



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Comportamiento estructural de muros de contención en zonas de infiltración profunda, distrito Chosica en el 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Br. Castro Montes Estefano Junior (ORCID: 0000-0003-3112-1924)

ASESOR:

Dr. Ing. Muñiz Paucarmayta, Abel Alberto (ORCID: 0000-0002-1968-9122)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

Lima - Perú

2019

DEDICATORIA

A Dios, a mi familia por apoyarme desde el inicio de la carrera, así como a los profesionales que se fueron encontrando en el camino y que fueron parte de esto.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, a mi familia y a los distintos profesionales que me mostraron su constante apoyo a lo largo de la realización de la tesis.

Página del Jurado

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Estefano Junior Castro Montes con DNI N° 70513654, estudiante de la escuela profesional de ingeniería civil de la facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo, declaro bajo juramento que la tesis es de mi autoría y que toda documentación, datos e información que en ella se presenta es veraz y auténtica.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto del contenido de la presente tesis como de información adicional aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 20 de julio del 2019



Castro Montes, Estefano Junior

DNI: 70513654

Índice

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	31
2.1. Tipo y diseño de investigación	32
2.2. Operacionalización de las variables.....	32
2.3. Población, muestra y muestreo	32
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	33
2.5. Procedimiento	35
2.6. Métodos de análisis.....	41
2.7. Aspectos éticos	41
III. RESULTADOS	42
IV. DISCUSIÓN.....	67
V. CONCLUSIONES.....	71
VI. RECOMENDACIONES	73
Referencias	75
Anexos.....	80

RESUMEN

La presente tesis de investigación pretende determinar el comportamiento estructural de muros de contención en zonas de infiltración profunda, distrito Chosica en el 2019. Se utilizó la metodología descriptiva- explicativa, teniendo en cuenta los muros de contención que hayan sufrido infiltración de agua, en la investigación se consideró el muro de mampostería de la Quebrada Carosio y el muro armado de Cantagallo.

Se obtuvieron los siguientes resultados, los valores del factor de seguridad que en el muro de mampostería dio 2.55, 3.20 y 1.32 y para el muro armado fue de 3.18, 2.97 y 1.89 para la verificación al vuelco, deslizamiento y capacidad portante, respectivamente, en condiciones secas. Para condiciones saturadas los valores fueron 2.46, 3.06 y 1.37 para el muro de mampostería, mientras que para el muro armado fue de 3.13, 2.89 y 1.97. Se registró para el muro de mampostería una disminución en 3.53% y 4.38% en factor de seguridad al vuelco y deslizamiento, mientras que en la capacidad portante registro un aumento de 3.79%. En el muro armado, los valores del factor de seguridad se redujeron en 1.57% y 2.69% para vuelco y deslizamiento respectivamente, y en la capacidad portante registra un aumento de 4.23%. Los desplazamientos máximos laterales de los muros de contención en condiciones secas fueron 1.83 cm y 1.47 cm para el muro de mampostería y armado respectivamente, mientras que para condiciones saturadas dio 3.08 cm y 2.54 cm para el muro de mampostería y armado respectivamente. Se registra un aumento del 68.31% en muro de mampostería y un aumento del 72.79% en el muro armado. Los momentos de volteo en los muros de contención bajo condiciones secas fueron 109.27 tn.m y 140.8 tn.m para el muro de mampostería y armado respectivamente, mientras que para condiciones saturadas dio 140.8 tn.m y 28.36 tn.m para el muro de mampostería y armado respectivamente. Se registra un aumento del 28.86% en muro de mampostería y un aumento del 3.54% en el muro armado. Se concluyó que los muros armados tienen mejor comportamiento estructural frente al muro de mampostería en el distrito de Chosica, debido a que registró menores desplazamientos y momentos de volteo en la comparativa.

Palabras clave: presión, infiltración, estabilidad.

ABSTRACT

This research thesis aims to determine the structural behavior of retaining walls in areas of deep infiltration, Chosica district in 2019. This is the descriptive, explanatory description, taking into account the retaining walls that have been water infiltration, in the investigation refers to the masonry wall of the Quebrada Carosio and the armed wall of Cantagallo.

The following results were obtained, the values of the safety factor that on the masonry wall gave 2.55, 3.20 and 1.32 and for the reinforced wall it was 3.18, 2.97 and 1.89 for the verification of the turns, sliding and bearing capacity, respectively, in dry conditions For saturated conditions, the values were 2.46, 3.06 and 1.37 for the masonry wall, while for the reinforced wall it was 3.13, 2.89 and 1.97. The percentage of safety in turns and slippage was reduced, while in capacity there has been an increase of 3.79%. In the reinforced wall, safety values were reduced by 1.57% and 2.69% for tipping and sliding respectively, and an increase of 4.23% is registered in the port capacity. The maximum lateral displacements of the retaining walls in dry conditions were 1.83 cm and 1.47 cm for the masonry and reinforced wall respectively, while for saturated conditions it gave 3.08 cm and 2.54 cm for the masonry and reinforced wall respectively. There is a 68.31% increase in the masonry wall and a 72.79% increase in the reinforced wall. The turning moments in the retaining walls under dry conditions were 109.27 tons and 140.8 tons for the masonry wall and armed respectively, while for saturated conditions it gave 140.8 tons and 28.36 tons for the masonry wall and armed respectively. There is a 28.86% increase in the masonry wall and a 3.54% increase in the reinforced wall. It was concluded that the armed walls have better structural behavior in front of the masonry wall in the Chosica district, due to the lower displacements and the turning moments in the comparison.

Keywords: walls, infiltration, stability.

I. INTRODUCCIÓN

La presente tesis de investigación tiene por objetivo determinar el comportamiento estructural de los muros de contención en zonas de infiltración en zonas de infiltración, el lugar donde se realizó la investigación fue Chosica, debido a que en los últimos años se ha visto afectada por las lluvias y al fallo de sus muros de contención.

Se utilizó una metodología descriptiva explicativa, teniendo como resultado, los valores del factor de seguridad que en el muro de mampostería dio 2.55, 3.20 y 1.32 y para el muro armado fue de 3.18, 2.97 y 1.89 para la verificación al vuelco, deslizamiento y capacidad portante, respectivamente, en condiciones secas. Para condiciones saturadas los valores fueron 2.46, 3.06 y 1.37 para el muro de mampostería, mientras que para el muro armado fue de 3.13, 2.89 y 1.97. Se registró para el muro de mampostería una disminución en 3.53% y 4.38% en factor de seguridad al vuelco y deslizamiento, mientras que en la capacidad portante registro un aumento de 3.79%. En el muro armado, los valores del factor de seguridad se redujeron en 1.57% y 2.69% para vuelco y deslizamiento respectivamente, y en la capacidad portante registra un aumento de 4.23%. Se concluye que los muros armados tienen mejor comportamiento estructural frente al muro de mampostería en el distrito de Chosica, debido a que registró menores desplazamientos y momentos de volteo en la comparativa.

En el capítulo I: Se detallará la realidad problemática, antecedentes a este hecho, marco teórico, así como se determina el problema y objetivo.

En el capítulo II: Se muestra la metodología que se adopta en la tesis, enfoque, nivel, también la población y muestra a realizar.

El capítulo III: Muestra el análisis y resultados de la investigación cuantitativa.

El capítulo IV: Detalla la discusión frente a los antecedentes adoptados en el trabajo de investigación.

El capítulo V Y VI: Se dan las conclusiones y recomendaciones respectivamente.

Realidad problemática

En la actualidad, existe alrededor del mundo la necesidad de construir estructuras para estabilización de taludes, debido a los grandes problemas de derrumbes y/o deslizamientos que tenían, en su mayoría se ha optado por los muros de contención que es una estructura la cual soporta unos esfuerzos horizontales producido por el empuje de la tierra y en otros casos para la contención de agua. Los muros de contención se han visto afectado muchas veces por fenómenos naturales, tales como la lluvia, que al filtrarse hacia los rellenos que soporta el muro, hace que falle y en varios casos, colapse. Por ejemplo, en Tacagua, Bolivia cuando pasaban por épocas de lluvias, el muro de contención del lugar colapsó debido al filtramiento de aguas que no existían al momento de la construcción del muro, dichas aguas han saturado el material del relleno que se encuentra detrás del muro de contención (Erbol digital, 2018).

En el Perú los muros de contención son utilizados mayormente en los asentamientos humanos debido a que es una opción económicamente viable, los muros de contención son diseñados para un determinado empuje, pero con el pasar del tiempo, la población aumenta y empiezan a situarse cerca a la cima del muro, aumentando su sobrecarga, muchas de las personas que viven ahí comienzan a tener árboles y/o jardines a la que permanentemente están regando, y así aumentando el empuje de tierra la cual no estaba previsto al momento del diseño, asimismo se crea una presión hidrostática producto de los regadíos permanentes por parte de la población que en su mayoría se encuentra desinformada sobre las consecuencias que podría traer infiltrar agua y aumentar las presiones del muro. El proyecto de investigación está ubicado en el distrito de Chosica, debido a que cuenta con una cantidad significativa de muros de contención, así como de asentamientos humanos, en su mayoría de estos muros se construyeron para estabilizar taludes producto de los deslizamientos y que la población aquejaba.

En el distrito de Chosica la población ha ido en aumento y existe vida vegetal a la cual la población riega diariamente. Por las condiciones socio económicas y por las necesidades de los pobladores de tener un lugar donde vivir, han construido sus casas en las laderas de los cerros, sin planificación urbana, y sin asistencia técnica profesional para construir sus viviendas. Los muros de contención resisten las diferentes presiones de tierra, incluso con pendientes de suelo, este material de relleno, naturalmente es previamente estudiado para poder diseñar un apropiado muro de contención, esto muros deben cumplir con una

estabilidad a la que se la deben en la mayoría de los casos al peso mismo del muro o del acero que lo conforma.

En la mayoría de los casos no se tiene en cuenta la infiltración de agua que se produce las lluvias o del propio riego que genera la población cerca de los muros de contención, aumentando las presiones laterales del muro, la cual en primer lugar no estaba preparado. Ello, influye críticamente en su estabilidad, y en su comportamiento estructural.

El área en que se suscribe el presente trabajo de investigación es el AA. HH. Bellavista ubicado en la parte alta del distrito de Chosica, en la ciudad de Lima, los pobladores han situado sus viviendas en las laderas de los cerros cuya topografía está formada por laderas con pendiente van de los 20° hasta los 37° (Municipalidad de Chosica, 2017), construcciones precarias que incumple las normas técnicas de edificación, agravándose que para obtener una superficie plana en el talud de la ladera, colocan pircas de piedra seca a modo de muro de contención colocando capas de tierra entre la pirca y el talud hasta obtener una superficie plana horizontal, sistema altamente inestable y susceptible al desplome frente a vibraciones sísmicas. Anteriormente el distrito de Chosica se vio afectado con el Fenómeno del niño que contrajo una gran cantidad de lluvias, producto a ello, incluso al día de hoy se encuentran vestigios de los daños ocasionados, tales como desprendimientos del muro e incluso muros de contención caídos, estos muros fueron autoconstruidos por parte de la población debido a la necesidad. Ante los hechos se deja entrever que fue por la infiltración de agua que realiza la población y por desconocimiento lo continúa realizando.

En consecuencia, si continúan estos problemas de infiltración profunda en los rellenos de muros de contención produciría que estos fallen e incluso colapsen, esto si llegaría a suceder en los asentamientos humanos provocaría pérdidas tanto materiales y humanas. La investigación recae su importancia en determinar el comportamiento estructural que sufrirían estos muros de contención al ser sometidos a estas condiciones de suelo con infiltración de agua mediante el ensayo de infiltrómetro, se recogerán los parámetros físicos y mecánicos de los rellenos actuales de suelo, para luego después analizarlo mediante el software Etabs, dando como resultados esfuerzos, deformaciones y deflexiones de los diferentes tipos de muros de contención existentes en el asentamiento humano.

Esta investigación es muy importante debido a que puede resultar beneficioso al momento de la realización de los proyectos que contengan tanto a los muros de contención como

afines, por ejemplo, a la municipalidad de Chosica que es la encargada de construir proyectos de protección en estas zonas tan vulnerables a la infiltración de agua. Es por ello, que la presente investigación recogerá el comportamiento que conlleva los muros de contención al ser sometido a estas condiciones de infiltración profunda, como afecta el agua diaria infiltrada, los empujes y/o presiones de agua que generan al muro y si probablemente falle.



Figura 1. Muros de contención de la zona



Figura 2. Muro de contención existente con sobrecarga

Trabajos previos

Antecedentes nacionales

(Bueno y Bernuy, 2015) En la tesis *titulado*: Estabilización de ladera con muros de contención y estudio de impacto ambiental para la protección de viviendas en el barrio de San Isidro del distrito de San Marcos- Huari Ancash, tuvo como *objetivo* proponer un estudio para poder estabilizar la ladera, usando los muros de contención, así como un estudio de impactos ambientales para que las viviendas aledañas estén protegidas. Aplicando una *metodología* descriptiva se obtuvieron los siguientes *resultados*, se determinó los diferentes criterios al momento del diseño de los muros. Existen diferentes teorías para que se halle el empuje activo como son Coulomb y Rankine. En la zona urbana se realizó diferentes estudios de topografía entre las cuales se registraron diferentes tipos de porcentaje de pendientes como fueron de 3 a 4%, la pendiente de este a oeste fue de 1% teniendo como fin un barranco de 20m de profundidad. Finalmente se fijan las siguientes *conclusiones* se determinó el diseño estructural de muros de contención para alturas de 3, 3.5m, 4m, 5m y 8 m de altura, varía la forma en la que se debe estabilizar los taludes que soportarán los muros de contención, según altura.

(Córdova, 2016) En la tesis de grado *titulado*: Protección del muro de contención mediante un sistema de drenaje con geo compuestos en el hospital el Carmen de Huancayo, tuvo como *objetivo* analizar el funcionamiento del sistema de drenaje con geo compuesto para la protección del muro de contención en el hospital el Carmen de Huancayo-2016. Aplicando una *metodología* descriptivo, explicativo y correlacional, obtuvo los *resultados* siguientes los análisis físicos-químicos y análisis bacteriológicos, realizados a las aguas que emanan de los puntos filtrantes, nos arrojan que este tipo de aguas pueden ser usadas para el riego de las áreas verdes y recibe un tratamiento adecuado por medio de una planta que sea óptimo para el consumo humano. Finalmente, fija como *conclusiones*, el sistema de drenaje con geo compuesto, desarrollada en la presente investigación, alcanzará un correcto funcionamiento para la protección del muro de contención, ya que este sistema nos permitirá una óptima captación y control del flujo que emana constantemente del subsuelo, permitiendo así que el muro de contención cumpla.

(Villar, 2015) En la tesis de grado **titulado**: Comparación del comportamiento estructural de muros de contención en voladizo y con contrafuertes, tuvo como **objetivo** el comparar la respuesta estructural de los muros de contención en voladizo y con contrafuertes siendo sometidos a las cargas de tierra y de sismo. Aplicando una **metodología** descriptiva, se obtuvo los siguientes **resultados** para los muros en voladizo el desplazamiento máximo (promedio) lateral a las diferentes alturas de 5, 7 y 9 m es de 2.80, 4.60 y 5.56 cm respectivamente, los esfuerzos máximos (promedio) internos en la pantalla son 42.28, 57.54 y 75.58 kgf/cm² para sus diferentes alturas (H=5, 7 y 9 m), mientras que para los de contrafuertes el desplazamiento máximo (promedio) lateral a las diferentes alturas de 5, 7 y 9 m es de 2.21, 3.47 y 3.62 cm respectivamente, los esfuerzos máximos (promedio) internos en la pantalla son 6.19, 8.44 y 12.48 kg/cm² para sus diferentes alturas (H=5, 7 y 9 m). Finalmente se fija como **conclusiones** los muros con contrafuertes poseen un mejor comportamiento estructural frente a los muros en voladizo, debido a que tienen bajos desplazamientos, esfuerzos internos y momentos de volteo, ello logra así una superior protección de estructuras a las que contienen.

(Rodríguez, 2018) En la tesis de grado **titulada**: Modelamiento hidrodinámico del tramo urbano del río Huarmey con fines de ubicación y diseño de una estructura de contención, región Ancash – 2018, tuvo como **objetivo** realizar el modelamiento hidrodinámico del tramo urbano del río Huarmey con el fin de ubicar y diseñar la estructura de contención. Aplicando una **metodología** explicativa, siendo el tipo de investigación aplicada, obtuvo los siguientes **resultados** que donde se halló el caudal de diseño de 211.40 m³/seg mediante cálculos analíticos en Excel y el software Hidroesta, para realizar el modelamiento hidrodinámico, de manera que se identifique la zona de inundación y conocer el tirante crítico alcanzado, ya que, este valor es fundamental para el hallar el borde libre y con ello la altura total del muro. Por consiguiente, se concluye que el caudal y el tirante crítico determinan la ubicación y diseño de una estructura de contención. Finalmente se fija como **conclusiones** que el estudio hidrológico determina la ubicación y diseño de una estructura de contención, ya que, se halló el caudal de diseño que fue de 211.40m³/seg para realizar el modelamiento hidrodinámico mediante el software Hec-ras, y con ello, se conoció la ubicación del tramo de inundación; por otra parte, el tirante crítico de 4.02m, determinó el borde libre a fin de que se pueda establecer la altura total de la estructura de contención.

(Gonzales, 2018) En su tesis **titulada** Evaluación técnica y económica de muro de contención para la ampliación de vía en la ladera del pasaje Jorge Chávez en el distrito de San Bartolomé – provincia de Huarochirí 2018, tuvo como **objetivo** evaluar el diseño técnico y económico del muro de contención para la ampliación de vía en las laderas del pasaje Jorge Chávez en el distrito de San Bartolomé Provincia de Huarochirí. Aplicando una **metodología** descriptiva, siendo el tipo de investigación aplicada, se obtuvieron los siguientes **resultados**, para el diseño de los muros de contención en voladizo y contrafuerte la altura mínima que resiste los momentos de volteo es de 3.20m, siendo diseñados muros con 4.20 m y 5.00 m, mediante el Autodesk Robot Estructural teniendo en cuenta que se realizó el análisis estructural en momento, desplazamiento y rotación para las diferentes alturas de muro. Finalmente se fija como **conclusiones** de acuerdo a la evaluación técnica el muro de contención con contrafuerte tiene la mejor resistencia técnica que el muro de contención en voladizo, ya que es resistente al ataque de los fenómenos que se presentan, el muro de contención en voladizo es la estructura con mejor evaluación económica, que el muro de contención con contrafuerte, ya que su costo varía de acuerdo a los precios unitarios que presentan en el distrito de San Bartolomé.

Antecedentes internacionales

(Aguilar, 2016) En la tesis de grado **titulado**: Análisis comparativo entre sistemas de drenajes con geosintéticos versus sistemas de drenajes naturales para muros de contención, tuvo como **objetivo** evaluar los factores que se deben considerar a la hora de efectuar la construcción de un sistema de drenaje según las condiciones in situ que se presenten en terreno. Aplicando una **metodología** descriptiva, obtuvo los **resultados** siguientes: que la infiltración de agua influye moderadamente al momento del diseño de los muros de contención incluso en algunos casos puede llegar a aumentar un 60% el empuje de tierras o suelo de relleno, haciendo que los muros fallen, es necesario considerar drenajes naturales por su bajo costo. Finalmente, fija como **conclusiones**: que la presencia del agua en los rellenos de los muros de contención, así como en la napa freática, resultado de lluvias, o humedad, hacen que el relleno de tierra se encuentre saturado, ello conlleva un incremento de la presión de agua o hidrostática, por ende, el relleno de suelo seco se verá afectado, hasta incluso puede llegar al colapso de la estructura. Para disminuir esta presión hidrostática elevada por los niveles infiltrados de agua se debe tener en cuenta diseñar sistemas de drenaje que ayudará a reducir la presión total que soporta la estructura, asimismo se reducirá el tiempo en que el agua y el

muro entren en contacto, de no tomar en cuenta estas medidas el muro podría verse sumamente afectado en un futuro.

(Flores, 2017) En su grado de tesis **titulado**: Problemática del drenaje de muros de contención y su solución usando geosintéticos tipo geo compuestos, el cual tuvo como **objetivo** señalar la influencia de la infiltración de agua en muros de retención y proponer una solución mediante geosintéticos. Aplicando una **metodología** descriptiva obtuvo los siguientes **resultados**: en el análisis de infiltración de nivel freático elevado, de los resultados obtenidos experimentalmente y teóricamente, es menor en comparación a la variación por precipitación. Finalmente, se fija como **conclusiones**: en el caso de que solo se tenga niveles freáticos elevados y no infiltraciones por precipitaciones se deberá colocar un subdrenaje vertical en el muro de contención

(Leal y Toledo, 2015) En su investigación **titulado** Análisis estructural de muros de contención tipo voladizo con y sin el uso de contrafuertes a una altura de 10 metros, tuvo como **objetivo** determinar un diseño de muro de contención con contrafuertes y en voladizo, para luego poder saber cuál es el comportamiento estructural que existe entre los muros y plantear soluciones teniendo en cuenta dicho análisis. Aplicando una **metodología** descriptiva, se obtuvo los siguientes **resultados**, el muro tipo voladizo con contrafuertes presenta una mejor estabilidad al volcamiento a comparación con el muro tipo voladizo sin contrafuertes puesto que el momento estabilizante en el muro con contrafuertes es mayor. Además, el momento por volcamiento en el muro sin contrafuertes es mayor ya que el empuje pasivo favorece a este parámetro, teniendo un valor más elevado. Finalmente se fija **conclusiones** como el uso de los contrafuertes disminuyó las dimensiones del muro tipo voladizo; de la misma forma, ambos modelos lograron cumplir con los parámetros de control tanto a nivel de estabilidad como estructural, resultando el muro con contrafuertes el más económico entre ambos.

(Alvino, 2016). En su tesis *titulada* “Análisis y Diseño Estructural de un Muro de Contención de Hormigón Armado en Cerramiento Perimetral, Lado Oeste del Hospital Monte Sinaí”, para obtener título de ingeniero civil. Facultad de ciencias matemáticas y físicas carrera de ingeniería civil, tuvo como *objetivo* elaborar un documento práctico para la elección, análisis y diseño del muro de contención, así como la actualización de los más relevantes métodos y productos constructivos pertinentes a este proyecto. El muro presenta varias secciones debido a los desniveles presentes por lo que se presenta una memoria de diseño con los detalles respectivos en cuanto Al refuerzo y dimensionamiento. La *metodología* de la presente investigación tuvo un enfoque cuali-cuantitativo, porque los datos obtenidos a través de la observación directa, serán estimados, procesados y analizados. Llego a la *conclusión* que mediante este proyecto se puede apreciar la importancia de la aplicación de las normas que se rigen para este tipo de estructuras, mediante la evaluación de cada una de las cargas con sus respectivos factores de mayor reducción e importancia según el proyecto. El mismo que no ayuda a poder diseñar una estructura optima, tantas secciones y económica para su construcción, capaz de resistir las cargas y sobrecargas que se presenten las mismas con lo que fue diseñada.

(Baes y Echeverri, 2015) En su tesis *titulada* Diseño de estructuras de contención considerando interacción Suelo – Estructura, tuvo como *objetivo* evaluar el procedimiento y el diseño estructural de distintas estructuras de contención bajo las mismas condiciones de suelo, considerando interacción, suelo estructuras. Se utilizó la *metodología* tradicional cumpliendo con los requisitos propuestos por la NSR – 10. En esta investigación se obtuvo los siguientes *resultados*, que las presiones ejercidas por el sismo a las estructuras de retención, como los muros de contención aumentan hasta en un 30%, por lo que al momento del diseño se debe tener en cuenta. Se fijó como *conclusiones* que las metodologías analíticas pueden ser menos próximos a la realidad en comparación a los elementos finito en cálculo de las presiones laterales generada en el suelo, debido a que no tienen cuenta el proceso constructivo las deformaciones, la interacción suelo – estructura y las propiedades de las estructuras. Los análisis por elemento finito evalúan estas condiciones que permite obtener diagrama de esfuerzos y presiones laterales con mejor estimación a la realidad.

Teorías relacionadas con el tema

Muros de contención en zonas de infiltración profunda

Según Das (2001) El fin de los muros de contención es soportar una porción de suelo, esta estructura soportará los diferentes empujes laterales de tierra la cual soporta en el nivel posterior, en la mayoría de ocasiones es un suelo natural y en casos muy específicos un relleno artificial, este relleno transmite una cantidad de fuerzas al muro de contención. Según (Das, 2001, pág. 108)

El objetivo fundamental de un muro de contención contribuye como un elemento estructural de sujeción a los empujes de suelo que se encuentran en la parte posterior del muro de contención, que en algunas ocasiones los empujes laterales son de un terreno natural, en algunos casos con pendiente de suelo en la parte superior, estas fuerzas actuantes son compensadas con las fuerzas resistentes, propias del muro de contención y del material compuesto.

Según (McCormac, 2002, pág. 385) considera que “Los muros de contención no sólo están preparados para los empujes laterales propios del terreno a actuar, sino que deben estar preparados para otros tipos de cargas diferentes, como, por ejemplo: la sobrecarga que exista en el terreno propias de los vehículos que transitan sobre los muros de contención, empujes hidrostáticos y hasta incluso fuerzas sísmicas, estas producen que la presión que se ejerce sobre el muro aumente considerablemente.

Los muros de contención deben estar preparados para diferentes tipos de cargas que puedan actuar sobre la estructura, siendo estos elementos estructurales y deben proporcionar una adecuada seguridad para soportar estas diferentes presiones ejercidas hacia él.

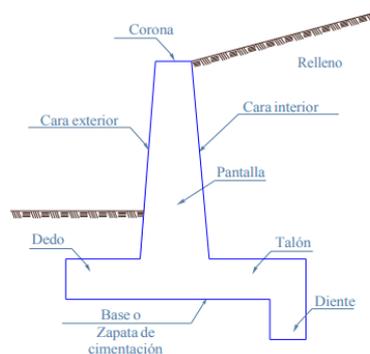


Figura 3. Muro de contención
Fuente: (Rogel, 2005, pág. 62)

Tipos de muros de contención

Según (Rogel, 2005, pág. 65) Los muros de contención según la estructura están clasificadas en: gravedad, voladizo, contrafuertes, cribas, prefabricados, otros.

Muros de Mampostería:

Los muros de mampostería son muros que se encuentran conformados mayor parte por concreto y piedra grande, la resistencia que ejerce el muro radica en su propio peso, también es considerado un muro de contención de gravedad. Estas estructuras en lo particular no poseen un cimiento enterrado, sino que posee características del concreto y piedra grande. Una de las ventajas principales que poseen estos muros de mampostería es que no contiene acero haciéndolos mucho más cómodos económicamente. Estos muros son utilizados para unas alturas moderadas, en caso su longitud no sea demasiada. Los muros de mampostería tienen diferentes tipos de secciones transversales, son de variadas formas y son construidos por piedra y concreto, estos materiales son aptos para resistir los esfuerzos de compresión y de corte, mientras que los esfuerzos de tracción, no. En su diseño se debe considerar evitar estos esfuerzos de tracción. En la figura se muestran diferentes formas se secciones transversales de los muros de mampostería.

