



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Análisis de un sistema de muro anclado de un sótano de dos niveles en un suelo arenoso, Ventanilla-2019”

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

**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Minaya Vásquez, Roberto Junior (ORCID: 0000-0003-2705-6269)

**ASESOR:**

Mg. Raúl Antonio Pinto Barrantes (ORCID: 0000-0002-9573-0182)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico Y Estructural

LIMA – PERÚ

2019

## **Dedicatoria**

A mis padres Alfonzo y Grabiela, quienes siempre estuvieron apoyándome para lograr mis metas, por formarme con buenos valores y costumbres, y hacer de mi persona cada día mejor. Este triunfo es para ustedes, muchas gracias.


Un ejemplo para mis hermanos que se sientan orgulloso de mi persona y que todo se puede lograr con esfuerzo.

### **Agradecimiento**

A Dios. Gracias por haber estado siempre con nosotros en nuestros momentos difíciles, por mantenernos con salud, serenidad, fortaleza y sabiduría y que ha Guido el camino en mi vida.

A mi asesor Mg. Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio, por el apoyo y oportunidad de desarrollar este trabajo de título, además de su simpatía.

## Página del Jurado

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a)

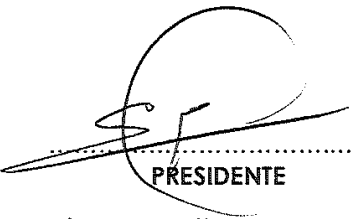
..... *Minaya Vasquez Roberto Junior* .....  
 (Apellidos, Nombres)

Cuyo título es:

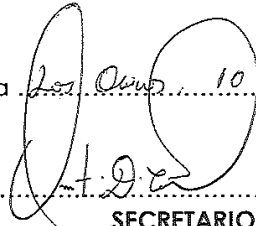
“..... *Análisis de un sistema de muro anclado de un sistema*  
 ..... *de dos niveles en un suelo arenoso, Ventanilla - 2019* .....  
 ..... ”

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:


..... 14 ..... (número) ..... CDTORCE ..... (letras).

  
 .....  
**PRESIDENTE**

..... *Mg. Ing. Hucarrato Casquillas Enrique* .....  
 (Grado Apellidos, Nombre)

Lugar y fecha *Los Olivos, 10 de Julio 2019*  
 .....  
  
**SECRETARIO**

..... *Dr. Ing. Tello Malpartida Omar D.* .....  
 (Grado Apellidos, Nombre)

  
 .....  
~~VOCAL~~  
 ..... *Mg. Ing. Pinto Barrantes Raul A.* .....  
 (Grado Apellidos, Nombre)

**NOTA:** En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el estudiante debe levantar las observaciones para dar el pase a Resolución.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

## Declaratoria de Autenticidad

Yo, Roberto Junior Minaya Vásquez con Documento Nacional de Identificación (DNI) N°77027192, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se muestra en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento y omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 10 de julio del 2019



Roberto Junior Minaya Vásquez

DNI N°:77027192

## ÍNDICE

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del Jurado .....	iv
Declaratoria de Autenticidad .....	v
Índice.....	vi
RESUMEN.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO .....	38
2.1. Tipo y diseño de investigación .....	39
2.2. Operacionalización de variables .....	40
2.3. Población, muestra.....	43
2.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	43
2.5. Procedimiento.....	45
2.6. Métodos De Análisis de datos .....	45
2.7. Aspectos éticos .....	45
III. RESULTADOS.....	46
IV. DISCUSIÓN.....	108
V. CONCLUSIONES .....	113
VI. RECOMENDACIONES .....	116
REFERENCIAS .....	118
ANEXOS.....	127

## RESUMEN

La presente tesis para optar por el título de ingeniero civil, tuvo como objetivo principal el determinar la influencia de las características físicas y mecánicas del suelo arenoso para analizar y diseñar el sistema de muro anclado, Ventanilla-2019, es por ello que se designó la tesis como análisis de un sistema de muro anclado de un sótano de dos niveles en un suelo arenoso, el motivo fundamental para el desarrollo de este trabajo fue que la población está creciendo verticalmente en los últimos años y para ello necesita sótanos de dos a más niveles para edificaciones mayores de 6 pisos en este tipos de suelo, se tiene muros con espesores de 30 cm, 60 cm, 80 cm y hasta un 1.00 m, y estos espesores se utilizan de acuerdo a las profundidades, como lecciones aprendidas se tiene en cuenta que no debe ser mayor 8.00 m en suelos compactados pero en suelos arenosos solo hasta 4.00m de profundidad como máximo, el cual puede ser empleado el sistema de muro anclado con espesores mínimos como 25 cm para estos tipos de suelos arenoso, puesto que, el suelo arenoso influye de manera eficiente en el análisis y diseño del muro anclado. Para el desarrollo de esta tesis, se tomó como población una vivienda de 393.25 m<sup>2</sup> ubicado en San Pablo Mz. A Lt. 21, Ventanilla. El método es científico porque vamos a investigar sobre los antecedentes ya concluidos con enfoque cuantitativo, tipo aplicada, descriptivo y experimental ya que lo vamos a realizar en SAP2000.

Se eligió el espesor mínimo del muro anclado para todos los paños, se obtuve un desplazamiento para el sótano 1 es de 3.5 mm en el eje x-x y para el sótano 2 es de 4.4 mm en el eje x-x, y las deformaciones máximas es de 0.08% de deformación en el eje x-x del sótano 1, y 0.112% en el sotana 2, en los anclajes con 11 m de longitud libre y 8 metros de longitud del bulbo con una tensión de 48.45 tn/m. Se concluye que los estudios de penetración estándar al conocer sus características físicas y mecánicas del suelo tienen mayor efecto al analizar y diseñar el muro anclado. Se puede diseñar con el mínimo espesor pero utilizando anclajes y con el factor de seguridad del suelo que altera a al muro es de 80% que interfiere en el EMS.

**Palabras clave:** suelos, muro anclado, sótanos, anclaje tradicional, concreto, muro estructural.

## ABSTRACT

The present thesis to opt for the title of civil engineer, had as main objective to determine the influence of the physical and mechanical characteristics of the sandy soil to analyze and design the anchored wall system, Ventanilla – 2019, that is why the thesis as an analysis of an anchored wall system of a two-level basement in a sandy soil, the fundamental reason for the development of this work was that the population is growing vertically in recent years and for this reason it needs basements of two or more levels for buildings over 6 floors in this type of floor, there are walls with thicknesses of 30 cm, 60 cm, 80cm and up to 1.00 m, and these thicknesses are used according to the depths, as lessons learned have in account that it should not be greater than 8.00 m in compacted soils but in sandy soil only up to 4.00 m deep as maximum, which can be used the anchored wall system with thickness it is minimum as 25 cm for these types of sandy soil, since, the sandy soil influences efficiently in the analysis and design of the anchored wall. For the development of this thesis, a house of 393.25 m<sup>2</sup> located in San Pablo was taken as a population Mz. A Lt. 21, Ventanilla. The method is scientific because we are going to investigate the background already concluded with a quantitative approach, type applied, descriptive and experimental since we are going to do it in SAP2000.

The minimum thickness of the anchored wall as chosen for all the panels, a displacement was obtained for the basement 1 is 3.5 mm in the x-x axis and for the basement 2 it is 4.4 mm in the x-x axis. And the maximum deformations is 0.08 % deformation in the x-x axis of basement 1, and 0.112 % in the cassolet 2, in the anchors with 11 m of free length and 8 meters of length of the bilb with a tension of 48.45 tn/m. it is concluded that the standard penetration test to know their physical and mechanical characteristics of silt have greater effect when analyzing and designing the anchored wall. It can be designed with the minimum thickness but using and with the soil safety factor that alters the wall is 80 % that interferes with the EMS.

Keywords: floors. Anchored wall, basements, traditional anchoring, concrete structural wall.



## **I. INTRODUCCIÓN**

## REALIDAD PROBLEMÁTICA:

En el presente año, en el área de la construcción de sótanos, es un tema de gran magnitud que con lleva la importancia del sostenimiento de empujes de grandes masas del suelo. Por lo cual en la industria de la construcción varios países están creciendo verticalmente a lo que con lleva tener unas excavaciones profundas que a su vez se realizan muros que permitirá a sostener para seguir con los otros procesos constructivos hasta llegar con la profundidad proyectada. En ese sentido la construcción en la cual son importantes tareas a generar el empleo laboral con un buen pago salarial, ya que son las tareas más peligrosas a realizar.

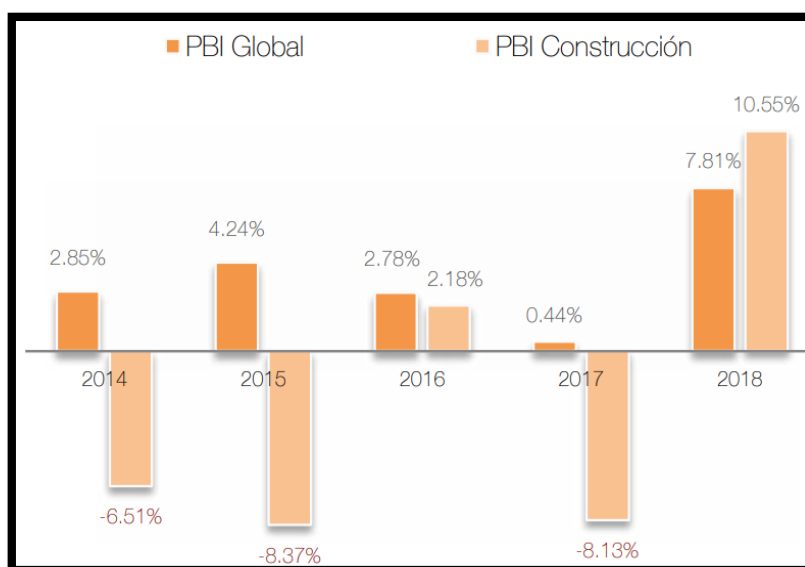


Figura 1. El PBI Global y el PBI de la construcción 2014-2018.

Fuente: CAPECO INEI

En el presente año del mes de abril, de acuerdo con la información recolectada del INEI, en la actividad **constructora**, se llegó tener un registro de incrementación de 10.55 % respecto al mismo mes del año anterior como se visualiza en la figura 1.

Los ingenieros civiles cada día que pasa se encuentran con varios problemas vinculado con la retención de los suelos y buscar métodos para mejorar la estabilización de los empujes, con el crecimiento de la ciudad se han tenido que encontrar con el problema de las limitaciones de expansión horizontal, que nos vemos obligados de aprovechar todo el espacio del terreno hasta donde se pueda diseñar y a su vez tener la economía suficiente para construirla (ver figura 2).



*Figura 2.* El país continúa creciendo hacia arriba.

Fuente: Exitosanoticia.pe

El avance tecnológico en la construcción se ha abarcado en el tema de estructuras alternativas entre estas se mencionan suelo claveteado, gaviones, calzaduras, muros pantalla, los muros anclados, todas estas técnicas ayudan a sostener el deslizamiento del suelo, en la cual usaremos la técnica de muro anclados ya que no hay informaciones detalladas y claras para llevarse a cabo el sistema de muro con anclas.

Precedentemente, se realizaba la técnica de calzadura, pero esta técnica invade al terreno del vecino que puede causar costosas pérdidas materiales y también es muy peligrosa para el personal involucrado, debemos contar con personas con experiencia y alta confianza para realizar estas actividades y no vuelvan a pasar como en surco del año pasado 2018. Los edificios grandes, siempre tienen sótanos de muchos niveles para ser usado como estacionamientos vehiculares (ver figura 3) con fines de cumplir con ciertas exigencias de las municipalidades.



*Figura 3.* Estacionamiento de un edificio

Fuente: Oniria Arquitecto y Diseño Interior

En esta tesis se analizará muros anclados para un sótano de dos niveles con un suelo arenoso, estos sistemas son empleados por la seguridad que hoy en día se tiene y su eficiencia, por la cual llevará mayores estudios de geotécnico, existen parámetros para el diseño de los anclajes, como la adherencia en la interacción terreno – encalado de cemento, en la cual el bulbo del anclaje ayuda a absorber los empujes del suelo, ayudando al suelo a sostenerse del deslizamiento, que a su vez sirven como muro estructural o placas como apoyo para todo el edificio.

Hay diversas técnicas para el anclaje de retención de muros, pero hay escasos estudios que se desarrollen con claridad y detallada las ventajas y desventajas de sus usos.

En el presente informe se realizará la investigación y análisis de los muros anclados en un suelo arenoso para la realización de construcción de dos niveles de sótanos en el distrito de Ventanilla - Perú.

## **TRABAJOS PREVIOS**

Los estudios preliminares que velen con la relación con el actual trabajo de investigación, tenemos:

### **Antecedentes Nacionales**

(Rengifo Reátegui, 2015). En la tesis titulada “MUROS ANCLADOS EN ARENAS, ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE TÉCNICAS DE ANCLAJES” tesis para optar el título de ingeniero civil en la Pontificia Universidad Católica del Perú. **Objetivos**, su objetivo es describir y realizar el diseño geotécnico de terreno y bien especificado para los distintos tipos de anclajes en los muros de un suelo arenoso con una profundidad de 9 metros de profundidad y se **concluye** con los siguientes; es de mayor importancia conocer los esfuerzos que actúan sobre el terreno, por la cual se deberá llevar a cabo un mayor estudio de mecánica de suelos, tenemos el primer nivel de los anclajes de una profundidad del muro ficticio  $Z=6.15\text{m}$  y su ángulo de  $39.9^\circ$  se tuvo un centro de transmisión de esfuerzo  $2.06\text{KN/m}$ , y para el segundo nivel de anclajes con una profundidad del muro ficticio  $Z=10.02\text{m}$  y su ángulo de  $39.9^\circ$  se tuvo un centro de transmisión de esfuerzo de  $2.00\text{KN/m}$  y para el tercer nivel de anclajes un diseño con los esfuerzos actuantes y a su vez fuerzas de los anclajes con una profundidad del muro ficticio de  $12.24\text{m}$  y su ángulo de  $39.9^\circ$  se tuvo un centro de transmisión de esfuerzo de  $1.90\text{KN/m}$ . sus coeficientes de seguridad tiene que ser mayor a 1.5 ahora obteniendo esos resultados se calculó la longitud de los anclajes que la

mitad del anclaje tiene 6.26m y de la mitad hasta el inicio del bulbo se tiene 2.75 y por ultimo tenemos la longitud del bulbo es de 4m, con una lechada de cemento de  $t=120\text{KN}/\text{m}^2$  que en total tenemos 13 m, el tipo de anclaje es provisional o también anclajes temporales por motivos de que las losas reemplazaran a los anclajes para la estabilización.

El **aporte** fue el beneficio de usar la técnica de anclaje de cables post tensado temporales en la cual se obtuvieron como resultados de cada anclaje tiene 13 ml, que cada vez que tenía una profundidad diferente su esfuerzo fue disminuyendo por cada excavación.

(Bernales Luna, 2018) En la tesis titulada “ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN EDIFICIO DE CONCRETO ARMADO DE DOS SÓTANOS Y SIETE PISOS UBICADO EN EL CERRO COLORADO - AREQUIPA” tesis para optar el título de ingeniero civil en la Universidad Nacional de San Agustín - Perú. Tiene como **objetivo** en desarrollar los conocimientos adquiridos para el análisis y diseño de los muros de contención de sótanos considerando la estabilidad estructural de las construcciones vecinas.

Y se **concluye** lo siguiente: para tener resultados mucho más exactos se hizo un análisis dinámico, el cual según la norma E-0.30 se tuvo que escalar al 90% de la cortante basal estático debido que la estructura diseñada tiene irregularidad, por ellos fue que el sismo dinámico en la dirección X-X se amplificó un factor de 1.195 y en la dirección Y-Y, 1.078, se llegó a tomar como solución ante la estabilidad y seguridad de las edificaciones vecinales el muro anclado como alternativa de solución ante el problema que tiene mejores resultados a los empujes y seguridad mediante los cálculos realizados, se consideró una proyección de un edificación vecinal de 7 pisos con una carga de  $1\text{ tn}/\text{m}^2/\text{piso}$ , por la cual utilizaron muro de espesor de 25 cm y en la zona de anclaje un ensanchamiento a 35 centímetros en un área de  $30 \times 30\text{ cm}^2$  para que así se pueda controlar el punzonamiento, se tiene un Angulo de perforación del anclaje de  $30^\circ$  para cumplir los 4.5 metros como mínimo medidos desde el fondo del bulbo hasta la superficie. El **aporte** es, que se deben hacer elementos estructurales, principalmente placas, de tal manera que no tengan irregularidades extremas ni irregularidades por torsión, validar los resultados obtenidos por los distintos softwares utilizados recordando siempre que los programas solamente son herramientas de ayuda y jamás se van anteponer a un criterio responsable de un ingeniero.

(Sosa Gutierrez y Vélchez Dávila, 2017). En la tesis titulada “OPTIMIZACIÓN DE ANCLAJES POST-TENSADOS APLICADOS A LA EJECUCIÓN DE MUROS ANCLADOS EN EL PROYECTO CENTRO COMERCIAL PLAZA SURCO” tesis para optar el título de ingeniero civil en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas - Perú. Tiene como **objetivo** de optimizar el proyecto de las anclas post-tensados, realizado a la terminación de los muros con anclas y también métodos enunciado por la federal highway, administration, denominado FHWA; para que puedan realizar un diseño terminado de las anclas post-tensados. Y se **concluye** lo siguiente: en base de una revisión de normas extranjeras (FHWA, el manual e carreteras, entre otras) se llegó un diseño con resultados de calidad con el método de FHWA, cambiando principalmente la longitud libre y su vez longitud del bulbo, que la investigación teórica-aplicativa mejoro de una manera eficiente y eficaz. El **aporte** fue que no se debe aplicar el 60 % de la resistencia última del tendón.

Se mostrará para los perfiles estratigráficos del terreno que son muy importante para el análisis del muro anclado ya que de esto dependerán los diseños de muro y los diseños de anclajes con ciertas longitudes.

**Tabla 1.** Datos de mecánicas de suelo del proyecto centro comercial plaza surco.

<b>Parámetros Geotécnicos</b>	<b>Estrato 1</b>	<b>Estrato 2</b>	<b>Estrato 3</b>
Profundidad	(0-5) m	(5-9) m	(9 - 13) m
Tipo de suelo	GP. Grava mal graduada con piedra redondeadas	GP. Grava mal graduada con piedras redondeadas	GP. Grava mal graduada con piedras redondeadas
Angulo de fricción ( $\phi$ )	37-39°	38-40°	38 - 40°
Cohesión (C)	10 a 12 KN/m2	12 a 16 KN/m2	16 a 20KN/m2
Tamaño promedio TP	1” - 2”	1” - 2”	1” - 2”
Tamaño máximo TM	8” - 16”	8” - 16”	8” - 16”
Densidad relativa del suelo Dr.	Medianamente densa a muy densa Dr >75%	Medianamente densa a muy densa Dr >75%	Medianamente densa a muy densa Dr >75%
Peso específico del suelo $\gamma_s$	1.80 kg/cm3	1.85 kg/cm3	1.9 kg/cm3
Contenido de humedad w%	1.10 - 9.50%	1.10 - 9.50%	1.10 - 9.50%
Contenido de grava G%	75 - 65%	75 - 65%	75 - 65%
Contenido de Arenas A%	28 - 32 %	28 - 32%	28 - 32%
Contenido de finos F%	2 - 3%	2 - 4%	3 - 5%

Fuente: Expediente técnico C.C. plaza surco

El beneficio para el cliente se llegó optimizar de una forma muy eficiente, por la cual, cumpliendo así el objetivo general, según el expediente técnico de centro comercial plaza surco muestra que las características físicas del suelo están entre el 55 % para continuar con el diseño de muro anclado y las características mecánicas del suelo interviene el 80% del (EMS).

(Ugaz Joan, 2018). En el trabajo de suficiencia titulada “ANÁLISIS TÉCNICO DE USO DE MURO ANCLADOS Y EMPOTRADOS PARA EXCAVACIONES PROFUNDAS EN SUELOS GRAVOSOS Y RELLENOS” trabajo de suficiencia profesional para optar el título de ingeniero civil en la Universidad San Ignacio de Loyola – Perú. Tiene como **objetivo** en describir la fórmula del diseño de los muros anclas empotradas para las perforaciones de fondos con un tipo de suelo gravosas y rellenos. Y se **concluye** que, para los diseños del muros y anclas, los datos obtenidos mediante el software son recopilados y analizados en las tablas de cargas, se multiplica por la magnitud real del proyecto para obtener la fuerza acumulada del empuje activo del suelo concediéndole un factor de seguridad y así tener como resultados las cargas que verdaderamente van actuar en un punto de anclaje. La longitud completa del anclaje puede cambiar debido al aumento de la longitud del bulbo respecto a la capacidad de la carga. Cuando el tipo de suelo es gravoso según los cálculos se advierte utilizar paños de no mayor de 5 metros de ancho y 3.70 metros de alto. No deben superar estas dimensiones que puede colapsar la estructura obteniendo deformaciones reflejados en fisuras. Los anclajes deben tener una categoría de inclinación entre 10° a 45° como máximo, si se pone menor de 10° podría traer dificultades en la inyección de la parte del bulbo del anclaje, generando vacíos pequeños y estar sin lechada y también menor capacidad de carga al anclaje, que sucede si sobrepasa los 45° nos dice que reduciría la longitud libre, sin ende, la carga incrementa, provocando mayor peso vertical, dejándolo el trabajo de apoyo del muro solo la fuerza por fricción entre el suelo y muro.

(Espinoza Joel y Chate Felix, 2018) En la tesis titulada “ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN EL DISEÑO DE MUROS CON ANCLAJES TEMPORALES EN UN SÓTANO DEL PROYECTO RESIDENCIAL AGUARICO BREÑA - LIMA” tesis para optar el título de ingeniero civil en la Universidad de San Martín de Porres - Perú. Tiene como **objetivo** en determinar la influencia del estudio de mecánica de suelos en el diseño de muros con anclajes temporales en un sótano del proyecto residencia aguarico Breña-Lima. Y se **concluye** que los ensayos de mecánicas de suelos son muy importantes ya que en ella

rescatamos mucha información sobre el terreno que se va ejecutar el proyecto, los cuales permitieron que el ensayo de granulometría es muy importante, porque influye para la elección de tipo de inyección necesaria para la realización del proyecto de muros con anclados temporalmente, el estudio de humedad del suelo también tiene una influencia en los muros con anclas que determina la calidad y resistencia del concreto requerido para el proyecto. Los resultados que se obtiene para un límite líquido de 24.73%, un límite plástico de 16.23% y un índice de plasticidad de 8.47 %. Todos estos resultados permitió conocer la cantidad de H<sub>2</sub>O que se encontró en el suelo y para obtener una resistencia de concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> para el muro pantalla, la densidad seca influye el tipo de inyección, para esta investigación se obtuvo una densidad mínima de 1.949 gr/cm<sup>3</sup> y la máxima de 2.248 gr/cm<sup>3</sup> y lo más importante la resistencia del suelo tiene mucha influencia en el diseño del espesor del muro pantalla, donde se decidió el espesor del muro de 0.30m, en la cual de todo el estudio realizado se utilizó el 75% del estudio para llevarse a cabo del diseño del muro anclado

(Chevez Fernandez y Correa Luis, 2015) En la tesis titulada “USO DE INCLINÓMETROS PARA MONITOREO DE LAS DEFORMACIONES EN MURO ANCALDO PARA UN PROYECTO EN EL CONGLOMERADO DE LIMA” tesis para optar el título de ingeniero civil en la Universidad de Ricardo Palma - Perú. Tiene como objetivo de monitorear las deformaciones con el uso de inclómetros, se concluye que para monitorear las deformaciones se debe tener en cuenta en que porcentaje está permitido las deformaciones de los muros anclaos para ellos uso un rango especificado en la norma chilena que las deformaciones laterales se encuentra en porcentaje de 0.05 % - 0.25% si es preferible que se encuentre menos de ese rango de deformaciones, para ellos tuvo una deformación máxima por cada sótano de 6.5 milímetros equivalente a una deformación lateral normalizada ( $\delta_{h_{max}}/H$ ) igual a 0.02% con una profundidad de 32 metros, y los desplazamiento no deben superar a los asentamiento promedios que están en mm, según a la altura  $0.0015*H$ , en nuestro caso tenemos 48mm aceptable por ello tenemos 15 mm de desplazamiento máximo, pro la cual se usara un rango de porcentaje de 0.05% - 0.25 %, por ello tenemos el 0.047% de desplazamiento.



### **Antecedentes Internacionales**

(Rosero Carlos, 2015). En la tesis titulada “ANÁLISIS Y DISEÑO DE MUROS ANCLADOS DE HORMIGÓN ARMADO Y SU APLICACIÓN EN LA ESTABILIZACIÓN DE EXCAVACIONES PROFUNDAS DE SUBSUELOS” trabajo estructurado de manera independiente previo a la obtención del título de ingeniero civil en la Universidad Técnica de Ambato – Ecuador. Tiene como **objetivo** en desarrollar un documento técnico la cual presentan las características, análisis, procedimientos de cálculos, diseño y verificación de muros anclados. Y se **concluye** con lo siguiente; que se debe tener una noción bien clara sobre los muros anclados, sería más factible realizar los programas de computador para que puedan resolver con mayor facilidad, la resistencia entre el bulbo y el suelo rocoso pueden ser muy bajas como 69 KPa, en un suelo arcillosa son muy altas como 2070 KPa en unas características de granito sano o una roca caliza, recomienda que los suelo cohesivos pueden ser clasificado como rígidos Entonces decimos que si es adecuada para el uso de anclas. El **aporte** fue dejar una tesis que sirva como referencia para la realización de estudio de análisis y diseño para los muros con anclas, un verdadero estudio de las estructuras es el que nos acepta interpretar los resultados obtenidos para llevarlo y aplicarlo a la realidad, son pocas informaciones sobre si es necesario realizar los estudios físicos como resultado se obtenido es el 50%, que ayuda para la realización del análisis de muro anclados.

(Valladares Paul, 2015). En la tesis titulada “ESTABILIDAD DE TALUDES CON ANCLAS” tesis para obtener por el grado de ingeniero civil en la Universidad Nacional Autónoma - México. Tiene como **objetivo** en desarrollar problemas con una metodología como opción para estabilizar las laderas utilizando un sistema de anclajes, para la cual ayude a validar el procedimiento que se realizó y que este sirva como resultado en la toma de decisiones. Y se **concluye** lo siguiente: que existen muchas alternativas en la cual dependerá el tipo de suelos para poder escoger las metodologías, en esta investigación se analizó si los muros de contención necesitan anclas para ellos tienes que ser mayor que uno para no aplicar las anclas por la cual obtuvo un FS menor que uno entonces necesito aumentar el factor de seguridad, el diseño de anclas no es un método económico y tampoco es más eficiente, sus usos se basan a los estudios geotécnicos por la cual el subsuelo en el sitio correspondiente está formado por arcilla limosa café oscuro consistencia blanda con una profundidad de 8.4m, para relleno de arcilla arena limosa café oscuro consistencia firme hasta 10.2 m y bajo este se vio arcilla arena limosa de consistencia muy firme hasta 11.4 m. para la cual se llegó a diseñar las anclas con una longitud de 7m con un diámetro de 15cm y un diámetro de barra

de tensión de 0.0175m para un altura de 6 metros y para una altura de 3 metros tenemos una longitud de anclas de 5m con un diámetro de 15cm y un diámetro de barra de tensión de 0.0175m. El **aporte** fue que la metodología propuesta a usar dependerá a los estudios geotécnicos por la cual nos llevara a presupuestar el costo y la vida útil de la estructura puede ser que los anclajes sean temporales o como también pueden ser definitivo a ser parte de la construcción, que el 60% de los estudios de suelos (EMS) son muy importante para acoplar para el siguiente proceso de construcción.

(Martos Raquel, 2013). En la tesis titulada “ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE ANCLAJES AL TERRENO EN MUROS DE GRAN ALTURA” tesis para obtener por el grado de ingeniero civil en la Universidad de Barcelona - España. Tiene como **objetivo** de analizar los anclajes donde serán fijados al suelo con muros de alta dimensión, en deformación plana, y comportamientos del suelo. Y se **concluye** los siguiente: que el estado tensional del suelo unido al anclaje es más difícil que el derivado de un desarrollo convencional, basado en separar la peso de trabajo, por el área pegado de bulbo como si las tensiones tangenciales fueran uniforme, obteniendo los resultados de los análisis de las excavaciones para pantallas con ancladas al terreno con anclaje activos, en este caso los anclajes llegan a sufrir un aumento de carga relativa a la de tensado, tras promover la excavación, además la consecuencia del anclaje ocasiona modificaciones interesantes en el estado tensional del suelo sobre la pantalla por la cual la tensión de pretensado tiene efectos a la pantalla porque instigar aumentos de momento positivos a la cota del anclaje. El **aporte** fue remarcar el interés de la elección del modelo constitutivo par los factores de diseño actualmente los factores de seguridad están basado a la incertidumbre y también dependiendo de los empujes que genera el suelo, por este motivo existen varios métodos que sea satisfactorio en lograr a disminuir los valores del factor de seguridad, la evolución de los métodos de diseño sugiere que los incertidumbre en el cálculos deba ser cada vez menor y deben ser claramente revisado por varios especialistas.

