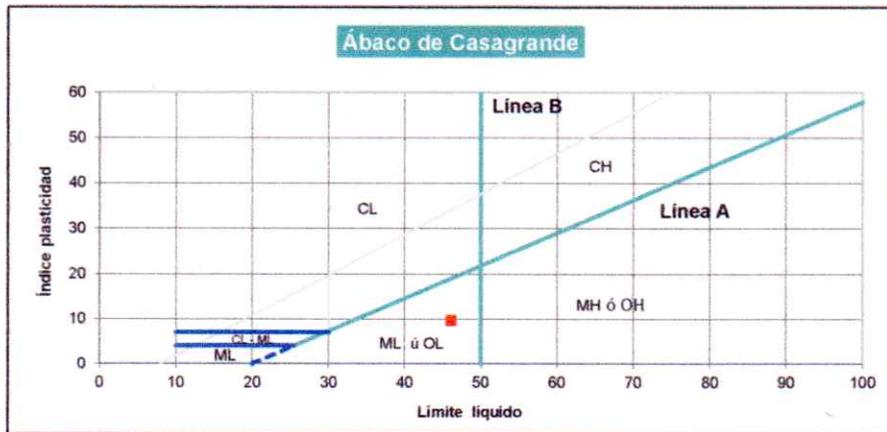
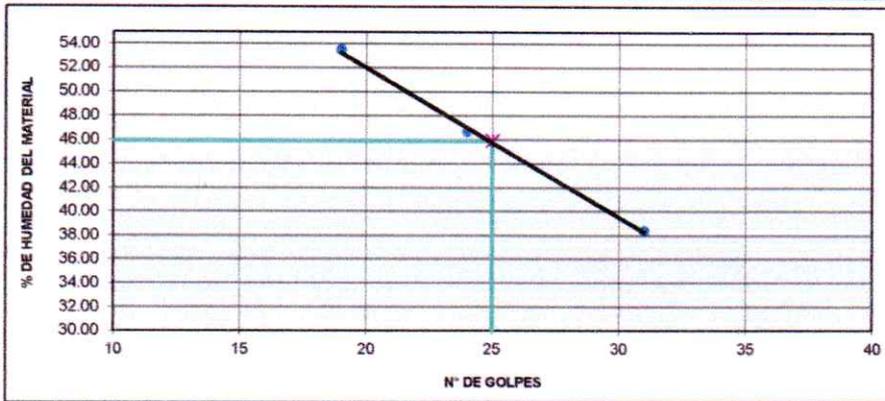
PROYECTO / OBRA : DISEÑO ESTRUCTURAL DEL RESERVOIRIO COMPROBADO POR EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS DE LA IRRIGACIÓN EN TORO, LA UNIÓN - AREQUIPA, 2021

UBICACIÓN : Distrito de Toro, Provincia La Unión - Arequipa
CALICATA : 02 - Estrato 02
ZONA : Reservorio

REVISADO : R.Z.C.CH
TECNICO : W.CH.C.
FECHA ANALISIS : 10-07-21

Nº. DE CAPSULA	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	A-45	A-29	A-02	D-20	D-29
MASA TARA + SUELO HUMEDO (A)	24.67	29.43	29.83	8.90	8.31
MASA TARA + SUELO SECO (B)	21.01	24.61	25.54	8.69	8.04
MASA DE LA TARA (C)	14.35	14.28	14.37	7.53	7.55
MASA DEL AGUA (A-B)	3.56	4.82	4.29	0.21	0.27
MASA SUELO SECO (B-C)	6.66	10.33	11.17	1.16	0.49
HUMEDAD $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	53.45	46.66	38.41	18.10	55.10
Nº DE GOLPES	19	24	31		

LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
46.17	36.60	9.57



SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.
RUC: 2044803154
Sandro V. Bellano Joverri
GERENTE

Bertin V. Quicana Garay
INGENIERO CIVIL
CIP: 117523

Rimsky Zenón Cutimbo Checalla
RIMSKY ZENÓN CUTIMBO CHECALLA
ING. GEÓLOGO - CIP: 177165

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS	
(ASTM D 2216, NTP 339.127, MTC E 108)	
HUMEDAD NATURAL	
PROYECTO / OBRA	: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL RESERVORIO COMPROBADO POR EL METODO DE ELEMENTOS FINITOS DE LA IRRIGACIÓN EN TORO, LA UNIÓN - AREQUIPA, 2021
UBICACIÓN	: Distrito de Toro, Provincia La Unión - Arequipa
CALICATA	: 02 - Estrato 02
ZONA	: Reservoirio
REVISADO	: R.Z.C.CH
TECNICO	: W.CH.C.
FECHA ANALISIS	: 10-07-21

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL			
Metodo de ensayo		X	Metodo "A"
			Metodo "B"
1	Recipiente N°	H-46	
2	Masa Suelo húmedo + masa recipiente (g)	314.6	
3	Masa Suelo seco + masa recipiente (g)	281.8	
4	Masa de agua (g) (1 - 2)	32.7	
5	Masa del recipiente (g)	69.5	
6	Suelo seco (g) (2 - 4)	212.4	
7	% de Humedad	15.40	

OBSERVACIONES:

SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.
RUC: 2044928154

Sanito Y. Bellano Javeria
GERENTE

Bertin M. Quicqha Garay
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 117523

Rimsky Zenón Cutimbo Checalla
RIMSKY ZENÓN CUTIMBO CHECALLA
ING. GEÓLOGO - CIP: 177165

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS			
ENSAYO DE CORTE DIRECTO			
PROYECTO	:	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL RESERVOIRIO COMPROBADO POR EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS DE LA IRRIGACIÓN EN TORO, LA UNIÓN - AREQUIPA, 2021	
UBICACIÓN	:	Distrito de Toro, Provincia La Unión - Arequipa	
ZONA	:	Reservorio	Estado de la muestra : Remoldeado
CALICATA	:	02 - Estrato 02	Veloc. de Ensayo (mm/min) : 0.5
CLASIFICACION (SUCS)	:	ML	Fecha : 12/07/2021

DATOS		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03			
Esfuerzo Normal		(Kg/cm ²)		0.50		1.00		2.00	
Etapa		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura de la muestra (h)	(cm)	2.00	1.99	2.00	1.98	2.00	1.97	2.00	1.97
Lado	(cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Area	(cm ²)	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00
Densidad Humeda (Dw)	(gr/cm ³)	1.71	1.96	1.71	1.97	1.71	1.98	1.71	1.98
Humedad (w)	(%)	23.15	24.10	23.15	23.50	23.15	22.60	23.15	22.60