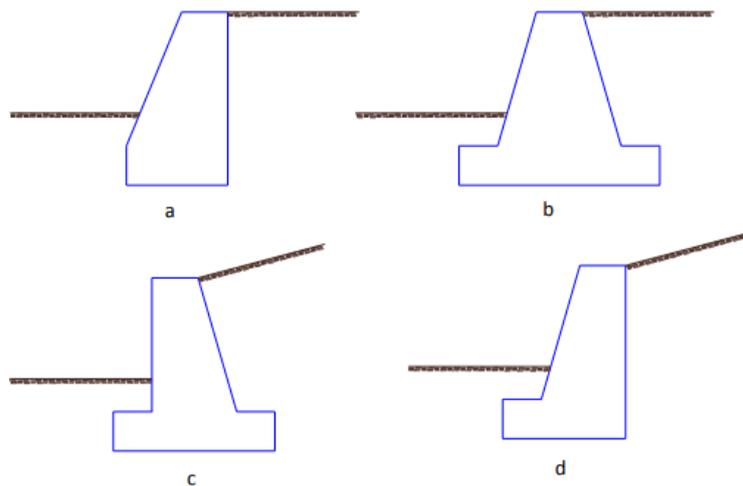


Figura 4. Tipos de muros de contención de gravedad
Fuente:(Rogel, 2005, pág. 65)

Muros de voladizo

Los muros en voladizo contienen una viga en voladizo a la cual trabaja empotrado a una zapata que se encuentra en la parte inferior. Los muros en voladizo están diseñados por concreto armado, la altura que pueden alcanzar estos muros es máximo nueve metros, estructuralmente la viga que se encuentra en el cimiento es en la cual el empuje de suelo se acostea, haciendo que estas presiones aumenten hasta llegar a un máximo en el punto de empotramiento de la viga con la base del muro.

Los muros en voladizo mayormente se encuentran reforzados en la pantalla de muro para neutralizar los momentos flexionantes y horizontales, esto se hace con el fin de evitar las grietas. En la figura se muestran secciones transversales de los muros en voladizo más comunes.

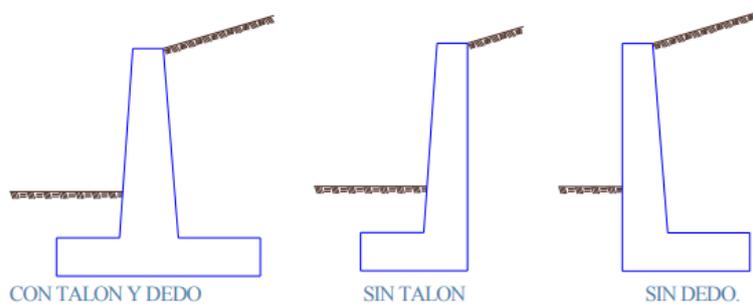


Figura 5. Tipos de muro en voladizo
Fuente: (Rogel, 2005, pág. 65)

Empujes

Según (McCormac, 2002, pág. 387) En los muros de contención actúan diferentes empujes o presiones causados por el relleno de suelo, la presión que actúa detrás del muro es complicado de determinar con exactitud, ello debido a la gran cantidad de factores involucrados. La presión lateral que atacan al muro de contención teniendo en cuenta un talud estable se encuentran en función de los materiales que lo conforman asimismo a la sobrecarga que la estructura se encuentra soportando, el nivel del agua freática influye también, las condiciones de cimentación y el movimiento relativo del muro.

De acuerdo a la interacción suelo-estructura existen 3 tipos de presión que influirán en la deformación de los muros de contención las cuales son:

- a) Presión en reposo
- b) Presión activa 24
- c) Presión pasiva

Presión de tierra en reposo

Según (Das, 2001, pág. 108) La presión del reposo consiste cuando el relleno a la cual el muro se encuentra soportando no ha efectuado ningún movimiento, el suelo no se ha expandido ni contraído. Por lo tanto, las deformaciones son nulas.

Tabla 1. Pesos específicos según Terzagui

Tipo de suelo		Peso específico γ (Tn/m³)
I	Granular fino sin finos	1.73
II	Granular grueso con finos	1.77
III	Residual con cantos, bloques, piedra, grava, arena fina y limos arcillosos en cantidad apreciable	1.70
IV	Arcillas plásticas blandas	1.70
V	Fragmento de arcillas dura o medianamente dura, protegidas del agua	1.70

Fuente: Braja M. Das Muros de retención

Presión activa y pasiva según teoría de Rankine

Según (Das, 2001, pág. 108) La teoría de Rankine lleva al muro de contención a un estado límite plástico en la pantalla del muro, en la parte posterior, esta pared puede moverse y ha alcanzado una máxima resistencia al corte del relleno. Cuando se ha llegado a este estado las tensiones en una porción de suelo pueden ser halladas, de esta forma se obtiene una fuerza resultante para esta teoría consiste en agrupar las tensiones a lo largo de la pantalla del muro de contención considerándola de un valor de uno.

Presión activa y pasiva según teoría de Coulomb

Según (Das, 2001, pág. 110) Mientras tanto Coulomb mantiene otra forma de calcular la presión lateral del suelo, consiste en determinar la presión del muro de contención, pero tomando en cuenta otro factor, la fricción del muro. Coulomb mantiene la teoría que se basa en un equilibrio existente de fuerzas que se obtienen en la ruptura de la masa de relleno.

En este estado límite la falla la desarrollan las fuerzas ocasionadas por la fricción y el continuo contacto que se mantiene entre el relleno y el muro de contención. Las tensiones del suelo dependen de una cuña de falla, la que están en función del estado de deformaciones. Estos dos estados son los empujes activo y pasivo.

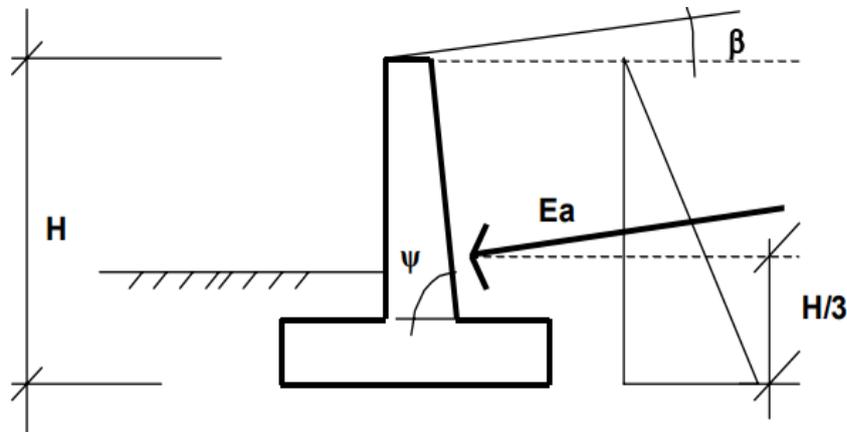


Figura 6. Empuje activo
Fuente: Reproducido de (Das,2004, pág. 106)

Empujes debido a sobrecargas

Según (Das, 2001, pág. 111) considera que, “Existen diferentes fuerzas que tienen efectos en los empujes que resistirán los muros de contención, uno de estas presiones son las sobrecargas que se encuentran detrás de muro de contención. Estas cargas deben ser consideradas debido a que cerca de los muros de contención se encuentran viviendas o edificaciones que afectan de una u otra manera al muro, también pueden considerarse parte de las sobrecargas el peso de los vehículos que transitan, etc. Las cargas anteriormente presentadas se transmiten a la estructura. Se tienen para las presiones ejercidas arriba y detrás del muro:

Presiones debidas a cargas aplicadas arriba del muro. Las presiones que se aplican sobre el muro de contención se pueden presentar en tres casos: repartidas, lineales y concentradas. A las cargas repartidas, se des deberá añadir las presiones que son provocadas por el suelo a función de la altura del muro de contención, este valor es conocido como K. En los otros casos sólo se le sumará la resultante del diagrama de presiones.

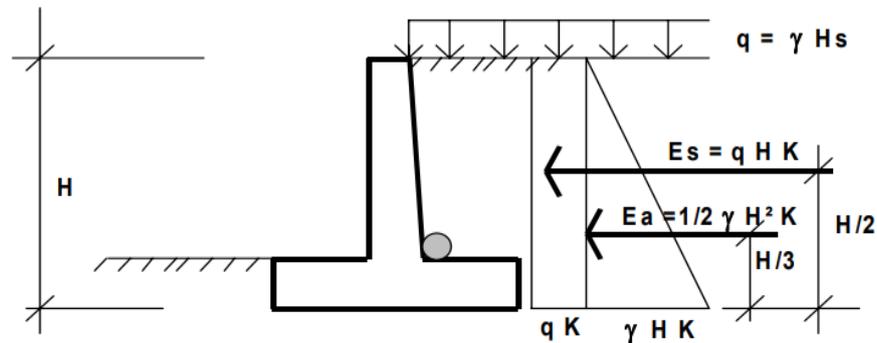


Figura 7. Empuje debido a sobrecarga
 Fuente: Reproducido de (Das,2004, pág. 106)

Presiones de expansión. La presión de expansión se produce cuando detrás del muro de contención el relleno es un suelo expansivo, en el caso que se llegue a humedecer, se produciría una presión de expansión a lo largo del muro.

Presión de tierras debida a la compactación. Al momento que se realiza la construcción del muro de contención con un relleno, en las especificaciones técnicas de diseño se da una densidad seca mínima para que se garantice dureza y resistencia al corte en el relleno.

La compactación es importante, en algunos casos al momento de la construcción el relleno del muro se compacta gradualmente, esto puede afectar seriamente al muro de contención con los equipos pesados que pasan por ahí, debido a que estos vehículos al ser tan pesados, pueden generar grandes fuerzas horizontales superiores a la del diseño.

Presión de agua. El agua tiene un gran efecto en la magnitud de las fuerzas que se aplican al muro de contención si tiene presencia. Existe una gran cantidad de muros que fallan por la acción de agua.

Por ello, es importante considerar las cargas hidrostáticas o someterlas a condiciones de infiltración para evitar que los muros puedan fallar, en otro caso también puede realizarse sistemas de drenaje para evacuar el ingreso de agua al relleno del muro.

Fallas en muros

Según (Torres, 2008, pág. 201) Cualquier estructura puede fallar, incluso los muros de contención, cada elemento del muro de contención deberá estar debidamente fuerte para resistir las fuerzas que actúan sobre él, por ejemplo, cuando un muro de contención se agrieta por la presión de tierra que actúa. En estos casos es importante diseñar cada elemento del muro de contención necesario para resistir los momentos y cortantes más críticos. Esto se hace con el fin de evitar desplazamientos o para que los muros de contención se encuentren estables.

Hundimiento

Según Das (2004) La base del muro de contención deberá estar preparada frente al hundimiento, así como una zapata de cimentación en un edificio, deberá considerarse diversos factores como la inclinación, así como la excentricidad de la resultante y coeficientes de seguridad. La base de muro de contención dispone de una distribución de presiones que deberán ser admisibles, cuando se tenga un terreno de baja capacidad portante o un terreno compresible, se deberá evitar tener asentamientos diferenciales en cualquier borde que cubre la cimentación, haciendo que la fuerza resultante se encuentre ubicada lo más cerca al centro (p.107). En caso que la capacidad portante del suelo, sea baja y se tenga asentamientos grandes, se puede tomar como una alternativa de solución el realizar una cimentación profunda, en casos extremos se podrá reforzar el terreno u otra solución que sea factible para evitar el hundimiento.

Deslizamiento

Según Das (2004) menciona que la verificación por deslizamiento sólo debe considerarse cuando el máximo empuje horizontal que actúa sobre el muro de contención es mayor que el 10% de la carga vertical (p.114). Como ya se ha indicado el muro tiende a deslizarse por el efecto producido por la componente horizontal de la Presión Activa

$$(P_h = P_a \cdot \cos \beta). \quad (\text{Ec. 1})$$

La fuerza de rozamiento es el factor que hace que el muro de contención no se deslice, esta fuerza de rozamiento se produce entre el suelo de cimentación y la pantalla del muro, por ello es conveniente que la pantalla del muro de contención sea lo más rugosa posible, ello con el fin de disminuir el deslizamiento. Los valores de la fuerza de rozamiento se encuentran en la tabla N°2 según tipo de suelo.

Primero, para determinar el valor del factor de seguridad ante el deslizamiento, se tiene que encontrar el valor del coeficiente de fricción, esta fuerza es la que evita que la estructura realice un movimiento a la reversa. El coeficiente de fricción entre el suelo y el concreto es el que se emplea, esto varía depende el tipo de suelo.

El valor del rozamiento puede hallarse usando el ángulo de fricción interna, utilizando la siguiente fórmula:

$$\mu = \text{tag } \phi \quad (\text{Ec. 2})$$

$$\mu = 0.67 \text{ tag } \phi \quad (\text{Ec. 3})$$

μ = Coeficiente de rozamiento

ϕ = Angulo de fricción interna

El coeficiente de rozamiento se encuentra dentro de este rango $0.4 < \mu < 0.6$. El valor del ángulo de fricción solamente se obtiene mediante ensayos de laboratorio usando como muestra el material de relleno. En caso de no ser así, puede utilizarse la tabla N°2

Tabla 2. *Ángulos de fricción interna según tipo de suelo*

Tipo de suelo	θ
Arena seca suelta, con granos redondos, gradación uniforme	28.5°
Arena seca densa, con granos redondos, gradación uniforme	35°
Arena seca suelta, con granos angulosos, bien gradada	34°
Arena seca densa, con granos angulosos, bien gradada	46°
Limo seco y suelto	27° a 30°
Limo seco y denso	30° a 35°

Fuente: Braja M. Das Muros de retención

Luego que se obtiene el coeficiente de rozamiento se determinará las fuerzas de rozamiento entre las componentes de muro y suelo, para calcular el factor de seguridad al deslizamiento y la presión activa. ($P_h = P_a \cdot \cos \beta$)

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 ($P_v = P_a \cdot \sin \beta$), por el coeficiente de rozamiento (μ).

$$f_r = N \cdot \mu \quad (\text{Ec. 4})$$

Dónde:

N: Fuerza normal (Kg)

u: Coeficiente de fricción

Vuelco

Para Calavera (2009) menciona que la comprobación de vuelco no se toma en cuenta cuando el resultado de las fuerzas actuantes al muro de contención, teniendo en cuenta el peso propio de la estructura y otros elementos de apoyo o amarre, esté aplicado en el centro de la base (p.29)

Condiciones de suelo

Al respecto Vélez et al (2002) El suelo como parte del relleno de los muros de contención sufren de infiltración la cual corresponde a un proceso en el que el agua llega hasta el cimiento de la estructura. Hay diversos factores del suelo que afectan a la infiltración, así como poder determinar el movimiento del agua y su distribución. El punto en donde la velocidad de aporte se acumula y hace que el exceso de agua se mantenga en la superficie, se producirá el escurrimiento. (p. 145)

Para Berry (1993) La capacidad de infiltración es una característica que poseen los rellenos de los muros de contención, ello corresponde a la cantidad de absorción que un suelo puede llegar a tener (p.49). Existen diversos factores que afectan a la capacidad de que un suelo pueda infiltrar agua, entre los cuales se encuentran:

Tipo de suelo. Para ser considerado por tipo de suelo, éste debe tener gran capacidad de poros, así como que el tamaño de las partículas que lo contienen es mayor a la capacidad de infiltración.

Grado de humedad del suelo. Un suelo húmedo es capaz de infiltrar menos que un suelo seco.

Acción de las precipitaciones sobre el suelo. La capacidad que tienen los suelos se ve afectada debido al agua de la lluvia que entra en contacto con el relleno, debido a que facilita a la compactación, la lluvia transporta materiales finos, estos materiales producen que el suelo pierda su porosidad.

Cubierta vegetal. Las plantas y/o árboles que existen en la corona de los muros de contención aumentan la capacidad de infiltración debido a que se encuentran expuestos al agua en mayor tiempo.

Temperatura. La infiltración se ve afectada por los cambios de temperatura.

Los niveles de la presión del agua pueden verse incrementadas debido a la infiltración del agua que existe en el relleno del muro de contención, cualquiera sea su origen.

Esfuerzos transmitidos a causa de aguas freáticas

Para Das (2004) Al momento de realizar el diseño de un muro de contención se debe tener en cuenta todas las fuerzas que actúan hacia él, las aguas freáticas juegan un papel importante dentro de estas características (p.107). Si bien las cargas del peso propio del muro de contención, la fuerza con la que actúa el relleno, las fuerzas del cimienta son consideradas importantes, cabe recalcar que el nivel freático de aguas cuenta.

$$\gamma_s = \gamma_{sat} - \gamma_{agua} \quad (\text{Ec. 5})$$

γ_{sat} es el peso específico del suelo saturado y γ_{agua} es el peso específico del agua (1.000 Kg/m³). Para el caso indicado en la figura 27, la presión p a una profundidad z de la corona del muro, resulta:

$$p = [\gamma \cdot z_0 + \gamma_s \cdot (z - z_0)] \cdot K + \gamma_{agua} \cdot (z - z_0) \quad (\text{Ec. 6})$$

$$Eah = \frac{1}{2} * Cah * \gamma_{sat} * (Hsat)^2 \quad (\text{Ec. 7})$$

Dónde:

$$z \leq z_0 \dots \dots \dots z_0 = z$$

para:

z_0 : es la profundidad del nivel de agua.

Una vez que se haya calculado los valores de las presiones, comenzando por los empujes activos o los que se mantienen en reposo, tal cual sea el caso. En la tabla 3 se puede observar algunos valores de los pesos específicos sumergidos para el tipo de suelo granular, una vez que se haya recopilado dicha información, se usará las teorías para poder hallar la estabilidad de los muros de contención.

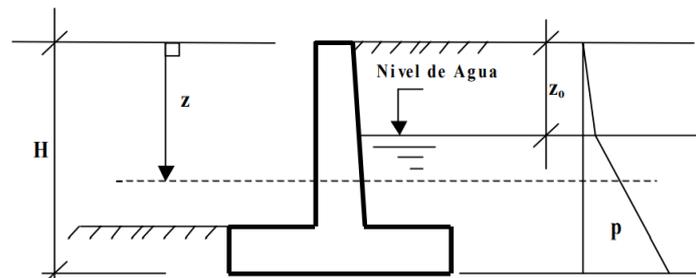


Figura 8. Empuje debido a presencia de agua en relleno
Fuente: Reproducido de (Das,2004, pág. 108)

Tabla 3. Pesos específicos sumergidos en suelos granulares

γ_s	
Material	Kg/m ³
Gravas	960 – 1280
Arenas gruesas y medias	960 – 1280
Arenas finas y limosas	960 – 1280
Granitos y pizarras	960 – 1280
Basaltos	1120 – 1600
Calizas y areniscas	640 – 1280
Ladrillo partido	640 - 960

Fuente: Braja M. Das Muros de retención

Comportamiento estructural

Según Ruiz (2014) El comportamiento estructural se podría definir como un proceso de varios cálculos, para poder determinar cómo influyen las cargas y las fuerzas en una edificación o estructura. El análisis estructural es muy importante ya que permite entender como la estructura se comporta frente a diferentes tipos de cargas. Estos análisis a los que se somete a la estructura, pueden ser realizados antes, durante o después. (p.145)

Cabe recalcar que el comportamiento estructural permite determinar si la estructura cuando esté sometida a cualquier tipo de condición falle o no. En su mayoría el comportamiento estructural es utilizado para edificaciones, hasta el momento pocas investigaciones referidas a otro tipo de estructuras como muros de contención, de la cual se habla en el presente trabajo de investigación.

Esfuerzos internos

Según Gonzales (2012) señala que los esfuerzos son un conjunto de fuerzas y momentos estáticamente equivalentes a la distribución de las tensiones internas sobre el área de una sección (p.187).

En el presente trabajo de investigación se determinará los esfuerzos internos que se producen sobre la pantalla de los tres muros de contención cuando son sometidos a las condiciones de suelo seco, semi saturados y totalmente saturados. Ello dará a conocer si los muros existentes están preparados ante una carga de infiltración de agua.

Desplazamientos laterales

Al respecto (Gonzales, 2012, pág. 231) Cuando una estructura está bajo la acción de fuerzas, los elementos que lo constituyen sufren “deformaciones” (o pequeños cambios en su forma) y, como consecuencia, cualquier punto de la estructura se desplazará hacia una nueva posición. En general, todos los puntos de la estructura, excepto los puntos de apoyo inmóviles, sufrirán dichos desplazamientos.

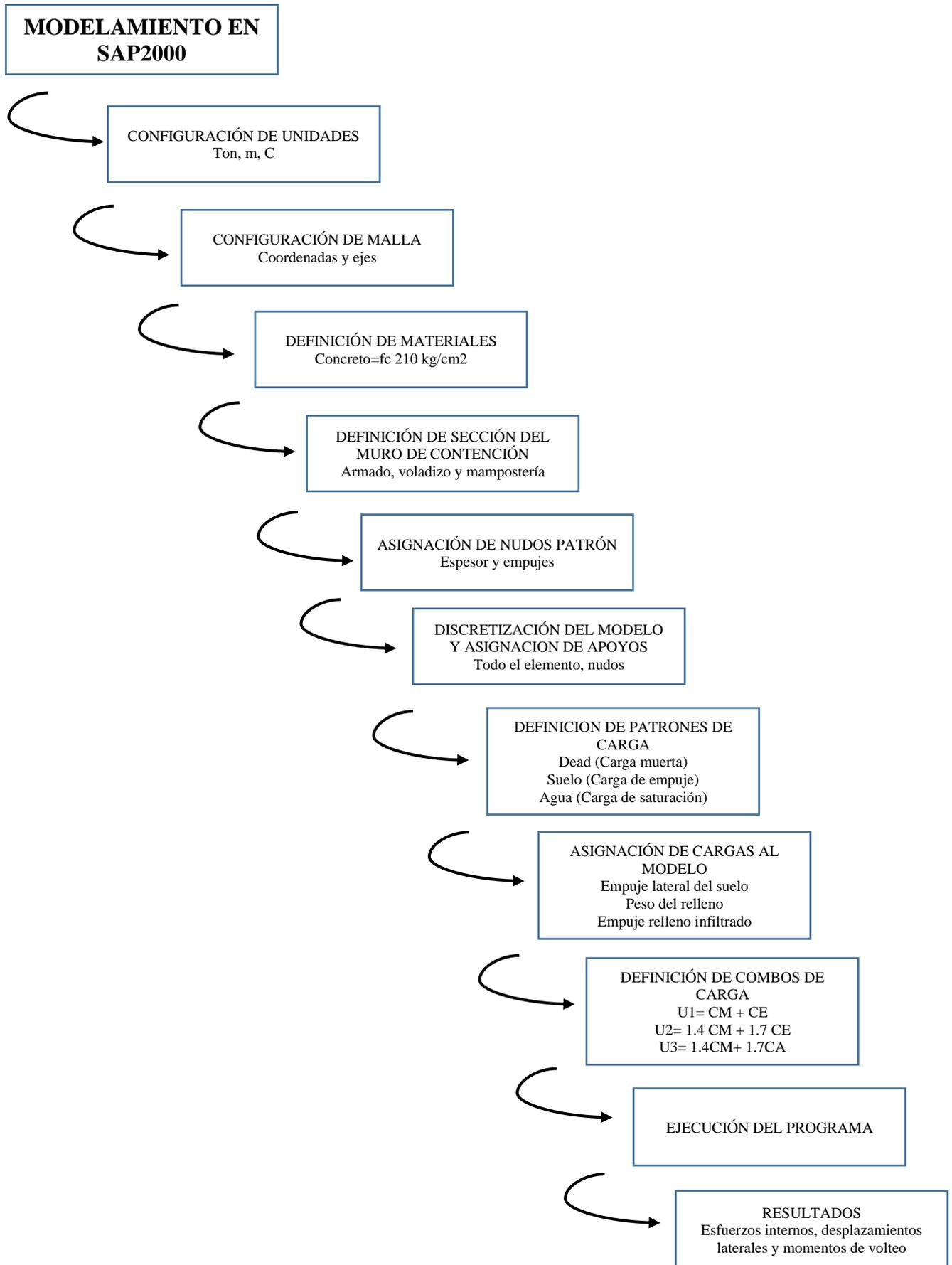
Momentos de volteo

Para León (2010) el momento externo que se desarrolla en la base de una estructura, debido a una carga lateral aplicada a un punto que está situado por encima de la base, perdiendo el equilibrio (p.245).

En los muros de contención es muy frecuente hallar los momentos de volteo para determinar si los muros van a fallar o no, los momentos de volteo son hallados mediante las fuerzas actuantes, en el caso de los muros son el relleno de tierra, además de las presiones de agua adicionales que se le sumarán para saber si cumple o no las condiciones de suelo infiltrado.

Modelamiento en Sap2000

La presente investigación utilizará el software Sap2000 para el modelamiento y posteriores resultados de los esfuerzos internos, desplazamientos laterales y momentos de volteo. Para ello se seguirá el siguiente diagrama de flujo, para su procesamiento dentro del software.



Fuente: Elaboración propia

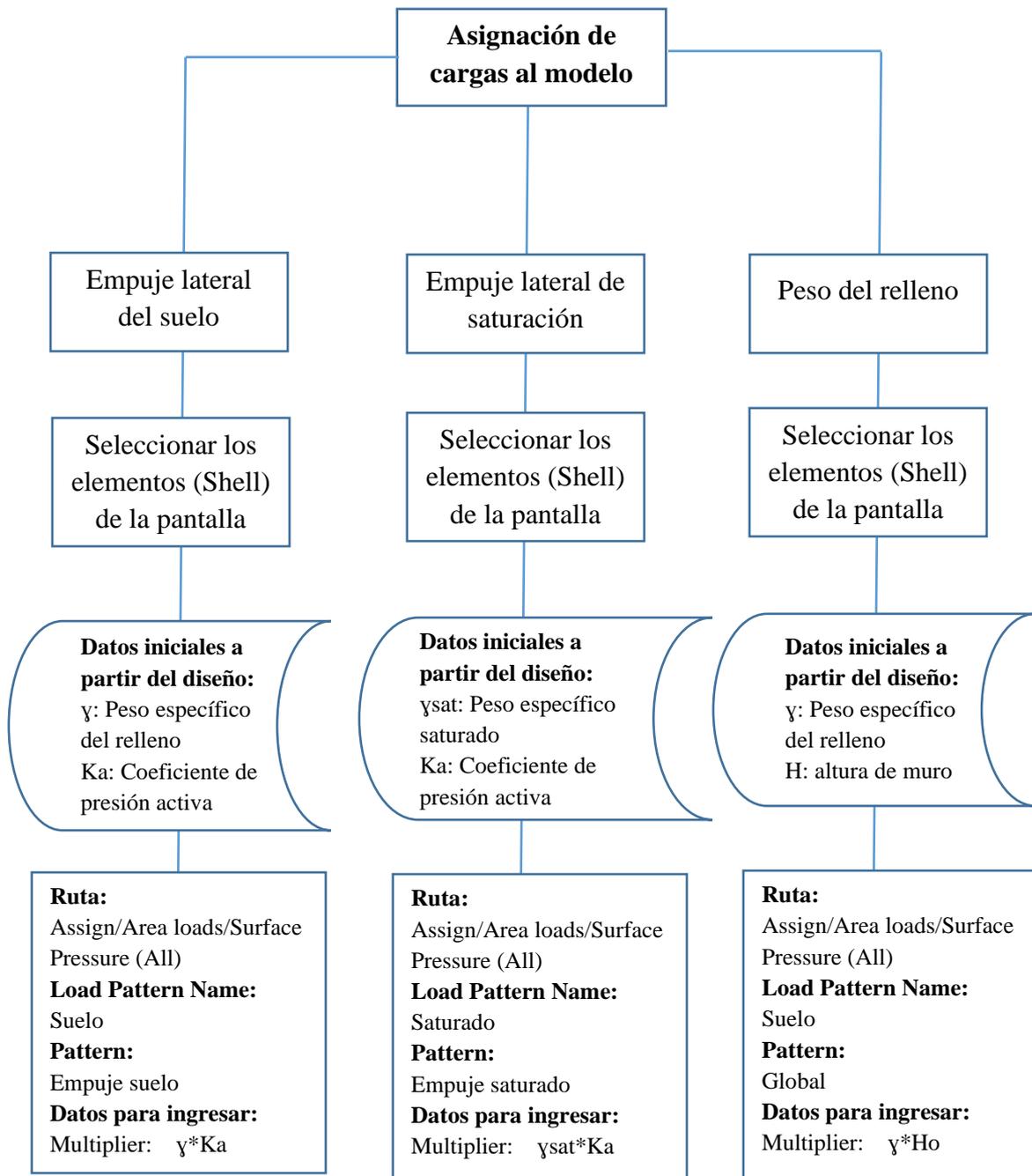


Figura 9. Diagrama de flujo asignación de cargas en muro de contención
Fuente: CSI Analysis Manual Reference

COMBINACIONES DE CARGA

Todas las estructuras, así como los elementos que la conforman deben diseñarse para que se pueda determinar secciones que resistan el diseño al menos que sea igual a la requerida, el comportamiento adecuado bajo a las cargas de servicio. (Norma Técnica E060 Concreto Armado, 2009).