(Vizute, Johnny 2017). En la tesis titulada “APLICACIÓN DE MICROSOFT EXCEL EN EL DISEÑO DE ANCLAJES DE MUROS DE SÓTANOS PARA SUELOS LIMO ARENOSOS DE LA CIUDAD DE QUITO” disertación previa a la obtención del título de ingeniero civil en la Universidad de Quito – Ecuador. tiene como **objetivo** en desarrollar el diseño óptimo para llevarse a cabo la ejecución de la obra en la actividad de la excavación de sótanos en limo arenosos usando el Microsoft Excel. Y se **concluye** lo siguiente: según

los estudios realizados se demostró que el diseño se comporta de manera adecuada a las no uniforme características de los suelos, si excederse en 1.5 veces la carga del diseño no tiene que exceder al 60 % de la carga ultima a la tensión y por ende el lock-off es decir que la carga para asegurar el anclaje no se debe superar el 80 % a la carga ultima de la tensión.

El **aporte** fue que el diseño presentado tiene un anclaje calculado alrededor de los 9m, 4.5m de longitud libre y 4.5m de bulbo de hormigón en suelo, para la barra de acero la longitud mínima es de 3m y para el bulbo de hormigón en roca de 3m, donde las hojas de cálculo presentan un pre-diseño del sistema anclado, tomando las características de suelos y la geometría de excavación siguiendo rigurosamente las recomendaciones internacionales de diseño.

(Rojo Gonzalo, 2016). En la tesis titulada “ESTUDIO DE SISTEMAS DE SOSTENIMIENTO DE SUELO EN EXCAVOACIONES EN EDIFICIOS” memoria para optar el título de ingeniero civil en la Universidad de Chile. Tiene como **objetivo** en desarrollar sus comparaciones de varios métodos de muros de sostenimiento en edificios que tengan sótanos y ver sus diseños y a su vez los procesos constructivo óptimos por ende se verá los costos y gastos que se genera en la hora de ejecutarse, está más basados en los costo que genera al realizar cada tipo de sostenimiento de talud. Y se **concluye** lo siguiente: para el tema de muro anclado que se realizó un estudio que se obtuvo como resultados que la actividad a realizar es muy costosa y a su vez es muy segura siempre en cuando conocen el tema, cuando los suelos son de capacidad portante bajos es necesario de los anclajes para garantizar su estabilidad, puede alcanzar cualquier profundidad si los anillos se desarrollan de forma adecuada y también si hay presencia de nivel freático también se puede realizar con este método mayormente se utiliza en suelos finos y granulares.

El **aporte** es que el muro anclado es utilizable para cualquier profundidad dado que los anillos están a 1 a 2 metros de profundidad, el anillo va a depender exclusivamente de la capacidad del suelo a soportar en posición vertical. Para la etapa inicial la excavación es de 1 a 3 metros de profundidad y la separación de los anclajes supera de 2.0 m y si no hay vecino es de 3.0 metros.

(Ballesteros, Sainea y Cáceres, 2018). En su artículo titulada “Analysis of deflections and settlements in deep excavations on soils of Bogotá” derivado a la investigación del proyecto del grado del programa maestría en la Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia.

Tiene como **objetivo** en desarrollar sus deflexiones del muro versus la profundidad que se tubo y su asentamiento normalizadas con el espesor versus distancia de borde normalizada con respecto a la altura. Y se **concluye** los siguiente los que tienen espesores de 1.00 metro 0.80m y 0.70m, el primer espesor tiene una deflexión de 16 mm, en el espesor de 0.8m se tiene una deflexión de 32 mm y en el espesor de 0.7 tenemos una deflexión de 50 mm. En total se logra reducir hasta el 33% y 51% de deflexión mínima.

(Bernal serrano [et al], 2015). En su artículo titulada “ Construction of diaphragm walls and anchor under the Market of the Encarnacion in seville: Calculation model, movement study and intervention propose” Escuela Técnica Superior de arquitectura Universidad de Sevilla España. Tiene como **objetivo** en analizar su comportamiento real de los muros de pantallas con una altura de 13 metros y anclajes. Y se **concluye** lo siguiente: tienen los espesores de 1:00 m y de 0.80 m, que en el primer espesor de 100 cm se tiene una deformada de 16 mm que en la cual está cumpliendo a su deformada máx. que es 26 milímetro, en el espesor de 80 cm se tiene una deformación de 19 mm que en la cual está cumpliendo a du deformada máx. que es de 26 milímetros. En total se logra reducir hasta el 39% para el espesor de 100 cm y 27 % para el espesor de 80 cm.

(Carmona, J. y Ruge, J. 2015). En su artículo titulada “Analysis of the existing correlations of effective friction angle for eastern piedmont soil of Bogota from in situ test” Universidad de Católica de Colombia. Tiene como **objetivo** análisis el ángulo de fricción efectivo. y se **concluye** lo siguiente: obteniendo los resultados de todos los ensayos, se tomó la decisión de usar un promedio de todos los datos de profundidad 2.3m de cada autor que calculo el ángulo de fricción efectivo por la cual tuvo  $\pm 3^\circ$  error a su vez obtenían 6 resultados del mismo suelo o calle, el rango que se encuentra esta entre  $30^\circ$ - $32^\circ$ .

## **TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA**

### **Suelos**

(Braja, 2013, p.16). Para realizar el diseño y ejecución de cimientos, muro de contención y estructuras de retención de tierras, es importante conocer su procedencia de depósito del suelo donde se realizará el proyecto, ya que cada estudio de suelo presenta características geomecánicas únicas, sus propiedades físicas del terreno son clasificadas por su tamaño, su forma de ser y sus composiciones químicas.



*Figura 4. Proceso de formación del suelo.*

Fuente: Ideología-Biología

### **Estudios de Sitio**

Los estudios son exactamente en el lugar del proyecto a construir, donde se realizarán todos los estudios necesarios para la ejecución de obra. Según información recopilada del CISMID nos menciona que:

Se requieren datos completos de la zona donde el profesional encargado obtendrá de los solicitantes los datos que se van utilizar del terreno:

- ✓ Usos de años del terreno (terreno de sembrío, cantera de materiales, explotación minera sus desechos, relleno sanitario, etc.)
- ✓ Construcciones de zonas antiguas, restos arqueológicos u obras parecidas que puedan afectar al EMS.
- ✓ Terreno colindante que disponen sobre el EMS efectuados
- ✓ El profesional responsable observa lo necesario, deberá traer otra información que ayuda a identificar el terreno, que guarden relación con el EMS.) (2005, p. 10).



*Figura 5. Suelos arenosos en ventanilla.*

Fuente: asentamientosantarosa.

La zona donde se ha construido con material noble, presenta un informe del Estudio de mecánica de suelos (EMS), un suelo muy bajo, de tipo relleno y por lo tanto es de muy mala resistencia. Producto de esto, las actuales edificaciones presentan rajaduras por fallas estructurales.

### Características físicas del suelo

(Lucero, Pachacama y Rodríguez, 2012, p. 4). Se debe tener presente que sus características físicas pueden hallarse con una exactitud, y que una parte de cambios pequeño de sus propiedades no modifican su forma fundamental o su conducta del suelo, mientras que sus características mecánicas pueden alterarse de forma delicada con el transcurso del tiempo.

### Textura del suelo

Textura lo decimos a la combinación mineral del espécimen del terreno, definida por su distribución que pertenece de sus separadores individuales en base a masa (arena, limo, arcilla), siempre encontramos mezclas similares a sus partículas minerales las cuales pueden juntarse de manera general en 5 clases las cuales son:

- Textura arcillosa
- Textura arenosa
- Textura franca
- Textura franco-arenosa
- Textura franco-arcillosa

**Tabla 2.** Clasificación USDA de los suelos según textura.

Textura	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase Textual	
Textura gruesa	86-100	0-14	0-10	Arenoso	Suelos Arenosos
	70-86	0-30	0-15	Arenoso Franco	
Textura moderadamente gruesa	50-70	0-50	0-20	Franco Arenoso	Suelos Franco
Textura media	23-52	28-50	7-27	Franco	
	20-50	74-88	0-27	Franco Limoso	
	0-20	88-100	0-12	Limoso	
Textura moderadamente fina	20-45	15-52	27-40	Franco Arcilloso	
	45-80	0-28	20-35	Franco Arenoso Arcillosos	
	0-20	40-73	27-40	Franco Arenoso	
Textura fina	45-65	0-20	35-55	Arcilloso Arenoso	Suelos Arcillosos
	0-20	40-60	40-60	Arcilloso Limoso	

Fuente: SlideShare

### **Análisis granulométrico**

(Díaz J. 2014, p.33). la granulometría nos ayuda a separar y ordenar según sus tamaños que pasan diversas mallas de tamices, que en la cual se llega obtener un tamaño uniforme esto se ve los porcentajes de granos retenidos y a su vez los que pasan la malla pueden ser graficado para tener unos mejores resultados. Por la norma NTP 339.128 (ASTM D422).



*Figura 6. Juego de tamices para el ensayo.*

Fuente: centrodegeotecnia

#### **1.3.2.3. Peso unitario del suelo**

El peso unitario del suelo cambia según el contenido de agua que se encuentra en el suelo, las cuales son: Húmedo (no saturado), saturado y seco, donde los vacíos del suelo contienen tanta agua como aire (Lucero, y otros, 2012).

Donde:

$$\gamma = \frac{W}{V} (g/cm^3)$$

$\gamma$  = Peso unitario del suelo.

W= Peso total de la muestra

V= Volumen total de la muestra

### **Contenido de humedad (w)**

Es el volumen de humedad que existe en el espécimen en estado natural, es la vinculo por cociente entre el pesaje del H<sub>2</sub>O contenida en la la muestra de la tierra y el pesaje de los sólidos del mismo, su expresión siempre será en porcentaje. Es por ende una relación gravimétrica. (Caballero, S. f. pág. 1)

$$W(\%) = \frac{V_W}{W_S} * 100$$

### **Características mecánicas del suelo**

(E-050, 2018, p. 390). Realizadas e investigadas en la norma E.050 Suelos y Cimentaciones, estas características especialmente para realizar la construcción de muros anclado se necesita hacer un estudio mecánica de suelos que “se ejecutara con la finalidad de asegurar la estabilidad y permanencia de las obras y para promover la utilización racional de los recursos”. Nos menciona que dicha norma específica en su artículo N° 3 está obligado a relazar los estudios de suelos para Edificaciones de gran escala donde particularmente alberga gran cantidad de seres humanos como colegios hospitales, clínicas, universidades, etc.

(E-050, 2018, p. 391).Se menciona, también en su artículos N° 4 que los Estudios de Mecánica de Suelos (EMS) “son aquellos que cumplen con el presente norma que están basados en el metrado de cargas estimados para la estructura y que cumplen los requisitos para el programa de investigación” se tiene que presentar un anti proyecto en la cual especifique que construcción se va a realizar, para poder hacer un metrado de carga correspondiente y a su vez tienen que cumplir los requisitos para poder llevar acabo el estudio.

Las características mecánicas del suelo son:

#### **Capacidad Portante**

Es el cual se encarga de soportar toda la carga aplicada a la tierra, es la mayor presión medida del roce entre la cimentación y el suelo en la que se va apoyar, tal que no se genere un fallo por cortante del terreno o un asentamiento diferencial, si en lo cual se hace un mal estudio y sus criterios que deben estar basados son:



- Capacidad portante se le conoce como carga de hundimiento.
- Si busca estabilidad entre la tensión aplicada se deberá calcular la capacidad portante para el criterio de asentamiento admisible.

Pasos para seguir el estudio de suelo y obtención de datos son:

- Reconocimiento del lugar.
- Decidir el tramo el que se dea estudiar.
- Marcar las partes donde se van a realizar las calicatas.
- Realización de las calicatas y obtención de muestra para su estudio.
- Obtención de datos.
- Cálculos de capacidad portante del suelo.

Se necesitó la obtención de datos las cuales son:

- Peso específico
- Ancho de la sección del terreno
- Profundidad considerada
- Parámetros de resistencia del terreno
- Factores adimensionales que dependen del ángulo de fricción interna.

$$N_c = 2 \sqrt{N_\phi} (N_\phi + 1)$$

$$N_\gamma = \sqrt{N_\phi} (N_\phi^2 - 1)$$

$$N_q = N_\phi^2$$

(Cartagena y Vásquez, 2015, p. 15). Fricción interna: están definidas por ángulos cuya tangente es la concordancia entre fuerza que resiste el deslizamiento, en toda su trayectoria de un plano, y a su vez una fuerza “p” aplicada a dicho plano. Para los suelos arcillosa plásticas, cuya densidad esta próxima a su límite líquido, son hasta 45° o más, para suelos gravosas y para los suelos arenosas secas, compactas y de partículas angulares. Generalmente, los ángulos f para suelos arenosos es de 30° para estos tipos de suelos.

Su fórmula para calcular la capacidad portante del suelo (kg/m2) es:

$$q = cN_c + 0.5\gamma BN_\gamma + \gamma DN_q$$

**Tabla 3.** Capacidad de carga de suelos.

Grava compacta	Mayor de 60 ton/m <sup>2</sup>
Grava Suelta	Menor de 20 ton/m <sup>2</sup>
Arena compacta	Mayor de 30 ton/m <sup>2</sup>
Arena semisuelta	10 a 30 ton/m <sup>2</sup>
Arena Suelta	Mayor de 5 ton/m <sup>2</sup> y menor de 10 ton/m <sup>2</sup>
Arcilla Dura	15 a 30 ton/m <sup>2</sup>
Arcilla media	7.5 a 15 ton/m <sup>2</sup>
Arcilla blanda	Menor de 7.5 ton/m <sup>2</sup>
Arcilla muy Blanda	Puede llegar a cero

Fuente: [ejemploscapacidaddecargadesuelos.blogspot.com/](http://ejemploscapacidaddecargadesuelos.blogspot.com/)

### Resistencia al Corte

(Lucero, Pachacama y Rodríguez, 2012, p. 11). El volumen de la tierra es la dureza interna por área unitaria que el volumen de suelo propone soportar la falla y el deslizamiento alrededor del terreno que se trabaja. Los ingenieros tienen que entender y verificar sus propiedades de la resistencia cortante para prevenir los problemas del equilibrio del terreno, en la cual tenemos como la capacidad portante, estabilidad de taludes del suelo y la presión lateral que existe en el terreno y a su vez transmite a las estructuras de retención de suelos. Las resistencias al corte son los resultados del soporte al movimiento entre partículas como se considera si el suelo puede drenar o como también no puede drenar esto dependerá según los estudios.

La resistencia al corte se deriva de:

- Resistencia a la fricción entre partículas.
- Cohesión entre partículas.

Sus ensayos son:

- Corte Directo del suelo.

## Empuje de Tierras

(Valladares, 2015, p. 49). Es uno de los estudios más importantes para el análisis de excavaciones y sobre todo el diseño de anclas es el empuje de suelo que se presenta del movimiento del material, es importante tener en cuenta con precisión las presiones que genera el suelo sobre elementos de retención encargados de soportarla. En la actualidad las estructuras de soporte son diseñadas a partir de las teorías expuestas por Rankine y Coulomb, son las más usadas en la aplicación y manejo.

### Empuje en reposo

La presión del suelo sobre un muro limitado por la deformabilidad del muro, si también produce deformaciones del suelo de cimentación, si el muro y el suelo sobre el que se cimienta tiene deformaciones nulas entonces diremos que estamos en un empuje de reposo según su teoría de Rankine.

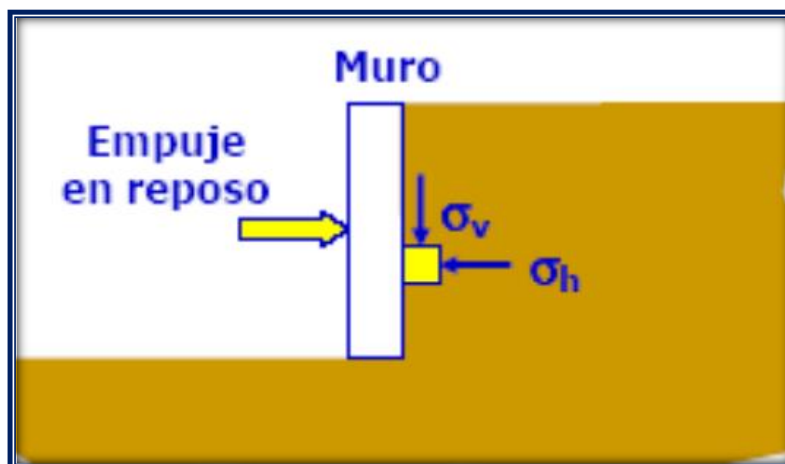


Figura 7. Empuje del suelo en reposo.

Fuente: ensenanzas-tecnicas/ingeniería civil/contenido/TEMA%203-%20MUROS.pdf

### Empuje activo

(Lucero, y otros, 2012 pág. 12). El empuje activo le permite alejarse de la tierra, cada componente del suelo adyacente al muro podrá ampliarse lateralmente. El esfuerzo vertical continúa constante, los empujes laterales de tierras se reducen. Entonces el empuje del suelo activo, es el empuje que genera a la pantalla, cuando el empuje ha llegado a un mínimo en un punto, las situaciones de los esfuerzos dejan de ser elásticas; entonces se encuentra en estado de falla por corte o equilibrio plástico.

Equilibrio plástico: sucede cuando las masas del suelo de todos sus puntos se encuentran al borde de la rotura por alcanzar su resistencia al esfuerzo cortante.

El empuje activo es el mínimo valor posible del empuje. Su coeficiente entre las tensiones se llama empuje activo  $K_a$  y es menor que  $K_p$ .

$$K_a = 1 - \frac{\text{sen}\phi'}{1 + \text{sen}\phi'}$$

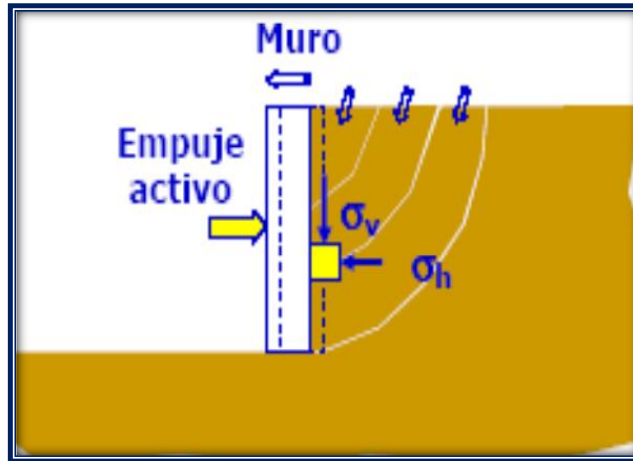


Figura 8. El suelo activo originando reacción

Fuente: ensenanzas-tecnicas/ingenieria-civil/contenido/TEMA%203-%20MUROS.pdf

### Empuje pasivo

La pantalla o muro de sostiene el empuje se mueve generando su hundimiento y la rotura por corte del suelo, la estabilidad de los esfuerzos producidos por esta naturaleza del movimiento de las masas las cuales intervienen:

$$K_p = 1 + \frac{\text{sen}\phi'}{1 - \text{sen}\phi'}$$

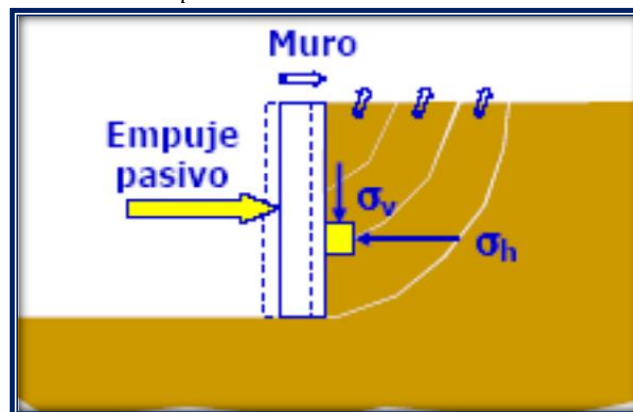


Figura 9. El suelo pasivo originando reacción.

Fuente: ensenanzas-tecnicas/ingenieria-civil/contenido/TEMA%203-%20MUROS.pdf

## **Aspectos generales de muros de contención**

Los muros de sostienen más conocida como muros de contención, son componentes que sirven para resistir empujes de suelos o de otros materiales. Debido a sus favorables y su numeroso uso, por al cual se están aplicando muro de contención convencionales que son mayormente utilizados en hoy en día y el sistema de contención que hoy se conoce como muros anclados.

Por la cual el sistema de contención convencionales se muestra como un modelo de los muros que tienen muchos beneficios para la estabilización en la cual tenemos muros de gravedad que se sostiene con su propio peso no necesita refuerzos, muros de voladizo que en algunos casos llevan aceros tiene una forma en T y los muros con contrafuertes llevan aceros de refuerzos. Mientras que hoy en día tenemos un sistema de contención que recién se están aplicando se muestra como ejemplo los muros anclados, soil nailing (suelo claveteado) y el método de la tierra armada.

## **Clasificación de estructura de retención**

Por consiguiente, se describirán las características y aspectos técnicos de los sistemas de contención que se ha mencionados en la investigación. Tiene que tener mucho interés de empaparse sobre el tema y tener mayor información y énfasis en el sistema de contención, necesariamente en el sistema de muro anclado.

## **Tipos de sistemas de contención convencionales**

Estos modos de sistemas convencionales son mayormente utilizados en edificaciones pequeñas o en el afianzamiento del deslizamiento de tierra pequeñas que no generan mayor empuje.

A continuación, se mencionarán los sistemas que se usan hoy en día para edificaciones pequeñas

## **Muro de gravedad**

Los muros de gravedad tienen un perfil trapezoidal que son estructuras de contención mayormente son de concreto que no permite deformaciones y fisuras importantes sin romperse, que sostiene mediante su propio peso. Se constituyes adecuadamente de concreto ciclópeo (mezcla de cemento y piedra grande), estos muros resultaron más eficientes para estabilizar como altura máxima de 3 a 3.5 metros. (Figueroa, Rodríguez y Zelada, 2011, p16).

### **Muro de voladizo**

Los muros voladizos tienden a tener un perfil L o T de pantalla de concreto delgada, en este caso lleva acero corrugado que soporta la tracción y por ende se tiene que hacer una base de cimentación, estos muros tienen la carga del relleno para ayudar estabilizar, por ende, son muy económicos que solo puede llegar hasta los 6 metros de altura aproximadamente. (Figuroa, Rodríguez y Zelada, 2011, p17).

### **Muro con contrafuertes**

Los muros con contrafuertes están hechos de concreto con refuerzo, que tiene placas verticales y que se apoyan en sobre los voladizos que también llevan refuerzos espaciados en forma regular que se llama contrafuertes, minimiza las fuerzas que actúan sobre el muro y momentos flexionantes. Este muro es conviene cuando las alturas por vencer son mayores de 6 metros. (Figuroa, Rodríguez y Zelada, 2011, p17).



Fuente: principios de ingeniería de cimentaciones Brajas Das, 2011.

### **Sistemas de contención de reciente aplicación**

Estos tipos de contenciones se vienen haciendo recientemente por lo que se caracteriza por introducir en el terreno un elemento de características especiales que trabajan a tensión para ayudar a elevar su resistencia, mayormente se introducen pilotes, geomallas y anclajes. (Figuroa, Rodríguez y Zelada, 2011, p. 18). Estos elementos se construyen al mismo paso del tiempo y por la cual se empieza a construir la estructura principal, por la cual se mencionarán los muros de contención más recientes que se están utilizando.

### **Muro anclado**

Los muros con anclas son estructuras de contención en la cual tiene dos componentes que lo hace llamar muro anclado, la primera es de muro de revestimiento o muro pantalla el cual tiene o lleva concreto armado de refuerzo de acero corrugado mayormente se utilizan espesores de 25 cm, también según el diseño que se llevó acabo en el proyecto y el segundo

elemento es el anclaje su función es reducir los esfuerzos de tensión para contener y estabilizar el talud. Según Figueroa, Rodriguez y Zelada, nos dice:

“Los muros anclados son estructuras de gravedad, semi-gravedad o pantallas; que se sostienen mediante anclas pre-tensadas o pos-tensadas con bulbos profundos que transmiten una carga de tensión a suelos o rocas en los cuales pueden ser instalados.” (2011, p19)

Los muros actúan por gravedad con unas reacciones mínima por lo tanto es necesario colocar anclajes que ayude a contra restar los empujes del suelo a mayor profundidad mayor empuje existirá, por ende, podemos realizar con mayor seguridad y que ayude a verificar si la estructura va a resistir a los esfuerzos actuantes, por ello es importante conocer el ángulo de anclaje que determinara el diseño del anclaje.

#### Aplicaciones

Sus aplicaciones son especialmente usadas en obras como:

- Estabilización de grandes taludes para ampliación de carreteras.
- Reparación de existentes fallas de bordes de carreteras.
- Excavaciones para construir sótanos.
- Rehabilitación y estabilización de estribos de puentes.

#### Ventajas

- Está preparado para resistir mayores empujes horizontales
- Se hace fácil construir en cualquier tipo de suelo
- Minimiza el tiempo de la ejecución de obra
- Reduces los costos de ejecución

#### **Elementos constitutivos**

Entre los siguientes tipos de pantallas ancladas tenemos los siguientes:

- Se tiene una pantalla de hormigón con refuerzo
- Los anclajes son independientes sobre la zapata
- Pantallas delgadas en hormigón lanzados

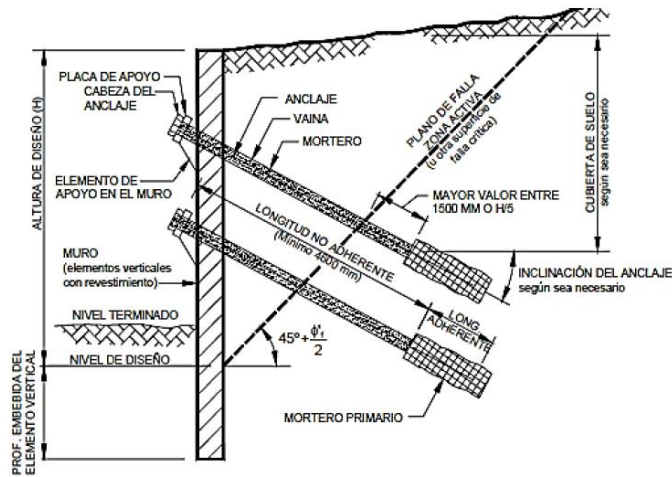


Figura 11. Los lineamientos para hallar la longitud total del anclaje.

Fuente: Norma AASHTO 2007, Sección 11(SI).

El muro anclado es forma parte de la estructura y como también para sus fundaciones del edificio, en la cual ayuda a reducir el tiempo de la ejecución. Cabe resaltar que si se tiene un buen diseño nos ofrece una mayor capacidad de soporte y minimizar los asentamientos diferenciales. Para obtener estos resultados es necesario tener en cuenta los estudios previos y un diseño cuidadoso de la estructura y a su vez del anclaje (Rengifo, 2015, pág. 5).

Al diseñar un sistema de anclajes es primordial, por la cual se debe hacer un análisis bien entendible para el tipo de anclaje a utilizar mejor se adapte al terreno, para que así podemos asegurar que los elementos que trabajen a tracción ayudara a mejorar las condiciones de equilibrio (Rengifo, 2015, pág. 5).

Diseñar un sistema de anclajes es un tema muy delicado, se requiere un conocimiento bien específico de la geología del sitio, las propiedades del suelo y las condiciones hidráulica del suelo. Por último, es esencial saber estimar la magnitud y sus direcciones de los esfuerzos antes y después de la excavación (Rengifo, 2015, pág. 5).

## Anclajes

Los anclajes forman una parte muy importante en los muros a ejecutar, ya que responde a la estabilidad de todas las estructuras muy distintas, por la cual se llega a utilizar en los procedimientos y probabilidades que la tecnología actual. En este caso cabe mencionar que, en las ejecuciones del proyecto civil, actualmente se viene ejecutando cada vez con mayor frecuencia y teniendo en lugar éxitos en los anclajes que se inyecta para estabilizar muros y reducir momentos de volcadura.





Figura 12. Proceso constructivo del muro anclado.

Fuente: <http://www.concremax.com.pe/noticia/proceso-constructivo-muros-anclados>

### Tipos de Anclajes

Los anclajes al terreno nos benefician en grandes ventajas en el costo y también en el plazo de ejecución de obras. Tenemos anclajes permanentes como provisional, estas técnicas de ejecución permiten realizar óptimas soluciones para los problemas más complejos.