Area corregida (Ao)	ESPECIMEN 01				ESPECIMEN 02				ESPECIMEN 03			
	Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)	Deformac. Tangencial (mm)	Dial de Carga	Fuerza Cortante (Kg)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm ²)
36.0	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.000	0.000
35.9	0.10	0.75	0.750	0.021	0.10	1.90	1.900	0.053	0.10	8.45	8.450	0.235
35.9	0.20	1.47	1.470	0.041	0.20	2.70	2.700	0.075	0.20	10.05	10.050	0.280
35.8	0.40	1.93	1.930	0.054	0.40	3.74	3.740	0.105	0.40	15.19	15.190	0.425
35.6	0.60	4.17	4.170	0.117	0.60	8.59	8.590	0.241	0.60	17.43	17.430	0.489
35.5	0.80	8.10	8.100	0.228	0.80	12.50	12.500	0.352	0.80	19.37	19.370	0.545
35.4	1.00	11.57	11.570	0.327	1.00	15.25	15.250	0.431	1.00	21.90	21.900	0.619
35.1	1.50	13.27	13.270	0.378	1.50	18.90	18.900	0.538	1.50	24.39	24.390	0.695
34.8	2.00	14.94	14.940	0.429	2.00	19.66	19.660	0.565	2.00	27.12	27.120	0.779
34.5	2.50	16.37	16.370	0.474	2.50	19.96	19.960	0.579	2.50	28.13	28.130	0.815
34.2	3.00	16.57	16.570	0.485	3.00	20.61	20.610	0.603	3.00	28.05	28.050	0.820
33.9	3.50	16.86	16.860	0.497	3.50	20.88	20.880	0.616	3.50	28.46	28.460	0.840
33.6	4.00	16.39	16.390	0.488	4.00	20.02	20.020	0.596	4.00	28.58	28.580	0.851
33.3	4.50	15.96	15.960	0.479	4.50	20.13	20.130	0.605	4.50	28.74	28.740	0.863
33.0	5.00	16.17	16.170	0.490	5.00	20.22	20.220	0.613	5.00	28.99	28.990	0.878
32.4	6.00	15.52	15.520	0.479	6.00	20.25	20.250	0.625	6.00	28.42	28.420	0.877
31.8	7.00	15.63	15.630	0.492	7.00	19.93	19.930	0.627	7.00	28.37	28.370	0.892
31.2	8.00	15.24	15.240	0.488	8.00	19.24	19.240	0.617	8.00	27.93	27.930	0.895
30.6	9.00	14.71	14.710	0.481	9.00	18.92	18.920	0.618	9.00	27.17	27.170	0.888
30.0	10.00	14.28	14.280	0.476	10.00	18.39	18.390	0.613	10.00	26.71	26.710	0.890
29.4	11.00	14.15	14.150	0.481	11.00	18.36	18.360	0.624	11.00	26.25	26.250	0.893
28.8	12.00	13.75	13.747	0.477	12.00	17.83	17.830	0.619	12.00	25.68	25.680	0.892


Bertin A. Gallego García
INGENIERO CIVIL
CIP: 117522


RIMSKY LENÓN CUTIMBO CHECALLA
ING. GEÓLOGO - CIP: 177165

RUC: 20604499526
Santay V. Bellano Javerna
GERENTE

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS			
(ASTM D-3080, NTP 399-171)			
ENSAYO DE CORTE DIRECTO			
PROYECTO	:	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL RESERVOIRIO COMPROBADO POR EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS DE LA IRRIGACIÓN EN TORO, LA UNIÓN - AREQUIPA, 2021	
UBICACIÓN	:	Distrito de Toro, Provincia La Unión - Arequipa	
ZONA	:	Reservorio	Estado de la muestra : Remoldeado
CALICATA	:	02 - Estrato 02	Veloc. de Ensayo (mm/min) : 0.5
CLASIFICACION (SUCS)	:	ML	Fecha : 12/07/2021

Especimen N°		N° 01	N° 02	N° 03
Lado de la caja	(cm)	6.00	6.00	6.00
Altura inicial de muestra	(cm)	2.00	2.00	2.00
Densidad humeda inicial *	(gr/cm ³)	1.710	1.710	1.710
Densidad seca inicial	(gr/cm ³)	1.389	1.389	1.389
Contenido de humedad inicial	(%)	23.15	23.15	23.15
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte	cm	1.990	1.980	1.970
Altura final de muestra	cm	1.990	1.980	1.970
Densidad humeda final	(gr/cm ³)	1.960	1.970	1.980
Densidad seca final	(gr/cm ³)	1.579	1.595	1.615
Contenido de humedad final	(%)	24.10	23.50	22.60
Esfuerzo normal	(kg/cm ²)	0.50	1.00	2.00
Esfuerzo de corte maximo	(kg/cm ²)	0.497	0.627	0.895

Angulo de friccion interna : 22.70 °
Cohesión : 0.2

SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.
RUC: 2004823154

Santiago Bellano Jacova
GERENTE


Bertin W. Quicane Garay
INGENIERO CIVIL
C.I.P: 117573

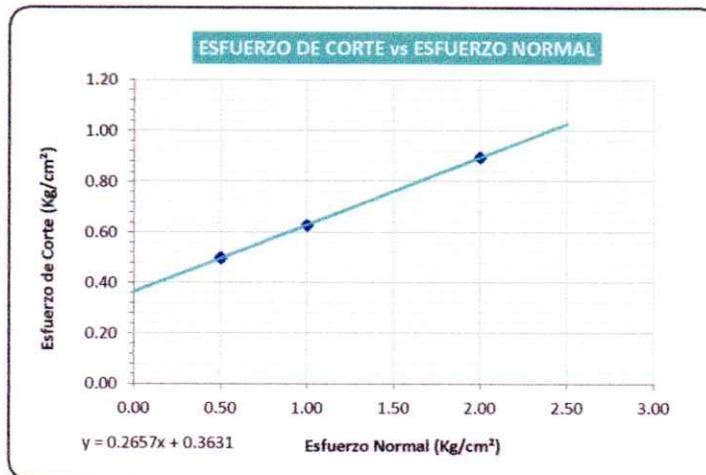
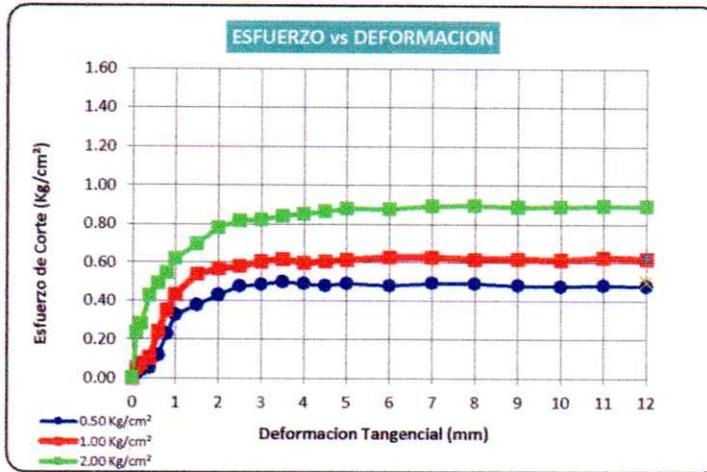

RIMSKY ZENÓN CUTIMBO CHECALLA
ING. GEÓLOGO - CIP: 177165

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

(ASTM D-3080, NTP 339-171)

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PROYECTO	: DISEÑO ESTRUCTURAL DEL RESERVOIRIO COMPROBADO POR EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS DE LA IRRIGACIÓN EN TORO, LA UNIÓN - AREQUIPA, 2021		
UBICACIÓN	: Distrito de Toro, Provincia La Unión - Arequipa		
ZONA	: Reservoirio	Estado de la muestra	: Remoldeado
CALICATA	: 02 - Estrato 02	Veloc. de Ensayo (mm/min)	: 0.5
		Fecha	: 12/07/2021



Ángulo de fricción interna :	22.70 °
Cohesión :	0.2

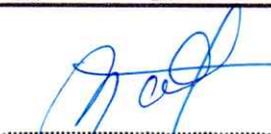
SBI SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.
RUC: 20449243154
Sandro Y. Bellano Jacovera
GERENTE

