



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**PROPUESTAS ESTRUCTURALES PARA LA SUSTITUCIÓN DEL MURO DE
CONTENCIÓN COLAPSADO EN LA CALLE DE LAS CRUCES, BARRIO
TUCUSO, CANTÓN MEJÍA, PROVINCIA DE PICHINCHA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingenieros Civiles

AUTORES: Kevin Paúl Camacho Ocaña

Kevin Vladimir Sánchez Andrade

TUTOR: Marlon Manolo Arévalo Navarrete

Quito - Ecuador

2022

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Kevin Paúl Camacho Ocaña con documento de identificación N° 1721636239 y Kevin Vladimir Sánchez Andrade con documento de identificación N°; 1721852257 manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 01 de agosto del 2022

Atentamente,

Kevin Paúl Camacho Ocaña
1721636239

Kevin Vladimir Sánchez Andrade
1721852257

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Kevin Paúl Camacho Ocaña con documento de identificación N° 1721636239 y Kevin Vladimir Sánchez Andrade con documento de identificación N° 1721852257; expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Propuestas Estructurales para la sustitución del Muro de Contención colapsado en la Calle de las Cruces, Barrio Tucuso, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros Civiles, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 01 de agosto del 2022

Atentamente,



Kevin Paúl Camacho Ocaña

1721636239



Kevin Vladimir Sánchez Andrade

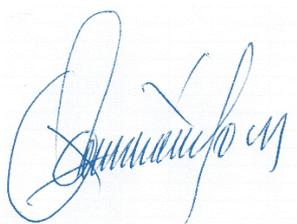
1721852257

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Marlon Manolo Arévalo Navarrete con documento de identificación N° 1706746029, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: PROPUESTAS ESTRUCTURALES PARA LA SUSTITUCIÓN DEL MURO DE CONTENCIÓN COLAPSADO EN LA CALLE DE LAS CRUCES, BARRIO TUCUSO, CANTÓN MEJÍA, PROVINCIA DE PICHINCHA, CANTÓN QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA, realizado por Kevin Paúl Camacho Ocaña con documento de identificación N° 1721636239 y por Kevin Vladimir Sánchez Andrade con documento de identificación N° 1721852257, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 01 de agosto del 2022

Atentamente,



Ing. Marlon Manolo Arévalo Navarrete, Msc.

1706746029

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con todo mi cariño, amor y afecto a mi madre, mis hermanos, mis tíos, mis primos, mi novia, mis abuelitos, mis amigos que me han acompañado durante este camino, por su apoyo incondicional y su motivación constante para no darme por vencido, simplemente gracias por todo. Los amo a todos.

Kevin Paúl Camacho Ocaña

“¿Cómo “si Tú puedes?”, le dijo Jesús. Todas las cosas son posibles para el que cree.”
Marcos 9:23

Todos mis logros y esfuerzo son de las personas que creen en mí. Dedico este trabajo a todos los que han contribuido con su granito de arena para ayudarme en la culminación de esta etapa de mi vida.

Su apoyo, aporte y cariño son invaluableles.

“La falta de talento natural se compensa con disciplina y trabajo duro”
Anónimo

Kevin Vladimir Sánchez Andrade

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mi mamita, este logro no es mío es tuyo, nosotros sabemos lo que pasamos para llegar a este camino. Nunca me soltaste por más dura que sea la situación y me acompañaste en todo momento, gracias por tu amor incondicional y por ser ejemplo a seguir, siempre serás mi mayor orgullo.

También agradezco a mis tíos Vinicio, Karina, Norma por el granito de arena que pusieron en mí. Agradezco a mi pareja Alex por haber llegado a mi vida en el momento indicado y que me ha ayudado a crecer como persona.

Kevin Paúl Camacho Ocaña

A mis padres Marisol y Vladimir por ser los cimientos de mi desarrollo, gracias por creer en mí y de lo que soy capaz. Que la vida me alcance y me permita retribuirles todo lo que me han dado. A los amigos que el tiempo y la vida universitaria me obsequió, Kevin y Nicolas, gracias por todos los momentos compartidos.

A mi más grande amigo, Dr. Edmundo Gustavo Becerra, su apoyo, aporte y cariño son invaluable. A mi tutor de Tesis Ing. Marlon Arévalo, le agradezco inmensamente por todos sus conocimientos impartidos en las diferentes áreas en el transcurso de mi carrera universitaria. Gracias por su orientación, paciencia y motivación para la elaboración de este trabajo.

A mi esposa Katherine, gracias por tu apoyo incondicional y creer en mí aún en las circunstancias más difíciles. Todo mi amor, respeto y admiración son para ti. Por último y los más importantes, mis hijos Isabella y Martin, gracias por darme la fuerza y motivación para superarme día a día. Son mi admiración, mi más grande orgullo y mi alegría. Mi gratitud es para todos ustedes.... Dios les pague por todo.

Kevin Vladimir Sánchez Andrade

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I	1
ANTECEDENTES Y GENERALIDADES.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Antecedentes	1
1.3. Importancia y alcance.....	2
1.4. Delimitación	2
1.5. Justificación.....	3
1.6. Objetivo general	4
1.8. Objetivos específicos.....	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Presión lateral de tierras	5
2.2. Teoría de Rankine.....	5
2.3. Presión Hidrostática.....	7
2.4. Muros de Contención	8
2.5. Prediseño de un muro de contención.....	10
2.6. Estabilidad Estructural de un Muro.....	10
CAPÍTULO III	13
METODOLOGÍA.....	13
3.1. Diseño de la investigación.....	13
3.3. Método de investigación.....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	14
3.5. PROCESO TÉCNICO DE INGENIERÍA CIVIL.....	15
3.6. Levantamiento topográfico.....	15
3.7. Ensayo SPT	24
CAPÍTULO IV.....	29
ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL MURO - REALIZACIÓN DEL PRESUPUESTO	29
4.1. Parámetros de análisis	29
4.2. Modelado del muro en Geo-Studio y CypeCad	42
4.3. Análisis de resultados	48
CONCLUSIONES	59
RECOMENDACIONES	61
GLOSARIO.....	62

REFERENCIAS	64
ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	25
Tabla 2	26
Tabla 3	28
Tabla 4	33
Tabla 5	35
Tabla 6	35
Tabla 7	37
Tabla 8	38
Tabla 9	39
Tabla 10	40
Tabla 11	40
Tabla 12	52
Tabla 13	53
Tabla 14	53
Tabla 15	54
Tabla 16	56
Tabla 17	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	3
Figura 2.....	7
Figura 3.....	9
Figura 4.....	10
Figura 5.....	11
Figura 6.....	12
Figura 7.....	16
Figura 8.....	17
Figura 9.....	17
Figura 10.....	18
Figura 11.....	19
Figura 12.....	20
Figura 13.....	22
Figura 14.....	23
Figura 15.....	24
Figura 16.....	26
Figura 17.....	30
Figura 18.....	31
Figura 19.....	31
Figura 20.....	32
Figura 21.....	36
Figura 22.....	39
Figura 23.....	43
Figura 24.....	43
Figura 25.....	44
Figura 26.....	44
Figura 27.....	45
Figura 28.....	45
Figura 29.....	46

Figura 30.....	47
Figura 31.....	47
Figura 32.....	48
Figura 33.....	48
Figura 34.....	49
Figura 35.....	49
Figura 36.....	50
Figura 37.....	50
Figura 38.....	51
Figura 39.....	51
Figura 40.....	55
Figura 41.....	57

RESUMEN

El presente trabajo técnico tiene como objetivo encontrar una propuesta viable con base en el análisis costo-beneficio para el reemplazo del muro colapsado en el barrio Tucuso, Cantón Mejía. Esto nace para dar respuesta a la problemática de los moradores debido a la falta de atención de las entidades competentes, ya que el diseño de este muro queda como precedente para una futura ejecución y esto traerá consigo el beneficio a los productores de lácteos, las personas que se dedican al turismo en la zona y en general a todos los habitantes. Cabe destacar que sobre el muro pasa una vía de tercer nivel la cual conecta a este pequeño poblado con el centro del cantón y es por esto que se ha visto la necesidad de desarrollar el proyecto. Para ello se realizó un estudio de suelos que arrojó como resultado un suelo de tipo limo arenoso, el cual necesita la presencia de un pequeño mejoramiento de subbase clase III, esto hace que sea apto para soportar las solicitaciones dadas por el empuje del suelo, el peso propio de la estructura y la sobrecarga por tránsito ligero presente en el sector. La metodología utilizada fue de carácter experimental y analítica porque era necesario realizar sondeos y extracción de muestras en el sitio de estudio, posterior a ello se realiza los ensayos en laboratorio para obtener los parámetros necesarios para el diseño del muro, seguido de ello se analizó los datos y se desarrolló el pre diseño de la geometría que será aplicada en los elementos estructurales. Para obtener los resultados se hizo una comparación con la ayuda de CypeCad y Geo-Studio, los valores entregados por los programas fueron verificados por el cálculo manual. Finalmente se verificó que el muro cumple las condiciones y objetivos planteados en la investigación, de esta manera se obtiene la propuesta más viable para entregar a la comunidad los estudios para una futura ejecución del mismo.

PALABRAS CLAVE: Contrafuerte, estabilidad, ménsula, voladizo

ABSTRACT

The objective of this technical work is to find a viable proposal based on a cost-benefit analysis for the replacement of the collapsed wall in the Tucuso neighborhood, Mejía city. This was born to respond to the problems of the inhabitants due to the lack of attention from the competent entities, since the design of this wall remains as a precedent for a future execution and this will bring benefits to dairy producers, people who are engaged in tourism in the area and in general to all the inhabitants. It should be noted that a third level road passes over the wall, which connects this small town with the center of the city and that is why it has been necessary to develop the project. For this purpose, a soil study was carried out which resulted in a sandy silt type soil which requires the presence of a small improvement of class III subbase, which makes it suitable to withstand the stresses given by the thrust of the soil, the weight of the structure itself and the overload due to light traffic present in the sector. The methodology used was experimental and analytical because it was necessary to make soundings and extract samples at the study site, after which laboratory tests were performed to obtain the necessary parameters for the design of the wall, followed by the analysis of the data to develop the pre-design of the geometry that will be applied to the structural elements. To obtain the results, a comparison was made with the help of CypeCad and Geo-Studio, the values provided by the programs are close to those obtained by manual calculation. Finally, it was verified that the wall meets the conditions and objectives set forth in the research, thus obtaining the most viable proposal to provide the community with the studies for a future execution of the wall.

KEYWORDS: Caried/engaged/develop/sounding

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

1.1.Introducción

En el presente trabajo técnico titulado “Propuestas estructurales para la sustitución del muro de contención colapsado en la calle de las Cruces, barrio Tucuso, cantón Mejía, provincia de Pichincha” se buscó dos soluciones técnicas para el muro colapsado. Para ello, se procedió con el diseño de dos propuestas detalladas a continuación.

La primera es un muro en voladizo, el cual es un muro de hormigón armado con geometría adecuada, capaz de resistir los empujes del relleno;

La segunda opción es un muro en contrafuerte que tiene características similares al muro en voladizo, pero que incorpora delgadas losas de concreto a lo largo de toda su longitud separados en intervalos regulares.

Para el diseño de nuestras propuestas nos apoyaremos en la utilización de softwares de modelado como Geo-Studio y CypeCad.

Posteriormente realizaremos un análisis técnico y económico para determinar la opción más adecuada que pueda reemplazar al muro existente colapsado.

1.2.Antecedentes

Para realizar la presente investigación se tomó en cuenta algunos precedentes importantes de construcción a nivel nacional. Uno de ellos es el construir una edificación de manera informal, es decir, sin el previo trámite que esto conlleva. Esto puede ocurrir por diversas razones como el desconocimiento, la demora en aprobar el permiso de construcción o los costos que implica la documentación. Dicho esto, en el cantón Mejía gran parte de las construcciones no cuentan con estos requisitos indispensables que

garantizarán la seguridad y viabilidad de dichas edificaciones. Es por esto que el municipio ha hecho mayor énfasis en que las construcciones respeten los documentos solicitados, pero que lamentablemente no han tenido gran acogida en las partes periféricas de la ciudad.

Se conoce que previo a nuestra investigación, técnicos del municipio del cantón Mejía realizaron un estudio de suelos en el año 2018, para conocer las condiciones en que se encontraba el suelo, y determinar la factibilidad de su construcción, arrojando como datos que el suelo tenía las condiciones necesarias para soportar las cargas que fueron aplicadas al momento de ejecutar el muro de contención.

1.3.Importancia y alcance

Este proyecto es importante porque garantizará la seguridad de la infraestructura vial para los habitantes de la zona, siendo esta una vía de acceso principal, tomando en cuenta que la población beneficiada es la que provee el mayor porcentaje de productos lácteos al cantón y parte de la provincia de Pichincha.

Asimismo, hay que tomar en cuenta que previamente ya se realizó la construcción de un muro de contención en la zona, que posteriormente tuvo fallos y colapsó. Esto sucedió debido a que no se elaboró un buen diseño por parte de los encargados al momento de construir el muro. Por lo tanto, al considerar los errores anteriormente mencionados, la propuesta de nuestro proyecto garantizará la seguridad estructural y la vida útil del muro.

1.4.Delimitación

La construcción de este muro de aproximadamente 70m se realizará en el mismo sitio donde se produjo el colapso del muro existente.

Figura 1.

Ubicación del proyecto.



Elaborado por: Autores

1.5. Justificación

En el barrio Tucuso aproximadamente hace diez meses colapsó un muro de contención de una importante vía de acceso para la comunidad lechera de toda la ciudad de Machachi. Por ello, se plantea una propuesta viable para la construcción de un nuevo muro en beneficio de todos los moradores del sector que dependen de esta vía de acceso para la producción y venta de lácteos.

Este proyecto técnico, es factible debido a que las condiciones del suelo de cimentación en el lugar fueron analizadas anteriormente, y sus resultados garantizan la estabilidad del muro. Además, el sitio de implantación favorece la puesta en obra del muro, ya que tiene una vía de acceso principal que facilitará el transporte de material y mano de obra necesarios para su ejecución.

El beneficio de este proyecto es muy alto, ya que la preservación de esta vía es de gran importancia para la economía de toda la ciudad. Finalmente, se entregará a la comunidad de Tucuso una propuesta viable técnica y económica, para la construcción de un nuevo muro de contención, de acuerdo con las especificaciones ACI-318 Y NEC-15

Objetivos

1.6.Objetivo general

Desarrollar dos propuestas técnicas, para el diseño de un muro de contención en reemplazo del muro colapsado, aplicando la normativa ecuatoriana de la construcción NEC-15 y el ACI-318.

1.8.Objetivos específicos

- Analizar y modelar el muro existente, mediante el software Geo-Studio para determinar las causas del colapso de la estructura.
- Calcular los asentamientos elásticos aplicando la teoría de mecánica de suelos y la norma ecuatoriana de la construcción para evitar posibles asentamientos dados por el peso de la estructura sobre el suelo de cimentación.
- Determinar las deformaciones idealizando la pantalla del muro como una viga empotrada en voladizo, para verificar el empuje del suelo sobre la estructura.
- Realizar el modelado con el uso de los programas CYPECAD y GEOSTUDIO para comprobar la estabilidad de las estructuras obtenidas en el cálculo manual.
- Realizar y comparar el presupuesto referencial, mediante el análisis de precios unitarios y cronograma valorado de trabajos para determinar la propuesta más viable.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Presión lateral de tierras

La presión lateral de tierra se divide en tres categorías principales que dependen de la naturaleza del movimiento en la estructura de contención. Estas son:

- Presión Activa: Es el empuje del suelo contra el muro de contención.
- Presión Pasiva: Es el empuje del muro de contención contra el suelo.

2.2. Teoría de Rankine

La teoría de Rankine supone que el suelo es homogéneo, y que este se encontrará en un estado de equilibrio plástico. En este caso no se toma en cuenta la fuerza de fricción entre el suelo y el muro. Con estas consideraciones podemos simplificar el problema para obtener las siguientes ecuaciones.

Presión Activa

$$PA = \frac{\gamma_s * H^2}{2} \cos \beta \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} = \frac{1}{2} \gamma_s * H^2 * Ka$$

$$pa = \gamma_s * Ka * H$$

Donde:

$$Ka = \cos \beta \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}$$

Presión Pasiva

$$PP = \frac{\gamma_s * HF^2}{2} \cos \beta \frac{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}} = \frac{1}{2} \gamma_s * HF^2 * K_p$$

$$pp = \gamma_s * K_p * HF$$

Donde:

$$K_p = \cos \beta \frac{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}$$

Cuando el relleno es horizontal $\beta = 0$

$$PP = \frac{1}{2} \gamma HF^2 \left(\frac{1 + \operatorname{sen} \phi}{1 - \operatorname{sen} \phi} \right)$$

Donde:

PA = Presión Activa

pa = Presión Activa unitaria

Ka = coeficiente de presión activa

PP = Presión Pasiva

pp = Presión Pasiva unitaria

Kp = coeficiente de presión pasiva

β = ángulo de inclinación del relleno

ϕ = ángulo de fricción interna del suelo

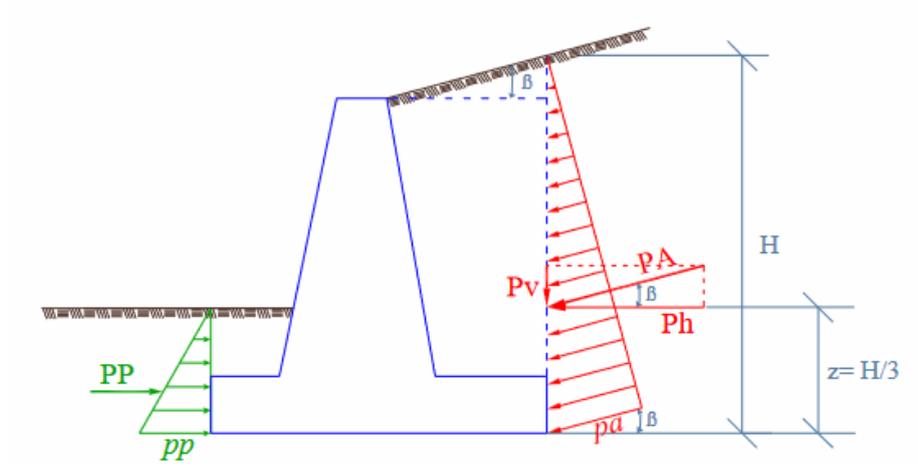
γ_s = peso específico del suelo

H = altura del muro

HF = altura de cimentación del muro

Figura 2

Presiones laterales de tierra.



Elaborado por: Autores.

Según la teoría de Rankine los empujes activo y pasivo estarían dados por las siguientes expresiones.

$$Ea = \frac{1}{2} \gamma H^2 Ka \quad , \quad Ep = \frac{1}{2} \gamma H^2 Kp$$

2.3. Presión Hidrostática

Además de los empujes antes mencionados. En el suelo puede presentarse el empuje hidrostático debido a la presencia de nivel freático. Este debe ser tomado en cuenta al momento de realizar el diseño a menos que se implementen drenajes adecuados. Debido a esta presión hidrostática, en la cara del muro se formará un diagrama de presiones rectangular constante en relación con la altura H del muro.

$$Pw = \gamma_w * H$$

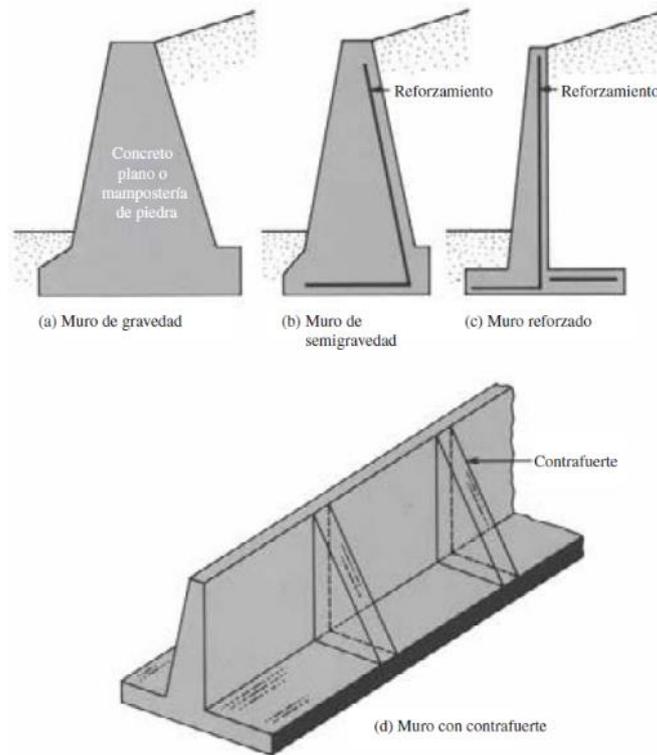
2.4. Muros de Contención

Los muros de contención son estructuras que proporcionan apoyo lateral permanente a taludes, rellenos, sótanos de edificios, etc. Los muros que generalmente se usan en la construcción son:

- Muros de gravedad: Estos muros dependen únicamente de su propio peso y de cualquier apoyo del suelo sobre su base para la estabilidad. Este tipo de estructura no es una buena opción para muros de gran altura debido a su elevado costo. Se recomienda la utilización de este tipo de muro en alturas que no excedan el 1m.
- Muros de semigravedad: Cuando a los muros de gravedad se les añade una pequeña cantidad de acero para minimizar el tamaño de sus secciones. Altura máxima recomendada 3m.
- Muros reforzados: También llamados muros a gravedad, estas estructuras están construidas con acero reforzado, es una opción adecuada para muros con una altura máxima de 10m.
- Muros con contrafuerte: Este tipo de muro incorpora delgadas losas de concreto a lo largo de toda su longitud separados en intervalos regulares. Debido a la incorporación de los contrafuertes, este muro es excelente reduciendo esfuerzos cortantes y momentos flectores. Altura máxima recomendada 12m.

Figura 3

Tipos de muros.



Fuente: Das, Braja. (2013). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*.

Datos que se necesitan para el diseño de muros:

Para el diseño correcto de un muro se deben conocer las propiedades mecánicas del suelo donde se implantará el muro. Estos parámetros son:

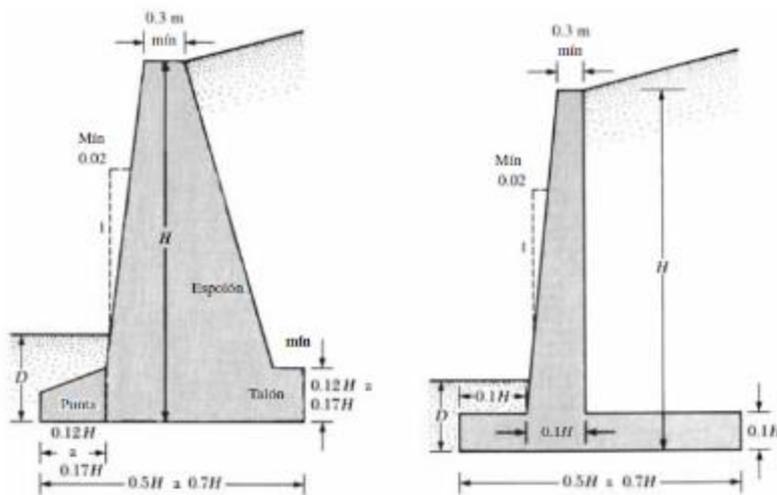
- Peso Unitario del suelo
- Ángulo de fricción
- Cohesión

2.5. Prediseño de un muro de contención

Cuando se comienza a diseñar un muro de contención, el diseñador debe tener un punto de partida en cuanto a las dimensiones y geometría del muro. Para ello nos basamos en las normativas vigentes (NEC-15 , ACI-318) y en las medidas recomendadas en la siguiente figura.

Figura 4

Medidas referenciales para el prediseño de muros de contención.



Fuente: Das, Braja. (2013). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*.

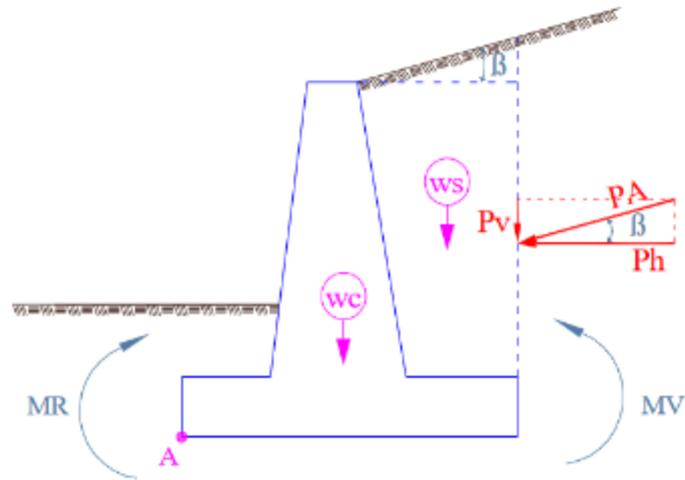
2.6. Estabilidad Estructural de un Muro

- Seguridad al volcamiento

Todo muro de contención debido al empuje activo tiende a volcar por la arista de la base del dedo alrededor del punto (A) tal como se indica en la figura.

Figura 5

Momento volcante y momento estabilizador.



Elaborado por: Autores

Este volteo es producido por la componente horizontal de la Presión Activa P_h que ocasiona un momento de volteo MV tal como se indica.

No se han considerado aquí los empujes pasivos, puesto que, aunque existan tienden a dar seguridad al muro, por ser de acción opuesta a la Presión Activa. El peso propio del muro WC , el peso del suelo sobre el muro WS , así como la componente vertical de la Presión Activa P_v tienden a equilibrar el efecto del momento de volteo produciendo un momento estabilizador o resistente MR .

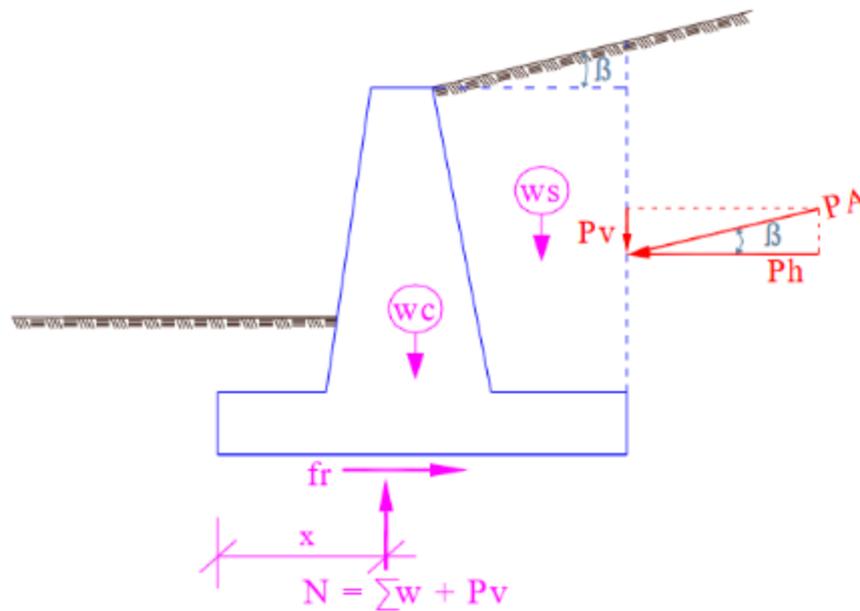
En la norma ecuatoriana de la construcción se indica que este factor de seguridad (momento resistente / momento actuante) tiene que ser ≥ 2

- Seguridad al deslizamiento

Los muros de contención tienden a deslizarse debido al empuje producido por la componente horizontal P_h de la presión activa como se muestra en la siguiente figura.

Figura 6

Fuerza resultante y presiones laterales de tierra.



Elaborado por: Autores

Este deslizamiento va a generar una fuerza contraria que será la fuerza de rozamiento. Esta fuerza se da entre la superficie de la base del muro y el suelo.

La fuerza de rozamiento f_r , es igual al producto de la fuerza normal N ejercida por el muro sobre el suelo, que es igual a la sumatoria del peso propio del muro w_c , el peso del suelo sobre el muro w_s , así como la componente vertical de la Presión Activa P_v , por un coeficiente U .

En la norma ecuatoriana de la construcción nos indica que el factor de seguridad al deslizamiento (fuerzas resistentes / fuerzas deslizantes) deberá ser ≥ 1.5

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es la destreza que desarrolla el investigador para poder dar una respuesta al problema planteado en el estudio. Así, Arias (2012) manifiesta “El diseño de investigación es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado. En atención al diseño, la investigación se clasifica en: documental, de campo y experimental” (p. 27). En consecuencia, la presente investigación contempla un diseño de campo, porque se va a establecer dos propuestas de diseño, en reemplazo de un muro fallido.

3.2. Nivel de la investigación

El nivel de investigación es el grado de profundidad que desarrolla el tema seleccionado en una investigación. Así, Arias (2012) menciona “El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio” (p. 23). Los niveles de investigación se clasifican en tres tipos: exploratorio, descriptivo y explicativo.

3.3. Método de investigación

Según Arias (2012) “Se entenderá por técnica de investigación, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información” (p. 67). Entonces, como primer paso de desarrollo, se procederá a recopilar toda la información necesaria en el sitio donde se construirá el muro. En esta etapa se realizará el levantamiento topográfico de la zona mediante la utilización de una estación total y RTK, para posteriormente estudiar el suelo con un ensayo de perforaciones SPT.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En cuanto a los instrumentos de recolección de datos podemos distinguir el concepto según Arias (2012) “Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información” (p. 68). En este caso, la técnica utilizada fue la revisión documental y los instrumentos a utilizar serán los equipos para el levantamiento topográfico, los softwares CypeCad y Geo-Studio, y el análisis del suelo.

Con toda la información recopilada en los estudios previos, se comenzará el diseño del muro con base en la teoría de empuje de tierras de Rankine y Coulomb. En este punto es importante aclarar que todos nuestros cálculos y resultados estarán limitados por la Norma ecuatoriana de la construcción en sus capítulos NEC-SE-HM (Estructuras de hormigón armado), y NEC-SE-GC (Geotecnia y cimentaciones).

Con las propuestas técnicas realizadas se procederá al modelo del muro con la ayuda del software Geo-Studio y CypeCad para verificar la estabilidad estructural de los muros de contención y además tener una idealización lo más cercana a la realidad de las propuestas para el muro terminado.

Finalmente, obtenido el diseño definitivo de las dos propuestas técnicas para la solución del muro colapsado, se elaborará un presupuesto referencial para obtener la solución más económica y eficiente.

3.5. PROCESO TÉCNICO DE INGENIERÍA CIVIL

3.6. Levantamiento topográfico

Se entiende que un levantamiento topográfico es el conjunto necesario para implantar una obra de carácter civil, cuyo resultado e interpretación es la representación gráfica del sitio donde se llevará a cabo el proyecto en gestión. Para la realización de nuestro trabajo es indispensable realizar el levantamiento topográfico del sitio donde se implantará el proyecto.

A continuación, se detalla el procedimiento ejecutado:

Colocación de puntos GPS:

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) se desarrolló como una tecnología de navegación satelital en tiempo real en cualquier punto de la tierra y a cualquier hora del día.

Para realizar la colocación de puntos de control, el primer paso es hacer un reconocimiento visual del lugar para determinar el sitio óptimo y de preferencia más alto para poder colocar los puntos. Esto debido a que no se pudo obtener un acceso a los puntos de control de la entidad municipal.

Figura 7

Vista satelital del lugar donde se implantará el proyecto.



Elaborado por: Los autores.

Una vez determinado el sitio, procedimos a la implantación del trípode con una base estabilizadora en lo cual se colocará la antena cuya tecnología es el sistema GNSS en tiempo real, este equipo es capaz de recibir información mediante los satélites e interpreta la ubicación geodésica del sitio en estudio. Con la antena plantada y nivelada se toma la altura desde el piso hasta la banda marcada en la antena para determinar los niveles con precisión.

Se recomienda que este paso se realice de una a dos horas en el sitio, ya que el equipo es capaz de tomar tres lecturas por segundo y con esto al final del periodo se obtiene un error despreciable en cotas de altura.

Figura 8

Estación en el punto de control.



Elaborado por: Los autores

Figura 9

Antena base.



Elaborado por: Los autores

Figura 10

Toma de datos.



Elaborado por: Los autores

Con los datos recopilados se procede a enviar la información recopilada a la empresa TOPESCOM S.A. para la certificación e informe de los puntos de control con cotas y coordenadas UTM-17S.

Figura 11

Lista de puntos de control.

TOPESCOM S.A.	Teléfono:593 99 917 0868
RUMIPAMBA E2-214 Y AV. REPUBLICA Edif. Signature Of. 507	Fax:
Quito 170507	www.topescom.com
Ecuador	topescom
Datos del archivo del proyecto	
Sistema de coordenadas	
Nombre:	Nombre: World wide/UTM
Tamaño:	Datum: WGS 1984
Modificado/a: 25/01/2019 17:40:15 (UTC:-5)	Zona: 17 South
Zona horaria: Hora est. Pacífico, Sudamérica	Geoide: EGM96 (Global)
Número de referencia:	Datum vertical:
Descripción:	
Comentario 1:	
Comentario 2:	
Comentario 3:	

Lista de puntos

ID	Norte (Metro)	Este (Metro)	Elevación (Metro)	Código de característica
EPEC	9965160,359	784250,813	2496,806	EPEC
GPS-1	9941292,228	772354,384	2961,182	
GPS-2	9941357,868	772312,065	2959,818	

20/03/2022 21:18:14		Trimble Business Center
---------------------	--	-------------------------

Elaborado por: TOPESCOM S.A.

a) Levantamiento Topográfico:

En el sitio donde se tomó las lecturas previas a obtener la monografía de puntos, realizamos la implantación de los equipos con una antena que funcionó como base y otra como antena móvil la cual hizo la función de un RTK fijo, con la antena base implantada, nivelada y con medida en altura se procede a crear un proyecto nuevo. Los equipos utilizados son de marca ACNOVO, estos equipos presentan un error mínimo de +/- 5cm en lectura de cotas. Para contrarrestar esta falencia se debe mantener el bastón con antena móvil aplomado y verificar en la controladora la altura del mismo, estos equipos se conectan mediante la vía bluetooth entre la base y la antena móvil.