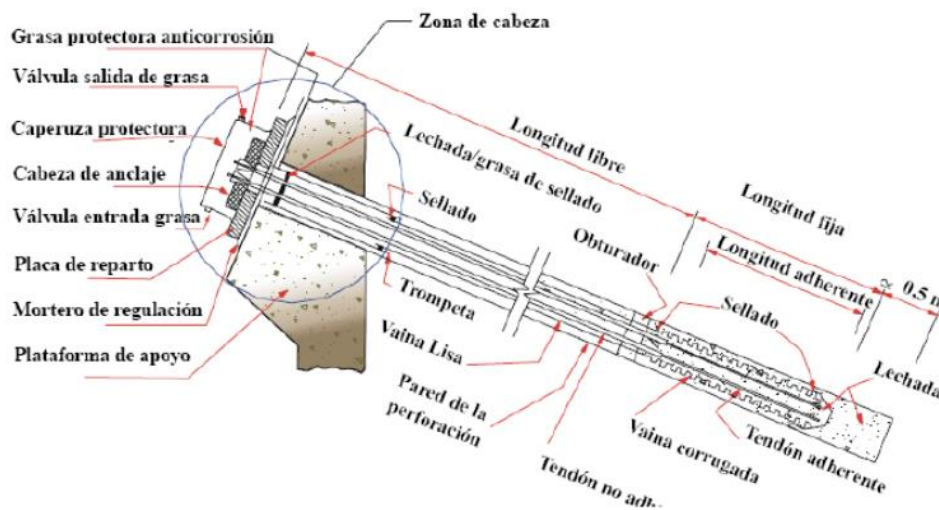


Figura 13. Parte de un anclaje con su inyección al suelo.

Fuente: es.scribd.com

La zona de anclaje es la parte más importante que ayudara definitivamente a estabilizar el suelo ya tiene la capacidad de transferir esfuerzos al empuje actuante, la inyección de lechada tiene una relación de agua y cemento entre 1.5 y 2, están inyecciones se realiza mediante de tubería de PVC las presiones llegan alcanzar hasta 3 MPa. Separando la zona de anclaje y la zona libre, tener en cuenta que no debe ser cementada con la lechada.

**Tabla 4.** Resistencia media al deslizamiento del bulbo inyectado.

Tipo de terreno	Resistencia media al deslizamiento (MPa)
Rocas duras (granitos, gneis, caliza)	1,00 a 2.50
Rocas floja	0,30 a 1,00
Gravas y arenas gruesas	0,70 a 1,00
Arenas medias y finas	0,30 a 0,60
Arcillas con resistencia a la comprensión	
$\geq 0,4$ MPa	>0,80
0.10 a 0,40 MPa	0,40 a 0,80
0,05 a 0,10 MPa	0,25 a 0,40

Fuente: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6730>

**Tabla 5.** Capacidad de adherencia ultima en la interface suelo / lechada de cemento del bulbo.

Roca		Suelos Cohesivos		Suelos No Cohesivos	
Tipo de roca	Capacidad última de adherencia promedio (MPa)	Tipo de anclaje	Capacidad última de adherencia promedio (MPa)	Tipo de anclaje	Capacidad última de adherencia promedio (MPa)
Granito y Basalto	1.70 - 3.10	Anclajes inyectados a gravedad (en dirección al eje)	0.03 - 0.07	Anclajes inyectados a gravedad (en dirección al eje)	0.07 - 0.14
Caliza Dolomita	1.40 - 2.10	Anclajes inyectados a presión (en dirección al eje)		Anclajes inyectados a presión (en dirección al eje)	
Caliza blanda	1.00 - 1.40	- Arcilla blanda limosa	0.03 - 0.07	- Arena fina a media, medianamente densa a densa	0.08 - 0.38
Pizarras y Lutitas duras	0.80 - 1.40	- Arcilla limosa	0.03 - 0.07	- Arena medianamente gruesa (con grava), medianamente densa	0.11 - 0.66
Lutitas blandas	0.20 - 0.80	- Arcilla rígida, mediana a alta plasticidad	0.03 - 0.10	- Arena medianamente gruesa (con grava), densa a muy densa	0.25 - 0.97
Areniscas	0.80 - 1.70	- Arcilla muy rígida, mediana a alta plasticidad	0.07 - 0.17	- Arenas limosas	0.17 - 0.41
Areniscas intemperizadas	0.70 - 0.80	- Arcilla rígida, mediana plasticidad	0.10 - 0.25	- Morrena glacial densa	0.30 - 0.52
Tiza, Yeso	0.20 - 1.10	- Arcilla muy rígida, mediana plasticidad	0.14 - 0.35	- Grava arenosa, medianamente densa a densa	0.21 - 1.38
Marga intemperizada (arcilla calcárea)	0.15 - 0.25	- Limo arenoso muy rígido, mediana plasticidad	0.28 - 0.38	- Grava arenosa, densa a muy densa	0.28 - 1.38
Concreto	1.40 - 2.80				

Fuente: Norma Técnica Peruana 2018, E. 050.

Existen dos tipos de anclajes, los pasivos y activos:

### Anclajes Pasivos:

Estos tienen una función que cuando los empujes no llegan a la cabeza del anclaje, pero si llega a las placas, puede no necesitar placa de cabeza.

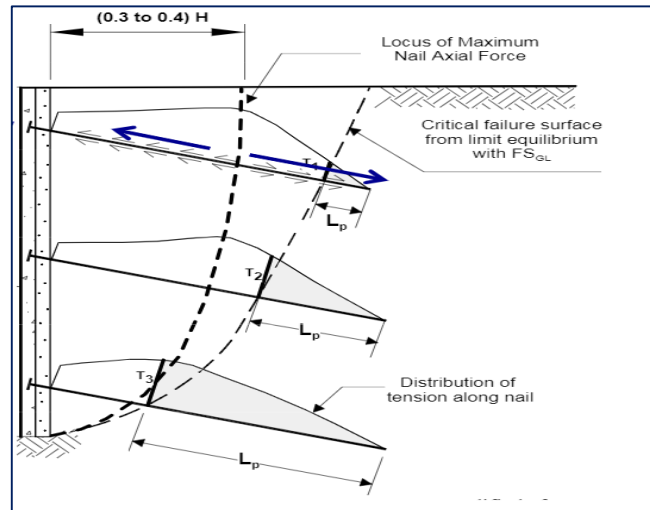


Figura 14. Anclaje pasivo.

Fuente: [docplayer.es/Mecánica de suelo y Geología](http://docplayer.es/Mecánica de suelo y Geología).

### Anclajes Activos

Esto funciona mediante una técnica de postensado, su carga máxima tiende a subir a la cabeza de los anclajes y siempre es necesario poner una placa de apoyo en la cabeza.

Saber utilizar estos anclajes:

Tabla 6. Como saber qué tipo de anclajes es aplicable.

Anclajes activos	Anclajes pasivos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Su carga inicial es mayor al 70 % de la carga de diseño</li> <li>• Tiene longitud libre</li> <li>• Poca rigidez axial</li> <li>• Material: cable o barra de alta resistencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Su carga inicial es casi nula</li> <li>• Gran rigidez axial (linealmente)</li> <li>• Material: placas, hélices y barras.</li> </ul>

Fuente: mecánica de suelos y geología FIUBA

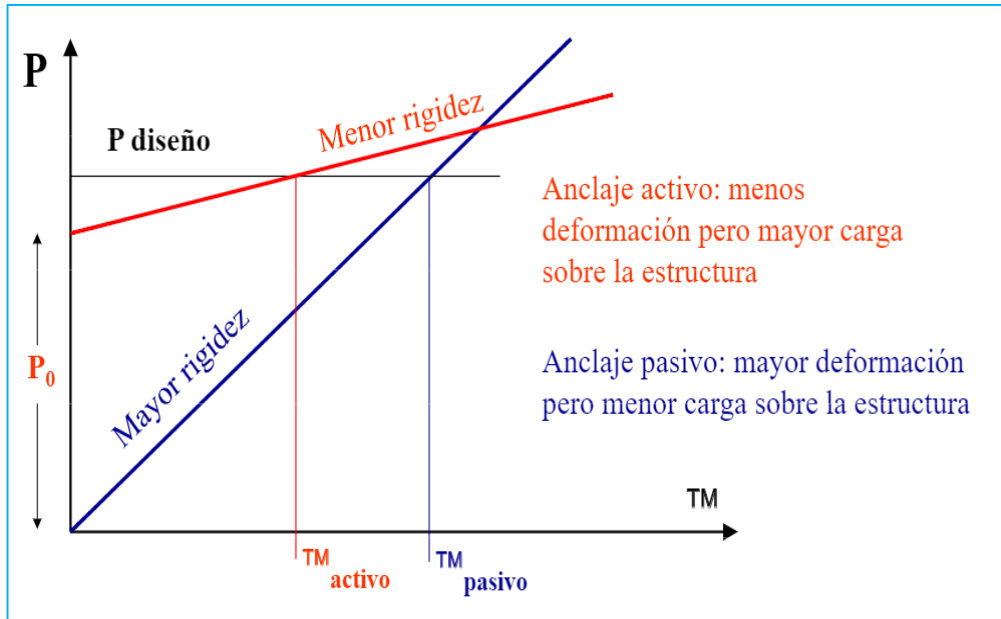


Figura 15. Mostrando el anclaje de diseño vs anclaje pasivo y activo.

Fuente: [docplayer.es/Mecánica de suelo y Geología](http://docplayer.es/Mecánica de suelo y Geología).

➤ Anclajes definitivos

Estos anclajes se consideran definitivos cuando superan su vida útil de dos años a más, estas anclas tienen la protección de anticorrosión es uno de los fundamentales para utilizar anticorrosivos y mejora el rendimiento del diseño, lo más importante se realizan en las zonas de bulbo y la longitud libre, que se encuentra en la parte de la cabeza de anclaje. En ocasiones, se tiene que ver si es necesario aplicar anticorrosivo a la longitudes libres y bulbos. (Lucero, Pachacama y Rodríguez, 2012, p. 69).

➤ Anclajes provisionales

Cuando la vida de servicio de los anclajes es menor a dos años se considera anclajes provisionales ya que no brindarán servicios mayores, por ende, se diseña con sistema de protección anticorrosión más simples, este tipo es más usado para el arrastramiento provisional de muros pantalla para sótanos. (Lucero, Pachacama y Rodríguez, 2012, p. 69).

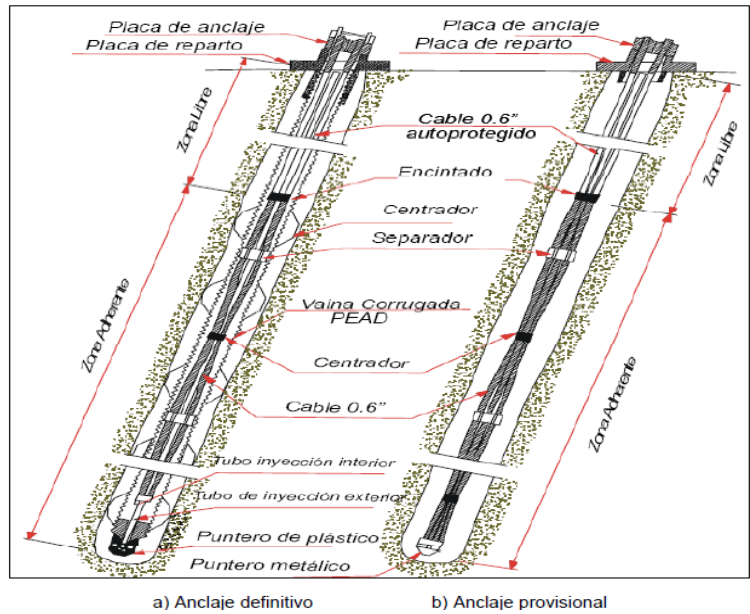


Figura 16. Diferencia en los tipos de anclas.

Fuente: es.scribd.com

Detalles del cable

Son aquel componente del tensor que tiene determinado número de cables o cordones. Estos cables permites la absorción de mayores cargas en función de los cables que existen o colocados en el mismo, así como también se le da la protección de anticorrosión, los diseños de anclajes están en función de la carga y vida útil que se tiene que ver y estar preparado para unas condiciones extremas de agresividad (Lucero, Pachacama y Rodríguez, 2012, p. 69).

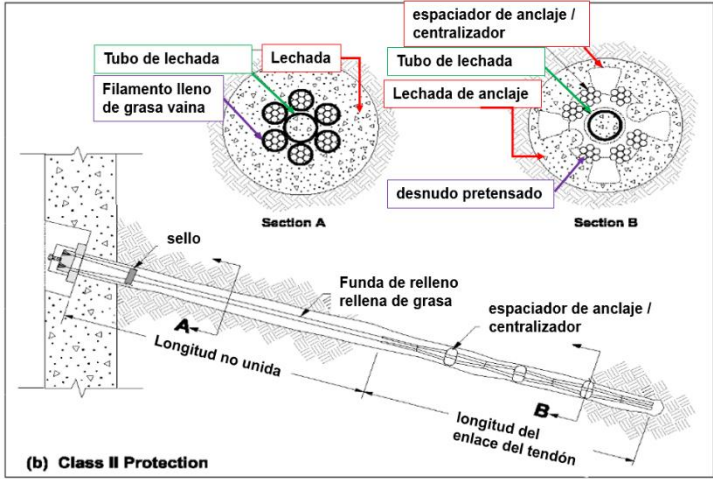


Figura 17. Anclajes de cables simple protección anticorrosiva.

Fuente: Mecánica de suelos y Geología

Se usará un anclaje con cables por lo general tenemos muchas protecciones de anclajes a la corrosión, pero esto deberá dependiendo al tipo de anclaje se va usar en la cual tenemos cuatro tipos de protección anticorrosión.

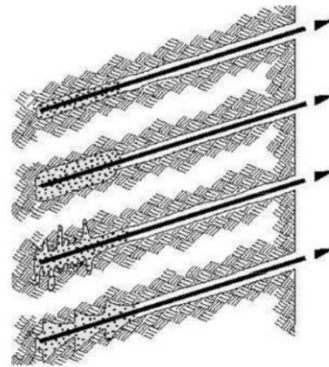
Tensiones admisibles

Los tensados se deben realizar por profesionales calificados en la cual se ha considerado una carga de servicio para el anclaje permanente de un 60% del límite elástico y para provisionales es del 80 % del límite elástico. (Lucero [et al], 2015, pág. 71).

### **Tipos de inyecciones**

Clasificación según técnica de inyecciones (FHWA)

- Inyección por gravedad
- Inyección global única
- Posinyección en etapas
- Con campanas



*Figura 18.* Técnicas de inyección.

Fuente: Mecánica de suelos y Geología

En la cual tenemos la inyección global única (IGU):

- Se pone el anclaje de diseño con los tubos para realizar la inyección
- Se prosigue a llenar la perforación con pasta
- Mediante los tubos existentes se inyecta la lechada a presión donde los tubos va a quedar tapados.
- El terreno va a quedar predeformado e inyectado

Posinyección repetitiva global

- Se pone una línea con muchas válvulas en paralelo.
- Después del fraguado parcial de la pasta, se inyecta una nueva pasta, pero con alta presión
- Luego del proceso comienza hacer nuevos cambios con la pasta nueva que genera una rotura a la pasta endurecida y clava sus fragmentos en el suelo.
- Se lava la línea con agua
- Se desconoce la zona inyectada

Selección el tipo de anclajes.

**Tabla 7.** Selección de tipo de anclaje según terreno.

Terreno	Barra	Cable	Placa o hélice
Roca	SI	SI	NO
Arcillas y limos plásticos	SI	SI	Si, suelos no cementados
Arenas	Si, mejor autoperforante	Si, lodos o camisas	SI
gravas	Si, mejor autoperforante	Si, lodos o camisas	NO

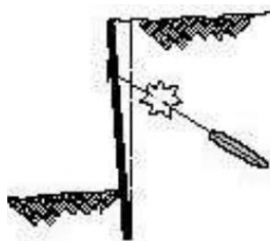
Fuente: Mecánica de suelos y Geología

**Tabla 8.** Recomendaciones para el uso de anclaje. Fuente: Mecánica de suelos y Geología.

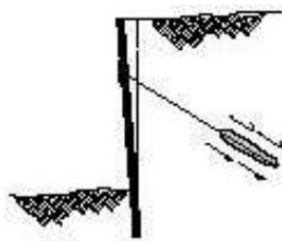
Anclajes activos	Anclajes pasivos
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Extenso rango de carga</li> <li>- Mayor longitud</li> <li>- Todo tipo de terreno</li> <li>- Menor deformación</li> <li>- Más removibles</li> <li>- Pero: Mayor carga en la estructura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moderado rango de cargas de servicios</li> <li>- Más económicos</li> <li>- Longitudes limitadas</li> <li>- Dificiles de remover</li> <li>- Menor carga en la estructura</li> <li>- Pero: Mayor deformación</li> </ul>

Fuente: Mecánica de suelos y Geología

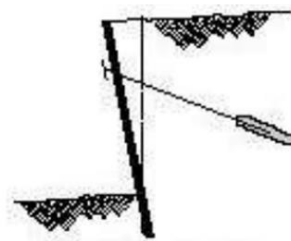
### Fallas en las estructuras ancladas



a) Rotura del anclaje a tensión.



b) Rotura por arranque unión terreno-inyección



c) Rotura por arranque unión anclaje-inyección

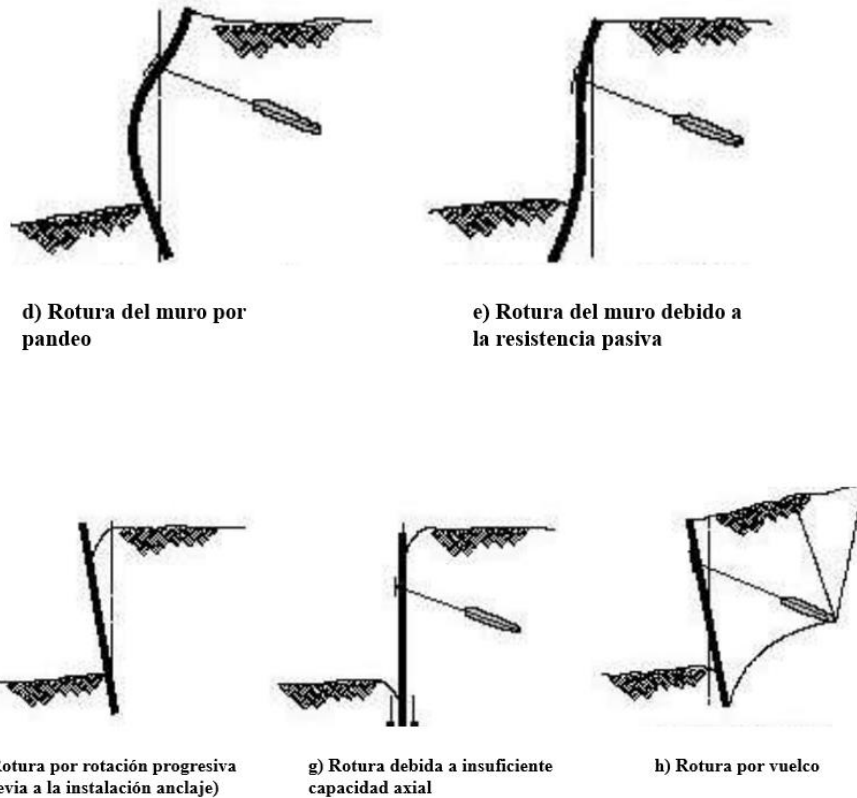


Figura 19. Posibles fallas en las estructuras de sostenimiento anclado.

Fuente: Mecánica de suelos y Geología.

### Diseño de muros

Los muros de sótanos de concreto armados vaciado in-situ que cumplen la función de resistir el empuje del terreno, las construcciones de muros se hacen por paños intercalados, el promedio de todos los tamaño de los muros anclados se encuentran entre 3 a 3.5 metros de altura y que también tenemos 4.5 a 5m estas dimensiones depende mucho de las características del proyecto a realizar y de tipo de suelo, el proceso implica que los paños de concreto actúen de diferentes formas de un estado inicial hasta el estado final de servicio a brindar, algunos espesores más recomendable para los muros tienen que ser de 30 cm hasta 3 sótanos, 40 cm para 4 sótanos, 45 cm para 5 o 6 sótanos y 50 cm para 7 u 8 sótanos (Bermúdez y Carbajal, 2017, p.116).



Tenemos tres etapas de diseño:

- **Etapa inicial:** cuando se realiza el pos tensado y medición de elongación de anclaje con gato hidráulico al paño generando algunas deformaciones al muro que son pequeñas.

El paño está sometido a una fuerza que lo obliga a funcionar como una zapata flexible (ver figura 20), los fierros de la cara interior se calculan como volados.

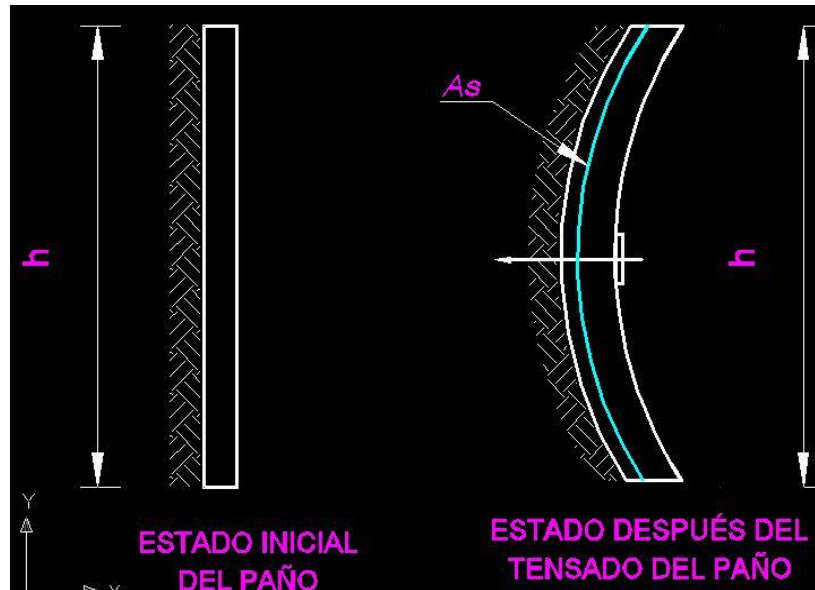


Figura 20. Aplicando con gato hidráulico modo de deformaciones.

Fuente: ABBINGS 2010, Conferencia de muros anclados.

- **Etapa intermedia:** cuando se realiza el mismo procedimiento de anclaje, pero para el paño adyacente. Por la cual los anclajes entran en tracción generando que es obligadamente colocar refuerzos en la cara exterior del muro.

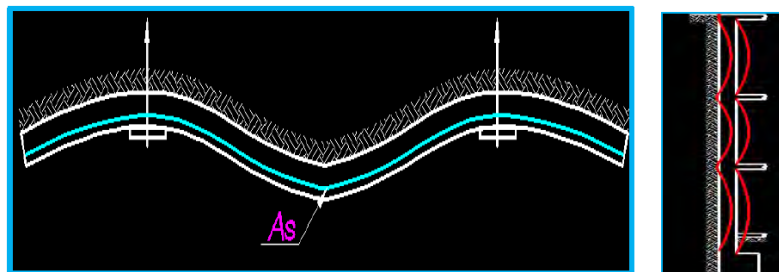


Figura 21. Comportamiento del muro.

Fuente: ABBINGS 2010, Conferencia de muros anclados.

- **Etapa final:** es cuando se termina hacer todos los muros anclados y da lugar a la construcción de las losas de techos y por ende son liberados los anclajes temporales.

En este caso se usará el software SAP2000 en la cual se realizará el diseño de los muros anclados, sobre el muro, se debe escoger un módulo de balasto del suelo, por la cual se usará un programa de computo considerando una losa apoyada en resorte.

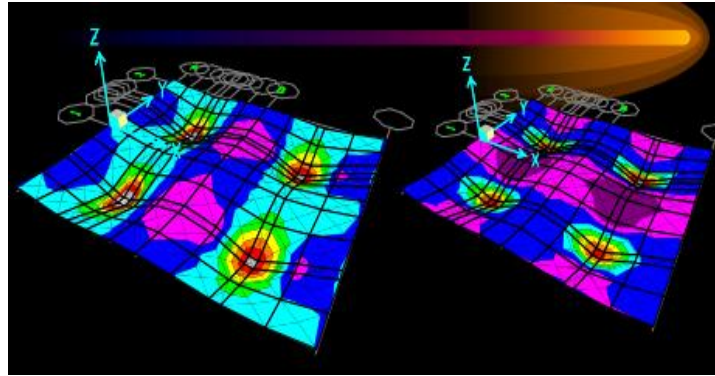


Figura 22. Se muestra de cómo actúan el muro y los anclajes.

Fuente: [http://www.abbings.com/descargas/muros\\_anclados.pdf](http://www.abbings.com/descargas/muros_anclados.pdf)

DESCRIPCIÓN DE SUELOS	SÍMBOLO	Ks (kg/cm <sup>3</sup> )	
		RANGO	PROMEDIO
GRAVAS BIEN GRADUADAS	GW	14 - 20	17
GRAVAS ARCILLOSAS	GC	11 -19	15
GRAVAS MAL GRADUADAS	GP	8 -14	11
GRAVAS LIMOSAS	GM	6 - 14	10
ARENAS BIEN GRADUADAS	SW	6 - 16	11
ARENAS ARCILLOSAS	SC	6 - 16	11
ARENAS MAL GRADUADAS	SP	5 - 9	7
ARENAS LIMOSAS	SM	5 - 9	7
LIMOS ORGÁNICOS	ML	4 - 8	6
ARCILLAS CON GRAVA O CON ARENA	CL	4 - 6	5
LIMO ORGÁNICOS Y ARCILLAS LIMOSAS	OL	3 - 5	4
LIMOS INORGÁNICOS	MH	1 - 5	3
ARCILLAS INORGÁNICAS	CH	1 - 5	3
ARCILLAS ORGÁNICAS	OH	1 - 4	2

Figura 23. Se muestra un rango de coeficiente de balasto.

Fuente: [http://www.abbings.com/descargas/muros\\_anclados.pdf](http://www.abbings.com/descargas/muros_anclados.pdf)

Debido a su estado es probablemente que el diseño necesite un incremento de refuerzos de aceros negativos y positivos, la idea de incrementar es solamente por la flexión. Esto lo veremos y verificaremos con el programa de cómputo.

## **Formulación Del Problema**

### **Problema General**

- ✓ PG: ¿De qué manera el suelo arenoso de un sótano de dos niveles modificaría el análisis y diseño de un sistema de muro anclado en Ventanilla - 2019?

### **Problemas Específicos**

- ✓ PE1: ¿Cómo influye las características físicas y mecánicas del suelo arenoso en la respuesta estructural del muro anclado (desplazamiento), Ventanilla - 2019?
- ✓ PE2: ¿Cómo influye las características físicas y mecánicas del suelo arenoso en la respuesta estructural del muro anclado (deformaciones), Ventanilla - 2019?
- ✓ PE3: ¿De qué manera las características físicas y mecánicas del suelo arenoso influirán en las características mecánicas del anclaje del muro, Ventanilla – 2019?

## **Justificación Del Estudio**

Para la presente investigación se tocará un punto específico como las bases y/o apoyo los antecedentes e investigaciones realizadas anteriormente, que claramente ayudaran a resolver problemas o dudas para el desarrollo de la investigación.

Justificaremos al proyecto de las siguientes formas:

### **Justificación Teórica**

Desde el punto de vista teórico, del presente trabajo de investigación para el uso del muro anclado con un suelo arenoso en el distrito de Ventanilla 2019”se desarrolla con el fin de estabilizar los empujes del suelo, que garanticen las construcciones de los siguientes anillos, se tendrá un mayor conocimiento del diseño de un sistema de muro anclado para ello se tomara en cuenta la norma E.0.50 suelos y cimentaciones, para la cual es muy importante el estudio mecánico de suelos (EMS) con la finalidad de brindar seguridad al momento de estabilización y permanencia de las obras.

### **Justificación Práctica**

la investigación que se realiza por un suelo arenoso que en la cual se verificara si cambia en algunos aspectos constructivos, en algunos casos no se lleva acabo los estudios bien hechos, detallados de mecánica de suelos.

### **Justificación Económica**

La ventaja que tiene este método es muy factible en la construcción de sótanos y brindándonos seguridad a los avances de obra, por la cual no genera mucha contaminación sin afectar de forma negativa la calidad del suelo.

### **Justificación Metodológica**

La investigación ayudara a crear un nuevo instrumento de redacción de datos. El ámbito metodológico constituye la raíz de la construcción, que permite agregar una metodología que puede ayudar o recolectar información sobre el tema y puede ser usada por otros lectores que tienen la finalidad de empaparse sobre la investigación y así validarla, para que constituye un caso de aplicación en el ámbito de la ingeniería civil.

### **Justificación Social**

Tendrá una trascendencia en la sociedad y habrá un beneficio para esta. El tema de estudio es importante para llevarse a cabo el proyecto, que permitirá que más personas puedan aprovechar mejor los espacios para el estacionamiento vehicular.