Bertin M. Cuticane
INGENIERO CIVIL
e.p. 117523

Rimsky Zenón Cutimbo
RIMSKY ZENÓN CUTIMBO CHECALLA
ING. GEÓLOGO - CIP: 177165

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS							
CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO - CIMENTACION SUPERFICIAL - ZAPATA CUADRADA							
PROYECTO / OBRA	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL RESERVOIRIO COMPROBADO POR EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS DE LA IRRIGACIÓN EN TORO, LA UNIÓN - AREQUIPA, 2021						
UBICACIÓN	Distrito de Toro, Provincia La Unión - Arequipa	REVISADO :	R.Z.C.CH				
LUGAR/SECTOR	02 - Estrato 02	TECNICO :	W.CH.C.				
MUESTRA	Reservorio	FECHA :	12/07/2021				
A.- DATOS GENERALES							
Ángulo de Fricción Interna (ϕ)	22.7	grados					
Cohesión (c)	0.200	kg/cm ²					
Tipo de falla por corte	General						
Ángulo de Fricción Interna corregido (ϕ_c)	22.7	grados					
Cohesión corregida (c_c)	0.20	kg/cm ²					
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.00	gr/cm ³					
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	1.00	gr/cm ³					
Relación Ancho / Largo (B/L)	1.00						
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	1.00	m					
Incremento de base (Δb)	0.50	m					
Cota de Terreno bajo piso terminado	0.00	m					
Profundidad de Desplante (Df)	1.50	m					
Incremento de profundidad (ΔDf)	0.50	m					
Posición del Nivel Freático (N.F.)	N.P.	m					
Inclinación de la carga	0.0	grados					
Factor de Seguridad (F.S. asume 3.0)	3.00						
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	ML						
Cimentación	Zapata Cuadrada						
B.- FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA		C.- FACTORES DE FORMA					
Nc = 17.688	$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	Sc = 1.475	$S_c = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$				
Nq = 8.399	$N_q = \gamma g^2 (45 + \frac{\phi}{2}) e^{r \cot \phi}$	Sq = 1.418	$S_q = 1 + 0.4 \frac{B}{L}$				
Ny = 4.643	$N_y = 2(N_q + 1) \gamma g \phi$	Sy = 0.600	$S_y = 1 + \frac{B}{L} \gamma g \phi$				
D.- FACTORES DE INCLINACION		E.- COEFICIENTES DE PRESION LATERAL					
ic = 1.000	$i_c = i_q = (1 - \frac{\beta}{90})^2$	Ka = 0.443					
iq = 1.000		Kp = 2.257					
iy = 1.000	$i_y = (1 + \frac{\beta}{\phi})^2$	Ko = 0.614					
NOTA: Coeficientes de empuje encontrados según Rankine.							
F.- CAPACIDAD ADMISIBLE							
COTA RELATIVA	DESPLANTE Df (m)	ANCHO B (m)	FACTORES POR N.F.		Cimentación Zapata Cuadrada		Detalle
			W	W'	qa (kg/cm ²)	qadm (kg/cm ²)	
-1.50	1.50	1.0	1.00	1.00	2.45	0.82	Zapata Cuadrada
-1.50	1.50	1.5	1.00	1.00	2.52	0.84	
-1.50	1.50	2.0	1.00	1.00	2.59	0.86	
-2.00	2.00	1.0	1.00	1.00	3.04	1.01	
-2.00	2.00	1.5	1.00	1.00	3.11	1.04	
-2.00	2.00	2.0	1.00	1.00	3.18	1.06	
-2.50	2.50	1.0	1.00	1.00	3.64	1.21	
-2.50	2.50	1.5	1.00	1.00	3.71	1.24	
-2.50	2.50	2.0	1.00	1.00	3.78	1.26	
-3.00	3.00	1.0	1.00	1.00	4.23	1.41	
-3.00	3.00	1.5	1.00	1.00	4.30	1.43	
-3.00	3.00	2.0	1.00	1.00	4.37	1.46	
-3.50	3.50	1.0	1.00	1.00	4.83	1.61	
-3.50	3.50	1.5	1.00	1.00	4.90	1.63	
-3.50	3.50	2.0	1.00	1.00	4.97	1.66	

SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.
 RUC: 204283104
 Sandro V. Bellano Jacaya
 GERENTE


 Bertha M. Cuticancha
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 117523


 RIMSKY YENÓN CUTIMBO CHECALLA
 ING. GEÓLOGO - CIP: 177165

COEFICIENTE DE BALASTO

Es uno de los métodos de cálculo más utilizado para modelizar la interacción entre estructuras de cimentación y terreno es el que supone el suelo equivalente a un número infinito de resortes elásticos – muelles o bielas biarticuladas – cuya rigidez denominada modulo o coeficiente de balasto (K_s), se corresponde con el coeficiente entre la presión de contacto (q) y el desplazamiento.

Tabla valores de coeficiente de Balasto

<i>Suelo</i>	$K_{30} (Kp/cm^3)$
Arena fina de playa	1,0-1,5
Arena floja, seca o húmeda	1,0-3,0
Arena media, seca o húmeda	3,0-9,0
Arena compacta, seca o húmeda	9,0-20,0
Gravilla arenosa floja	4,0-8,0
Gravilla arenosa compacta	9,0-25,0
Grava arenosa floja	7,0-12,0
Grava arenosa compacta	12,0-30,0
Margas arcillosas	20,0-40,0
Rocas blandas o algo alteradas	30,0-500
Rocas sanas	800-30.000

Fuente: (Terzaghi, 1955, citado en Rodríguez Ortiz et. al. 1989)

Teóricamente se ha utilizado esta tabla para la correlación y el cálculo de coeficiente de balasto K , por lo tanto se puede dar estos valores para la trinchera