Con el paso previo se inicia la referencia y se procede a la conexión con la antena móvil, el sistema de conexión entre antenas es de radio UHF el cual tiene un alcance de 8 km a la redonda.

Seguido de esto, nos situamos en lugares estratégicos para la toma de puntos, y de esta manera poder tener la ubicación de la vía, casas existentes, postes de alumbrado público y puntos en taludes existentes tanto arriba o abajo para luego obtener la faja topográfica, perfiles transversales y longitudinales.

Figura 12

Toma de puntos con la antena móvil.



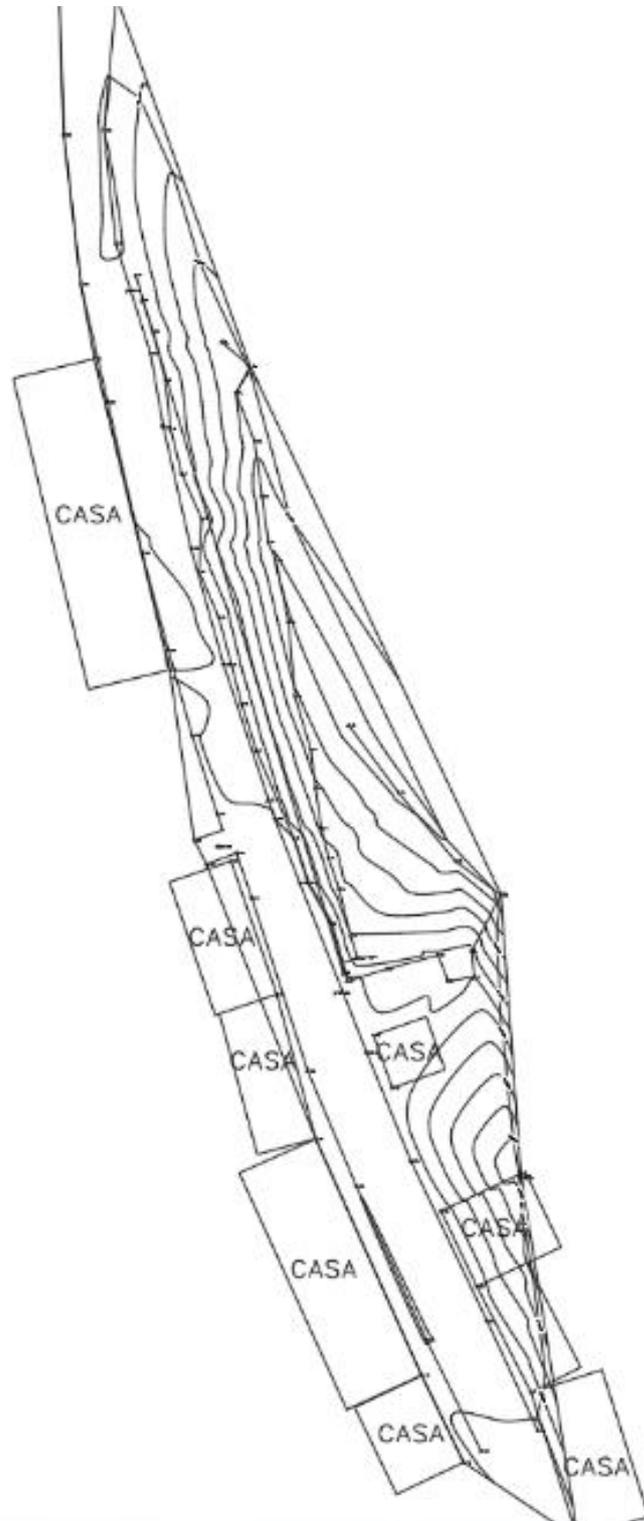
Elaborado por: Los autores

b) Exportación de puntos y dibujo:

Con la culminación de toma de puntos conectamos la controladora a la computadora y exportamos el archivo de sistema RAW a uno de características TXT y un archivo CSV el cual es separado con comas. Con el archivo generado y guardado procedemos a subir los datos en el CivilCAD y de esta manera tener una idealización de donde se llevará a cabo la implantación del muro.

Figura 13

Curvas de nivel.

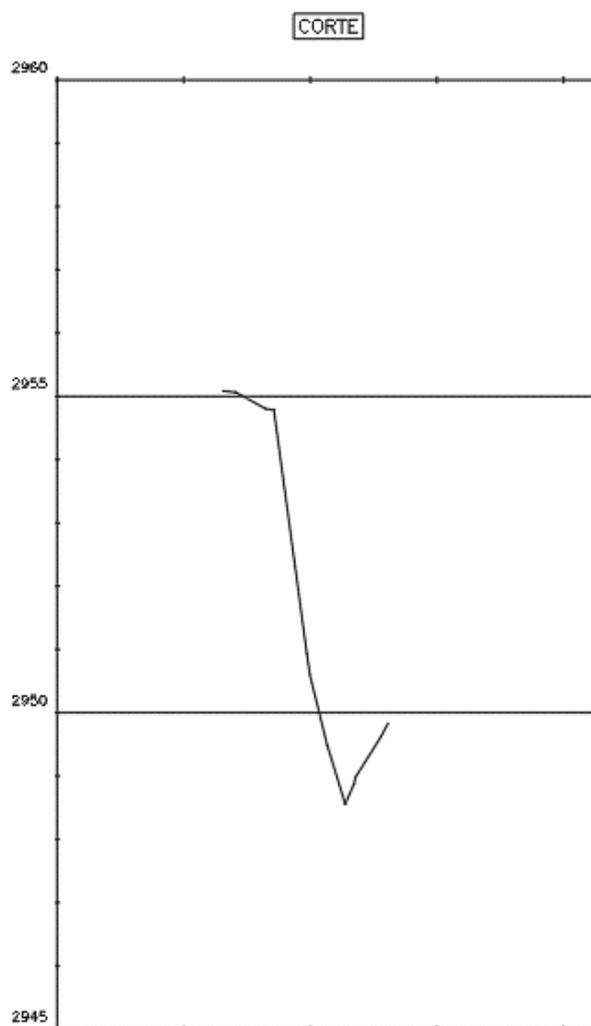


Elaborado por: Los autores

Con los datos interpretados y exportados al software se dibuja y une los mismos de acuerdo a la monografía dada por el topógrafo el cual realizó el levantamiento, con la idealización del proyecto en planta se procede a realizar un Surface en el programa para de esta manera obtener la faja topográfica y curvas de nivel del proyecto, es importante tomar en cuenta que cada paso se debe realizar correctamente ya que todos son consecuentes unos a otros, aquí también se aplica la experiencia del topógrafo para tomar los puntos adecuados y la interpretación correcta de los resultados obtenidos.

Figura 14

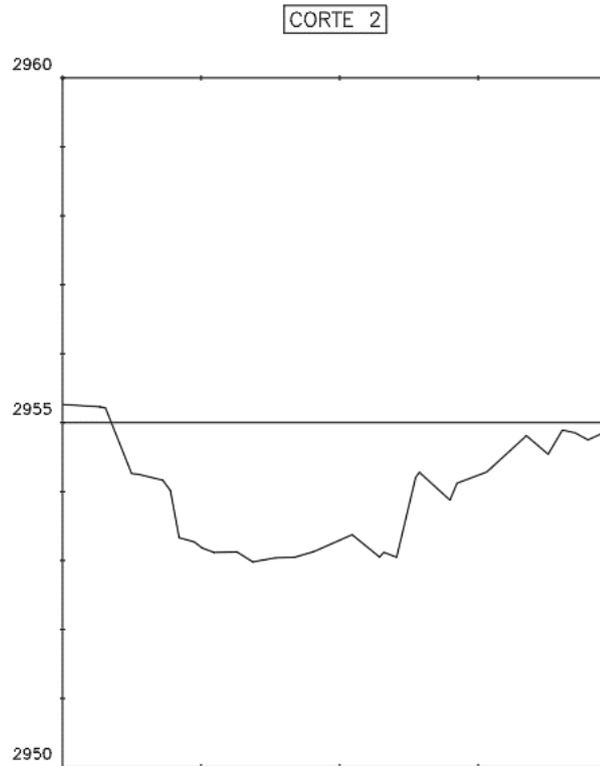
Corte transversal del terreno.



Elaborado por: Los autores

Figura 15

Corte longitudinal del terreno.



Elaborado por: Los autores

3.7. Ensayo SPT

El ensayo SPT o también conocido como ensayo de penetración estándar, es utilizado en los suelos, rocas alteradas y rocas meteorizadas. Este método es el más utilizado y se emplea en sondeos al momento de realizar una perforación in situ del suelo a estudiar, dicho sondeo analiza y compara datos y parámetros mecánicos del suelo con datos obtenidos en el laboratorio.

Para la elaboración del ensayo se dispuso de tres perforaciones ubicadas estratégicamente en el sitio, dichas perforaciones se las realizó hasta una profundidad de 6m.

Tabla 1

Ubicación de perforaciones.

MUESTRA	COORDENADAS 17S		COTA	PROFUNDIDAD
	NORTE	ESTE	msnm	m
P-1	9941327,93	772321,67	2954,77	6
P-2	9941388,10	772312,03	2954,88	6
P-3	9941312,06	772334,35	2949,27	6

Elaborado por: Camacho, V. (2022). *Proyecto de tesis.*

En los análisis realizados se pudo determinar que la capacidad portante del suelo en el estrato superior el cual va desde 1m hasta los 3m de profundidad es de 12,12 ton/m², esta capacidad portante es progresiva hasta la profundidad del sondeo.

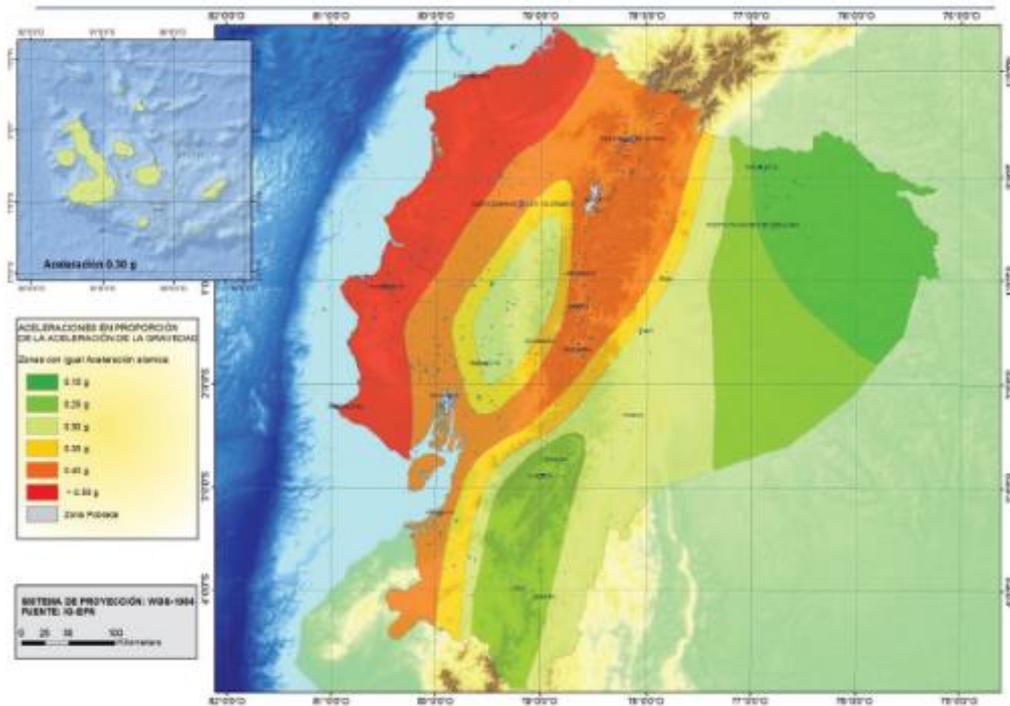
El estudio de mecánica de suelos se desarrolló para determinar las propiedades físicas más relevantes de la estratigrafía, de esta manera se clasifica al sitio como un perfil sísmo resistente TIPO D, esto como consecuencia de los resultados medios a altos dado por los golpes en cada uno de los estratos analizados. En base a un análisis de tipo visual-manual se pudo determinar que el suelo en estudio es: **Limo arenoso con baja plasticidad (ML)**: comprende limos arcillosos y limos limpios color marrón, con ciertos niveles oscuros. En general presenta plasticidad baja a media, resistencia en seco media.

Así mismo, se pudo determinar el tipo de suelo que se encuentra en el sitio, luego de ser analizado mediante clasificación SUCS se obtuvo que presenta arcillas de baja compresibilidad (ML) en una capa dominante a partir de un metro de profundidad en adelante.

Los resultados de capacidad portante hacen referencia a un ancho supuesto de cimentación B, el cual es sometido a una carga puntual, hacia el primer estrato de fundación de la cimentación.

Figura 16

Mapa de peligro sísmico.



Elaborado por: NEC-SE-DS (2014). *Peligro Sísmico.*

Tabla 2

Zona sísmica.

ZONA SÍSMICA	I	II	III	IV	V	VI
FACTOR Z	0,15g	0,25g	0,30g	0,35g	0,40g	$\geq 0,5g$

Elaborado por: Los Autores.

a) Geometría y carga de la estructura

Mediante la recopilación de datos y levantamiento topográfico del muro colapsado

se estima un valor aproximado de la misma:

- Geometría del muro: rectangular
- Altura del muro: 2.5m
- Longitud del muro: 67.8m
- Área del muro: 169.5m²

b) Cálculo de asentamientos instantáneos

En función de las cargas proyectadas aproximadas ejercidas sobre el suelo según el tipo de estructura se procede a determinar los asentamientos efectivos que se darán lugar por efecto del esfuerzo que generará la nueva zapata sobre el estrato de fundición.

Considerando la utilidad del ensayo SPT se procede al cálculo de asentamientos por medio del método de Terzaghi, Peck y Mercier (1996)

$$S = (B^{0,75}) * \left(\frac{1,7}{N_{corr}^{1,4}}\right)q$$

Donde:

- B = ancho de Zapata (m)
- N_{corr} = N_{30} del SPT corregido
- q = la presión de contacto
- S = Asentamiento previsible (mm)

c) Predimensionamiento de la cimentación

Para el desarrollo de las propuestas técnicas se nos recomienda realizar un desplante de 1m a 1,5m para realizar la implantación de los elementos de fundación, esto debido a que las cargas proyectadas se cumplen con holgura desde el desplante mencionado. Tanto como en capacidad portante, asentamientos y esfuerzos admisibles del suelo.

Tabla 3

Prediseño de cimentación.

Cimentación	Sección A (m)	Sección B (m)	Esfuerzo generado por la cimentación (Tn/m²)	—
Zapata aislada	3	3	8,9	
Zapata corrida	4	1,5	13,3	
Losa de cimentación	5	5	3,2	—

Elaborado por: Camacho, V. (2022). *Proyecto de tesis.*

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL MURO - REALIZACIÓN DEL PRESUPUESTO

4.1. Parámetros de análisis

Dentro del campo de la construcción, existen diferentes tipos de muros, que son utilizados en diversos ámbitos, según la necesidad. En este caso, se optó por proponer dos tipos de muros, los cuales consideramos más óptimos debido al tiempo en construcción, el costo y la factibilidad que representan. El primero es el muro en voladizo o estructural, y el segundo el muro con contrafuerte; a continuación, se detalla las características de cada uno.

Diseño del muro de contención

a) Muro en mampostería existente

Para poder comprender la falla del muro en mampostería se realizará un análisis y modelado en el software Geo-Studio, dicho modelo será sometido bajo las mismas condiciones y solicitaciones que estarán presentes en las dos propuestas técnicas a realizar.

Al momento de realizar los estudios de campo se pudo evidenciar y tomar nota de las características existentes luego del colapso de la estructura, a su vez también se realizó un sondeo con los moradores solicitando un concepto e idealización del mismo y así poder concluir que el muro fue realizado con mampostería.

Mediante un análisis visual se pudo evidenciar que la estructura contaba con columnetas, mismas que presentaban un hormigón de baja calidad esto debido a la presencia de un material mal gradado. Se aprecia que los estribos usados en las

columnetas están separados uno del otro con 20 cm, el acero de refuerzo confinado por los estribos es de un diámetro de 10mm.

El muro analizado no cuenta con la presencia de drenes laterales lo cual provoca la filtración y paso del agua a la cimentación.

Figura 17

Colapso del muro.



Elaborado por: Los Autores.

Figura 18

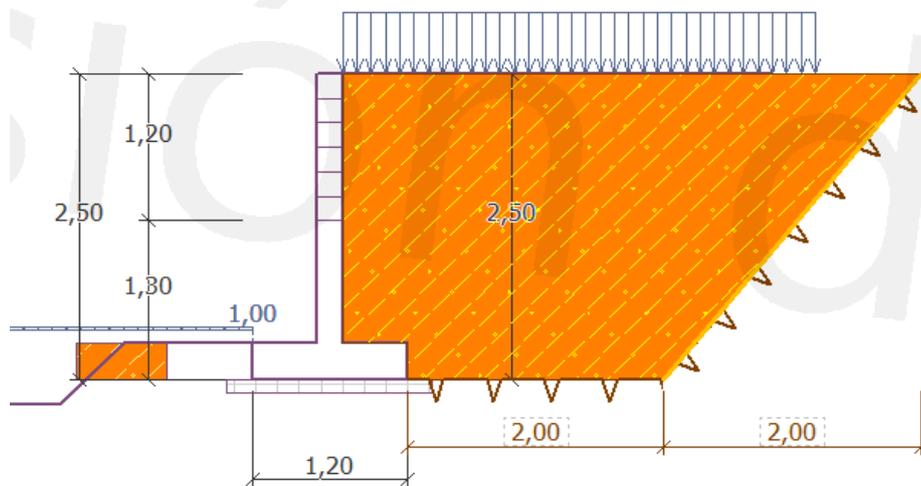
Columnetas de hormigón existentes.



Para el análisis y modelamiento del muro en mampostería se tomó un estimado de su geometría, altura de 2,50m con una base en la zapata de 1,20m.

Figura 19

Geometría del muro en mampostería.

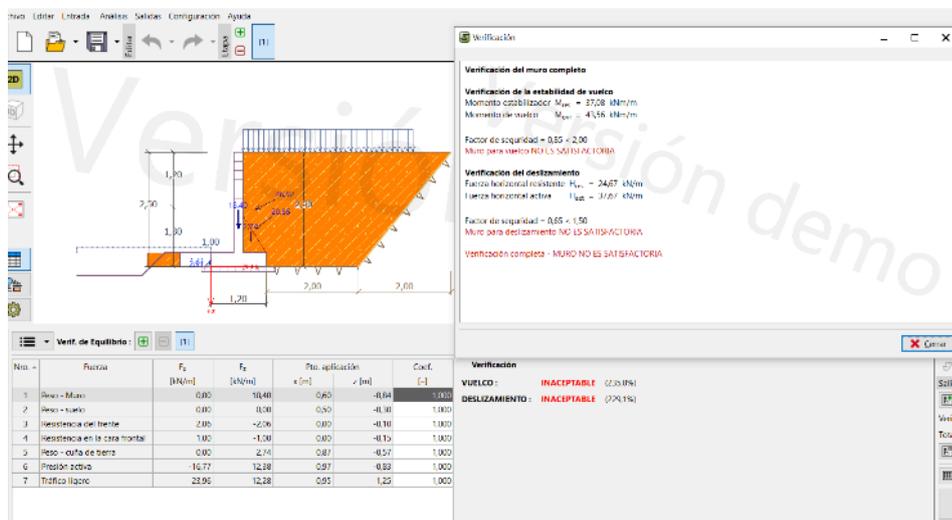


Elaborado por: Los Autores

Con la geometría estimada se procede a cargar el modelo con las solicitaciones dadas, con ello se realiza el análisis del programa, con los valores obtenidos se comparan los factores de seguridad tanto como al volteo, como al deslizamiento, con los valores que rigen la norma ecuatoriana de la construcción y los resultados fueron los siguientes:

Figura 20

Estabilidad estructural.



Elaborado por: Los Autores.

Tabla 4

Estabilidad estructural del muro en mampostería.

Factor de seguridad	Condición	Calculado	Revisión
Volcamiento	>2	0.85	No Cumple
Deslizamiento	>1.5	0.65	No Cumple

Elaborado por: Los Autores

Análisis técnico:

Una vez realizado el análisis, se puede determinar que la geometría de la estructura no soportó el empuje del suelo de relleno y la sobrecarga de tránsito ligero, esto debido a que la ejecución de la estructura no contempló los requerimientos mínimos que proporciona la NEC-SE-DS.

Se aprecia que no se cumple con los factores de seguridad, por lo cual es innecesario continuar con el análisis estructural debido a que, por el peso propio de la estructura y el empuje aplicado sobre el relleno este cede. En definitiva, es innecesario continuar con el análisis estructural.

d. Muro en voladizo o estructural

Este término se usa para referirnos a un elemento rígido que es similar a una viga, debido a que otro elemento vertical (tallo) que sobresale del mismo sirve de apoyo. Cabe mencionar que este tipo de muro puede ser construido en hormigón reforzado o concreto, utilizando un elemento delgado que hace la función de voladizo, el cual es capaz de soportar cargas de flexión.

La ventaja de este tipo de muro es que resiste el empuje de tierra, ya que la tierra se encuentra en la parte trasera de la zapata, facilitando el aumento de fricción entre el suelo y la estructura, generando una mayor seguridad ante un deslizamiento, logrando mayor estabilidad.

Algunas de las características de este tipo de muro es que está compuesto por dos partes: la pantalla, que se encarga de sostener el relleno, los empujes y la cimentación, que se realiza como zapata corrida, y consta de un talón y una puntera, que, dependiendo de las características del terreno, en ocasiones se necesite que la base se apoye sobre una losa de cimentación.

Una vez realizado el procedimiento de cálculo y comprobaciones estructurales mediante la Norma Ecuatoriana de la Construcción se pudo obtener la geometría óptima, las cuales son los siguientes:

Tabla 5*Generalidades.*

Resistencia del hormigón (kg/cm²)	240
Fluencia del acero (kg/cm²)	4200
Carga admisible del suelo (ton/m²)	12.12
Ángulo de fricción	26
Coefficiente de Poisson	0.45
Peso específico del hormigón (ton/m³)	2.4
Peso específico del suelo (ton/m³)	1.4

Elaborado por: Los Autores.

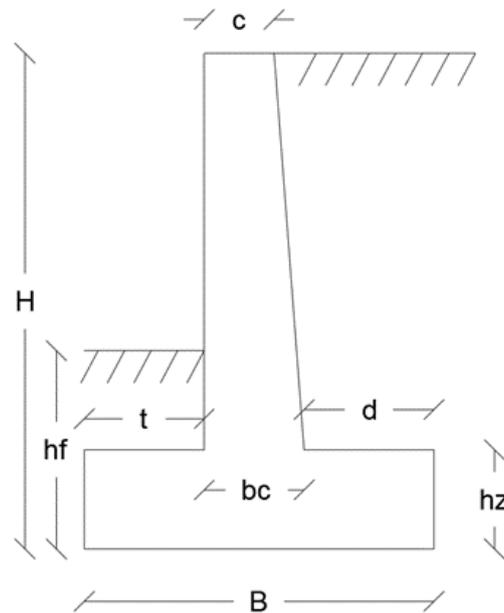
Tabla 6*Geometría del muro de contención.*

Descripción	Símbolo	Medida (m)
Altura	H	2,5
Base	B	1,75
Desplante	hf	1,5
Altura de zapata	hz	0,5
Corona	c	0,35
Base de corona	bc	0,5
Talón	t	0,6
Dedo	d	0,65

Elaborado por: Los Autores.

Figura 21

Secciones geométricas.



Elaborado por: Los Autores.

En base al análisis realizado según las medidas adoptadas se pudo contemplar el armado del muro de contención en base a las comprobaciones en relación a los factores de seguridad necesarios para la estabilidad estructural del muro, las cuales son las siguientes:

Tabla 7

Estabilidad estructural.

Factor de seguridad	Condición	Calculado	Revisión
Volcamiento	>2	4.4	Cumple
Deslizamiento	>1.5	1.62	Cumple

Elaborado por: Los Autores.

c. Muro con contrafuerte

Este tipo de muro es muy parecido al anterior, es decir, el voladizo; esto debido a que se unen losas delgadas, generalmente de concreto que se denominará contrafuertes. Esto se realiza uniendo el tallo con el talón, a la vez que los esfuerzos cortantes se disminuyen, pero también hay la opción de utilizar muros con contrafuertes de largas longitudes y espacios.

Este tipo de muro es utilizado cuando el desnivel es mayor a 6 m. por el costo que éste implica, ya que resulta económico a comparación de otros tipos de muros.

La ubicación de los contrafuertes, por recomendación es cada 3 m para muros de 9m de altura y cada 2.50m cuando la altura del muro es de 12m. Asimismo, el espesor del contrafuerte puede variar entre 20 a 30 cm.

Al momento de diseñar el muro, lo primero que se debe hacer es un análisis del suelo, debido a que gracias a esto se determinarán las características del mismo, las cuales son:

- El peso específico (γ)
- El ángulo de fricción (ϕ)
- El coeficiente de fricción (fr)

- La capacidad admisible del suelo (q_a) y la carga (W)
- El coeficiente de rozamiento (fr)

Además, se deberá conocer las características de los materiales de construcción, como son:

- El peso específico (γ_H)
- La resistencia a la compresión del hormigón (f'_c)
- El esfuerzo de fluencia del acero (f_y)

Las ventajas del muro con contrafuerte en lo que se refiere a seguridad y espacio necesario para su cimentación son óptimas, además que tiene una gran capacidad para soportar grandes empujes.

Tabla 8

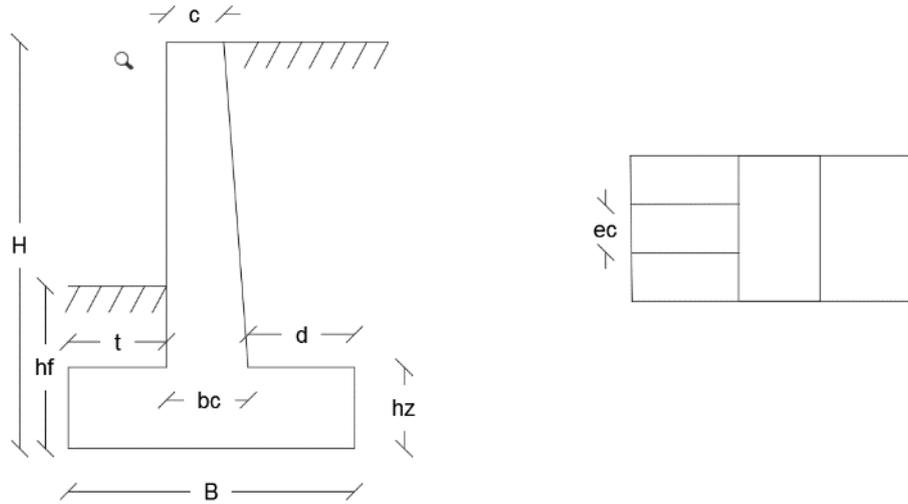
Geometría del muro de contención con contrafuerte.

Descripción	Símbolo	Medida (m)
Altura	H	2,5
Base	B	1,75
Desplante	hf	1,5
Altura de zapata	hz	0,5
Corona	c	0,35
Base de corona	bc	0,5
Talón	t	0,6
Dedo	d	0,65
Espesor del contrafuerte	ec	0.3

Elaborado por: Los Autores.

Figura 22

Secciones geométricas.



Elaborado por: Los Autores

Tabla 9

Estabilidad estructural.

Factor de seguridad	de Condición	Calculado	Revisión
Volcamiento	>2	3.22	Cumple
Deslizamiento	>1.5	1.59	Cumple

Elaborado por: Los Autores

c) Asentamientos elásticos

Para el diseño de las dos propuestas, se realizó el cálculo de los asentamientos elásticos para determinar cuál será la interacción suelo-estructura y evitar posibles asentamientos que ocasionen daños a la super estructura, los valores obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 10

Asentamientos elásticos

Muro	Asentamiento (mm)
Voladizo	0.024
Contrafuerte	0.03

Elaborado por: Los Autores

d) Deformaciones

Para evaluar el comportamiento de las estructuras frente al empuje de tierras, se procedió a calcular las deformaciones en los muros, idealizando las pantallas como una viga empotrada en voladizo obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 11

Deformaciones

Muro	Deformaciones (mm)
Voladizo	0,8
Contrafuerte	0,8

Elaborado por: Los Autores.

Si bien es cierto que la deformación del muro en contrafuerte debería ser menor a la deformación del muro en voladizo, se analiza el caso más crítico ya que el contrafuerte no se ubica de manera constante a lo largo de la longitud del muro, se colocan a una separación de 3m entre sí.

e) Relleno con grava

Una vez fundido el muro se colocará un geotextil para delimitar la pantalla con un relleno de grava que será compactado por capas cada 50cm, esto para permitir el paso del agua y evitar problemas de saturación del suelo que posteriormente podrían ocasionar el colapso del muro debido a un mayor empuje que se ejercerá sobre el muro.

f) Junta de dilatación

Para evitar fisuras y agrietamientos debido a la contracción y dilatación del hormigón debido a cambios de temperatura y movimientos sísmicos, se implementará una junta de dilatación en la mitad de la longitud del muro (35m). Junta que se encuentra detallada en los planos estructurales.

4.2. Modelado del muro en Geo-Studio y CypeCad

Procederemos a analizar el comportamiento en un software capaz de interpretar el comportamiento estructural y del suelo que se encuentra, para ello, plasmamos los cálculos realizados manualmente en el CypeCad y en el Geo-Studio para poder comparar y verificar los cálculos previos.

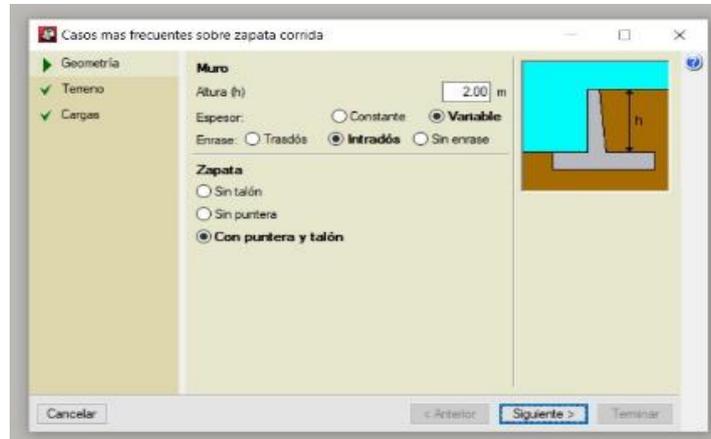
- CypeCad

Es un software especializado en análisis y verificaciones del comportamiento conjunto del suelo y la estructura, el análisis incluye el comportamiento sísmico y dinámico del sitio, ya que usa los parámetros de la norma ecuatoriana de la construcción y el ACI-318.

Para el modelado del muro de contención partimos del diseño realizado anteriormente e ingresamos los datos en el software, respetando las condiciones dadas por la topografía del terreno.

Figura 23

Secciones geométricas.



Elaborado por: Los Autores.

Figura 24

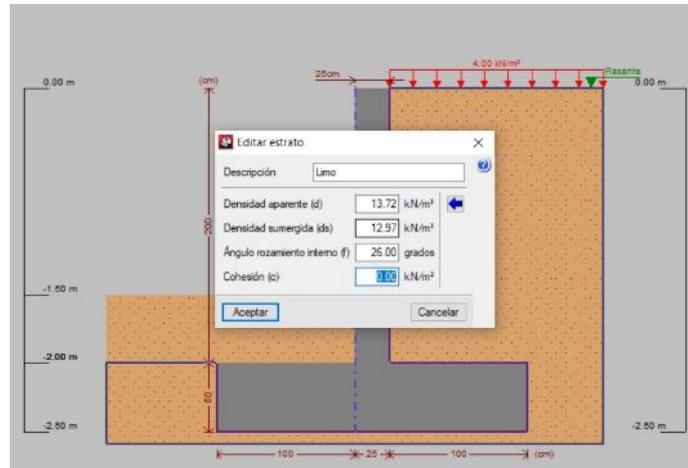
Datos generales.



Elaborado por: Los Autores.

Figura 25

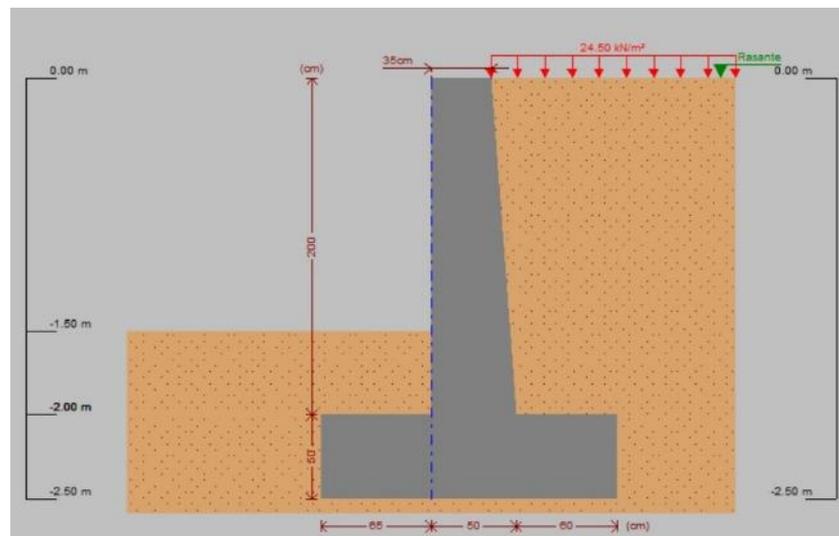
Tipo de suelo.



Elaborado por: Los Autores.