La norma indicada para poder modelar la estructura fue la NT E060 para lo cual las combinaciones de carga utilizadas fueron:

Resistencia requerida:

$$U = CM + CE \quad (\text{Ec. 7})$$

$$U = 1.4 CM + 1.7 CE \quad (\text{Ec. 8})$$

$$U = 1.4 CM + 1.7 CA \quad (\text{Ec. 9})$$

Dónde:

CM: Carga muerta

CE: Carga empuje lateral

CA: Carga de relleno infiltración de agua.

Formulación del problema

Formulación del problema general

¿Cuál es el comportamiento estructural de los muros de contención en zonas de infiltración profunda, en el distrito de Chosica, 2019?

Formulación de los problemas específicos

¿Cuánto varían los factores de seguridad en los muros de contención en zonas de infiltración profunda, en el distrito Chosica, 2019?

¿En cuánto se modifican los desplazamientos máximos laterales en los muros de contención en zonas de infiltración profunda, en el distrito Chosica, 2019?

¿En cuánto cambian los momentos de volteo en los muros de contención en zonas de infiltración profunda, en el distrito Chosica, 2019?

Justificación del estudio e importancia

La presente investigación permitirá conocer si la infiltración profunda influye en el comportamiento del muro de contención.

Justificación práctica

El comportamiento del muro de contención en zonas con infiltración profunda se determinará empleando ensayos de medición en campo, así como tomar medidas de las dimensiones del muro de contención, luego se evaluará mediante fórmulas teóricas si el nivel freático y de precipitaciones influye en el muro.

La presente investigación se realiza con el fin de dar a conocer el comportamiento estructural de los muros de contención al momento de ser condicionados a una infiltración profunda, este trabajo ayudaría al momento de la realización de los proyectos de protección en los diferentes asentamientos humanos, y se sepan si las actuales condiciones de los muros están preparados ante una carga de infiltración de agua.

Justificación metodológica

Se seguirá la metodología fijada para el comportamiento del muro de contención. Para esta investigación es importante conocer acerca la infiltración en el relleno del muro y las cargas excedentes que soporta al momento que el agua se impregna en el relleno, Para el siguiente proyecto se tomará muestras del suelo en el que se haya infiltrado agua y se estudiará correspondientemente en la aplicación de ensayos y se determinará si el muro influye o no la presencia del agua.

Para el procedimiento del presente proyecto de investigación se realizará de la siguiente manera:

La selección de los muros de contención, que, para el presente proyecto, son tres tipos de muros, armado, en voladizo y de mampostería. Estos muros de contención son existentes en el distrito de Chosica, sus parámetros físicos y mecánicos serán obtenidos de los expedientes técnicos que se encuentran en la Municipalidad de Chosica.

Los valores de las características de los suelos, que forman parte del relleno de los muros de contención, serán obtenidos de los mismos estudios de mecánica de suelos que previamente

se realizaron para la construcción de los actuales muros de contención. Entre los datos más resaltantes para la investigación se encuentran el ángulo de fricción interna y el peso específico.

Una vez obtenidos los datos tanto de las secciones transversales de los muros, así como de su composición, se procederá en oficina realizar el cálculo de las cargas actuantes que afectaran al muro de contención, estos son: el peso del relleno, el empuje lateral del suelo y el empuje del relleno saturado, estos valores se obtendrán aplicando las fórmulas expuestas en las teorías relacionadas del tema.

Luego del cálculo de los empujes actuantes a los muros de contención, se procederá al modelamiento de los muros en el software Sap2000, siguiendo una serie de procedimientos para que nos dé como resultados los esfuerzos internos, desplazamientos laterales y momentos del volteo que afectarán al muro de contención, luego de ser sometido a esta condición de agua en el relleno.

Importancia

Esta investigación es muy importante debido a que puede resultar beneficioso al momento de la realización de los proyectos que contengan tanto a los muros de contención como afines, por ejemplo, a la municipalidad de Chosica que es la encargada de construir proyectos de protección en estas zonas tan vulnerables a la infiltración de agua. Es por ello, que la presente investigación recogerá el comportamiento que conlleva los muros de contención al ser sometido a estas condiciones de infiltración profunda, como afecta el agua diaria infiltrada, los empujes y/o presiones de agua que generan al muro y si probablemente falle.

Delimitación del problema

Se está investigando sobre el comportamiento del muro de contención en zonas de infiltración profunda, distrito de Chosica en el año 2018. Se ha delimitado esta investigación de la siguiente manera:

Delimitación espacial

La presente investigación se desarrollará en el distrito de Chosica, debido a que es una de las zonas más vulnerables a los desastres naturales, año tras año se ve afectada con deslizamientos e incluso lluvias.

Delimitación temporal

En el presente estudio se investigará el comportamiento del muro de contención en zonas de infiltración profunda en el próximo año, debido a que ayudaría a plantearse mejores diseños de muros de contención teniendo en cuenta la investigación.

Delimitación conceptual

El presente estudio se enfoca en muros de contención debido a que existe en Chosica un gran número de asentamientos humanos que tienen como protección estos muros y es importante saber la influencia de la infiltración de agua.

Hipótesis

Hipótesis general

El comportamiento estructural es crítico en los muros de contención de infiltración profunda, en el distrito de Chosica, 2019

Hipótesis específicas

Los valores del factor de seguridad se reducen en un 10% en los muros de contención en zonas de infiltración profunda, en el distrito de Chosica, 2019

Los desplazamientos máximos laterales aumentan en un 25% en los muros de contención en zonas de infiltración profunda, en el distrito de Chosica, 2019

Los momentos de volteo aumentan en un 20% en los muros de contención en zonas de infiltración profunda, en el distrito de Chosica, 2019

Objetivo general

Determinar el comportamiento estructural de los muros de contención en zonas de infiltración profunda, en el distrito de Chosica, 2018

Objetivos específicos

Calcular el factor de seguridad de los muros de contención en zonas de infiltración profunda, en el distrito de Chosica, 2019

Estudiar los desplazamientos máximos laterales de los muros de contención en zonas de infiltración profunda, en el distrito de Chosica, 2019

Analizar los momentos de volteo de los muros de contención en zonas de infiltración profunda, en el distrito de Chosica, 2019

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo: Aplicada

Para Ibañez (2017) *“la investigación aplicada pretende dar soluciones de forma práctica a los problemas concretos, y no pretende desarrollar teorías o principios”* (p.42).

Según este análisis presentado el trabajo se tendrá una investigación **aplicada**; pues, se aplicarán conceptos sobre infiltración profunda para saber si el muro de contención se verá afectado.

Diseño: No experimental

Para Hernández (2014) *“los fenómenos que se presentan de forma natural, no provocados intencionalmente, en la investigación son de tipo no experimental ya que se esta investigación se encarga de observar situaciones en su ambiente natural ya existentes”* (p.152). Bajo las condiciones presentadas en el desarrollo de la investigación, se tendrá un diseño no experimental, debido a que se desarrollará en un muro de contención existente, en el estado actual.

2.2. Operacionalización de las variables

Cada una de las variables se dividió en tres dimensiones, y a su vez cada dimensión se subdividió en indicadores. La matriz de operacionalización de variables se muestra en el Anexo 5.1

- **Variable independiente:** Comportamiento estructural

- **Variable dependiente:** Muros de contención en zonas de infiltración profunda

2.3. Población, muestra y muestreo

Población

Según Calderón y Alzamora (2010) *“La población es el conjunto de todas las cosas, hechos, objetos, instituciones, personas, etc. La cual son motivo de investigación.”* (p.47).

Para el presente trabajo se tomará como población los muros de contención existentes en la provincia de Chosica, las cuales se vean afectados con infiltraciones. En el distrito de

Chosica se encuentran alrededor de 612 muros de contención repartidos entre los asentamientos humanos más vulnerables (Municipalidad de Chosica, 2017, pág. 45).

Muestra

Al respecto Moreno (2000) *“Es el subconjunto de la población y/o del universo que está representada por todas las cosas, hechos, objetos, etc.”* (p.9).

En el presente trabajo se tomará como muestra 3 tipos de muro de contención, tales como: el muro armado, en voladizo y de mampostería en el distrito de Chosica.

Muestreo (no probabilístico)

Según Ñaupas (2014) *“Los muestreos por criterio de investigación son dadas por muestreo no probabilístico, estas muestras no utilizarán probabilidades ni cálculo, por lo tanto, no se determina su confiabilidad”* (p.253).

En el presente trabajo se hará el muestreo no probabilístico o muestreo por conveniencia; pues, la elección del muro de contención no depende de probabilidades, sino de cual más se adecúe al estudio de investigación.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnica: Observación directa

Para Sanchez y Calessi (2006) *“la técnica de la observación directa consiste en observar el fenómeno para luego registrar la información”* (p.151).

Para el desarrollo del siguiente trabajo de investigación la técnica para la recolección de datos que se realiza es la observación directa y es medible.

Instrumento: Ficha de recopilación de datos

Según Niño (2011): *“El instrumento de la ficha de recopilación de datos se utiliza para el recojo de información, que luego será procesada por el investigador”* (p. 85).

En el presente trabajo de investigación el instrumento a utilizar es la ficha de recolección de datos.

Validez

Según Rivero (2008) “*la validez consiste en que las pruebas midan lo que pretendan medir. Estas pruebas medirán a las variables, así como a sus características, ya que para ello se diseñaron*” (p.45).

Tabla 4. Rangos y magnitud de validez

Rangos	Validez
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.69	Válida
0.70 a 0.71	Muy válida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1	Perfecta validez

Fuente: Reproducido de (Oseda, 2011)

Tabla 5. Coeficiente de validez por juicio de expertos

VALIDEZ	EXPERTO 1	EXPERTO 2	EXPERTO 3	PROMEDIO
Variable 1	1	1	0.75	0.92
Variable 2	1	1	1	1
ÍNDICE DE VALIDEZ				0.96

Fuente: Elaboración propia

Una vez evaluadas las fichas de recopilación de información por juicio de expertos, los resultados fueron procesados y el índice de validez resultó ser de 0.96 siendo según la tabla una excelente validez.

Confiabilidad

Al respecto Mejía (2005) “*el término confiabilidad proviene de la palabra fiable, y esta a su vez de fe, la confiabilidad es el proceso en el cual se establece cuan fiable, consistente, coherente o estable es el instrumento que se ha elaborado*” (p. 27).

Tabla 6. *Rango y confiabilidad del instrumento*

Rango	Confiabilidad (Dimensión)
0.81 – 1	Muy alta
0.61 – 0.80	Alta
0.41 – 0.60	Media
0.21 – 0.40	Baja
0 – 0.20	Muy baja

Fuente: Reproducido de (Palella Stracuzzi, y otros, 2012 pág. 169)

El presente trabajo de investigación al ser de enfoque cuantitativo, no aplicaría la confiabilidad dentro de su estudio.

2.5. Procedimiento

Descripción de la zona de estudio

En esta parte, se describirá la ubicación, así como las características de Chosica, lugar de estudio de la tesis.

Ubicación

Chosica es un distrito que se encuentra ubicado en la región Lima, en la región homónima del Perú, se encuentra situada en el sector oriental de la provincia, la cuenca que envuelve a Chosica es la del río Rímac, limita con el distrito San Antonio de Chaclay por el norte, con Santa Eulalia por el este, estos últimos distritos pertenecen a Huarochirí, que es una provincia, en el sur limita con Chaclacayo, y San Juan de Lurigancho por el oeste.

El distrito de Chosica fue seleccionado por parte de la investigación debido a los antecedentes presentados, tales como en el 2017, el Fenómeno del niño, por la cual Chosica se vio fuertemente afectada, en el último año no ha ocurrido de tal magnitud, por ello la investigación recobra importancia para futuros proyectos y se tome en consideración la infiltración en las estructuras.

QUEBRADA CAROSIO

La Quebrada Carosio se encuentra ubicada en forma perpendicular al río Rímac en la margen derecha y hacia el Este de Central Hidroeléctrica de Moyopampa, del distrito de Lurigancho 7 Chosica, altura media 1072 msnm, tiene una longitud de 1360m., se inicia a 1635 m.s.n.m., aproximadamente con rumbo N40°W, tiene fuerte pendiente de 40% aproximadamente.

COORDENADAS UTM DEL AA.HH. CAROSIO: 316130E, 8681389N

Características

El distrito de Chosica tiene la particularidad de sufrir de constantes lluvias en época de verano, lo cual cierta parte de la población se ve afectada, los rellenos de los muros de contención no están preparados para una infiltración de agua, ello se verá en el desarrollo de la tesis.

Descripción física de la Quebrada Carosio

En la parte media y baja de la Quebrada se encuentran ubicados 03 poblaciones: La Asociación Cultural Pro Hogar Propio Buenos Aires, AA.HH. Moyopampa y la Asociación de Propietarios y Residentes María Parado de Bellido.

Accesibilidad

El acceso a la zona se da por una vía asfaltada desde Lima por la Carretera Central hasta el Km. 36, intersección con la calle Miguel Grau Moyopampa Chosica.

Vulnerabilidad por exposición Quebrada Carosio

Con el fin de estimar la población que se encuentra en las zonas expuestas a huaycos e inundaciones en el área de estudio de la quebrada Carosio, se han tomado en cuenta los Mapas de Peligro desarrollados para los dos escenarios: generación de huaycos por lluvias 10 pico estacionales anuales, y generación de Huaycos por lluvias extraordinarias por Fenómeno El Niño. En el siguiente cuadro se pueden apreciar la cantidad de habitantes y viviendas expuestas para cada escenario:

Tabla 7. *Peligro existente en la Quebrada Carosio*

Tipo de peligro	Nivel de peligro	Habitantes expuestos	Viviendas expuestas
Lluvias pico estacionales	Peligro alto /muy alto	980	205
Fenómeno el Niño	Peligro alto /muy alto	1470	315

Fuente: Censo 2007, Inei

Elaborado por: Equipo técnico Ministerio de vivienda caracterización urbana

Población de la Quebrada Carosio

La población según el Censo realizado en el año 2007 fue de 2380 habitantes, de ellos el 48.5% son del género masculino y el 51.5% del género femenino. La encuesta también arrojó que 214 personas se instalaron en Chosica, por lo que significa una población migrante del 9% con respecto al año 2007.

Trabajos previos

En este punto se detallará los trabajos que se realizarán tanto en campo, como en laboratorio.

Trabajos de campo

Se realizará una inspección visual de los muros de contención. En el presente trabajo de investigación, en este caso tres tipos de muros, el armado, voladizo y de mampostería.

Se verificará la situación actual de los muros de contención y como se ven afectados desde su creación.

Calicatas

Efectuándose la inspección correspondiente se observa que la zona donde está proyectado el sistema de mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable; está conformado arenas bien gradada con limo y grava, arenas limosas arcillosas con gravas con presencia de bloques de rocas, suelos residuales producto de alteración de rocas y rocas tipo granodioritas;

Trabajo de laboratorio

En el presente trabajo de investigación los datos que se necesitan serán expedidos por los expedientes técnicos de los mismos muros de contención, que se encuentran en la Municipalidad de Chosica, en caso de no encontrarse los datos de suelo, se realizará ensayo de corte directo y densidad de campo. (Ver Anexo 8.4)

- Análisis Granulométrico por tamizado ASTM D6913

Para la realización del análisis granulométrico de tamizado se tomó muestras de las C-01 pertenecientes a los rellenos de los muros de contención, las cuales se llevaron al laboratorio para los mismos.

ASTM D6913: Se realizaron los ensayos en el laboratorio Ingeocontrol tal como se demuestra en el resultado obtenido (Ver anexo 8.4.1)

CALICATA 1

Se extrajo a una altura de 1.50 metros propio del muro de mampostería. Se determino los siguientes límites de consistencia.

Límite líquido (%) = 26.0 que son gravas

Límite plástico (%) = 65.2 que son arena

Índice plástico (%) = 8.8 que son finos

Dando así la clasificación de acuerdo con SUCS Y AASHTO que tienen como resultado:

Clasificación SUCS ASTM D2487: SW-SM

Clasificación AASHTO ASTM D3282: A-2-4(1)

Nombre del grupo: Arena bien gradada con limo y grava

CALICATA 2

Se extrajo a una altura de 1.50 metros propio del muro armado. Se determino los siguientes límites de consistencia.

Límite líquido (%) = 17.9 que son gravas

Límite plástico (%) = 66.7 que son arena

Índice plástico (%) = 15.3 que son finos

Dando así la clasificación de acuerdo con SUCS Y AASHTO que tienen como resultado:

Clasificación SUCS ASTM D2487: SC-SM

Clasificación AASHTO ASTM D3282: A-1-b (0)

Nombre del grupo: Arena limo arcillosa con grava

- **Ensayo de corte directo ASTM D3080 (Ver anexo 8.4.2)**

CALICATA 1

- Angulo de fricción: 29.7°
- Cohesión: 0.00 kg/cm²

CALICATA 2

- Angulo de fricción: 20.6°
- Cohesión: 0.00 kg/cm²
- **Peso específico relativo de los sólidos ASTM D854 (Ver anexo 8.4.3)**

CALICATA 1

- Peso específico seco: 2.11 tn/m³

CALICATA 2

- Peso específico saturado: 2.26 tn/m³

ANÁLISIS

MEDICIÓN DE INFILTRACIÓN

Información general de la cuenca

La información cartográfica y mapas temáticos tuvieron como base lo siguiente:

- Cartas Nacionales del Instituto Geográfico Nacional (IGN) a escala 1/100,000. Las Hojas:

Chosica Hoja 24-j

Chancay Hoja 24-i

Lurín Hoja 25-j

Tabla 8. *Parámetros generales de la cuenca Rio Rímac*

Área Húmeda (km ²)	Cauce (km)	Altitud (m.s.n.m)		Desnivel (m)	Pendiente (m/m)
		Máximo	Mínimo		
2,318	110	5,500	870	4630	0.04

Fuente: Informe de vulnerabilidad Chosica 2017, Lima

El Rímac tiene un área de 3,398 km², tiene dos tributarios el Rímac y Santa Eulalia, sus áreas correspondientes desde su confluencia hacia las zonas altas son 1,233 km² y 1,085 km² consideradas como a portante de agua. Es a partir de Chosica hacia la desembocadura del río en el Océano Pacífico, incluyendo la quebrada Jicamarca y Canto Grande se considera como cuenca seca, donde solo esporádicamente ocurren precipitaciones, esta área seca que se considera como no aportante de escurrimiento tiene una extensión de 1,085 km². En el siguiente cuadro se muestra las características de la cuenca húmeda del Río Rímac la cual si aporta los escurrimientos de agua al sistema.

Información hidrológica- Estación Chosica

La información hidrométrica analizada en el presente estudio ha sido proporcionada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), otra fuente de información de datos hidrométricos ha sido el estudio denominado Evaluación de Recursos Hídricos del Río Rímac elaborada por la Autoridad Nacional del Agua en el año 2010.

La estación hidrométrica (Chosica DRE-04) se localiza aguas abajo de la confluencia del Rímac con el Río Santa Eulalia y en el siguiente cuadro presenta sus características:

Tabla 9. *Parámetros generales de la Estación hidrométrica Chosica*

Estación Hidrométrica	Altitud (msnm)	Latitud Sur	Latitud Oeste	Departamento	Provincia	Distrito
Chosica-DRE-04	906	11° 55' 48.5"	76° 41' 23.8"	Lima	Lima	Lurigancho Chosica

Fuente: Estación Chosica DRE-04-SENAMHI

Método del cilindro para determinar la infiltración

El método del cilindro fue utilizado para poder hallar la velocidad a la cual se infiltra el agua en el relleno de los muros de contención de Chosica, también sirve para establecer acequias en contorno, hasta métodos de riego. Los materiales que se necesitan para poder ejecutar el ensayo son los siguientes:

Materiales:

- a. Cilindro de acero, diámetro de 30 cm, de 0.1 a 0.5 cm de espesor
- b. Martillo
- c. Reserva de agua

- d. Agua
- e. Regla milimétrica
- f. Protector (plástico)
- g. Cronometro celular

El registro de las mediciones se realiza en base a una tabla con distintas alturas de agua en el cilindro, a intervalos periódicos, de modo de registrar intervalos a los 5, 10, 20 ,30 ,45, 60 90.

Para la determinación de la velocidad de infiltración (5) se empleó el coeficiente I, a saber:

$$I = \frac{Dh * 600}{Tiempo}$$

Dónde:

I: Velocidad de infiltración en mm/hr

Dh: Diferencial de altura de agua (cm)

t: Diferencial de tiempo (m)

2.6. Métodos de análisis

Se empleará la estadística descriptiva para el análisis de frecuencias, parámetros de tendencia central y parámetros de tendencia variacional.

Adicionalmente se empleará el software Etabs para los cálculos estructurales.

2.7. Aspectos éticos

Los aspectos éticos de la investigación se aplicarán sabiendo el manejo honesto de la metodología del trabajo de investigación, cuidando la información de forma privada y confidencial. Se tendrán en cuenta los principios de la universidad para el desarrollo de los trabajos de investigación de tipo académico.

III. RESULTADOS

Resultados de medición en campo

Tabla 10. Determinación de velocidad de infiltración de suelo en muro de contención

<i>Tiempo (min)</i>	<i>Altura (cm)</i>	<i>Altura (cm)</i>	<i>Diferencial (cm)</i>	<i>Infiltración (mm/hr)</i>
0	18		0	
5	16		2	240.0
10	15.2		0.8	96.0
20	13.4		1.8	70.0
30	12.5		0.9	54.0
45	10.8	18	1.7	68.0
60		16.1	1.9	76.0
90		12.5	3.6	72.0
PROMEDIO DE INFILTRACIÓN				68.0

Fuente: Elaboración propia

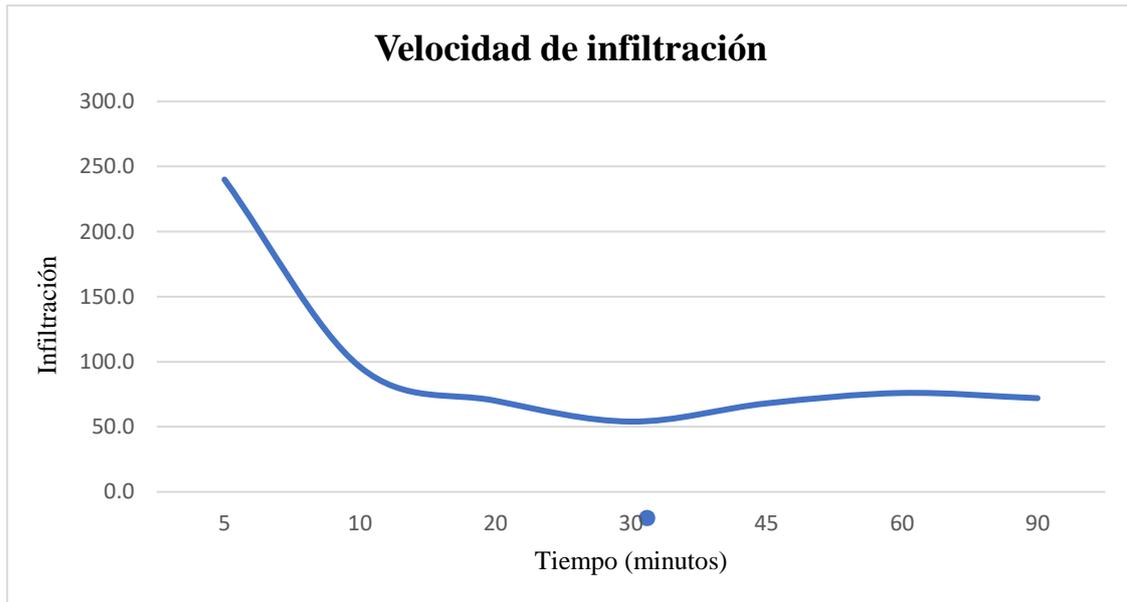


Figura 10. Curva de infiltración

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del factor de seguridad de los muros de contención en zonas de infiltración profunda

ESTABILIDAD DE MUROS DE CONTENCIÓN- CONDICIONES SECAS

Muro de mampostería

Geometría del muro de contención- Quebrada Carosio

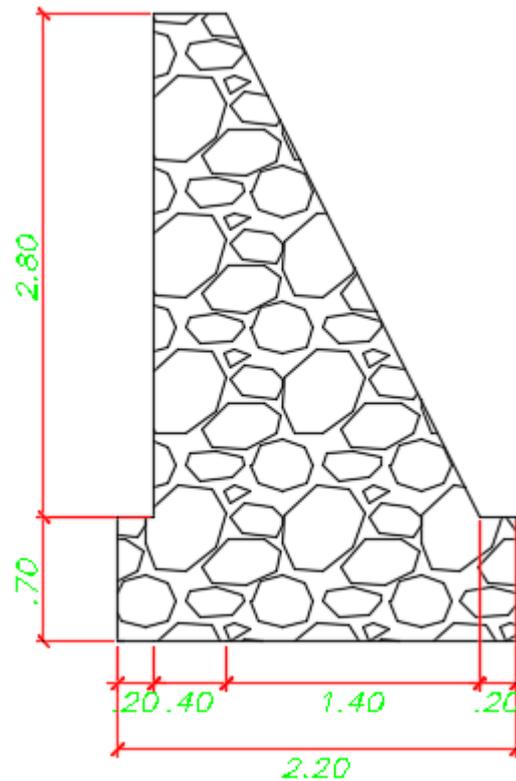


Figura 11. Geometría de muro de contención- Quebrada Carosio

Fuente: Elaboración propia

Parámetros de suelo:

Angulo de fricción interna	$\Phi =$	29.7	°
Peso específico del suelo seco	$\gamma_n =$	1.912	tn/m ³
Cohesión	$C =$	0.00	kg/cm ²
Peso específico del muro	$\gamma_c =$	2.00	tn/m ³
Resistencia del concreto	$f'_c =$	100	kg/cm ²
Inclinación del talud	$\alpha =$	0.00	°