### **Hipótesis:**

Para elaborar el proyecto de investigación se discurre a desarrollar el concepto, con respeto al tema, de Kaseng y Guillen en su guía para elaborar plan de tesis y tesis de post grado mencionan que:

“[...] la hipótesis podría contener términos generales o precisos, debido a que están involucradas dos o más variables, pero no necesariamente en todas las proposiciones sujetas a comprobación empírica, o a verificar en la realidad” (2014, párr. 3).

En conclusión, con la cual mencionan los autores, que las hipótesis casi no siempre son verdaderas, ni tampoco falsas, y no por ello dejaran de tener valor.

### **Hipótesis General**

- ✓ HG: Minimizar las fallas del diseño de un sistema de muro anclado en Ventanilla, 2019.

### **Hipótesis Específicas**

- ✓ HE1: Las características físicas y mecánicas del suelo arenoso influyen significativamente en la respuesta estructural del muro anclado (desplazamiento), Ventanilla – 2019.
- ✓ HE2: Las características físicas y mecánicas del suelo arenoso influyen significativamente en la respuesta estructural del muro anclado (deformaciones), Ventanilla – 2019.
- ✓ HE3: Las características físicas y mecánicas del suelo arenoso influyen significativamente en las características mecánicas del anclaje, Ventanilla – 2019.

### **Objetivos**

Se relaciona los aspectos que el investigador desea estudiar o se ejecutaran durante el proceso de la investigación, poner a las demás fases del proceso de investigación, sirven de guía (campos, 2013).

### **Objetivos Generales**

OG: Determinar las características físicas y mecánicas del suelo arenoso para analizar y diseñar el sistema de muro anclado, Ventanilla - 2019.

### **Objetivos Específicos**

- ✓ OE1: Determinar la influencia de las características físicas y mecánicas del suelo arenoso en la respuesta estructural del muro anclado (desplazamiento), Ventanilla - 2019.
- OE2: Determinar la influencia de las características físicas y mecánicas del suelo arenoso en la respuesta estructural del muro anclado (deformaciones), Ventanilla - 2019.
- ✓ OE3: Determinar la influencia de las características físicas y mecánicas del suelo arenoso en las características mecánicas del anclaje, Ventanilla - 2019.

## **II. MÉTODO**

## 2.1. Tipo y Diseño de Investigación

### Diseño de la investigación

Para el diseño de esta investigación, según Kaseng y Guillen, nos menciona que:

[...] el diseño de investigación forma parte de la estructuración del plan metodológico de estudio, en otras palabras, determina y organiza las estrategias y procedimientos que permitirán la obtención de datos, su procesamiento e interpretación, con el único objetivo de dar a todos los problemas planteados (2014, p.145).

La presente investigación se ubicó en el diseño **Experimental**, porque se basará en manipular la variable independiente, por ello se recopilará datos de las obras ejecutadas para luego ser analizado como parte de la investigación.

### Tipo de investigación

Grabiell Giner (2015), redactor en la página web eSalud nos menciona en su publicación:

Existen diferentes perspectivas desde las que se puede investigar, dependiendo de cuál sea el fenómeno de estudio, y los métodos que se empleen para obtener los datos. Dependiendo de ciertas características importante, como el objeto de estudios, sus variables, las técnicas empleadas para la obtención de datos, etc. (2015, pág. 2).

En el presente proyecto de investigación será de tipo **Aplicada**, ya que se implementará los conocimientos adquiridos a lo largo de estudio, en la cual se busca concluir los problemas y tener resultado positivos.

### Nivel de investigación

Para el diseño de esta investigación, según Noguera Ramos, nos menciona que:

“[...] No se limita a la mera de recolección de datos, la meta de los investigadores competentes es la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables” (2003, pág. 30).

El nivel de investigación del presente proyecto de investigación es **Descriptivo** ya que nos ayuda a darle la dimensión al nivel de acuerdo a los objetivos planteados, describiremos una parte de la realidad que tomaremos al inicio, para luego convertirse en explicativa.

## **Enfoque de investigación**

Para el enfoque de esta investigación según en la publicación Hernández, Fernández y Baptista (2014, pág. 15):

“Usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.”

El enfoque de la presente investigación será **cuantitativo**, porque nos basaremos en comprobar las hipótesis planteadas mediante la recolección de datos y mediciones numéricas.

## **Variable, Operacionalización**

### **Variable**

La variable puede ser manipulada de sus propiedades, características o elementos la cual son estudiados que puede o no tener un papel concreto sobre aquello que se esté analizando, puede presentar distintos valores (Castillero, O. 2016).

Existen diferentes tipos de variables, pero lo más importantes son las variables independientes y las variables dependientes.

### **Variable Independiente**

Los valores de este tipo no dependen del valor de otras, se evalúan su capacidad de influir, incidir o afectar a otras variables.

En la presente investigación, la variable independiente vendría a ser el suelo arenoso.

### **Variable Dependiente**

Estas variables están sujetas a cambios por acción de otros elementos. Mi variable dependiente se verá afectada cuando modifique o altere mi variable independiente.

Entonces en esta investigación, la variable dependiente vendría a ser el sistema de muro anclado.

## **2.2. Operacionalización de Variables**

La variable que estudiaremos será la variable independiente al adicionarle la variable dependiente y las incidencias que esta puedan tener los tipos de empujes de diferentes suelos.



**Tabla 9.** Matriz operacional de la variable independiente.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Suelos Arenoso	“[...] las características físicas[...] son una pequeña variación de sus valores no modifica la forma de su comportamiento de los terrenos” (Lucero [et al], 2012, pág. 4).	Para poder realizar las características físicas del terreno se tiene en cuenta la textura que tiene el suelo, análisis granulométrico, contenido de humedad. (Lucero [et al], 2012, pág. 4).	Características físicas	Textura	Método: <b>Método Científico</b>
				Análisis Granulométrico	Enfoque: <b>cuantitativo</b>
				Contenido de Humedad (%)	Tipo de investigación: <b>Aplicada</b>
	“Este periodo se concentró en los estudios relativos a la pendiente natural y pesos unitarios de diversos tipos de suelos” (Braja, 2013, pág. 5).	Para poder realizar el estudio técnico del terreno, se debe hacer las calicatas, para llevarlo al laboratorio y obtener los resultados. (Braja, 2013, pág. 5).	Características mecánicas	Cohesión	Investigación: <b>Descriptivo</b>
				Angulo de fricción	
				Capacidad portante	Diseño de investigación: <b>Experimental</b>

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 10.** Matriz operacional de la variable dependiente.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Muro anclado	“El sistema de anclajes tiene la función de anclar el muro de sótano en el suelo para soportar empujes de suelo, agua y sobrecargas; y así evitar su falla” (Carbajal y Vermudez, 2017, pág. 11).	Para poder realizar estos ensayos se tienen en cuenta los estudios geotécnicos para poder aplicar el anclaje se debe de usar (Carbajal y Vermudez, 2017, pág. 11).	Características Mecánicas	Tipo de Anclaje	Método: <b>Método Científico</b>
				Resistencia del Tendón	Enfoque: <b>cuantitativo</b>
				Ángulo de Inclinación	Tipo de investigación: <b>Aplicada</b>
	“Son los que se generan en alguna proporción por los costos directos y indirectos” (Acevedo, s.f, pág. 1).	Para poder realizar su funcionamiento del muro estructural conocer muy bien que material a usar para la construcción y un análisis del diseño (Acevedo, s.f, pág. 1).	Respuesta Estructural	Desplazamiento	Investigación: <b>Descriptivo</b>
			Deformaciones	Diseño de investigación: <b>Experimental</b>	

Fuente: Elaboración Propia.

## **2.3. Población, Muestra**

### **Población**

Para la población de esta investigación según en la publicación Kaseng Y Guillen mencionan:

“[...] Viene a ser el conjunto de individuos u objetos que tienen una característica común, para de investigación para seleccionar la población se debe tener en cuenta algunas características esenciales, que pueden ser propuestas por el investigador mismo” (2014, p. 183).

Por lo consiguiente, la población de este proyecto de investigación está formada por la vivienda del distrito de Ventanilla, con las condiciones propuestas líneas anteriores.

### **Muestra:**

Según Ñaupas [et al]. (2014) nos explican:

“La muestra es el subconjunto, o parte de la población seleccionada, esta representa al universo” (p. 247).

El tipo de muestra de este proyecto de investigación es no probabilístico, en la cual mi muestra vendría ser la vivienda del AAHH. San Pablo Mz. A Lt. 21, Ventanilla, ya que se tiene en cuenta sus características para realizar el proyecto de investigación.

## **2.4. Técnicas e instrumento de Recolección de datos, validez y confiabilidad**

Según Orellana nos menciona que:

“consiste en la observación que realiza el investigador de la situación social en estudio, procurando para ello un análisis de forma directa, entera y en momento en que dicha situación se lleva a cabo, y en donde su participación varía según el propósito y el diseño de investigación previsto” (2006, p. 211).

Los principales métodos de investigación son La observación, la entrevista y grupos de discusión.

En base a la teoría, en este proyecto de investigación se empleará la **Observación**, como herramienta de recolección de datos debido a que el terreno se tendrá que desarrollar primero sus características de la investigación. Además, se cuantificarán los resultados tomando como base las características del suelo y también los costó.

### **Instrumentos de Recolección de Datos**

El instrumento que se utilice para recolectar datos es en un inicio cualquier recurso del cual el investigador donde pueda juntar toda su información donde pueda valerse.

Para el análisis de nuestra variable independiente recurriremos a los laboratorios de ensayos físicos y mecánica de suelo, donde realizaremos una descripción cuantitativa de los materiales a utilizar, posteriormente se elaborarán tablas y gráficos para comparar las distintas muestras de suelos y todo lo relativo que demuestren la incidencia de las variables.

### **Validez**

Según Valarino [et al] (2015). Sostiene que:

“La validez se refiere a que debe tenerse cierto grado seguridad, que lo que se está midiendo sea lo que se pretende y no otra cosa, que la técnica empleada mida el fenómeno que se supone tiene que medir o que observador pueda clasificar un comportamiento en una categoría con cierto grado de veracidad” (pág., 227).

Los estudios de ensayos de los materiales a realizar en los laboratorios, serán válidos por el responsable técnico el cual validara y certificara los estudios todos los ensayos que se desarrollen.

### **Confiabilidad**

Según Valarino [et al] (2015). Sostiene que:

“La confiabilidad se refiere a que el instrumento mida lo mismo cada vez que se emplea o que diferentes observadores midan lo mismo en condiciones similares y puedan llegar a acuerdo” (pág., 229).

La confiabilidad de este estudio tiene en gran medida la utilización de instrumentos mecánicos y de medición, los cuales serán empleados para los distintos ensayos que se realizaran en laboratorio.

Para tal fin, se solicitarán las especificaciones técnicas de calibración de cada instrumento a utilizar en los laboratorios, al técnico responsable, así como las ISOS que son normas de calidad y seguridad, en algunos casos.

## **2.5. Procedimiento**

Para realizar el análisis de un sistema de muro anclado se tiene que diseñar los anclajes el cálculo de la tensión que aguanta y números de varillas que aguanta los empujes, dimensión de la placa que va aguantar, por lo tanto se tomaran las alturas de muro para los diferente paños por ejes y estimar el espesor mínimo del muro que es de 25 cm, teniendo en cuenta estos pequeños datos se realizar el modelamiento para obtener sus desplazamiento y deformaciones del muro para ver si necesita refuerzos de acero así sea por construcción y cálculos requeridos.

## **2.6. Métodos de Análisis de Datos**

Según el D.R. Lozano Glenn nos menciona que:

“la claridad de dicha presentación es de vital importancia para la comprensión de los resultados y la interpretación de los mismo” (2010, pág. 3).

Para validar mi hipótesis, necesariamente tengo que realizar el estudio de mecánica de suelo en laboratorios, pero debo considerar el costo de dichos ensayos.

Por ende, este proyecto de investigación se empleará el estudio **cuantitativo**.

## **2.7. Aspectos Éticos**

Tomaremos en cuenta la originalidad de los resultados así mismo nos haremos responsables de proteger la identidad de los individuos que pertenecerán al desarrollo del proyecto, el respeto por la propiedad intelectual.

### **III. RESULTADOS**

## DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

La investigación se ubica en la provincia del Callao, que es una de los primeros pobladores del Callao y Puente Piedra que forman el departamento Lima, hicieron conocida la zona identificándola, la playa de las ventanillas, por las innumerables cuevas y grutas con la aparición de pequeñas ventanas en L.

Por la cual ventanilla limita por el Sur con el cercado del Callao y el distrito de San Martín de Porres, por el Norte tenemos los cerros existentes los separa del distrito de Santa Rosa, por el Este con el distrito de Puente Piedra y por último por el Oeste limita con el Océano Pacífico.

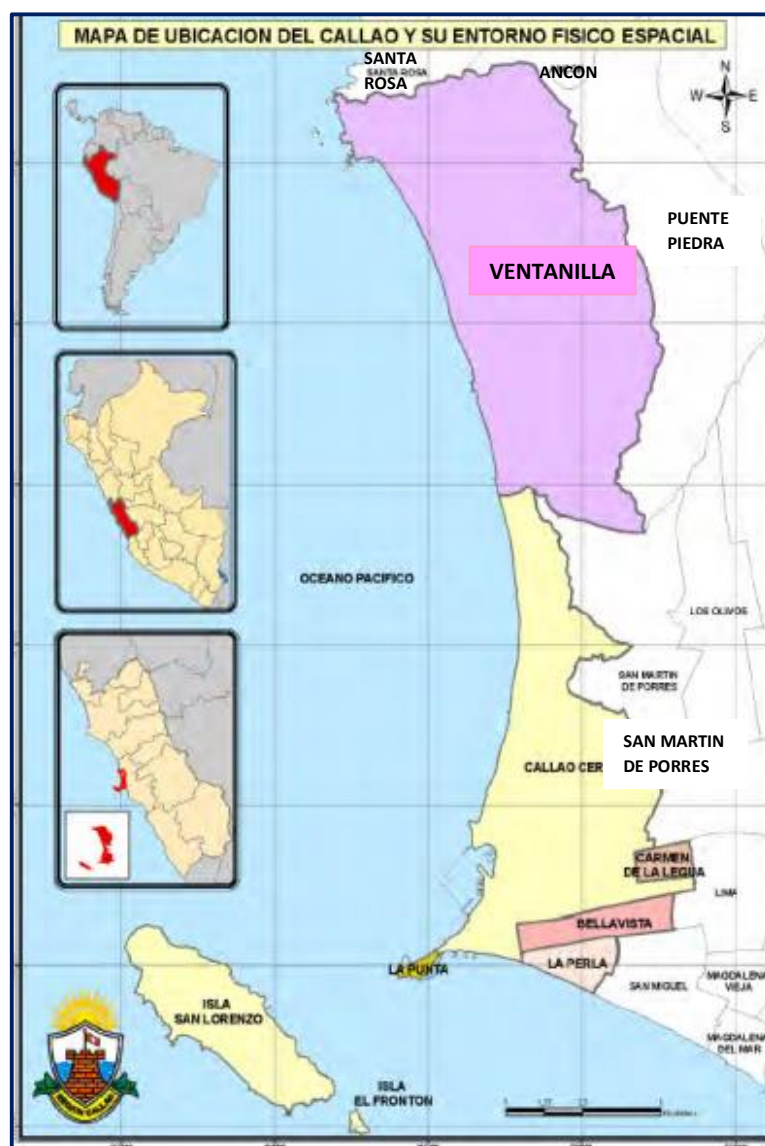


Figura 24. Limitaciones de Ventanilla.

Fuente: Plan de desarrollo concertado de la región del Callao.

## Ubicación del Terreno

El terreno, de propiedad del AMAYA LADINEZ TERESA y ANCAJIMA GORCOCHEA HERNAN, se encuentra ubicada en: Asentamiento Humano San Pablo Mz A Lote 21 - Ventanilla, contando con un área de 393.25 m<sup>2</sup>. La cual se quiere realizar un sótano de dos niveles, que se encuentra por panamericano norte, colindando con los terceros de la propiedad, con un área de construcción 334.55 m<sup>2</sup>, por la cuales se encuentra un suelo arenoso a simple vista para constatar tiene un estudio de suelo ya realizado.

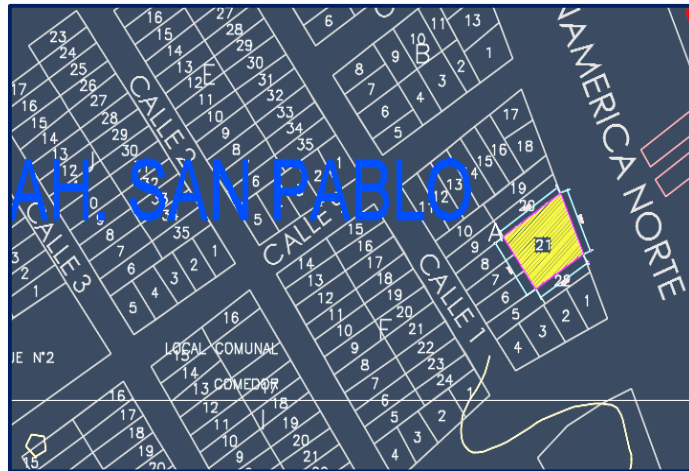


Figura 25. Ubicación de terreno

Fuente: plano catastral.

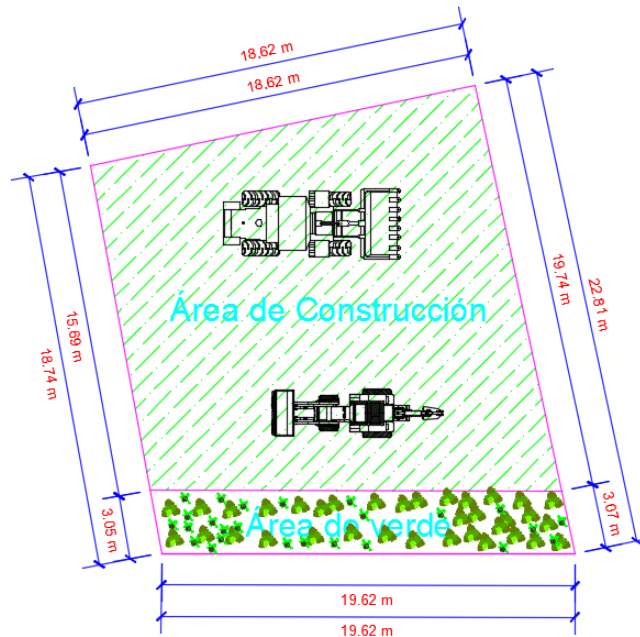


Figura 26. Área a construir el sótano.

Fuente: Elaboración propia.



## Cálculo de Coeficiente “A”



Figura 27. Mapa de zonificación sísmica.

Fuente: E.030. Diseño Sismorresistente

**Zona 4.-** cuando se ubica en esta zona tiene un alto sismo, pero en las estructuras no presentan rasgos sobre este fenómeno, por la cual se encuentran más resumido las zonas que se encuentran ubicadas de ventanilla.

PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
CALLAO	BELLAVISTA	4	TODOS LOS DISTRITOS
	CALLAO		
	CARMEN DE LA LEGUA-REYNOSO		
	LA PERLA		
	LA PUNTA		
	VENTANILLA		

Figura 28. Ubicación de zona sísmica.

Fuente: E.030. Diseño Sismorresistente

## Parámetros de Diseño Sismo Resistente

Según el reglamento nacional de construcción y la N.T.E-030- para el diseño sismo resistente, tenemos los siguientes valores.

**Tabla 11.** Datos para obtener coeficiente de aceleración.

Factor de zona	0.45
Perfil de Suelo	S3
Factor de amplificación	1.10
Factor de Amplificación sísmica	2.5
Factor de Uso (U)	1.5
Coeficiente de Reducción	6

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 12.** Factor de suelo "S".

SUELO ZONA	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

Fuente: Norma Técnica Peruana E. 030 Diseño sismo resistente

**Tabla 13.** identificar los periodos (plataforma e inicio de la plataforma).

Tabla N° 4 PERÍODOS "T <sub>P</sub> " Y "T <sub>L</sub> "				
	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>P</sub> (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T <sub>L</sub> (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: Norma Técnica Peruana E. 030 Diseño sismo resistente

Son los periodos que aclara la plataforma del factor C y el principio de la zona del factor C con desplazamiento consecutivo.

- Para calcular el factor de ampliación sísmica se tiene en cuenta.

Esto se relaciona según el perfil de suelo:

$$T_p = 1 \qquad T_L = 1.6$$

$$T = \frac{h_n}{c_T}$$

$c_T = 60$ , lo encontramos en la norma técnica E- 030, que nos dice el periodo fundamental que pertenece en los edificios de albañilería, y para todas las edificaciones de concreto armado duales.

Donde tenemos

$$h_n = 18 \text{ m}$$

Entonces se reemplaza a la fórmula:

$$T = \frac{18}{60} \qquad T = 0.3$$

Según la norma E 030, se tiene tres opciones para obtener el factor de ampliación sísmica.

$T < T_p$	$T_p < T < T_L$	$T > T_L$
$C = 2.5$	$C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T}\right)$	$C = 2.5 * \left(\frac{T_p * T_L}{T^2}\right)$

Para obtener el coeficiente de aceleración:

$$A = \frac{ZUCS}{R}$$

$$A = \frac{0.45 * 1.5 * 2.5 * 1.10}{6}$$

$$A = 0.21$$

## **Investigación Geotecnia Efectuada**

### **Exploraciones**

La excavación del suelo se realizó mediante 2 perforaciones de penetración estándar ubicada en el interior de la propiedad.

La exploración tiene de profundidades de 7.80 m y 8.00 m aproximadas m superficialmente manteniendo constante la sección a profundidad.

### **Características Físicas de Suelo**

Se extrajeron muestras tipo disturbada del material a diferentes niveles de la excavación, identificando la estratificación y sus variantes a profundidad; se tomó muestra en cantidad suficiente para realizar ensayos estándar

La muestra se extrajo siguiendo la norma NTP 339.151 (ASTM D4220), luego se procedió a la descripción e identificación de los materiales encontrados (procedimiento visual manual) según la norma NTP 339.150 (ASTM D-2488), que en la cual se observó que tenía un color claro seco y estaría mezclado con arcillas, más conocidos como suelo franco. Paralelamente al muestreo se efectúa el registro de cada una de las exploraciones, anotándose las características de los suelos tales como espesor, color, humedad, compacidad, etc.

Sin embargo, se puede concluir que los suelos son del tipo gravoso pobremente graduado con arena en estado semi-húmedo.

### **Características Mecánica de Suelo**

Los ensayos se efectuaron siguiendo las normas de la American Society for Testing and Materials (ASTM) y fueron los siguientes:

#### **Ensayos Estándar**

- Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422
- Limite Líquido ASTM D-4318
- Limite Plástico ASTM D-4318

#### **Ensayos Especiales**

- Corte Directo ASTM D-3080
- Humedad ASTM D-2216
- Penetración estándar ASTM D-158

## Análisis de la Cimentación

**Tabla 14.** Datos ángulo y cohesión.

Nº CALICATAS	Ángulo de fricción interna $\phi$	Cohesión (C) (kg/cm <sup>2</sup> )
C-1	30	0.00
C-2	30	0.00

Fuente: Elaboración Propia.

Cálculo de los coeficientes de empuje activo y pasivo, según la fórmula de Rankine

$$K_a = \frac{1 - \text{sen}\phi}{1 + \text{sen}\phi} = \frac{1 - \text{sen}(30)}{1 + \text{sen}(30)} = 0.333$$

$$K_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) = \tan^2 \left( 45 - \frac{30}{2} \right) = 0.333$$

$$K_p = \frac{1 + \text{sen}\phi}{1 - \text{sen}\phi} = \frac{1 + \text{sen}(30)}{1 - \text{sen}(30)} = 3.00$$

$$K_p = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) = \tan^2 \left( 45 + \frac{30}{2} \right) = 3.00$$

Dónde:

Ka: coeficiente de empuje activo

Kp: coeficiente de empuje pasivo

- Densidad terreno natural  $\gamma = 1.61 \text{ ton/m}^3$
- Ángulo de fricción  $\phi = 30^\circ$
- Cohesión  $c = 0.00 \text{ tn/m}^2$
- Factor de seguridad suelo = 1
- Q ult. = 40 ton/m<sup>2</sup>
- Q adm. = 26.67 ton/m<sup>2</sup>
- Factor de seguridad suelo(diseño) = 1.5

## Diseño de Muro Anclado

### 1) Datos:

#### Propiedades del suelo

$$\gamma = 1.61 \text{ ton/m}^3 \quad \text{densidad del suelo}$$

$$\phi = 30^\circ \quad \text{Angulo de fricción}$$

$$c = 0 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Cohesión}$$

#### Propiedades del Material

$$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{resistencia del concreto}$$

$$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{fluencia del acero corrugado de grado } 60^\circ$$

$$FS = 1.5 \quad \text{Factor de Seguridad}$$

Según Lareate nos menciona que el factor de seguridad para el diseño debe ser mayor o igual que 1.5 en suelos arenosos.

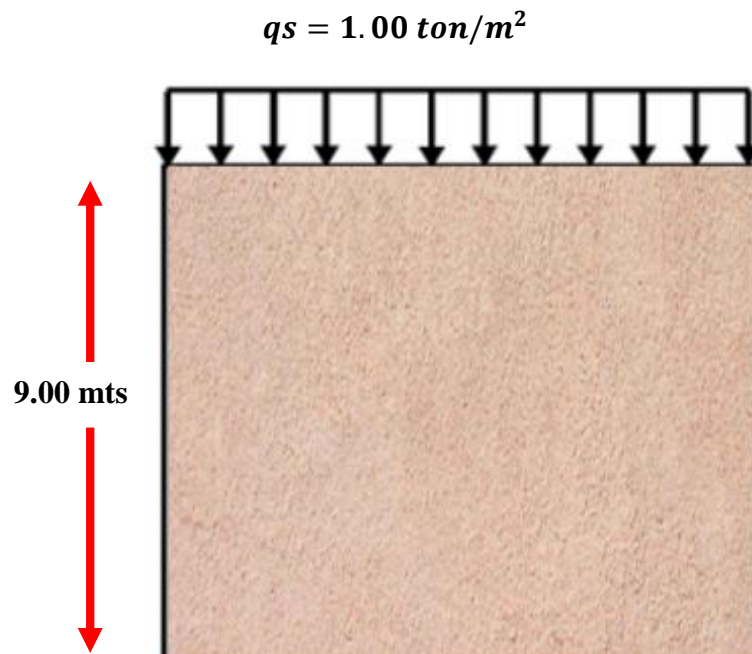


Figura 29. Consideración de cargas.