Figura 26

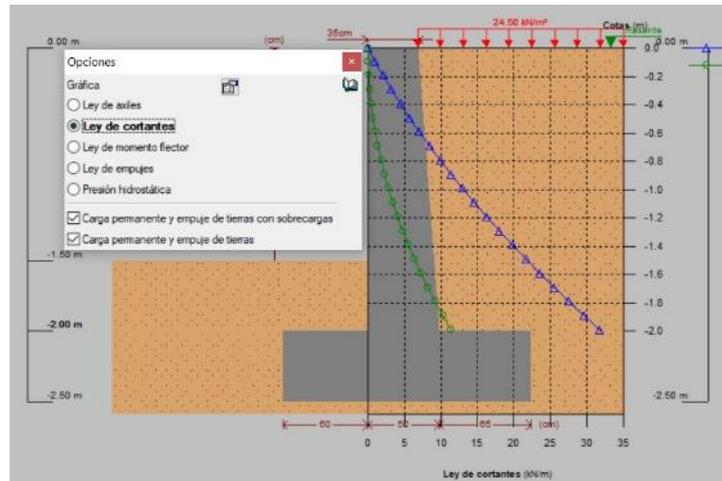
Muro en voladizo.



Elaborado por: Los Autores.

Figura 27

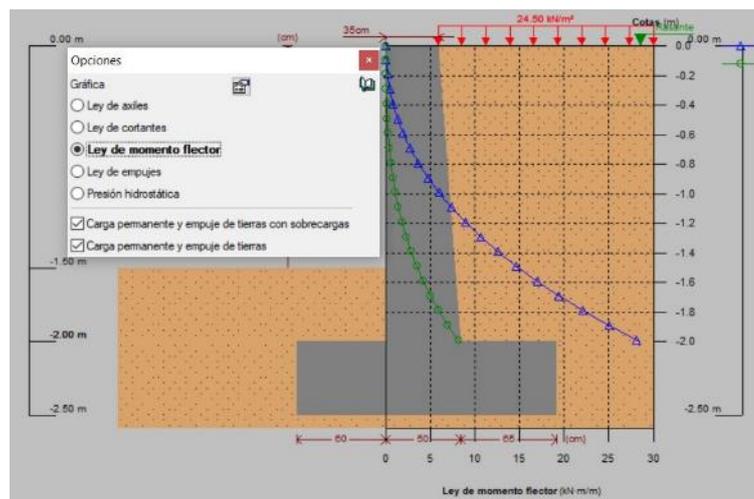
Diagrama de corte.



Elaborado por: Los Autores.

Figura 28

Diagrama de momento.



Elaborado por: Los Autores.

- Geo-Studio

El Geo-Studio es un software de modelamiento para ingenieros, geólogos, geotécnicos, etc. Este programa está diseñado para calcular la estabilidad del suelo y la estabilidad estructural de una obra como micropilotes, anclajes, cimentaciones, muros, etc.

Este programa es capaz de obtener los valores de pendientes, deformaciones, armado de acero, transferencia de calor y masa en el suelo y roca, dependiendo de las solicitaciones presentes en los diferentes casos de análisis. Adicionalmente analiza la acción del agua ya sea que la misma se encuentre confinada, estado suelto o la presencia de nivel freático entre estratos de suelo.

Figura 29

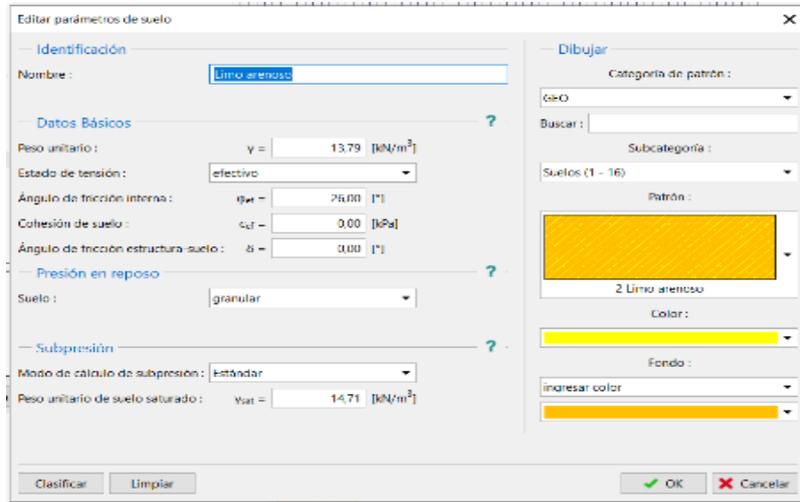
Idealización del muro con contrafuerte.



Elaborado por: Los Autores.

Figura 30

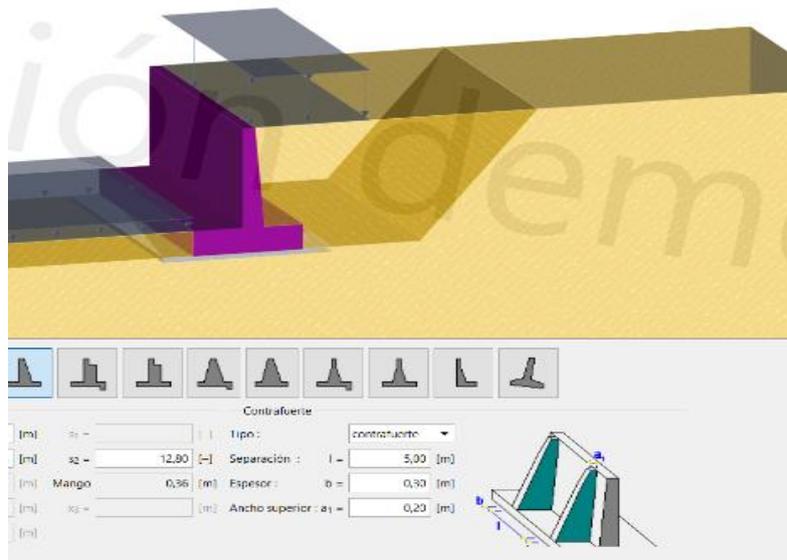
Datos del suelo.



Elaborado por: Los Autores.

Figura 31

Idealización 3D del muro.



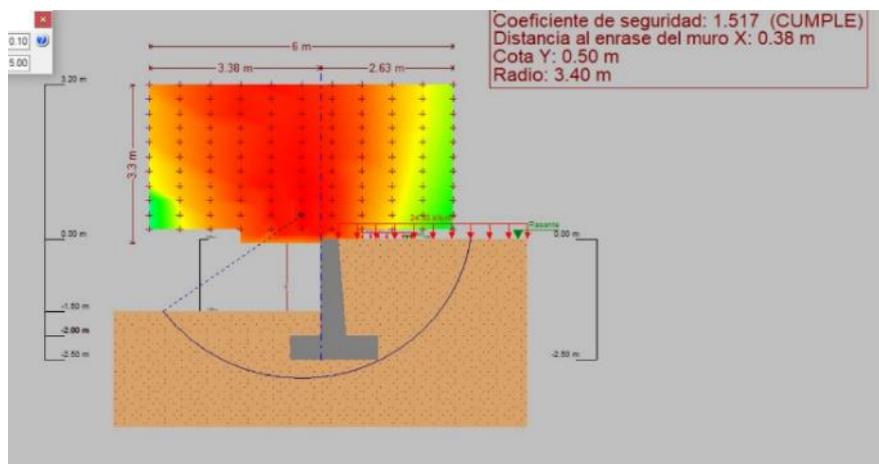
Elaborado por: Los Autores.

4.3. Análisis de resultados

Luego de analizar los modelos en CypeCad y Geo-Studio se realiza una comparación de resultados entre los datos arrojados de los programas y el prediseño, para poder concluir que las dimensiones dadas y las verificaciones por norma sean correctas.

Figura 32

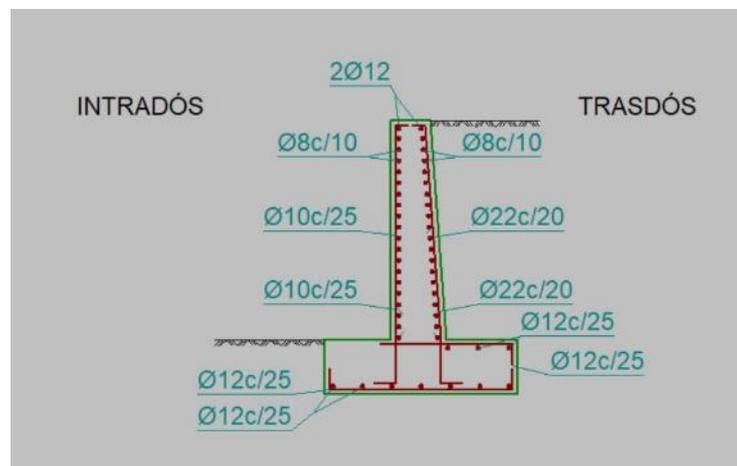
Círculo de esfuerzos en CypeCad.



Elaborado por: Los Autores.

Figura 33

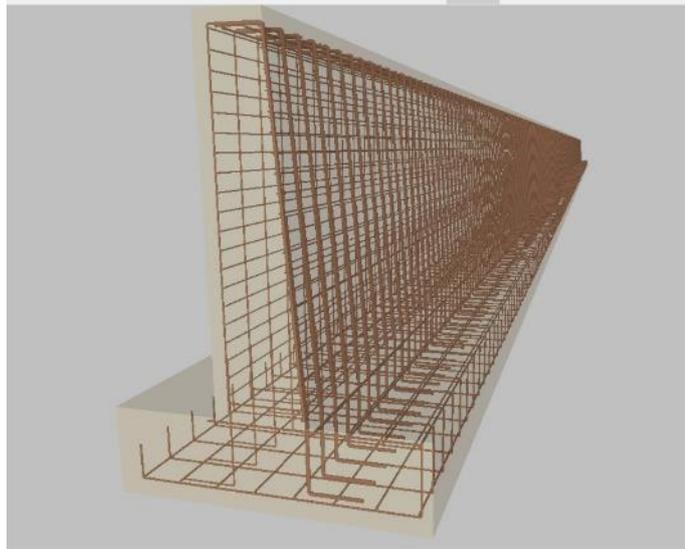
Esquema de armado.



Elaborado por: Los Autores.

Figura 34

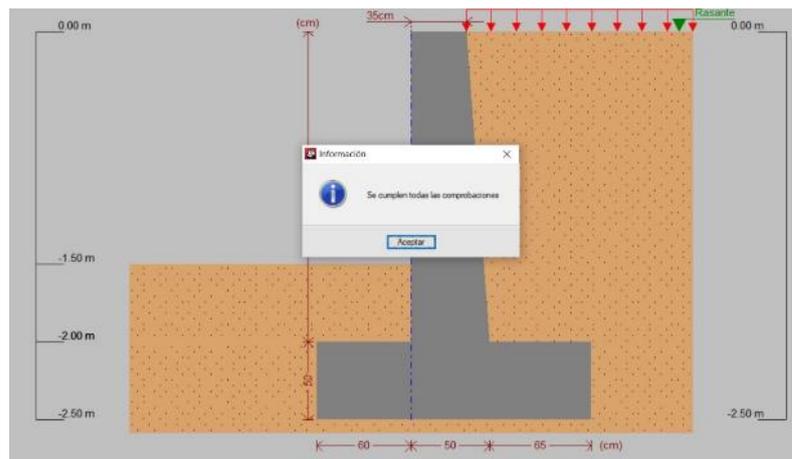
Esquema de armado.



Elaborado por: Los Autores.

Figura 35

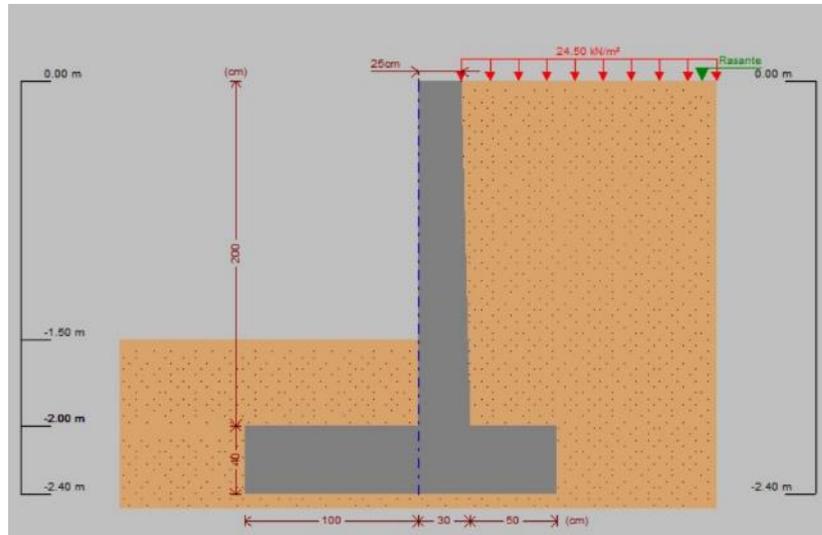
Comprobaciones.



Elaborado por: Los Autores.

Figura 36

Recalculo.

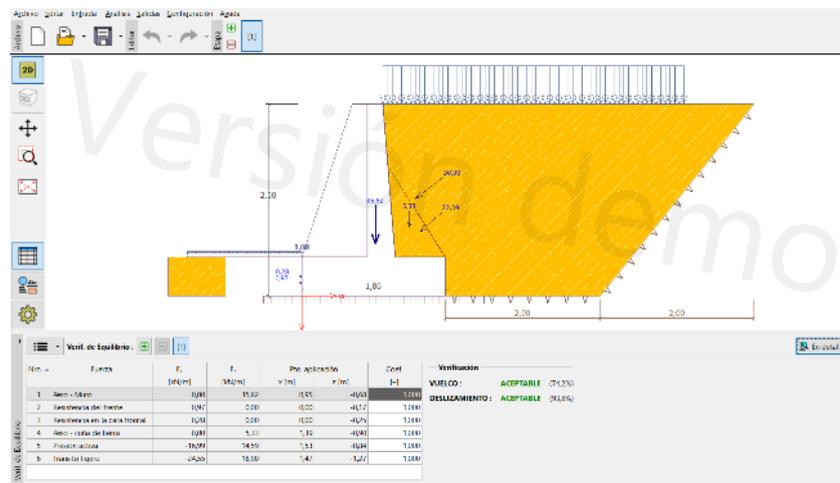


Elaborado por: Los Autores.

- Geo-Studio

Figura 37

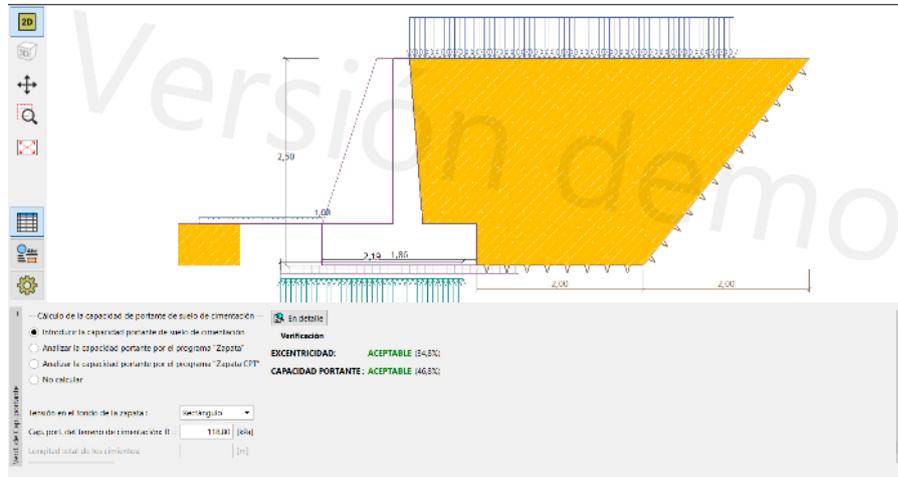
Fuerzas actuantes.



Elaborado por: Los Autores.

Figura 38

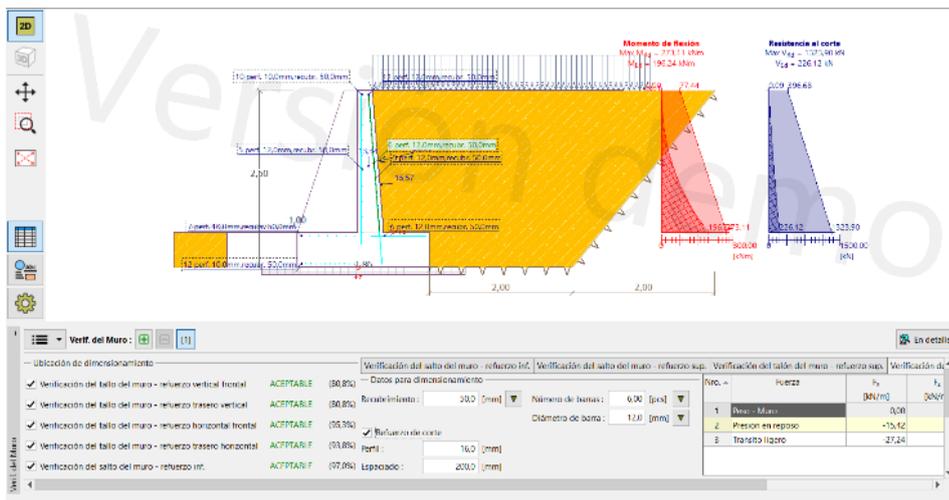
Comprobaciones.



Elaborado por: Los Autores.

Figura 39

Diagramas.



Elaborado por: Los Autores.

Una de las principales fuerzas que actúan sobre los muros de contención son los empujes pasivos o activos, los mismo que se determinan por los coeficientes pasivos y

activos respectivamente, la altura del muro, el ángulo de fricción interna del suelo, el peso específico del suelo en estudio. Así mismo, el momento volcador con su influencia en la altura y el empuje pasivo, como lo es el momento estabilizador con influencia del peso propio de la estructura.

Tabla 12

Comparación de resultados.

	Muro voladizo	en Muro contrafuerte
Empuje activo (ton/m)	1.708	5.125
Momento volcador (ton*m)	1.424	5.979
Momento estabilizador (ton*m)	6.17	19.261

Elaborado por: Los Autores

Luego de realizar los distintos modelos en el CypeCad, Geo-Studio y cálculo manual se puede evidenciar las diferencias en valores obtenidos entre uno y otro, para ello comparamos los valores para poder elegir la propuesta más favorable y seguros que cumpla con las solicitudes dadas tanto en los programas como en el cálculo manual, así mismo, se genera un porcentaje de variación entre modelos y así tener un rango en variaciones en cuanto a los valores.

Tabla 13

Comparación de resultados en voladizo.

Factor de seguridad del muro en voladizo		
Método	Deslizamiento	Volteo
Mathcad	1.62	4.43
CypeCad	1.57	4.2
Gro-Studio	1.71	4.45

Elaborado por: Los Autores

Tabla 14

Comparación de resultados en contrafuerte.

Factor de seguridad del muro en contrafuerte		
Método	Deslizamiento	Volteo
Mathcad	1.58	3.22
CypeCad	1.72	3.53
Gro-Studio	1.67	3.47

Elaborado por: Los Autores

4.4. Presupuesto referencial del muro

Se plantean dos propuestas, las cuales fueron realizadas, analizadas y verificadas para posteriormente compararlas entre sí y determinar cuál es la más óptima en la relación costo-factibilidad, es decir, la más económica y funcional.

Se realizó un sondeo a los moradores para tener un estimado del costo del muro colapsado y a través de esta información se detalla un estimado, que varía entre los \$25000 y los \$30000 por ende, se procederá a realizar un presupuesto referencial y un

análisis de precios unitarios (APU) de los rubros necesarios para poder ejecutar la mejor propuesta.

Tabla 15

Presupuesto referencial de muro en voladizo.

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
CONSORCIO CAMACHO-SÁNCHEZ					
PROYECTO: CONSTRUCCION DE MURO EN VOLADIZO					
FECHA :18/07/2022					
TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS					
Nro	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
	REPLANTEO Y NIVELACION CON EQUIPO TOPOGRAFICO	m2	632,00	2,42	1.529,44
2	DESBROCE Y LIMPIEZA MANUAL	m2	217,25	1,78	386,70
3	EXCAVACION A MAQUINA	m3	673,48	2,85	1.919,40
4	RASANTEO DE ZANJA A MANO	m2	217,25	1,13	245,49
5	GEOTEXTIL NT 1600 NO TEJIDO (PROVISION/INSTALLACION)	m2	217,25	7,60	1.651,10
6	SUMINISTRO TENDIDO Y COMPACTACION DE SUB-BASE CLASE III	m3	108,63	16,78	1.822,73
7	HORMIGON PREMEZCLADO f'c = 180 kg/cm2 INCLUYE BOMBA Y TRANSPORTE	m3	21,73	137,53	2.987,84
8	ACERO REFUERZO fy=4200 kg/cm2 (SUMINISTRO, CORTE Y COLOCADO)	kg	12.729,10	1,78	22.657,80
9	HORMIGON PREMEZCLADO f'c = 240 kg/cm2 ZAPATA CORRIDA	m3	108,63	190,78	20.723,48
10	ENCOFRADO/DESENCOFRADO METALICO MUROS DOS CARAS	m2	316,00	17,12	5.409,92
11	HORMIGON PREMEZCLADO f'c = 240 kg/cm2 CON ADITIVO EN MURO ALTURA 2 m	m3	67,15	190,78	12.810,88
12	RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION)	m3	142,20	2,46	349,81
13	RELLENO CON GRAVA	m3	76,89	21,70	1.668,51
14	TUBERIA PVC 110MM PERFORADA (MAT/TRANS/INST)	m	100,00	13,71	1.371,00
	TOTAL:				75.534,10
SON: SETENTA Y CINCO MIL QUINIENTOS TREINTA Y CUATRO dolares DIEZ centavos					
NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					
PRECIO TOTAL DE LA OFERTA (DE LOS RUBROS OFERTADOS)					

Elaborado por: Los Autores.

Figura 40

Cronograma valorado de muro en voladizo.

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS
OBRA: MURO DE CONTENCIÓN EN VOLADIZO
UBICACION: TUCUSO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
1	REPLANTEO Y NIVELACION CON EQUIPO TOPOGRAFICO	m2	632,00	2,42	1.529,44	1.529,44 632,00 100,00							
2	DESBROCE Y LIMPIEZA MANUAL	m2	217,25	1,78	386,70	386,70 217,25 100,00							
3	EXCAVACION A MAQUINA	m3	673,48	2,85	1.919,40	1.919,40 673,48 100,00							
4	RASANTEO DE ZANJA A MANO	m2	217,25	1,13	245,49	245,49 217,25 100,00							
5	GEOTEXTIL NT 1600 NO TEJIDO (PROVISION/INSTALACION)	m2	217,25	7,60	1.651,10	1.651,10 217,25 100,00							
6	SUMINISTRO TENDIDO Y COMPACTACION DE SUB-BASE CLASE III	m3	108,63	16,78	1.822,73	1.822,73 108,63 100,00							
7	HORMIGON PREMEZCLADO f'c = 180 kg/cm2 INCLUYE BOMBA Y TRANSPORTE	m3	21,73	137,53	2.987,84					995,85 7,24 33,33	995,85 7,24 33,33	996,15 7,24 33,34	
8	ACERO REFUERZO fy=4200 kg/cm2 (SUMINISTRO, CORTE Y COLOCADO)	kg	12.729,10	1,78	22.657,80	5.664,45 3.182,28 25,00	5.664,45 3.182,28 25,00	5.664,45 3.182,28 25,00	5.664,45 3.182,28 25,00				
9	HORMIGON PREMEZCLADO f'c = 240 kg/cm2 ZAPATA CORRIDA	m3	108,63	190,78	20.723,48	10.361,74 54,31 50,00	10.361,74 54,31 50,00						
10	ENCOFRADO/DESENCOFRADO METALICO MUROS DOS CARAS	m2	316,00	17,12	5.409,92		2.704,96 158,00 50,00	2.704,96 158,00 50,00					
11	HORMIGON PREMEZCLADO f'c = 240 kg/cm2 CON ADITIVO EN MURO ALTO	m3	67,15	190,78	12.810,88					6.405,44 33,58 50,00	6.405,44 33,58 50,00		
12	RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION)	m3	142,20	2,46	349,81							174,91 71,10 50,00	174,91 71,10 50,00
13	RELLENO CON GRAVA	m3	76,89	21,70	1.668,51							834,26 38,45 50,00	834,26 38,45 50,00
14	TUBERIA PVC 110MM PERFORADA (MAT/TRANS/INST)	m	100,00	13,71	1.371,00							685,50 50,00 50,00	685,50 50,00 50,00
75.534,10													
MONTO PARCIAL						1.916,14	21.664,91	18.731,15	8.369,41	13.065,74	7.401,29	2.690,81	1.694,66
PORCENTAJE PARCIAL						2,54	28,68	24,80	11,08	17,30	9,80	3,56	2,24
MONTO ACUMULADO						1.916,14	23.581,05	42.312,20	50.681,61	63.747,35	71.148,63	73.839,44	75.534,10
PORCENTAJE ACUMULADO						2,54	31,22	56,02	67,10	84,40	94,19	97,76	100,00

Elaborado por: Los Autores

Tabla 16*Presupuesto referencial de muro con contrafuerte.*

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
OFERENTE: CONSORCIO CAMACHO-SÁNCHEZ					
CONSTRUCCION DE MURO EN CONTRAFUERTE					
1	REPLANTEO Y NIVELACION CON EQUIPO TOPOGRAFICO	m2	632,00	2,42	1.529,44
2	DESBROCE Y LIMPIEZA MANUAL	m2	225,94	1,78	402,17
3	EXCAVACION A MAQUINA	m3	700,41	2,85	1.996,18
4	RASANTEO DE ZANJA A MANO	m2	225,94	1,13	255,31
5	GEOTEXTIL NT 1600 NO TEJIDO (PROVISION/INSTALACION)	m2	225,94	7,60	1.717,14
6	SUMINISTRO TENDIDO Y COMPACTACION DE SUB-BASE CLASE III	m3	112,97	16,78	1.895,64
7	HORMIGON PREMEZCLADO f'c = 180 kg/cm2 INCLUYE BOMBA Y TRANSPORTE	m3	22,59	137,53	3.107,35
8	ACERO REFUERZO fy=4200 kg/cm2 (SUMINISTRO, CORTE Y COLOCADO)	kg	14.644,23	2,07	30.313,56
9	HORMIGON PREMEZCLADO f'c = 240 kg/cm2 ZAPATA CORRIDA	m3	112,97	190,78	21.552,42
10	ENCOFRADO/DESENCOFRADO METALICO MUROS DOS CARAS	m2	316,00	17,12	5.409,92
11	HORMIGON PREMEZCLADO f'c = 240 kg/cm2 CON ADITIVO EN MURO ALTURA 2 m	m3	44,24	190,78	8.440,11
12	RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION)	m3	8,51	2,46	20,92
13	RELLENO CON GRAVA	m3	142,20	21,70	3.085,74
14	TUBERIA PVC 110MM PERFORADA (MAT/TRANS/INST)	m	75,84	13,71	1.039,77
TOTAL					80.765,67
NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					
PRECIO TOTAL DE LA OFERTA (DE LOS RUBROS OFERTADOS)					
SON: OCHENTA MIL SETECIENTOS SESENTA Y CINCO dolares SESENTA Y SIETE centavos					

Elaborado por: Los Autores.

Figura 41

CRONOGRAMA VALORADO Y CURVA DE INVERSION

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS													
OBRA: CONSTRUCCION DE MURO EN CONTRAFUERTES													
UBICACION: tucuso													
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	TOTAL	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
1	REPLANTEO Y NIVELACION CON EQUIPO TOPOGRAFICO	m2	632,00	2,42	1.529,44	1.529,44 632,00 100,00							
2	DES BROCE Y LIMPIEZA MANUAL	m2	225,94	1,78	402,17	402,17 225,94 100,00							
3	EXCAVACION A MAQUINA	m3	700,41	2,85	1.996,18		1.996,18 700,41 100,00						
4	RASANTEO DE ZANJA A MANO	m2	225,94	1,13	255,31		255,31 225,94 100,00						
5	GEOTEXTIL NT 1600 NO TEJIDO (PROVISION/INSTALACION)	m2	225,94	7,60	1.717,14		1.717,14 225,94 100,00						
6	SUMINISTRO TENDIDO Y COMPACTACION DE SUB-BASE CLASE III	m3	112,97	16,78	1.895,64		1.895,64 112,97 100,00						
7	HORMIGON PREMEZCLADO f'c = 180 kg/cm2 INCLUYE BOMBA Y TRANSPORTE	m3	22,59	137,53	3.107,35					1.035,68 7,53 33,33	1.035,68 7,53 33,33	1.035,99 7,53 33,34	
8	ACERO REFUERZO fy=4200 kg/cm2 (SUMINISTRO, CORTE Y COLOCADO)	kg	14.644,23	2,07	30.313,56		7.578,39 3.661,06 25,00	7.578,39 3.661,06 25,00	7.578,39 3.661,06 25,00	7.578,39 3.661,06 25,00			
9	HORMIGON PREMEZCLADO f'c = 240 kg/cm2 ZAPATA CORRIDA	m3	112,97	190,78	21.552,42		10.776,21 56,49 50,00	10.776,21 56,49 50,00					
10	ENCOFRADO/DESENCOFRADO METALICO MUROS DOS CARAS	m2	316,00	17,12	5.409,92			2.704,96 158,00 50,00	2.704,96 158,00 50,00				
11	HORMIGON PREMEZCLADO f'c = 240 kg/cm2 CON ADITIVO EN MURO ALTO	m3	44,24	190,78	8.440,11					4.220,06 22,12 50,00	4.220,06 22,12 50,00		
12	RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION)	m3	8,51	2,46	20,92							10,46 4,25 50,00	10,46 4,25 50,00
13	RELLENO CON GRAVA	m3	142,20	21,70	3.085,74							1.542,87 71,10 50,00	1.542,87 71,10 50,00
14	TUBERIA PVC 110MM PERFORADA (MAT/TRANS/INST)	m	75,84	13,71	1.039,77							519,89 37,92 50,00	519,89 37,92 50,00
80.765,67													
MONTO PARCIAL						1.931,61	24.218,87	21.059,56	10.283,35	12.834,12	5.255,73	3.109,21	2.073,22
PORCENTAJE PARCIAL						2,39	29,99	26,07	12,73	15,89	6,51	3,85	2,57
MONTO ACUMULADO						1.931,61	26.150,48	47.210,04	57.493,39	70.327,51	75.583,25	78.692,46	80.765,67
PORCENTAJE ACUMULADO						2,39	32,38	58,45	71,19	87,08	93,58	97,43	100,00

Elaborado por: Los Autores

Tabla 17

Comparación económica.

Tipo de Muro	Costo
Muro en voladizo	\$75534,10
Muro con contrafuerte	\$ 80765,67

Elaborado por: Los Autores

Una vez realizado el análisis económico y en vista que la construcción del muro en voladizo es la propuesta más viable en la relación costo-factibilidad para la comunidad, se proporcionará toda la información necesaria para que se pueda ejecutar el muro de contención y buscar la solución definitiva a la problemática del muro colapsado hace ya unos dos años aproximadamente.

CONCLUSIONES

Se desarrolló dos propuestas técnicas para el diseño del muro de contención que será el reemplazo del muro colapsado. Para esto se aplicó la NEC-15 y el ACI-318, cumpliendo los parámetros de estabilidad estructural, cuantías de acero, resistencia al corte y el riesgo sísmico.

Una vez realizado el análisis y modelado del muro existente, podemos concluir que la falla del mismo se debe a que tipología del muro no es adecuada, ya que desde el punto de vista estructural el uso de mampostería no es el óptimo para resistir el empuje del relleno sobre la estructura. En el análisis se obtuvo un factor de seguridad al volteo de 0,85 y un factor de seguridad al deslizamiento de 0,65. Los valores obtenidos no cumplen con la normativa vigente del país.

Calculados los asentamientos elásticos se obtuvo un valor de 0,024m para el muro en voladizo y un valor de 0,03m para el muro con contrafuerte. De esta manera podemos comprobar que el suelo donde se implantará el proyecto presenta propiedades mecánicas aceptables para soportar el peso propio de la estructura y de las solicitaciones presentes en el mismo.

Se obtuvo la deformación producto del empuje lateral de tierras sobre el muro, obteniendo un valor de 0,8mm. De esta manera se comprueba que el empuje del suelo sobre la pantalla, es activa y que la deformación de la misma no generará problemas en la estructura. A su vez se garantiza que el muro cumple con su funcionalidad de evitar el desplazamiento del suelo de relleno y confinar el mismo.

Con la ayuda de los softwares como el CypeCad y Geo-Studio se pudo contemplar el comportamiento del suelo con la presencia de una estructura de contención, los valores obtenidos han sido comparados entre sí, determinado así que la variación en resultados

tiene un margen de un +/- 0.5%, llegando a la conclusión que el diseño manual es acorde a los diseños obtenidos mediante los programas computacionales.

La comparación económica entre las dos propuestas estructurales se rige al presupuesto referencial y cronograma valorado de trabajos, para ello se desarrolló el análisis de precios unitarios, con salarios actualizados de la contraloría. La comparación nos llevó a decidir que la alternativa más óptima en la relación de costo-factibilidad es el muro en voladizo ya que es la más económica con un valor de \$75534.10, este diseño garantiza la vida útil del proyecto a largo plazo posterior a su ejecución.

RECOMENDACIONES

Una de las sugerencias para la realización del levantamiento topográfico es mantener la nivelación correcta en los equipos, debido a que los mismos trabajan de manera satelital y un mal estacionamiento de la base receptora, arrojará datos de coordenadas y cotas erróneas.

Se debe tomar en cuenta que sin una correcta ejecución del estudio de suelos no se puede saber con certeza los valores de resistencia admisible del suelo, como también el tipo del mismo, ya que en base a esto se procede al diseño y verificaciones aplicando la normativa de la construcción. Además, se recomienda mantener las muestras obtenidas en el estudio de campo en un lugar seco y en fundas para que las muestras no sufran alteraciones con la presencia de agentes externos.

Es importante mencionar que se debe tener una correcta programación de las hojas de cálculo, y que las mismas sean entendibles para los lectores, porque a través de ellas se obtienen valores cercanos a los calculados con la ayuda de los programas computacionales. Otro apartado a rescatar es que estos cálculos determinarán el prediseño y la geometría de los elementos estructurales.