CALICATA # 01 – Reservoirio Proyectado $K= 1.3 \text{ kp/cm}^3$

CALICATA # 02– Reservoirio Proyectado $K= 1.1 \text{ kp/cm}^3$

SERVICIOS GENERALES S.R.L.
RUC: 204428154

Sandro V. Beltrán Javiera
GERENTE


Bertini de Cuzco S.R.L.
INGENIERO CIVIL
D.I.P. 117523


RIMSKY LENÓN CUTIMBO CHECALLA
ING. GEÓLOGO - CIP: 177165

PLANOS

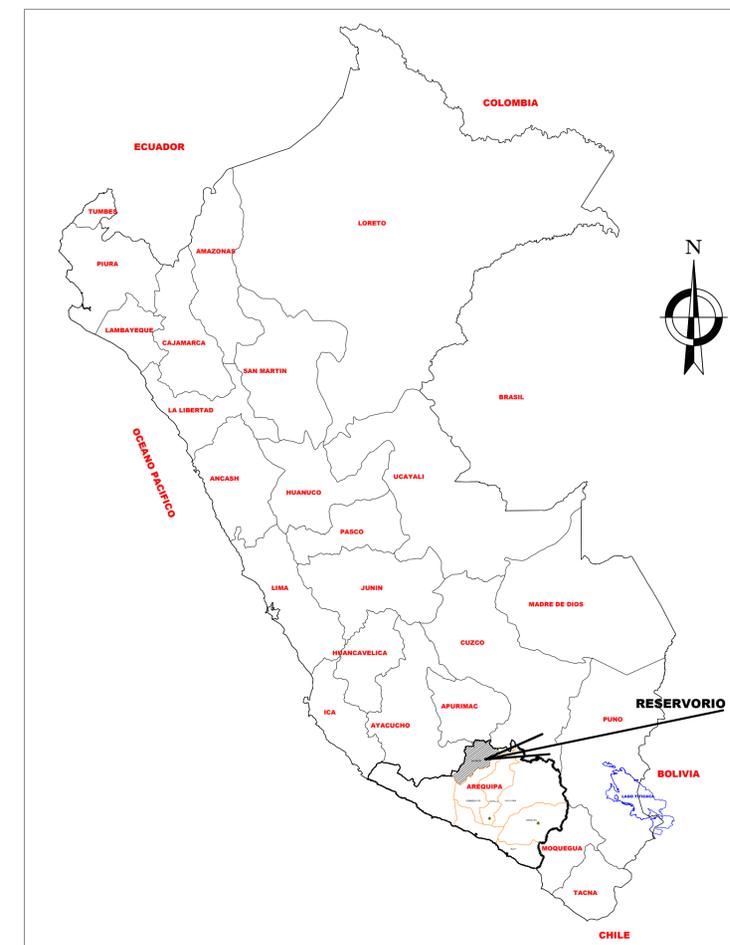