Fuente: elaboración propia

### Determinar de la carga total debida a la presión de tierra

según Sakí nos dice: para calcular empuje de reposos necesita calcular el ángulo de fricción.

$$K_0 = 1 - \text{sen}\phi$$

$$K_0 = 1 - \text{sen}(30^\circ)$$

$$K_0 = 0.5 \quad (\text{presión})$$

$$\phi_{mob} = \tan^{-1}\left(\frac{\tan\phi}{FS}\right)$$

$$\phi_{mob} = \tan^{-1}\left(\frac{\tan(30^\circ)}{1.5}\right)$$

$$\phi_{mob} = 21.05^\circ$$

*ángulo de fricción modificado*

Nota: una vez obtenido el ángulo que fue afectado por el FS que normalmente es 1.5, por la cual viene hacer la cara frontal del muro que en la cual tiene una inclinación ( $\theta=0^\circ$  y por lo tanto no existe fricción en la interfaz de la tierra y muro), y como también no hay inclinación de la corona del muro ( $\beta=0$ ), por la cual se obtara en utilizar la reoria de Rankine para calcular  $K_{Amob}$ , como se pude ver:

$$K_{Amob} = \tan^2\left(45^\circ - \frac{\phi_{mob}}{2}\right)$$

$$K_{Amob} = \tan^2\left(45^\circ - \frac{21.05^\circ}{2}\right)$$

$$K_{Amob} = 0.47$$

Tener en cuenta:

$$K_{Amob} \geq K_0$$

*se utiliza el K mayor*

$$K_0 = 0.5$$

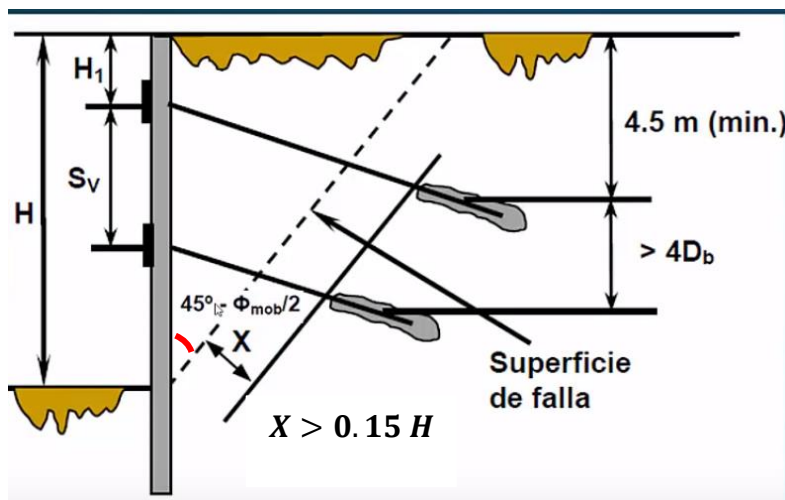


Figura 30 .El ángulo de la superficie de falla la cual es  $34.48^\circ$

Fuente: [www.cordovaingenieros.com](http://www.cordovaingenieros.com)

Hallamos la carga total para varios anclajes

$$Tl = \frac{1}{2} * K_{Amob} * \gamma * H^2$$

$$Tl = \frac{1}{2} * 0.5 * 1.61 * 9^2$$

$$Tl = 32.60 \text{ tn/m}$$

Desplazamientos verticales entre los anclajes

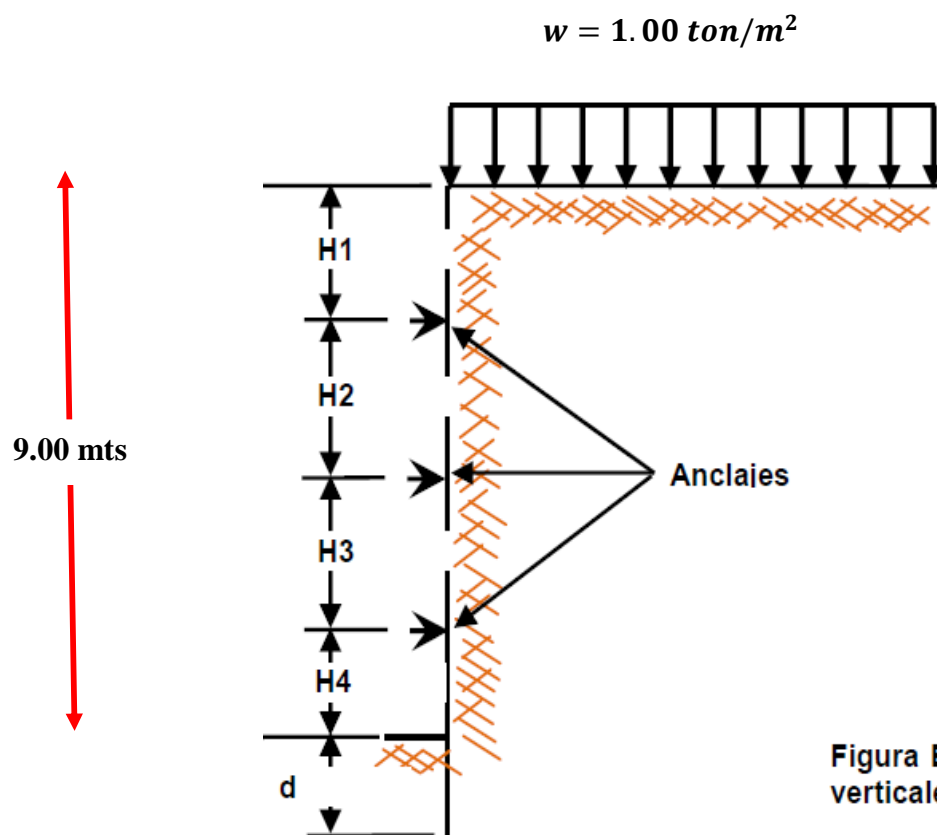


Figura 31. Detalle del cálculo de separación del anclaje.

Fuente: [ww.cordovaingeniros.com](http://ww.cordovaingeniros.com)

$$MN_{pos1} = MN_{neg1}$$

$$\frac{1}{10} PH_{(2,3,4)}^2 = \frac{13}{54} PH_1^2$$

$$\longrightarrow 0.1PH_{(2,3,4)}^2 = 0.241PH_1^2$$



Asumiendo que  $H_1=H_2=H_3=H_4$

$$H_{(2,3,4)} = \sqrt{\frac{0.241}{0.1}} H_1$$

$$H_{(2,3,4)} = 1.5524 H_1 \dots (a)$$

$$H = H_1 + H_2 + H_3 + H_4$$

$$H = 1.000 H_1$$

$$H = 1.55242 H_1$$

$$H = 1.55242 H_1$$

$$H = 1.55242 H_1$$

$$H = 5.65725 H_1$$

Donde que  $H = 9.00$  metros

De la ecuación (a)

$$9.00 = 5.65725 H_1$$

$$\frac{9.00}{5.65725} = H_1$$

$$H_1 = 1.591 \text{ m}$$

$$H_{(2,3,4)} = 1.5524 H_1 \dots (a)$$

$$H_{(2,3,4)} = 1.5524 * 1.591$$

$$H_{(2,3,4)} = 2.4698 = 2.5 \text{ m}$$



Entonces se calculará los espacios

$$E = \frac{H}{H_{(2,3,4)}} = \frac{9}{2.5} = 3.6 \text{ entonces se redondea } a = 4 \text{ m}$$

Redistribuyendo los valores

**H1** = 1.5 metros

**H2** = 2.5 metros

**H3** = 2.5 metros

**H4** = 2.5 metros

### Cálculo del asentamiento del muro anclado

Asentamiento promedio y máximos para las arenas y arcillas rígidas

$$\delta(\text{prom.}) = 0.0015H = 0.0015 * 9 = 0.0135 \text{ m} = 13.5 \text{ milímetros}$$

$$\delta(\text{máx.}) = 0.005H = 0.005 * 9 = 0.045 \text{ m} = 45.0 \text{ milímetros}$$

Se determina el asentamiento imprevisto para una estructura adyacente situada

5 metros de la corona de la pantalla (con una distancia de perforación).

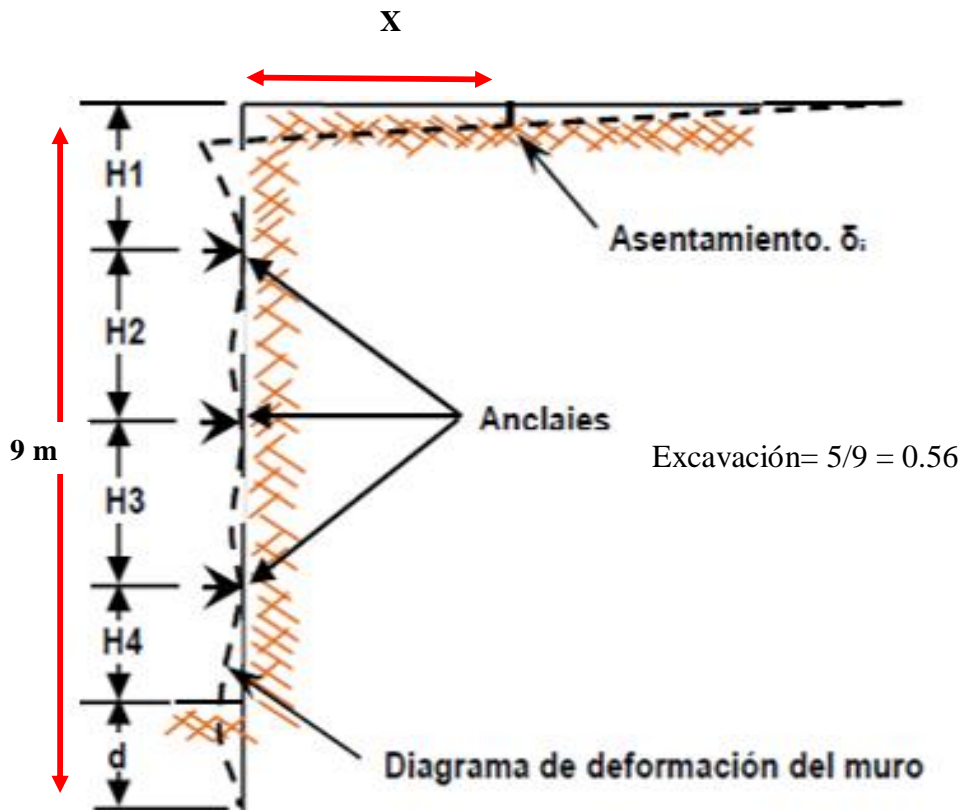


Figura 32. Detalle de asentamiento.

Fuente: cordovaingenieros.com

La relación que existe en la figura debe tocar la curva I.

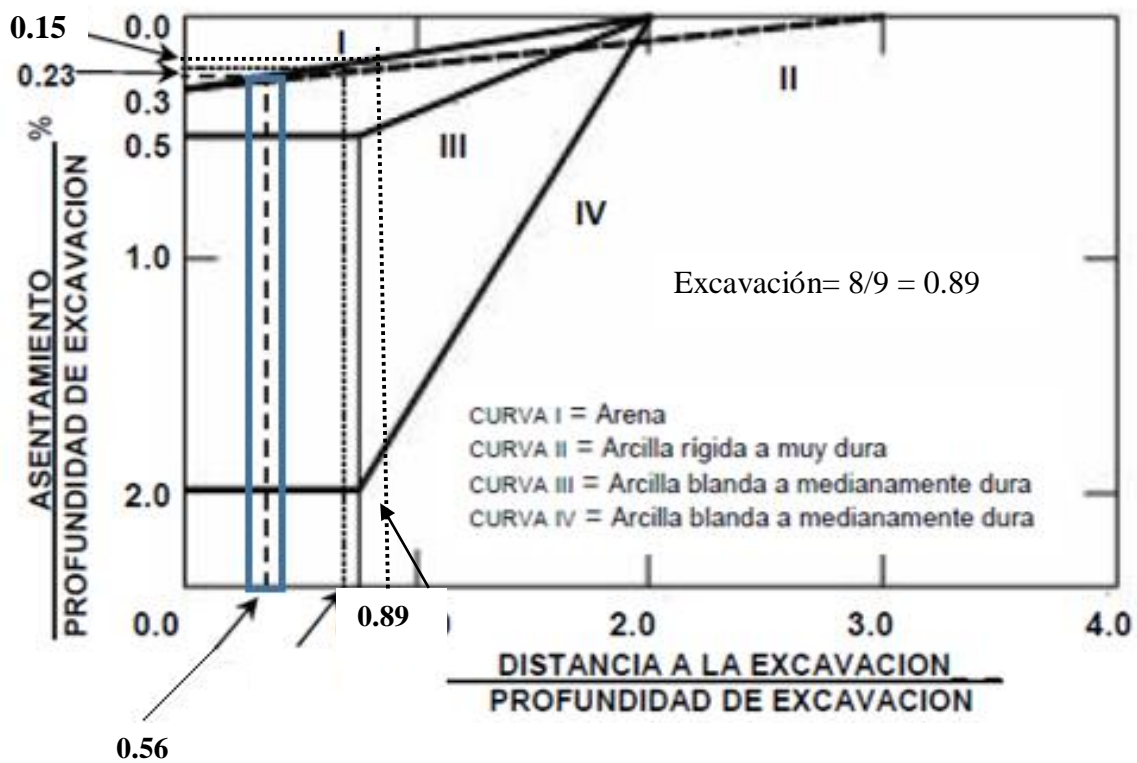


Figura 33. Cálculo de asentamiento.

Fuente: cordovaingenieros.com

Caso 1) para una distancia de  $X = 5$  metros

Del gráfico de asentamiento 0.23%

$$\delta(5m) = 0.23/100 * (9) = 0.0207 \text{ m} = 20.7 \text{ milímetro}$$

Caso 2) para una distancia de  $X = 8$  metros

Del gráfico de asentamiento 0.15%

$$\delta(8m) = 0.15/100 * (9) = 0.0135 \text{ m} = 13.5 \text{ milímetro}$$

### Cálculo de diagrama de presiones

- Cálculo de diagrama de presión que tiene como finalidad de estabilizar el corte para las arenas.

Se consideran tres niveles de anclajes para el corte de la perforación separados horizontalmente a 3 metros el primer paño y los restos son iguales so longitud no cambia.

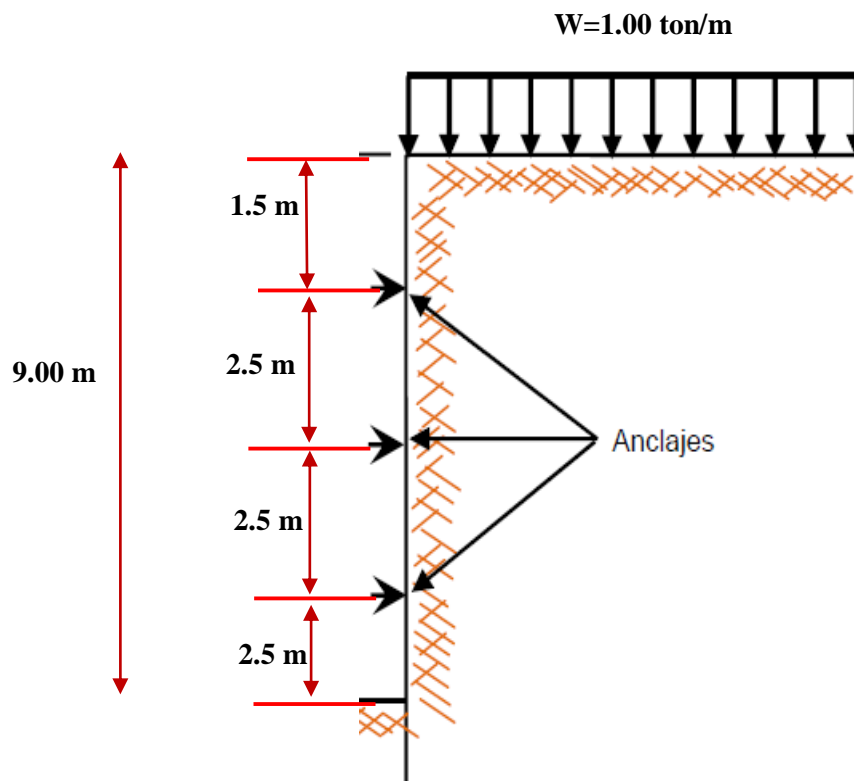


Figura 34. Distancia de anclajes.

Fuente: elaboración propia.

### Cálculo de presiones de estabilización

La presión que estabiliza el corte implica la carga TL que fue calculada anteriormente:

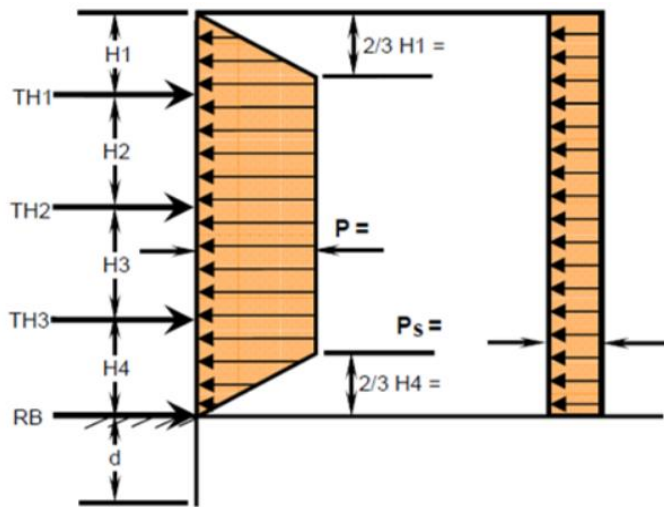


Figura 35. Presiones de estabilización.

Fuente: cordovaingenieros

Hallamos la carga distribuida trapezoidal

$$P = \frac{Tl}{H - \frac{1}{3} * H_1 - \frac{1}{3} * H_4}$$

$$P = \frac{0.65K_A * \gamma * H^2}{\frac{2}{3} * H}$$

Esta fórmula solo se usa cuando hay un solo anclaje.

$$P = \frac{32.60}{9 - \frac{1}{3} * 1.5 - \frac{1}{3} * 2.5}$$

$$P = 4.25 \quad \text{Ton/m}$$

### Cálculo de la S/C de las estructuras aledañas.

La sobrecarga que existe está distribuida uniformemente ( $q_s$ ) tiene que ser cambiada a una presión horizontal ( $P_s$ ) y por luego tiene que ser multiplicada por el único coeficiente de presiones en estado de reposo ( $K_0$ ):

$$P_s = K_0 * q_s$$

$$P_s = 0.5 * (1 * 4) = 2 \text{ Ton/m}$$

Ahora hallaremos las tensiones horizontales o también llamados fuerzas del tensado con la siguiente formulas:

- Fuerza horizontal para el anclaje n°1

$$Th_1 = \left[ \left( \frac{2}{3} \right) * H_1 + \left( \frac{1}{2} \right) * H_2 \right] * P + \left( H_1 + \frac{H_2}{2} \right) * P_s$$

$$Th_1 = \left[ \left( \frac{2}{3} \right) * 1.5 + \left( \frac{1}{2} \right) * 2.5 \right] * 4.25 + \left( 1.5 + \frac{2.5}{2} \right) * 2$$

$$Th_1 = 15.02 \text{ Ton/m} \quad \text{Tensión del cable 1}$$

- Fuerza horizontal para el anclaje n°2

$$Th_2 = \left[ \left( \frac{1}{2} \right) * H_2 + \left( \frac{1}{2} \right) * H_3 \right] * P + \left( \frac{H_2}{2} + \frac{H_3}{2} \right) * P_s$$

$$Th_2 = \left[ \left( \frac{1}{2} \right) * 2.5 + \left( \frac{1}{2} \right) * 2.5 \right] * 4.25 + \left( \frac{2.5}{2} + \frac{2.5}{2} \right) * 2$$

$$Th_2 = 15.60 \text{ Ton/m} \quad \text{Tensión del cable 2}$$

- Fuerza horizontal para el anclaje n°3

$$Th_3 = \left[ \left( \frac{1}{2} \right) * H_3 + \left( \frac{23}{48} \right) * H_4 \right] * P + \left( \frac{H_3}{2} + \frac{H_4}{2} \right) * P_s$$

$$Th_3 = \left[ \left( \frac{1}{2} \right) * 2.5 + \left( \frac{23}{48} \right) * 2.5 \right] * 4.25 + \left( \frac{2.5}{2} + \frac{2.5}{2} \right) * 2$$

$$Th_3 = 15.36 \text{ Ton/m} \quad \text{Tensión del cable 3}$$

- Calculo de la fuerza para la reacción en la base

$$Rb = \left( \frac{3}{16} * H_4 \right) * P + \left( \frac{H_4}{2} \right) * P_s$$

$$Rb = \left( \frac{3}{16} * 2.5 \right) * 4.25 + \left( \frac{2.5}{2} \right) * 2$$

$$Rb = 4.48 \text{ Ton} \quad \text{Reacción de la base}$$

Según la norma E. 050, artículo 39.11.6 estabilidad global.

$$P_w = \frac{0.9 * f_y * A_s}{FS}$$

$$P_w = \frac{0.9 * 4200 \frac{kg}{cm^2} * 9.8cm^2}{1.5}$$

$$P_w = 24.70 \text{ tn}$$

n= coeficiente de seguridad nos menciona que para los coeficientes de seguridad para 1.50 son para los provisionales, para los anclajes permanente es 1.75.

### Diseño de los anclajes en reposo

Para el diseño de anclaje se tiene que la separación horizontal “SH” de 3.00 m, por al cual se tomara un ángulo de inclinación, según córdava ingenieros que tendríamos “Ψ” de 15° para todos los anclajes, se tiene la finalidad de obtener la carga de diseño del anclaje “TD” reemplazando las fuerzas horizontales que se obtuvieron con el diagrama de presiones aparente, para obtener la tensión de diseño.

$$Sh=3.00$$

$$\Psi = 15^\circ$$

- Carga de diseño del anclaje n°1

$$Th_1 = 15.02 \text{ Ton/m}$$

$$Td_1 = \frac{Th * Sh}{\cos\Psi}$$

$$Td_1 = \frac{15.02 * 3.0}{\cos(15^\circ)}$$

$$Td_1 = 46.65 \text{ Ton/m}$$

- Carga de diseño del anclaje n°2

$$Th_2 = 15.60 \text{ Ton/m}$$

$$Td_2 = \frac{Th * Sh}{\cos\Psi}$$

$$Td_2 = \frac{15.60 * 3.0}{\cos(15^\circ)}$$

$$Td_2 = 48.45 \text{ Ton/m}$$

➤ Carga de diseño del anclaje n°3

$$Th_3 = 15.36 \text{ Ton/m}$$

$$Td_3 = \frac{Th * Sh}{\cos\Psi}$$

$$Td_3 = \frac{15.36 * 3.0}{\cos(15^\circ)}$$

$$Td_3 = 47.71 \text{ Ton/m}$$

Finalmente consideremos una tensión de diseño de 48.45 Ton.

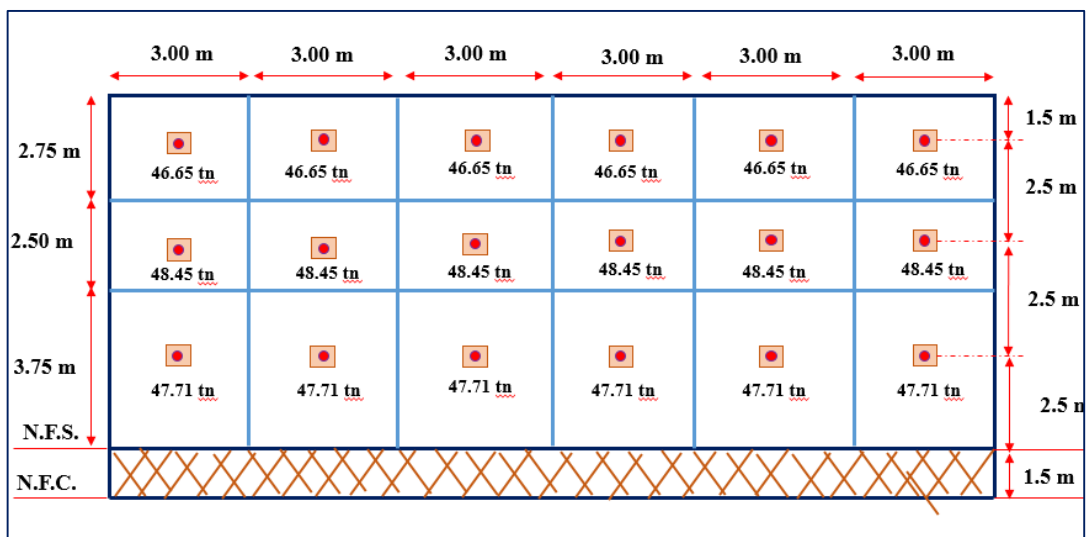


Figura 36. Detalles de los anclajes.

Fuente: elaboración propia

### Longitud libre de anclaje, según Rankine

Cálculo de la longitud del anclaje “L” se obtiene mediante relaciones geométricas entre la pantalla y los anclajes, para poder saber si la longitud libre son aceptables, Según Rankine, para determinar la longitud libre del anclaje se tiene esta fórmula de  $45^\circ + \phi_{mob}/2$ , tal como se muestra en la figura.



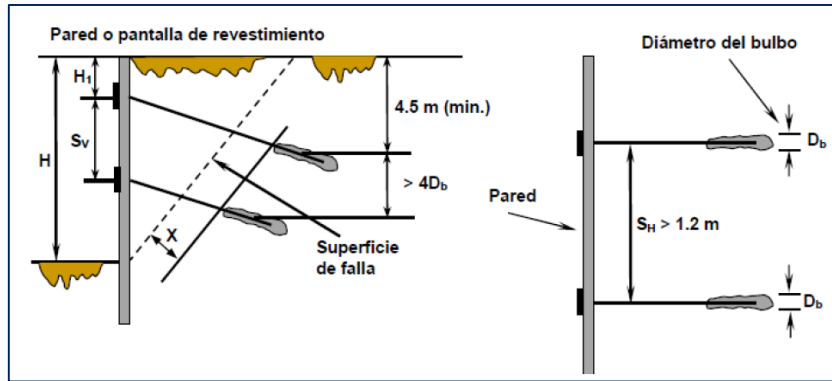
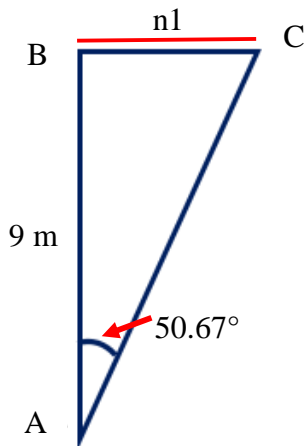


Figura 38. Separaciones de los anclajes como mínimo.

Fuente: [www.cordovaingenieros.pe](http://www.cordovaingenieros.pe)

$$\alpha = 45 - \frac{\phi moB}{2} = 45 - \frac{21.05}{2} = 34.48^\circ$$

Por trigonometría: triángulo ABC y ADE



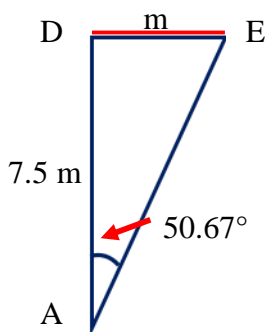
Solución:

$$S \frac{O}{H} C \frac{A}{H} T \frac{O}{A}$$

$$\tan(34.48^\circ) = \frac{9}{n1}$$

$$n1 = 13 \text{ m}$$

Geometría para calcular "m" tenemos:



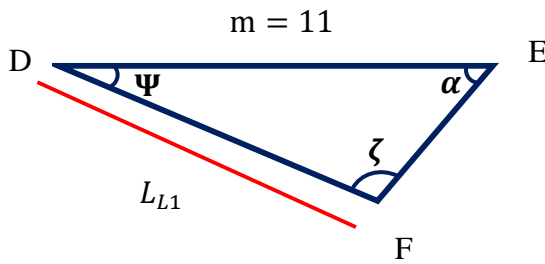
Solución:

$$S \frac{O}{H} C \frac{A}{H} T \frac{O}{A}$$

$$\tan(34.48^\circ) = \frac{7.5}{m}$$

$$m = 11 \text{ m}$$

Cálculo de la longitud libre



Ángulos:

$$\alpha = 34.48^\circ$$

$$\Psi = 15^\circ$$

$$\zeta = 180 - \Psi - (90 - \alpha)$$

$$\zeta = 180 - 15 - (90 - 34.48)$$

$$\zeta = 109.48^\circ$$

Encontrando LL1 tenemos:

$$L_{L1} = H * tg(\alpha) * \left(\frac{H - H_1}{H}\right) * \frac{\text{sen}(90 - \alpha)}{\text{sen}(\zeta)}$$

$$L_{L1} = 9 * tg(34.48) * \left(\frac{9 - 1.5}{9}\right) * \frac{\text{sen}(90 - 34.48)}{\text{sen}(109.48)}$$

$$L_{L1} = 4.50 \text{ m}$$

Entonces, la longitud libre del anclaje se tiene que aumentar por una longitud "x" que se pasa más allá del limitado por "α". El valor de "x" deberá ser 1.5 m o 0.2H (peck), el que sea mayor. Entonces tenemos:

$$X = 1.50 \text{ m}$$

o

$$x = 0.2 * 9$$

$$X = 1.8 \text{ m}$$

Usar= 1.80 metros

Obteniendo los resultados se procede a calcular la longitud libre total:

$$LL = 4.5 + 1.80 = 6.30 = 7.00 \text{ metros}$$

## Corte de Punzonamiento

Los esfuerzos que genera la tensión del anclaje al corte de punzonamiento por la cual se debe cambiar el espesor mínimo que es de 25 cm, siempre se aumenta 10 cm que en la cual tendría un espesor de 35 cm solamente en el área del punzonamiento.

Entonces:

- El espesor de muro es: 35 cm
- Dimensiones del área del punzonamiento: 30cm \*30cm
- Recubrimiento para la zona de punzonamiento: 4.5 cm

Se calculará la resisten del concreto.

$$\phi Vc = \phi * 1.06 * \sqrt{f'c} * bo * d$$

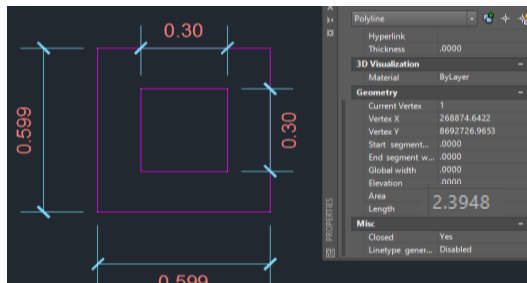
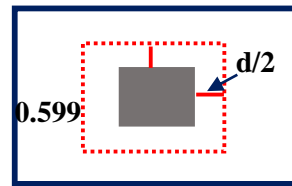
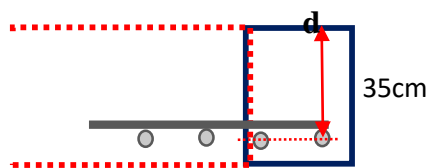


Figura 39. Dimensión de la placa de apoyo.