GLOSARIO

APU: es el análisis de precios unitarios, se realiza para generar un costo en el cual se incluye materiales, mano de obra, maquinaria y equipos necesarios para la ejecución de un rubro.

Cantiléver: se denomina así a una viga que cuenta con un solo apoyo en el extremo, esta viga generalmente es ubicua y proporciona un funcionamiento a largo plazo.

Contrafuerte: se lo conoce también como un estribo, mismo que ayuda al soporte de la pantalla de un muro a soportar solicitaciones de carga. Transmite las cargas transversales que se generan en la pantalla y las dirige hacia la cimentación.

Curvas de nivel: se representa con una línea en un mapa que une los puntos con similares condiciones, generalmente se mide en metros sobre el nivel del mar.

Factor de seguridad: es el valor numérico de la relación entre la resistencia media del suelo aplicada en toda la superficie de deslizamiento y/o volteo, con la resistencia necesaria para mantener un equilibrio en el terreno.

Ménsula: es un elemento estructural de un elemento en voladizo, pueden ser cortas o largas, las cuales brindan soporte para otro elemento o sirven como viga ya que su acción es la flexión.

Presión activa: es la limitación de presión que ejerce de manera lateral en un elemento, la cual se desarrolla por una pared que se aleja del suelo contrario a la dirección donde actúa la presión del terreno sobre el elemento.

Presión pasiva: es la limitación más alta que se ejerce de manera lateral sobre un elemento, se desarrolla por una pared que se aleja del suelo contrario a la dirección donde actúa la presión del terreno sobre el suelo.

Rubro: es un conjunto de artículos en función del consumo, ya que el mismo describe las actividades a realizar mediante una ejecución de obra.

SPT: es un ensayo de penetración, el mismo que es una prueba dinámica que se emplea para ensayar los suelos para conocer su resistencia y estratigrafía.

REFERENCIAS

- Ayabaca I. y Salazar L. (2018). Análisis comparativo Técnico-Económico entre muro de contención de hormigón armado y muro de contención de suelo mecánicamente estabilizado con el sistema TERRAMESH para el proyecto Urbanización Toscana. [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana, Sede Quito].
- Arenas Lucas A. (2008). Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, para el caserío El Chilar de la aldea Santa Elena y diseño del muro de contención, para la Aldea Shusho Arriba, del Municipio de Chiquimula, Departamento de Chiquimula. [Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería].
- Ballón Benavente A. y Echenique Sosa J. (2017). Análisis de estabilidad de muros de Contención de acuerdo a las zonas sísmicas del Perú. [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería Civil].
- Braja M. Dass. (2013). Fundamentos de Ingeniería Geotécnica 4ta ED.
Cengage Learning.
- CAMICON. (2019). Quito desde el sector de la construcción. Quito.
- Engineers, A. S. (2017). Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings. ASCE library.
- Gallegos Campos C. (2006). Guía multimedia para el diseño de muros a gravedad, muros en cantiléver y muros con contrafuertes. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica].

- Mamani J. y Rivera J. (2018). Análisis y modelamiento en muros de contención de Concreto armado, mediante el uso del programa Plaxis 2D en la carretera HV-101 km 28+950 Salcabamba-Huancavelica-Perú. [Tesis de grado, Escuela Profesional de Ingeniería Civil].
- León Roblero C. (1997). Diseño de muros de contención de suelos. [Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería].
- Lucero Pardo F. Pachacama Caiza E. y Rodríguez Montero W. (2012). Análisis y diseño de muros de contención. [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemática].
- Rendón J. (2016). Reforzamiento y Actualización Sísmicas de estructuras. Manizales.
- Rojas Martínez S. (2009). Diseño de muros de contención sector La Aguada Comuna de Corral. [Tesis de grado, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería].
- Navarrete Teruel, I. (2017). Procedimiento de refuerzo de estructuras de hormigón armado con materiales CFRP. Valparaíso.
- Pardo, M. (9 de mayo del 2012). Apuntes de ingeniería civil. Obtenido de <https://marcelopardo.com/>
- Yacchirema Chimbo J. (2013). Construcción de un muro de contención en el sitio de deslizamiento de la plataforma de la vía Guaranda-Río Blanco entre el KM 0+910 – KM 0+958 de la Provincia de Bolívar, Cantón Guaranda. [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemática].

ANEXOS

Anexo 1: Cálculo de asentamientos:

Cálculo de Asentamiento Elástico

$$L := 70 \text{ m} \quad q_s := 12.12 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2} \quad E := 100 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2}$$

$$A := 1.725 \text{ m}^2 \quad \gamma H := 2.4 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$$

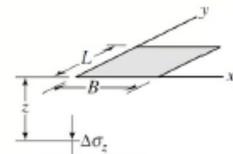
$$V := A \cdot L = 120.75 \text{ m}^3$$

$$Q := V \cdot \gamma H = (2.842 \cdot 10^6) \text{ N}$$

$$q_s := \frac{Q}{A} = (1.648 \cdot 10^6) \text{ Pa}$$

$$B := 1.75 \text{ m} \quad z := 0.5 \text{ m}$$

$$m := \frac{B}{z} = 3.5 \quad n := \frac{L}{z} = 140$$



$$I_z := \frac{1}{4\pi} \cdot \left(\frac{2 \cdot m \cdot n \cdot \sqrt{m^2 + n^2 + 1}}{m^2 + n^2 + (m^2 \cdot n^2) + 1} \cdot \left(\frac{m^2 + n^2 + 2}{m^2 + n^2 + 1} \right) + \tan \left(\frac{2 \cdot m \cdot n \cdot \sqrt{m^2 + n^2 + 1}}{m^2 + n^2 - (m^2 \cdot n^2) + 1} + \pi \right)^{-1} \right)$$

$$\Delta\sigma := q_s \cdot I_z = -1.134 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$\varepsilon := \frac{\Delta\sigma}{E} = -0.001$$

$$H := 6 \text{ m}$$

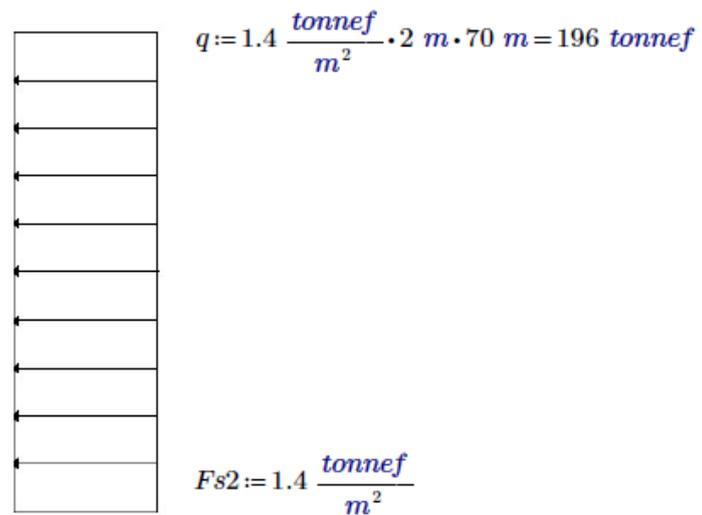
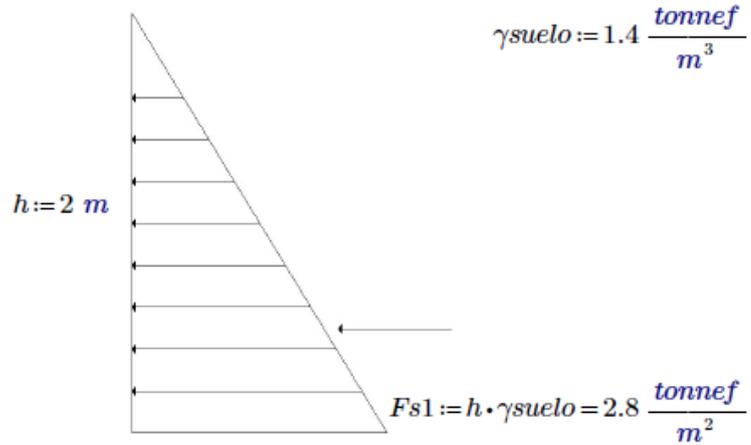
$$\delta i := \varepsilon \cdot H = -0.024$$

BUDHU (2010). SOIL
MECHANICS AND
FOUNDATIONS

GUÍA DE DISEÑO Nro. 6 NEC
15 TEMA 3.2
ASENTAMIENTOS

Anexo 2: Cálculo de deformaciones:

Cálculo de Deformación



$$E := 15100 \cdot \sqrt{240} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = (2.294 \cdot 10^{10}) \text{ Pa}$$

1. ANTECEDENTES

En base a las solicitudes para el diseño de un muro de contención de hormigón armado de 2,5m de altura, se realiza investigaciones de campo geotécnicas con el fin de ejecutar los ensayos necesarios para la descripción mecánica de estratos locales del sitio que detallan en este informe.

2. ALCANCE

La presente memoria técnica contempla un estudio geotécnico puntual de los estratos de implantación de la cimentación proyectada; abarca la clasificación SUCS de todos los estratos encontrados, las características hidrogeológicas (nivel freático), los registros de Logs de perforación, y la determinación de capacidades portantes y asentamientos para los diferentes tipos de cimentación en función de la profundidad.

3. OBJETIVOS

3.1.OBJETIVO GENERAL

- Determinar las capacidades portantes admisibles del terreno, considerando diferentes tipos de cimentaciones.

3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar perforaciones a percusión SPT (Standar Penetration Test) en los sitios de interés de la obra.
- Ensayar en laboratorio las condiciones mecánicas geotécnicas de todas las muestras resultantes de las perforaciones.
- Identificar las unidades estratigráficas del sustrato de cimentación.
- Calcular los asentamientos y parámetros físico-mecánicos en función del pre diseño de la cimentación.

4. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El área de estudio se ubica en el sector de Tucuso, perteneciente al cantón Mejía, en la provincia de Pichincha.



Figura 4.1. Ubicación del sitio

5. TRABAJOS EFECTUADOS

5.1. INVESTIGACIONES DE CAMPO

Con el fin de encontrar las características físicas y mecánicas de los estratos que comprenden el subsuelo de la zona de estudio se realizaron las siguientes investigaciones:

SPT	(COORDENADAS 17S)		COTA (mm)	PROF (m)	NORMA REFERENCIA
	NORTE	ESTE			
P-1	9941327,93	2954,77	2954,77	6	ASTM D1586-67
P-2	9941388,10	2954,88	2954,88	6	
P-3	9941312,06	2949,27	2949,27	6	

Cuadro 5.1. Investigaciones ejecutadas.

En las perforaciones se efectuaron ensayos de penetración estándar (SPT) cada metro; con la cuchara bi-partida, se recuperaron muestras de todos los estratos atravesados.

En todas las muestras alteradas recuperadas se realizó la descripción Visual - Manual de campo, según lo establecido en la norma ASTM D 2488, identificando en forma preliminar cada facie estratigráfica. Las muestras recuperadas fueron etiquetadas, embaladas y transportadas al laboratorio de Suelos, como indica la norma ASTM D 4220.

En el Anexo 1, se incluyen los boletines de laboratorio y el Anexo 2 los registros de perforación y testimonios fotográficos.

5.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

Para determinar las características físicas y mecánicas de los suelos, en las muestras seleccionadas se efectuaron ensayos de laboratorio, respetando los procedimientos determinados en las normas respectivas.

Las muestras seleccionadas corresponden a los estratos representativos de los suelos encontrados, en las que se realizó ensayos de identificación y clasificación SUCS:

- Humedad Natural	ASTM D 2216
- Granulometría por Vía Húmeda	ASTM D 422
- Límite Líquido y Límite Plástico	ASTM D 4318
- Clasificación SUCS	ASTM D 2487

En el Anexo 3 se encuentra los resultados de los Ensayos de Laboratorio y en el siguiente cuadro sus resultados.

6. CONSIDERACIONES GEOLÓGICAS

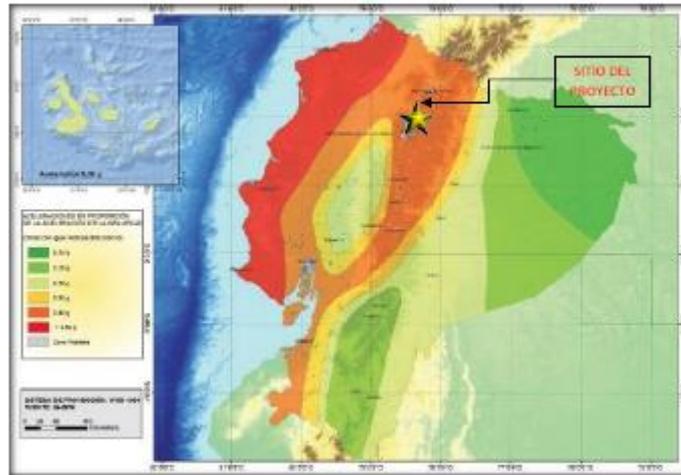
6.1. GEOLOGÍA LOCAL

En el área de estudio se realizó varios sondeos SPT, con el propósito de determinar la estratigrafía y las características geotécnicas de los materiales. A continuación, incluimos una síntesis estratigráfica del material encontrado:

- ✓ **Limo Arenoso Baja Plasticidad (ML):** Comprende limos arcillosos y limos limpios color café y con ciertos niveles oscuros, en general presenta plasticidad baja a media, dilatación lenta, resistencia en seco media.

6.2. ANÁLISIS SISMOTECTÓNICO

Las evaluaciones realizadas por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS 2014), zonifican al País en función de la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño. Según esa zonificación, el área del proyecto se encuentra en zona sísmica V en la cual se aplica un factor sísmico de 0,40g, como se representa.



ZONA SÍSMICA	I	II	III	IV	V	VI
VALOR FACTOR Z	0,15g	0,25g	0,30g	0,35 g	0,40g	≥ 0,50g
Factores de Sitio						
	Fa		Fd		Fs	
	1,20		1,19		1,28	

Figura 6.2. Mapa de zonas sísmicas en el Ecuador. Tomado de la NEC-SE-DS 2014.

6.3. PERFIL DEL SUELO PARA EL DISEÑO SISMORESISTENTE

El perfil del suelo para el diseño sismo resistente fue determinado siguiendo las especificaciones del apéndice 10.5 de la NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN "PELIGRO SÍSMICO DISEÑO SISMO RESISTENTE" (DIC - 2014):

PROF (m)	SPT_01	SPT_02	SPT_03	N promedio	Su (correspondiente) kg/cm ² Según Terzagui y Peck (1948)		
1.0	-	-	-	-	-	-	
2.0	12.00	3.00	24.00	13	0.857	1.17	
3.0	15.00	20.00	35.00	23	1.533	0.65	
4.0	24.00	22.00	17.00	21	1.400	0.71	
5.0	24.00	10.00	16.00	17	1.067	0.94	
6.0	23.00	20.00	16.00	20	1.267	0.79	
$\sum_{i=1}^k \frac{d_i}{S_{ui}}$						=	4.26
$d_c =$							4.00
$\bar{S}_u = \frac{d_c}{\sum_{i=1}^k \frac{d_i}{S_{ui}}}$							0.94
							kg/cm ²

SECTOR		MURO DE CONTENCIÓN TUCUSO
Su	PERFIL DEL SUELO	DESCRIPCION
0.94 kg/cm ²	D	PERFILES DE SUELO QUE CUMPLAN CON CUALQUIERA DE LAS DOS CONDICIONES $50 > N \geq 15.0$ $100 \text{ kPa} (= 1 \text{ kg/cm}^2) > S_u \geq 50 \text{ kPa} (= 0.5 \text{ kg/cm}^2)$

7. OBTENCIÓN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

7.1. GEOMETRÍA Y CARGA DE LA ESTRUCTURA

Mediante datos recopilados de planos de la residencia, a continuación, indicamos su geometría aproximada:

- Geometría del muro: rectangular
- Altura del muro: 2.5m
- Longitud del muro: 67.8m
- Área del muro: 169.5m²

7.2. CAPACIDAD DE CARGA POR MEDIO DEL SPT

La presión de hundimiento de una cimentación directa, se evalúa mediante la formulación propuesta por Terzaghi:

$$q_h(\text{bruta}) = cN_c + q_0N_q + \frac{1}{2}B\gamma N_\gamma$$

donde:

- N_c, N_q, N_γ , se denominan factores de capacidad de carga y dependen exclusivamente del ángulo de rozamiento interno efectivo del suelo.
- c , es la cohesión del terreno.
- q_0 , es la tensión vertical debida a la sobrecarga total de tierras al nivel de la cimentación.
- γ , es el peso específico del suelo por debajo de la cimentación.

El caso aplicable a suelos cohesivos (saturados), en la que las condiciones más desfavorables se suelen producir inmediatamente tras la carga. El cálculo sin drenaje se efectúa en tensiones totales, adoptando $\phi=0$, $c=S_u$. Para el ángulo de rozamiento nulo, los factores de capacidad de carga son los siguientes:

- $N_c = 1$
- $N_q = 5,14$
- $N_\gamma = 0$

En consecuencia, la tensión de hundimiento total bruta resulta:

$$q_h(\text{bruta}) = S_u N_c + q_0 = 5,14 S_u + \gamma D$$

donde:

- γ , es el peso específico aparente del terreno situado por encima de la base de cimentación.
- D , es la profundidad de a base del cimienta.

Debido a que la acción estabilizadora ($q_0 = \gamma D$), proviene solo del efecto de la sobrecarga γ , para producir el hundimiento del cimienta, la superficie de ruptura teórica deberá no solo levantar el terreno situado junto a la zapata sino también atravesarlo movilizando su resistencia al corte. Para tener cuenta este efecto se emplea un coeficiente de corrección propuesto por Skempton para el factor de corrección d_c , a aplicar al término de cohesión, función de relación profundidad / ancho de cimentación.

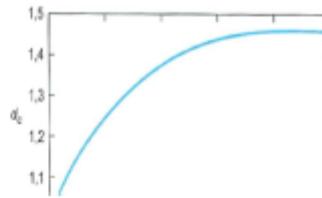


Figura 6.2. Factor de corrección (d_c) por la profundidad de cimentación (Skempton)

Aplicando este factor de corrección, resulta:

$$q_h (\text{bruta}) = 5,14 d_c S_u + \gamma D$$

Para establecer una presión de cimentación alejada del hundimiento se debe aplicar un factor de minoración a la tensión de hundimientos calculada, dicho factor de seguridad se aplica sobre la presión de hundimiento neta (FS =3, condición permanente).

Se han estimado los valores de resistencia al corte no drenado para las arcillas a partir de los valores de N_{60} , para ello se utilizaron las recomendaciones de Brown e Hettiarachi (2008):

$$\frac{S_u}{P_{atm}} = \alpha * N_{60}$$

Donde α es 0.04 según las recomendaciones y P_{atm} es la presión atmosférica.

7.3. CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS INSTANTÁNEOS

En función de las cargas proyectadas aproximadas ejercidas sobre el suelo según el tipo de estructura se procede a determinar los asentamientos efectivos que se darán lugar por efecto del esfuerzo que generará la nueva zapata sobre el estrato de fundición.

Considerando la utilidad del ensayo SPT se procede al cálculo de asentamientos por medio del método de Terzaghi, Peck y Mercí (1996)

$$S = (B^{0,75}) * \left(\frac{1,7}{N_{corr}^{1,4}} \right)$$

Dónde:

- B = ancho de Zapata (m)
- N_{corr} = N_{30} del SPT corregido
- q = la presión de contacto
- S = Asentamiento previsible (mm)

7.4. PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS CIMENTANTES

Los datos siguientes son aproximados a las dimensiones de la estructura, y la proyección de la estructura de tres plantas y un subsuelo, así como también para la carga estimada por columna, y representan los esfuerzos que generarían los diferentes tipos de cimentación reflejados para los asentamientos del suelo esperados. Puede ser considerado como un valor válido para la aproximación de la comprobación del diseño de cimentación, así como también su verificación por medio de estos valores requeridos de esfuerzo:

CIMENTACIÓN	SECCIÓN A (m)	SECCIÓN B (m)	ESFUERZO GENERADO POR LA CIMENTACIÓN (T/m ²)	CARGA POR COLUMN A
ZAPATA AISLADA	3	3	8.9	80
ZAPATA CORRIDA	4	1.5	13.3	80
LOSA DE CIMENTACIÓN	5	5	3.2	80

8. RESULTADOS DE ENSAYOS Y GENERALIDADES GEOTÉCNICAS

- No hay presencia de nivel freático en las investigaciones realizadas.
- No se ha obtenido el rechazo en las perforaciones, sin embargo, los golpes resultantes varían de medios a altos.
- En cuanto a la sismicidad, el sector de Tucuso, Nororiente de Mejía, presenta según la norma NEC-SE-DS 2015, una aceleración sísmica básica de 0,4g (g = aceleración de la gravedad), por lo que será precisa la aplicación de la citada norma para el diseño de las cimentaciones.

9. RESUMEN RESULTADOS GEOTÉCNICOS

A continuación, se indican los parámetros principales respectivos al análisis de las características mecánicas y físicas de los estratos de estudio, los cuales describen lo siguiente:

- **N promedio de perforaciones**

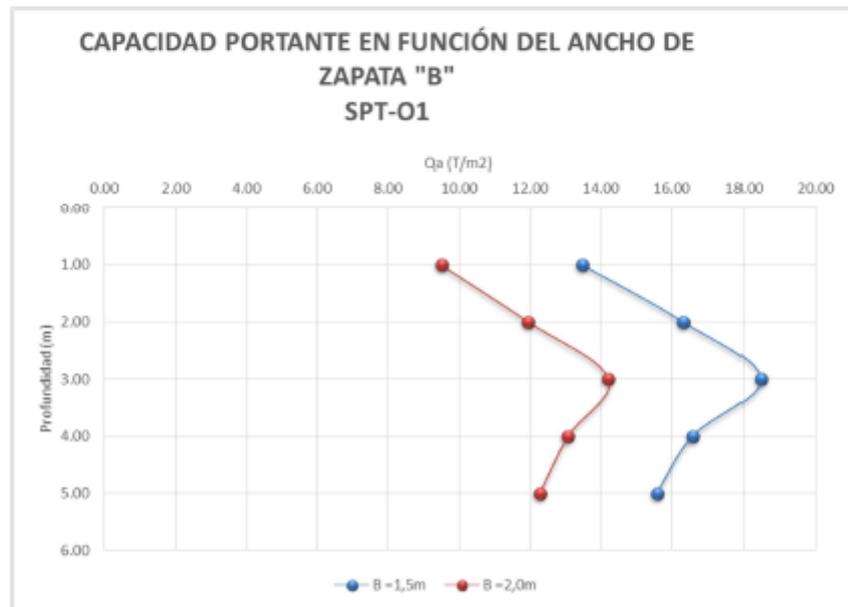
"N30" DEL SPT SEGUN LA PROFUNDIDAD			
PROF.m	SPT01	SPT02	SPT03
0,00 - 1,00	-	-	-
1,00 - 2,00	12	3	24
2,00 - 3,00	15	20	35
3,00 - 4,00	24	22	17
4,00 - 5,00	24	10	16
5,00 - 6,00	23	20	16

9.1. RESUMEN DE CAPACIDAD PORTANTE Y ASENTAMIENTOS PREDECIBLES

PERFORACIÓN SPT-01

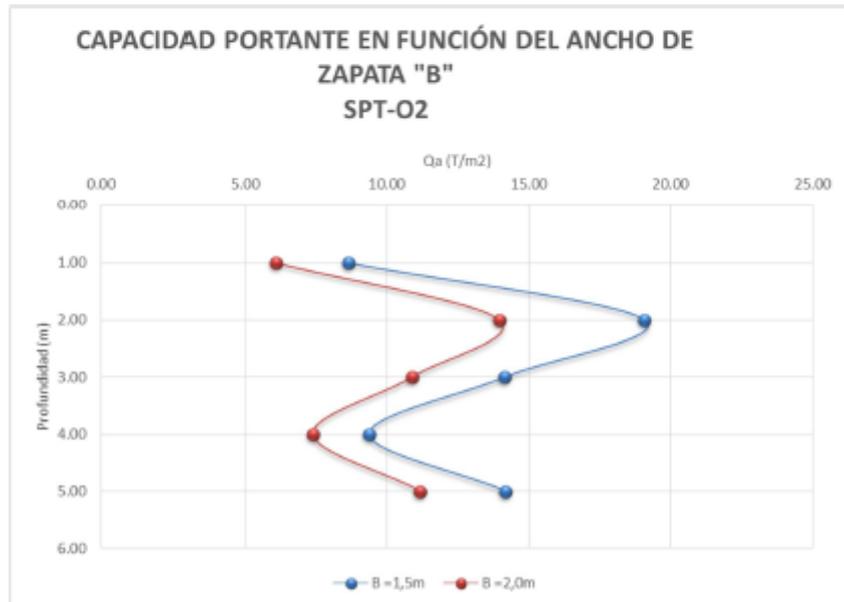
CAPACIDAD PORTANTE EN FUNCIÓN DEL ENSAYO SPT												
g = 1.40 T/m ²			PROYECTO: MURO DE CONTENCIÓN TUCUMÁN									
gsat = 1.50 T/m ²			PERFORACION: SPT-01									
N. F.: m			COORDENADAS: 9941327,9265 N; 772321,6678 E									
UBICACIÓN: Mejía, Tucumán-Pichincha												
PROF. (m)	NIVEL (m)	MÓDULO DE ELASTICIDAD (T/m ²)					q _a (MEYERHOFF) ZAPATAS (T / m ²)			q _a (BOWLES) LOSAS (T / m ²)	CAPACIDAD DE ASENTAMIENTO	
		N (opt)	N _{corr}	N _{prom}	BALASTO	k _s (T/m ² / m)	B= 1.10 m	B= 3.50 m	PROMEDIO	B= 1.50 m	CARGA Q (T)	PREVISIBLE S (mm)
0.00	-1.00											
1.00	-2.00	1.50	12.00	8.75	9.12	1148.03	13.47	9.49	11.48	13.75	116.25	8.28
2.00	-3.00	3.00	15.00	9.86	10.87	1294.23	16.30	11.93	14.12	18.42	146.14	6.47
3.00	-4.00	4.50	24.00	12.88	12.31	1690.81	18.46	14.20	16.33	20.86	173.95	5.44
4.00	-5.00	6.00	24.00	11.16	11.05	1464.30	16.58	13.06	14.82	18.73	159.99	6.33
5.00	-6.00	7.50	23.00	10.84	10.38	1422.57	15.57	12.27	13.92	17.59	150.31	6.90

FIN DEL SONDEO



PERFORACIÓN SPT-02

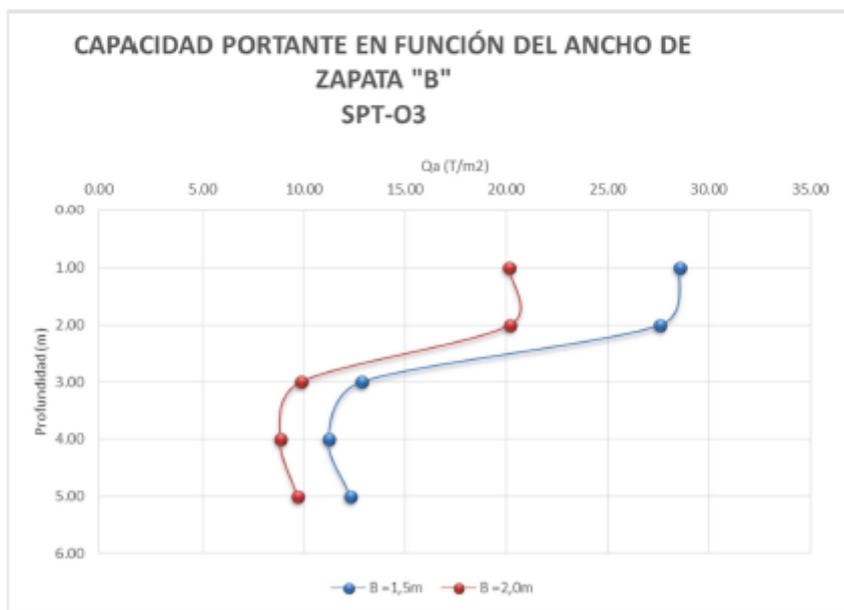
CAPACIDAD PORTANTE EN FUNCIÓN DEL ENSAYO SPT												
g = 1.40 T/m ²			PROYECTO: MISO DE CONSTRUCCIÓN TUCUMÁN									
gat = 1.50 T/m ²			PERFORACIÓN: SPT-02									
N.E.: m			COORDENADAS: 9941388, 1022N; 7723112, 0294E									
			UBICACIÓN: Mejía, Tucumán, Rchicha									
PROF. DE	NIVEL m	MÓDULO	MÓDULO				q _a (MEYERHOFF)			q _a (BOWLES)	CAPACIDAD DE CARGA Q (T)	ASENTAMIENTO PREVISIBLE S (mm)
			N (sp)	N _{cor}	N _{pas}	BALASTO	B=1.10 m	B=1.50 m PROMEDIO	B=1.80 m	LOSAS (T/m ²)		
fm	fm	(T/m ²)				la (T/m ² la)						
0.00	-1.00											
1.00	-2.00	1.50	3.00	2.19	5.84	287.01	8.63	6.08	7.36	8.81	74.48	15.44
2.00	-3.00	3.00	20.00	13.15	12.70	1725.72	19.06	13.94	16.50	21.53	170.77	5.20
3.00	-4.00	4.50	22.00	11.81	9.42	1550.00	14.14	10.87	12.51	15.97	133.16	7.91
4.00	-5.00	6.00	10.00	4.65	6.24	610.10	9.36	7.38	8.37	10.58	90.41	14.08
5.00	-6.00	7.50	20.00	9.43	9.44	1237.01	14.15	11.16	12.66	16.00	136.71	7.80
FIN DEL SONDEO												



PERFORACIÓN SPT-03

CAPACIDAD PORTANTE EN FUNCIÓN DEL ENSAYO SPT												
PROYECTO: MIRO DE CONTRUCCIÓN TUCUMÁN												
PERFORACIÓN: SPT-03												
COORDENADAS: 9941312.056 N; 772334.3536 E												
UBICACIÓN: Mejía, Tucumán, Argentina												
PROF. DE (m)	NIVEL (m)	N (pp)	N _{corr}	N _{prom.}	MÓDULO BALASTO (Dm ² /m)	q _a (MEYERHOFF) ZAPATAS (T/m ²)			q _a (BOWLES) LOSAS (T/m ²)	CAPACIDAD DE CARGA Q (T)	ASENTAMIENTO PREVISIBLE S (mm)	
						b=1,50 m	b=2,50 m	PROMEDIO	b=1,80 m			
0.00	-1.00											
1.00	-2.00	1.50	24.00	17.50	19.33	2296.06	28.56	20.13	24.35	29.15	246.59	2.89
2.00	-3.00	3.00	35.00	23.01	18.38	3019.95	27.58	20.17	23.88	31.15	247.08	3.10
3.00	-4.00	4.50	17.00	9.13	8.56	1197.64	12.85	9.88	11.37	14.51	121.03	9.04
4.00	-5.00	6.00	16.00	7.44	7.47	936.25	11.21	8.83	10.02	12.66	108.17	10.94
5.00	-6.00	7.50	16.00	7.54	8.18	989.63	12.27	9.67	10.97	13.87	118.46	9.64

FIN DEL SONDEO



- Coeficiente de Balasto

Los valores de coeficiente de Balasto (K_v y K_h , según Terzaghi) para el diseño de las cimentaciones superficiales y profundas son los siguientes:

COEFICIENTE BALASTO SPT-01

PROF. (m)	N (spt)	kv (T/m3)			kh (T/m3)
		b=1,1m	b=3,5m	b=5,0m	
1	-				
2	12	440.0	137.4	96.0	2400.0
3	15	550.0	171.8	120.0	3000.0
4	24	880.0	274.8	192.0	4800.0
5	24	880.0	274.8	192.0	4800.0
6	23	843.3	263.4	184.0	4600.0

COEFICIENTE BALASTO SPT-02

PROF. (m)	N (spt)	kv (T/m3)			kh (T/m3)
		b=1,1m	b=3,5m	b=5,0m	
1	-				
2	3	110.0	34.4	24.0	600.0
3	20	733.3	229.0	160.0	4000.0
4	22	806.7	251.9	176.0	4400.0
5	10	366.7	114.5	80.0	2000.0
6	20	733.3	229.0	160.0	4000.0

COEFICIENTE BALASTO SPT-03

PROF. (m)	N (spt)	kv (T/m3)			kh (T/m3)
		b=1,1m	b=2,0m	b=5,0m	
1	-				
2	24	880.0	274.8	192.0	4800.0
3	35	1283.3	400.8	280.0	7000.0
4	17	623.3	194.7	136.0	3400.0
5	16	586.7	183.2	128.0	3200.0
6	16	586.7	183.2	128.0	3200.0

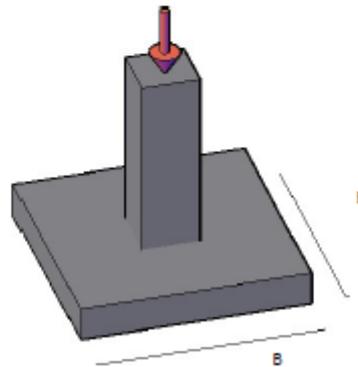
10. CONCLUSIONES

Se determinó una capacidad portante en el estrato superior (1m – 3m) de suelo de alrededor de 12.12T/m², siendo esta progresiva hasta la profundidad de investigaciones realizadas. (véase 6.0, capacidades portantes)

Se realizaron los estudios respectivos al estudio de mecánica de suelos para encontrar las propiedades físicas más relevantes de este estrato, clasificando finalmente al sitio en perfil sismorresistente TIPO D, esto como consecuencia de los resultados medios a altos en los golpes en el estrato.