Factor seguridad volteo	FSV =	1.5
Factor seguridad deslizamiento	FSD =	1.25

Cálculo del empuje activo

Coefficiente de empuje activo

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

$$K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{29.7}{2} \right)$$

$$K_a = 0.3374$$

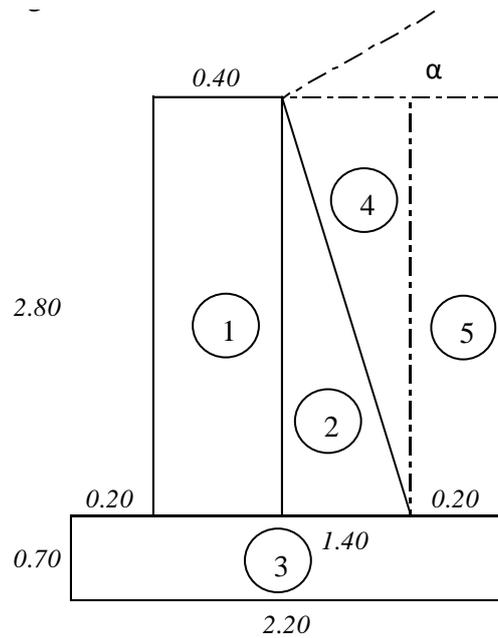


Figura 12. Muro de contención quebrada Carosio, distribución de cargas

Empuje activo

$$E_a = \frac{1}{2} * \gamma_{relleno} * K_a * H_{terreno}^2$$

$$E_a = \frac{1}{2} * 1.912 * 0.3374 * 3.50^2$$

$$E_a = 3.95 \text{ ton.m}$$

$$y = \frac{H_{pantalla}}{3} + H_{pie}$$

$$y = 1.63 \text{ m}$$

Cálculo del momento de vuelco

$$M_v = E_a * y$$

$$M_v = 6.45 \text{ ton}$$

Cálculo de los pesos

	<i>Base</i>	<i>Altura</i>	<i>Peso esp.</i>	<i>Cof. Figura tri(0.5) rec(1)</i>	<i>Pesos</i>	<i>Brazo de momento</i>	<i>Momento estabilizador</i>
1	0.40	2.80	2.00	1	2.240	0.40	0.896
2	1.40	2.80	2.00	0.5	3.920	1.07	4.181
3	2.20	0.70	2.00	1	3.080	1.10	3.388
4	1.40	2.80	1.91	0.5	3.748	1.53	5.746
5	0.20	2.80	1.91	1	1.071	2.10	2.249

$$\Sigma Wt = 14.058 \quad \Sigma Me = 16.460 \text{ ton.m}$$

VERIFICACIÓN POR VUELCO

$$FSV = \frac{M_e}{M_v}$$

$$FSV = \frac{16.460}{6.45}$$

$$FSV = 2.55 > 1.5 \quad \text{CONFORME}$$

VERIFICACIÓN POR DESLIZAMIENTO

Fuerza resistente

$$F_r = 0.9 * W_t$$

$$F_r = 0.9 * 14.058$$

$$F_r = 12.65 \text{ ton}$$

Factor de seguridad

$$FSD = \frac{F_r}{E_a}$$

$$FSD = \frac{12.65}{3.95}$$

$$FSD = 3.20 > 1.25 \quad \text{CONFORME}$$

VERIFICACIÓN POR CAPACIDAD PORTANTE

CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS

La capacidad de carga se calculó usando la relación de Terzagui-Peck para zapatas de ancho mínimo de B=1.00m

$$q_{ult} = \gamma \cdot D (N_q - 1) + 0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\lambda$$

Donde=

Densidad natural $\gamma_n = 2.11$ tn/m³

Profundidad de cimentación $D = 1.50$ m

Ancho mínimo cimentación $B = 1.00$ m

Coefficientes de capacidad

Según

Tabla

$\Phi = 29.7$ °

$N_q = 22.2$

$N_\lambda = 16.2$

Para cimentación en zapatas

$q_{ult} = 80.77$ tn/m²

Para muros de contención

B= 1.00 $q_{ult} = 80.77$ tn/m²

B= 2.00 $q_{ult} = 94.44$ tn/m²

B= 2.80 $q_{ult} = 105.38$ tn/m²

Considerando un factor de seguridad de $F= 3$. La capacidad de carga admisible es de:

Para zapatas	$qa=$	2.69	kg/cm ²
Muro de contención			
B= 1.00	$qa=$	2.69	kg/cm ²
B= 2.00	$qa=$	3.15	kg/cm ²
B= 2.80	$qa=$	3.51	kg/cm ²

Excentricidad

$$y = \frac{M_e - M_v}{W_t}$$

$$y = 0.71 \text{ m}$$

$$e = \left(\frac{B}{2} - y \right)$$

$$\frac{B}{6}$$

$$e = 0.39 \text{ m}$$

$$B/6 = 0.42 > 0.39 \quad \text{CONFORME}$$

Se encuentra en el tercio medio

Capacidad de carga

$$\sigma = \frac{W_t}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right)$$

$$\sigma = \frac{14.06 * 1000}{220 * 100} \left(1 + \frac{6 * 39}{220} \right)$$

$$\sigma = 1.32 < 3.51 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{CONFORME}$$

MURO DE CONTENCIÓN ARMADO- CANTAGALLO

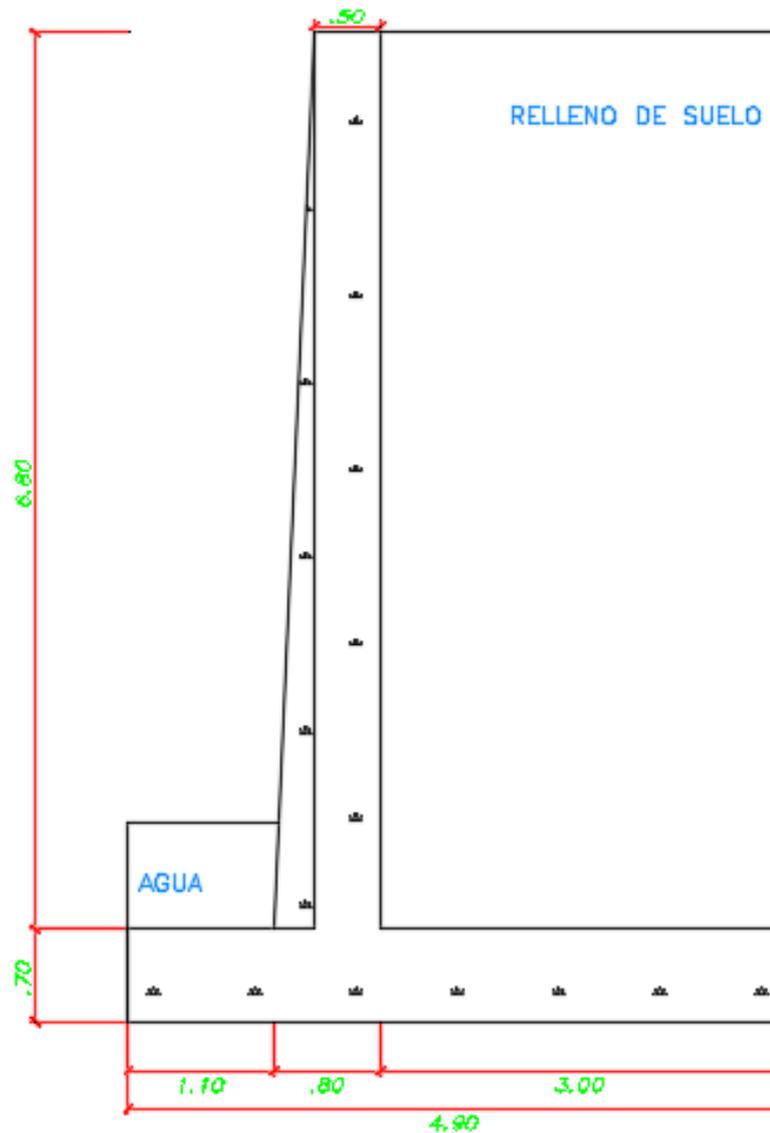


Figura 13. Geometría del muro armado- Cantagallo
Fuente: Elaboración propia

Parámetros del suelo y muro

Angulo de fricción interna	$\Phi =$	29.7	°
Peso específico del suelo seco	$\gamma_n =$	1.912	tn/m ³
Cohesión	$C =$	0.00	kg/cm ²
Peso específico del muro	$\gamma_c =$	2.40	tn/m ³
Resistencia del concreto	$f'_c =$	280	kg/cm ²
Inclinación del talud	$\alpha =$	0.00	°
Peso específico del agua	$\gamma_w =$	1.00	tn/m ³
Factor seguridad volteo	FSV =	1.5	
Factor seguridad deslizamiento	FSD =	1.25	

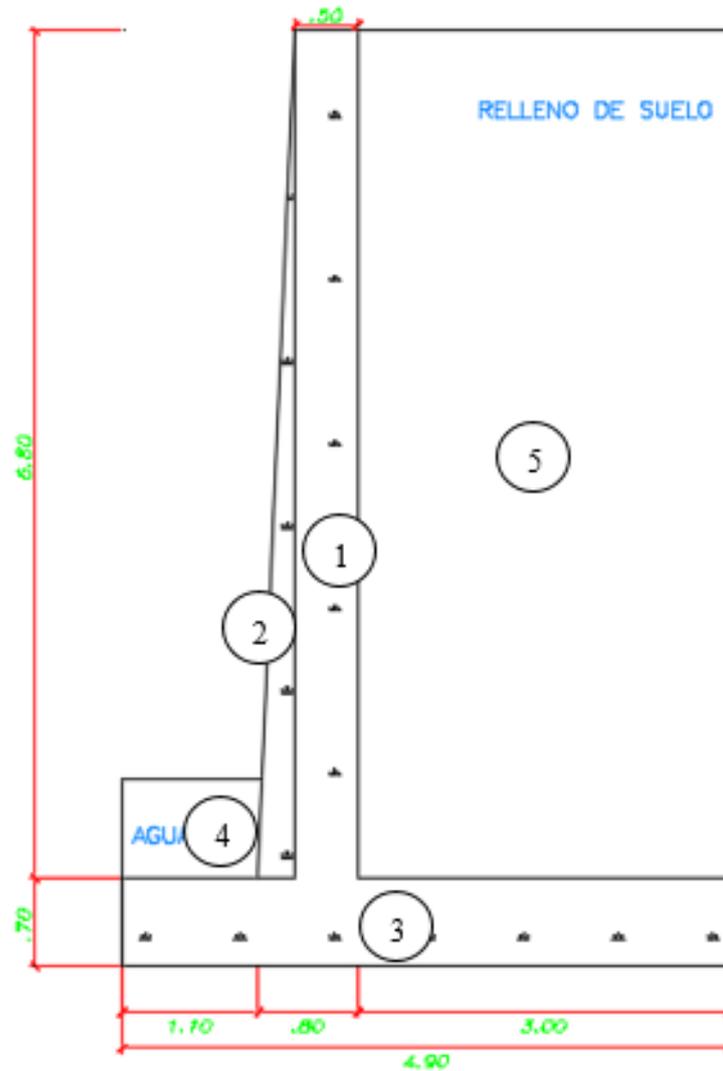


Figura 14. Muro de contención armado, distribución, Cantagallo
Fuente: Elaboración propia

Cálculo del coeficiente activo

$$K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \quad K_a = 0.3374$$

Cálculo del empuje

$$E_a = \frac{1}{2} * \gamma_{relleño} * K_a * H_{terreno}^2 \quad E_a = 18.14 \text{ ton.m}$$

Fuerza resultante

$$y = 2.97 \text{ m}$$

$$E_w = \frac{1}{2} * \gamma_w * h_w^2 \quad E_w = 0.32 \text{ ton.m}$$

Fuerza resultante

$$y = 0.97 \text{ m}$$

Empuje total

$$E_t = 17.82 \text{ t/m}$$

CÁLCULO DEL MOMENTO VOLCADOR

$$M_v = E_a * y$$

$$M_v = 53.51 \text{ ton}$$

CÁLCULO DE LOS PESOS

	<i>Base</i>	<i>Altura</i>	<i>Peso esp.</i>	<i>Coef. Figura tri(0.5) rec(1)</i>	<i>Pesos</i>	<i>Brazo de momento</i>	<i>Momento estabilizador</i>
1	0.50	6.80	2.40	1	8.160	1.65	13.464
2	0.30	6.80	2.40	0.5	2.448	1.30	3.182
3	4.90	0.70	2.40	1	8.232	2.45	20.168
4	1.10	0.80	1	1	0.880	0.55	0.484
5	3.00	6.80	1.91	1	39.005	3.40	132.616

$$\Sigma W_t = 58.725 \quad \Sigma M_e = 169.915 \text{ ton.m}$$

VERIFICACIÓN AL VUELCO

$$FSV = \frac{M_e}{M_v}$$

$$FSV = 3.18 > 1.5 \quad \text{CONFORME}$$

VERIFICACIÓN AL DESLIZAMIENTO

Fuerza resistente

$$F_r = 0.9 * W_t$$

$$F_r = 52.85 \text{ ton}$$

Factor de seguridad

$$FSD = \frac{F_r}{E_a}$$

$$FSD = 2.97 > 1.25 \quad \text{CONFORME}$$

VERIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE

$$y = \frac{M_e - M_v}{W_t}$$

$$y = 1.98 \text{ m}$$

Excentricidad

$$e = \left(\frac{B}{2} - y\right)$$
$$\frac{B}{6}$$

$$e = 0.47\text{m}$$

$$B/6 = 0.82 > 0.47 \quad \text{CONFORME}$$

Se encuentra en el tercio medio

Capacidad portante

$$\sigma = \frac{W_t}{B} \left(1 + \frac{6e}{B}\right)$$

$$\sigma = 1.89 < 3.51 \quad \text{kg/cm}^2$$

CONFORME

ESTABILIDAD DE MUROS DE CONTENCIÓN- SUELO SATURADO

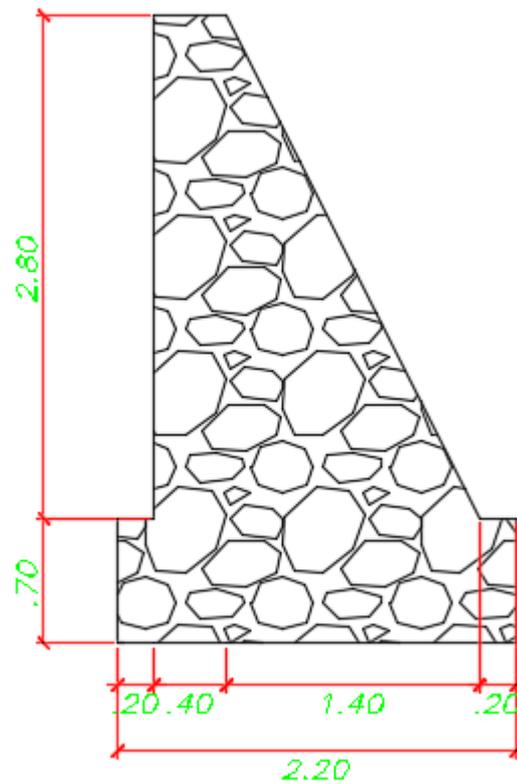
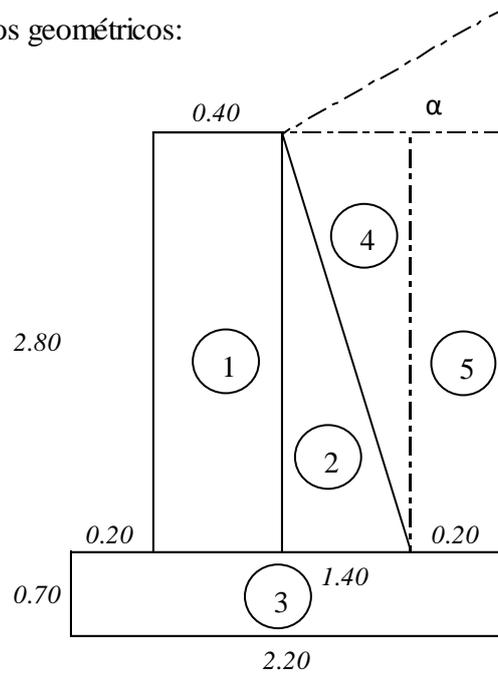


Figura 15. Geometría de muro de contención-
Quebrada Carosio saturado
Fuente: Elaboración propia

Parámetros físicos

Angulo de fricción interna	$\Phi = 29.7$	$^{\circ}$
Peso específico del suelo saturado	$\gamma_{sat} = 2.052$	tn/m ³
Cohesión	$C = 0.00$	kg/cm ²
Peso específico del muro	$\gamma_c = 2.00$	tn/m ³
Resistencia del concreto	$f'_c = 100$	kg/cm ²
Inclinación del talud	$\alpha = 0.00$	$^{\circ}$
Factor seguridad volteo	FSV =	1.5
Factor seguridad deslizamiento	FSD =	1.25

Datos geométricos:



CÁLCULO DEL EMPUJE ACTIVO

Cálculo del coeficiente activo

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

$$K_a = 0.3374$$

Cálculo del empuje

$$E_a = \frac{1}{2} * \gamma_{sat} * K_a * H_{terreno}^2$$

$$E_a = 4.24 \quad \text{ton.m}$$

Fuerza resultante

$$y = 1.63 \quad \text{m}$$

CÁLCULO DEL MOMENTO VOLCADOR

$$M_v = E_a * y$$

$$M_v = 6.93 \quad \text{ton}$$

CÁLCULO DE LOS PESOS

	<i>Base</i>	<i>Altura</i>	<i>Peso esp.</i>	<i>Coef. Figura tri(0.5) rec(1)</i>	<i>Pesos</i>	<i>Brazo de momento</i>	<i>Momento estabilizador</i>
1	0.40	2.80	2.00	1	2.240	0.40	0.896
2	1.40	2.80	2.00	0.5	3.920	1.07	4.181
3	2.20	0.70	2.00	1	3.080	1.10	3.388
4	1.40	2.80	2.05	0.5	4.022	1.53	6.167
5	0.20	2.80	2.05	1	1.149	2.10	2.413

$$\Sigma W_t = 14.411 \quad \Sigma M_e = 17.045 \text{ ton.m}$$

VERIFICACIÓN AL VUELCO

$$FSV = \frac{M_e}{M_v} \quad FSV = 2.46 > 1.5 \quad \text{CONFORME}$$

VERIFICACIÓN AL DESLIZAMIENTO

Fuerza resistente

$$F_r = 0.9 \cdot W_t \quad F_r = 12.97 \text{ ton}$$

Factor de seguridad

$$FSD = \frac{F_r}{E_a} \quad FSD = 3.06 > 1.25 \quad \text{CONFORME}$$

VERIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE

$$y = \frac{M_e - M_v}{W_t} \quad y = 0.70 \text{ m}$$

Excentricidad

$$e = \left(\frac{B}{2} - y \right) \quad e = 0.40 \text{ m}$$

$$\frac{B}{6}$$

$$B/6 = 0.42 > 0.41 \quad \text{CONFORME}$$

Se encuentra en el tercio medio

Capacidad portante

$$\sigma = \frac{W_t}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right) \quad \sigma = 1.37 < 3.51 \text{ kg/cm}^2$$

CONFORME

MURO DE CONCRETO ARMADO- CANTAGALLO

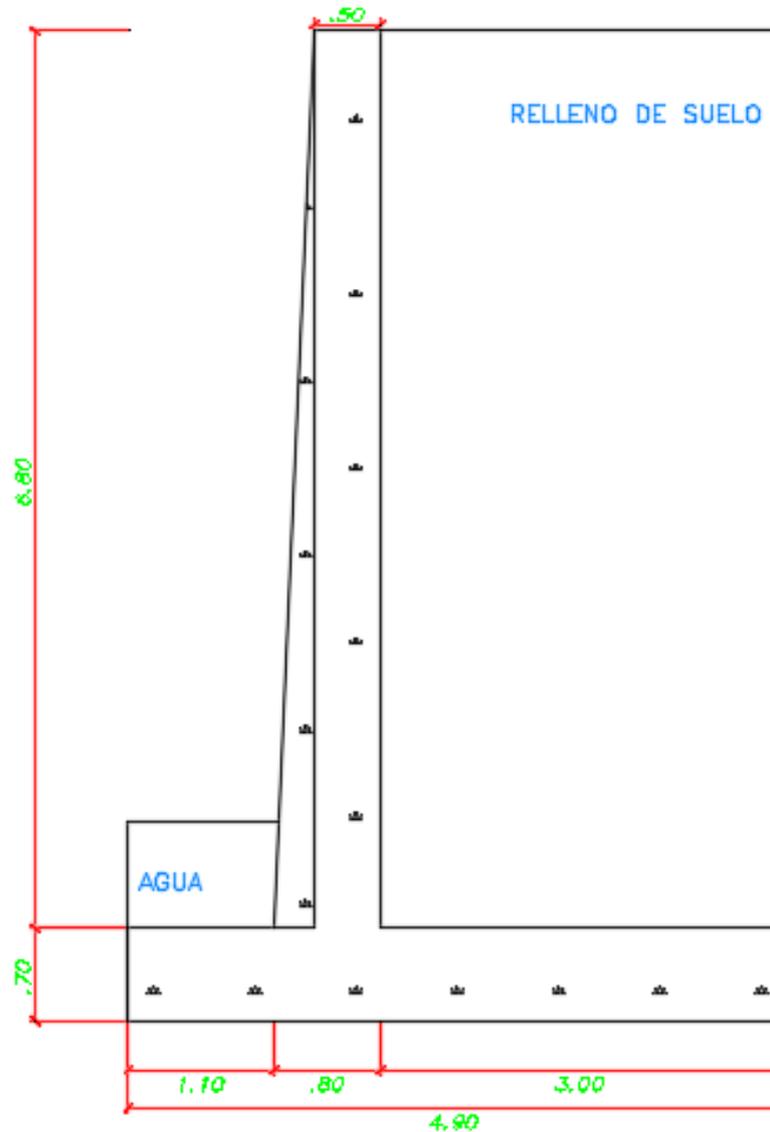


Figura 16. Geometría del muro armado- Cantagallo saturado
Fuente: Elaboración propia

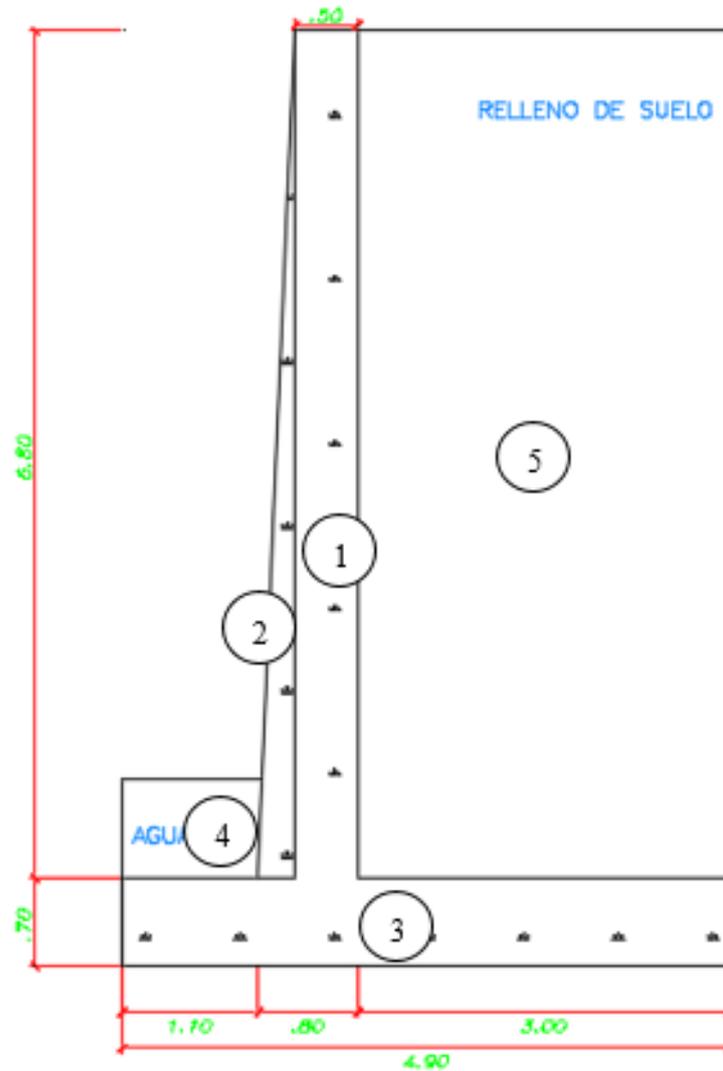


Figura 17. Muro de contención armado, distribución, Cantagallo
Fuente: Elaboración propia

Parámetros físicos del suelo

Angulo de fricción interna	$\Phi =$	29.7	°
Peso específico del suelo seco	$\gamma_{sat} =$	2.052	tn/m ³
Cohesión	$C =$	0.00	kg/cm ²
Peso específico del muro	$\gamma_c =$	2.40	tn/m ³
Resistencia del concreto	$f'_c =$	280	kg/cm ²
Inclinación del talud	$\alpha =$	0.00	°
Peso específico del agua	$\gamma_w =$	1.00	tn/m ³
Factor seguridad volteo	FSV =	1.5	
Factor seguridad deslizamiento	FSD =	1.25	

CÁLCULO DEL EMPUJE ACTIVO

Cálculo del coeficiente activo

$$K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \quad K_a = 0.3374$$

Cálculo del empuje

$$E_a = \frac{1}{2} * \gamma_{sat} * K_a * H_{terreno}^2 \quad E_a = 19.47 \text{ ton.m}$$

Fuerza resultante

$$y = 2.97 \text{ m}$$

$$E_w = \frac{1}{2} * \gamma_w * h_w^2 \quad E_w = 0.32 \text{ ton.m}$$

Fuerza resultante

$$y = 0.97 \text{ m}$$

$$E_t = 19.15 \text{ t/m}$$

CÁLCULO DEL MOMENTO VOLCADOR

$$M_v = E_a * y \quad M_v = 57.46 \text{ ton}$$

CÁLCULO DE LOS PESOS

	<i>Base</i>	<i>Altura</i>	<i>Peso esp.</i>	<i>Coef. Figura tri(0.5) rec(1)</i>	<i>Pesos</i>	<i>Brazo de momento</i>	<i>Momento estabilizador</i>
1	0.50	6.80	2.40	1	8.160	1.65	13.464
2	0.30	6.80	2.40	0.5	2.448	1.30	3.182
3	4.90	0.70	2.40	1	8.232	2.45	20.168
4	1.10	0.80	1	1	0.880	0.55	0.484
5	3.00	6.80	2.05	1	41.861	3.40	142.327

$$\Sigma W_t = 61.581 \quad \Sigma M_e = 179.626 \text{ ton.m}$$

VERIFICACIÓN AL VUELCO

$$FSV = \frac{M_e}{M_v} \quad FSV = 3.13 > 1.5 \quad \text{CONFORME}$$

VERIFICACIÓN AL DESLIZAMIENTO

Fuerza resistente

$$F_r = 0.9 \cdot W_t \quad Fr = 55.42 \text{ ton}$$

Factor de seguridad

$$FSD = \frac{F_r}{E_a} \quad FSD = 2.89 > 1.25 \quad \text{CONFORME}$$

VERIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE

$$y = \frac{M_e - M_v}{W_t} \quad y = 1.98 \text{ m}$$

Excentricidad

$$e = \left(\frac{B}{2} - y \right) \quad e = 0.47 \text{ m}$$

$$\frac{B}{6} \quad B/6 = 0.82 > 0.46 \quad \text{CONFORME}$$

Se encuentra en el tercio medio

Capacidad portante

$$\sigma = \frac{W_t}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right) \quad \sigma = 1.97 < 3.51 \text{ kg/cm}^2$$

CONFORME

Estudiar los desplazamientos máximos laterales de los muros de contención en zonas de infiltración profunda, en el distrito de Chosica, 2019

En esta parte se darán los resultados por parte del software Etabs, del análisis del comportamiento estructural de los muros de contención a alturas determinadas de los muros existentes, donde se comparan desplazamientos y momentos de volteo.