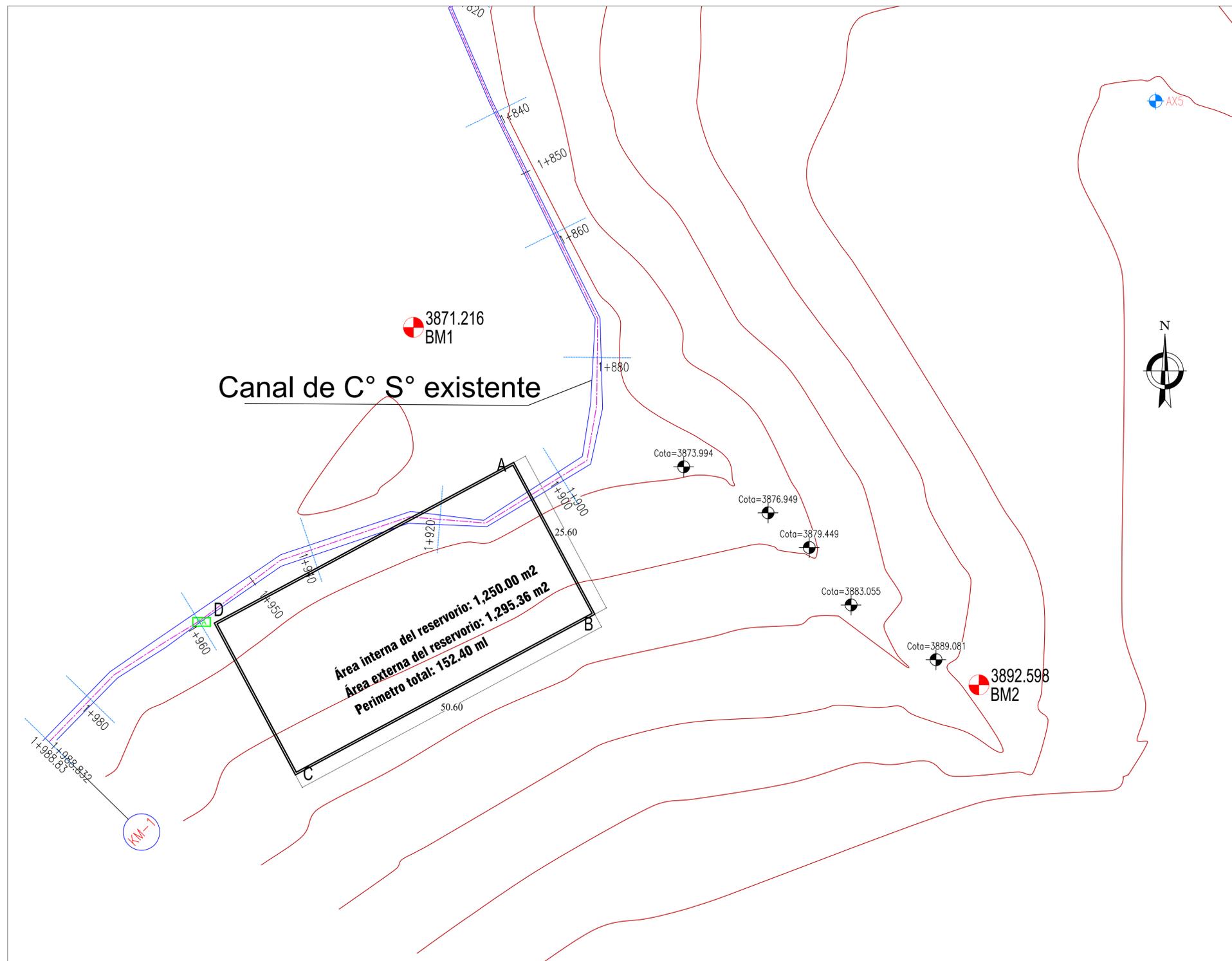
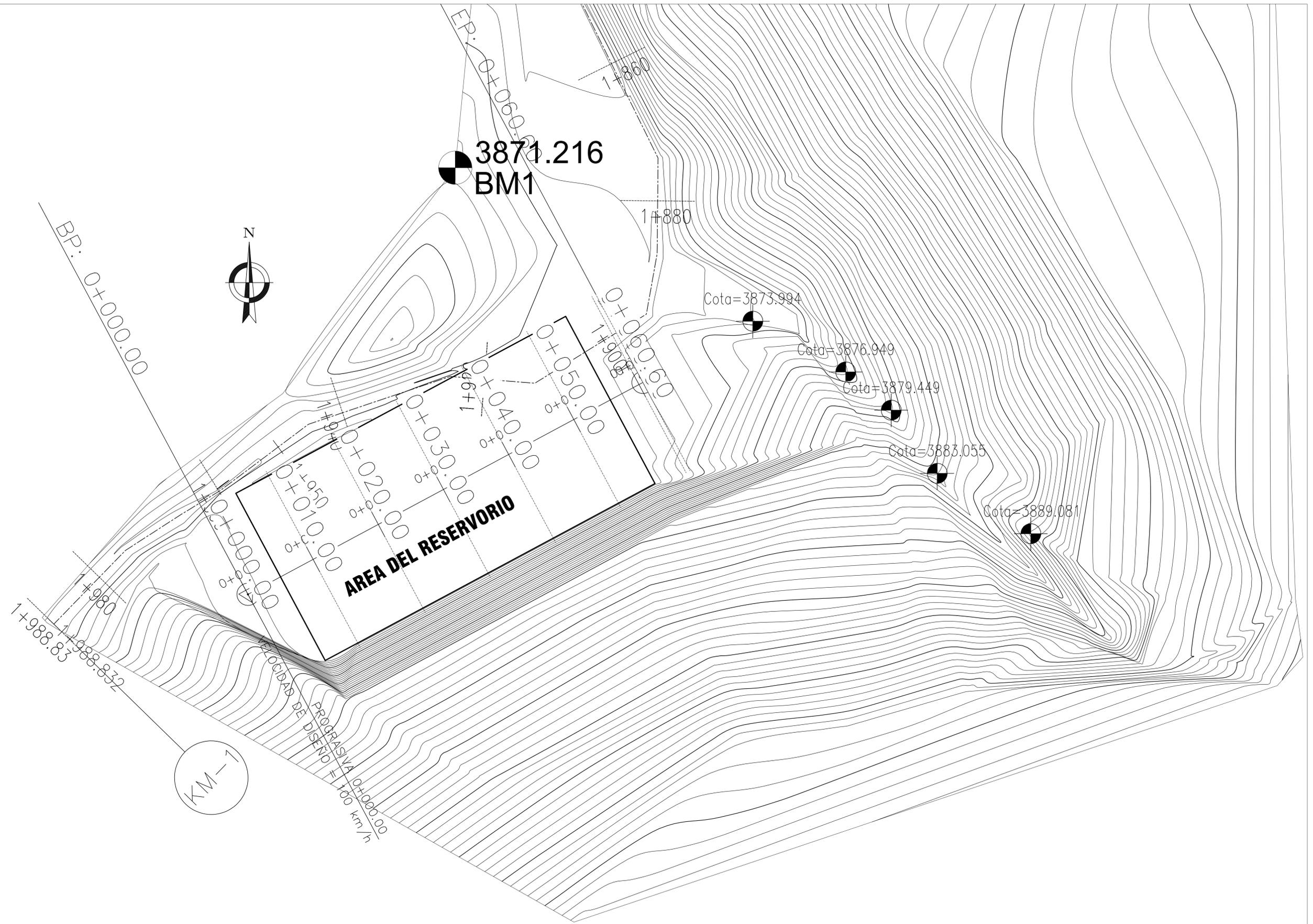
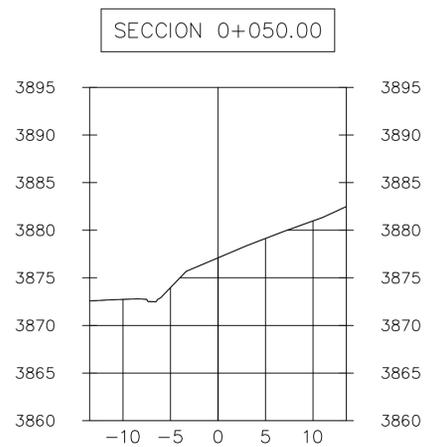
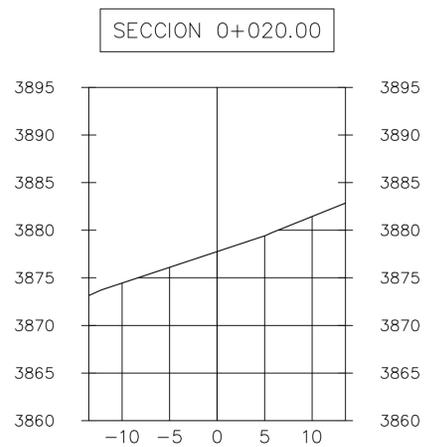
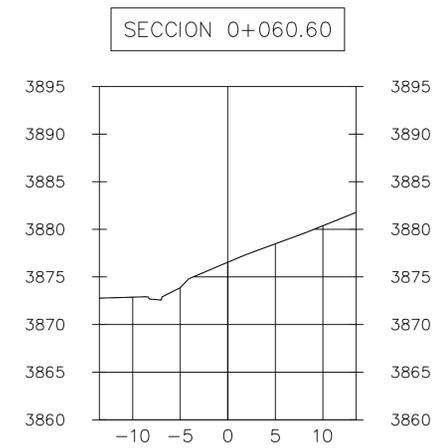
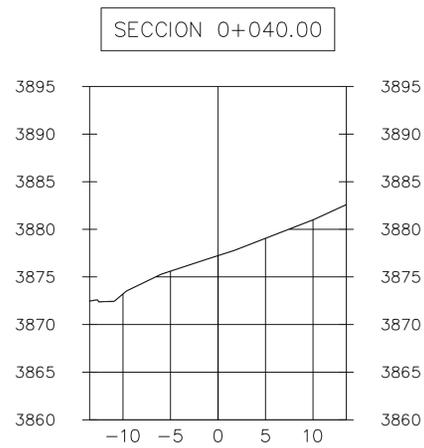
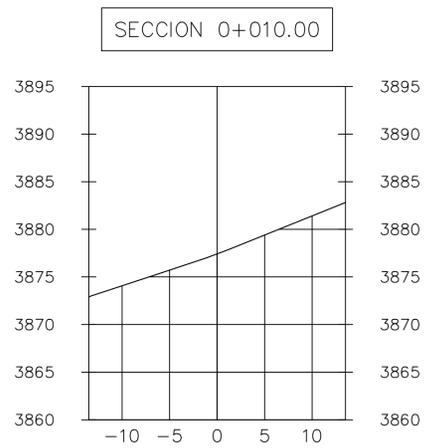
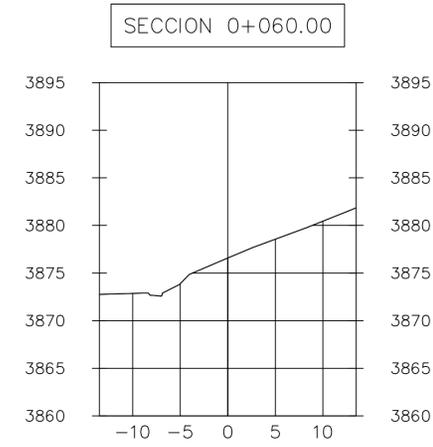
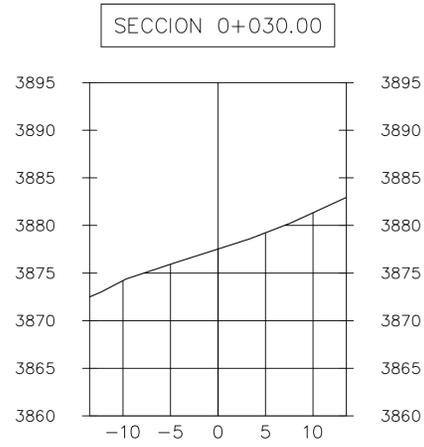
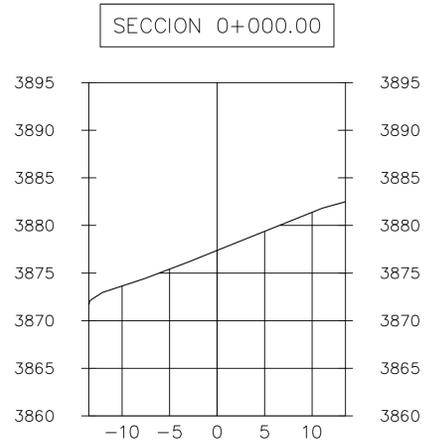