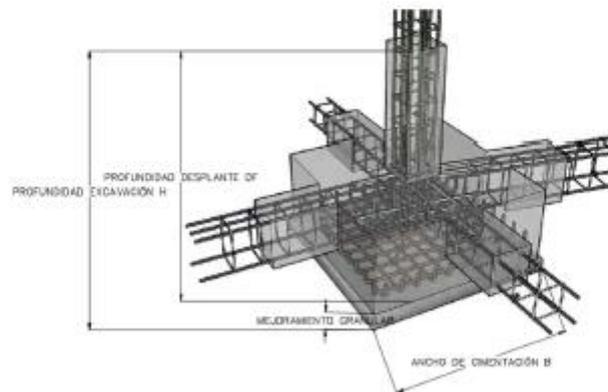
La clasificación SUCS del material recuperado de suelo resultó en arcillas de baja compresibilidad (ML) en una capa dominante a partir del metro de profundidad en adelante.

Los resultados de capacidad portantes están referidos a un ancho de cimentación supuesto B, dirigido de la carga puntual, hacia el primer estrato de fundación de la cimentación.



11. RECOMENDACIONES

- Se recomienda tener una profundidad de desplante de 2m para la implantación de elementos cimentantes, pues para las cargas proyectadas se cumple con holgura desde esta profundidad, tanto en la capacidad portante, asentamientos y los esfuerzos admisibles del suelo.
- Los valores de capacidad portante están basados en las dimensiones (B) del prediseño de la cimentación y las cargas que llegan a las columnas más cargadas para el nivel de plantas de la estructura, información argumentada por el contratista.
- Para una mejor distribución de esfuerzos en toda la sección de la cimentación, se recomienda usar bajo la cimentación una capa de 10cm de sub base granular en toda el área que comprenda el elemento estructural.



Identificado por:
EDGAR VINICIO
CAMACHO HIDALGO

Ing. Vinicio Camacho
INGENIERO CIVIL

Anexo 4: Diseño del muro en voladizo.

Diseño del muro de contención:

Ingresar los datos:

Altura:	$H = 2.5 \text{ m}$	Hormigón:	$f_c = 240 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Base:	$B = 1.75 \text{ m}$	Fluencia:	$f_y = 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Desplante:	$h_f = 1 \text{ m}$	Carga del suelo:	$q_a = 12.12 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$
Altura zapata:	$h_z = 0.5 \text{ m}$	Ángulo:	$\phi = 26^\circ$
Corona:	$bc = 0.35 \text{ m}$	Coefficiente:	$\mu = 0.45$
Base corona:	$bb = 0.5 \text{ m}$		
Talón:	$t = \frac{B}{3} = 0.583 \text{ m}$	$\theta = 0.6 \text{ m}$	
Dedo:	$d = B - t - bb = 0.65 \text{ m}$	Peso hormigón:	$\gamma_{ha} = 2.4 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$
Sobrecarga:	$h_s = 0 \text{ m}$	Peso suelo:	$\gamma_s = 1.4 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$

Desarrollo:

$h = H - h_z = 2 \text{ m}$ $a_1 = 0.4 \cdot H = 1 \text{ m}$
 $a_2 = 0.7 \cdot H = 1.75 \text{ m}$

```

Rev1 := || if a1 ≤ B ≤ a2
         || "Base adecuada"
         || else
         || "Cambiar Base"
    
```

Rev1 = "Base adecuada"

$$k_a := \tan\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right)^2 = 0.39$$

$$P_a := k_a \cdot H \cdot \gamma_s = 1.367 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$E_a := \frac{P_a \cdot H}{2} = 1.708 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

	Área m ²	P.Esp tn/m ³	W tn	Brazo m	Momento tn*m
$R =$	0.7	2.4	1.68	0.775	1.302
	0.15	2.4	0.36	1	0.36
	0.875	2.4	2.1	0.875	1.838
	0.15	1.4	0.21	1.05	0.221
	1.3	1.4	1.82	1.425	2.594

$$W_t := W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 = 6.17 \text{ tonnef}$$

$$M_t := M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 = 6.314 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Momento volcante:

$$M_v := \frac{H}{3} \cdot E_a = 1.424 \text{ tonnef}$$

Factor seguridad volcamiento:

$$F_{sv} := \frac{M_t}{M_v} \cdot \frac{1}{m} = 4.435$$

Factor seguridad deslizamiento:

$$F_{sd} := \frac{\mu \cdot W_t}{E_a} \cdot \frac{1}{m} = 1.625$$

Rev2 = "Ok el muro cumple las comprobaciones"

Posición resultante:

$$X_a := \frac{M_t - M_v \cdot 1 \text{ m}}{W_t}$$

$$X_a = 0.793 \text{ m}$$

Excentricidad:

$$e := \frac{B}{2} - X_a$$

$$e = 0.082 \text{ m}$$

Presiones del suelo:

$$q_1 = 2.529 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$q_2 = 4.523 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

Rev3 = "Ok"

Verificación en pantalla:

Cortante admisible:	$vc = 8.211 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Presión superior:	$P1 = 0 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$
Presión inferior:	$P2 = 1.093 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$
Empuje de pantalla:	$Ea' = 1.093 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$
Empuje de pantalla último:	$Ea'u = 1.859 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$
Cortante pantalla:	$vu = 0.381 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Rev4 = "Ok"

Diseño de pantalla: $h1 = 0.67 \text{ m}$ $h2 = 0.66 \text{ m}$ $h' = \frac{h}{3} = 0.667 \text{ m}$

Presiones:

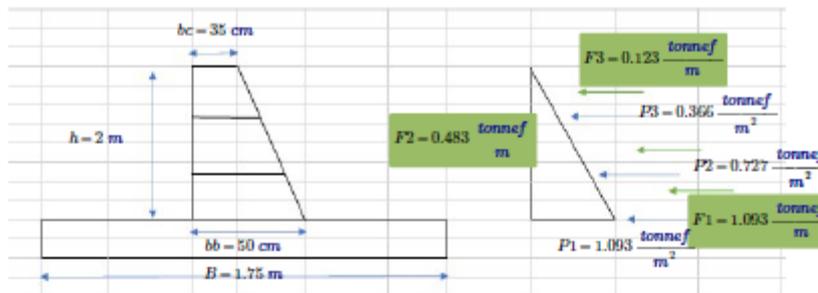
$$P1 = \gamma_s \cdot (h + hs) \cdot ka = 1.093 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$
$$P2 = \gamma_s \cdot (h1 + h2 + hs) \cdot ka = 0.727 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$
$$P3 = \gamma_s \cdot (h1 + hs) \cdot ka = 0.366 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$
$$P4 = \gamma_s \cdot (hs) \cdot ka = 0 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

Empuje horizontal c/sección:

$$F1 = \left(\frac{P1 + P4}{2} \right) \cdot h = 1.093 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$F2 = \left(\frac{P2 + P4}{2} \right) \cdot (h1 + h2) = 0.483 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$F3 = \left(\frac{P3 + P4}{2} \right) \cdot (h1) = 0.123 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$



Posiciones de fuerzas:

Posición F1: $y1 = 1.86 \text{ m}$
 Posición F2: $y2 = 1.24 \text{ m}$
 Posición F3: $y3 = 0.62 \text{ m}$

Momentos:
 $M1 = F1 \cdot y1 \cdot 1 \text{ m} = 2.034 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$
 $M2 = F2 \cdot y2 \cdot 1 \text{ m} = 0.6 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$
 $M3 = F3 \cdot y3 \cdot 1 \text{ m} = 0.076 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

Momentos últimos:
 $M1u = M1 \cdot FM = 3.457 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$
 $M2u = M2 \cdot FM = 1.019 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$
 $M3u = M3 \cdot FM = 0.129 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

Sección 1:	Sección 2:	Sección 3:
$b1 = 1 \text{ m}$	$t2 = 44.975 \text{ cm}$	$t3 = 40.025 \text{ cm}$
$t1 = 50 \text{ cm}$	$d2 = t2 - r = 34.975 \text{ cm}$	$d3 = t3 - r = 30.025 \text{ cm}$
$d1 = 40 \text{ cm}$		

Acero colocado:

$$As1 = 0.85 \cdot \left(\frac{fc}{fy} \right) \cdot b1 \cdot d1 \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M1u}{0.85 \cdot 0.9 \cdot fc \cdot b1 \cdot d1^2}} \right) = 2.3 \text{ cm}^2$$

$$As2 = 0.85 \cdot \left(\frac{fc}{fy} \right) \cdot b1 \cdot d2 \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M2u}{0.85 \cdot 0.9 \cdot fc \cdot b1 \cdot d2^2}} \right) = 0.773 \text{ cm}^2$$

$$As3 = 0.85 \cdot \left(\frac{fc}{fy} \right) \cdot b1 \cdot d3 \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M3u}{0.85 \cdot 0.9 \cdot fc \cdot b1 \cdot d3^2}} \right) = 0.114 \text{ cm}^2$$

$$Asmin1 = \frac{14}{fy \cdot \frac{cm^2}{kgf}} \cdot b1 \cdot d1 = 13.333 \text{ cm}^2 \quad \phi M1 = 32 \text{ mm}$$

$$Asmin2 = \frac{14}{fy \cdot \frac{cm^2}{kgf}} \cdot b1 \cdot d2 = 11.658 \text{ cm}^2 \quad \phi M2 = 24 \text{ mm}$$

$$A_{smin3} := \frac{14}{f_y \cdot \frac{cm^2}{kgf}} \cdot b1 \cdot d3 = 10.008 \text{ cm}^2 \quad \phi M3 := 32 \text{ mm}$$

$$s := 20 \text{ cm} \quad \text{Acero para } 1m2 \quad 2 \phi 32$$

Acero de temperatura:

$$s_i := 30 \text{ cm} \quad \#v := \frac{h}{s_i} + 1 = 7.667 \quad h = 2 \text{ m}$$

$$s_{ez} := 20 \text{ cm} \quad \#v := \frac{h}{s_{ez}} + 1 = 11 \quad h = 2 \text{ m}$$

$$A_{st} := \frac{2.5\%}{100} \cdot b1 \cdot \left(\frac{bc + t1}{2} \right) \cdot 10 = 10.625 \text{ cm}^2$$

$$A_{stin} := \frac{1}{3} \cdot A_{st} = 3.542 \text{ cm}^2 \quad 1 \phi 18 @ 30 \quad \phi_{ti} = 18 \text{ mm}$$

$$A_{ster} := \frac{2}{3} \cdot A_{st} = 7.083 \text{ cm}^2 \quad 1 \phi 28 @ 20 \quad \phi_{te} = 28 \text{ mm}$$

Aplastamiento:

$$m1 = 5 \text{ cm} \quad \phi = 0.65$$

$$\text{Fuerza de aplastamiento:} \quad f_a := \frac{FM \cdot F1}{\phi \cdot b1 \cdot m1} \cdot 1 \text{ m} = 5.719 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$\text{Aplastamiento admisible:} \quad f_{adm} = 0.85 \cdot \phi \cdot f_c = 132.6 \frac{kgf}{cm^2}$$

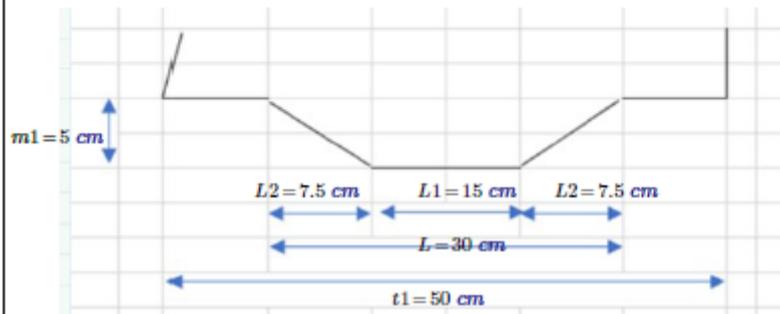
Rev5 = "Cumple aplastamiento"

Corte unitario:

$$\text{Corte:} \quad v_c = 0.53 \cdot \sqrt{f_c} \cdot \frac{kgf}{cm^2} = 8.211 \frac{kgf}{cm^2}$$

Ventana de corte:

$$x = 0.03 \text{ m} \quad L = 30 \text{ cm} \quad L1 = \frac{L}{2} = 15 \text{ cm} \quad L2 = \frac{L1}{2}$$



REV = "Muro adecuado"

$$p := hz - r = 0.4 \text{ m}$$

Diseño del talón:

Flexiones: $f1 := q2 = 4.523 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$

$$f2 := q1 = 2.529 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$f3 := \frac{f1 - f2}{B} (B - t) + f2 = 3.839 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

Momento: $Mdt := \frac{t^2}{6} \cdot (2 \cdot f1 + f3) = 0.773 \frac{\text{tonnef} \cdot \text{m}}{\text{m}}$

Momento último: $Mudt := Mdt \cdot FM \cdot m = 1.314 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

Momento nominal: $\phi := 0.9 \quad Mndt := \frac{Mudt}{\phi} = 1.46 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

Momento resistente: $Murd := Ru \cdot b1 \cdot p^2 = 73.408 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

Rev6 = "Ok"

Verificación altura: $Vu := \left(\frac{f1 + f3}{2} \right) \cdot t \cdot FM = 4.264 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$

Corte: $vc := 0.53 \cdot \sqrt{fc} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 8.211 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Corte de talón: $\phi := 0.75 \quad vu := \frac{Vu}{\phi \cdot b1 \cdot p} = 1.421 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Rev7 = "Cumple"

Cálculo de acero:

$$Asdt := 0.85 \cdot \left(\frac{fc}{fy} \right) \cdot b1 \cdot p \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Mudt}{0.85 \cdot 0.9 \cdot fc \cdot b1 \cdot p^2}} \right) = 0.871 \text{ cm}^2$$

$$Asmindt := \frac{14}{fy \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{kgf}}} \cdot b1 \cdot p = 13.333 \text{ cm}^2$$

$$As := \max(Asdt, Asmindt) = 13.333 \text{ cm}^2$$

Separación:

$$st := 20 \text{ cm}$$
$$\#v := \frac{1 \text{ m}}{st} = 5$$

$$\phi t = 20 \text{ mm}$$

$$A_{dt} := \#v \cdot \left(\frac{\pi \cdot \phi t^2}{4} \right) = 15.708 \text{ cm}^2$$

$$A_{stt} = 0.0025 \cdot b1 \cdot hz = 12.5 \text{ cm}^2$$

$$A_{sts} := \frac{2}{3} \cdot A_{stt} = 8.333 \text{ cm}^2$$

$$\phi ts = 16 \text{ mm}$$

$$A_{dts} := \#v \cdot \left(\frac{\pi \cdot \phi ts^2}{4} \right) = 10.053 \text{ cm}^2$$

Diseño del dedo:

Flexiones:

$$f3 = 3.839 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\overline{f2} = q1 = 2.529 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2} \quad f2u = f2 \cdot 1.4 = 3.54 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$f4 := \frac{f1 - f2}{B} (B - d) + f2 = 3.782 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$f4u := f4 \cdot 1.4 = 5.295 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

Peso del relleno:

$$W_r := \gamma_s \cdot \frac{A4 + A5}{d} \cdot 1 \text{ m} = 3.123 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

Peso del dedo:

$$W_d := \gamma_{ha} \cdot (d \cdot hz) \cdot \frac{1}{d} \cdot 1 \text{ m} = 1.2 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$\overline{Wt} = W_r + W_d = 4.323 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$W_u := W_t \cdot 1.4 = 6.052 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

Carga trapezoidal aplicada al dedo:

$$W_i = W_u - f4u \cdot 1 \text{ m} = 0.757 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

(Presiones últimas)

$$\overline{Wd} = W_u - f2u \cdot 1 \text{ m} = 2.512 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

Momento: $M_{udd} := \frac{d^2}{6} \cdot (2 \cdot W_d + W_i) = 0.407 \text{ tonnef} \cdot m$

$\phi := 0.9$

$pd := \sqrt{\frac{M_{udd}}{f_{tu} \cdot b_1 \cdot \phi}} = 3.14 \text{ cm}$

Verificación del corte:

Corte: $vc := 0.53 \cdot \sqrt{f_c \cdot \frac{kgf}{cm^2}} = 8.211 \frac{kgf}{cm^2}$

Peralte: $\phi := 0.75$ $pd := \frac{(W_i + W_d) \cdot d \cdot 0.5}{\phi \cdot b_1 \cdot vc} = 1.725 \text{ cm}$

$vu := \frac{(W_i + W_d) \cdot d \cdot 0.5}{\phi \cdot b_1 \cdot pd} = 82.107 \frac{tonnef}{m^2}$

Rev8 = "Cumple"

Cálculo de acero:

$As_{dd} := 0.85 \cdot \left(\frac{f_c}{f_y}\right) \cdot b_1 \cdot p \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{udd}}{0.85 \cdot 0.9 \cdot f_c \cdot b_1 \cdot p^2}}\right) = 0.269 \text{ cm}^2$

$As_{mindd} := \frac{14}{f_y \cdot \frac{cm^2}{kgf}} \cdot b_1 \cdot p = 13.333 \text{ cm}^2$

$As := \max(As_{dd}, As_{mindd}) = 13.333 \text{ cm}^2$

Separación:

$st := 20 \text{ cm}$

$\#v := \frac{1 \text{ m}}{st} = 5$ $\phi_d := 20 \text{ mm}$

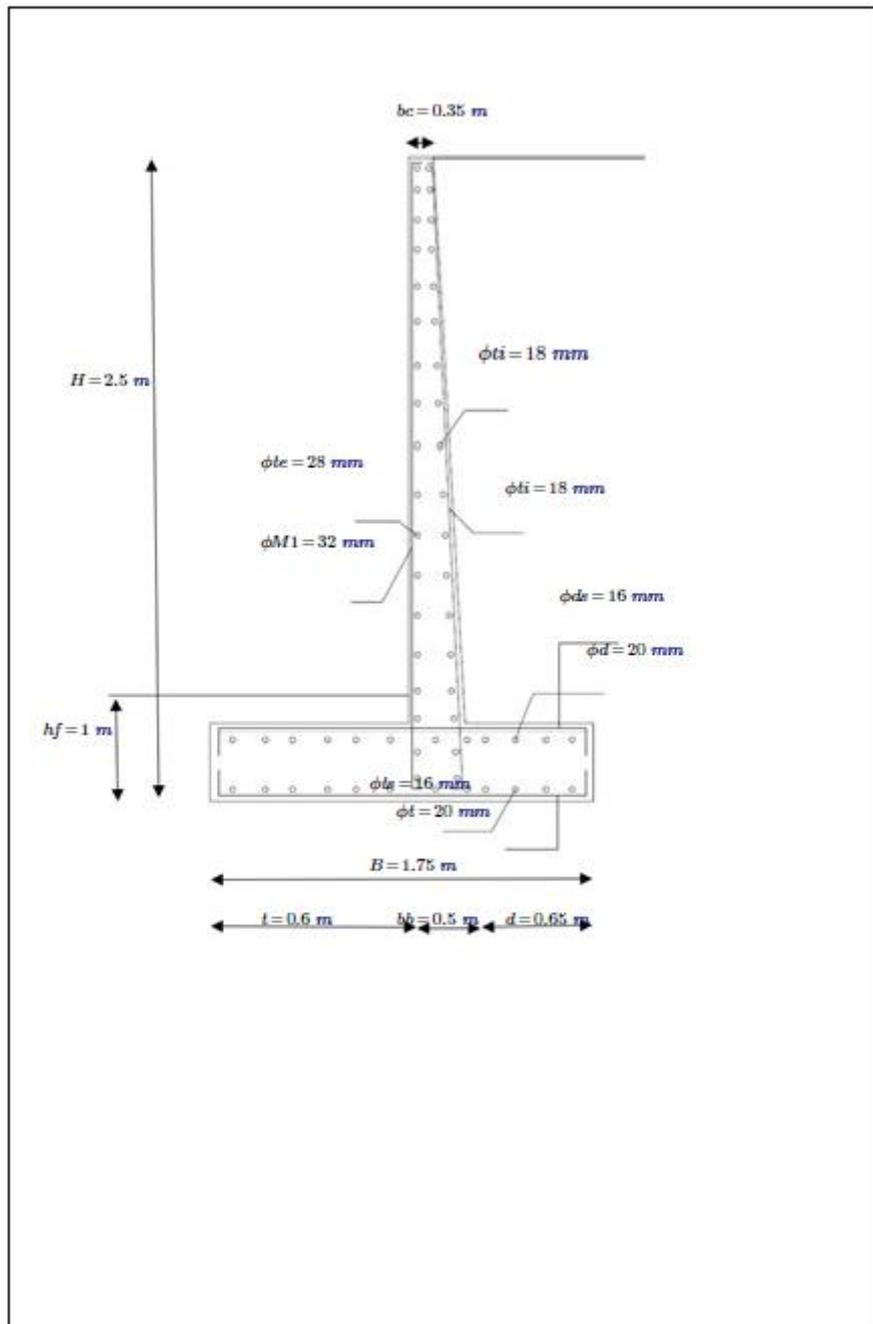
$A_{dd} := \#v \cdot \left(\frac{\pi \cdot \phi_d^2}{4}\right) = 15.708 \text{ cm}^2$

$A_{std} := 0.0025 \cdot b_1 \cdot h_z = 12.5 \text{ cm}^2$

$A_{stds} := \frac{2}{3} \cdot A_{std} = 8.333 \text{ cm}^2$

$\phi_{ds} := 16 \text{ mm}$

$A_{dtds} := \#v \cdot \left(\frac{\pi \cdot \phi_{ds}^2}{4}\right) = 10.053 \text{ cm}^2$



Anexo 5: Diseño del muro en contrafuerte:

Diseño de Muro en CONTRAFUERTE

Datos:

$H = 2.5 \text{ m}$ $h_c = 1 \text{ m}$ $\gamma_{HA} = 2.4 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$ $f_c = 240 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ $f_y = 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Suelo:

$q_a = 12.12 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$ $\gamma_{relleno} = 1.4 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$ $\phi = 26^\circ$ $\mu = 0.45$

Cálculo de R_u :

$$\beta_1 = 1.05 - \frac{f_c}{1400 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} = 0.879 \quad \beta_1 = \text{if} (\beta_1 \geq 0.85, 0.85, \beta_1) = 0.85$$

$$\rho_b = 0.85 \cdot \beta_1 \cdot \frac{f_c}{f_y} \cdot \left(\frac{6120 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{6120 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} + f_y} \right) = 0.0245$$

$$R_u = 0.5 \cdot \rho_b \cdot f_y \cdot \left(1 - \frac{0.5 \cdot \rho_b \cdot f_y}{1.7 \cdot f_c} \right) = 44.938 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

PREDISEÑO

Dimensiones del muro en voladizo:

- Corona: Constructivamente 0,20-0,30 m $a = \frac{H}{24} = 0.104 \text{ m}$ $\bar{a} = 0.35 \text{ m}$
- Base Zapata: $\frac{1}{2} \cdot H = 1.25 \text{ m}$
 $\frac{2}{3} \cdot H = 1.667 \text{ m}$ $B = \frac{\left(\frac{1}{2} \cdot H + \frac{2}{3} \cdot H \right)}{2} = 1.458 \text{ m}$ $\bar{B} = 1.75 \text{ m}$
- Altura zapata: $\frac{H}{12} = 0.208 \text{ m}$ $\frac{H}{14} = 0.179 \text{ m}$
 $h = \frac{\left(\frac{H}{12} + \frac{H}{14} \right)}{2} = 0.193 \text{ m}$ $\bar{h} = 0.5 \text{ m}$
- Dedo: $\text{dedo} = \frac{B}{4} = 0.438 \text{ m}$ $\bar{\text{dedo}} = \frac{B}{2} = 0.875 \text{ m}$ $b = 0.5 \text{ m}$
 $\bar{\text{dedo}} = 0.65 \text{ m}$
- Talón: $\text{talón} = B - \text{dedo} - b = 0.6 \text{ m}$ $\text{talón} = 0.6 \text{ m}$
- Altura pantalla: $h_{\text{pantalla}} = H - h = 2 \text{ m}$ $h_{\text{pantalla}} = 2 \text{ m}$

- Separación entre contrafuertes :

$$S := \frac{H}{3} = 0.833 \text{ m} \quad \mathbb{S} := \frac{H}{2} = 1.25 \text{ m}$$

$$\mathbb{S} := 0.75 \text{ m} + 0.22 H = 1.3 \text{ m}$$

$$S_{\text{adop}} := 3 \text{ m}$$

- Espesor contrafuerte Constructivamente 0,30-0,50 m :

$$\frac{H}{20} = 0.125 \text{ m}$$

$$e_{\text{adop}} := 0.3 \text{ m}$$

ESTABILIDAD ESTRUCTURAL DEL MURO

$$k_a := \frac{1 - \sin(\phi)}{1 + \sin(\phi)} = 0.39$$

$$P1 := \gamma_{\text{relleno}} \cdot h_e \cdot k_a = 0.547 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2} \quad P2 := -\gamma_{\text{relleno}} \cdot (h_e - H) \cdot k_a = 0.82 \frac{1}{\text{m}} \cdot \text{m} \cdot \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

Empuje activo:

$$E_a := \left(\frac{P1 + P2}{2} \right) \cdot H \cdot S_{\text{adop}} = 5.125 \text{ tonnef} \quad y_a := \left(\frac{P2 + 2 \cdot P1}{P2 + P1} \right) \cdot \frac{H}{3} = 1.167 \text{ m}$$

- Momento Volcador:

$$M_V := E_a \cdot y_a = 5.979 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

- Momento Estabilizador:

1. Rectángulo: $a_1 := b - a = 0.15 \text{ m} \quad h_1 := h_{\text{pantalla}} = 2 \text{ m}$

$$W1 := a \cdot h_1 \cdot \gamma_{\text{HA}} \cdot S_{\text{adop}} = 5.04 \text{ tonnef} \quad x_1 := \frac{a}{2} + a_1 + \text{dedo} = 0.975 \text{ m}$$

$$\text{Mest1} := W1 \cdot x_1 = 4.914 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

2. Triángulo: $a_2 := b - a = 0.15 \text{ m} \quad h_2 := h_{\text{pantalla}} = 2 \text{ m}$

$$W2 := \frac{a_2 \cdot h_2}{2} \cdot \gamma_{\text{HA}} \cdot S_{\text{adop}} = 1.08 \text{ tonnef} \quad x_2 := \frac{2}{3} \cdot a_1 + \text{dedo} = 0.75 \text{ m}$$

$$\text{Mest2} := W2 \cdot x_2 = 0.81 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

3. Rectángulo: $a_3 := B = 1.75 \text{ m} \quad h_3 := h = 0.5 \text{ m}$

$$W3 := a_3 \cdot h_3 \cdot \gamma_{\text{HA}} \cdot S_{\text{adop}} = 6.3 \text{ tonnef} \quad x_3 := \frac{B}{2} = 0.875 \text{ m}$$

$$Mest3 := W3 \cdot x_3 = 5.513 \text{ tonnef} \cdot m$$

4. Contrafuerte: $a_4 := \text{dedo} = 0.65 \text{ m}$ $h_4 := h_{\text{pantalla}} = 2 \text{ m}$

$$W4 := \frac{a_4 \cdot h_4}{2} \cdot \gamma_{H4} \cdot e_{\text{adop}} = 0.468 \text{ tonnef} \quad x_4 := \text{dedo} + b + \frac{\text{talón}}{3} = 1.35 \text{ m}$$

$$Mest4 := W4 \cdot x_4 = 0.632 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$W_{\text{total}} := W1 + W2 + W3 + W4 = 12.888 \text{ m} \cdot \frac{\text{tonnef}}{m}$$

5. Relleno entre Contrafuertes:

$$a_5 := \text{dedo} = 0.65 \text{ m} \quad h_5 := h_{\text{pantalla}} = 2 \text{ m}$$

$$W5 := a_5 \cdot h_5 \cdot \gamma_{\text{relleno}} \cdot (S_{\text{adop}} - e_{\text{adop}}) = 4.914 \text{ tonnef}$$

$$x_5 := B - \frac{\text{dedo}}{2} = 1.425 \text{ m}$$

$$Mest5 := W5 \cdot x_5 = 7.002 \text{ tonnef} \cdot m$$

6. Relleno: $a_6 := \text{talón} = 0.6 \text{ m}$ $h_6 := h_{\text{pantalla}} = 2 \text{ m}$

$$W6 := \frac{a_6 \cdot h_6}{2} \cdot \gamma_{\text{relleno}} \cdot e_{\text{adop}} = 0.252 \text{ tonnef} \quad x_6 := \text{dedo} + b + \frac{2 \cdot \text{talón}}{3} = 1.55 \text{ m}$$

$$Mest6 := W6 \cdot x_6 = 0.391 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$W_{\text{total}} := W1 + W2 + W3 + W4 + W5 + W6 = 18.054 \text{ tonnef}$$

$$M_{\text{est}} := Mest1 + Mest2 + Mest3 + Mest4 + Mest5 + Mest6 = 19.261 \text{ tonnef} \cdot m$$

• Factores de Seguridad:

$$FSv := \frac{M_{\text{est}}}{M_v} = 3.222 \quad \text{Revisión1} := \text{if}(FSv > 2, \text{"Ok"}, \text{"Revisar"}) = \text{"Ok"}$$

$$FSd := \frac{\mu \cdot W_{\text{total}}}{E_a} = 1.585 \quad \text{Revisión2} := \text{if}(FSd > 1.5, \text{"Ok"}, \text{"Revisar"}) = \text{"Ok"}$$

CHEQUEO DEL SUELO

- Posición resultante:

$$x_A := \frac{M_{est} - M_V}{W_{total}} = 0.736 \text{ m}$$

- Excentricidad:

$$e := \frac{B}{2} - x_A = 0.139 \text{ m}$$

- Presiones del suelo:

$$q_2 := \frac{W_{total}}{B \cdot S_{adop}} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot e}{B}\right) = 1.797 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2} \quad q_1 := \frac{W_{total}}{B \cdot S_{adop}} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e}{B}\right) = 5.081 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Revisión1} := \text{if}(q_1 < q_{a1}, \text{"Ok"}, \text{"Revisar"}) = \text{"Ok"}$$

$$\text{Revisión2} := \text{if}(q_2 < q_{a2}, \text{"Ok"}, \text{"Revisar"}) = \text{"Ok"}$$

DISEÑO CONTRAFUERTE

$$h_{\text{pantalla}} = 2 \text{ m}$$

- Por secciones:

$$h_1 := 2.90 \text{ m}$$

$$h_3 := 3.00 \text{ m}$$

$$\tilde{h}_1 := h_{\text{pantalla}} + h_e = 3 \text{ m}$$

$$\tilde{h}_3 := h_e + h_3 = 4 \text{ m}$$

$$h_2 := 2.90 \text{ m}$$

$$h_4 := h_e = 1 \text{ m}$$

$$\tilde{h}_2 := h_{\text{pantalla}} + h_e - h_1 = 0.1 \text{ m}$$

$$\tilde{h}_4 := h_e = 1 \text{ m}$$

- Presiones:

$$ka = 0.39$$

$$FM = 1.7$$

$$P_1 := \gamma_{\text{relleno}} \cdot h_1 \cdot ka \cdot FM = 2.788 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2} \quad P_3 := \gamma_{\text{relleno}} \cdot h_3 \cdot ka \cdot FM = 3.717 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$P_2 := \gamma_{\text{relleno}} \cdot h_2 \cdot ka \cdot FM = 0.093 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2} \quad P_4 := \gamma_{\text{relleno}} \cdot h_4 \cdot ka \cdot FM = 0.929 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

Presiones promedios:

$$\text{Sección A} \quad W_A := \frac{P_1 + P_2}{2} = 1.44 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

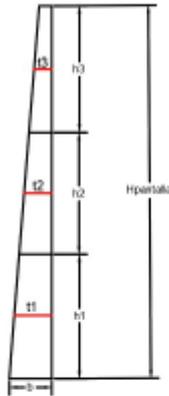
$$\text{Sección B} \quad W_B := \frac{P_2 + P_3}{2} = 1.905 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Sección C} \quad W_C := \frac{P_3 + P_4}{2} = 2.323 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

VERIFICACIÓN DE SECCIÓN

$$b = 50 \text{ cm} \quad h_{\text{pantalla}} = 200 \text{ cm} \quad a = 35 \text{ cm}$$

$$h_3 = 3 \text{ m} \quad h_2 = 2.9 \text{ m} \quad h_1 = 2.9 \text{ m}$$



$$t_1 = \frac{\left(h_3 + h_2 + \frac{h_2}{2}\right) \cdot (b - a)}{h_{\text{pantalla}}} + a = 0.901 \text{ m}$$

$$t_2 = \frac{\left(h_3 + \frac{h_2}{2}\right) \cdot (b - a)}{h_{\text{pantalla}}} + a = 0.684 \text{ m}$$

$$t_3 = \frac{\frac{h_3}{2} \cdot (b - a)}{h_{\text{pantalla}}} + a = 0.463 \text{ m}$$

Momentos : $S_{\text{adop}} = 3 \text{ m}$ $L_{\text{libre}} = S_{\text{adop}} - e_{\text{adop}} = 2.7 \text{ m}$

Sección A

$$M1 = \frac{1}{16} m \cdot W_A \cdot L_{\text{libre}}^2 = 0.656 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2 = \frac{1}{14} m \cdot W_A \cdot L_{\text{libre}}^2 = 0.75 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M3 = \frac{1}{10} m \cdot W_A \cdot L_{\text{libre}}^2 = 1.05 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M4 = M1 = 0.656 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M5 = \frac{1}{11} m \cdot W_A \cdot L_{\text{libre}}^2 = 0.955 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{\text{max}_A} = \max(M1, M2, M3, M4, M5) = 1.05 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Sección B

$$M1' = \frac{1}{16} m \cdot W_B \cdot L_{\text{libre}}^2 = 0.868 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M2' = \frac{1}{14} m \cdot W_B \cdot L_{\text{libre}}^2 = 0.992 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M3' = \frac{1}{10} m \cdot W_B \cdot L_{\text{libre}}^2 = 1.389 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M4' = M1' = 0.868 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M5' = \frac{1}{11} m \cdot W_B \cdot L_{\text{libre}}^2 = 1.263 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{\text{max}_B} = \max(M1', M2', M3', M4', M5') = 1.389 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Sección C

$$M1'' := \frac{1}{16} m \cdot W_C \cdot L_{\text{libre}}^2 = 1.059 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M2'' := \frac{1}{14} m \cdot W_C \cdot L_{\text{libre}}^2 = 1.21 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M3'' := \frac{1}{10} m \cdot W_C \cdot L_{\text{libre}}^2 = 1.694 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M4'' := M1'' = 1.059 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M5'' := \frac{1}{11} m \cdot W_C \cdot L_{\text{libre}}^2 = 1.54 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_{\text{max}_C} := \max(M1'', M2'', M3'', M4'', M5'') = 1.694 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_{\text{max}} := \max(M_{\text{max}_A}, M_{\text{max}_B}, M_{\text{max}_C}) = 1.694 \text{ tonnef} \cdot m$$