Tabla 11. Desplazamiento lateral de ambos muros de contención

Altura del muro (m)	Desplazamiento lateral (cm)					
	U1= CM+CE		U2=1.4CM+1.7CE		U3=1.4CM+1.7CA	
	Muro mampostería	Muro armado	Muro mampostería	Muro armado	Muro mampostería	Muro armado
3.50	-1.1915	-0.9805	-1.8324	-1.4680	-3.0823	-2.5381
3.00	-1.0495	-0.8776	-1.6185	-1.3215	-2.6785	-2.2380
2.50	-0.9086	-0.7746	-1.4065	-1.1750	-2.2792	-1.9383
2.00	-0.7695	-0.6717	-1.1978	-1.0284	-1.8868	-1.6391
1.50	-0.6336	-0.5689	-0.9943	-0.8816	-1.5041	-1.3402
1.00	-0.5023	-0.4656	-0.7987	-0.7349	-1.1344	-1.0417
0.50	-0.3776	-0.3629	-0.6143	-0.5886	-0.7814	-0.7440
0.00	-0.2617	-0.2614	-0.4449	-0.4444	-0.4492	-0.4485

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se desglosa las siguientes gráficas para una mayor apreciación

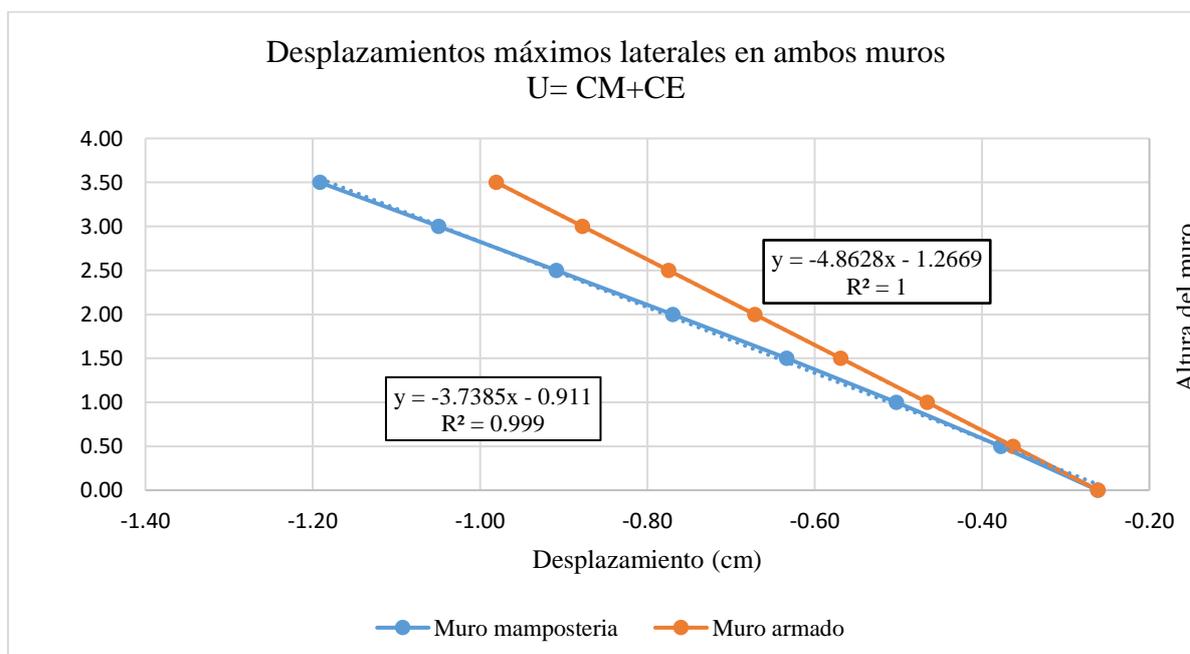


Figura 18. Desplazamientos máximos laterales de los muros de contención (U=CM+CE)

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: De la gráfica anterior se muestra el desplazamiento lateral máximo de 1.19 y 0.98 cm para el muro de mampostería y armado respectivamente, sometidos a la carga de servicio.

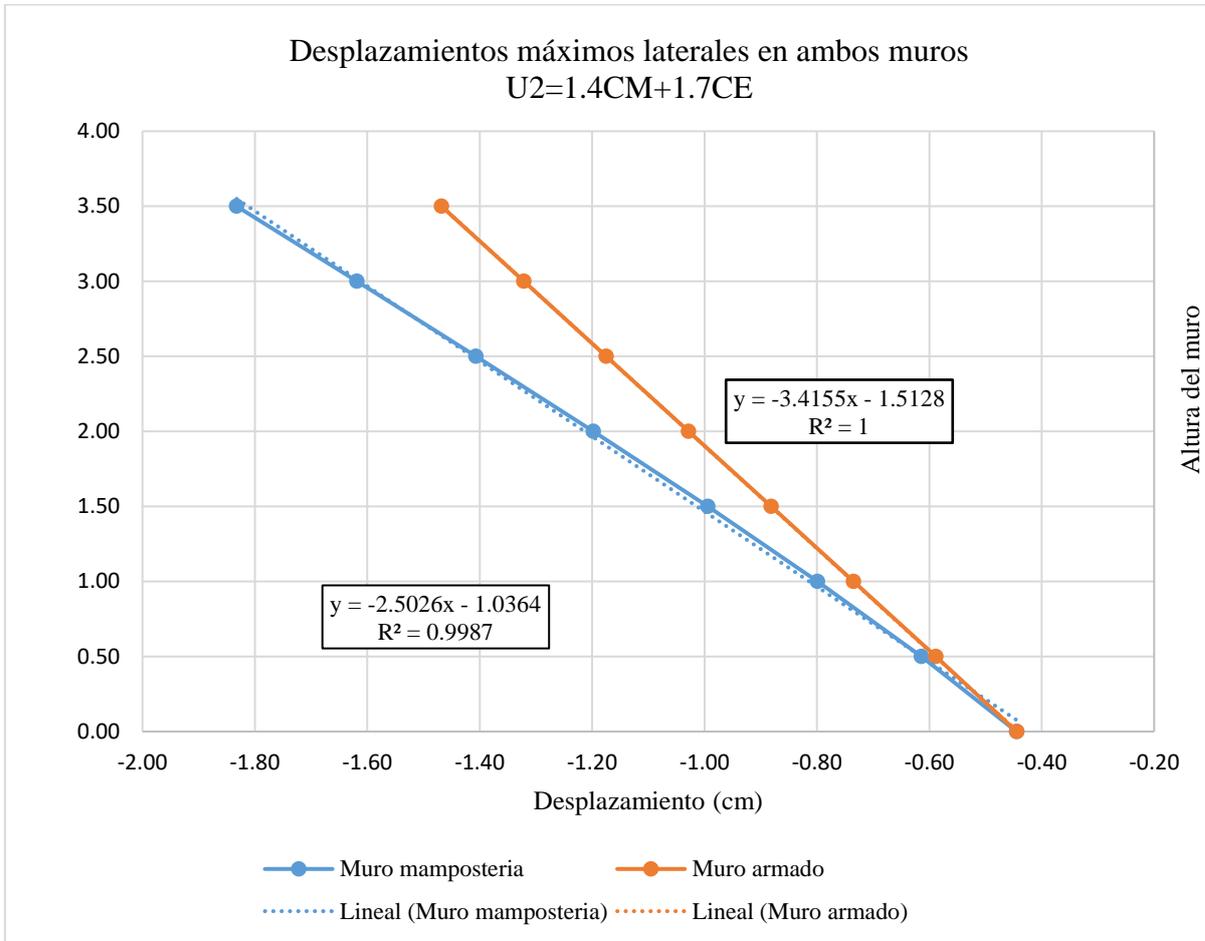


Figura 19. Desplazamientos máximos laterales de los muros de contención ($U_2=1.4CM+1.7CE$)
 Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: De la gráfica anterior se muestra el desplazamiento lateral máximo de 1.83 y 1.47 cm para el muro de mampostería y armado respectivamente, debido a la carga última. Los valores de desplazamiento van en aumento a medida la altura sea mayor, es decir, es proporcional a la altura. Es por ello, que los valores de R se asemejan a 1.

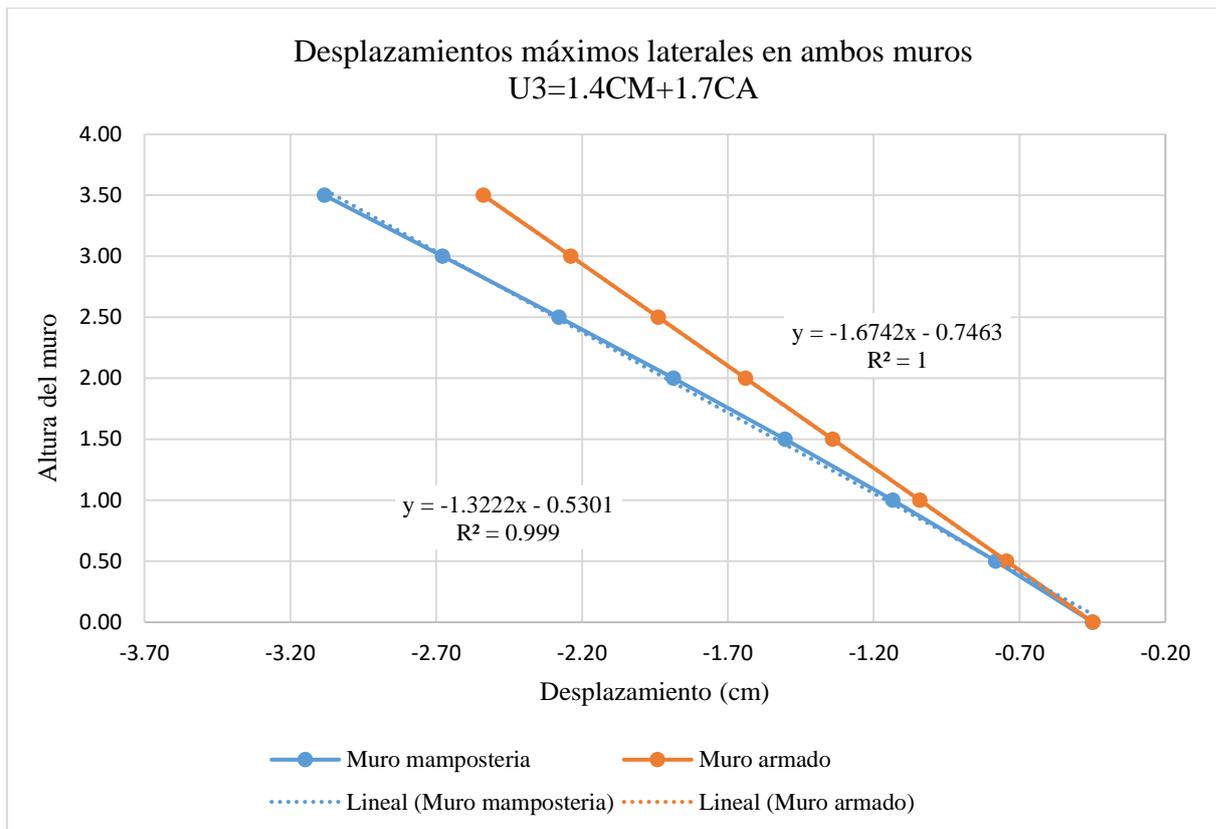


Figura 20. Desplazamientos máximos laterales de los muros de contención 1.4CM+1.7CA
Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: De la gráfica anterior se muestra el desplazamiento lateral máximo de 3.08 y 2.54 cm para el muro de mampostería y armado respectivamente, debido a la carga última. Del anterior gráfico se deduce que los mayores desplazamientos en los muros de contención se dan en la corona, y los desplazamientos tienen una tendencia lineal.

Identificar los momentos de volteo de los muros de contención en zonas de infiltración profunda, en el distrito de Chosica, 2019

Se mostrarán los resultados obtenidos mediante el software Sap2000 y siguiendo el diagrama de flujo que se encuentra en el marco teórico. Estos resultados mostrarán la variación de los momentos de volteo siendo sometido a las diferentes cargas de servicio, entre ellas la de infiltración de agua.

Tabla 12. Momentos de volteo para ambos muros de contención

Altura del muro (m)	Momento de volteo (Tn.m)					
	U1= CM+CE		U2=1.4CM+1.7CE		U3=1.4CM+1.7CA	
	Muro mampostería	Muro armado	Muro mampostería	Muro armado	Muro mampostería	Muro armado
7.50	-0.3133	-0.3123	-0.5325	-0.4982	-0.3104	-0.6145
7.00	-0.7140	-0.3712	-1.2138	-0.5911	-4.9495	-2.3610
6.50	-1.3750	-0.4021	-2.3376	-0.6404	-7.9216	-2.4230
6.00	-2.3642	-0.4158	-4.0192	-0.6622	-11.7077	-2.4112
5.50	-3.7509	-0.4271	-6.3765	-0.6780	-16.3800	-2.5260
5.00	-5.6033	-0.4300	-9.5256	-0.6821	-22.0124	-2.4740
4.50	-7.9896	-0.4074	-13.5824	-0.6444	-28.6115	-2.3548
4.00	-10.9879	-0.3599	-18.6795	-0.5653	-36.3623	-2.1931
3.50	-14.6499	-0.2959	-24.9051	-0.4583	-45.0689	-2.0100
3.00	-19.0194	-0.2588	-32.3333	-0.3943	-54.8380	-1.8984
2.50	-24.1542	-0.6647	-41.0628	-1.0517	-65.6963	-3.0522
2.00	-30.0660	-1.7334	-51.1134	-2.7810	-77.5613	-4.7531
1.50	-36.7888	-3.6523	-62.5432	-5.9421	-90.3921	-7.5756
1.00	-44.7283	-6.6428	-76.0357	-10.8892	-105.6248	-11.9374
0.50	-53.8865	-10.8869	-91.6038	-17.9380	-122.4119	-18.0833
0.00	-64.2791	-16.6078	-109.2688	-27.3929	-140.7981	-28.3704

Fuente: Elaboración propia- Hoja de cálculo Etabs

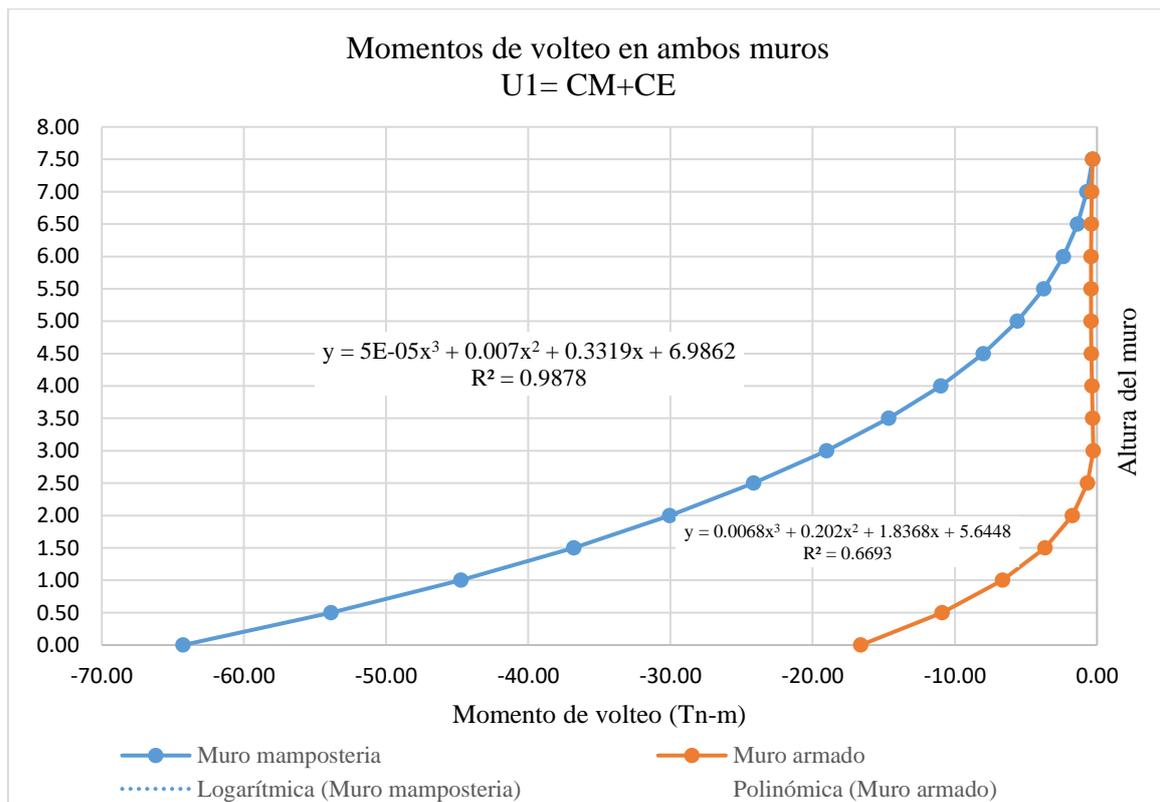


Figura 21. Momento de volteo para ambos muros de contención (U1= CM+CE)

INTERPRETACIÓN: Del gráfico anterior se entiende que el momento de máximo valor es de 64.28 y 16.61 ton.m para el muro de mampostería y armado respectivamente, debido a la carga de servicio. Los valores en la carga de servicio fueron menores ya que se consideró el peso del muro y del empuje lateral a condiciones normales.

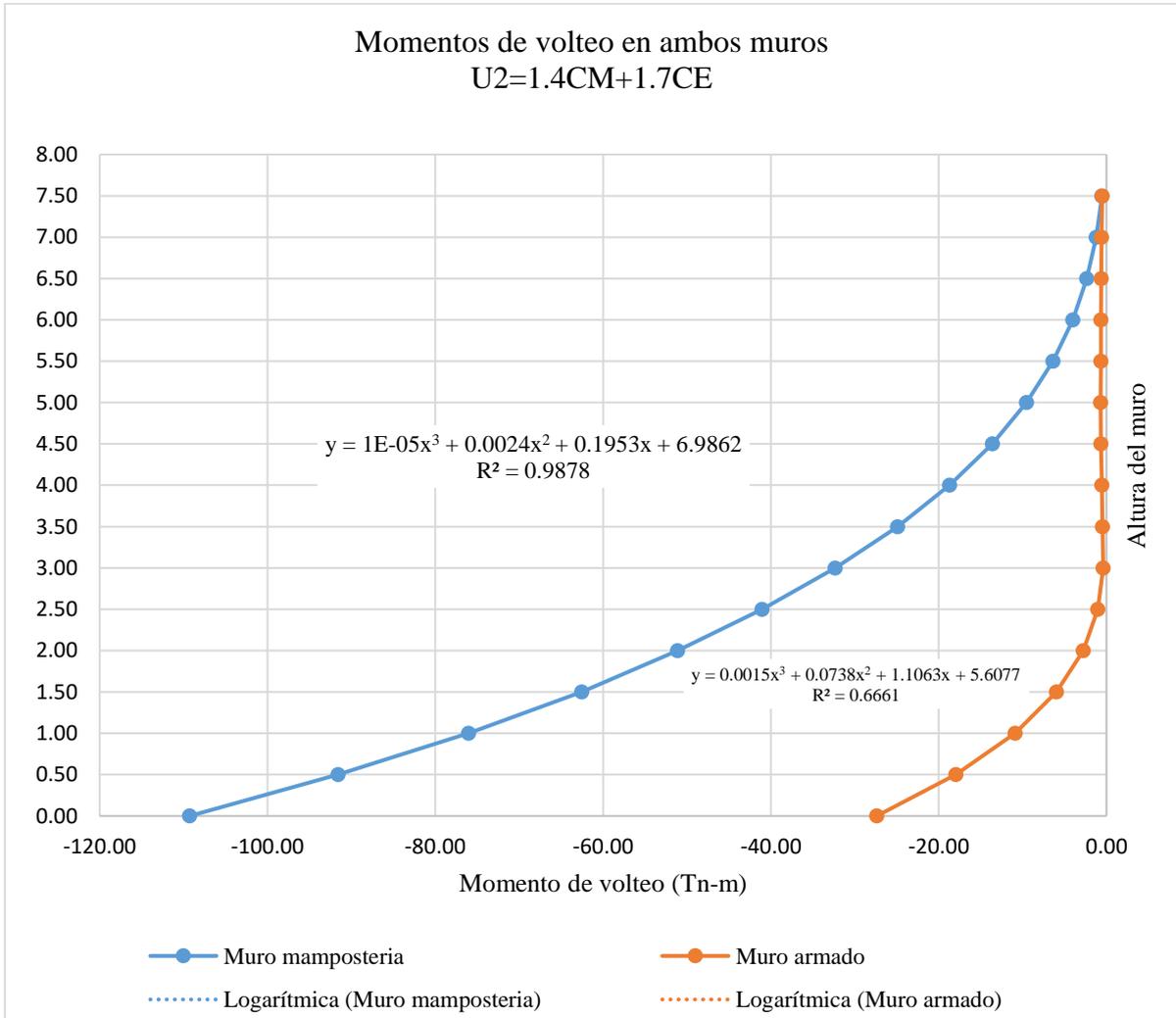


Figura 22. Momento de volteo para ambos muros de contención (U2=1.4CM+1.7CE)
Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: Del gráfico anterior se entiende que el momento de máximo valor es de 109.27 y 27.39 ton.m para el muro de mampostería y armado respectivamente, debido a la carga de última. Los valores de R² fueron determinados a base de funciones logarítmicas y polinómicas debido a que estas varían exponencialmente.

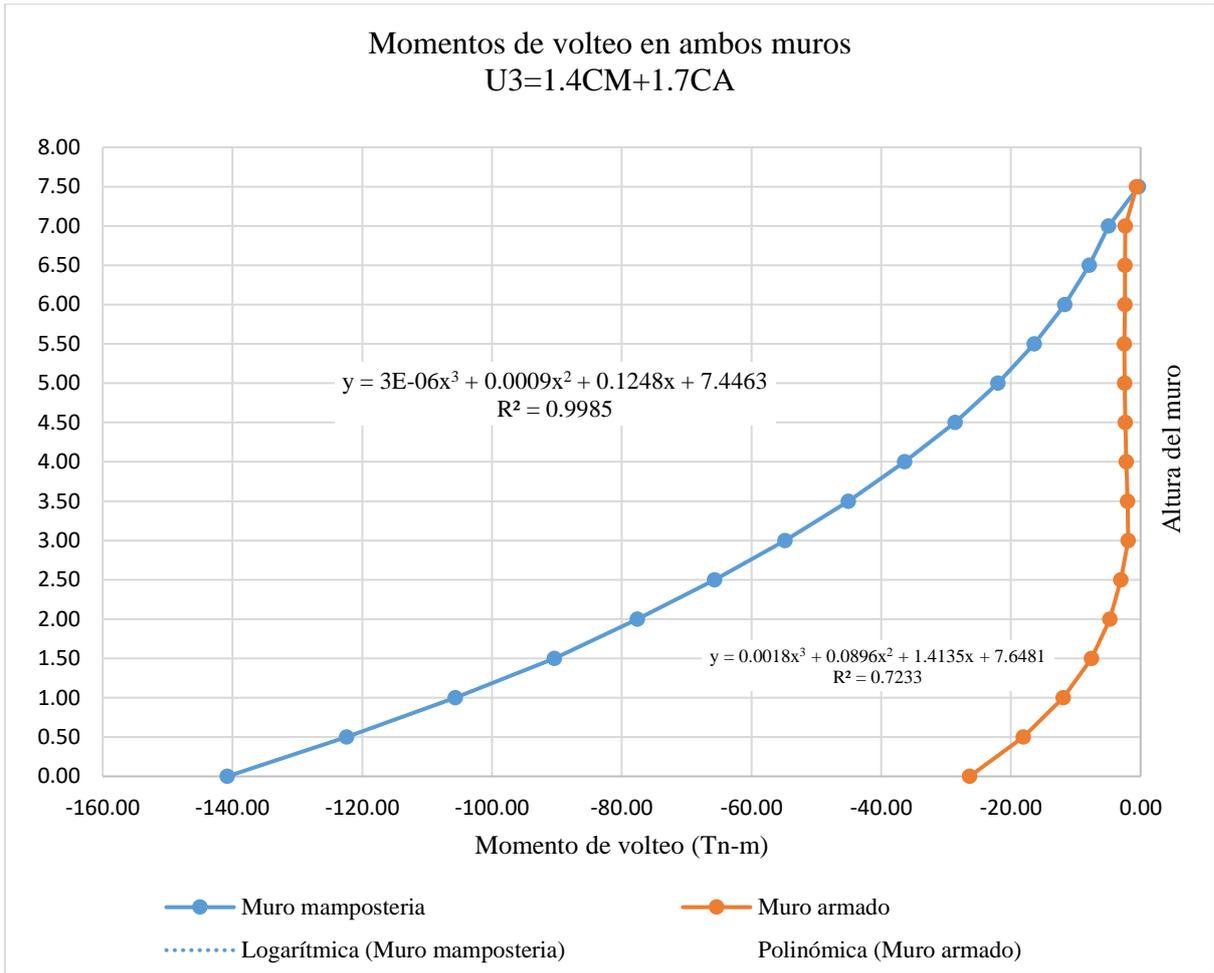


Figura 23. Momento de volteo para ambos muros de contención (U3=1.4CM+1.7CA)
Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: Del gráfico anterior se entiende que el momento de máximo valor es de 140.8 y 28.36 ton.m para el muro de mampostería y armado respectivamente, debido a la carga de ultima. Esto resulta debido a que el aumento de la combinación de carga fue mucho mayor al adicionarle la carga de infiltración de agua al análisis. Los mayores momentos se registran en el nivel 0.00 o base de cimentación.

Determinación del comportamiento estructural de los muros de contención en zonas de infiltración profunda.

MURO DE MAMPOSTERÍA-QUEBRADA CAROSSIO

Tabla 13. Comparación del valor del factor de seguridad en suelo seco y saturado

	MURO MAMPOSTERIA	
	SECO	SATURADO
VOLTEO	2.55	2.46
DESLIZAMIENTO	3.20	3.06
CAPACIDAD PORTANTE	1.32	1.37

Fuente: Elaboración propia

MURO ARMADO- CANTAGALLO

Tabla 14. Comparación del valor del factor de seguridad en suelo seco y saturado

	MURO ARMADO	
	SECO	SATURADO
VOLTEO	3.18	3.13
DESLIZAMIENTO	2.97	2.89
CAPACIDAD PORTANTE	1.89	1.97

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: Se puede observar en los anteriores cuadros de resumen de los valores del factor de seguridad que en el muro de mampostería dio 2.55, 3.20 y 1.32 para la verificación al vuelco, deslizamiento y capacidad portante, respectivamente, en condiciones secas. Para condiciones saturadas los valores fueron 3.18, 2.97 y 1.89 teniendo una reducción entre los valores. Lo mismo ocurre con el muro armado, teniendo una disminución en el valor del factor de seguridad a estado de saturación. Por lo tanto, habiendo determinado los valores anteriores de desplazamiento y momento, aplicado a los muros de contención en Chosica. El que tiene mejor comportamiento estructural es el muro armado.