Fuente: Elaboración propia.

$$\phi Vc = 0.85 * 1.06 * \sqrt{280} * 239.48 * 29.87$$

$$\phi Vc = 107.85 \text{ Tn}$$

Ahora vamos calcular la tensión ultima del diseño

$$Tdu = Td * 1.25 * 1.2$$

$$Tdu = 48.45 * 1.25 * 1.2$$

$$Tdu = 72.68 \text{ tn} \quad \text{Tensión ultima del cable}$$

$$Tdu < 107.85 \quad (\text{minimo}) \quad \text{okz}$$

### Cálculo de la longitud del bulbo

Para tener como resultado la longitud de bulbo se tiene en cuenta los siguiente: según Sabatini nos dice que si se calcula la longitud del bulbo de deben tomar la longitud máxima establecida que es 12 m, teniendo o calcular la carga ultima que es de 22.73 tn/m, la cual debe ser mayor que la a la tensión del diseño, Además en este caso se hace uso de un factor de seguridad para el cálculo de la longitud del bulbo de fs. debe ser 1.5.

- ✓ Factor de seguridad = 1.5
- ✓ Tensión de diseño = 48.45 Tn
- ✓ Carga ultima = 100 KN/m

Para calcular la carga ultima de transferencia usaremos la tabla 15, la cual según Sabatini y otros, para ellos se necesita sabe el número de golpes que se realizó promediando las dos perforaciones uno de 7.80 m con 27 golpes y de 8.00 m con 28 golpes y para ello nos da un suelo arena y limo media

**Tabla 15.** Capacidad de carga ultima transferencia entre el bulbo y el suelo.

TIPO DE SUELO	DENSIDAD RELATIVA (SPT)	CAPACIDAD DE CARGA DE TRANSFERENCIA (KN/m)
Arena y Grava	Suelta (5-10)	145
	Media (10-30)	220
	Densa (30-50)	290
Arena	Suelta (5-10)	100
	Media (10-30)	145
	Densa (30-50)	190
Arena y Limos	Suelta (5-10)	70
	Media (10-30)	100
	Densa (30-50)	130
Mezcla de Arena y Arcilla de baja plasticidad	Dura (30-60)	30
	Muy Dura (>60)	60

Fuente: Sabatini y otros 1998.

$$T_{max} = \frac{L_{Bmax} * Q_u}{F_S} = \frac{12 * 10}{2} = 60 \text{ ton} > 48.45 \text{ ton}$$

$$T_{m\acute{a}x} > T_d$$

Entonces, para una carga  $T_d = 48.45 \text{ ton}$ , y el  $F_S$  es 2 para la longitud del bulbo Max, pero para un bulbo normal el  $F_S$  es de 1.5.

$$L_{bmax} = \frac{T_d * F_S}{Q_u} = \frac{48.45 * 2}{10} = 9.69 = 10 \text{ m}$$

$$L_b = \frac{T_d * F_S}{Q_u} = \frac{48.45 * 1.5}{10} = 7.28 = 8.00 \text{ m}$$

Entonces se realiza la suma de la longitud libre del anclaje y el bulbo del anclaje que se encuentra más lejos de la superficie de falla.

$$L_{total} = L_{libre} + L_{bulbo}$$

$$L_{total} = 7 \text{ m} + 8 \text{ m}$$

$$L_{total} = 15 \text{ m}$$

### Profundidades de inicio del bulbo

#### Calculando las profundidades $Z_{t1}$ , $Z_{t2}$ y $Z_{t3}$

Donde  $D_b = 0.15 \text{ m}$  es el diámetro del bulbo efectivo del anclaje, respectivamente, pues la presión de la lechada es  $1.42 \text{ Ton/m}^2$  por cada pie de sobrecarga encima de la parte superior del bulbo,  $Z_t$  representa la profundidad promedio a la que actúa la presión de la lechada y se calcula mediante la obtención del promedio de las alturas del inicio de los bulbos de los anclajes. Dicha profundidad se calcula:

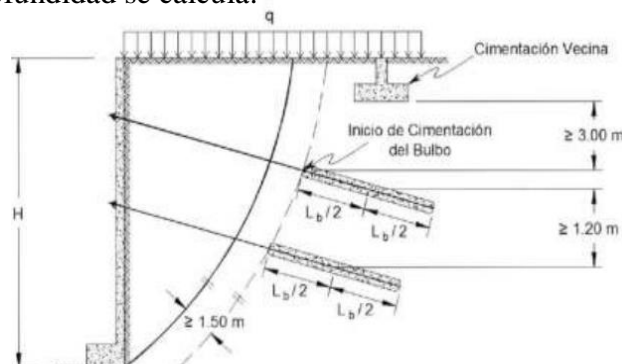


Figura 40. Profundidades de los anclajes.

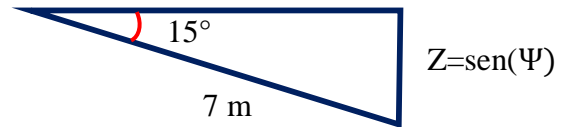
Fuente: Norma Técnica Peruana.

$$Z_{t1} = 3.31 \text{ m}$$

$$Z_{t2} = 5.81 \text{ m}$$

$$Z_{t3} = 8.31 \text{ m}$$

$$Z_t = \frac{3.31 + 5.81 + 8.31}{3} = 5.81 \text{ m}$$



Ahora bien, se calculará la altura “Z” del inicio del suelo hasta el centro del bulbo:

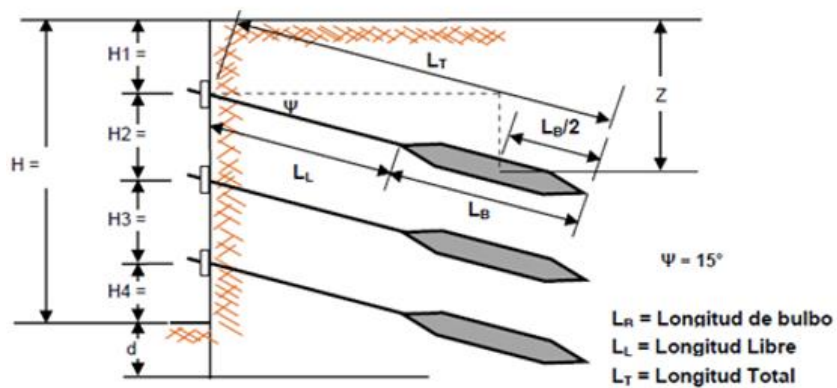
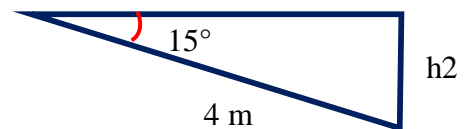
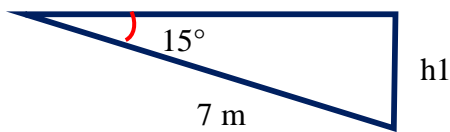


Figura 41. Profundidad de la longitud medio del bulbo.

Fuente: cordovaingenieros



$$h_1 = \text{sen}(15^\circ) * 7$$

$$h_1 = 1.81 \text{ m}$$

$$Z = H_1 + h_1 + h_2$$

$$Z = 1.5 + 1.81 + 1.03$$

$Z = 4.34 \text{ m}$  es mayor a  $4.5 \text{ m}$ , se utilizará lo calculado que es:

$$Z = 4.5 \text{ m}$$

## Estabilidad Interna del Muro

Determinación de estabilidad interna del muro anclado, para calcular el empotramiento del muro.

Calculando la fuerza externa necesarias para estabilizar el corte o perforación.

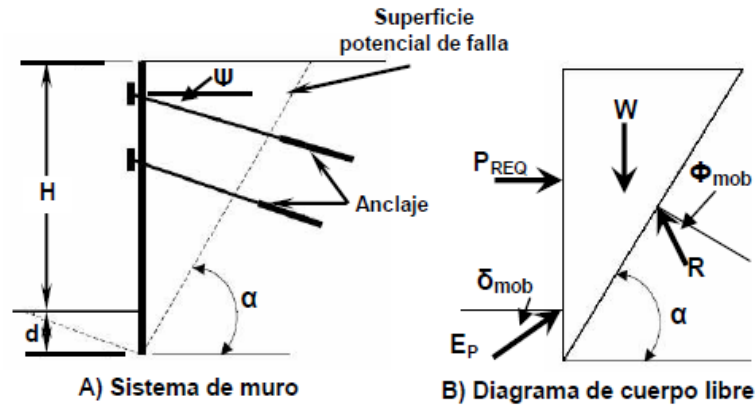


Figura 42. Descomposición de los empujes.

Fuente: [www.cordovaingenieros.com](http://www.cordovaingenieros.com)

Para verificar la estabilidad del muro te tiene en cuenta lo siguiente:

$$P_{req} \leq Th_1 + Th_2 + Th_3 + R_b$$

$$P_{req} \leq 15.02 + 15.60 + 15.36 + 4.48$$

$$P_{req} \leq 50.46 \text{ Tn}$$

Se calculará la carga axial requerida:

$$P_{REQ} = \frac{1}{2} \gamma H^2 \left[ \frac{(1 + \xi)^2}{\tan \alpha - \tan \beta} - K_p * \xi^2 \left( \text{sen} \delta' + \frac{\text{cos} \delta'}{\tan(\alpha - \phi')} \right) \right] \tan(\alpha - \phi')$$

Donde:  $\xi = \frac{d}{H}$

$$\text{Comprobando el } \phi' = \delta' = \text{arctg} \left[ \frac{\text{tg}(\phi)}{1.5} \right] = \text{arctg} \left[ \frac{\text{tg}(30)}{1.5} \right] = 21.05^\circ$$

Este el ángulo que se modificó interna

Datos:

$$\gamma = 1.60 \text{ ton/m}^2$$

$$H = 9 \text{ m}$$

$$\phi = 30^\circ$$

$$\phi' = 21.05^\circ$$

$$\beta = 0^\circ$$

$$\delta' = 21.05^\circ$$

$$K_p = 3.00$$

**Tabla 16.** *Ángulo de inclinación.*

<b>PRUEBA 1</b>	
<b>d</b>	<b>1.50</b>
<b>H</b>	<b>9.00</b>
<b>ξ</b>	<b>0.167</b>

$\alpha$	$P_{req.}$
50	35.0443
51	35.2145
52	35.3399
53	35.4211
54	35.4587
55	35.4529
56	35.4038
57	35.3115
58	35.1755
59	34.9956
60	34.7710
	35.2354

<b>PRUEBA 2</b>	
<b>d</b>	<b>1.60</b>
<b>H</b>	<b>9.00</b>
<b>ξ</b>	<b>0.178</b>

$\alpha$	$P_{req.}$
50	34.9853
51	35.1534
52	35.2757
53	35.3530
54	35.3856
55	35.3739
56	35.3179
57	35.2177
58	35.0729
59	34.8831
60	34.6477
	35.1515

<b>PRUEBA 3</b>	
<b>d</b>	<b>2.00</b>
<b>H</b>	<b>9.00</b>
<b>ξ</b>	<b>0.222</b>

$\alpha$	$P_{req.}$
50	34.2772
51	34.4334
52	34.5398
53	34.5971
54	34.6058
55	34.5661
56	34.4782
57	34.3419
58	34.1569
59	33.9227
60	33.6384
	34.3234

<b>PRUEBA 4</b>	
<b>d</b>	<b>2.50</b>
<b>H</b>	<b>9.00</b>
<b>ξ</b>	<b>0.278</b>

$\alpha$	$P_{req.}$
50	32.3300
51	32.4632
52	32.5413
53	32.5648
54	32.5344
55	32.4502
56	32.3123
57	32.1205
58	31.8743
59	31.5732
60	31.2161
	32.1800

Fuente: Elaboración Propia.



Para determinar el ángulo  $\alpha$ , se toma en cuenta el  $P_{req}$  el más alto requerido obteniendo por la cual se tiene 35.46 Tn, con una profundidad de 1.50 m, para la cual tenemos un ángulo de inclinación de  $\alpha = 54^\circ$  estos valores deberán ser comparado con la sumatoria de la tensión horizontales del anclaje

$$P_{req} \leq 50.46 \text{ Tn}$$

$$35.46 \text{ Tn} \leq 50.46 \text{ Tn} \quad \text{okz}$$

Para determinar el empotramiento adecuado se tendrá que calcular de esta manera, con los datos de la prueba 1, que fue mayor el Preq.

$$d = \xi * H$$

$$d = 0.167 * 9$$

$$d = 1.503 \text{ m}$$

$$d = 2.0 \text{ m}$$

Si cumple la estabilidad del terreno para el sistema en el cual de diseño el anclaje.

Por lo tanto en la prueba 4 se muestra que el  $P_{req} = 32.56 \text{ Tn}$ , disminuye cuando se incrementa la profundidad “d”

### Diseño del cable del anclaje

Donde  $D_b=0.15 \text{ m}$  es el diámetro del bulbo efectivo del anclaje,  $Z_t$  representa la profundidad promedio a la que actúa la presión de la lechada y se calcula mediante la obtención del promedio de las alturas del inicio de los bulbos de los anclajes. Dicha profundidad se calcula:

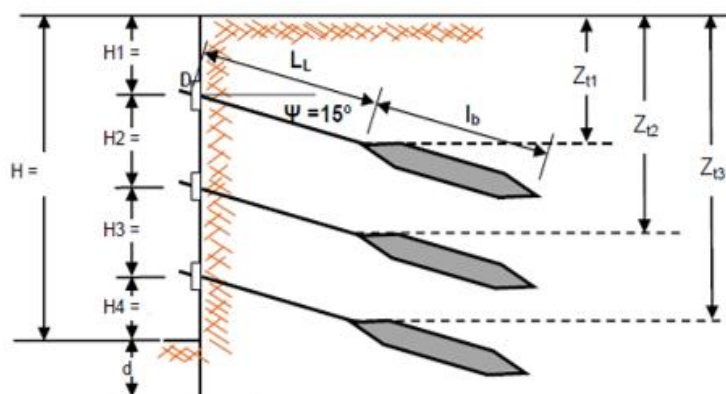


Figura 43. Profundidad de la longitud libre.

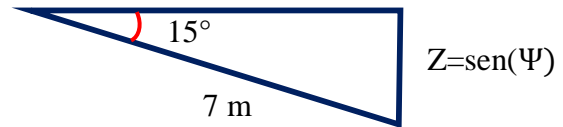
Fuente: [www.cordovaingenieros.com](http://www.cordovaingenieros.com)

$$Z_{t1}=3.31 \text{ m}$$

$$Z_{t2}=5.81 \text{ m}$$

$$Z_{t3}=8.31 \text{ m}$$

$$Z_t = \frac{3.31+5.81+8.31}{3} = 5.81 \text{ m}$$



Verificando la longitud para la cual se debe tener en cuenta profundidad del empotramiento “d”.

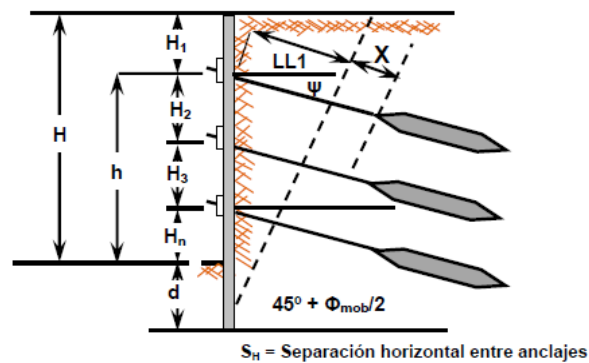


Figura 44. Recalculando la longitud libre.

Fuente: [www.cordovaingenieros.com](http://www.cordovaingenieros.com)

Se tiene que calcular la longitud libre preliminar con esta fórmula:

$$\frac{L_{L1}}{(h + d)} = \frac{\text{sen}(90 - \alpha)}{\text{sen}(\alpha + \psi)}$$

$$\frac{L_{L1}}{(7.50 + 1.50)} = \frac{\text{sen}(90 - 54)}{\text{sen}(54 + 15)}$$

$$L_{L1} = 5.67m + 1.80 m$$

$$L_{L1} = 7.47 m$$

$$L_{L1} = 8 m$$

Ahora bien, la longitud del bulbo no cambia se seguirá manteniéndose la es ( $l_b=8 \text{ m}$ ), se calculará una nueva longitud total:

$$LT = LL + l_b$$

$$LT = 8 + 8$$

$$LT = 16 m$$

FS=1, este es el factor inicial del suelo.

**Tabla 17.** calculando el factor de seguridad del anclaje.

$$(1 + \xi + \lambda)X - K_p * \xi^2 * \text{sen}(\delta') + \frac{K_p * \xi^2 * \text{cos}(\delta') - K_A \lambda^2}{\tan(\phi' - \alpha)} = 0$$

PRUEBA	$\phi_{mob}$	$\delta_{mob}$	$K_{pmob}$	$K_{amob}$	A	B	(A + B)
1	18.00	18.00	2.5469	0.53	2.2779	3.2757	5.5537
2	19.00	19.00	2.7102	0.51	2.2763	4.2715	6.5478
3	20.00	20.00	2.8885	0.49	2.2745	6.4880	8.7625
4	21.00	21.00	3.0835	0.47	2.2725	15.8300	18.1025
5	22.00	22.00	3.2973	0.45	2.2703	-23.9547	-21.6844
6	23.00	23.00	3.5326	0.44	2.2678	-6.2624	-3.9946
7	24.00	24.00	3.7922	0.42	2.2650	-3.3168	-1.0517
8	25.00	25.00	4.0795	0.41	2.2619	-2.1873	0.0746
9	26.00	26.00	4.3986	0.39	2.2585	-1.5070	0.7514
10	28.00	28.00	5.1525	0.36	2.2501	-0.8155	1.4346
11	30.00	30.00	6.1054	0.33	2.2393	-0.4379	1.8013
12	35.00	35.00	9.9616	0.27	2.1938	0.0533	2.2471

Fuente: Elaboración Propia.

$$FS = \frac{\tan \phi}{\tan \phi_{mod}} = \frac{\tan(30)}{\tan(25)} = 1.24 > 1 \text{ cumple}$$

### Estabilidad con condición de sismo

Análisis de estabilidad interna en condición sísmica

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi - \omega_1 - \theta)}{\cos \omega_1 \cos^2 \theta \cos(\theta + \delta + \omega_1) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \text{sen}(\phi - \omega_1 - \beta)}{\cos(\delta + \theta + \omega_1) \cos(\beta - \theta)}} \right]^2}$$

$$A=0.21$$

$$K_h = A/2 = 0.105$$

$$K_v = 0.5 * K_h = 0.053$$

$$\omega_1 = \tan^{-1} \left( \frac{K_h}{1 - K_v} \right) = \tan^{-1} \left( \frac{0.105}{1 - 0.053} \right)$$

$$\omega_1 = 6.3^\circ$$

Ahora bien, se calculará el coeficiente de la presión del suelo combinado:

$\delta = 0$	Ángulo de fricción de suelo
$\beta = 0$	Ángulo del relleno
$\theta = 0$	Ángulo del muro
$\phi = 30^\circ$	Ángulo de fricción

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(30 - 6.3 - 0)}{\cos(6.3) \cos^2 0 \cos(0 + 0 + 6.3) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(30 + 0) \sin(30 - 6.3 - 0)}{\cos(0 + 0 + 6.3) \cos(0 - 0)}} \right]^2}$$

$$K_{AE} = 0.404$$

Por consiguiente de obtendrá el cálculo del empuje activo combinado  $E_{AE}$

$$K_A = \tan^2\left(45 - \frac{30}{2}\right)$$

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

$$K_A = 0.33$$

$$E_{AE} = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_{AE} (1 - k_v) \left\{ 1 + \frac{2q_s}{\gamma * H} \left[ \frac{\cos \theta}{\cos(\beta - \theta)} \right] \right\}$$

$$E_{AE} = \frac{1}{2} * 1.61 * 9^2 * 0.404 (1 - 0.053) \left\{ 1 + \frac{2 * 4}{1.61 * 9} \left[ \frac{\cos(0)}{\cos(0 - 0)} \right] \right\}$$

$$E_{AE} = 38.72 \text{ Tn/m}$$

Se halla el empuje activo de tierra  $E_A$

$$E_A = \frac{1}{2} * \gamma * K_A * H^2$$

$$E_A = \frac{1}{2} * 1.61 * 0.33 * 9^2$$

$$E_A = 21.52 \text{ Ton/m}$$

Se calculara ahora el empuje activo de la sobrecarga  $E_S$

$$E_S = q_s H * K_A$$

$$E_S = (1 * 4) * 9 * 0.33$$

$$E_S = 11.88 \text{ tn/m}$$

Por consiguiente se calculara el empuje de sismo por sobrecarga  $E_{S \text{ sismo}}$

$$E_{S \text{ sismo}} = q_s H * (K_{AE} - K_A)$$

$$E_{S \text{ sismo}} = (1 * 4) * 9 * (0.404 - 0.33)$$

$$E_{S \text{ sismo}} = 2.66 \text{ tn/m}$$

Se determina el cálculo de empuje sísmico de tierra  $E_E$

$$E_E = E_{AE} - E_A - E_S - E_{E \text{ sismo}}$$

$$E_E = 38.72 - 21.52 - 11.88 - 2.66$$

$$E_E = 2.74 \text{ tn/m}$$

De una vez calculado el empuje sísmico del suelo, ahora vamos a transformar en diagrama presión.

$$P = \frac{E_A}{H - \frac{1}{3}H_1 - \frac{1}{3}H_4}$$

$$P = \frac{21.52}{9 - \frac{1}{3} * 1.5 - \frac{1}{3} * 2.5}$$

$$P = 2.81 \text{ tn/m}^2$$

Diagrama aparente por presión activa de tierra, mediante el área tributaria

$$T_{H1A} = \left( \frac{2}{3} * H_1 + \frac{1}{2} * H_2 \right) * P$$

$$T_{H1A} = \left( \frac{2}{3} * 1.5 + \frac{1}{2} * 2.5 \right) * 2.81$$

$$T_{H1A} = 6.32 \text{ tn/m}$$

Calculo de diagrama de presión del suelo en condición del sismo

$$P_E = b = \frac{2 * E_E}{H}$$

$$P_E = b = \frac{2 * 2.74}{9}$$

$$P_E = b = 0.60 \text{ tn/m}^2$$

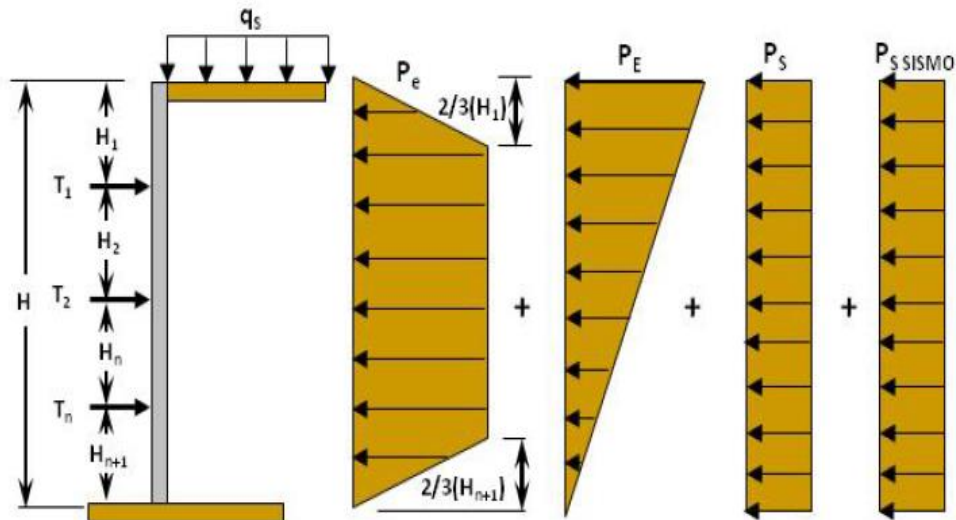


Figura 45. diagrama de presiones del suelo.

Fuente: [www.cordovaingenieros.com](http://www.cordovaingenieros.com)

Ahora se calculará por el área tributaria por sismo, tenemos la fuerza horizontal del primer anclaje.

$$T_{H1E} = \left[ \frac{P_E \left( 2H - H_1 - \frac{H_2}{2} \right)}{2H} \right] \left( H_1 + \frac{H_2}{2} \right)$$

$$T_{H1E} = \left[ \frac{0.60 * \left( (2 * 9) - 1.5 - \frac{2.5}{2} \right)}{2 * 9} \right] \left( 1.5 + \frac{2.5}{2} \right)$$

$$T_{H1E} = 1.40 \text{ tn/m}$$

Por área tributaria para s/c total, para ellos haremos en condición activa y sismo

$$P_S T = \frac{E_S + E_S \text{ sismo}}{H}$$

$$P_s T = \frac{11.88 + 2.74}{9}$$

$$P_s T = 1.63 \text{ tn/m}^2$$

$$T_{H1s} T = \left( H_1 + \frac{1}{2} H_2 \right) * P_s T$$

$$T_{H1s} T = \left( 1.5 + \frac{1}{2} * 2.5 \right) * 1.63$$

$$T_{H1s} T = 4.48 \text{ tn/m}$$

Para luego obtener la fuerza horizontal del primer anclaje horizontal ( $T_{H1}$ )

$$T_{H1} = T_{HA1} + T_{HE1} + T_{Hs1T}$$

$$T_{H1} = 6.32 + 1.40 + 4.48$$

$$T_{H1} = 12.60 \text{ tn/m}$$

$$TD1 = \frac{T_{H1} * SH}{\text{COS}\psi}$$

$$TD1 = \frac{12.60 * 3}{\text{COS}(15)}$$

$$TD1 = 39.13 \text{ tn/m} \leq TD = 48.45 \quad \text{OK}$$

### Anclajes con condición sísmica

Calculo de fuerza en los anclajes bajo condición sísmica

fuerza horizontal del anclaje N°1

$$T_{H1} = \left( \frac{2}{3} H_1 + \frac{1}{2} H_2 \right) P + \left[ \frac{P_E \left( 2H - H_1 - \frac{1}{2} H_2 \right)}{2H} \right] \left( H_1 + \frac{1}{2} H_2 \right) + \left( H_1 + \frac{1}{2} H_2 \right) P_{sT}$$

$$T_{H1} = \left( \frac{2}{3} 1.5 + \frac{1}{2} 2.5 \right) 2.81 + \left[ \frac{0.60 \left( 2 * 9 - 1.5 - \frac{1}{2} 2.5 \right)}{2 * 9} \right] \left( 1.5 + \frac{1}{2} 2.5 \right) + \left( 1.5 + \frac{1}{2} 2.5 \right) 1.63$$

$$T_{H1} = 12.60 \text{ tn/m}$$

Fuerza horizontal del anclaje N°2

$$T_{H2} = \left(\frac{1}{2}H_2 + \frac{1}{2}H_3\right)P + \frac{P_E}{8H}(4HH_2 - 3H_2^2 - 4H_1H_2 + 4H_3H - 4H_1H_3 - 3H_2H_3 - H_3^2) + \left(\frac{1}{2}H_2 + \frac{1}{2}H_3\right)P_{sT}$$

$$T_{H2} = \left(\frac{1}{2}2.5 + \frac{1}{2}2.5\right)2.81 + \frac{0.60}{8 * 9}(4 * 9 * 2.5 - 3 * 2.5^2 - 4 * 1.5 * 2.5 + 4 * 2.5 * 9 - 4 * 1.5 * 2.5 - 3 * 2.5 * 2.5 - 2.5^2) + \left(\frac{1}{2}2.5 + \frac{1}{2}2.5\right) * 1.63$$

$$T_{H2} = 12.00 \text{ tn/m}$$

Fuerza horizontal del anclaje N°3

$$T_{H3} = \left(\frac{1}{2}H_3 + \frac{23}{48}H_4\right)P + \frac{P_E}{8H}(4H_4H_3 + 3H_4^2 + H_3^2) + \left(\frac{1}{2}H_3 + \frac{1}{2}H_4\right)P_{sT}$$

$$T_{H3} = \left(\frac{1}{2}2.5 + \frac{23}{48}2.5\right)2.81 + \frac{0.60}{8 * 9}(4 * 2.5 * 2.5 + 3 * 2.5^2 + 2.5^2) + \left(\frac{1}{2}2.5 + \frac{1}{2}2.5\right)1.63$$

$$T_{H3} = 8.81 \text{ tn/m}$$

Calculando fuerza reacción en la base

$$R_B = \left(\frac{3}{16}H_4\right)P + \frac{P_E}{8H}(H_4^2) + \left(\frac{1}{2}H_4\right)P_{sT}$$

$$R_B = \left(\frac{3}{16} * 2.5\right) * 2.81 + \frac{0.60}{8 * 9}(2.5^2) + \left(\frac{1}{2} * 2.5\right) * 1.63$$

$$R_B = 3.41 \text{ tn}$$

### 3.5.14. Carga de diseño de los anclajes activa

$$Sh=3.00$$

$$\Psi = 15^\circ$$



- Carga de diseño del anclaje n°1

$$T_{H1} = 12.60 \text{ Ton/m}$$

$$Td_1 = \frac{T_{H1} * Sh}{\cos\Psi}$$

$$Td_1 = \frac{12.60 * 3.0}{\cos(15^\circ)}$$

$$Td_1 = 39.13 \text{ Ton/m}$$

- Carga de diseño del anclaje n°2

$$T_{H2} = 12.00 \text{ Ton/m}$$

$$Td_2 = \frac{T_{H2} * Sh}{\cos\Psi}$$

$$Td_2 = \frac{12.00 * 3.0}{\cos(15^\circ)}$$

$$Td_2 = 37.27 \text{ Ton/m}$$

- Carga de diseño del anclaje n°3

$$T_{H3} = 8.81 \text{ Ton/m}$$

$$Td_3 = \frac{T_{H3} * Sh}{\cos\Psi}$$

$$Td_3 = \frac{8.81 * 3.0}{\cos(15^\circ)}$$

$$Td_3 = 27.36 \text{ Ton/m}$$

### **Análisis de estabilidad externa en condición sísmica**

$$A = \tan(\emptyset - \beta - \omega_1)$$

$$A = \tan(30 - 0 - 6.3)$$

$$A = 0.44$$

$$B = \tan(\delta + \beta + \omega_1)$$

$$B = \tan(0 + 0 + 6.3)$$

$$B = 0.110$$

$$\rho A = (\phi - \omega_1) + \tan^{-1} \left[ \frac{(A(A^2 + 1) * (A + B))^{0.5} - A^2}{1 + B(A^2 + 1)} \right]$$

$$\rho A = (30 - 6.3) + \tan^{-1} \left[ \frac{(0.44(0.44^2 + 1) * (0.44 + 0.110))^{0.5} - 0.44^2}{1 + 0.110(0.44^2 + 1)} \right]$$

$\rho A = 40.61^\circ$  ángulo de línea de falla con respecto a la horizontal

Calcularemos longitud libre de por falla externa con la condición de sismo

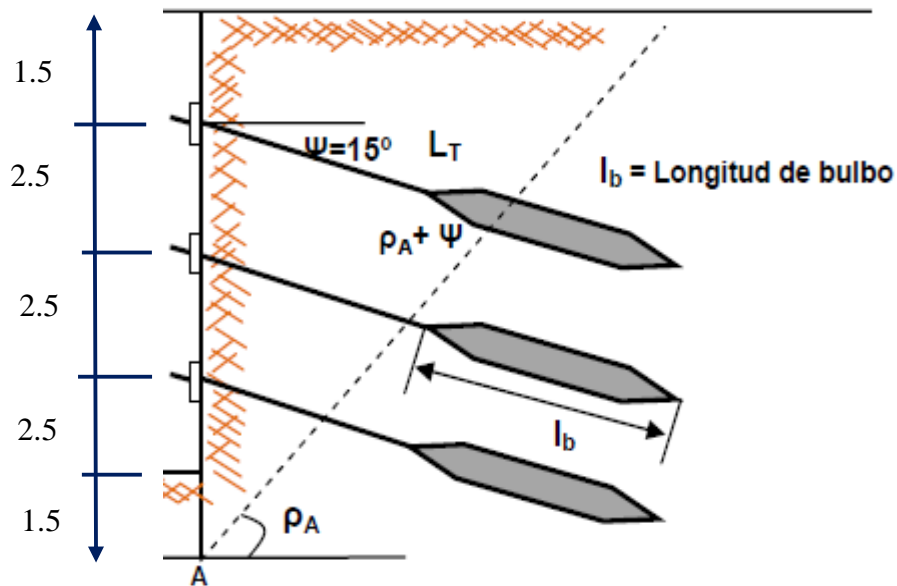


Figura 46. Calculo de longitud libre en condición sísmica.