Peralte : $\phi = 0.9$ $b' = 1 \text{ m}$ $d = \sqrt{\frac{M_{\text{max}}}{\phi \cdot R_u \cdot b'}} = 6.471 \text{ cm}$

Cortante :

Sección A $V1_A = 0.50 m \cdot W_A \cdot L_{\text{libre}} = 1.945 \text{ tonnef}$

$$V2_A = 0.58 m \cdot W_A \cdot L_{\text{libre}} = 2.256 \text{ tonnef}$$

$$V_{\text{max}_A} := \max(V1_A, V2_A) = 2.256 \text{ tonnef}$$

Sección B

$$V1_B = 0.50 m \cdot W_B \cdot L_{\text{libre}} = 2.572 \text{ tonnef}$$

$$V2_B = 0.58 m \cdot W_B \cdot L_{\text{libre}} = 2.983 \text{ tonnef}$$

$$V_{\text{max}_B} := \max(V1_B, V2_B) = 2.983 \text{ tonnef}$$

Sección C

$$V1_C = 0.50 m \cdot W_C \cdot L_{\text{libre}} = 3.136 \text{ tonnef}$$

$$V2_C = 0.58 m \cdot W_C \cdot L_{\text{libre}} = 3.638 \text{ tonnef}$$

$$V_{\text{max}_C} := \max(V1_C, V2_C) = 3.638 \text{ tonnef}$$

- Resistencia Cortante del Hormigón:

$$\phi_v = 0.75 \quad v_{c_{\text{adm}}} = 0.53 \cdot \sqrt{f_c} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 8.211 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

- Resistencia al corte último:

rec := 7.5 cm

$$v_{uA} := \frac{V_{maxA}}{\phi_v \cdot b' \cdot (t_1 - rec)} = 0.364 \frac{kgf}{cm^2}$$

Revisión := if ($v_{uA} \leq v_{cadm}$, "Dimensiones adecuadas", "Aumentar d") = "Dimensiones adecuadas"

$$v_{uB} := \frac{V_{maxB}}{\phi_v \cdot b' \cdot (t_2 - rec)} = 0.653 \frac{kgf}{cm^2}$$

Revisión := if ($v_{uB} \leq v_{cadm}$, "Dimensiones adecuadas", "Aumentar d") = "Dimensiones adecuadas"

$$v_{uC} := \frac{V_{maxC}}{\phi_v \cdot b' \cdot (t_3 - rec)} = 1.252 \frac{kgf}{cm^2}$$

Revisión := if ($v_{uC} \leq v_{cadm}$, "Dimensiones adecuadas", "Aumentar d") = "Dimensiones adecuadas"

ARMADO PANTALLA

SECCIÓN A

$$d_1 := t_1 - rec = 82.625 \text{ cm}$$

$$b' = 1 \text{ m}$$

$As_1 = 0.21 \text{ cm}^2$	$As_{min1} = 27.542 \text{ cm}^2$	$As_{col1} = 27.542 \text{ cm}^2$
$As_2 = 0.24 \text{ cm}^2$	$As_{min2} = 27.542 \text{ cm}^2$	$As_{col2} = 27.542 \text{ cm}^2$
$As_3 = 0.336 \text{ cm}^2$	$As_{min3} = 27.542 \text{ cm}^2$	$As_{col3} = 27.542 \text{ cm}^2$
$As_4 = 0.21 \text{ cm}^2$	$As_{min4} = 27.542 \text{ cm}^2$	$As_{col4} = 27.542 \text{ cm}^2$
$As_5 = 0.306 \text{ cm}^2$	$As_{min5} = 27.542 \text{ cm}^2$	$As_{col5} = 27.542 \text{ cm}^2$

$$As_{colA} := \max(As_{col1}, As_{col2}, As_{col3}, As_{col4}, As_{col5}) = 27.542 \text{ cm}^2$$

• Acero comercial sep := 20 cm $N_{varillas} := \frac{1 \text{ m}}{sep} = 5$ $\phi_v := 16 \text{ mm}$

$$A_v := \frac{As_{colA}}{N_{varillas}} = 5.508 \text{ cm}^2$$

$$A_v := \pi \cdot \frac{\phi_v^2}{4} = 2.011 \text{ cm}^2$$

SECCIÓN B

$$d_2 := t_2 - rec = 60.875 \text{ cm}$$

$$b' = 1 \text{ m}$$

$As_1 = 0.377 \text{ cm}^2$	$As_{min1} = 20.292 \text{ cm}^2$	$As_{col1} = 20.292 \text{ cm}^2$
$As_2 = 0.431 \text{ cm}^2$	$As_{min2} = 20.292 \text{ cm}^2$	$As_{col2} = 20.292 \text{ cm}^2$
$As_3 = 0.604 \text{ cm}^2$	$As_{min3} = 20.292 \text{ cm}^2$	$As_{col3} = 20.292 \text{ cm}^2$
$As_4 = 0.377 \text{ cm}^2$	$As_{min4} = 20.292 \text{ cm}^2$	$As_{col4} = 20.292 \text{ cm}^2$
$As_5 = 0.549 \text{ cm}^2$	$As_{min5} = 20.292 \text{ cm}^2$	$As_{col5} = 20.292 \text{ cm}^2$

$$As_{colB} := \max(As_{col1}, As_{col2}, As_{col3}, As_{col4}, As_{col5}) = 20.292 \text{ cm}^2$$

• Acero comercial sep := 23 cm $N_{varillas} := \frac{1 \text{ m}}{sep} = 4.348$ $\phi_v := 16 \text{ mm}$

$$A_s := \frac{A_{s_{colB}}}{N_{varillas}} = 4.667 \text{ cm}^2$$

$$A_s := \pi \cdot \frac{\phi_v^2}{4} = 2.011 \text{ cm}^2$$

SECCIÓN C

$$d_3 = t_3 - \text{rec} = 38.75 \text{ cm}$$

$$b' = 1 \text{ m}$$

$$As_1 = 0.724 \text{ cm}^2$$

$$As_{\min 1} = 12.917 \text{ cm}^2$$

$$As_{col1} = 12.917 \text{ cm}^2$$

$$As_2 = 0.828 \text{ cm}^2$$

$$As_{\min 2} = 12.917 \text{ cm}^2$$

$$As_{col2} = 12.917 \text{ cm}^2$$

$$As_3 = 1.16 \text{ cm}^2$$

$$As_{\min 3} = 12.917 \text{ cm}^2$$

$$As_{col3} = 12.917 \text{ cm}^2$$

$$As_4 = 0.724 \text{ cm}^2$$

$$As_{\min 4} = 12.917 \text{ cm}^2$$

$$As_{col4} = 12.917 \text{ cm}^2$$

$$As_5 = 1.054 \text{ cm}^2$$

$$As_{\min 5} = 12.917 \text{ cm}^2$$

$$As_{col5} = 12.917 \text{ cm}^2$$

$$As_{colC} := \max(As_{col1}, As_{col2}, As_{col3}, As_{col4}, As_{col5}) = 12.917 \text{ cm}^2$$

- Acero comercial $sep = 30 \text{ cm}$ $N_{varillas} = \frac{1 \text{ m}}{sep} = 3.333$ $\phi_v = 16 \text{ mm}$

$$A_s := \frac{As_{colC}}{N_{varillas}} = 3.875 \text{ cm}^2$$

$$A_s := \pi \cdot \frac{\phi_v^2}{4} = 2.011 \text{ cm}^2$$

ARMADURA POR TEMPERATURA

- Acero por temperatura

$$t := \max(t_1, t_2, t_3) = 90.125 \text{ cm}$$

$$As_t = 0.0025 \cdot b' \cdot t = 22.531 \text{ cm}^2$$

- Cara Interior de contrafuerte

$$As_{int} = \frac{1}{3} \cdot As_t = 7.51 \text{ cm}^2$$

$$sep = 30 \text{ cm}$$

$$N_{varillas} = \frac{1 \text{ m}}{sep} = 3.333$$

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

$$A_s := \frac{As_{int}}{N_{varillas}} = 2.253 \text{ cm}^2$$

$$A_s := \pi \cdot \frac{\phi_v^2}{4} = 0.785 \text{ cm}^2$$

- Cara Exterior contrafuerte

$$As_{ext} = \frac{2}{3} \cdot As_t = 15.021 \text{ cm}^2$$

$$sep = 20 \text{ cm}$$

$$N_{varillas} = \frac{1 \text{ m}}{sep} = 5$$

$$\phi_v = 12 \text{ mm}$$

$$A_s := \frac{As_{ext}}{N_{varillas}} = 1.502 \text{ cm}^2$$

$$A_s := \pi \cdot \frac{\phi_v^2}{4} = 1.131 \text{ cm}^2$$

DISEÑO DEDO

$$h = 50 \text{ cm}$$

$$d_{dedo} = h - \text{rec} = 42.5 \text{ cm}$$

$$q_1 = 5.081 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$q_2 = 1.797 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$FM = 1.7 \quad B = 1.75 \text{ m} \quad \text{dedo} = 0.65 \text{ m} \quad b = 50 \text{ cm} \quad \text{talón} = 0.6 \text{ m}$$

Verificación del CORTANTE:

$$q_3 = \frac{(q_1 - q_2) \cdot (\text{talón} + b)}{B} + q_2 = 3.861 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$\phi = 0.75$$

$$V_u = FM \cdot m \cdot \frac{q_1 + q_3}{2} \cdot \text{dedo} = 4.941 \text{ tonnef}$$

$$v_u = \frac{V_u}{\phi \cdot b' \cdot d_{\text{dedo}}} = 1.55 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad v_c = 0.53 \cdot \sqrt{f_c} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 8.211 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Revisión = if ($v_u < v_c$, "Ok", "Aumentar d") = "Ok"

Corrección: $d_{\text{dedo}} = 87.5 \text{ cm} \quad t_{\text{dedo}} = d_{\text{dedo}} + \text{rec} = 95 \text{ cm}$

• Recálculo de Resistencia al cortante último

$$v_u = \frac{V_u}{\phi \cdot b' \cdot d_{\text{dedo}}} = 0.753 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Revisión = if ($v_u < v_c$, "Dimensiones adecuadas", "Aumentar d")
Revisión = "Dimensiones adecuadas"

Diseño a flexión: $\phi = 0.9$

$$M_u = FM \cdot m \cdot \frac{\text{dedo}^2}{6} (2 \cdot q_1 + q_3) = 1.679 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

• Cálculo de armadura:

Acero calculado $\phi = 0.9$

$$A_s = 0.85 \cdot \frac{f_c}{f_y} \cdot b' \cdot d_{\text{dedo}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_u}{0.85 \cdot \phi \cdot f_c \cdot b' \cdot d_{\text{dedo}}^2}} \right) = 0.508 \text{ cm}^2$$

Acero mínimo

$$[A_s] = \frac{14}{f_y} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot b' \cdot d_{\text{dedo}} = 29.167 \text{ cm}^2$$

Acero adoptado en 1m

$$A_{s_{\text{adop}}} = \max(A_s, [A_s]) = 29.167 \text{ cm}^2$$

Armado parte inferior del dedo

• Acero comercial $\text{sep} = 20 \text{ cm} \quad N_{\text{varillas}} = \frac{1 \text{ m}}{\text{sep}} = 5 \quad \phi_s = 20 \text{ mm}$

$$A_n = \frac{A_{s_{\text{adop}}}}{N_{\text{varillas}}} = 5.833 \text{ cm}^2$$

$$A_n = \pi \cdot \frac{\phi_s^2}{4} = 3.142 \text{ cm}^2$$

Armado parte superior del dedo

$$[A_s] = 2.5 \cdot b' \cdot t_{\text{dedo}} = 23.75 \text{ cm}^2 \quad A_{s_{\text{sup}}} = 2 \cdot A_n = 15.833 \text{ cm}^2 \quad \phi_s = 16 \text{ mm}$$

$$A_1 = \frac{As_{temp}}{N_{curtilar}} = 3.167 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = \pi \cdot \frac{\phi_v^2}{4} = 2.011 \text{ cm}^2$$

DISEÑO TALÓN

$$t_{talón} = t_{dedo} \quad d_{talón} = t_{dedo} - rec = 87.5 \text{ cm} \quad q_1 = 5.081 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2} \quad q_2 = 1.797 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$FM = 1.4 \quad B = 1.75 \text{ m} \quad dedo = 0.65 \text{ m} \quad b = 50 \text{ cm} \quad talón = 0.6 \text{ m}$$

$$q_4 = \frac{(q_1 - q_2) \cdot talón}{B} + q_2 = 2.923 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

Presiones netas últimas:

Talón: $a_3 = talón$ $h_3 = t_{talón} = 0.95 \text{ m}$

$$W3 = a_3 \cdot h_3 \cdot \gamma_{H4} \cdot S_{adep} \cdot FM = 5.746 \text{ tonnef}$$

Contrafuerte: $a_4 = talón = 0.6 \text{ m}$ $h_4 = h_{pantalla} = 2 \text{ m}$

$$W4 = \frac{a_4 \cdot h_4}{2} \cdot \gamma_{H4} \cdot e_{adep} \cdot FM = 0.605 \text{ tonnef}$$

Relleno entre Contrafuertes:

$$a_5 = talón = 0.6 \text{ m} \quad h_5 = h_{pantalla} = 2 \text{ m}$$

$$W5 = a_5 \cdot h_5 \cdot \gamma_{relleno} \cdot (S_{adep} - e_{adep}) \cdot FM = 6.35 \text{ tonnef}$$

Relleno: $a_6 = talón = 0.6 \text{ m}$ $h_6 = h_{pantalla} = 2 \text{ m}$

$$W6 = \frac{a_6 \cdot h_6}{2} \cdot \gamma_{relleno} \cdot e_{adep} \cdot FM = 0.353 \text{ tonnef}$$

$$W_{total} = W3 + W4 + W5 + W6 = 13.054 \text{ tonnef}$$

$$P = \frac{W_{total}}{talón \cdot S_{adep}} = 7.252 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$q_{ta} = q_4 \cdot FM = 4.092 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2} \quad q_{ta} = q_2 \cdot FM = 2.515 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$q_{in} = P - q_{ta} = 3.16 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2} \quad q_{in} = P - q_{ta} = 4.737 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

Dovelas:

$$h_d = 0.95 \text{ m} \quad talón = 0.6 \text{ m} \quad h_b = 1.5 \text{ m} \quad h_c = 1.5 \text{ m}$$

Presiones promedio netas últimas:

$q_{2n} = \frac{q_{en} \cdot h_{2c}}{\text{talón}} = 7.5 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2} \quad q_{3n} = \frac{q_{en} \cdot (h_{2c} + h_{3c})}{\text{talón}} = 19.342 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$		
Momentos: SECCIÓN A'		
$W_{p\text{rom}} = 5.33 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2} \quad M_{pA} = 3.238 \text{ tonnef} \cdot \text{m} \quad M_{nA} = 3.886 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$		
SECCIÓN B'		
$W_{p\text{rom}} = 13.421 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2} \quad M_{pB} = 8.153 \text{ tonnef} \cdot \text{m} \quad M_{nB} = 9.784 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$		
SECCIÓN C'		
$W_{p\text{rom}} = 12.04 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2} \quad M_{pC} = 7.314 \text{ tonnef} \cdot \text{m} \quad M_{nC} = 8.777 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$		
$M_{\text{max}} = \max(M_{pA}, M_{pB}, M_{pC}, M_{nA}, M_{nB}, M_{nC}) = 9.784 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$		
<u>Revisión del peralte</u> $t_{\text{talón}} = 0.95 \text{ m}$ $d_{\text{talón}} = t_{\text{talón}} - \text{rec} = 87.5 \text{ cm}$		
$d_{\text{talón1}} = \sqrt{\frac{M_{\text{max}}}{\phi \cdot R_u \cdot b'}} = 15.554 \text{ cm} \quad d_{\text{talón1}} = 20 \text{ cm}$		
$d_{\text{talón}} = \max(d_{\text{dado}}, d_{\text{talón1}}) = 87.5 \text{ cm}$		
ARMADURA TALÓN:		
SECCIÓN A' $d_{\text{talón}} = 87.5 \text{ cm}$ $b' = 1 \text{ m}$ $M_{pA} = 3.238 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$ $M_{nA} = 3.886 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$		
$As1 = 0.98 \text{ cm}^2 \quad As_{\text{mín1}} = 29.167 \text{ cm}^2 \quad As_{\text{col1}} = 29.167 \text{ cm}^2$ $As2 = 1.176 \text{ cm}^2 \quad As_{\text{mín2}} = 29.167 \text{ cm}^2 \quad As_{\text{col2}} = 29.167 \text{ cm}^2$		
$As_{\text{colA}} = \max(As_{\text{col1}}, As_{\text{col2}}) = 29.167 \text{ cm}^2$		
<ul style="list-style-type: none"> Acero comercial $\phi_{\text{sep}} = 20 \text{ cm}$ $N_{\text{varillas}} = \frac{1 \text{ m}}{\text{sep}} = 5$ $\phi_s = 20 \text{ mm}$ 		
$A_s = \frac{As_{\text{colA}}}{N_{\text{varillas}}} = 5.833 \text{ cm}^2 \quad A_s = \pi \cdot \frac{\phi_s^2}{4} = 3.142 \text{ cm}^2$		
SECCIÓN B' $d_{\text{talón}} = 87.5 \text{ cm}$ $b' = 1 \text{ m}$ $M_{pB} = 8.153 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$ $M_{nB} = 9.784 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$		
$As1 = 2.472 \text{ cm}^2 \quad As_{\text{mín1}} = 29.167 \text{ cm}^2 \quad As_{\text{col1}} = 29.167 \text{ cm}^2$ $As2 = 2.969 \text{ cm}^2 \quad As_{\text{mín2}} = 29.167 \text{ cm}^2 \quad As_{\text{col2}} = 29.167 \text{ cm}^2$		

SECCIÓN C' $d_{talón} = 87.5 \text{ cm}$ $b' = 1 \text{ m}$ $M_{pC} = 7.314 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$ $M_{nC} = 8.777 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$

$$As_1 = 2.217 \text{ cm}^2 \quad As_{\min 1} = 29.167 \text{ cm}^2 \quad As_{col 1} = 29.167 \text{ cm}^2$$

$$As_2 = 2.662 \text{ cm}^2 \quad As_{\min 2} = 29.167 \text{ cm}^2 \quad As_{col 2} = 29.167 \text{ cm}^2$$

$$As_{col} = \max(As_{col 1}, As_{col 2}) = 29.167 \text{ cm}^2$$

• Acero comercial $sep = 20 \text{ cm}$ $N_{varilla} = \frac{1 \text{ m}}{sep} = 5$ $\phi_s = 20 \text{ mm}$

$$A_s = \frac{As_{col}}{N_{varilla}} = 5.833 \text{ cm}^2 \quad A_s = \pi \cdot \frac{\phi_s^2}{4} = 3.142 \text{ cm}^2$$

Armado parte superior del talón

$$A_s = \frac{2.5}{1000} \cdot b' \cdot t_{talón} = 23.75 \text{ cm}^2 \quad A_{s_{temp}} = \frac{2}{3} \cdot As_1 = 15.833 \text{ cm}^2 \quad \phi_s = 20 \text{ mm}$$

$$A_s = \frac{A_{s_{temp}}}{N_{varilla}} = 3.167 \text{ cm}^2 \quad A_s = \pi \cdot \frac{\phi_s^2}{4} = 3.142 \text{ cm}^2$$

Armado parte inferior del talón

$$A_s = \frac{2.5}{1000} \cdot b' \cdot t_{talón} = 23.75 \text{ cm}^2 \quad A_{s_{temp}} = \frac{1}{3} \cdot As_1 = 7.917 \text{ cm}^2 \quad \phi_s = 16 \text{ mm}$$

$$A_s = \frac{A_{s_{temp}}}{N_{varilla}} = 1.583 \text{ cm}^2 \quad A_s = \pi \cdot \frac{\phi_s^2}{4} = 2.011 \text{ cm}^2$$

Anexo 6: Memoria de cálculo del Cypecad:



nuevo

Selección de listados

Fecha: 12/07/22

1.- NORMA Y MATERIALES

Norma: ACI 318-99 (Chile)

Hormigón: H25

Acero de barras: A-63-42H

Recubrimiento en el intradós del muro: 3,0 cm

Recubrimiento en el trasdós del muro: 3,0 cm

Recubrimiento superior de la cimentación: 5,0 cm

Recubrimiento inferior de la cimentación: 5,0 cm

Recubrimiento lateral de la cimentación: 7,0 cm

Tamaño máximo del árido: 30 mm

2.- ACCIONES

Empuje en el intradós: Pasivo

Empuje en el trasdós: Activo

3.- DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0,00 m

Altura del muro sobre la rasante: 0,00 m

Enrase: Intradós

Longitud del muro en planta: 67,80 m

Separación de las juntas: 5,00 m

Tipo de cimentación: Zapata corrida

4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro: 0 %

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro: 0 %

Evacuación por drenaje: 100 %

Porcentaje de empuje pasivo: 50 %

Cota empuje pasivo: 0,50 m

Tensión admisible: 0,119 MPa

Coefficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0,60

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coefficientes de empuje
1 - Limo	0,00 m	Densidad aparente: 13,72 kN/m ³ Densidad sumergida: 12,97 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno: 26,00 grados Cohesión: 0,00 kN/m ²	Activo trasdós: 0,39 Pasivo intradós: 2,56

RELLENO EN INTRADÓS

Referencias	Descripción	Coefficientes de empuje
Relleno	Densidad aparente: 13,72 kN/m ³ Densidad sumergida: 12,97 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno: 26,00 grados Cohesión: 0,00 kN/m ²	Activo trasdós: 0,39 Pasivo intradós: 2,56

Página 2



5.- GEOMETRÍA

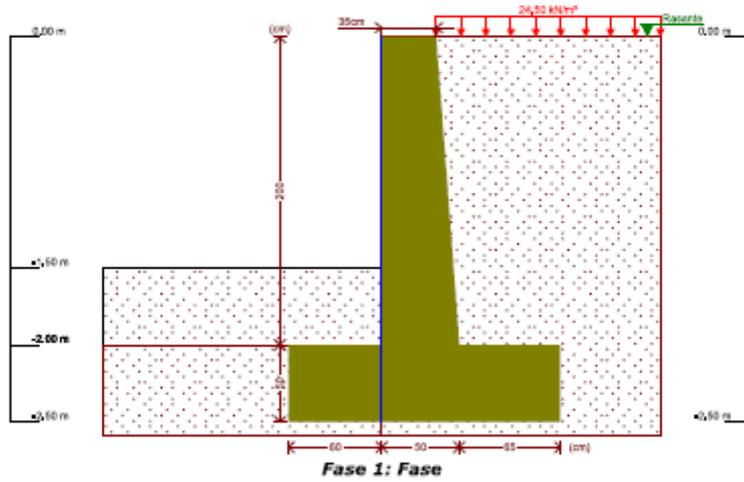
MURO

Altura: 2.00 m
Espesor superior: 35.0 cm
Espesor inferior: 50.0 cm

ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón
Canto: 50 cm
Vuelos intradós / trasdós: 60.0 / 65.0 cm
Hormigón de limpieza: 10 cm

6.- ESQUEMA DE LAS FASES



7.- CARGAS

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 24.5 kN/m ²	Fase	Fase

8.- RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar,

FASE 1: FASE

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON SOBRECARGAS

**Selección de listados**

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
0,00	0,00	0,00	0,00	10,26	0,00
-0,19	1,82	2,05	0,17	11,35	0,00
-0,39	3,82	4,44	0,80	12,50	0,00
-0,59	5,91	7,05	1,95	13,65	0,00
-0,79	8,10	9,90	3,65	14,80	0,00
-0,99	10,37	12,97	5,96	15,95	0,00
-1,19	12,74	16,28	8,91	17,10	0,00
-1,39	15,19	19,81	12,56	18,25	0,00
-1,59	17,74	23,58	16,96	19,40	0,00
-1,79	20,38	27,57	22,14	20,55	0,00
-1,99	23,11	31,80	28,16	21,70	0,00
Máximos	23,25	32,02	28,48	21,75	0,00
	Cota: -2,00 m	Cota: -2,00 m	Cota: -2,00 m	Cota: -2,00 m	Cota: 0,00 m
Mínimos	0,00	0,00	-0,00	10,26	0,00
	Cota: 0,00 m	Cota: 0,00 m	Cota: -0,01 m	Cota: 0,00 m	Cota: 0,00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-0,19	1,67	0,10	0,01	1,09	0,00
-0,39	3,52	0,44	0,08	2,24	0,00
-0,59	5,46	1,00	0,24	3,39	0,00
-0,79	7,49	1,79	0,55	4,54	0,00
-0,99	9,61	2,82	1,06	5,69	0,00
-1,19	11,82	4,07	1,81	6,84	0,00
-1,39	14,12	5,55	2,84	7,99	0,00
-1,59	16,52	7,26	4,20	9,14	0,00
-1,79	19,00	9,21	5,94	10,29	0,00
-1,99	21,58	11,38	8,11	11,44	0,00
Máximos	21,71	11,49	8,23	11,49	0,00
	Cota: -2,00 m	Cota: -2,00 m	Cota: -2,00 m	Cota: -2,00 m	Cota: 0,00 m
Mínimos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Cota: 0,00 m	Cota: 0,00 m	Cota: 0,00 m	Cota: 0,00 m	Cota: 0,00 m

9.- COMBINACIONES**HIPÓTESIS**

- | |
|-----------------------|
| 1 - Carga permanente |
| 2 - Empuje de tierras |
| 3 - Sobrecarga |



COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

Combinación	Hipótesis		
	1	2	3
1	1,00	1,00	
2	1,40	1,00	
3	1,00	1,70	
4	1,40	1,70	
5	1,00	1,00	1,70
6	1,40	1,00	1,70
7	1,00	1,70	1,70
8	1,40	1,70	1,70

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

Combinación	Hipótesis		
	1	2	3
1	1,00	1,00	
2	1,00	1,00	0,60

10.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

CORONACIÓN				
Armadura superior: 2Ø12				
Anclaje intradós / trasdós: 26 / 24 cm				
TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø10c/25 Solape: 0.3 m	Ø8c/10	Ø22c/20 Solape: 1.05 m	Ø8c/10
ZAPATA				
Armadura	Longitudinal		Transversal	
Superior	Ø12c/25		Ø12c/25 Longitud de anclaje en prolongación: 60 cm Patilla trasdós: 20 cm	
Inferior	Ø12c/25		Ø12c/25 Patilla intradós / trasdós: 20 / 20 cm	
Longitud de pata en arranque: 30 cm				

11.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro: nuevo		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro: <i>Criterio de CYRE Ingenieros</i>	Máximo: 1005 kN/m Calculado: 54,4 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 35 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>ACI 318M-99, Artículo 7.6</i>	Mínimo: 4 cm	



nuevo

Selección de listados

Fecha: 12/07/22

Referencia: Muro: nuevo		
Comprobación	Valores	Estado
<ul style="list-style-type: none"> - Trasdós: - Intradós: 	Calculado: 9,2 cm Calculado: 9,2 cm	Cumple Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <small>ACI 318M-99, Artículo 7.6.5</small> <ul style="list-style-type: none"> - Trasdós: - Intradós: 	Máximo: 50 cm Calculado: 10 cm Calculado: 10 cm	Cumple Cumple
Cantidad geométrica mínima horizontal por cara: <small>Artículo 14.3.3 de la norma ACI 318-99</small> <ul style="list-style-type: none"> - Trasdós (-2,00 m): - Intradós (-2,00 m): 	Mínimo: 0,001 Calculado: 0,001 Calculado: 0,001	Cumple Cumple
Cantidad mínima mecánica horizontal por cara: <small>Criterio de CYPE Ingenieros (Cantidad horizontal > 20% Cantidad vertical)</small> <ul style="list-style-type: none"> - Trasdós: - Intradós: 	Calculado: 0,001 Mínimo: 0,00076 Mínimo: 0,00012	Cumple Cumple
Cantidad mínima geométrica vertical cara traccionada: <ul style="list-style-type: none"> - Trasdós (+2,00 m): <small>Artículo 14.3.2 de la norma ACI-Chile 318-99</small>	Mínimo: 0,00075 Calculado: 0,0038	Cumple
Cantidad mínima mecánica vertical cara traccionada: <ul style="list-style-type: none"> - Trasdós (+2,00 m): <small>ACI-Chile 318-99, Artículo 10.5</small>	Mínimo: 0,00339 Calculado: 0,0038	Cumple
Cantidad mínima geométrica vertical cara comprimida: <ul style="list-style-type: none"> - Intradós (-2,00 m): <small>Artículo 14.3.2 de la norma ACI-Chile 318-99</small>	Mínimo: 0,0006 Calculado: 0,00062	Cumple
Cantidad mínima mecánica vertical cara comprimida: <ul style="list-style-type: none"> - Intradós (-2,00 m): <small>Norma EHE, artículo 42.3.2 (Flexión simple o compuesta)</small>	Mínimo: 0 Calculado: 0,00062	Cumple
Cantidad máxima geométrica de armadura vertical total: <ul style="list-style-type: none"> - (0,00 m): <small>Artículo 10.9 de la norma ACI-Chile 318-99</small>	Máximo: 0,08 Calculado: 0,00632	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <small>ACI 318M-99, Artículo 7.6</small> <ul style="list-style-type: none"> - Trasdós, vertical: - Intradós, vertical: 	Mínimo: 4 cm Calculado: 15,6 cm Calculado: 23 cm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <small>ACI 318M-99, Artículo 7.6.5</small> <ul style="list-style-type: none"> - Armadura vertical Trasdós, vertical: - Armadura vertical Intradós, vertical: 	Máximo: 50 cm Calculado: 20 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <small>Comprobación realizada por unidad de longitud de muro</small>		Cumple
Comprobación a cortante: <small>Capítulo 11.3.1 (norma ACI-CHILE 318-99)</small>	Máximo: 268,5 kN/m Calculado: 39,5 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: <small>Artículo 49.2.4 de la norma EHE</small>	Máximo: 0,3 mm Calculado: 0,017 mm	Cumple
Longitud de solapes: <small>Artículo 12.15 de la norma ACI 318-99</small> <ul style="list-style-type: none"> - Base trasdós: 	Mínimo: 1,04 m Calculado: 1,05 m	Cumple

Página 6



nuevo

Selección de listados

Fecha: 12/07/22

Referencia: Muro: nuevo		
Comprobación	Valores	Estado
- Base intradós:	Mínimo: 0,3 m Calculado: 0,3 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: <i>Criterio J.Calevera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>		
- Trasdós:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Intradós:	Mínimo: 0 cm Calculado: 26 cm	Cumple
Área mínima [longitudinal] cara superior viga de coronación: <i>Criterio J.Calevera. "Muros de contención y muros de sótano".</i>	Mínimo: 2,2 cm ² Calculado: 2,2 cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
<ul style="list-style-type: none"> - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -2,00 m - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -2,00 m - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -2,00 m, Md: 47,90 kN·m/m, Nd: 24,93 kN/m, Vd: 54,43 kN/m, Tensión máxima del acero: 77,662 MPa - Sección crítica a cortante: Cota: -1,58 m - Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: -2,00 m, M: 20,38 kN·m/m, N: 22,63 kN/m 		
Referencia: Zapata corrida: nuevo		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad:		
- Coeficiente de seguridad al vuelco: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1,5 Calculado: 1,9	Cumple
Canto mínimo:		
- Zapata: <i>ACI-Chile 318-99, Artículo 15.7</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Tensión media:	Máximo: 0,119 MPa Calculado: 0,0471 MPa	Cumple
- Tensión máxima:	Máximo: 0,1487 MPa Calculado: 0,1076 MPa	Cumple
Flexión en zapata: <i>Comprobación basada en criterios resistentes</i>	Calculado: 4,52 cm ² /m	
- Armado superior trasdós:	Mínimo: 1,37 cm ² /m	Cumple
- Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm ² /m	Cumple
- Armado inferior intradós:	Mínimo: 1,43 cm ² /m	Cumple
Esfuerzo cortante: <i>ACI-Chile 318-99, Artículo 11.3.1</i>	Máximo: 282,2 kN/m	
- Trasdós:	Calculado: 44 kN/m	Cumple
- Intradós:	Calculado: 47,2 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje: <i>ACI-Chile 318-99, Artículo 12</i>		
- Arranque trasdós:	Mínimo: 18 cm Calculado: 42,6 cm	Cumple
- Arranque intradós:	Mínimo: 15 cm Calculado: 42,6 cm	Cumple