IV. DISCUSIÓN

Discusión 1:

Los valores del factor de seguridad que en el muro de mampostería dio 2.55, 3.20 y 1.32 y para el muro armado fue de 3.18, 2.97 y 1.89 para la verificación al vuelco, deslizamiento y capacidad portante, respectivamente, en condiciones secas. Para condiciones saturadas los valores fueron 2.46, 3.06 y 1.37 para el muro de mampostería, mientras que para el muro armado fue de 3.13, 2.89 y 1.97. Se registró para el muro de mampostería una disminución en 3.53% y 4.38% en factor de seguridad al vuelco y deslizamiento, mientras que en la capacidad portante registro un aumento de 3.79%. En el muro armado, los valores del factor de seguridad se redujeron en 1.57% y 2.69% para vuelco y deslizamiento respectivamente, y en la capacidad portante registra un aumento de 4.23%.

Al respecto (Bueno y Bernuy, 2015) en su investigación refiere que las pendientes en los terrenos juegan un papel importante tales como un 3%, donde puede variar el valor del factor de seguridad, ante ello es congruente la afirmación, pero en esta investigación se tomaron valores de pendiente nula.

Como se puede observar los resultados resultan consistentes debido a que los valores del factor de seguridad se reducen al aumento de cargas.

Discusión 2:

Los desplazamientos máximos laterales de los muros de contención en condiciones secas fueron 1.83 cm y 1.47 cm para el muro de mampostería y armado respectivamente, mientras que para condiciones saturadas dio 3.08 cm y 2.54 cm para el muro de mampostería y armado respectivamente. Se registra un aumento del 68.31% en muro de mampostería y un aumento del 72.79% en el muro armado.

En su investigación (Villar, 2015) manifiesta en su tesis de investigación los valores de desplazamiento máximos laterales de 2.80, 4.60 y 5.56 para alturas de 5, 7 y 9 metros de altura. Estos valores se desarrollaron mediante el software Sap teniendo en cuenta las combinaciones de carga de servicio y última, la diferencia que se contrasta con la investigación y por la cual los valores de desplazamiento varían es porque en la investigación de Villar se tiene en consideración la carga de sismo, algo que en la presente tesis no se toma en cuenta, y es reemplazada por la carga de infiltración. (Rodríguez, 2018) sustenta que estas

cargas de infiltración de agua hacen que los valores de los empujes que afectan a los muros de contención varíen y que a la larga puede provocar que el muro de contención falle.

Por lo mencionado anteriormente nos hace entender que los resultados guardan una semejanza en cuanto a cantidades. Y por lo tanto que las cargas de infiltración de agua determinen los valores de desplazamiento que se tengan.

Discusión 3:

Los momentos de volteo en los muros de contención bajo condiciones secas fueron 109.27 tn.m y 140.8 tn.m para el muro de mampostería y armado respectivamente, mientras que para condiciones saturadas dio 140.8 tn.m y 28.36 tn.m para el muro de mampostería y armado respectivamente. Se registra un aumento del 28.86% en muro de mampostería y un aumento del 3.54% en el muro armado.

Cabe recalcar que los valores máximos que se muestran en los resultados se encuentran en el nivel 0.00 del muro de contención la cual es la que concentrara la mayor cantidad de momento, algo inversamente proporcional con los desplazamientos que son mayores a medida tengan más altura. (Villar, 2015) en su tesis de investigación concuerda con esta afirmación, la que en el nivel más bajo se encuentra el nivel mayor, pero difiere con los valores de momento 18.09, 48.34 y 104.78 ton.m respectivamente para alturas de 5,7 y 9 metros. Los valores con respecto a Villar difieren debido a que el tesista deduce sus resultados con diferentes alturas de muro de contención y diseño en gabinete. En lo que coincide es en cómo se determinaron los valores de los momentos de volteo, la cual indica es con un software. Así como lo indica (Leal y Toledo, 2015) en su investigación.

Como lo mencionado anteriormente se infiere que los resultados son consistentes debido a que los desplazamientos laterales se modifican respecto a la altura de los muros de contención.

Discusión 4:

Los muros armados son los que poseen mejor comportamiento estructural en zonas de infiltración, debido a que fue el que registro menores aumentos de factor de seguridad, momentos de volteo, en cambio en los desplazamientos laterales, el muro de concreto armado aumento en 4.40% la diferencia con el muro de mampostería.

(Gonzales, 2018) en su investigación manifiesta que los muros contrafuerte son los que tiene mejor comportamiento estructural, habiendo sido evaluado por software y técnicamente también, cabe mencionar que no tomo en cuenta la carga de infiltración, sino de otros fenómenos tales como sismo. (Villar, 2015) en su investigación indica lo mismo, los resultados son diferentes debido a que se dio de una comparativa entre armado y contrafuerte. Teniendo en cuenta estas investigaciones y que en una se toma en cuenta el muro armado como poseer un buen comportamiento estructural.

El resultado de que los muros armados tienen mejor comportamiento estructural es debido a que, siendo evaluados en cuanto a desplazamientos y momentos de volteo, fue el que registro menores valores frente al muro de mampostería que registro números elevados. Por ello que los resultados son semejantes.

V. CONCLUSIONES

Conclusión 1:

Los muros de concreto armado tienen mejor comportamiento estructural frente al muro de mampostería en el distrito de Chosica, debido a que registró menores desplazamientos y momentos de volteo en la comparativa.

Conclusión 2:

Los valores del factor de seguridad que en el muro de mampostería dio 2.55, 3.20 y 1.32 y para el muro armado fue de 3.18, 2.97 y 1.89 para la verificación al vuelco, deslizamiento y capacidad portante, respectivamente, en condiciones secas. Para condiciones saturadas los valores fueron 2.46, 3.06 y 1.37 para el muro de mampostería, mientras que para el muro armado fue de 3.13, 2.89 y 1.97. Se registró para el muro de mampostería una disminución en 3.53% y 4.38% en factor de seguridad al vuelco y deslizamiento, mientras que en la capacidad portante registro un aumento de 3.79%. En el muro armado, los valores del factor de seguridad se redujeron en 1.57% y 2.69% para vuelco y deslizamiento respectivamente, y en la capacidad portante registra un aumento de 4.23%.

Conclusión 3:

Los desplazamientos máximos laterales de los muros de contención en condiciones secas fueron 1.83 cm y 1.47 cm para el muro de mampostería y armado respectivamente, mientras que para condiciones saturadas dio 3.08 cm y 2.54 cm para el muro de mampostería y armado respectivamente. Se registra un aumento del 68.31% en muro de mampostería y un aumento del 72.79% en el muro armado.

Conclusión 4:

Los momentos de volteo en los muros de contención bajo condiciones secas fueron 109.27 tn.m y 140.8 tn.m para el muro de mampostería y armado respectivamente, mientras que para condiciones saturadas dio 140.8 tn.m y 28.36 tn.m para el muro de mampostería y armado respectivamente. Se registra un aumento del 28.86% en muro de mampostería y un aumento del 3.54% en el muro armado.

VI. RECOMENDACIONES

Recomendación 1:

Se recomienda implementar esta manera de determinar el comportamiento de muros de contención en los diferentes tipos de muro que se encuentran en el territorio peruano, siendo de vital importancia los que sean más vulnerables a la infiltración de agua.

Recomendación 2:

Se recomienda hacer la verificación por vuelco, deslizamiento y capacidad portante en los diferentes tipos de muros, así como que realizar la verificación por cortante y la verificación por cuantía de acero.

Recomendación 3:

Considerar otros tipos de carga al momento de determinar los valores de desplazamiento máximos laterales, aparte de la infiltración de agua, tales como sismo y viento, pero asistido por computadora mediante software.

Recomendación 4:

Se recomienda considerar otros tipos de suelo en la base de cimentación de los muros de contención a evaluarse con infiltración de agua, tal como un suelo cohesivo.

Recomendación 5:

Tener en cuenta este posible título para continuar con la investigación, comportamiento estructural de muros de contención en zonas de infiltración profunda con suelos cohesivos.

VII. REFERENCIAS

ALVINO, Roger. “Análisis y Diseño Estructural de un Muro de Contención de Hormigón Armado en Cerramiento Perimetral, Lado Oeste del Hospital Monte Sinaí”: s.n., 2016.

ARANA, H. A. (s.f.). Comparación del comportamiento estructural de muros de contención en voladizo y con contrafuertes. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.

BERRY, Peter y REID, David. “Mecánica de suelos. Bogotá”, Colombia: McGraw-Hill, 1993. 415p.

BOWLES, Joseph E.2014. Geophysical Properties of Soils. First edition. Bogotá: Latin American McGraw Hill.

BOWLES, Joseph E.2014. Propiedades Geofísicas de los Suelos. Primera Edición. Bogotá: McGraw Hill Latinoamericana.

BULEJE REVILLA, Kenny Ernesto 2012 Productividad en la construcción de un condominio aplicando conceptos de la filosofía Lean Construction. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú

CABELLOS, Gustavo 2012 Análisis comparativo de la estabilización de taludes mediante el uso de muros anclados y calzaduras en la construcción de edificaciones Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú

CARBAJAL, Giancarlo y Rafael CASTRO 2014 Fajas transportadoras: Una solución a excavaciones profundas. Revista Costos. Lima, mayo 2014

CONSTRUMATICA, 2004. Nivel freático. (Disponible en: http://www.construmatica.com/construpedia/Nivel_Fre%25C3%25A1tico). (s/f)

Consulta: 24 de enero del 2015 <http://pdf.archiexpo.es/pdf/terratest/anclajes/61449-63976.html>

CRESPO TAIBO, Carlos 2012 Confiabilidad del Diseño en Geotecnia. Sartenejas, Venezuela: Universidad Simón Bolívar

DAS Braja M. “Fundamentos de ingeniería geotécnica”. 4º Edición. México: International thomson editores, 2001. 862p.

DAS Braja M. "Principio de ingeniería de cimentaciones". 4º Edición. México: International thomson editores, 2004. 376p.

DAS, Braja M. 2014 Principios de Ingeniería de Cimentaciones. Quinta Edición. México D.F.: Thomson Learning.

ERBOL DIGITAL. (13 de enero de 2018). Por lluvia colapsa un muro de contención en Alto Tacagua. Obtenido de https://erbol.com.bo/noticia/regional/13012018/por_lluvia_colapsa_un_muro_de_contencion_en_alto_tacagua

EUROCÓDIGO 8. (2011). Cimentaciones, estructuras de contención y aspectos geotécnicos. En Proyecto de estructuras sismorresistentes. Madrid: Publicaciones AENOR.

FARRO AHUMADA, José Miguel 2013. Alternativas para la construcción de sótanos y de transporte vertical en edificaciones. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú

GÓMEZ RODRÍGUEZ, H. G. (2013). Metodología de Diseño y Cálculo Estructural para Muros de Contención con Contrafuertes en el Trasdós, basados en un Programa de Cómputo. Bogotá: Sin Editorial.

GONZALES, O. (2012). Análisis estructural. México: Noriega Editores.

GRANADOS, Alan (2014). Estabilización del talud de la costa verde en la zona del distrito de Barranco (Tesis de maestría, Universidad Pontificia Católica del Perú). Recuperado de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/170/GRANADOS_ALAN_ESTABILIZACION_TALUD_COSTA_VERDE.pdf

HARMSSEN, T. E. (2002). Muros de Sostenimiento. En T. E. Harmsen, Diseño de estructuras de Concreto Armado (págs. 361-392). Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

HERNÁNDEZ Sampieri, R., Fernández Collado, R., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (Sexta ed.). México D.F., México: McGrawHillInteramericana editores.

HIDALGO MONTOYA, César Augusto y PACHECHO DE ASSIS, André 2013 “Herramientas Para Análisis por Confiabilidad en Geotecnia: Teoría” Revista Ingenierías Universidad de Medellín. Medellín vol.10 pp.69-78

HOLUIGUE Barros, Ana. Movimientos internacionales de capital: análisis teórico y aplicación del caso chileno en el período 1959-1975. Tesis (Magíster en Economía). Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile, Instituto de Economía, 1979. 118 pp

http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/9387/CARBAJAL_GIANCARLO_OPTIMIZACION_PROCESOS_CONSTRUCCION_MUROS_ANCLADOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

KELLERTERRA s/f Anclajes Definitivos y Anclajes Provisionales KELLERTERRA. Anclajes. Madrid: Miguel Yuste, pp 4-5

LAMBE, William T – WHITMAN, Robert V., “Mecánica de suelos”. Editorial Limusa – Wiley s.a. México 1972.

LEÓN, A. (2010). Apuntes de análisis estructural. Ciudad de México: Universidad Iberoamericana.

MCCORMAC, Jack C. Cap.12 Muros de retención. En su: Diseño de concreto reforzado. 4ª edición. México D.F. México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V. 2002. pp. 387-488.

MELENTIJEVIC, Svetlana (2005). Estabilidad de taludes en macizos rocosos con criterios de rotura no lineales y leyes de fluencia no asociada (Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid). Recuperado de <http://oa.upm.es/722/1/04200507.pdf>

MELENTIJEVIC, Svetlana (2015). Stability of slopes in rock masses with non-linear breakage criteria and non-associated creep laws (Doctoral thesis, Polytechnic University of Madrid). Recovered from <http://oa.upm.es/722/1/04200507.pdf>

MOCKUS, (2013). Use of storm and Watershed characteristics in syntetic hidrograph analisis and aplication, US Departament Agriculture, Soil Conservation Source, Latham, M. D.

MORENO, G. (2000). Introducción a la metodología de la investigación educativa II. México: Editorial Progreso.

NIÑO, V. (2011). Metodología de la investigación. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.

ÑAUPAS, H. (2014). Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis. Colombia: Ediciones de la U.

OSPINO, J. (2004). Metodología de la investigación en ciencias de la salud. Colombia: Editorial Universidad Cooperativa de Colombia.

RAHARDJO, HANTOSO (2013). Use of recycled crushed concrete and Secudrain in capillary barriers for slope stabilization. Canadian Geotechnical Journal; Ottawa N. ° 6. Recovered from <https://search.proquest.com/docview/1367559098/318BBBA39712480BPQ/12?accountid=37408>

REBECA, L. (2007). Elaboración de trabajos de investigación. Caracas: Alfa.

RENGIFO, José (2015). Muros anclados en arenas, análisis y comparación de técnicas de anclajes. (Tesis bachiller, Pontificia Universidad Católica del Perú). Recuperado de file:///C:/Users/estefano/Downloads/RENGIFO_JOSE_MUROS_ANCLADOS.pdf

ROGEL Maldonado, Iván. 2005. Muros de contención de ferrocemento; empujes de tierra en estructuras de contención y Muros de contención. Tesis (Ing. civil en obras civiles), Universidad Austral de Chile. Fac. Cienc de la Ing. 60p.

RUIZ, M. (2014). Comportamiento estructural de edificaciones. Bogotá: Colombia.

VILLAR, Hernán. Comparación del comportamiento estructural de muros de contención en voladizo y con contrafuertes. Tesis (para optar el título de Ingeniero civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2015 Disponible en <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/380/T%20721.2%20V719%202015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VIII. ANEXOS

A) MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: “COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE MUROS DE CONTENCIÓN EN ZONAS DE INFILTRACIÓN PROFUNDA, DISTRITO CHOSICA EN EL 2019”						
Autor: Castro Montes Estefano						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL ¿Cuál es el comportamiento estructural de los muros de contención en zonas de infiltración profunda, en el distrito de Chosica, 2019?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS ¿Cuánto varían los factores de seguridad en los muros de contención en zonas de infiltración profunda, en el distrito Chosica, 2019?</p> <p>¿En cuánto se modifican los desplazamientos máximos laterales en los muros de contención en zonas de infiltración profunda, en el distrito Chosica, 2019?</p> <p>¿En cuánto cambian los momentos de volteo en los muros de contención en zonas de infiltración profunda, en el distrito Chosica, 2019?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Determinar el comportamiento estructural de los muros de contención en zonas de infiltración profunda, en el distrito de Chosica, 2018</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS Calcular el factor de seguridad de los muros de contención en zonas de infiltración profunda, en el distrito de Chosica, 2019</p> <p>Estudiar los desplazamientos máximos laterales de los muros de contención en zonas de infiltración profunda, en el distrito de Chosica, 2019</p> <p>Analizar los momentos de volteo de los muros de contención en zonas de infiltración profunda, en el distrito de Chosica, 2019</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL El comportamiento estructural es crítico en los muros de contención de infiltración profunda, en el distrito de Chosica, 2018</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS Los valores del factor de seguridad se reducen en un 10% en los muros de contención en zonas de infiltración profunda, en el distrito de Chosica, 2019</p> <p>Los desplazamientos máximos laterales aumentan en un 25% en los muros de contención en zonas de infiltración profunda, en el distrito de Chosica, 2019</p> <p>Los momentos de volteo aumentan en un 20% en los muros de contención en zonas de infiltración profunda, en el distrito de Chosica, 2019</p>	<p>V1: Muros de contención en zonas de infiltración profunda</p> <p>V2: Comportamiento estructural</p>	<p>D1: Tipos de muro</p> <p>D2: Condiciones de suelo</p> <p>D3: Altura de muro</p> <p>D3: Factor de seguridad</p> <p>D1: Desplazamientos máximos laterales</p> <p>D2: Momentos de volteo</p>	<p>I1: Armado I2: Voladizo I3: Mampostería</p> <p>I1: Suelo seco I2: Suelo semi-saturado I3: Suelo totalmente saturado</p> <p>I1: Armado I2: Voladizo I3: Mampostería</p> <p>I1: F.S. al Vuelco I2: F.S. al deslizamiento I3: Capacidad portante</p> <p>I1: Muro armado I2: Muro en voladizo I3: Comparativa</p> <p>I1: Muro armado I2: Muro en voladizo I3: Comparativa</p>	<p>Método: Científico Según (Narváes, 2009, pág. 33) “El método científico consiste en un estudio, basándose en determinadas reglas, que permiten avanzar en el proceso del conocimiento”</p> <p>Tipo de investigación. Aplicada Según (Ibañez, 2017, pág. 42): “la investigación aplicada pretende dar soluciones de forma práctica a los problemas concretos, y no pretende desarrollar teorías o principios”.</p> <p>Nivel: Descriptivo Según (Arias, 2006, págs. 57) “Los estudios descriptivos se basan en la recopilación de información ya sea independiente o conjunta”</p> <p>Diseño: No experimental Según (Hernández, 2014, pág. 152): “los fenómenos que se presentan de forma natural, no provocados intencionalmente, en la investigación son de tipo no experimental</p> <p>Población: 612 Muros de contención de Chosica Según (Calderón & Alzamora, 2010, pág. 47): “La población es el conjunto de todas las cosas, hechos, objetos, instituciones, personas, etc. La cual son motivo de investigación.”</p> <p>Muestreo: Muros con infiltración profunda Según (Ñaupas, 2014, pág. 253): “Los muestreos por juicio o criterio de investigación pertenecen a las formas asumidas por el muestreo no probabilístico”</p> <p>Muestra: 3 Muros del AAHH. Bellavista Según (Moreno, 2000, pág. 9): “Es el subconjunto de la población y/o del universo que está representada por todas las cosas, hechos, objetos, etc.”</p>

B) MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA DE VALORACIÓN
Muros de contención en zonas de infiltración profunda	Según (McCormac, 2002, pág. 385) considera que “Un muro de contención no solo soporta los empujes laterales transmitidos por el terreno sino también se deben de considerar: las sobrecargas sobre el terreno, empujes hidrostáticos y empujes originados por fuerzas sísmicas”, las cuales producirán un aumento de la presión sobre el muro en forma considerable.	La variable muros de contención en zonas de infiltración profunda se analizará en función de sus dimensiones, tipos de muro, condiciones de suelo y factores geométricos que a su vez cada uno de estos se divide en tres indicadores.	Tipos de muro	Muro armado	Ficha de recopilación de información	Valor
				Muro en voladizo		
				Muro en mampostería		
			Condiciones de suelo	Suelo seco		
				Suelo semi-saturado		
				Suelo totalmente saturado		
			Altura de muro	Muro armado		
				Muro en voladizo		
				Muro en mampostería		
Comportamiento estructural	Según (Celio, pág. 3) Entender el comportamiento estructural es fundamental para poder caracterizar de manera más adecuada el nivel de daño que pueda presentar una estructura producto de un evento	La variable comportamiento estructural se analizará en función a sus dimensiones, esfuerzos internos, desplazamientos máximos laterales y momentos de volteo que a su vez se divide en tres indicadores.	Factor de seguridad	Vuelco	Ficha de recopilación de información	Valor
				Deslizamiento		
				Capacidad portante		
			Desplazamientos máximos laterales	Muro en mampostería		
				Muro armado		
				Comparativa		
			Momentos de volteo	Muro en mampostería		
				Muro armado		
				Comparativa		

C) FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS (VALIDEZ)

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS									
PROYECTO: "Comportamiento estructural de muros de contención en zonas de infiltración profunda, distrito Chosica 2019"							EXPERTO		
AUTOR: Castro Montes Estefano							N° 1	N° 2	N° 3
I.	INFORMACIÓN GENERAL						1	1	1
	UBICACIÓN								
	DISTRITO:	Chosica		ALTITUD:	850 m.s.n.m				
	PROVINCIA:	Lima		LATITUD:	11°58'59				
	REGIÓN:	Lima		LONGITUD:	76°53'37				
II.	TIPO DE MURO						1	1	1
	Muro Armado		Muro en voladizo		Muro de mampostería				
		Und.		Und.		Und.			
III.	CONDICIONES DE SUELO						1	1	0
	Suelo seco		Suelo semi saturado		Suelo saturado				
		yseco		ysat		ysat			
IV.	FACTORES GEOMÉTRICOS						1	1	1
	Sección transversal		Altura		Longitud				
		m.		m.		m.			
V.	ESFUERZOS INTERNOS						1	1	1
	Muro Armado		Muro en voladizo		Muro de mampostería				
		Kg/cm2		Kg/cm2		Kg/cm2			
VI.	DESPLAZAMIENTOS LATERALES						1	1	1
	Muro Armado		Muro en voladizo		Muro de mampostería				
		cm		cm		cm			
VII.	MOMENTOS DE VOLTEO						1	1	1
	Muro Armado		Muro en voladizo		Muro de mampostería				
		kg.m		kg.m		kg.m			

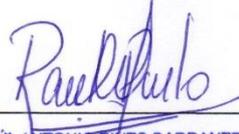
Ficha de recopilación de información

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS						EXPERTO N°
PROYECTO: "Comportamiento estructural de muros de contención en zonas de infiltración profunda, distrito Chosica 2019"						
AUTOR: Castro Montes Estefano						
I. INFORMACIÓN GENERAL						1
UBICACIÓN						
DISTRITO:	Chosica	ALTITUD:	850 m.s.n.m			
PROVINCIA:	Lima	LATITUD:	11°58'59			
REGIÓN:	Lima	LONGITUD:	76°53'37			
II. TIPO DE MURO						1
Muro Armado		Muro en voladizo		Muro de mampostería		
	Und.		Und.		Und.	
III. CONDICIONES DE SUELO						0
Suelo seco		Suelo semi saturado		Suelo saturado		
	yseco		ysat		ysat	
IV. FACTORES GEOMÉTRICOS						1
Sección transversal		Altura		Longitud		
	m.		m.		m.	
V. ESFUERZOS INTERNOS						1
Muro Armado		Muro en voladizo		Muro de mampostería		
	Kg/cm2		Kg/cm2		Kg/cm2	
VI. DESPLAZAMIENTOS LATERALES						1
Muro Armado		Muro en voladizo		Muro de mampostería		
	cm		cm		cm	
VII. MOMENTOS DE VOLTEO						1
Muro Armado		Muro en voladizo		Muro de mampostería		
	kg.m		kg.m		kg.m	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Agustín Victor corzo Aliaga					6/7
PROFESIÓN:	Ingeniero Civil					
REGISTRO CIP:	50070					
EMAIL:	corzoaliaga@gmail.com					
CELULAR:	971114978					


 Agustín V. Corzo Aliaga
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. 50070

Ficha de recopilación de información

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS						EXPERTO N°
PROYECTO: "Comportamiento estructural de muros de contención en zonas de infiltración profunda, distrito Chosica 2019"						
AUTOR: Castro Montes Estefano						
I. INFORMACIÓN GENERAL						1
UBICACIÓN						
DISTRITO:	Chosica	ALTITUD:	850 m.s.n.m			
PROVINCIA:	Lima	LATITUD:	11°58'59			
REGIÓN:	Lima	LONGITUD:	76°53'37			
II. TIPO DE MURO						1
Muro Armado		Muro en voladizo		Muro de mampostería		
	Und.		Und.		Und.	
III. CONDICIONES DE SUELO						1
Suelo seco		Suelo semi saturado		Suelo saturado		
	yseco		ysat		ysat	
IV. FACTORES GEOMÉTRICOS						1
Sección transversal		Altura		Longitud		
	m.		m.		m.	
V. ESFUERZOS INTERNOS						1
Muro Armado		Muro en voladizo		Muro de mampostería		
	Kg/cm2		Kg/cm2		Kg/cm2	
VI. DESPLAZAMIENTOS LATERALES						1
Muro Armado		Muro en voladizo		Muro de mampostería		
	cm		cm		cm	
VII. MOMENTOS DE VOLTEO						1
Muro Armado		Muro en voladizo		Muro de mampostería		
	kg.m		kg.m		kg.m	
APELLIDOS Y NOMBRES: PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO.						7/7
PROFESIÓN: INGENIERO CIVIL.						
REGISTRO CIP: 51304						
EMAIL: raulpinto@cip.org.pe						
CELULAR: 995143312						


 RAÚL ANTONIO PINTO BARRANTES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 51304

Ficha de recopilación de información

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS						EXPERTO N°	
PROYECTO: "Comportamiento estructural de muros de contención en zonas de infiltración profunda, distrito Chosica 2019"							1
AUTOR: Castro Montes Estefano							
I. INFORMACIÓN GENERAL						1	
UBICACIÓN							
DISTRITO:	Chosica	ALTITUD:	850 m.s.n.m				
PROVINCIA:	Lima	LATITUD:	11°58'59				
REGIÓN:	Lima	LONGITUD:	76°53'37				
II. TIPO DE MURO						1	
Muro Armado		Muro en voladizo		Muro de mampostería			
	Und.		Und.		Und.		
III. CONDICIONES DE SUELO						1	
Suelo seco		Suelo semi saturado		Suelo saturado			
	yseco		ysat		ysat		
IV. FACTORES GEOMÉTRICOS						1	
Sección transversal		Altura		Longitud			
	m.		m.		m.		
V. ESFUERZOS INTERNOS						1	
Muro Armado		Muro en voladizo		Muro de mampostería			
	Kg/cm2		Kg/cm2		Kg/cm2		
VI. DESPLAZAMIENTOS LATERALES						1	
Muro Armado		Muro en voladizo		Muro de mampostería			
	cm		cm		cm		
VII. MOMENTOS DE VOLTEO						1	
Muro Armado		Muro en voladizo		Muro de mampostería			
	kg.m		kg.m		kg.m		
APELLIDOS Y NOMBRES:	PADILLA Pichon Santa Ricardo					7/7	
PROFESIÓN:	ING. CIVIL						
REGISTRO CIP:	51630						
EMAIL:	spadilla@uccv.odu.pe						
CELULAR:	941724761						



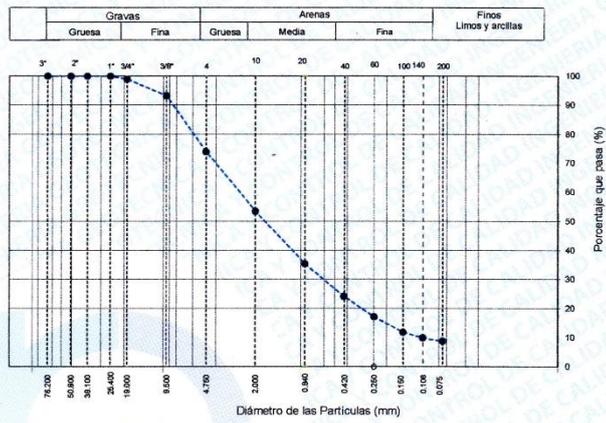
D) ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

	FORMATO	Código	AE-FO-01
	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	Comportamiento estructural de muros de contención en zonas de infiltración profunda, Chosica 2019	Registro N°:	IGC19-LEM-169-01
Solicitante	Estefano Castro	Muestreado por :	Solicitante
Código del Proyecto	---	Ensayado por :	B. Melgar
Ubicación de Proyecto	Quebrada Carosio - Chosica	Fecha de Ensayo :	10/05/2019
Material	Muestra de suelo	Turno:	Diurno
Código de Muestra	---	Profundidad:	1.50 m
Sondaje / Calicata	C-1	Norte:	---
N° de Muestra	M-1	Este:	---
Progresiva	---	Cota:	---

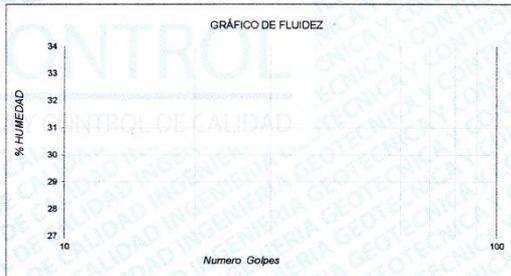
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	100.0	
3/4"	19.000	99.0	
3/8"	9.500	93.2	
N° 4	4.750	74.0	
N° 10	2.000	53.5	
N° 20	0.840	35.4	
N° 40	0.425	24.2	
N° 60	0.250	17.3	
N° 100	0.150	11.9	
N° 140	0.106	9.9	
N° 200	0.075	8.8	



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.2
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/-5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	SW-SM - Arena bien gradada con limo y grava en condición parcialmente húmeda, con TM > 1" color gris oscuro.
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Se eliminó presencia de materiales ajenos al suelo (madera y plástico) en un 2%.