IMAGEN SATELITAL DEL PROYECTO

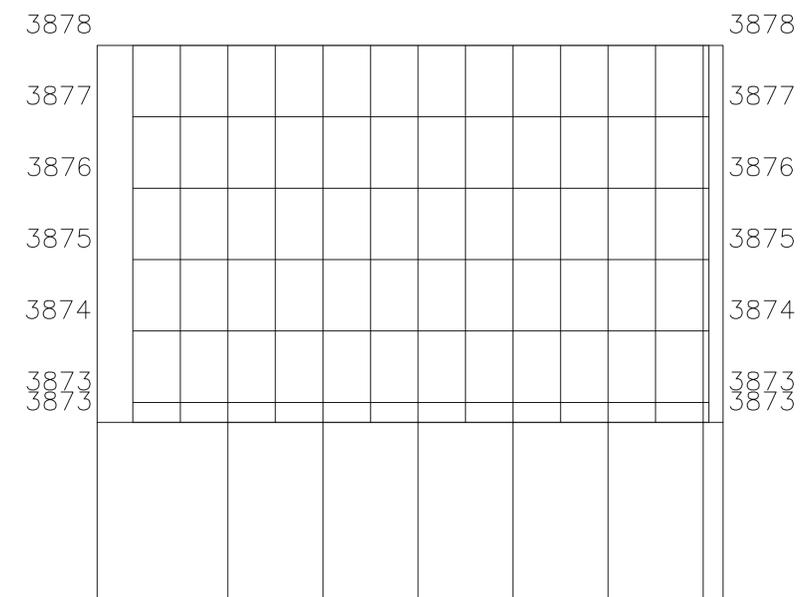


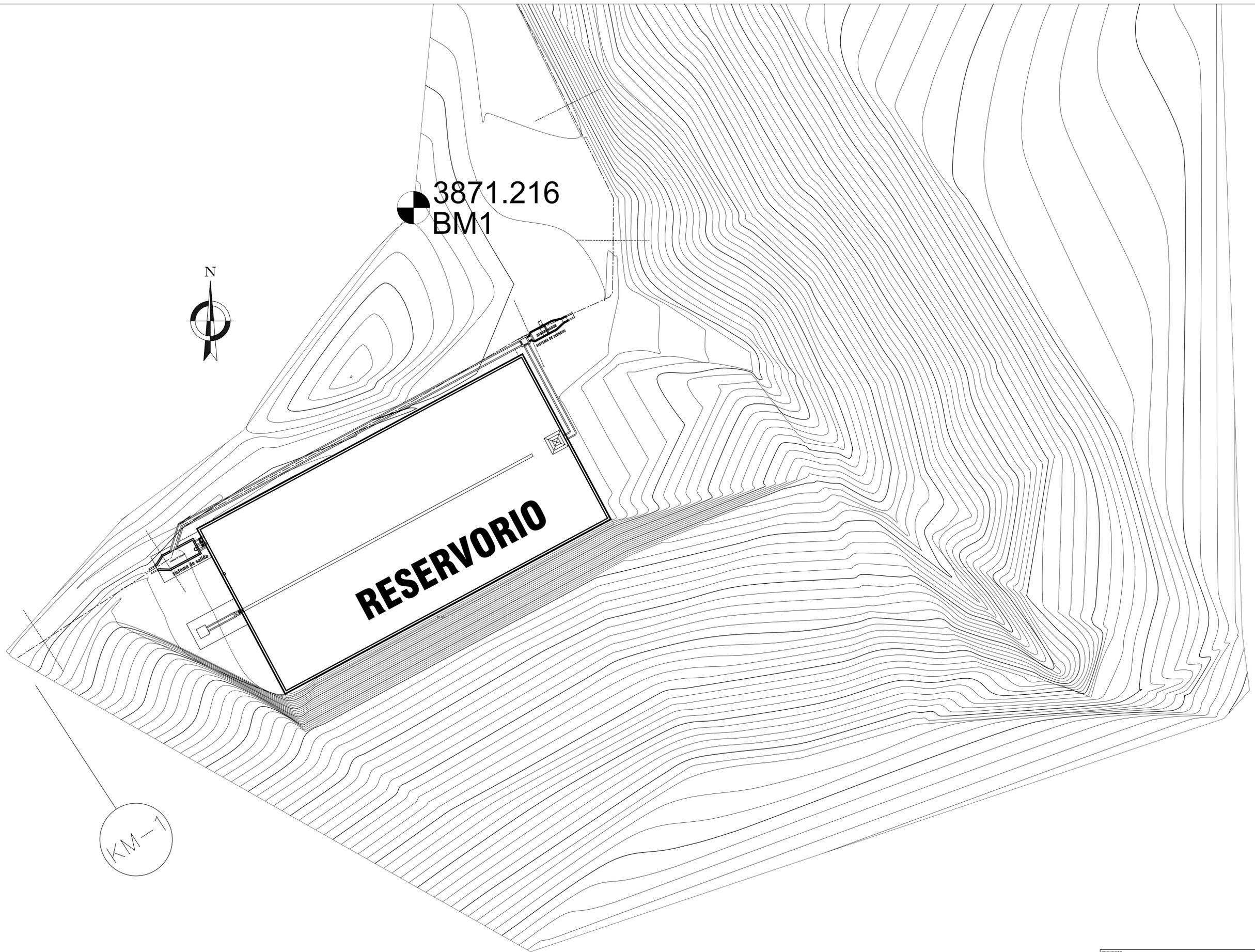
TOPOGRAFIA DEL TERRENO
Esc: 1/250

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL RESERVORIO COMPROBADO POR EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS DE LA IRRIGACIÓN EN TORO, LA UNIÓN - AREQUIPA, 2021			 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
TESISTA:	EMILIANO ALEX, VENTURA CABANA				
PLANO:	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO			LÁMINA:	
FUENTE:	ELABORACIÓN PROPIA	ESCALA:	1/250	FECHA:	SEPTIEMBRE 2021
				P-02	2/6



PERFIL LONGITUDINAL

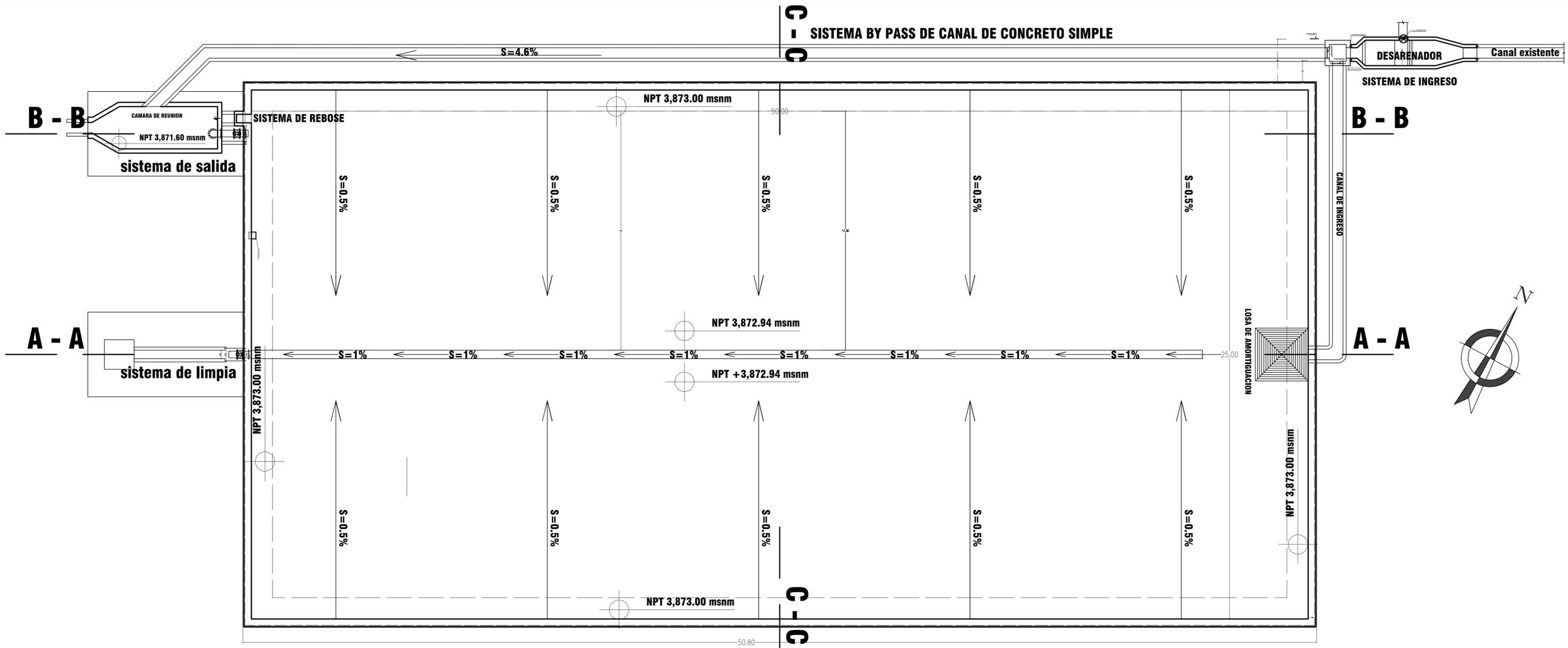




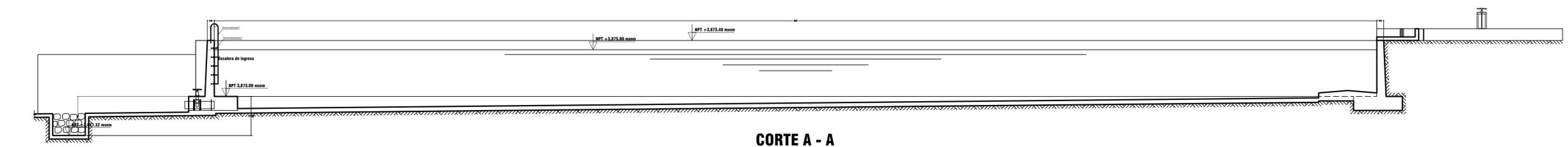
PLANIMETRIA DEL RESERVORIO
Esc: 1/250

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL RESERVORIO COMPROBADO POR EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS DE LA IRRIGACIÓN EN TORO, LA UNIÓN - AREQUIPA, 2021			 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
TESISTA:	EMILIANO ALEX. VENTURA CABANA				
PLANO:	PLANIMETRIA			LAMINA:	
FUENTE:	ELABORACIÓN PROPIA	ESCALA:	1/250	FECHA:	SEPTIEMBRE 2021