Página 7



Referencia: Zapata corrida: nuevo		
Comprobación	Valores	Estado
<ul style="list-style-type: none"> - Armado inferior trasdós (Patilla): 	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
<ul style="list-style-type: none"> - Armado inferior intradós (Patilla): 	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
<ul style="list-style-type: none"> - Armado superior trasdós (Patilla): 	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
<ul style="list-style-type: none"> - Armado superior intradós: 	Mínimo: 30 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Recubrimiento: <ul style="list-style-type: none"> - Inferior: <i>Norma ACI-Chile 318-99, Artículo 7.7.1 (pag.97).</i> - Lateral: <i>ACI-Chile 318-99, Artículo 7.7.1</i> - Superior: <i>Norma ACI-Chile 318-99, Artículo 7.7.1 (pag.97).</i> 	Mínimo: 3 cm Calculado: 5 cm Mínimo: 5 cm Calculado: 7 cm Mínimo: 3 cm Calculado: 5 cm	Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo: <i>J. Calavera, "Cálculo de Estructuras de Cimentación" 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.16 (pag.129).</i> <ul style="list-style-type: none"> - Armadura transversal inferior: - Armadura longitudinal inferior: - Armadura transversal superior: - Armadura longitudinal superior: 	Mínimo: Ø10 Calculado: Ø12 Calculado: Ø12 Calculado: Ø12 Calculado: Ø12	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> <ul style="list-style-type: none"> - Armadura transversal inferior: - Armadura transversal superior: - Armadura longitudinal inferior: - Armadura longitudinal superior: 	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> <ul style="list-style-type: none"> - Armadura transversal inferior: - Armadura transversal superior: - Armadura longitudinal inferior: - Armadura longitudinal superior: 	Mínimo: 10 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>ACI-Chile 318-99, Artículo 7.12</i> <ul style="list-style-type: none"> - Armadura longitudinal inferior: - Armadura longitudinal superior: - Armadura transversal inferior: - Armadura transversal superior: 	Mínimo: 0,0009 Calculado: 0,0009 Calculado: 0,0009 Calculado: 0,0009 Calculado: 0,0009	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mecánica mínima: <i>ACI-Chile 318-99, Artículo 10.5</i> <ul style="list-style-type: none"> - Armadura transversal inferior: - Armadura transversal superior: 	Calculado: 0,0009 Mínimo: 0,00038 Mínimo: 0,00036	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		



nuevo

Selección de listados

Fecha: 12/07/22

Referencia: Zapata corrida: nuevo		
Comprobación	Valores	Estado
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 21,51 kN·m/m		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 22,40 kN·m/m		

12.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Círculo de deslizamiento pésimo): nuevo		
Comprobación	Valores	Estado
Círculo de deslizamiento pésimo: Combinaciones sin sismo: - Fase: Coordenadas del centro del círculo (-0,38 m ; 0,50 m) - Radio: 3,40 m: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1,5 Calculado: 1,517	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

13.- MEDICIÓN

Referencia: Muro		A-63-42H				Total
Nombre de armado		Ø8	Ø10	Ø12	Ø22	
Armado base transversal	Longitud (m)		272x2,21			601,12
	Peso (kg)		272x1,36			370,43
Armado longitudinal	Longitud (m)	21x67,66				1420,86
	Peso (kg)	21x26,72				561,03
Armado base transversal	Longitud (m)				339x2,18	739,02
	Peso (kg)				339x6,50	2204,50
Armado longitudinal	Longitud (m)	21x67,66				1420,86
	Peso (kg)	21x26,72				561,03
Armado viga coronación	Longitud (m)			2x67,66		135,32
	Peso (kg)			2x60,02		120,04
Armadura inferior - Transversal	Longitud (m)			272x2,00		544,00
	Peso (kg)			272x1,77		482,56
Armadura inferior - Longitudinal	Longitud (m)			8x67,66		541,28
	Peso (kg)			8x60,02		480,14
Armadura superior - Transversal	Longitud (m)			272x1,37		372,64
	Peso (kg)			272x1,22		330,55
Armadura superior - Longitudinal	Longitud (m)			4x67,66		270,64
	Peso (kg)			4x60,02		240,07
Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m)		272x1,02			277,44
	Peso (kg)		272x0,63			170,97
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m)				339x1,76	596,64
	Peso (kg)				339x5,25	1779,78
Totales	Longitud (m)	2841,72	878,56	1863,88	1335,66	
	Peso (kg)	1122,06	541,40	1653,36	3984,28	7301,10
Total con mermas (10,00%)	Longitud (m)	3125,89	966,42	2050,27	1469,23	
	Peso (kg)	1234,27	595,54	1818,69	4382,71	8031,21

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)



nuevo

Selección de listados

Fecha: 12/07/22

Elemento	A-63-42H (kg)					Hormigón (m³)	
	Ø8	Ø10	Ø12	Ø22	Total	H25	Limpieza
Referencia: Muro	1234,27	595,54	1818,70	4382,70	8031,21	116,95	11,87
Totales	1234,27	595,54	1818,70	4382,70	8031,21	116,95	11,87

Anexo 7: Memoria de cálculo de Geo-Studio:

Camacho-Sánchez	Tesis Modelo
-----------------	-----------------

Análisis de muro en voladizo

Entrada de datos

Proyecto

Tarea : Tesis
 Parte : Modelo
 Autor : Camacho-Sánchez
 Fecha : 14/7/2022

Configuración
 (entrada para tarea actual)

Materiales y estándares

Estructuras de hormigón : EN 1992-1-1 (EC2)
 Coeficientes EN 1992-1-1 : Estándar

Análisis de muro

Metodología de verificación : Factores de seguridad (ASD)
 Cálculo de la presión activa de la tierra : Coulomb
 Cálculo de la presión pasiva de la tierra : Caquot-Kensel
 Análisis sísmico : Mononobe-Okabe
 Forma de la cuña de la tierra : Calcular oblicuo
 Clave base : Considerada como fondo de la zapata inclinada
 Excentricidad permitida : 0,333

Factores de seguridad		
Situación de diseño permanente		
Frente al vuelco :	SF _o =	1,50 [-]
Para resistencia al deslizamiento :	SF _s =	1,00 [-]
Para capacidad portante :	SF _b =	1,50 [-]

Material de la estructura

Peso unitario $\gamma = 24,00 \text{ kN/m}^3$
 Análisis de estructuras de hormigón según los estándares EN 1992-1-1 (EC2).

Hormigón: fc240 (Definido por usuario)
 Resistencia de compresión (prob. cilíndrica) $f_{ck} = 23,54 \text{ MPa}$
 Resistencia a la tensión $f_{ctm} = 2,20 \text{ MPa}$

Acero longitudinal: fy4200 (Definido por usuario)
 Tensión de fluencia $f_{yk} = 411,80 \text{ MPa}$

Geometría de la estructura

Nro.	Coordenada X [m]	Profundidad Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,16	2,00
3	0,81	2,00
4	0,81	2,50
5	-1,05	2,50
6	-1,05	2,00
7	-0,20	2,00
8	-0,20	0,00

El origen [0,0] está colocado en el punto superior derecho más alto del muro.
 Área de sección del muro = 1,48 m².

1

[GEOS - Muro en Voladizo (32 bit) (Versión Demo) | versión 5.2022.57.0 | Copyright © 2022 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.es]

Contrafuerte

Tipo : contrafuerte

Separación $l = 5,00$ mEspesor $b = 0,30$ mAncho superior $a_1 = 0,20$ m**Datos básicos del suelo**

Nro.	Nombre	Trama	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Limo arenoso		26,00	0,00	13,79	4,71	0,00

Todos los suelos son considerados como granulares para el análisis de la presión en reposo.

Datos del suelo**Limo arenoso**

Peso unitario :

$\gamma = 13,79$ kN/m³

Estado de tensión :

efectivo

Ángulo de fricción interna :

$\varphi_{ef} = 26,00^\circ$

Cohesión de suelo :

$c_{ef} = 0,00$ kPa

Ángulo de fricción

$\delta = 0,00^\circ$

estructura-suelo :

Suelo :

granular

Peso unitario de suelo

$\gamma_{sat} = 14,71$ kN/m³

saturado :

Relleno - roca detrás del muro

Terreno asignado : Limo arenoso

Longitud : $l_1 = 2,00$ m $l_2 = 2,00$ m

Coef. de reducción de presión :

$k = 0,5$

Profundidad de superficie de deslizamiento limitado : $z = 2,50$ m**Perfil geológico y suelos asignados****Información de posición**

Elevación del terreno = 2955,00 m

Perfil geológico y suelos asignados

Nro.	Espesor de capas t [m]	Profundidad z [m]	Altitud [m]	Suelo asignado	Trama
1	-	0,00 .. ∞	2955,00 ..	Limo arenoso	

Cimentación

Tipo de cimentación : franja de cimentación

Peso unitario de cimentación $\gamma = 24,00$ kN/m³**Geometría de cimentación**Espesor de cimentación $h = 0,10$ mCorrimiento izquierdo $b_l = 0,50$ mCorrimiento derecho $b_p = 0,50$ m**Parámetros de contacto base-muro**Coeficiente de fricción $f = 0,577$ Cohesión $c = 0,00$ kPaResistencia adicional $F = 1,00$ kN/m**Perfil de terreno**

Detrás de la estructura el terreno es plano.

Influencia del agua

El nivel freático está ubicado debajo de la estructura.

Entrada de cargas de superficie

Nro.	Sobrecarga		Acción	Mag.1 [kN/m ²]	Mag.2 [kN/m ²]	Ord.x x [m]	Longitud l [m]	Profundidad z [m]
	nueva	cambiar						
1	Si		variable	24,50				sobre el terreno

Nro.	Nombre
1	Transito ligero

Resistencia en la cara frontal de la estructura

Resistencia en la cara frontal de la estructura en reposo

Suelo sobre la cara frontal de la estructura - Limo arenoso

Espesor del suelo en la cara frontal de la estructura h = 0,50 m

Sobrecarga del terreno f = 1,00 kN/m²

Pendiente del suelo en la parte frontal de la estructura β = 0,00 °

Configuraciones de la etapa de construcción

Situación de diseño : permanente

El muro está libre para moverse. Se asume presión activa del terreno.

Reducción de suelo/del ángulo de fricción suelo : no reduce

Verificación Nro.1**Presión en reposo en la cara delantera de la estructura - resultados parciales**

Capa Nro.	Espesor [m]	α [°]	Φ _d [°]	c _d [kPa]	γ [kN/m ³]	K _r	Comentario
1	0,50	0,00	26,00	0,00	13,79	0,562	

Distribución de presión en reposo en la cara delantera de la estructura

Capa Nro.	Inicio[m] Fin[m]	σ _z [kPa]	σ _w [kPa]	Presión [kPa]	Comp. Hor. [kPa]	Comp. Vert. [kPa]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,50	6,89	0,00	3,87	3,87	0,00

Presión activa detrás de la estructura - resultados parciales

Capa Nro.	Espesor [m]	α [°]	Φ _d [°]	c _d [kPa]	γ [kN/m ³]	δ _d [°]	K _a	Comentario
1	0,81	4,47	26,00	0,00	13,79	0,00	0,422	
2	1,19	32,00	26,00	0,00	13,79	26,00	0,739	
3	0,50	0,00	26,00	0,00	13,79	0,00	0,391	
4	0,00	0,00	26,00	0,00	13,79	0,00	0,391	

Distribución de presión activa detrás de la estructura (sin sobrecarga)

Capa Nro.	Inicio[m] Fin[m]	σ _z [kPa]	σ _w [kPa]	Presión [kPa]	Comp. Hor. [kPa]	Comp. Vert. [kPa]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,81	11,19	0,00	4,72	4,70	0,37
2	0,81	11,19	0,00	8,26	4,38	7,01
	2,00	27,58	0,00	20,37	10,80	17,28
3	2,00	27,58	0,00	10,78	10,78	0,00
	2,50	34,45	0,00	13,47	13,47	0,00

Verificación de la capacidad portante del terreno de cimentación

Tensión en el fondo de la zapata: Rectángulo

Verificación de excentricidadMáx. excentricidad de fuerza normal $e = 0,116$ Máxima excentricidad permitida $e_{adm} = 0,333$ **Excentricidad de la fuerza normal ES SATISFACTORIA****Verificación de la capacidad portante del fondo de la zapata**Máx. tensión en el fondo de la zapata $\sigma = 37,04$ kPaCapacidad portante del terreno de cimentación $R_d = 118,80$ kPaFactor de seguridad = $3,21 > 1,50$ **Capacidad portante del terreno de cimentación ES SATISFACTORIA****Estabilidad global - Cap. portante del terreno de cimentación ES SATISFACTORIA****Dimensionamiento Nro.1****Verificación del tallo del muro - refuerzo vertical frontal**

Presión en reposo en la cara delantera de la estructura - resultados parciales

Capa Nro.	Espesor [m]	α [°]	φ_d [°]	c_d [kPa]	γ [kN/m ³]	K_r	Comentario
1	0,50	0,00	26,00	0,00	13,79	0,562	

Distribución de presión en reposo en la cara delantera de la estructura

Capa Nro.	Inicio[m] Fin[m]	σ_z [kPa]	σ_w [kPa]	Presión [kPa]	Comp. Hor. [kPa]	Comp. Vert. [kPa]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,50	6,89	0,00	3,87	3,87	0,00

Presión en reposo detrás de la estructura - resultados parciales

Capa Nro.	Espesor [m]	α [°]	φ_d [°]	c_d [kPa]	γ [kN/m ³]	K_r	Comentario
1	2,00	0,00	26,00	0,00	13,79	0,562	
2	0,50	0,00	26,00	0,00	13,79	0,562	
3	0,00	0,00	26,00	0,00	13,79	0,562	

Distribución de presión en reposo detrás de la estructura (sin sobrecarga)

Capa Nro.	Inicio[m] Fin[m]	σ_z [kPa]	σ_w [kPa]	Presión [kPa]	Comp. Hor. [kPa]	Comp. Vert. [kPa]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2,00	27,58	0,00	15,49	15,49	0,00
2	2,00	27,58	0,00	15,49	15,49	0,00
	2,50	34,45	0,00	19,35	19,35	0,00
3	2,50	34,45	0,00	19,35	19,35	0,00
	2,50	34,48	0,00	19,36	19,36	0,00

Distribución de presión por sobrecarga - Transito ligero

Punto Nro.	Profundidad [m]	Comp. Hor. [kPa]	Comp. Vert. [kPa]
1	0,00	13,76	0,00
2	2,00	13,76	0,00
3	2,50	13,76	0,00
4	2,50	13,76	0,00

5

Fuerzas que actúan sobre la construcción

Nombre	F_{hor} [kN/m]	Pto.Apl. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Pto.Apl. x [m]	Diseño Coeficiente
Peso - Muro	0,00	-0,68	35,62	0,95	1,000
Resistencia del frente	-0,97	-0,17	0,00	0,00	1,000
Resistencia en la cara frontal	-0,28	-0,25	0,00	0,00	1,000
Peso - cuña de tierra	0,00	-1,54	20,08	1,49	1,000
Presión en reposo	24,20	-0,83	0,00	1,86	1,000
Transito ligero	34,40	-1,25	0,00	1,86	1,000
Transito ligero	0,00	-2,50	19,75	1,45	1,000

Verificación del tallo del muro - refuerzo vertical frontal - M_{Ed}

Verificación del muro en la junta de construcción 1,00 m desde la cresta del muro

$$\sigma_{Hi} = 33,12 \text{ kPa}$$

$$M_{Ed} = 0,03 * \sigma_{Hi} * H_1 * l / 4 * b = 0,03 * 33,12 * 2,00 * 5,00 / 4 * 1,00 = 2,48 \text{ kNm}$$

Refuerzo y dimensiones de la sección transversal

5 perf. 12,0 mm, recubr. 50,0 mm

$$\text{Área de refuerzo ingresada} = 565,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Área de refuerzo requerida} = 416,9 \text{ mm}^2$$

$$\text{Ancho de la sección transversal} = 1,00 \text{ m}$$

$$\text{Altura de sección transversal} = 0,28 \text{ m}$$

$$\text{Cuantía del refuerzo } \rho = 0,25 \% > 0,14 \% = \rho_{min}$$

$$\text{Posición del eje neutro } x = 0,03 \text{ m} < 0,15 \text{ m} = x_{max}$$

$$\text{Momento último } M_{Rd} = 51,09 \text{ kNm} > 2,48 \text{ kNm} = M_{Ed}$$

La sección transversal es SATISFACTORIA.

Verificación del tallo del muro - refuerzo vertical frontal - V_{Ed}

Verificación del muro en la junta de construcción 0,00 m desde la cresta del muro

Refuerzo y dimensiones de la sección transversal

5 perf. 12,0 mm, recubr. 50,0 mm

$$\text{Área de refuerzo ingresada} = 565,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Área de refuerzo requerida} = 416,9 \text{ mm}^2$$

$$\text{Ancho de la sección transversal} = 1,00 \text{ m}$$

$$\text{Altura de sección transversal} = 0,20 \text{ m}$$

$$\text{Fuerza de corte última } V_{Rd} = 72,56 \text{ kN} > 58,60 \text{ kN} = V_{Ed}$$

La sección transversal es SATISFACTORIA.

Verificación del tallo del muro - refuerzo trasero vertical

Presión en reposo en la cara delantera de la estructura - resultados parciales

Capa Nro.	Espesor [m]	α [°]	Φ_d [°]	c_d [kPa]	γ [kN/m ³]	K_r	Comentario
1	0,50	0,00	26,00	0,00	13,79	0,562	

Distribución de presión en reposo en la cara delantera de la estructura

Capa Nro.	Inicio[m] Fin[m]	σ_z [kPa]	σ_w [kPa]	Presión [kPa]	Comp. Hor. [kPa]	Comp. Vert. [kPa]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,50	6,89	0,00	3,87	3,87	0,00

Presión en reposo detrás de la estructura - resultados parciales

Capa Nro.	Espesor [m]	α [°]	φ_d [°]	c_d [kPa]	γ [kN/m ³]	K_r	Comentario
1	2,00	0,00	26,00	0,00	13,79	0,562	
2	0,50	0,00	26,00	0,00	13,79	0,562	
3	0,00	0,00	26,00	0,00	13,79	0,562	

Distribución de presión en reposo detrás de la estructura (sin sobrecarga)

Capa Nro.	Inicio[m]	Fin[m]	σ_z [kPa]	σ_w [kPa]	Presión [kPa]	Comp. Hor. [kPa]	Comp. Vert. [kPa]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2,00	2,00	27,58	0,00	15,49	15,49	0,00
2	2,00	2,50	27,58	0,00	15,49	15,49	0,00
	2,50	2,50	34,45	0,00	19,35	19,35	0,00
3	2,50	2,50	34,45	0,00	19,35	19,35	0,00
	2,50	2,50	34,48	0,00	19,36	19,36	0,00

Distribución de presión por sobrecarga - Transito ligero

Punto Nro.	Profundidad [m]	Comp. Hor. [kPa]	Comp. Vert. [kPa]
1	0,00	13,76	0,00
2	2,00	13,76	0,00
3	2,50	13,76	0,00
4	2,50	13,76	0,00

Fuerzas que actúan sobre la construcción

Nombre	F_{hor} [kN/m]	Pto.Apl. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Pto.Apl. x [m]	Diseño Coeficiente
Peso - Muro	0,00	-0,68	35,62	0,95	1,000
Resistencia del frente	-0,97	-0,17	0,00	0,00	1,000
Resistencia en la cara frontal	-0,28	-0,25	0,00	0,00	1,000
Peso - cuña de tierra	0,00	-1,54	20,08	1,49	1,000
Presión en reposo	24,20	-0,83	0,00	1,86	1,000
Transito ligero	34,40	-1,25	0,00	1,86	1,000
Transito ligero	0,00	-2,50	19,75	1,45	1,000

Verificación del tallo del muro - refuerzo trasero vertical - M_{Ed}

Verificación del muro en la junta de construcción 2,00 m desde la cresta del muro
 $\sigma_{Hi} = 33,12$ kPa

$$M_{Ed} = 0,03 * \sigma_{Hi} * H_1 * l * b = 0,03 * 33,12 * 2,00 * 5,00 * 1,00 = 9,91 \text{ kNm}$$

Refuerzo y dimensiones de la sección transversal
 5 perf. 12,0 mm, recubr. 50,0 mm

Área de refuerzo ingresada = 565,5 mm²

Área de refuerzo requerida = 416,9 mm²

Ancho de la sección transversal = 1,00 m

Altura de sección transversal = 0,36 m

Cuántía del refuerzo $\rho = 0,19 \% > 0,14 \% = \rho_{min}$

Posición del eje neutro $x = 0,03 \text{ m} < 0,20 \text{ m} = x_{max}$

Momento último $M_{Rd} = 66,89 \text{ kNm} > 9,91 \text{ kNm} = M_{Ed}$

La sección transversal es SATISFACTORIA.

Verificación del tallo del muro - refuerzo trasero vertical - V_{Ed}

Verificación del muro en la junta de construcción 0,00 m desde la cresta del muro

Refuerzo y dimensiones de la sección transversal

5 perf. 12,0 mm, recubr. 50,0 mm

Área de refuerzo ingresada = 565,5 mm²Área de refuerzo requerida = 416,9 mm²

Ancho de la sección transversal = 1,00 m

Altura de sección transversal = 0,20 m

Fuerza de corte última $V_{Rd} = 72,56 \text{ kN} > 58,60 \text{ kN} = V_{Ed}$ **La sección transversal es SATISFACTORIA.****Verificación del tallo del muro - refuerzo horizontal frontal****Presión en reposo en la cara delantera de la estructura - resultados parciales**

Capa Nro.	Espesor [m]	α [°]	Φ_d [°]	c_d [kPa]	γ [kN/m ³]	K_r	Comentario
1	0,50	0,00	26,00	0,00	13,79	0,562	

Distribución de presión en reposo en la cara delantera de la estructura

Capa Nro.	Inicio[m] Fin[m]	σ_z [kPa]	σ_w [kPa]	Presión [kPa]	Comp. Hor. [kPa]	Comp. Vert. [kPa]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,50	6,89	0,00	3,87	3,87	0,00

Presión en reposo detrás de la estructura - resultados parciales

Capa Nro.	Espesor [m]	α [°]	Φ_d [°]	c_d [kPa]	γ [kN/m ³]	K_r	Comentario
1	2,00	0,00	26,00	0,00	13,79	0,562	
2	0,50	0,00	26,00	0,00	13,79	0,562	
3	0,00	0,00	26,00	0,00	13,79	0,562	

Distribución de presión en reposo detrás de la estructura (sin sobrecarga)

Capa Nro.	Inicio[m] Fin[m]	σ_z [kPa]	σ_w [kPa]	Presión [kPa]	Comp. Hor. [kPa]	Comp. Vert. [kPa]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2,00	27,58	0,00	15,49	15,49	0,00
2	2,00	27,58	0,00	15,49	15,49	0,00
	2,50	34,45	0,00	19,35	19,35	0,00
3	2,50	34,45	0,00	19,35	19,35	0,00
	2,50	34,48	0,00	19,36	19,36	0,00

Distribución de presión por sobrecarga - Transito ligero

Punto Nro.	Profundidad [m]	Comp. Hor. [kPa]	Comp. Vert. [kPa]
1	0,00	13,76	0,00
2	2,00	13,76	0,00
3	2,50	13,76	0,00
4	2,50	13,76	0,00

Fuerzas que actúan sobre la construcción

Nombre	F_{hor} [kN/m]	Pto. Apl. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Pto. Apl. x [m]	Diseño Coeficiente
Peso - Muro	0,00	-0,68	35,62	0,95	1,000

Nombre	F_{hor} [kN/m]	Pto.Apl. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Pto.Apl. x [m]	Diseño Coeficiente
Resistencia del frente	-0,97	-0,17	0,00	0,00	1,000
Resistencia en la cara frontal	-0,28	-0,25	0,00	0,00	1,000
Peso - cuña de tierra	0,00	-1,54	20,08	1,49	1,000
Presión en reposo	24,20	-0,83	0,00	1,86	1,000
Transito ligero	34,40	-1,25	0,00	1,86	1,000
Transito ligero	0,00	-2,50	19,75	1,45	1,000

Verificación del tallo del muro - refuerzo horizontal frontal

$$\sigma_{pi} = 23,44 \text{ kPa}$$

$$M_{Ed} = 1 / 20 * \sigma_{pi} * l^2 = 1 / 20 * 23,44 * 5,00^2 = 58,60 \text{ kNm}$$

Refuerzo y dimensiones de la sección transversal

10 perf. 10,0 mm, recubr. 50,0 mm

$$\text{Área de refuerzo ingresada} = 785,4 \text{ mm}^2$$

$$\text{Área de refuerzo requerida} = 747,9 \text{ mm}^2$$

$$\text{Ancho de la sección transversal} = 2,00 \text{ m}$$

$$\text{Altura de sección transversal} = 0,28 \text{ m}$$

$$\text{Cuantía del refuerzo } \rho = 0,18 \% > 0,14 \% = \rho_{min}$$

$$\text{Posición del eje neutro } x = 0,01 \text{ m} < 0,15 \text{ m} = x_{max}$$

$$\text{Fuerza de corte última } V_{Rd} = 205,81 \text{ kN} > 117,21 \text{ kN} = V_{Ed}$$

$$\text{Momento último } M_{Rd} = 61,48 \text{ kNm} > 58,60 \text{ kNm} = M_{Ed}$$

La sección transversal es **SATISFACTORIA**.

Verificación del tallo del muro - refuerzo trasero horizontal

Presión en reposo en la cara delantera de la estructura - resultados parciales

Capa Nro.	Espesor [m]	α [°]	Φ_d [°]	c_d [kPa]	γ [kN/m ³]	K_r	Comentario
1	0,50	0,00	26,00	0,00	13,79	0,562	

Distribución de presión en reposo en la cara delantera de la estructura

Capa Nro.	Inicio[m] Fin[m]	σ_z [kPa]	σ_w [kPa]	Presión [kPa]	Comp. Hor. [kPa]	Comp. Vert. [kPa]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,50	6,89	0,00	3,87	3,87	0,00

Presión en reposo detrás de la estructura - resultados parciales

Capa Nro.	Espesor [m]	α [°]	Φ_d [°]	c_d [kPa]	γ [kN/m ³]	K_r	Comentario
1	2,00	0,00	26,00	0,00	13,79	0,562	
2	0,50	0,00	26,00	0,00	13,79	0,562	
3	0,00	0,00	26,00	0,00	13,79	0,562	

Distribución de presión en reposo detrás de la estructura (sin sobrecarga)

Capa Nro.	Inicio[m] Fin[m]	σ_z [kPa]	σ_w [kPa]	Presión [kPa]	Comp. Hor. [kPa]	Comp. Vert. [kPa]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2,00	27,58	0,00	15,49	15,49	0,00
2	2,00	27,58	0,00	15,49	15,49	0,00
	2,50	34,45	0,00	19,35	19,35	0,00
3	2,50	34,45	0,00	19,35	19,35	0,00
	2,50	34,48	0,00	19,36	19,36	0,00

Distribución de presión por sobrecarga - Transito ligero

Punto Nro.	Profundidad [m]	Comp. Hor. [kPa]	Comp. Vert. [kPa]
1	0,00	13,76	0,00
2	2,00	13,76	0,00
3	2,50	13,76	0,00
4	2,50	13,76	0,00

Fuerzas que actúan sobre la construcción

Nombre	F _{hor} [kN/m]	Pto.Apl. z [m]	F _{vert} [kN/m]	Pto.Apl. x [m]	Diseño Coeficiente
Peso - Muro	0,00	-0,68	35,62	0,95	1,000
Resistencia del frente	-0,97	-0,17	0,00	0,00	1,000
Resistencia en la cara frontal	-0,28	-0,25	0,00	0,00	1,000
Peso - cuña de tierra	0,00	-1,54	20,08	1,49	1,000
Presión en reposo	24,20	-0,83	0,00	1,86	1,000
Transito ligero	34,40	-1,25	0,00	1,86	1,000
Transito ligero	0,00	-2,50	19,75	1,45	1,000

Verificación del tallo del muro - refuerzo trasero horizontal

 $\sigma_{pi} = 23,44 \text{ kPa}$
 $M_{Ed} = 1 / 12 * \sigma_{pi} * l^2 = 1 / 12 * 23,44 * 5,00^2 = 97,67 \text{ kNm}$

Refuerzo y dimensiones de la sección transversal

12 perf. 12,0 mm, recubr. 50,0 mm

Área de refuerzo ingresada = 1357,2 mm²Área de refuerzo requerida = 1269,6 mm²

Ancho de la sección transversal = 2,00 m

Altura de sección transversal = 0,28 m

Cuantía del refuerzo $\rho = 0,31 \% > 0,14 \% = \rho_{min}$ Posición del eje neutro $x = 0,02 \text{ m} < 0,15 \text{ m} = x_{max}$ Fuerza de corte última $V_{Rd} = 205,22 \text{ kN} > 117,21 \text{ kN} = V_{Ed}$ Momento último $M_{Rd} = 104,16 \text{ kNm} > 97,67 \text{ kNm} = M_{Ed}$ La sección transversal es **SATISFACTORIA**.

Verificación del salto del muro - refuerzo inf.

Presión en reposo en la cara delantera de la estructura - resultados parciales

Capa Nro.	Espesor [m]	α [°]	Φ_d [°]	c_d [kPa]	γ [kN/m ³]	K_r	Comentario
1	0,50	0,00	26,00	0,00	13,79	0,562	

Distribución de presión en reposo en la cara delantera de la estructura

Capa Nro.	Inicio[m]	Fin[m]	σ_z [kPa]	σ_w [kPa]	Presión [kPa]	Comp. Hor. [kPa]	Comp. Vert. [kPa]
1	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,50	0,50	6,89	0,00	3,87	3,87	0,00

Presión activa detrás de la estructura - resultados parciales

Capa Nro.	Espesor [m]	α [°]	Φ_d [°]	c_d [kPa]	γ [kN/m ³]	δ_d [°]	K_a	Comentario
1	0,81	4,47	26,00	0,00	13,79	0,00	0,422	
2	1,19	32,00	26,00	0,00	13,79	26,00	0,739	
3	0,50	0,00	26,00	0,00	13,79	0,00	0,391	

Capa Nro.	Espesor [m]	α [°]	φ_d [°]	c_d [kPa]	γ [kN/m ³]	δ_d [°]	K_0	Comentario
4	0,00	0,00	26,00	0,00	13,79	0,00	0,391	

Distribución de presión activa detrás de la estructura (sin sobrecarga)

Capa Nro.	Inicio[m]	Fin[m]	σ_z [kPa]	σ_w [kPa]	Presión [kPa]	Comp. Hor. [kPa]	Comp. Vert. [kPa]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,81	11,19	11,19	0,00	4,72	4,70	0,37
2	0,81	11,19	11,19	0,00	8,26	4,38	7,01
	2,00	27,58	27,58	0,00	20,37	10,80	17,28
3	2,00	27,58	27,58	0,00	10,78	10,78	0,00
	2,50	34,45	34,45	0,00	13,47	13,47	0,00
4	2,50	34,45	34,45	0,00	13,47	13,47	0,00
	2,50	34,48	34,48	0,00	13,48	13,48	0,00

Distribución de presión por sobrecarga - Tránsito ligero

Punto Nro.	Profundidad [m]	Comp. Hor. [kPa]	Comp. Vert. [kPa]
1	0,00	10,30	0,81
2	0,81	10,30	0,81
3	0,81	9,59	15,35
4	2,00	9,59	15,35
5	2,00	9,58	0,00
6	2,50	9,58	0,00
7	2,50	9,58	0,00

Fuerzas que actúan sobre la construcción

Nombre	F_{hor} [kN/m]	Pto.Apl. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Pto.Apl. x [m]	Diseño Coeficiente
Peso - Muro	0,00	-0,68	35,62	0,95	1,000
Resistencia del frente	-0,97	-0,17	0,00	0,00	1,000
Resistencia en la cara frontal	-0,28	-0,25	0,00	0,00	1,000
Peso - cuña de tierra	0,00	-0,90	5,33	1,39	1,000
Presión activa	16,99	-0,84	14,59	1,53	1,000
Tránsito ligero	24,55	-1,27	18,90	1,47	1,000

Verificación del salto del muro - refuerzo inf.

$\sigma_{j1} = 79,90 \text{ kPa}$

$M_{Ed} = 1 / 12 * \sigma_{j1} * l^2 = 1 / 12 * 79,90 * 5,00^2 = 141,49 \text{ kNm}$

Refuerzo y dimensiones de la sección transversal

12 perf. 10,0 mm, recubr. 50,0 mm

Área de refuerzo ingresada = 942,5 mm²

Área de refuerzo requerida = 913,1 mm²

Ancho de la sección transversal = 0,85 m

Altura de sección transversal = 0,50 m

Cuantía del refuerzo $\rho = 0,25 \% > 0,14 \% = \rho_{min}$

Posición del eje neutro $x = 0,03 \text{ m} < 0,29 \text{ m} = x_{max}$

Momento último $M_{Rd} = 145,91 \text{ kNm} > 141,49 \text{ kNm} = M_{Ed}$

La sección transversal debe ser reforzada con un refuerzo de corte con área mínima de 473,6 mm²/m. $V_{Ed} = 169,79 \text{ kN}$

La sección transversal es SATISFATORIA.

Verificación del salto del muro - refuerzo sup.

Presión en reposo en la cara delantera de la estructura - resultados parciales

Capa Nro.	Espesor [m]	α [°]	φ_d [°]	c_d [kPa]	γ [kN/m ³]	K_r	Comentario
1	0,50	0,00	26,00	0,00	13,79	0,562	

Distribución de presión en reposo en la cara delantera de la estructura

Capa Nro.	Inicio[m] Fin[m]	σ_z [kPa]	σ_w [kPa]	Presión [kPa]	Comp. Hor. [kPa]	Comp. Vert. [kPa]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,50	6,89	0,00	3,87	3,87	0,00

Presión activa detrás de la estructura - resultados parciales

Capa Nro.	Espesor [m]	α [°]	φ_d [°]	c_d [kPa]	γ [kN/m ³]	δ_d [°]	K_a	Comentario
1	0,81	4,47	26,00	0,00	13,79	0,00	0,422	
2	1,19	32,00	26,00	0,00	13,79	26,00	0,739	
3	0,50	0,00	26,00	0,00	13,79	0,00	0,391	
4	0,00	0,00	26,00	0,00	13,79	0,00	0,391	

Distribución de presión activa detrás de la estructura (sin sobrecarga)

Capa Nro.	Inicio[m] Fin[m]	σ_z [kPa]	σ_w [kPa]	Presión [kPa]	Comp. Hor. [kPa]	Comp. Vert. [kPa]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,81	11,19	0,00	4,72	4,70	0,37
2	0,81	11,19	0,00	8,26	4,38	7,01
	2,00	27,58	0,00	20,37	10,80	17,28
3	2,00	27,58	0,00	10,78	10,78	0,00
	2,50	34,45	0,00	13,47	13,47	0,00
4	2,50	34,45	0,00	13,47	13,47	0,00
	2,50	34,48	0,00	13,48	13,48	0,00

Distribución de presión por sobrecarga - Transito ligero

Punto Nro.	Profundidad [m]	Comp. Hor. [kPa]	Comp. Vert. [kPa]
1	0,00	10,30	0,81
2	0,81	10,30	0,81
3	0,81	9,59	15,35
4	2,00	9,59	15,35
5	2,00	9,58	0,00
6	2,50	9,58	0,00
7	2,50	9,58	0,00

Fuerzas que actúan sobre la construcción

Nombre	F_{hor} [kN/m]	Pto.Apl. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Pto.Apl. x [m]	Diseño Coeficiente
Peso - Muro	0,00	-0,68	35,62	0,95	1,000
Resistencia del frente	-0,97	-0,17	0,00	0,00	1,000
Resistencia en la cara frontal	-0,28	-0,25	0,00	0,00	1,000
Peso - cuña de tierra	0,00	-0,90	5,33	1,39	1,000
Presión activa	16,99	-0,84	14,59	1,53	1,000

Nombre	F _{hor} [kN/m]	Pto.Apl. z [m]	F _{vert} [kN/m]	Pto.Apl. x [m]	Diseño Coeficiente
Transito ligero	24.55	-1.27	18.90	1.47	1,000

Verificación del salto del muro - refuerzo sup.