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado compuesto
TAMIZ SEPARADOR	N°4
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	---
ÍNDICE DE LIQUEZ (IL)	---
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	26.0
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	65.2
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	8.8

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SW - SM
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-2-4 (1)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena bien gradada con limo y grava

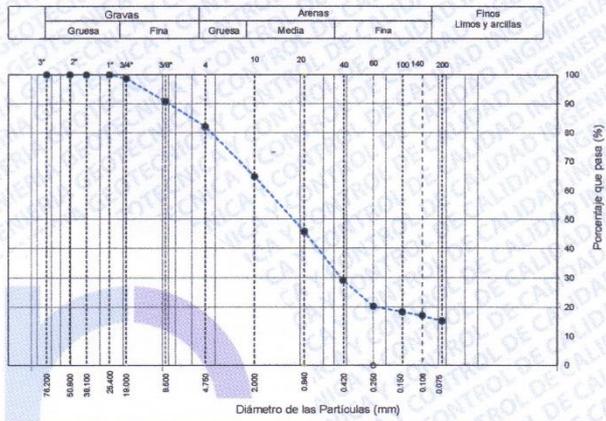
INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM Nombre y firma: 	D:	JEFE LEM Nombre y firma:  Neemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:
	M:		M:
	A:		A:
		COC - LEM Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:
			M:
			A:

	FORMATO		Código	AE-PO-01
	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS		Versión	01
			Fecha	07-05-2019
			Página	1 de 1

Proyecto : Comportamiento estructural de muros de contención en zonas de infiltración profunda, Chosica 2019 Registro N°: **IGC19-LEM-169-07**
 Solicitante : Estefano Castro Muestreado por : Solicitante
 Código del Proyecto : --- Ensayado por : B. Melgar
 Ubicación de Proyecto : Quebrada Carosio - Chosica Fecha de Ensayo: 20/5/2019
 Material : Muestra de suelo Turno: Diurno

Código de Muestra : --- Profundidad: 1.50 m
 Sondaje / Calicata : C-2 Norte: ---
 N° de Muestra : M-2 Este: ---
 Progresiva : --- Cota: ---

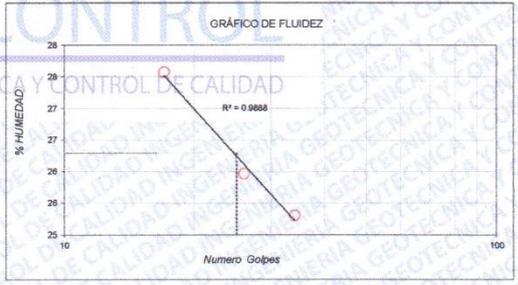
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	100.0	
3/4"	19.000	98.7	
3/8"	9.500	90.8	
Nº 4	4.750	82.1	
Nº 10	2.000	65.0	
Nº 20	0.840	45.9	
Nº 40	0.425	29.2	
Nº 60	0.250	20.3	
Nº 100	0.150	18.5	
Nº 140	0.106	17.1	
Nº 200	0.075	15.3	



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.4
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/-5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	SC-SM - Arena limo arcillosa con grava en condición parcialmente húmeda, con TM < 3/4" color gris oscuro.
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	---

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	tamizado integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	26
LÍMITE PLÁSTICO	22
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	4
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	5.6
ÍNDICE DE LIQUEZ (IL)	-4.6
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	17.9
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	66.7
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	15.3

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SC - SM
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-1-b (0)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena limo arcillosa con grava

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM Nombre y firma: 	D:	JEFE LEM Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez-Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:	CQC - LEM Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:

ENSAYO CORTE DIRECTO

	FORMATO	Código	AE-FO-020
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 2

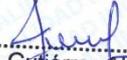
Proyecto	: Comportamiento estructural de muros de contención en zonas de infiltración profunda, Chosica 2019	Registro N°:	IGC19-LEM-169-03
Solicitante	: Estefano Castro	Muestreado por :	Solicitante
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	J. Paulino
Ubicación de Proyecto	: Quebrada Carosio - Chosica	Fecha de Ensayo:	10/05/2019
Material	: Terreno existente	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---	Profundidad:	1.50 m
Sondaje / Calicata	: C-1	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

ESPECIMEN 1			VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	23.9	mm	Altura Inicial:	23.9	mm	Altura Inicial:	23.9	mm
Lado de caja :	60.7	mm	Lado de caja :	60.7	mm	Lado de caja :	60.7	mm
Area Inicial:	28.9	cm ²	Area Inicial:	28.9	cm ²	Area Inicial:	28.9	cm ²
Densidad Seca:	1.912	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.912	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.912	gr/cm ³
Humedad Inic.:	7.3	%	Humedad Inic.:	7.3	%	Humedad Inic.:	7.3	%
Esf. Normal :	0.51	kg/cm ²	Esf. Normal :	1.01	kg/cm ²	Esf. Normal :	2.03	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.27	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.59	kg/cm ²	Esf. Corte:	1.15	kg/cm ²

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/σ)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/σ)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/σ)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.09	0.21	0.41	0.11	0.14	0.41	0.44	0.28
0.82	0.10	0.26	0.82	0.19	0.24	0.82	0.67	0.42
1.24	0.13	0.32	1.24	0.26	0.32	1.24	0.76	0.47
1.65	0.15	0.37	1.65	0.31	0.38	1.65	0.81	0.50
2.47	0.16	0.39	2.47	0.36	0.45	2.47	0.93	0.57
3.30	0.18	0.44	3.30	0.41	0.50	3.30	0.99	0.60
4.12	0.20	0.48	4.12	0.42	0.51	4.12	1.05	0.63
4.94	0.23	0.54	4.94	0.45	0.54	4.94	1.12	0.67
5.77	0.24	0.56	5.77	0.48	0.57	5.77	1.12	0.67
6.59	0.25	0.59	6.59	0.53	0.62	6.59	1.14	0.67
7.42	0.26	0.60	7.42	0.53	0.62	7.42	1.15	0.67
8.24	0.27	0.62	8.24	0.56	0.64	8.24	1.14	0.66
9.06	0.27	0.63	9.06	0.58	0.66	9.06	1.14	0.65
9.89	0.27	0.62	9.89	0.59	0.67	9.89	1.13	0.64
10.71	0.27	0.61	10.71	0.58	0.66	10.71	1.12	0.63
11.54	0.27	0.59	11.54	0.58	0.65	11.54	1.12	0.62
12.36	0.25	0.56	12.36	0.58	0.64	12.36	1.12	0.61
13.18	0.25	0.54	13.18	0.58	0.64	13.18	1.12	0.61
14.01	0.24	0.52	14.01	0.58	0.63	14.01	1.11	0.60
14.83	0.24	0.52	14.83	0.58	0.62	14.83	1.11	0.60
15.66	0.24	0.51	15.66	0.57	0.60	15.66	1.11	0.59
16.48	0.23	0.49	16.48	0.56	0.59	16.48	1.11	0.58

OBSERVACIONES:

Muestra tomada en campo por personal de INGENIOCONTROL
 Las muestras fueron remoldeadas a la densidad seca natural de 1.912 g/cm³ y a una humedad de 7.3%
 Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia de INGENIOCONTROL

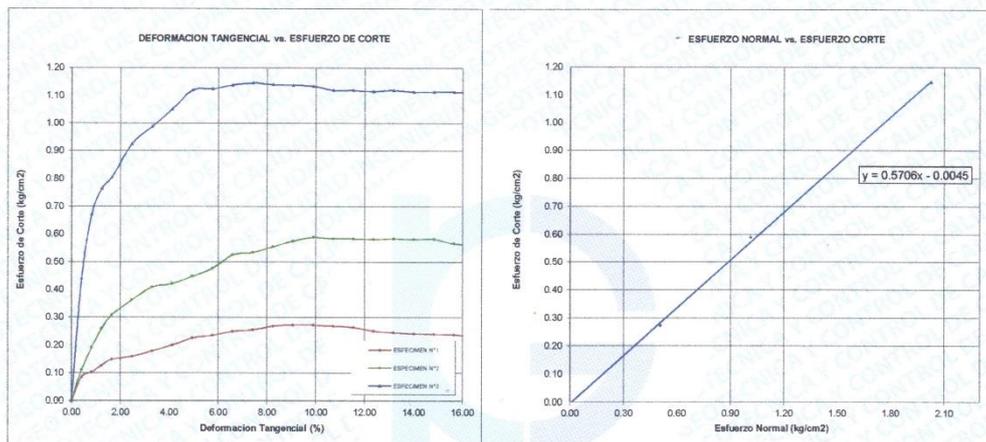
INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez-Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		CQC - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

	FORMATO		Código	AE-FO-020
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS		Versión	01
			Fecha	07-05-2018
			Página	2 de 2

Proyecto	: Comportamiento estructural de muros de contención en zonas de infiltración profunda, Chosica 2019	Registro N°:	IGC19-LEM-169-03
Solicitante	: Estefano Castro	Muestreado por :	Solicitante
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	J. Paulino
Ubicación de Proyecto	: Quebrada Carosio - Chosica	Fecha de Ensayo:	10/05/2019
Material	: Terreno existente	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---	Profundidad:	1.50 m
Sondaje / Calicata	: C-1	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080**

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:
 Cohesión @ : 0.00 kg/cm2
 Angulo de fricción (φ) : 29.7°

OBSERVACIONES:

Muestra tomada en campo por personal de INGEOCONTROL.
 Las muestras fueron remoldeadas a la densidad seca natural de 1.912 g/cm3 y a una humedad de 7.3%
 Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi G. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Calle 1 Mz. A Lt. 29 Urb. Los Portales de Chavin 4ta. Etapa - San Martín Porres - Lima
 Telf.: (01) 658-9784 Cel.: 924 513 299 930 267 190
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	FORMATO	Código	AE-FO-020
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 2

Proyecto	: Comportamiento estructural de muros de contención en zonas de infiltración profunda, Chosica 2019	Registro N°:	IGC19-LEM-169-06
Solicitante	: Estefano Castro	Muestreado por	: Solicitante
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por	: J. Paulino
Ubicación de Proyecto	: Quebrada Carosio - Chosica	Fecha de Ensayo:	20/5/2019
Material	: Terreno existente	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---	Profundidad:	1.50 m
Sondaje / Calicata	: C-2	Norte:	---
N° de Muestra	: M-2	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

ESPECIMEN 1			VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	23.9	mm	Altura Inicial:	23.9	mm	Altura Inicial:	23.9	mm
Lado de caja:	60.7	mm	Lado de caja:	60.7	mm	Lado de caja:	60.7	mm
Area Inicial:	28.9	cm ²	Area Inicial:	28.9	cm ²	Area Inicial:	28.9	cm ²
Densidad Seca:	1.795	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.795	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.795	gr/cm ³
Humedad Inic.:	14.3	%	Humedad Inic.:	14.3	%	Humedad Inic.:	14.3	%
Esf. Normal:	0.51	kg/cm ²	Esf. Normal:	1.01	kg/cm ²	Esf. Normal:	2.03	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.18	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.40	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.76	kg/cm ²

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (sfo)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (sfo)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (sfo)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.06	0.14	0.41	0.08	0.09	0.41	0.29	0.18
0.82	0.06	0.15	0.82	0.13	0.16	0.82	0.44	0.28
1.24	0.07	0.17	1.24	0.18	0.22	1.24	0.51	0.31
1.65	0.09	0.23	1.65	0.21	0.26	1.65	0.53	0.33
2.47	0.11	0.27	2.47	0.25	0.30	2.47	0.61	0.38
3.30	0.12	0.29	3.30	0.28	0.34	3.30	0.65	0.40
4.12	0.13	0.32	4.12	0.29	0.34	4.12	0.70	0.42
4.94	0.14	0.34	4.94	0.30	0.36	4.94	0.74	0.44
5.77	0.16	0.38	5.77	0.32	0.38	5.77	0.74	0.44
6.59	0.17	0.39	6.59	0.36	0.42	6.59	0.75	0.44
7.42	0.17	0.40	7.42	0.36	0.42	7.42	0.76	0.44
8.24	0.18	0.42	8.24	0.38	0.43	8.24	0.75	0.43
9.06	0.18	0.42	9.06	0.39	0.45	9.06	0.75	0.43
9.89	0.18	0.41	9.89	0.40	0.45	9.89	0.75	0.43
10.71	0.18	0.41	10.71	0.39	0.44	10.71	0.74	0.42
11.54	0.18	0.40	11.54	0.39	0.44	11.54	0.74	0.41
12.36	0.17	0.37	12.36	0.39	0.43	12.36	0.74	0.41
13.18	0.16	0.36	13.18	0.39	0.43	13.18	0.74	0.40
14.01	0.16	0.35	14.01	0.39	0.42	14.01	0.74	0.40
14.83	0.16	0.34	14.83	0.39	0.42	14.83	0.74	0.39
15.66	0.16	0.34	15.66	0.38	0.41	15.66	0.74	0.39
16.48	0.16	0.33	16.48	0.38	0.40	16.48	0.73	0.39

OBSERVACIONES:

Muestra tomada en campo por personal de INGEOCONTROL
 Las muestras fueron remoldeadas a la densidad seca natural de 1.795 g/cm³ y a una humedad de 14.3%
 Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

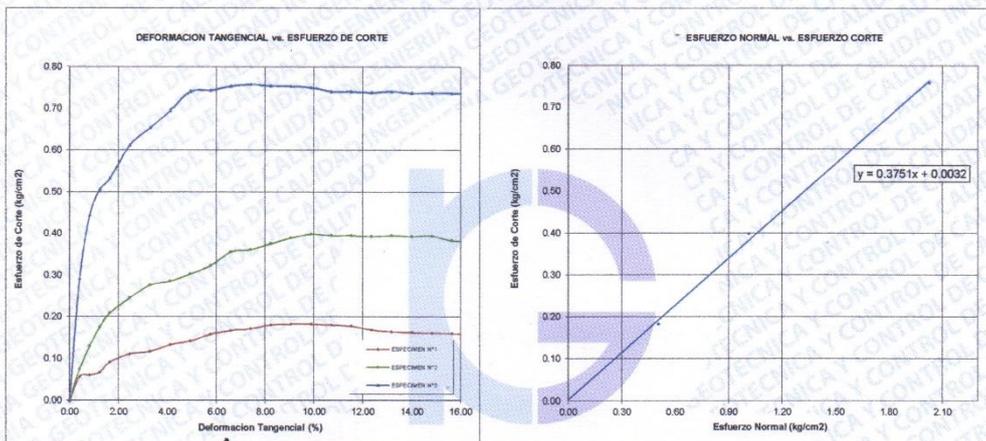
Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	FORMATO		Código	AE-FO-020
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS		Versión	01
			Fecha	07-05-2018
			Página	2 de 2

Proyecto	: Comportamiento estructural de muros de contención en zonas de infiltración profunda, Chosica 2019	Registro N°:	IGC19-LEM-169-06
Solicitante	: Estefano Castro	Muestreado por :	Solicitante
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	J. Paulino
Ubicación de Proyecto	: Quebrada Carosio - Chosica	Fecha de Ensayo:	20/5/2019
Material	: Terreno existente	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---	Profundidad:	1.50 m
Sondaje / Calicata	: C-2	Norte:	---
N° de Muestra	: M-2	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080**

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:
 Cohesión c : 0.00 kg/cm²
 Angulo de fricción ϕ : 20.6°

OBSERVACIONES:
 Muestra tomada en campo por personal de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD
 Las muestras fueron remoldeadas a la densidad seca natural de 1.795 g/cm³ y a una humedad de 14.3%
 Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingocontrol.com / informes@ingocontrol.com

ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO

	FORMATO	Código	AE-FO-12
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD Y EL PESO UNITARIO DEL SUELO EN EL LUGAR MEDIANTE EL MÉTODO DE CONO DE ARENA	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

PROYECTO : Comportamiento estructural de muros de contención en zonas de infiltración profunda, Chosica 2019 REGISTRO N°: IGC19-LEM-169-02

SOLICITANTE : Estefano Castro REALIZADO POR : R. Leyva
 CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR : J. Gutierrez
 UBICACIÓN DE PROYECTO : Quebrada Carosio - Chosica FECHA DE ENSAYO : 6/05/2019
 TURNO : Diurno

Capa : ---
 Procedencia : ---
 N° De Muestra : ---

**ENSAYO DE DENSIDAD NATURAL - MÉTODO DEL CONO DE ARENA
 ASTM D1556**

PRUEBA N°	UBICACIÓN DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS	PROFUNDIDAD m	CONTENIDO DE HUMEDAD %	DENSIDAD HÚMEDA g/cm ³	DENSIDAD SECA g/cm ³
1	C-1	1.50	7.3	2.050	1.910
2	C-1	1.80	7.3	2.054	1.914
		PROMEDIO	7.3	2.052	1.912



INGEOCONTROL SAC				
TECNICO LEM D: Nombre y firma: 	D:	JEFE LEM D: Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:	CCC - LEM D: Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Calle 1 Mz. A Lt. 29 Urb. Los Portales de Chavin 4ta. Etapa - San Martín Porres - Lima
 Telf.: (01) 658-9784 Cel.: 924 513 299 930 267 190
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA

	FORMATO	Código	AE-FO-11
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

PROYECTO : Comportamiento estructural de muros de contención en zonas de infiltración profunda, Chosica 2019 REGISTRO N°: IGC19-LEM-169-05

SOLICITANTE : Estefano Castro MUESTREADO POR : Solicitante
 CÓDIGO DE PROYECTO : --- ENSAYADO POR : B. Melgar
 UBICACIÓN DE PROYECTO : Quebrada Carosio - Chosica FECHA DE ENSAYO : 11/05/2019
TURNO : Diurno

Material : ---	Profundidad: ---
Sondaje : ---	Norte: ---
N° de Muestra : M-1	Este: ---
Progresiva : ---	Cota: ---

**ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS
ASTM D854**

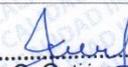
MÉTODO DE ENSAYO "B"

Gravedad específica de sólidos	---	2.67
Temperatura del agua destilada durante el ensayo	°C	22.5
Coefficiente de Temperatura (K)	---	0.99945
Gravedad específica de sólidos corregida por T°	gr.	2.67

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada en campo por el SOLICITANTE
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL
INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	FORMATO		Código	AE-FO-11
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1

PROYECTO : Comportamiento estructural de muros de contención en zonas de infiltración profunda, Chosica 2019
SOLICITANTE : Estefano Castro
CÓDIGO DE PROYECTO : ---
UBICACIÓN DE PROYECTO : Quebrada Carosio - Chosica

REGISTRO N°: IGC19-LEM-169-04
MUESTRADO POR : Solicitante
ENSAYADO POR : B. Melgar
FECHA DE ENSAYO : 17/05/2019
TURNO : Diurno

Material : ---	Profundidad : ---
Sondaje : ---	Norte : ---
N° de Muestra : M-2	Este : ---
Progresiva : ---	Cota : ---

**ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS
ASTM D854**

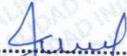
MÉTODO DE ENSAYO "B"

Gravedad específica de sólidos	---	2.43
Temperatura del agua destilada durante el ensayo	°C	22.5
Coficiente de Temperatura (K)	---	0.99945
Gravedad específica de sólidos corregida por T*	gr.	2.43

OBSERVACIONES:

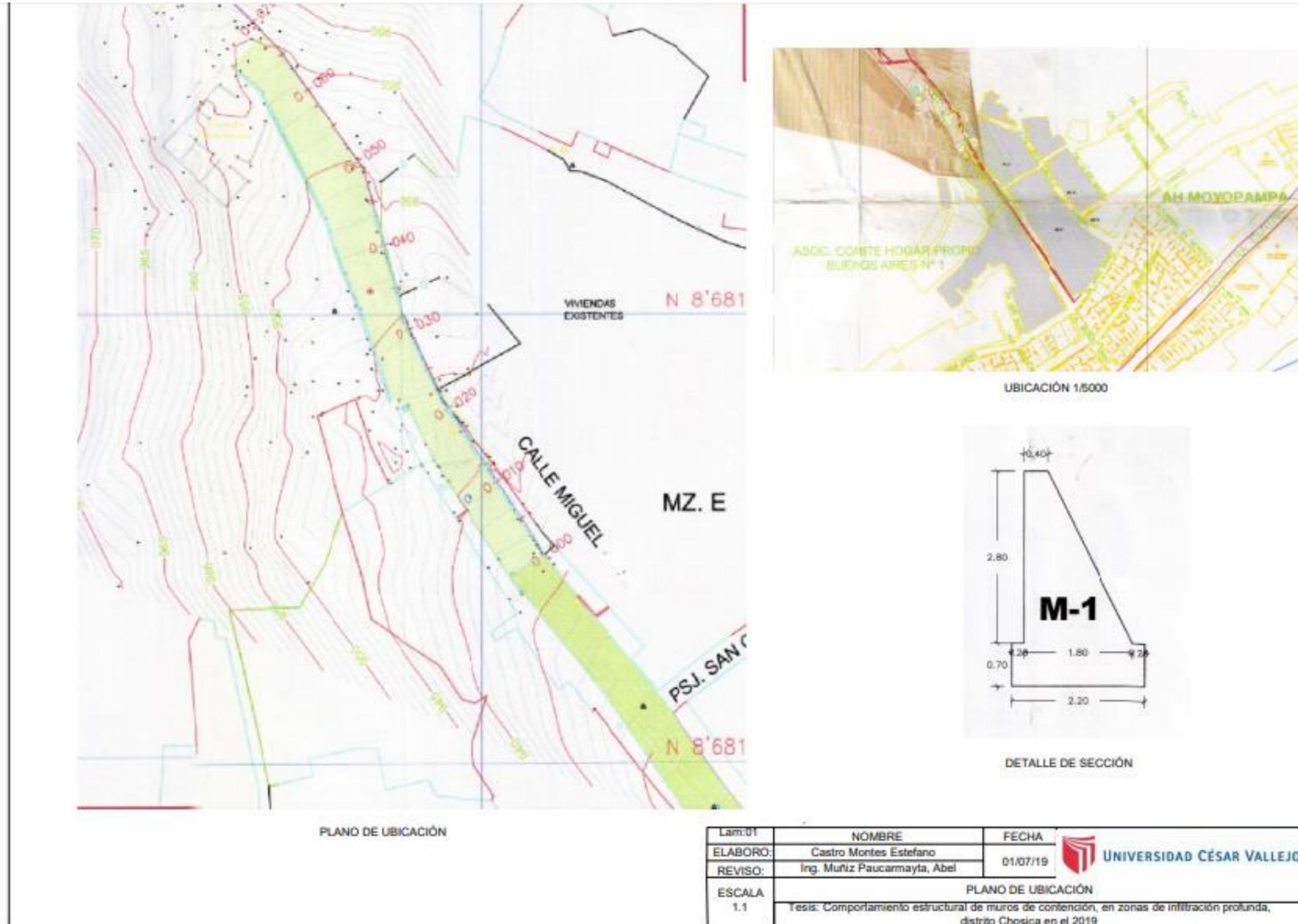
- * Muestra tomada en campo por el SOLICITANTE
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



INGEOCONTROL S.A.C.					
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	CCG - LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE DE PROYECTOS Y ESTUDIOS INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Mz. B Lote 11 Urb. Ampliación Los Portales de Chavín 4ta etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 6853852 Cel.: 924 513 299
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

E) PLANOS



Lam:01	NOMBRE	FECHA	 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
ELABORÓ:	Castro Montes Estefano	01/07/19	
REVISÓ:	Ing. Muñiz Paucarmayta, Abel		
ESCALA	PLANO DE UBICACIÓN		
1:1	Tesis: Comportamiento estructural de muros de contención, en zonas de infiltración profunda, distrito Chosica en el 2019		

F) PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 24. Muro de mampostería Quebrada Carosio



Figura 25. Condiciones actuales del muro de mampostería



Figura 26. Calicata en Quebrada Carosio.



Figura 27. Vegetación existente en el relleno del muro de contención



Figura 28. Medición de infiltración- método del cilindro



Figura 29. Muestra de suelo en Laboratorio



Figura 30. Granulometría de la muestra de suelo



Figura 31. Tamizando la muestra de suelo



Figura 32. Material al horno para contenido de humedad.