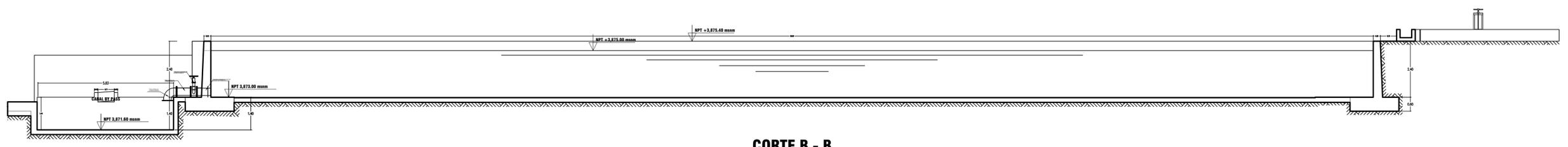
P-04



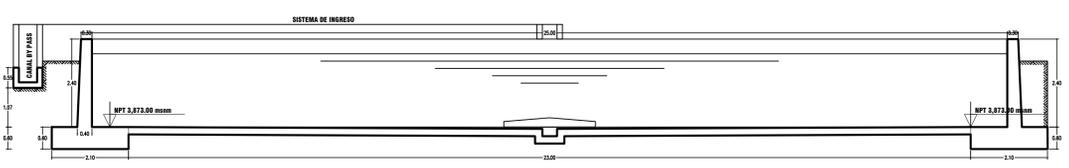
VISTA EN PLANTA DEL RESERVORIO



CORTE A - A

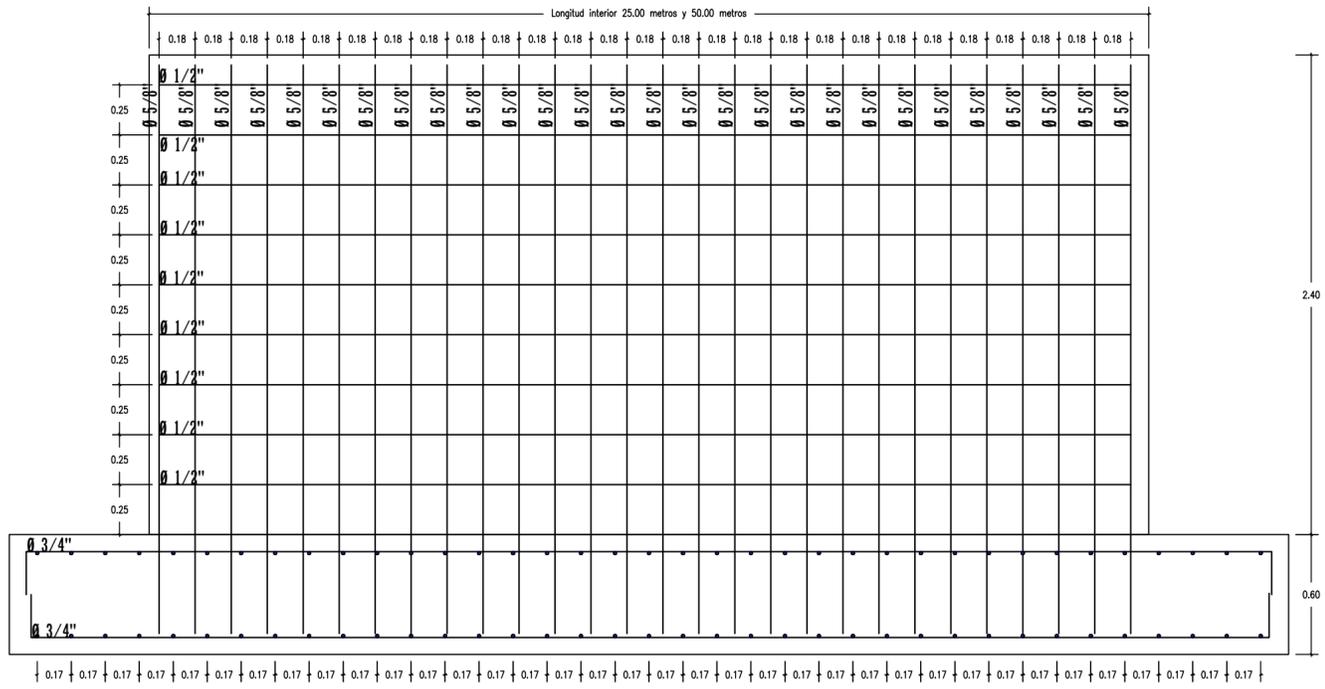


CORTE B - B



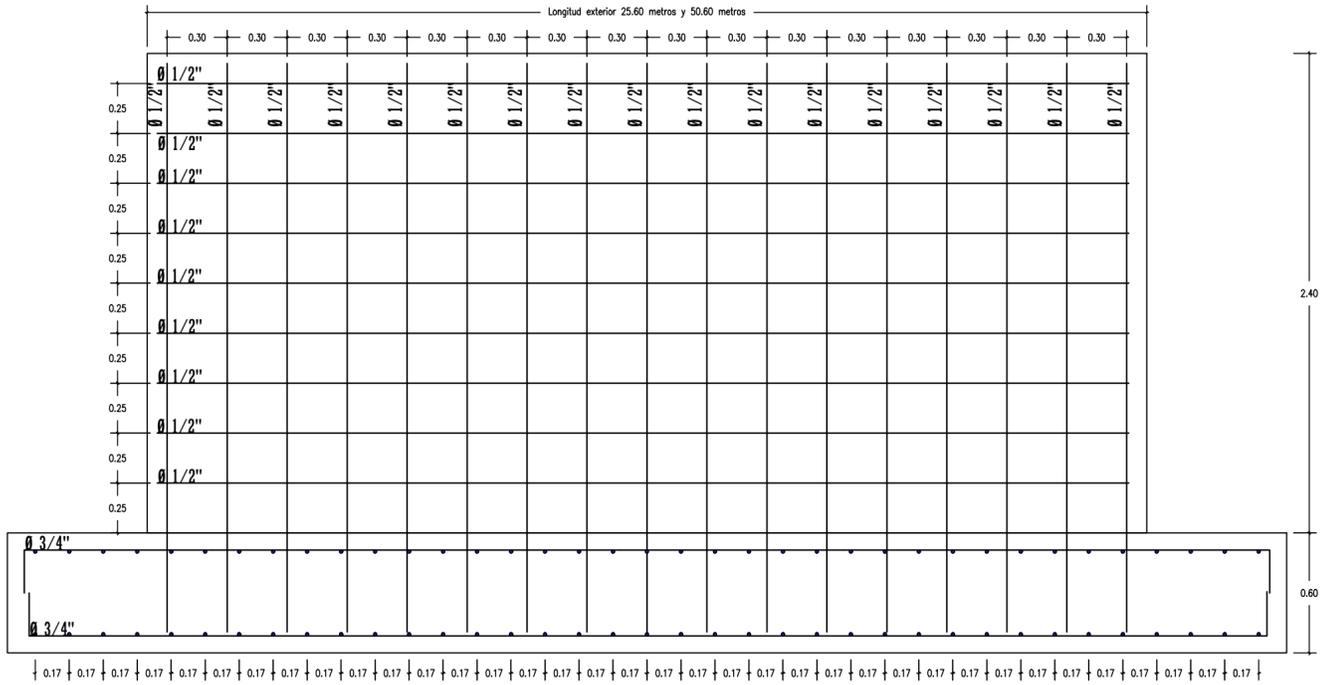
CORTE C - C

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL RESERVORIO COMPROBADO POR EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS DE LA IRRIGACIÓN EN TORO, LA UNIÓN - AREQUIPA, 2021		 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
TESISTA:	EMILIANO ALEX, VENTURA CABANA		
PLANO:	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA Y CORTES		LAMINA:
FUENTE:	ELABORACIÓN PROPIA	ESCALA:	1/100
		FECHA:	SEPTIEMBRE 2021
			P-05