$\sigma_{j1} = 79,90 \text{ kPa}$

$M_{Ed} = 1 / 20 * \sigma_{j1} * R = 1 / 20 * 79,90 * 5,00^2 = 84,89 \text{ kNm}$

Refuerzo y dimensiones de la sección transversal

7 perf. 10,0 mm, recubr. 50,0 mm

Área de refuerzo ingresada = 549,8 mm²

Área de refuerzo requerida = 541,6 mm²

Ancho de la sección transversal = 0,85 m

Altura de sección transversal = 0,50 m

Cuantía del refuerzo $\rho = 0,15 \% > 0,14 \% = \rho_{min}$

Posición del eje neutro $x = 0,02 \text{ m} < 0,29 \text{ m} = x_{max}$

Momento último $M_{Rd} = 86,15 \text{ kNm} > 84,89 \text{ kNm} = M_{Ed}$

La sección transversal debe ser reforzada con un refuerzo de corte con área mínima de 473,6 mm²/m. $V_{Ed} = 169,79 \text{ kN}$

La sección transversal es SATISFACTORIA.

Verificación del talón del muro - refuerzo sup.

Presión en reposo en la cara delantera de la estructura - resultados parciales

Capa Nro.	Espesor [m]	α [°]	φ_d [°]	c_d [kPa]	γ [kN/m ³]	K_r	Comentario
1	0,50	0,00	26,00	0,00	13,79	0,562	

Distribución de presión en reposo en la cara delantera de la estructura

Capa Nro.	Inicio[Fin][m]	σ_z [kPa]	σ_w [kPa]	Presión [kPa]	Comp. Hor. [kPa]	Comp. Vert. [kPa]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,50	6,89	0,00	3,87	3,87	0,00

Presión activa detrás de la estructura - resultados parciales

Capa Nro.	Espesor [m]	α [°]	φ_d [°]	c_d [kPa]	γ [kN/m ³]	δ_d [°]	K_a	Comentario
1	0,81	4,47	26,00	0,00	13,79	0,00	0,422	
2	1,19	32,00	26,00	0,00	13,79	26,00	0,739	
3	0,50	0,00	26,00	0,00	13,79	0,00	0,391	
4	0,00	0,00	26,00	0,00	13,79	0,00	0,391	

Distribución de presión activa detrás de la estructura (sin sobrecarga)

Capa Nro.	Inicio[Fin][m]	σ_z [kPa]	σ_w [kPa]	Presión [kPa]	Comp. Hor. [kPa]	Comp. Vert. [kPa]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,81	11,19	0,00	4,72	4,70	0,37
2	0,81	11,19	0,00	8,26	4,38	7,01
	2,00	27,58	0,00	20,37	10,80	17,28
3	2,00	27,58	0,00	10,78	10,78	0,00
	2,50	34,45	0,00	13,47	13,47	0,00
4	2,50	34,45	0,00	13,47	13,47	0,00
	2,50	34,48	0,00	13,48	13,48	0,00

Distribución de presión por sobrecarga - Tránsito ligero

Punto Nro.	Profundidad [m]	Comp. Hor. [kPa]	Comp. Vert. [kPa]
1	0,00	10,30	0,81
2	0,81	10,30	0,81
3	0,81	9,59	15,35
4	2,00	9,59	15,35
5	2,00	9,58	0,00
6	2,50	9,58	0,00
7	2,50	9,58	0,00

Fuerzas que actúan sobre la construcción

Nombre	F_{hor} [kN/m]	Pto. Apl. z [m]	F_{vert} [kN/m]	Pto. Apl. x [m]	Diseño Coeficiente
Peso - Muro	0,00	-0,25	7,80	1,53	1,000
Peso - cuña de tierra	0,00	-0,90	5,33	1,39	1,000
Presión activa	16,99	-0,84	14,59	1,53	1,000
Tránsito ligero	24,55	-1,27	18,90	1,47	1,000
Tensión de contacto	0,00	0,00	-9,26	1,43	1,000
Gravedad de sobrec. 1	0,00	-2,50	1,55	1,24	1,000

Verificación del talón del muro - refuerzo sup.

Refuerzo y dimensiones de la sección transversal

6 perf. 12,0 mm, recubr. 50,0 mm

Área de refuerzo ingresada = 678,6 mm²

Área de refuerzo requerida = 616,7 mm²

Ancho de la sección transversal = 1,00 m

Altura de sección transversal = 0,50 m

Cuantía del refuerzo $\rho = 0,15\% > 0,14\% = \rho_{min}$

Posición del eje neutro $x = 0,02\text{ m} < 0,29\text{ m} = x_{max}$

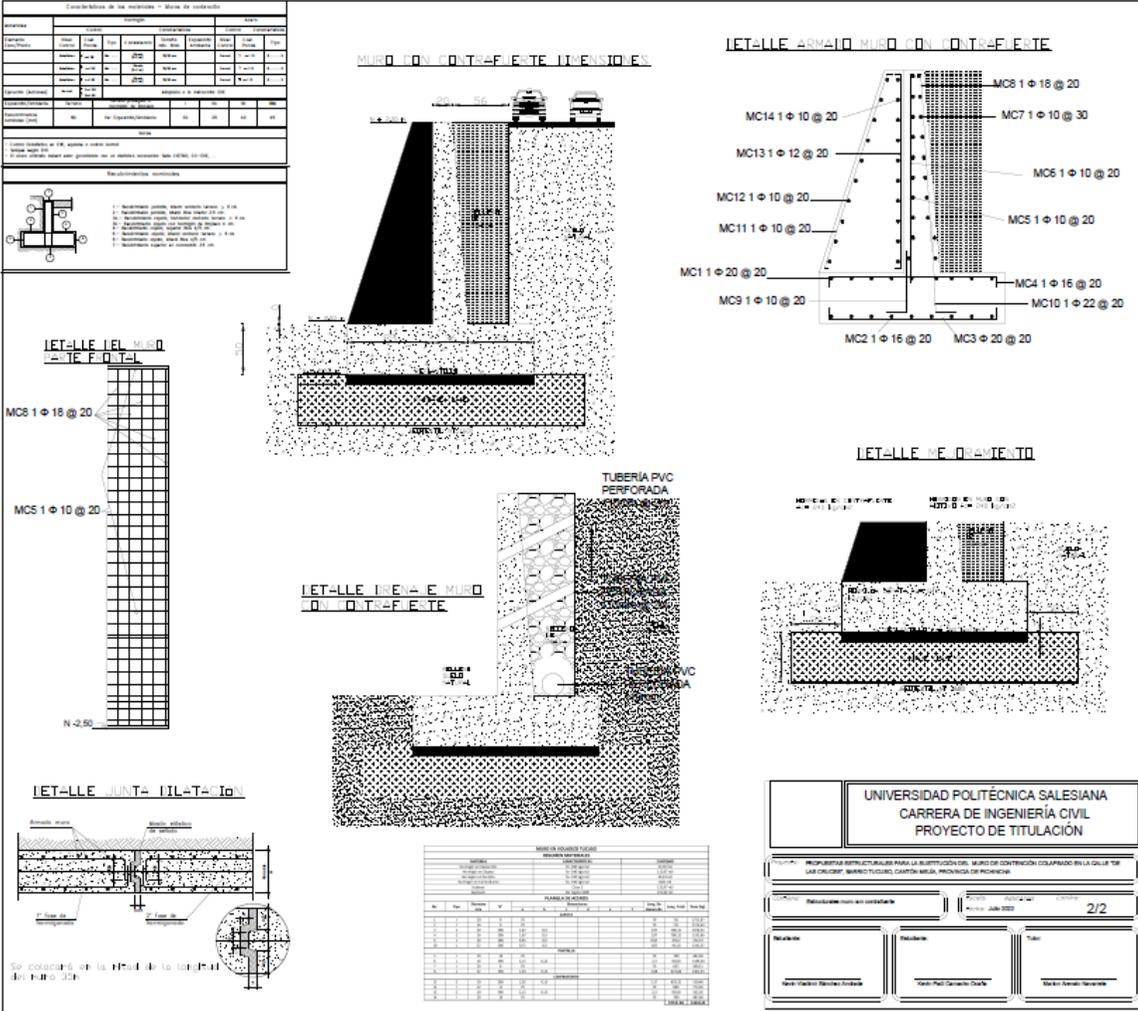
Fuerza de corte última $V_{Rd} = 162,88\text{ kN} > 38,91\text{ kN} = V_{Ed}$

Momento último $M_{Rd} = 106,01\text{ kNm} > 11,31\text{ kNm} = M_{Ed}$

La sección transversal es SATISFACTORIA.

Anexos

Anexo 4: Plano estructural de muro con contrafuerte:



Anexo 8: Análisis de precios unitarios de muro en voladizo:

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS											
NOMBRE DE PROYECTO:		CONSTRUCCION DE MURO XXXXX									
NOMBRE DE OFERENTE:		XXXXXX									
CODIGO RUBRO:		1							Hoja 1 de 14		
RUBRO:		REPLANTEO Y NIVELACION CON EQUIPO TOPOGRAFICO									
DETALLE:									UNIDAD: m2		
EQUIPOS						DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento	
	A	B	C = A x B	R	D = C x R						
HERRAMIENTA MANUAL Y EQUIPO	1,00	0,30	0,30	0,1592	0,06	2,38%	732900613	EP	100,00	2,38	
EQUIPO DE TOPOGRAFIA (ESTACION)	1,00	2,00	2,00	0,1592	0,32	16,24%	325500012	NP	-	-	
SUBTOTAL M					0,37	DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO					
MANO DE OBRA						DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento	
	A	B	C = A x B	R	D = C x R						
Estr. Oc. C1 TOPOGRAFO	1,00	4,29	4,29	0,1592	0,68	32,38%	833520216	EP	100,00	32,38	
Estr. Oc. D2 CADENERO	1,00	3,87	3,87	0,1592	0,62	29,52%	833520216	EP	100,00	29,52	
SUBTOTAL N					1,30	DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO					
MATERIALES						DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento		
	U	A	B	D = C x R							
ESTACAS	u	0,50	0,10	0,05	2,38%	313100011	EP	100,00	2,38		
CLAVOS	Kg	0,05	0,80	0,04	1,90%	429993125	EP	100,00	1,90		
TIRA DE EUCALIPTO 2,5X2 CM	m	0,40	0,85	0,34	16,19%	313100011	EP	100,00	16,19		
SUBTOTAL O					0,43	DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO					
TRANSPORTE						DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO					
DESCRIPCION	DISTANCIA	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento	
	KM		A	B	D = C x R						
SUBTOTAL P					0,00	100,00%					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2,10						
COSTO INDIRECTO					15	0,32					
OTROS INDIRECTOS											
COSTO TOTAL DEL RUBRO:						2,42					
VALOR OFERTADO:						2,42					
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA											

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: CONSTRUCCION DE MURO XXXXX
 NOMBRE DE OFERENTE: XXXXX
 CODIGO RUBRO: 2
 RUBRO: DESBROCE Y LIMPIEZA MANUAL
 DETALLE:
 Hoja 2 de 14
 UNIDAD: m2

EQUIPOS						DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento
	A	B	C = A x B	R	D = C x R					
HERRAMIENTA MANUAL Y EQUIPO	1,00	0,30	0,30	0,3757	0,11	7,10%	732900613	EP	100,00	7,10
SUBTOTAL M						0,11	DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO			
MANO DE OBRA						DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento
	A	B	C = A x B	R	D = C x R					
Estr. Oc. E2 PEON	1,00	3,83	3,83	0,3757	1,44	92,90%	833520216	EP	100,00	92,90
SUBTOTAL N						1,44	DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO			
MATERIALES						DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento	
	U	A	B	D = C x R						
SUBTOTAL O						0,00	DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO			
TRANSPORTE						DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	DISTANCIA	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento
	KM		A	B	D = C x R					
SUBTOTAL P						0,00	DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO			
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1,55					
COSTO INDIRECTO					15	0,23				
OTROS INDIRECTOS:										
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					1,78					
VALOR OFERTADO:					1,78					

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: CONSTRUCCION DE MURO XXXXX
 NOMBRE DE OFERENTE: XXXXXX
 CODIGO RUBRO: 3 Hoja 3 de 14
 RUBRO: EXCAVACION A MAQUINA UNIDAD: m3
 DETALLE:

EQUIPOS						DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento
	A	B	C = A x B	R	D = C x R					
HERRAMIENTA MANUAL Y EQUIPO	1,00	0,30	0,30	0,0479	0,01	0,40%	732900613	EP	100,00	0,40
EXCAVADORA	1,00	35,00	35,00	0,0479	1,68	67,74%	444271014	NP	-	-
SUBTOTAL M					1,69	DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
MANO DE OBRA						DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL (HR)	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento
	A	B	C = A x B	R	D = C x R					
Estr. Oc. C1 GRUPO I ESTRUCT. OCU	1,00	4,29	4,29	0,0479	0,21	8,47%	833520216	EP	100,00	8,47
Estr. Oc. E2 PEON	1,00	3,83	3,83	0,0479	0,18	7,26%	833520216	EP	100,00	7,26
Estr. Oc. B3 INSPECTOR DE OBRA	1,00	4,30	4,30	0,0479	0,21	8,47%	541110011	EP	100,00	8,47
Estr. OC D2 ENGRASADOR O ABAS	1,00	3,93	3,93	0,0479	0,19	7,66%	541110011	EP	100,00	7,66
SUBTOTAL N					0,79	DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
MATERIALES						DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento	
	U	A	B	D = C x R						
SUBTOTAL O					0,00	DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
TRANSPORTE						DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	DISTANCIA	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento
	KM		A	B	D = C x R					
SUBTOTAL P					0,00	100,00%	32,26			
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) 2,48 COSTO INDIRECTO 15 0,37 OTROS INDIRECTOS: COSTO TOTAL DEL RUBRO: 2,85 VALOR OFERTADO: 2,85					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: CONSTRUCCION DE MURO XXXXX
 NOMBRE DE OFERENTE: XXXXXX
 CODIGO RUBRO: 4 Hoja 4 de 14
 RUBRO: RASANTEO DE ZANJA A MANO
 DETALLE: UNIDAD: m2

EQUIPOS						DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento	
	A	B	C = A x B	R	D = C x R						
HERRAMIENTA MANUAL Y EQUIPO	1,00	0,30	0,30	0,0799	0,02	2,04%	732900613	EP	100,00	2,04	
SUBTOTAL M						0,02	DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
MANO DE OBRA						Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento	
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO						
	A	B	C = A x B	R	D = C x R						
Estr. Oc. C1 MAESTRO MAYOR EN E	1,00	4,29	4,29	0,0799	0,34	34,69%	833520215	EP	100,00	34,69	
Estr. Oc. D2 ALBAÑIL	1,00	3,87	3,87	0,0799	0,31	31,63%	833520215	EP	100,00	31,63	
Estr. Oc. E2 PEON	1,00	3,63	3,63	0,0799	0,31	31,63%	833520215	EP	100,00	31,63	
SUBTOTAL N						0,96	DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
MATERIALES						Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento	
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	D = C x R						
	U	A	B								
SUBTOTAL O						0,00	DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
TRANSPORTE						Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento	
DESCRIPCION	DISTANCIA	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO						
	KM		A	B	D = C x R						
SUBTOTAL P						0,00	100,00%				99,99
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0,98						
COSTO INDIRECTO					15	0,15					
OTROS INDIRECTOS:											
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					1,13						
VALOR OFERTADO:					1,13						

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: CONSTRUCCION DE MURO XXXXX
 NOMBRE DE OFERENTE: XXXXXX
 CODIGO RUBRO: 5 Hoja 5 de 14
 RUBRO: GEOTEXTIL NT 1600 NO TEJIDO (PROVISION/INSTALLACION)
 DETALLE: UNIDAD: m2

EQUIPOS						DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento
	A	B	C = A x B	R	D = C x R					
HERRAMIENTA MANUAL Y EQUIPO	1,00	0,30	0,30	0,5994	0,18	2,72%	732900613	EP	100,00	2,72
SUBTOTAL M					0,18	DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
MANO DE OBRA						DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento
	A	B	C = A x B	R	D = C x R					
Estr. Oc. E2 PEON	1,00	3,83	3,83	0,5994	2,30	34,80%	833520216	EP	100,00	34,80
Estr. Oc. D2 ALBAÑIL	1,00	3,87	3,87	0,5994	2,32	35,10%	833520216	EP	100,00	35,10
SUBTOTAL N					4,62	DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
MATERIALES						DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento	
	U	A	B	D = C x R						
ESTACAS	u	2,00	0,25	0,50	7,56%	313100011	EP	100,00	7,56	
GEOTEXTIL NT 1600, NO TEJIDO	m2	1,05	1,25	1,31	19,82%	262100918	EP	100,00	19,82	
SUBTOTAL O					1,81	DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
TRANSPORTE						DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	DISTANCIA	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento
	KM		A	B	D = C x R					
SUBTOTAL P					0,00	100,00%	100,00			
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	6,61				
					COSTO INDIRECTO	15	0,99			
					OTROS INDIRECTOS					
					COSTO TOTAL DEL RUBRO:	7,60				
					VALOR OFERTADO:	7,60				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: CONSTRUCCION DE MURO XXXXX
 NOMBRE DE OPERENTE: XXXXXX
 CODIGO RUBRO: 5 Hoja 5 de 14
 RUBRO: SUMINISTRO TENDIDO Y COMPACTACION DE SUB-BASE CLASE III
 DETALLE: UNIDAD: m3

EQUIPOS						DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento
	A	B	C = A x B	R	D = C x R					
VIBROCOMPACTADOR	1,00	2,44	2,44	0,1000	0,24	1,64%	444210111	NP	-	-
HERRAMIENTA MANUAL Y EQUIPO	1,00	0,30	0,30	0,1000	0,03	0,21%	732900513	EP	100,00	0,21
SUBTOTAL M					0,27	DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO				
MANO DE OBRA						DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento
	A	B	C = A x B	R	D = C x R					
Estr. Oc. E2 PEON	2,00	3,83	7,66	0,1000	0,77	5,28%	833520216	EP	100,00	5,28
Estr. Oc. D2 ALBAÑIL	1,00	3,87	3,87	0,1000	0,39	2,67%	833520216	EP	100,00	2,67
SUBTOTAL N					1,16	DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO				
MATERIALES						DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento	
	U	A	B	D = C x R						
SUB-BASE CLASE 3 (En Sitio)	m3	1,05	12,46	13,08	89,65%	153200015	EP	100,00	89,65	
AGUA	m3	0,12	0,66	0,08	0,55%	180000111	EP	100,00	0,55	
SUBTOTAL O					13,16	DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO				
TRANSPORTE						DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	DISTANCIA KM	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento
			A	B	D = C x R					
SUBTOTAL P					0,00	100,00%				
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	14,59				
					COSTO INDIRECTO	15				
					OTROS INDIRECTOS:					
					COSTO TOTAL DEL RUBRO:	16,78				
					VALOR OFERTADO:	16,78				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: CONSTRUCCION DE MURO XXXXX
 NOMBRE DE OFERENTE: XXXXXX
 CODIGO RUBRO: 7 Hoja 7 de 14
 RUBRO: HORMIGON PREMEZCLADO f'c = 180 kg/cm2 INCLUYE BOMBA Y TRANSPORTE
 DETALLE: UNIDAD: m3

EQUIPOS						DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento
	A	B	C = A x B	R	D = C x R					
VIBRADOR DE HORMIGON	1,00	2,00	2,00	0,4268	0,85	0,71%	548000014	NP	-	-
HERRAMIENTA MANUAL Y EQUIPO	5,00	0,30	1,50	0,4268	0,64	0,54%	732900613	EP	100,00	0,54
BOMBA DE HORMIGON Y MANGUERA	1,00	35,94	35,94	0,4268	15,34	12,83%	43220200003	EP	100,00	12,83
SUBTOTAL M					16,83					
MANO DE OBRA						DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL (HR)	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento
	A	B	C = A x B	R	D = C x R					
Estr. Oc. E2 PEON	5,00	3,83	19,15	0,4268	8,17	6,83%	833520216	EP	100,00	6,83
Estr. Oc. D2 ALBAÑIL	2,00	3,87	7,74	0,4268	3,30	2,76%	833520216	EP	100,00	2,76
Estr. Oc. B3 INSPECTOR DE OBRA	1,00	4,30	4,30	0,4268	1,84	1,54%	541110011	EP	100,00	1,54
SUBTOTAL N					13,31					
MATERIALES						DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento	
	U	A	B	D = C x R						
HORMIGON PREMEZCLADO F'c=180KG/CM2	m3	1,00	89,45	89,45	74,80%	375100021	EP	100,00	74,80	
SUBTOTAL O					89,45					
TRANSPORTE						DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	DISTANCIA KM	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento
			A	B	D = C x R					
SUBTOTAL P					0,00	100,00%				
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					119,59					
COSTO INDIRECTO					17,94					
OTROS INDIRECTOS:										
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					137,53					
VALOR OFERTADO:					137,53					

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: CONSTRUCCION DE MURO XXXXX
 NOMBRE DE OFERENTE: XXXXXX
 CODIGO RUBRO: 8 Hoja 8 de 14
 RUBRO: ACERO REFUERZO fy=4200 kg/cm2 (SUMINISTRO, CORTE Y COLOCADO)
 DETALLE: UNIDAD: kg

EQUIPOS						DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento
	A	B	C = A x B	R	D = C x R					
HERRAMIENTA MANUAL Y EQUIPO	3,00	0,30	0,60	0,0300	0,02	1,11%	732900613	EP	100,00	1,11
CORTADORA DOBLADORA DE HIER	1,00	2,61	2,61	0,0300	0,08	4,44%	441100311	EP	100,00	4,44
SUBTOTAL M					0,10	DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
MANO DE OBRA										
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento
	A	B	C = A x B	R	D = C x R					
Estf. Oc. D2 FIERRERO	1,00	3,93	3,93	0,0300	0,12	6,67%	833520216	EP	100,00	6,67
Estf. Oc. E2 PEON	1,00	3,83	3,83	0,0300	0,11	6,11%	833520216	EP	100,00	6,11
SUBTOTAL N					0,23	DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
MATERIALES										
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento	
	U	A	B	D = C x R						
ALAMBRE GALVANIZADO #18	Kg	0,01	2,59	0,03	1,67%	412660012	EP	100,00	1,67	
ACERO DE REFUERZO FY=4200KG/CM2	Kg	1,25	1,15	1,44	80,00%	411211912	ND	40,00	32,00	
SUBTOTAL O					1,47	DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
TRANSPORTE										
DESCRIPCION	DISTANCIA	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento
	KM		A	B	D = C x R					
SUBTOTAL P					0,00	100,00%				52,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1,80					
COSTO INDIRECTO					15					
OTROS INDIRECTOS:										
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					2,07					
VALOR OFERTADO:					2,07					

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: CONSTRUCCION DE MURO XXXXX
 NOMBRE DE OFERENTE: XXXXXX
 CODIGO RUBRO: 9 Hoja 9 de 14
 RUBRO: HORMIGON PREMEZCLADO f'c = 240 kg/cm2 ZAPATA CORRIDA
 DETALLE: UNIDAD: m3

EQUIPOS						DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento
	A	B	C = A x B	R	D = C x R					
HERRAMIENTA MANUAL Y EQUIPO	4,00	0,30	1,20	0,8163	0,98	0,59%	732900613	EP	100,00	0,59
VIBRADOR DE HORMIGON	1,00	2,00	2,00	0,8163	1,63	0,98%	548000014	NP	-	-
SUBTOTAL M					2,61					
MANO DE OBRA						DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento
	A	B	C = A x B	R	D = C x R					
Estr. Oc. B3 INSPECTOR DE OBRA	1,00	4,30	4,30	0,8163	3,51	2,12%	541110011	EP	100,00	2,12
Estr. Oc. D2 ALBAÑIL	2,00	3,87	7,74	0,8163	6,32	3,81%	833520216	EP	100,00	3,81
Estr. Oc. D2 OP. EQUIPO LIVIANO	1,00	4,09	4,09	0,8163	3,34	2,01%	833520216	EP	100,00	2,01
Estr. Oc. E2 PEON	4,00	3,83	15,32	0,8163	12,51	7,54%	833520216	EP	100,00	7,54
SUBTOTAL N					25,68					
MATERIALES						DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento	
	U	A	B	D = C x R						
Hormigon simple 240kg/cm2 premezclado (incl. Trans	m3	1,03	133,60	137,61	82,95%			-	-	
SUBTOTAL O					137,61					
TRANSPORTE						DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	DISTANCIA	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento
	KM		A	B	D = C x R					
SUBTOTAL P					0,00	100,00%				
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					165,90					
COSTO INDIRECTO					15	24,88				
OTROS INDIRECTOS:										
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					190,78					
VALOR OFERTADO:					190,78					

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: CONSTRUCCION DE MURO XXXXX
 NOMBRE DE OPERENTE: XXXXXX
 CODIGO RUBRO: 10 Hoja 10 de 14
 RUBRO: ENCOFRADO/DESENCOFRADO METALICO MUROS DOS CARAS
 DETALLE: UNIDAD: m2

EQUIPOS						DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento
	A	B	C = A x B	R	D = C x R					
ENCOFRADO METALICO	1,00	4,00	4,00	0,9112	3,64	24,45%	545400411	EP	100,00	24,45
HERRAMIENTA MANUAL Y EQUIPO	1,00	0,30	0,30	0,9112	0,27	1,81%	732900613	EP	100,00	1,81
SUBTOTAL M					3,91					
MANO DE OBRA						DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento
	A	B	C = A x B	R	D = C x R					
Estr. Oc. C1 MAESTRO MAYOR EN E	1,00	4,29	4,29	0,9112	3,91	26,26%	833520216	EP	100,00	26,26
Estr. Oc. E2 PEON	1,00	3,83	3,83	0,9112	3,49	23,44%	833520216	EP	100,00	23,44
Estr. Oc. D2 FIERREIRO	1,00	3,93	3,93	0,9112	3,58	24,04%	833520216	EP	100,00	24,04
SUBTOTAL N					10,98					
MATERIALES						DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento	
	U	A	B	D = C x R						
SUBTOTAL O					0,00					
TRANSPORTE						DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	DISTANCIA	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento
	KM		A	B	D = C x R					
SUBTOTAL P					0,00	100,00%				
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					14,89					
COSTO INDIRECTO					15	2,23				
OTROS INDIRECTOS:										
COSTO TOTAL DEL RUBRO:						17,12				
VALOR OFERTADO:						17,12				

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: CONSTRUCCION DE MURO XXXXX
 NOMBRE DE OFERENTE: XXXXXX
 CODIGO RUBRO: 11 Hoja 11 de 14
 RUBRO: HORMIGON PREMEZCLADO f'c = 240 kg/cm2 CON ADITIVO EN MURO ALTURA 2 m
 DETALLE: UNIDAD: m3

EQUIPOS						DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento
	A	B	C = A x B	R	D = C x R					
HERRAMIENTA MANUAL Y EQUIPO	4,00	0,30	1,20	0,8163	0,98	0,59%	732900613	EP	100,00	0,59
VIBRADOR DE HORMIGON	1,00	2,00	2,00	0,8163	1,63	0,98%	548000014	NP	-	-
SUBTOTAL M					2,61					
MANO DE OBRA						DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento
	A	B	C = A x B	R	D = C x R					
Estr. Oc. B3 INSPECTOR DE OBRA	1,00	4,30	4,30	0,8163	3,51	2,12%	541110011	EP	100,00	2,12
Estr. Oc. D2 ALBAÑIL	2,00	3,87	7,74	0,8163	6,32	3,81%	833520216	EP	100,00	3,81
Estr. Oc. D2 OP. EQUIPO LIVIANO	1,00	4,09	4,09	0,8163	3,34	2,01%	833520216	EP	100,00	2,01
Estr. Oc. E2 PEON	4,00	3,83	15,32	0,8163	12,51	7,54%	833520216	EP	100,00	7,54
SUBTOTAL N					25,68					
MATERIALES						DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento	
	U	A	B	D = C x R						
Hormigon simple 240kg/cm2 premezclado (incl. Trans	m3	1,03	133,60	137,61	82,95%			-	-	
SUBTOTAL O					137,61					
TRANSPORTE						DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	DISTANCIA	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento
	KM		A	B	D = C x R					
SUBTOTAL P					0,00	100,00%				
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					165,90					
COSTO INDIRECTO					15					
OTROS INDIRECTOS:										
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					150,78					
VALOR OFERTADO:					150,78					

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: CONSTRUCCION DE MURO XXXXX
 NOMBRE DE OPERENTE: XXXXXX
 CODIGO RUBRO: 13 Hoja 13 de 14
 RUBRO: RELLENO CON GRAVA
 DETALLE: UNIDAD: m3

EQUIPOS						DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE %
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	Relativo				Elemento
HERRAMIENTA MANUAL Y EQUIPO	1,00	0,30	0,30	0,2195	0,07	0,37%	732900613	EP	100,00	0,37
PLANCHA VIBROAFISONADORA	1,00	2,50	2,50	0,2195	0,55	2,91%	548000014	NP	-	-
SUBTOTAL M					0,62	DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO				
MANO DE OBRA						DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE %
	A	B	C = A x B	R	D = C x R	Relativo				Elemento
Estr. Oc. D2 ALBAÑIL	1,00	3,87	3,87	0,2195	0,85	4,50%	833520216	EP	100,00	4,50
Estr. Oc. E2 PEON	1,00	3,83	3,83	0,2195	0,84	4,45%	833520216	EP	100,00	4,45
Estr. Oc. C1 MAESTRO MAYOR EN E	1,00	4,29	4,29	0,2195	0,94	4,98%	833520216	EP	100,00	4,98
SUBTOTAL N					2,63	DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO				
MATERIALES						DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	Peso	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE %	
	U	A	B	D = C x R	Relativo				Elemento	
RIPIO (En Silo)	m3	1,25	12,50	15,62	82,78%	153200015	EP	100,00	82,78	
SUBTOTAL O					15,62	DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO				
TRANSPORTE						DETERMINACION DEL VAE DEL RUBRO				
DESCRIPCION	DISTANCIA	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE %
	KM		A	B	D = C x R	Relativo				Elemento
SUBTOTAL P					0,00	100,00%				
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					19,87					
COSTO INDIRECTO					2,83					
OTROS INDIRECTOS:										
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					21,70					
VALOR OFERTADO:					21,70					

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: CONSTRUCCION DE MURO XXXXX
 NOMBRE DE OFERENTE: XXXXXX
 CODIGO RUBRO: 14 Hoja 14 de 14
 RUBRO: TUBERIA PVC 110MM PERFORADA (MAT/TRANS/INST)
 DETALLE: UNIDAD: m

EQUIPOS						DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento	
	A	B	C = A x B	R	D = C x R						
HERRAMIENTA MANUAL Y EQUIPO	1,00	0,30	0,30	0,8002	0,24	2,01%	732900613	EP	100,00	2,01	
SUBTOTAL M						0,24	DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
MANO DE OBRA						DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento	
	A	B	C = A x B	R	D = C x R						
Estr. Oc. C1 MAESTRO MAYOR EN E	1,00	4,29	4,29	0,8002	3,43	28,78%	833520216	EP	100,00	28,78	
Estr. Oc. D2 PLOMERO	1,00	3,87	3,87	0,8002	3,10	26,01%	833520216	EP	100,00	26,01	
Estr. Oc. E2 PEON	1,00	3,83	3,83	0,8002	3,06	25,67%	833520216	EP	100,00	25,67	
SUBTOTAL N						9,59	DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
MATERIALES						DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento		
	U	A	B	D = C x R							
ACCESORIOS PARA LAS INSTALACIONES DE TUBERIA PERFORADA DE 110MM	Global	0,02	25,00	0,50	4,19%	375700017	EP	100,00	4,19		
	m	1,03	1,54	1,59	13,34%	363201011	EP	100,00	13,34		
SUBTOTAL O						2,09	DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
TRANSPORTE						DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO					
DESCRIPCION	DISTANCIA	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	Peso Relativo	CPC Elemento	NP / EP / ND	VAE %	VAE % Elemento	
	KM		A	B	D = C x R						
SUBTOTAL P						0,00	DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA						100,00%	DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						11,92	DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
COSTO INDIRECTO						1,79	DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
OTROS INDIRECTOS:							DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
COSTO TOTAL DEL RUBRO:						13,71	DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				
VALOR OFERTADO:						13,71	DETERMINACIÓN DEL VAE DEL RUBRO				

FIRMAS DE RESPONSABILIDAD



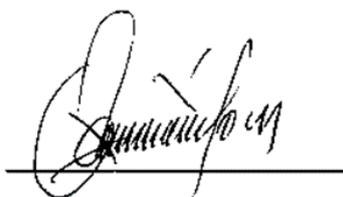
**Camacho Ocaña Kevin Paul
Vladimir**

C.I.: 1721636239



Sánchez Andrade Kevin

C.I.: 1721852257



Ing. Arévalo Navarrete Marlon Manolo, MsC.

C.I.: 1706746029