Fuente: [www.cordovaingenieros.com](http://www.cordovaingenieros.com)

Calculando la longitud libre del primer anclaje

$$L_{1L} = \frac{(H + d + H_1) \text{sen}(90 - \rho A)}{\text{sen}(\rho A + \psi)}$$

$$L_{1L} = \frac{(9 + 1.5 + 1.5) \text{sen}(90 - 40.61)}{\text{sen}(40.61 + 15)}$$

$$L_{1L} = 11.00 \text{ m}$$

Calculando la longitud libre del segundo anclaje

$$L_{2L} = \frac{(H_3 + H_4 + d) \text{sen}(90 - \rho A)}{\text{sen}(\rho A + \psi)}$$

$$L_{2L} = \frac{(2.5 + 2.5 + 1.5) \text{sen}(90 - 40.61)}{\text{sen}(40.61 + 15)}$$

$$L_{2L} = 6.00 \text{ m}$$

Calculando la longitud libre del tercer anclaje

$$L_{3L} = \frac{(H_4 + d)\text{sen}(90 - \rho A)}{\text{sen}(\rho A + \psi)}$$

$$L_{3L} = \frac{(2.5 + 1.5)\text{sen}(90 - 40.61)}{\text{sen}(40.61 + 15)}$$

$$L_{3L} = 4.00 \text{ m}$$

Entonces usaremos una longitud libre de 11 m y con un bulbo de 6m, en total la longitud total será de 17 m.

**Tabla 18.** Comparación de diseño de ambos estados.

<b>COMPARACIÓN DE LAS FUERZAS DE DISEÑO DE AMBAS ESTADOS</b>			
<b>Condición de reposo</b>		<b>Condición activa</b>	<b>usar</b>
	<b>TDI (ton)</b>	<b>TDI (ton)</b>	<b>TDI (ton)</b>
ANCLAJE N°1	46.65	29.04	46.65
ANCLAJE N°2	48.45	29.19	48.45
ANCLAJE N°3	47.71	27.30	47.71
REACCIÓN	4.48	2.12	4.48
			TD= 48.45 ton

Fuente: elaboración propia.

### Número de cables

Cálculo del cable del anclaje

Ahora se va a diseñar el tendón de anclaje, donde se realizará el postensado UYT. Se tendrá conocimiento el uso de tabla para obtener las cantidades de tendones vamos a necesitar, según la norma (ASTM A146, Grade 270 (metric 1860)).

**Tabla 19.** Relación de número de anclaje.

Number of 15-mm diameter strands	Cross section area		Ultimate strength		Prestressing force					
	(in. <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(kips)	(kN)	0.8 $f_{pu}A_{ps}$		0.7 $f_{pu}A_{ps}$		0.6 $f_{pu}A_{ps}$	
					(kips)	(kN)	(kips)	(kN)	(kips)	(kN)
1	0.217	140	58.6	260.7	46.9	209	41.0	182	35.2	156
3	0.651	420	175.8	782.1	140.6	626	123.1	547	195.5	469
4	0.868	560	234.4	1043	187.5	834	164.1	730	140.6	626
5	1.085	700	293.0	1304	234.4	1043	205.1	912	175.8	782
7	1.519	980	410.2	1825	328.2	1460	287.1	1277	246.1	1095
9	1.953	1260	527.4	2346	421.9	1877	369.2	1642	316.4	1408
12	2.604	1680	703.2	3128	562.6	2503	492.2	2190	421.9	1877
15	3.255	2100	879.0	3911	703.2	3128	615.3	2737	527.4	2346
19	4.123	2660	1113.4	4953	890.7	3963	779.4	3467	668.0	2972

Fuente: elaboración propia.

Para un tendón de diseño que tenemos:

$$T_d = 48.45 \text{ tn} = 48.45 * 9.81 = 475.13 \text{ KN}$$

Entonces tensión de diseño no debe ser mayor que la fuerza pretensado

$$0.6 f_{pu} A_{ps} = 626 \text{ kN}$$

$$626 \text{ kN} > 475.13 \text{ kN}$$

Ahora se verá la fuerza ultima de los anclajes.

$$T_{du} = 1043 \text{ kN} = 106.32 \text{ ton}$$

Entonces decimos que se usara 4 cables.

$$A_s = 5.60 \text{ cm}^2$$

$$E = 2100000 \text{ kg/cm}^2$$

Ahora se estimará el presfuerzo para el anclaje

$$L = 11.00 \text{ m}$$

$$\Delta L = \frac{T_d * L_L}{A_s * E}$$

$$\Delta L = \frac{48.45 * 1000 * 1100}{5.60 * 2100000} = 4.53 \text{ cm}$$

Se considera las perdidas pres fuerzo la cual se usará 6.35 mm

$$\Delta L_T = 1.08 * \Delta L + 6.35$$

$$\Delta L_T = 1.08 * 4.530 + 0.635$$

$$\Delta L_T = 5.53 \text{ cm}$$

Para el segundo y tercero

$$L_l = 6.00 \text{ m}$$

$$\Delta L = \frac{T_d * L_L}{A_s * E}$$

$$\Delta L = \frac{48.45 * 1000 * 600}{5.60 * 2100000} = 2.47 \text{ cm}$$

$$\Delta L_T = 1.08 * \Delta L + 6.35$$

$$\Delta L_T = 1.08 * 2.47 + 0.635$$

$$\Delta L_T = 3.30 \text{ cm}$$

Calculando elongación total, para la cual se halla la carga inicial de los pres fuerzo

$$T = \frac{A_s * E * (\Delta L)}{L_l}$$

$$T = \left( \frac{5.6 * 2100000 * (5.53)}{1100} \right) / 1000$$

$$T = 59.12 \text{ tn} \qquad 0.6 f_{pu} A_{ps} = 626 \text{ kN}$$

$$T = 579 \text{ kN} < 626 \text{ okz}$$

Ahora se elegirá la fuerza mayor del pretensado.

$$T = 579 \text{ kN} < 626 \text{ kN} \qquad 0.6 f_{pu} A_{ps} = 626 \text{ kN}$$

Para el segundo y tercero

$$T = \frac{A_s * E * (\Delta L)}{L_l}$$

$$T = \left( \frac{5.6 * 2100000 * (3.30)}{600} \right) / 1000$$

$$T = 64.68 \text{ tn}$$

$$T = 634.51 \text{ kN} < 730 \text{ kN} \qquad 0.7 f_{pu} A_{ps} = 730 \text{ kN}$$

Ahora se calculará la tensión de Jack para el tensado.

$$f_j = \frac{T}{T_{du}} * (f_{pu})$$

Para el anclaje N°1

$$f_j = \frac{59.12}{72.68} * (270)$$

$$f_j = 219.63 \text{ Ksi}$$

Para el anclaje N°2 y N°3

$$f_j = \frac{64.68}{72.68} * (270)$$

$$f_j = 240.28 \text{ Ksi}$$

en general se utilizará 4 cables de acero grado 270 con un diámetro nominal de 15 mm, con un área total de cables es de 5.6 cm<sup>2</sup> con una tensión de JACK 240.28 ksi

### Cálculo del diámetro de cabeza de anclaje de la plancha

**Tabla 20.** Diámetro de la plancha.

TABLA 3.10. DIAMETRO DE CABEZA DE ANCLAJE PARA CABLES DE 15mm (XANTHAKOS)									
NUMERO DE CABLES	1	2	3	4	7	12	19	31	37
DIÁMETRO DE LA CABEZA (mm)	53	80	85	110	132	170	220	270	300

Fuente: [www.cordovaingenieros.com](http://www.cordovaingenieros.com)

$$F_y = 250 \text{ MPa}$$

$$F'_c = 21 \text{ MPa}$$

$$A_{cri} = \left( \frac{TD}{350 f'_c} \right)$$

$$A_{cri} = \left( \frac{475.13}{350 * 21} \right)$$

$$A_{cri} = 0.064 \text{ m}^2$$

$$D = 11 \text{ cm}$$

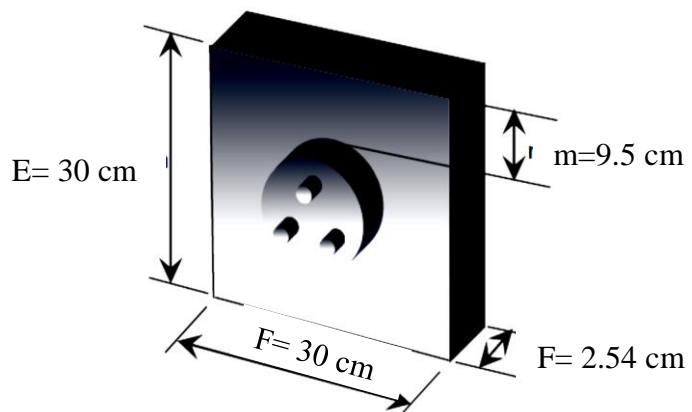
Usar

$$A_{crit} = (D + 2m) * (D + 2m)$$

$$0.064 = (0.11 + 2m) * (0.11 + 2m)$$

$$m = 0.0715$$

$$m = 0.095 \text{ m}$$



El área de la placa se tiene que es 30\*30 cm<sup>2</sup>

$$A_p = 0.3 * 0.3 = 0.09 \text{ m}^2$$

Ahora comparamos

$$A_p > A_{crit.}$$

$$0.09 \text{ m}^2 > 0.064 \text{ m}^2 \text{ (cumple).}$$

$$D_p = 11 \text{ cm} = 6''$$

entonces tendremos 15.24cm.

15.24 cm tiene que ser menor que E=F=30 cm (cumple)

Ahora dos veces del diámetro de perforación tiene que ser mayor que E=F

$$2(15.24) = 30.48 \text{ cm} > 30 \text{ cm cumple}$$

$$M = \left( \frac{T_D}{A_p} \right) * m * \left( \frac{m}{2} \right)$$

$$M = \left( \frac{475.13}{0.09} \right) * 0.095 * \left( \frac{0.095}{2} \right)$$

$$M = 23.8225 \text{ kN} = 0.0238 \text{ MN.m}$$

Calculando el espesor de la placa

$$t_p = \sqrt{\frac{6M}{F_b}} \quad t_p = \sqrt{\frac{6 * 0.0238}{(0.75 * 30 * 10)}}$$

$$t_p = 0.02519 \text{ m}$$

$$t_p = 0.02519 * 100 = 2.52 \text{ cm}$$

Se necesita una plancha de 30\*30\* con un espesor de 1''

**Tabla 21.** Resumen de los anclajes.

Resumen de diseño de anclaje	
Número de niveles	3
Angulo de inclinación de anclaje	15 °
Separación horizontal de anclaje (m)	3.00
Profundidades de anclajes (m)	1.5 m (primer nivel), 4.0 m (segundo nivel) y 7.5 m (tercer nivel)
Diámetro de perforación de anclaje	6" (15 cm)
Longitud del bulbo de los anclajes (m)	8.00
Longitud libre para el primer nivel (m)	11.00
Longitud libre del segundo y tercer nivel (m)	6.00
Refuerzo del tendón	4 Ø 15mm. Cable de grado 270
trompeta	6" (150 mm)
Diámetro de cabeza de anclaje	11 cm
Presión de JACK para carga de transferencia en primer nivel de anclaje	219.63 Ksi ( 1 514.30 MPa)
Presión de JACK para carga de transferencia del segundo y tercer nivel de anclaje	240.28 Ksi ( 1 656.67 MPa)

Fuente: Elaboración Propia

### Detalle del Muro

Según Córdova, C. (2015). Para realizar sus dimensiones del muro anclado se toma varios factores, en la cuales tenemos: si existe vecinos terceros se tendrá que utilizar un ancho de muro de 2.5 metros como mínimo, y si no hay construcciones colindantes se puede utilizar un ancho de 5 metros ya que no genera mucha presión a terreno vecinal.

Ahora para calcular la altura de muro se tiene que utilizar la separación de los anclajes donde se tendrá que dividir la separación y sumar la altura de la excavación del primer anillo, y así consecutivamente para los otros tres anillos más, y con un espesor mínimo de 25cm del muro.



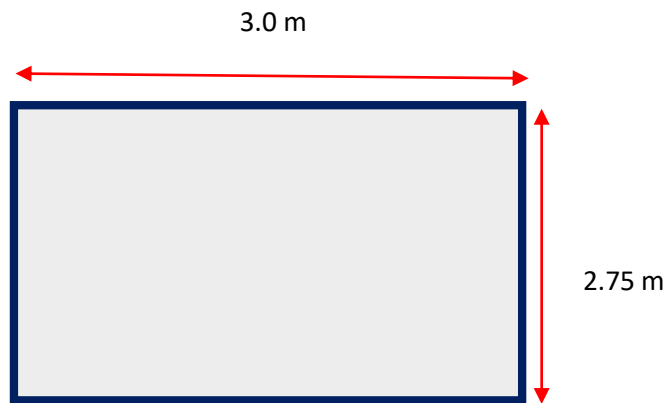


Figura 47. Dimensión de muro

Fuente: Elaboración propia

Se utilizará estos criterios para la separación de anclaje horizontales más conocido como SH con un espesor mínimo de 25 cm, como también se utilizará los refuerzos de 1/2" como mínimo según lo mencionado por Bernales Bryan, podemos ver algunos detalles de su investigación en el tema de refuerzos.

### Determinación de los empujes

Se calculará los empujes de suelo en condición de servicio para que pueda ver como actuaran los muro anclados. Para ello se tomará los 9 metros de profundidad del sótano y 3 metros de ancho del paño solo se considerará para un eje en la cual se asumirá para todos.

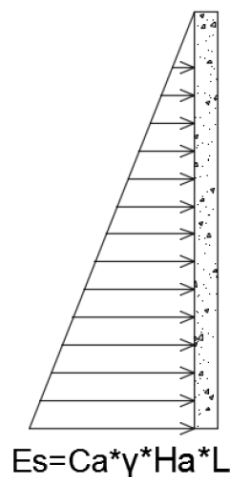


Figura 48. Empuje del suelo sobre el muro anclado.

Fuente: [www.repositorio.unsa.edu.pe](http://www.repositorio.unsa.edu.pe)

Por la cual se tiene:

$C_a$ = Coeficiente de empuje activo

$\gamma$  = Peso específico

$H_a$ = Altura del muro

$L$ = Longitud de diseño

Ahora se reemplazará en la fórmula:

$$C_a = \frac{1 - \text{sen}(\phi)}{1 + \text{sen}(\phi)}$$

$$C_a = \frac{1 - \text{sen}(30)}{1 + \text{sen}(30)}$$

$$C_a = 0.32$$

$$E_s = 0.33 * 1.61 * 9 * 1$$

$$E_s = 4.83 \text{ tn/m}$$

Ahora se calculará el empuje de sobrecarga del vecino por la cual solo tiene un piso

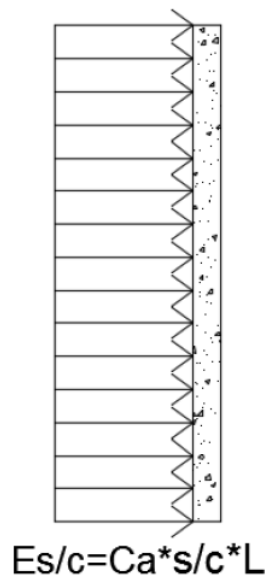


Figura 49. empuje del suelo sobre el muro anclado.

Fuente: [www.repositorio.unsa.edu.pe](http://www.repositorio.unsa.edu.pe)

Por la cual se tiene:

$C_a$ = Coeficiente de empuje activo

$S/C$ = Sobre carga

$L$ = Longitud de diseño

Ahora se reemplazará en la fórmula:

$$C_a = \frac{1 - \text{sen}(\phi)}{1 + \text{sen}(\phi)}$$

$$C_a = \frac{1 - \text{sen}(30)}{1 + \text{sen}(30)}$$

$$C_a = 0.33$$

$$E_s = 0.33 * (1 * 4) * 1$$

$$E_s = 1.34 \text{ tn/m}$$

Finalmente se tiene estos empujes actuantes que existen en el terreno

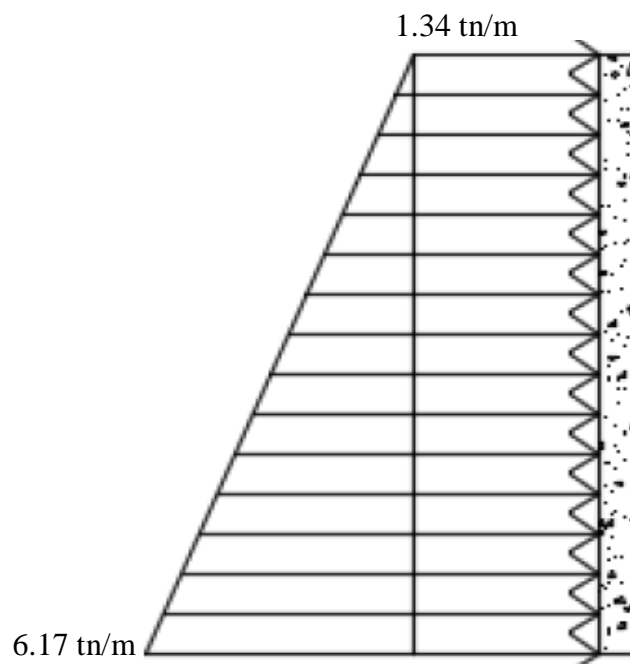


Figura 50. Empuje de suelo total.

Fuente: [www.repositorio.unsa.edu.pe](http://www.repositorio.unsa.edu.pe)

## PROGRAMA SAP2000.

En el modelamiento se tendrá en cuenta que se modelará para los paños de un solo eje que por la cual se consideró los empujes para todos iguales

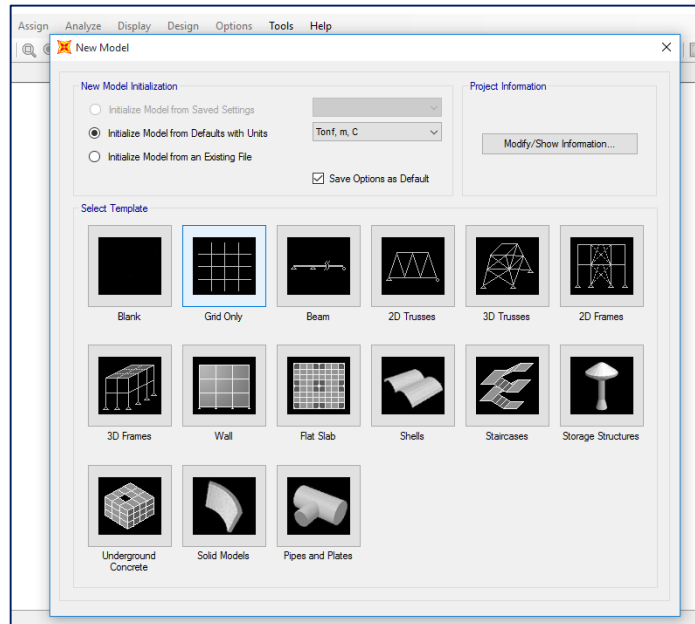


Figura 51. Se diseña en rejillas para todos los paños.

Fuente: Programa SAP2000

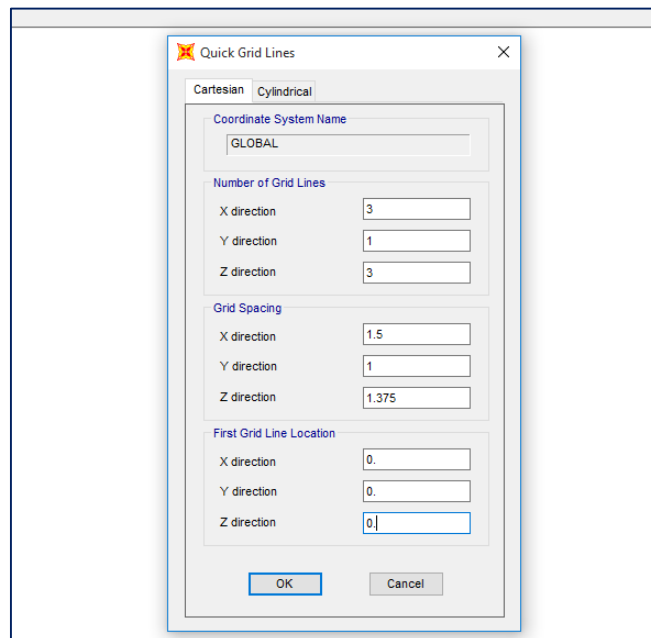


Figura 52. Se colocó las dimensiones de los paños.

Fuente: Programa SAP2000

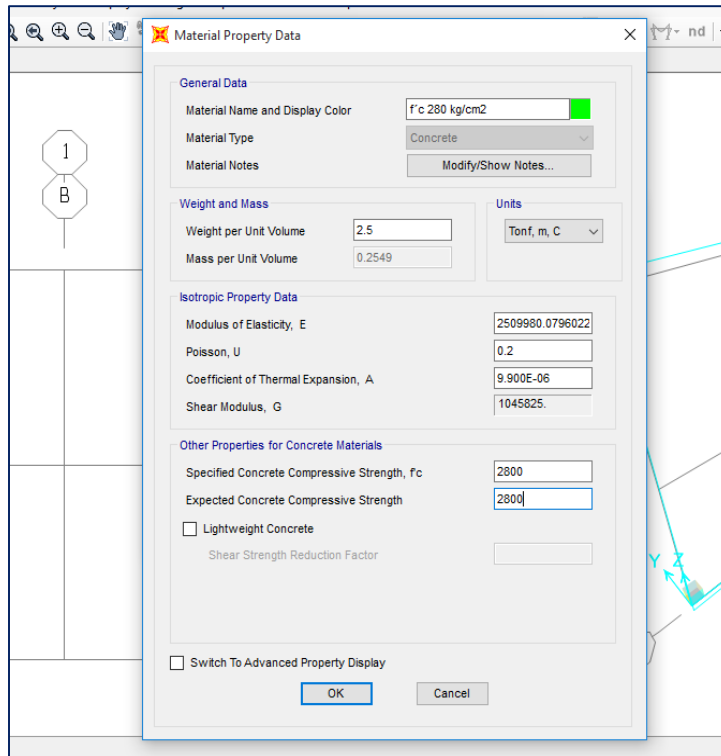


Figura 53. Teniendo un diseño con una resistencia de  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .

Fuente: Programa SAP2000.

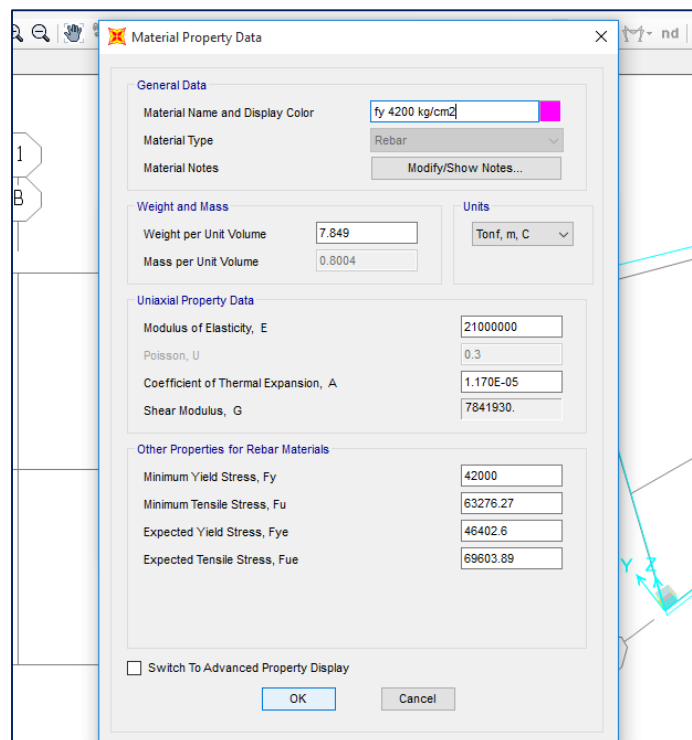


Figura 54. El acero de  $f_y= 4200 \text{ kg/cm}^2$  para el diseño.

Fuente: Programa SAP2000.

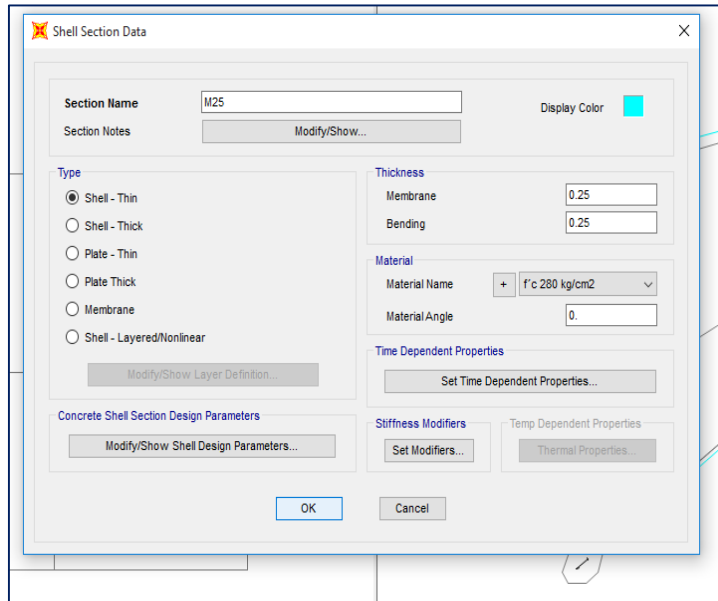


Figura 55. Muro de 25 y 35 cm

Fuente: Programa SAP2000.