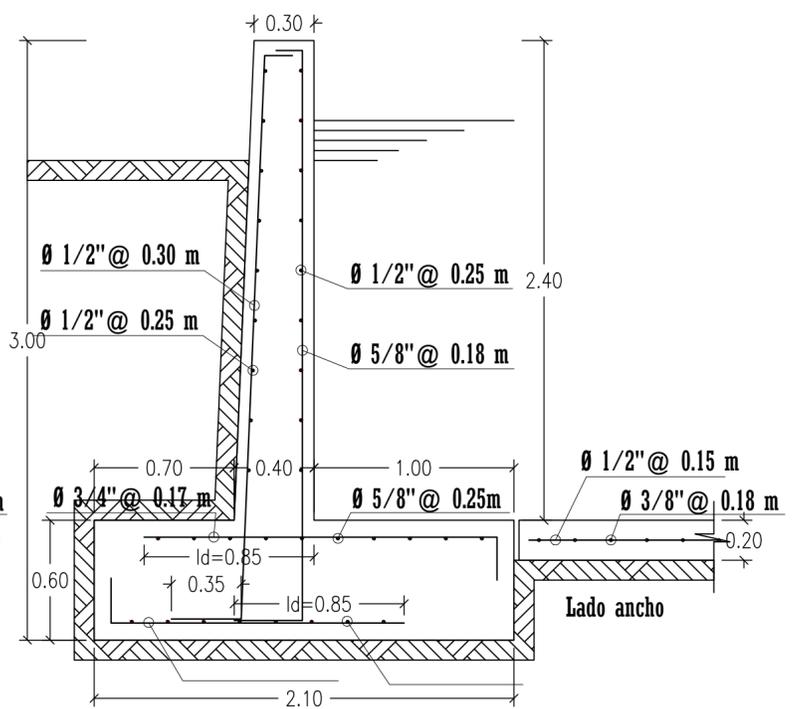
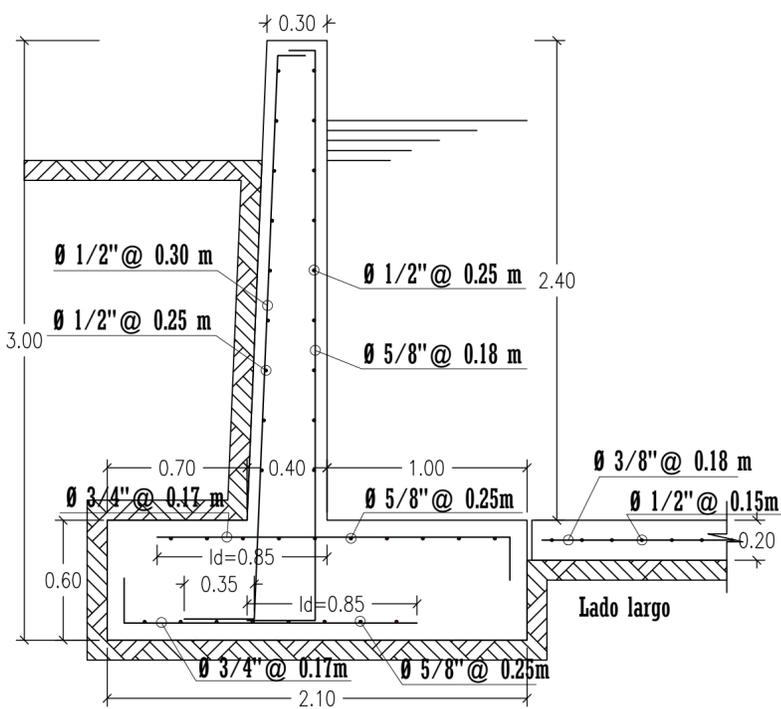
ARMADO DE MALLA EN CARA INTERIOR

ESCALA: 1/25



ARMADO DE MALLA EN CARA EXTERIOR

ESCALA: 1/25



DETALLE DE MURO DE CONTENCIÓN

ESCALA: 1/25

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL RESERVOIRIO COMPROBADO POR EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS DE LA IRRIGACIÓN EN TORO, LA UNIÓN – AREQUIPA, 2021		
TESISTA:	EMILIANO ALEX, VENTURA CABANA		
PLANO:	DETALLES DE ACERO		
FUENTE:	ELABORACIÓN PROPIA	ESCALA:	1/25
		FECHA:	SEPTIEMBRE 2021



LAMINA: **P-06**

Lima 04 de septiembre del 2021

Mg. Leopoldo Choque Flores |
Coordinador Académico
E.P. de Ingeniería Civil - **Campus Lima Ate**

De mi mayor consideración

Estimado Sr.: **Mg. Leopoldo Choque Flores**

Me dirijo a usted respetuosamente con la finalidad de solicitar la exoneración del requisito de presentación de ARTICULO CIENTÍFICO, para lo cual sustento en los siguientes puntos los detalles:

1. PRIMERO: se da conocer el desconocimiento del tema sobre la formulación de la investigación científica, al margen del tiempo que se tiene para la elaboración, ya que cumplimos con los plazos respectivos dentro del taller de titulación enfocándonos netamente en la formulación de la tesis, por ende, la formulación del artículo científico tendría que exonerarse.
2. SEGUNDO: Desde el punto de vista de la asesoría del taller de titulación, el docente no desarrollo los distintos niveles de formulación, metodologías para el desarrollo del artículo científico.
3. TERCERO: El alto costo de publicación en la mayoría de revistas científicas que tampoco se contempla dentro del presupuesto establecido para el taller de titulación.
4. CUARTO: las tesis elaboradas a lo largo del curso de taller de titulación no tienen la calidad para la inserción a una revista científica, ya que las tesis de pregrado con netamente para desarrollo técnico y con ello lograr solucionar deficiencias presentadas en la sociedad. Por lo mismo que la formulación de un artículo científico para nivel de doctorado se necesita un tiempo mayor para ser preparado.

Cabe destacar que los puntos mencionados están referidos al **grupo 14 de taller de titulación G14**, que, en calidad de representante de los mismos, yo; **JOHON CESAR CORNEJO PARI** con **DNI 47184723** para detallar los puntos anteriores mencionados para la evaluación de **la “NO PRESENTACIÓN DEL ARTICULO CIENTÍFICO DEL TALLER DE TITULACIÓN DEL G14”**.

Por todo lo expuesto, le reitero mi solicitud de **“NO PRESENTACIÓN DEL ARTICULO CIENTÍFICO”**, agradeciendo de antemano toda la cooperación que pueda prestar al respecto.

Sin más a qué referirme y en espera de una pronta y favorable respuesta a esta solicitud, me despido.

Atentamente,



REPRESENTANTE DE TALLER DE TITULACIÓN G14
JOHON CESAR CORNEJO PARI
DNI: 47184723