Figura 33. Ensayo corte directo

G) PROCEDIMIENTO COMPUTACIONAL SAP 2000

- Configurar las unidades y elección de la plantilla
- Se configura las coordenadas y ejes (data grid)

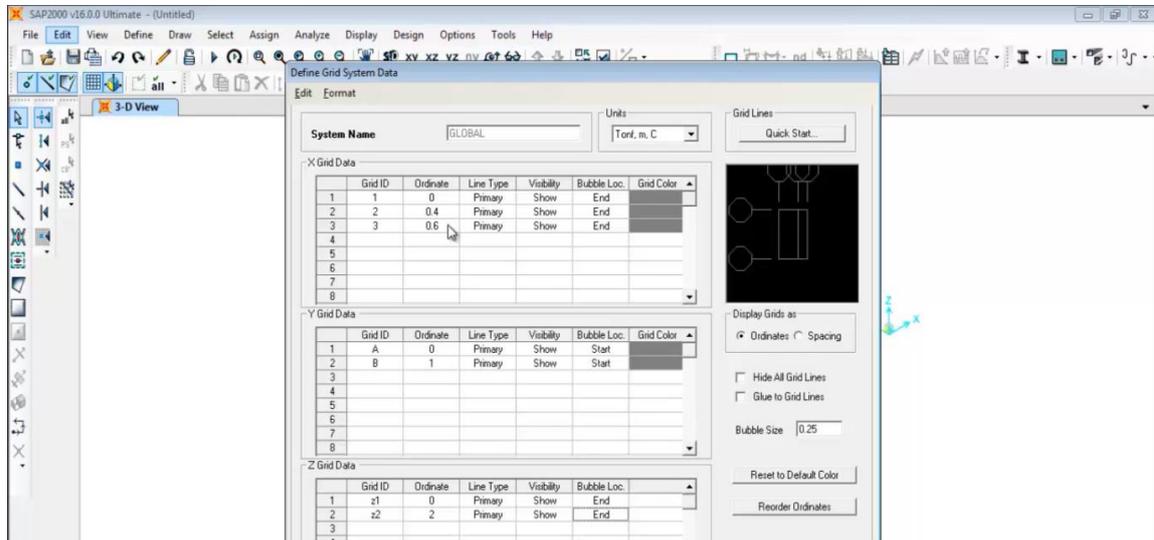


Figura 34. Sistema de coordenadas y ejes (data grid)

Fuente: Sap 2000

- Definimos materiales

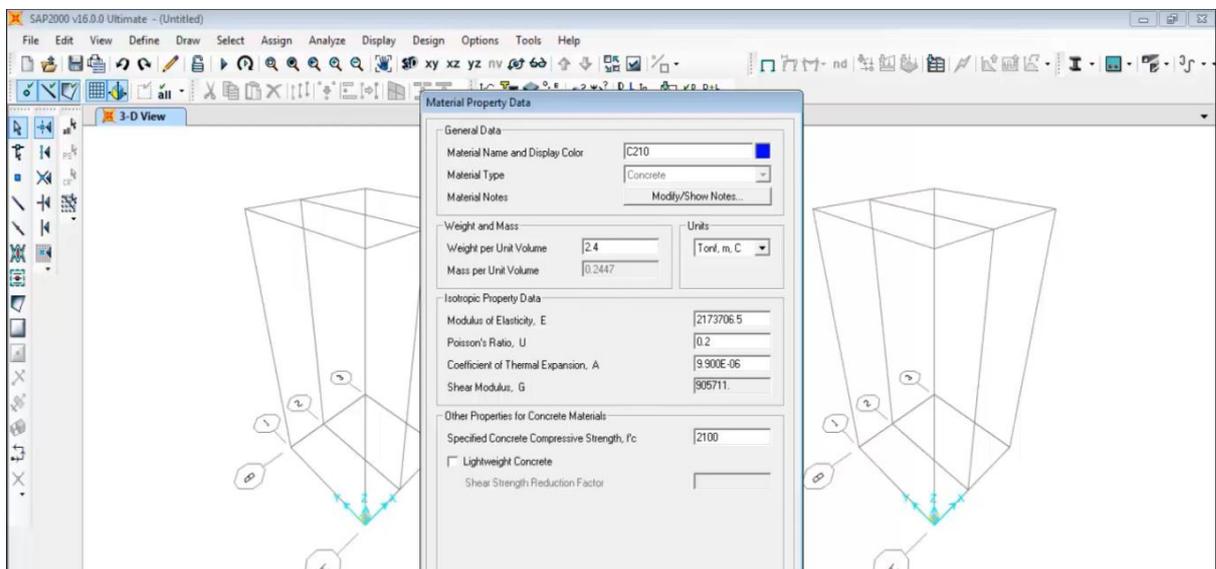


Figura 35. Definición de materiales-concreto

Fuente: Sap 2000

d) Definimos la sección de elementos estructurales

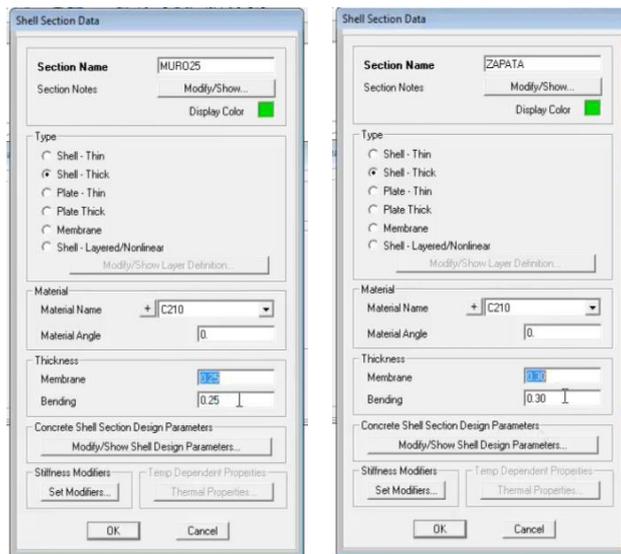


Figura 36. Definición de secciones estructurales
Fuente: Sap 2000

e) Dibujo y asignación de elementos estructurales

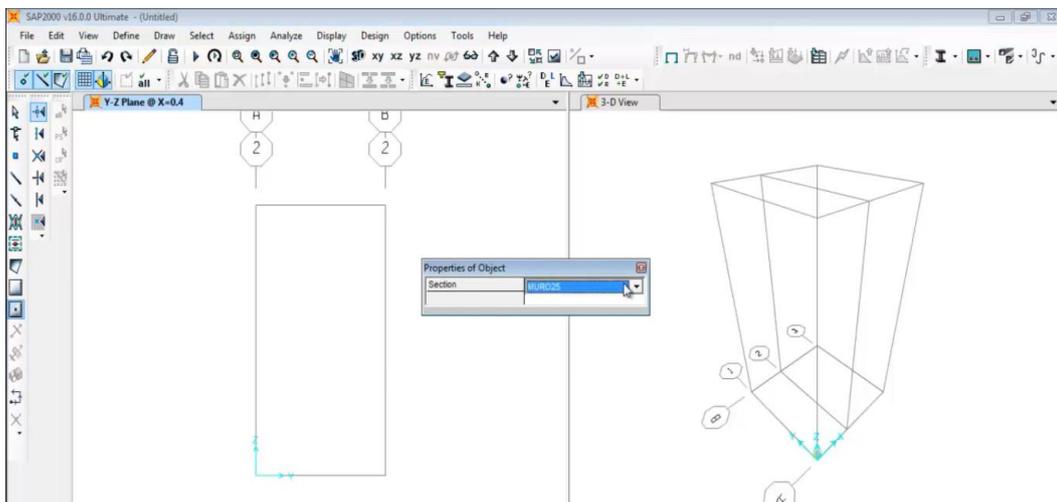


Figura 37. Dibujo y asignaciones de elementos estructurales del muro de contención
Fuente: Sap 2000

f) Discretización de la estructura

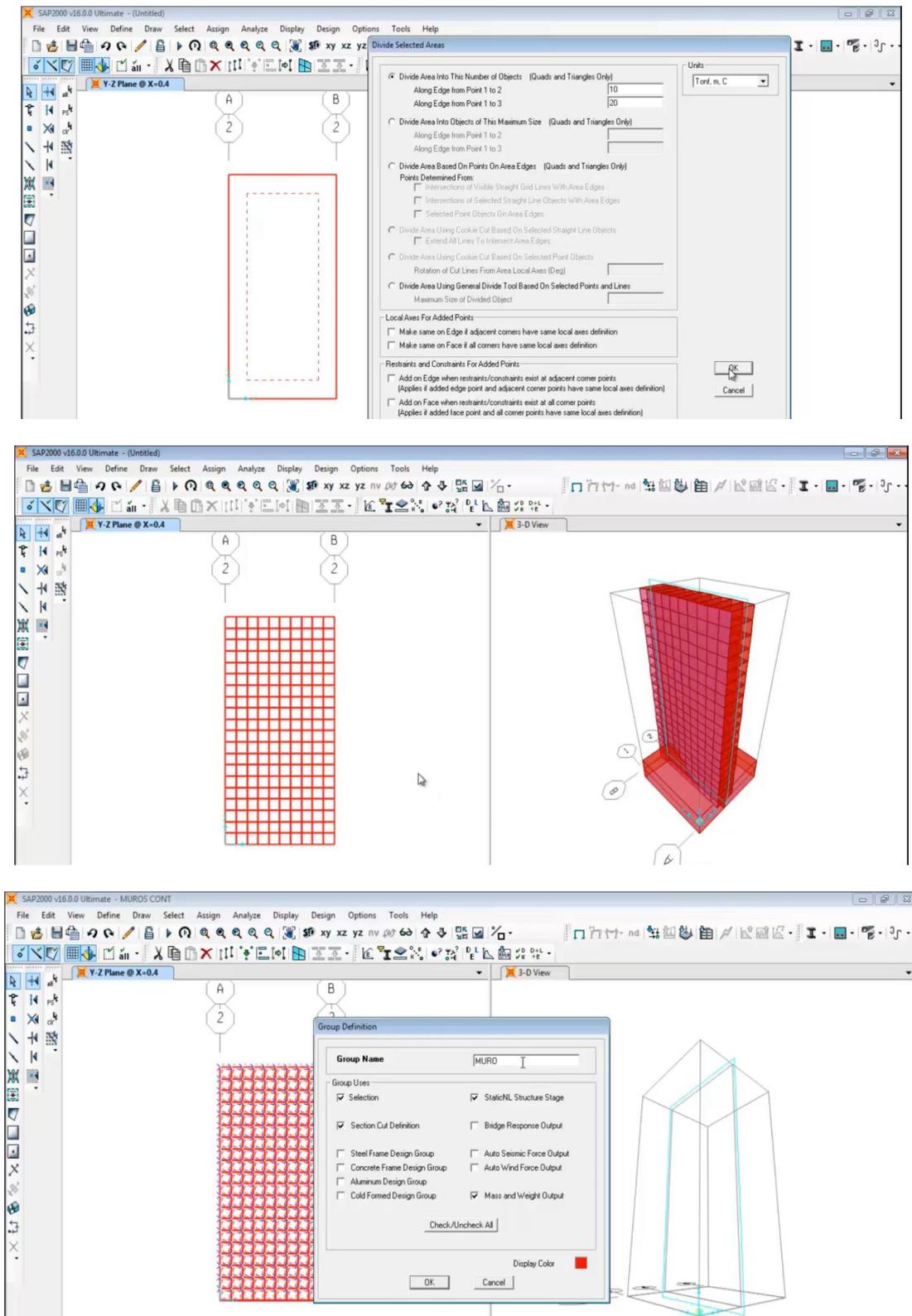


Figura 38. Discretización de la estructura
Fuente: Sap 2000

g) Asignación de nudos patrón

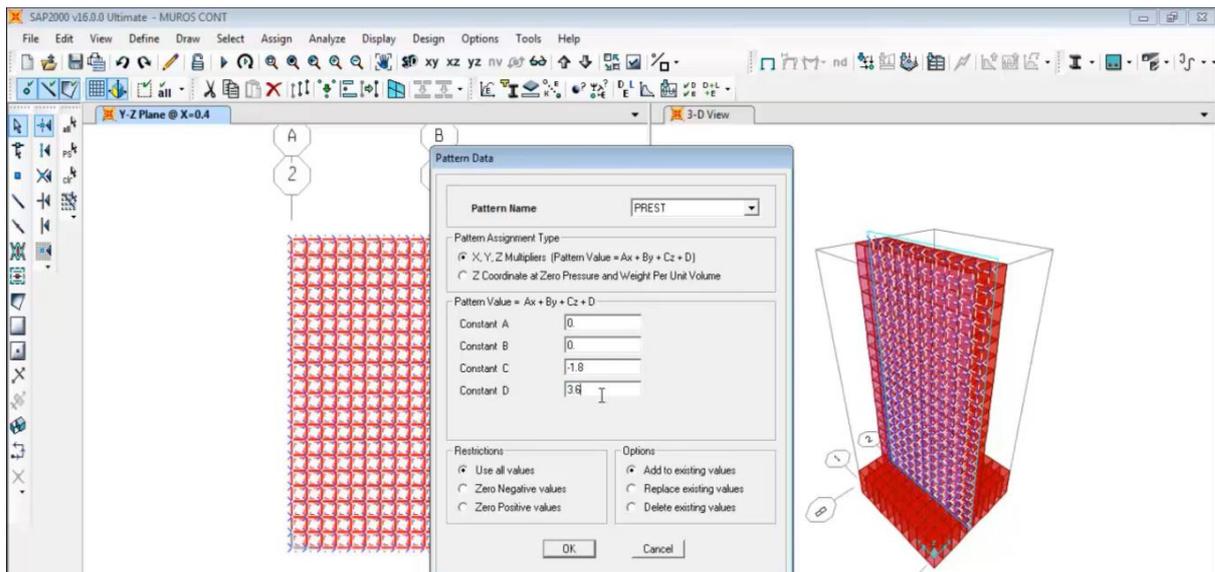


Figura 39. Definición de nudos patrón
Fuente: Sap 2000

h) Asignación nudos spring a la zapata

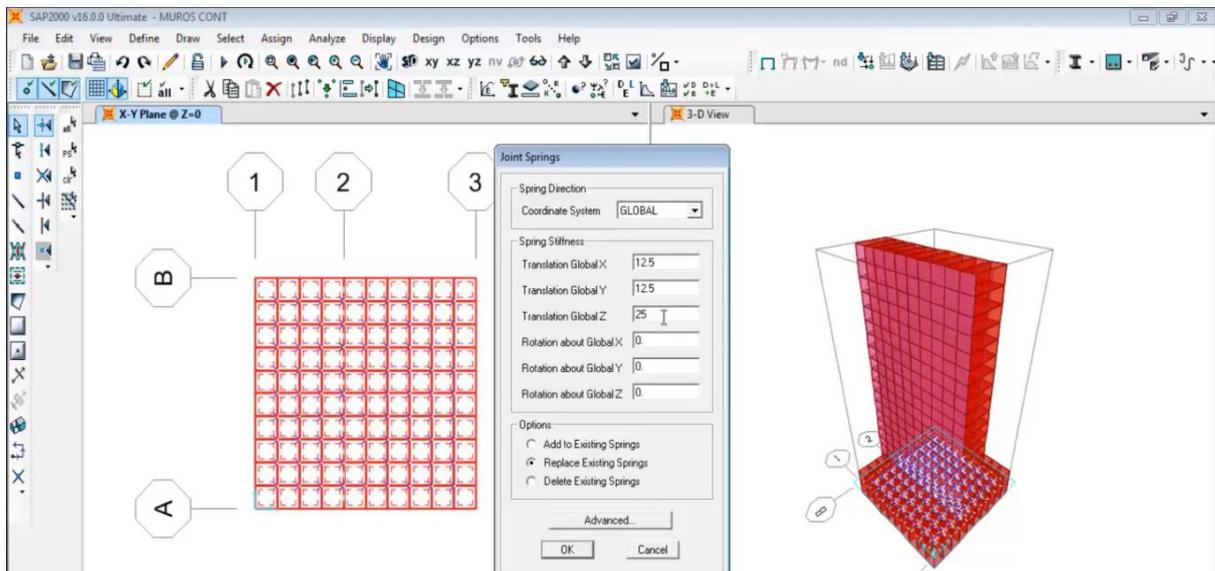


Figura 40. Asignación de apoyos en zapata
Fuente: Sap 2000

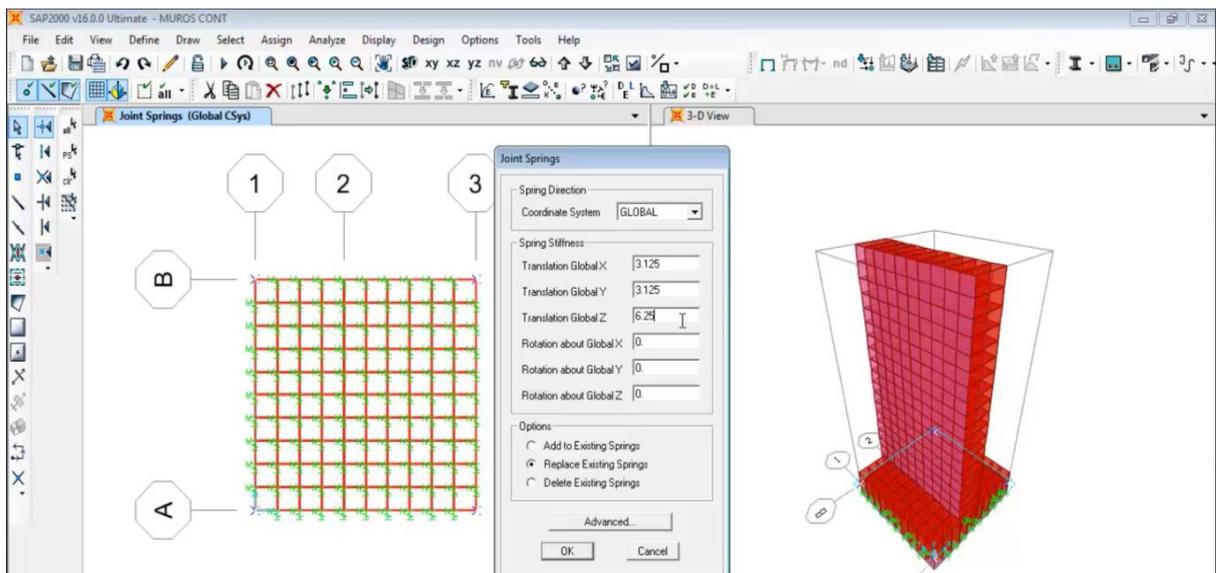
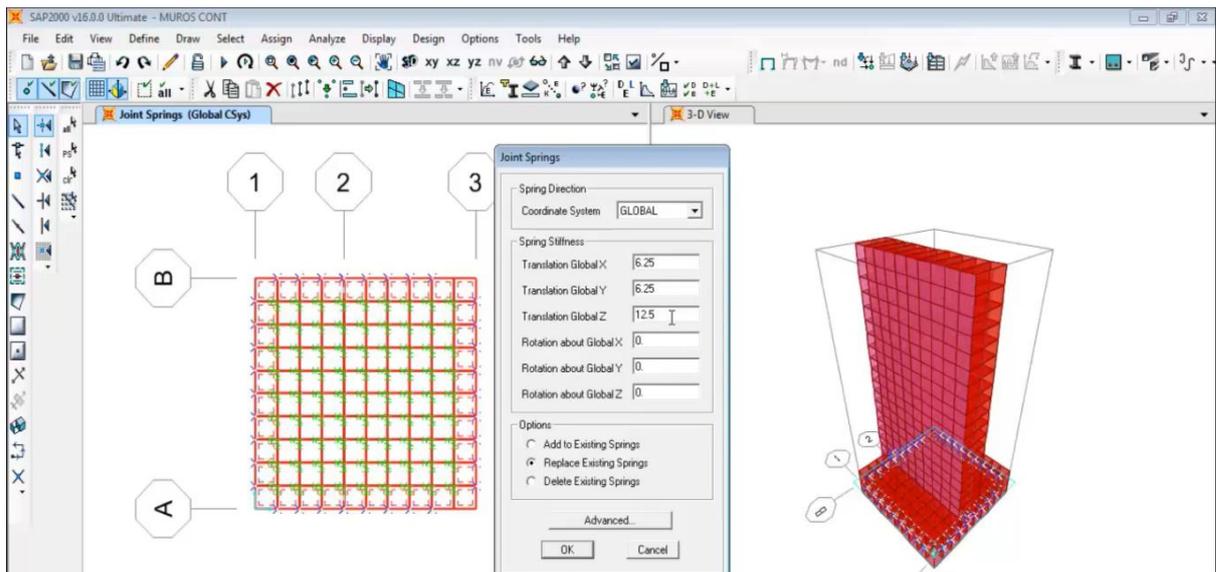


Figura 41. Asignación de apoyos en zapata- Nudo esquina
Fuente: Sap 2000

i) Combinaciones de carga

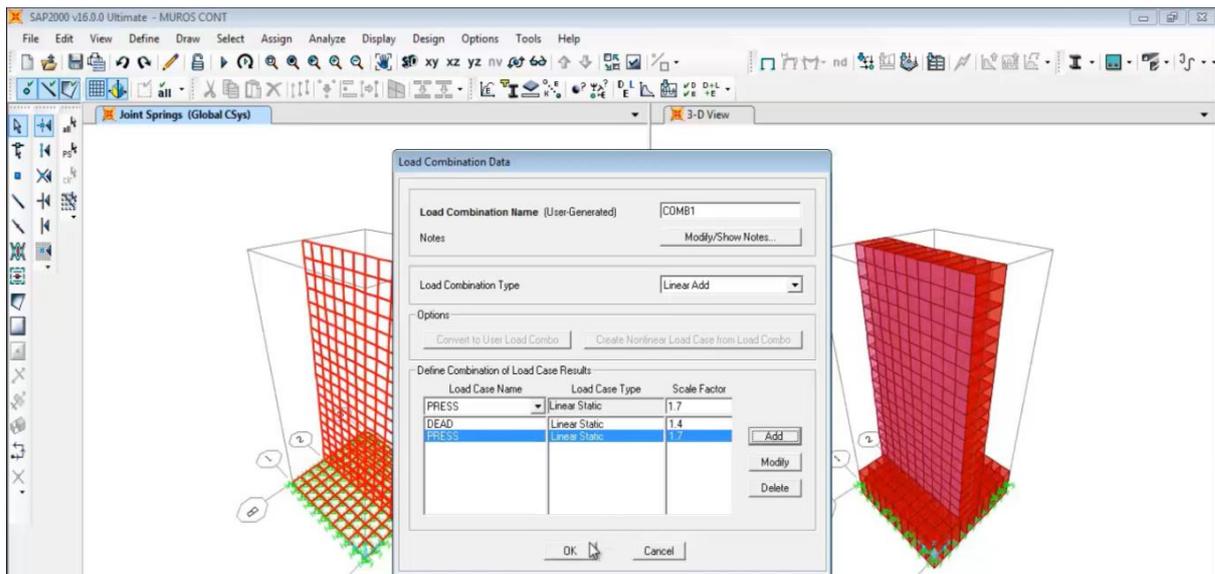


Figura 42. Definición de combinación de carga
Fuente: Sap 2000

j) Ejecución del programa

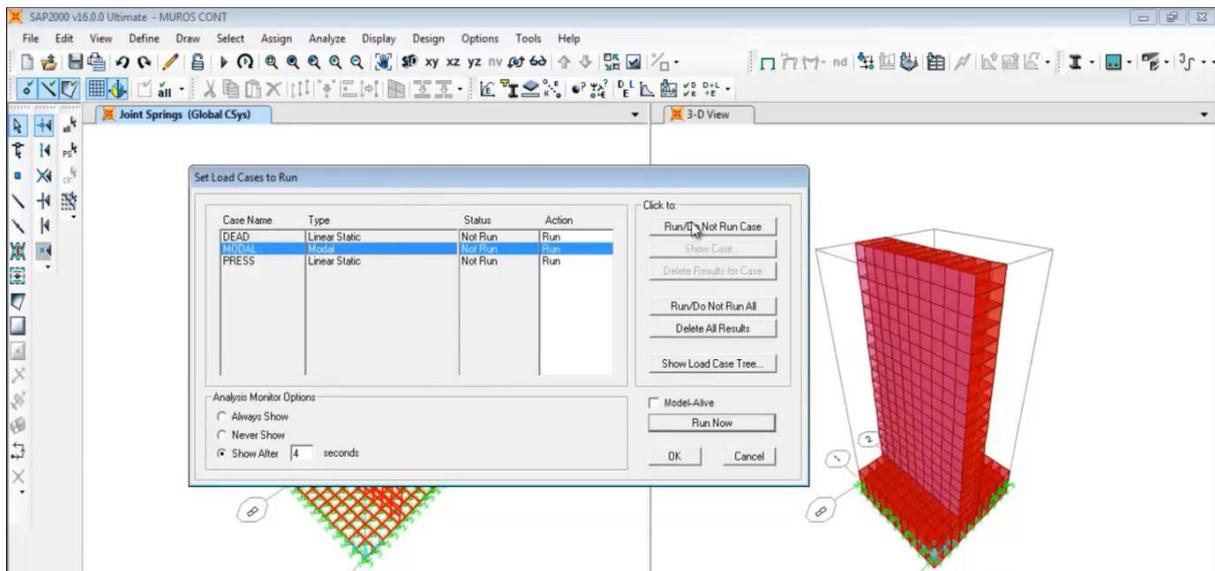


Figura 43. Ejecución del programa
Fuente: Sap 2000

k) Recojo de resultados

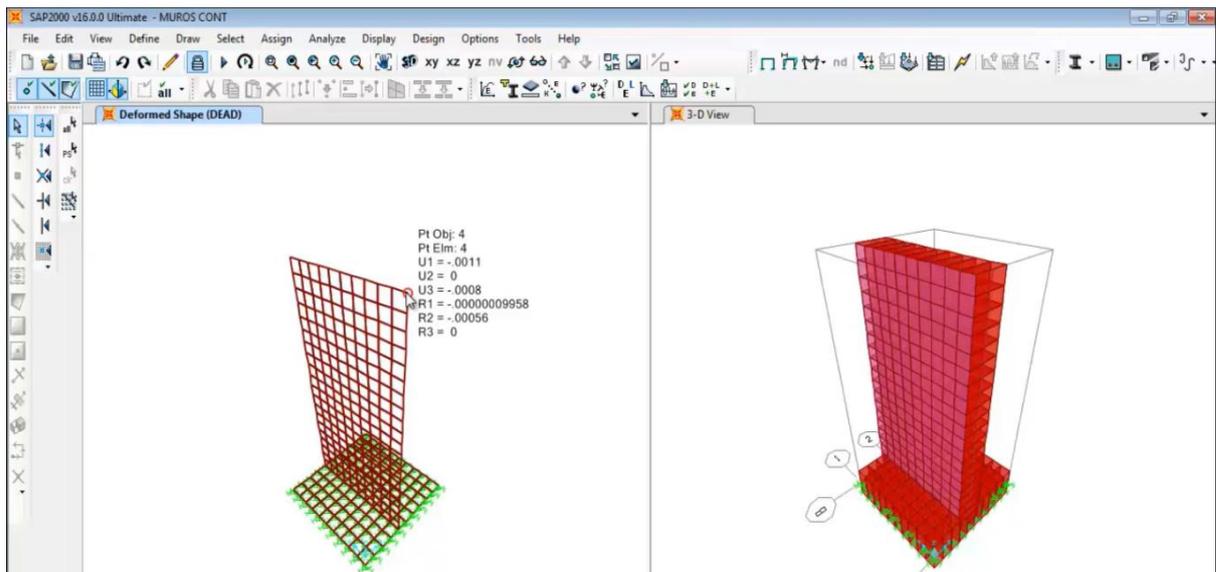


Figura 44. Resultados desplazamientos-momentos de volteo
Fuente: Sap 2000