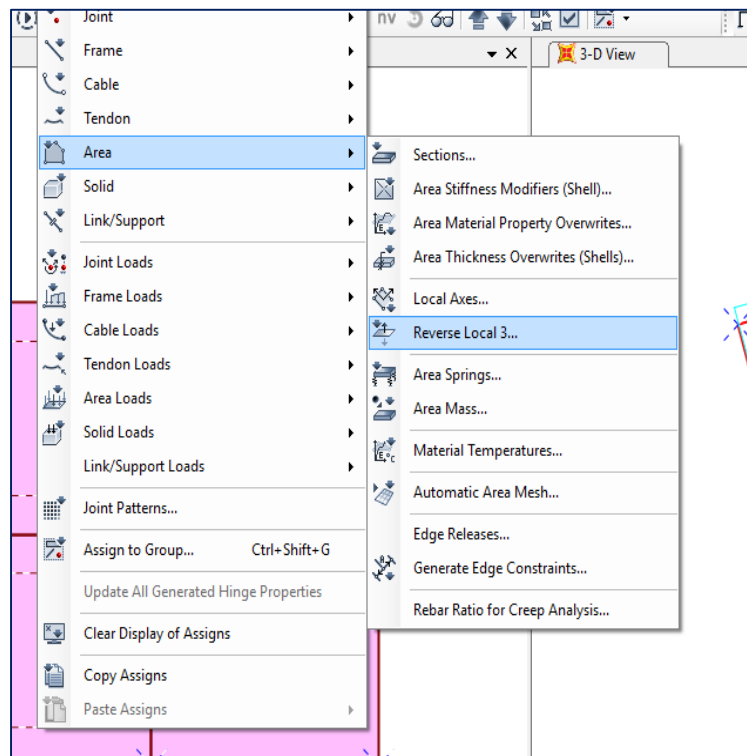


Figura 56. cambiar la dirección de la cara

Fuente: Programa SAP2000.

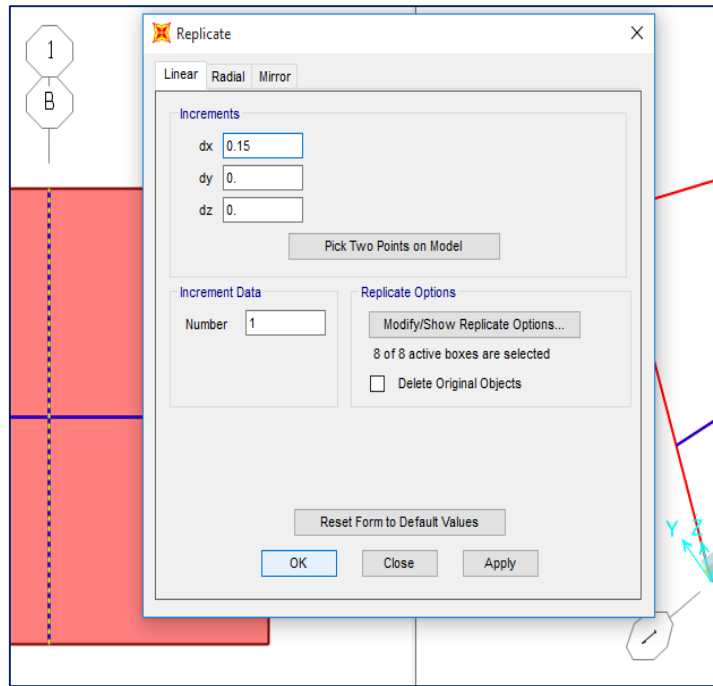


Figura 57. Dimensiones de la placa que es 30 cm x 30 cm.

Fuente: Programa SAP2000.

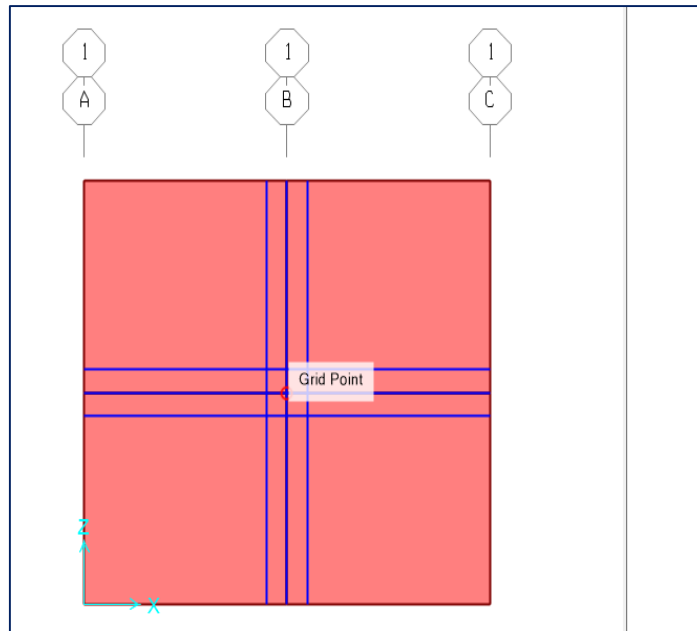


Figura 58. Placa de apoyo.

Fuente: Programa SAP2000.

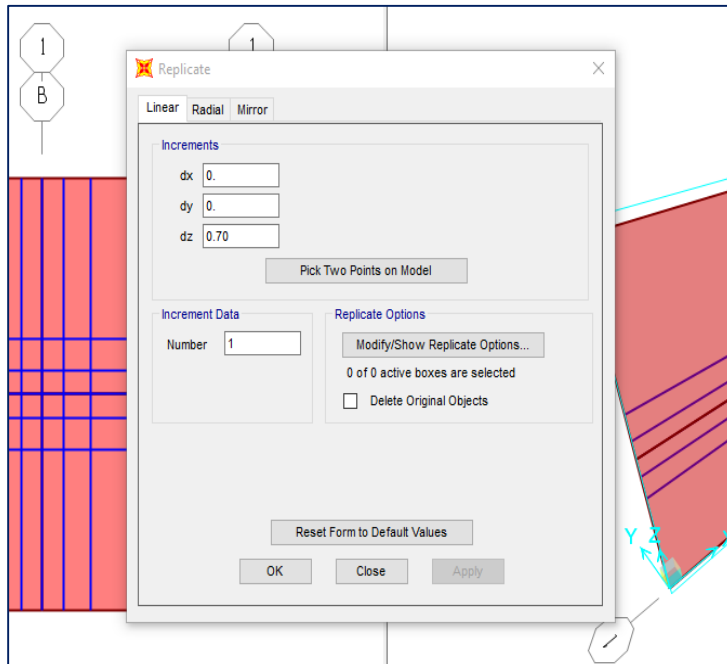


Figura 59. Dimensión del pedestal 35cm x 35 cm.

Fuente: Programa SAP2000.

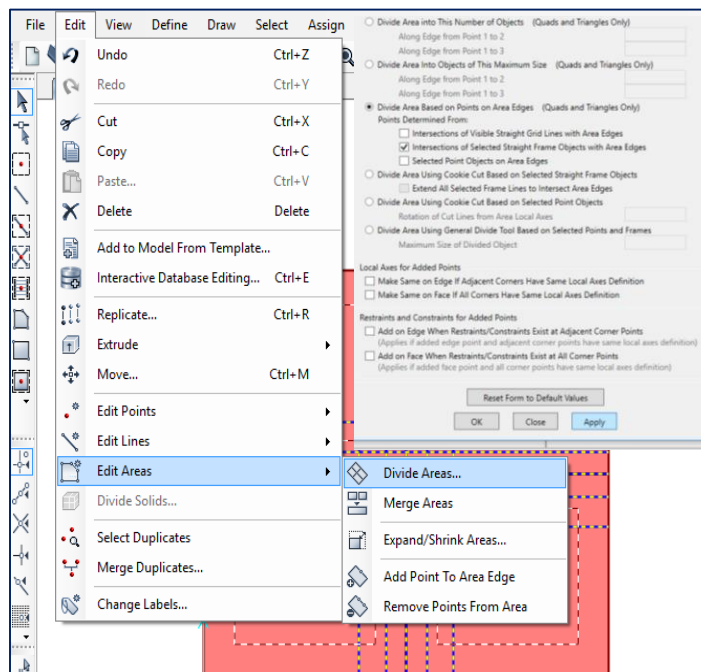


Figura 60. Se realiza a dividir áreas independientes

Fuente: Programa SAP2000.



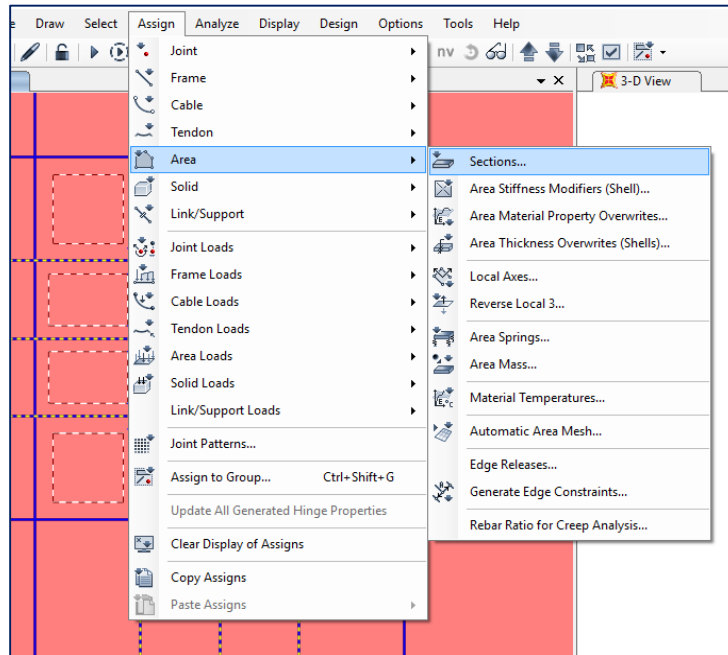


Figura 61. Se selecciona el área

Fuente: Programa SAP2000.

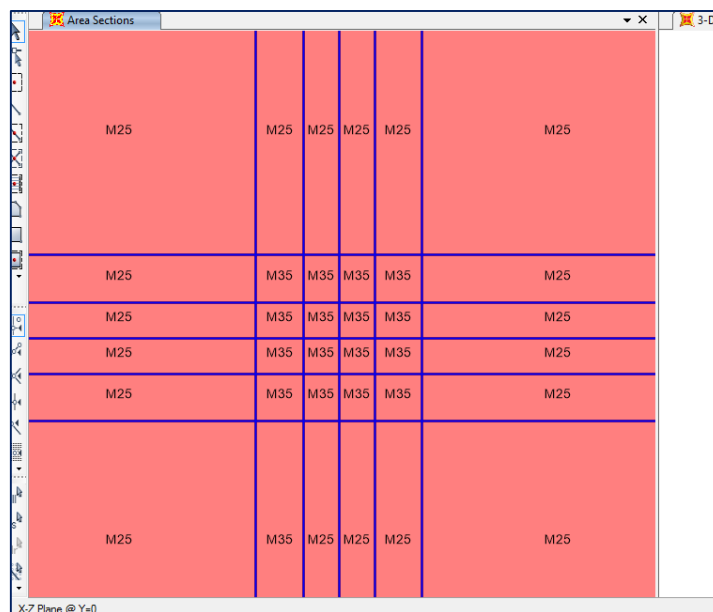


Figura 62. Espesores del muro adecuado

Fuente: Programa SAP2000.

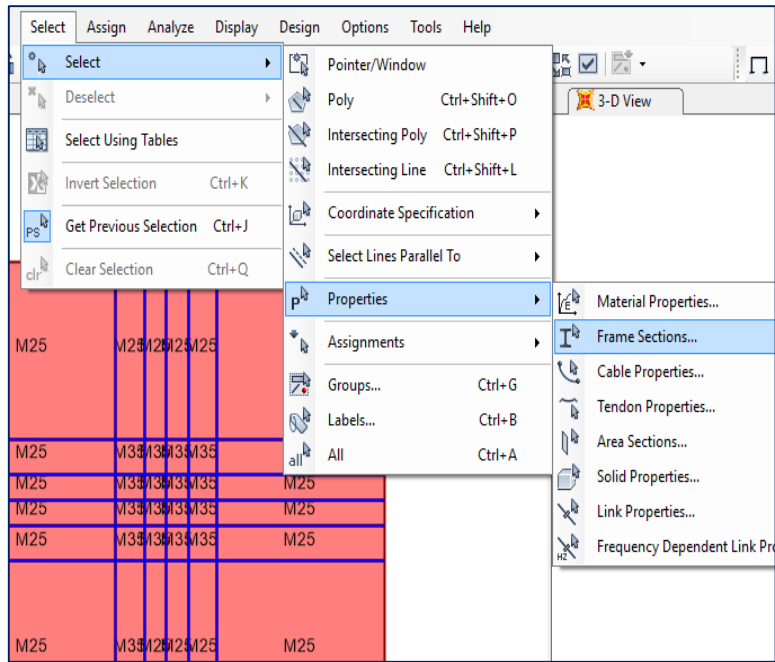


Figura 63. Borrar líneas colaborativas

Fuente: Programa SAP2000.

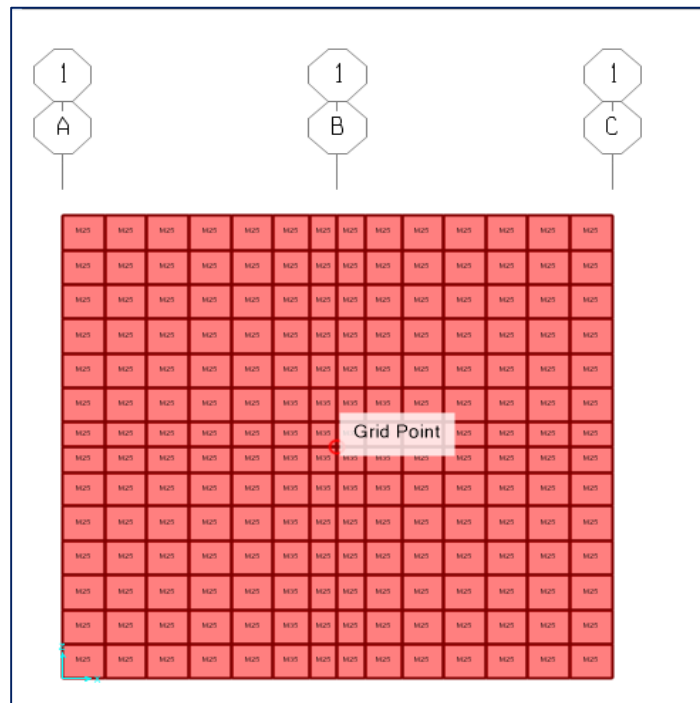


Figura 64. Como queda al final de la pantalla con la placa y pedestal.

Fuente: Programa SAP2000.

Ahora se introducirá el coeficiente de balasto que es de  $7 \text{ kg/cm}^3$ , para ello se tendrá que tener apoyos fijos en la pantalla, se asigna la carga en el pedestal que es de  $48.45 \text{ tn/m}$ , divide por el área de la placa, que se tiene  $538.33 \text{ tn/m}^2$  en la dirección “Y”.

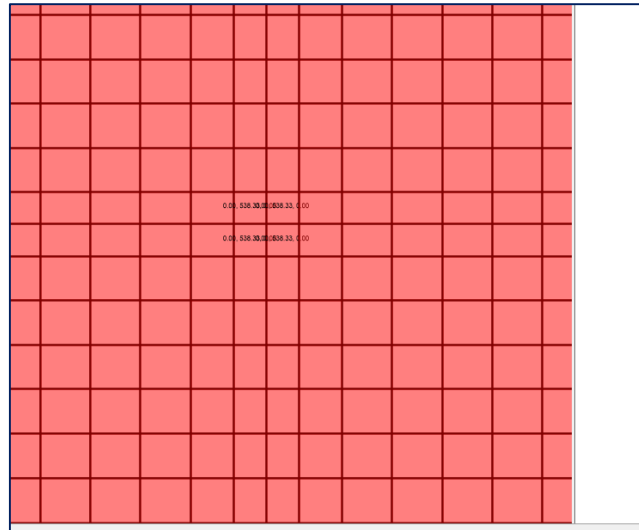


Figura 65. Carga aplicada en la placa.

ente: Programa SAP2000.

Luego de tener la pantalla completa se hace las combinaciones de carga para la pantalla que es  $1.2 \text{ CM} + 1.20 \text{ Te}$ , le guardamos para correr el programa, de una vez obtenida vamos apreciar el acero de refuerzo.

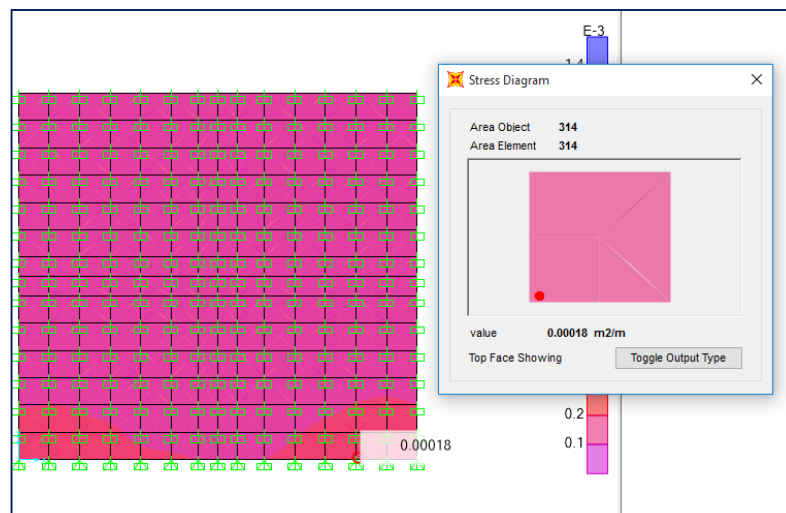


Figura 66. La cara en compresión de la pantalla.

Fuente: obtenidos del programa SAP2000

Se tiene momento máximo para esta zona de la pantalla en compresión la cual es de 0.00018 m<sup>2</sup>/m convertimos a 1.8 cm<sup>2</sup>/m, calculamos el acero requerido y sus espaciamientos.

$$A_s = 1.27 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento del acero es=  $1.27/1.8 = 0.70$  m, por proceso constructivo le daremos el mismo espaciamiento de la cara frontal del espaciamiento tiene que es de 20 cm como mínimo.

El paño 1 de 3 m x 2.75m, para los aceros horizontal tenemos:

$$N^\circ \text{ de varilla} = 275/20 = 14 \text{ varillas}$$

Para los aceros verticales tenemos

$$N^\circ \text{ de varilla} = 300/20 = 15 \text{ varillas}$$

El paño 2 de 3 m x 2.5m, para los aceros horizontal tenemos:

$$N^\circ \text{ de varilla} = 250/20 = 13 \text{ varillas}$$

Para los aceros verticales tenemos

$$N^\circ \text{ de varilla} = 300/20 = 15 \text{ varillas}$$

El paño 3 de 3 m x 3.75m, para los aceros horizontal tenemos:

$$N^\circ \text{ de varilla} = 375/20 = 19 \text{ varillas}$$

Para los aceros verticales tenemos

$$N^\circ \text{ de varilla} = 300/20 = 15 \text{ varillas}$$

Ahora se tomará la cara de tracción de la pantalla que tendremos otro momento máximo.

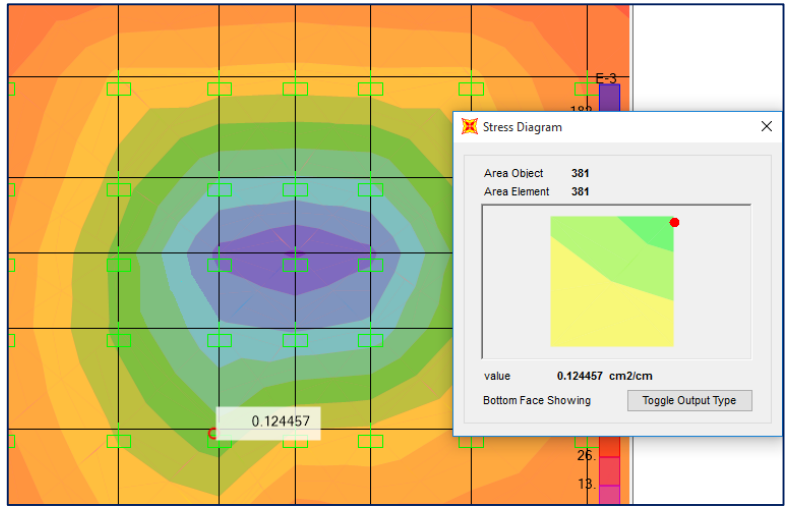


Figura 67. La cara de tracción de la pantalla.

Fuente: obtenido del programa SAP2000.

Se tiene momento máximo para esta zona de la pantalla de tracción la cual es de 0.12446 cm<sup>2</sup>/cm, entonces convertimos a 12.446 cm<sup>2</sup>/m, calculamos el acero requerido y sus espaciamientos.

$$A_s = 1.27 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento del acero es de 20 cm por proceso constructivo, ahora bien vamos a calcular el área requerido de acero en la zona de anclaje.

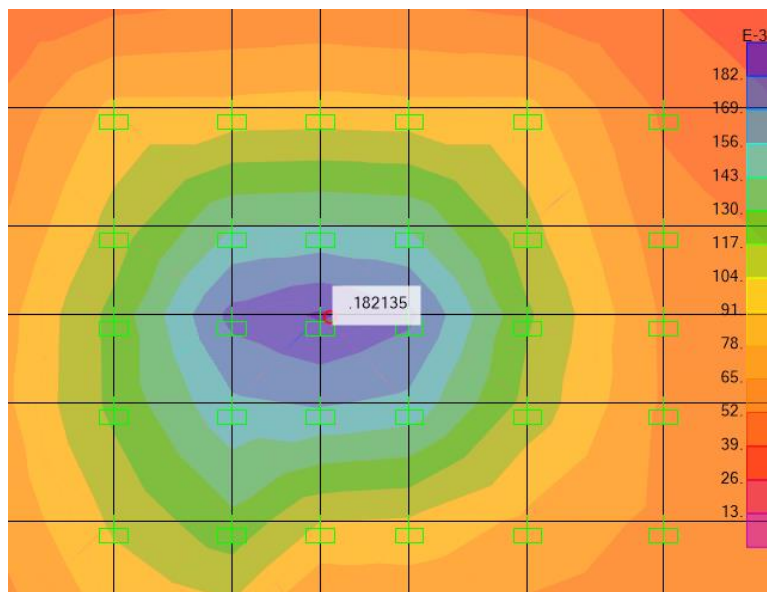


Figura 68. Área requerida de acero en la zona de anclaje.

Fuente: obtenido del programa SAP2000.

Como se vio que en la zona crítico que es de 70 cm x 70 cm, tenemos acero de 1/2" a cada 20 cm entonces para la zona de anclaje se necesita 18.2 cm<sup>2</sup>/m de acero.

Entonces acero de 1/2" con un As de 1.27 m<sup>2</sup> tenemos:

Espaciamiento solo para la zona de anclaje  $e = 1.27/18.2 = 0.070$  m

Ahora tenemos número de varilla

Nº varilla =  $30/7 = 4$  varillas

Ahora se va a modelar con dos paños juntos

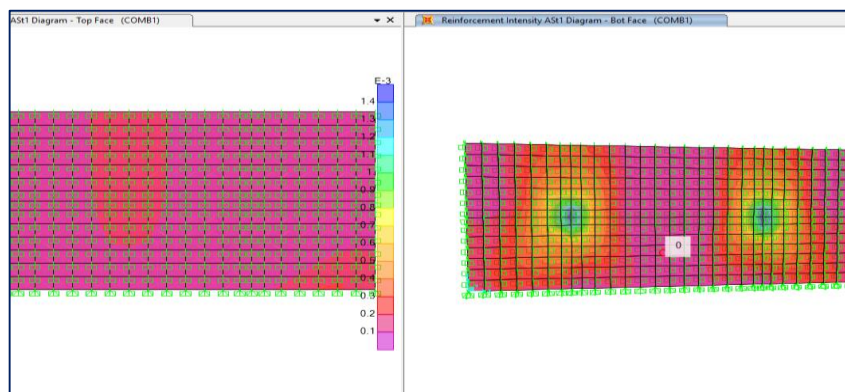


Figura 69. Zona de compresión y tracción del muro anclado.

Fuente: Obtenida del programa SAP2000

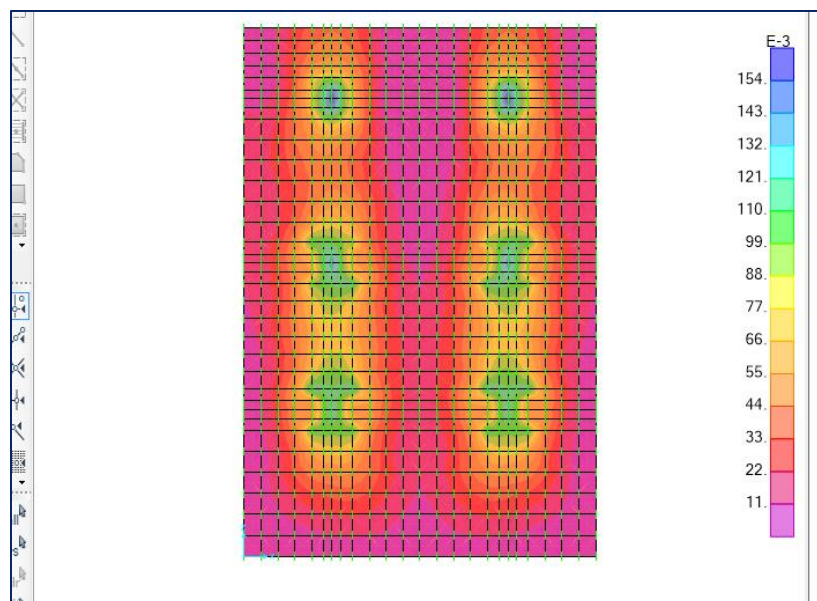


Figura 70. Zona de aplicación de anclaje.

Fuente: obtenida del programa SAP2000.

En la cara de compresión del muro se ve claramente que necesita obligatorio acero de refuerzo de 1/2" a cada 20 cm (ver figura 67).

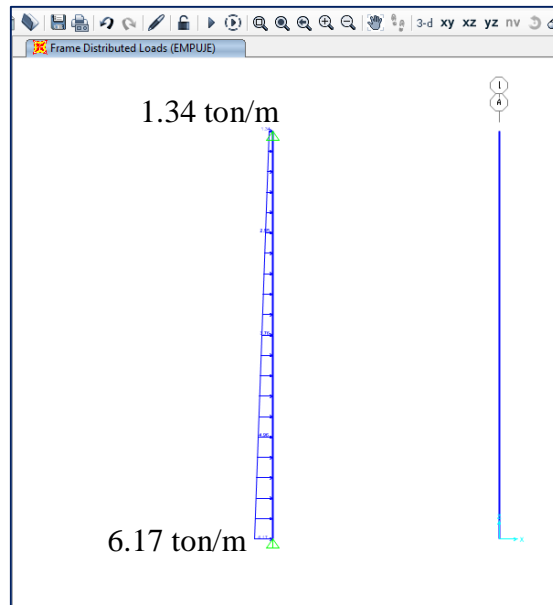


Figura 71. Fuerzas del empuje total al muro anclado.

Fuente: Programa SAP2000.

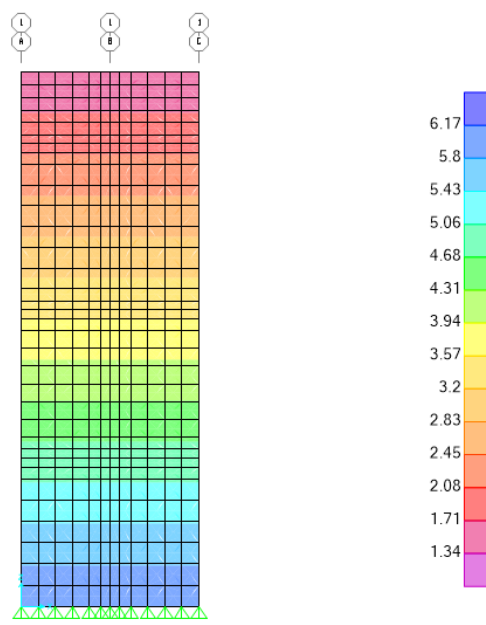


Figura 72. Carga distribuida de los tres paños.

Fuente: elabora en el programa SAP2000

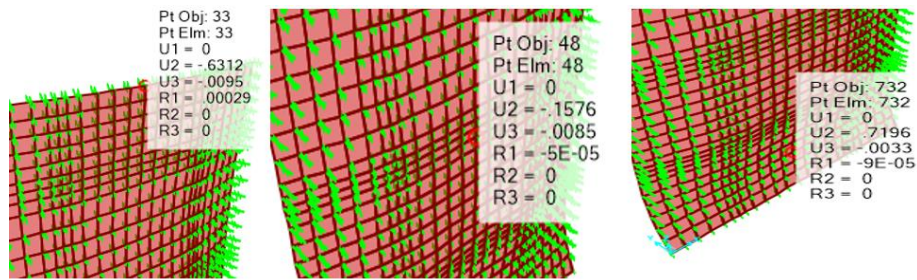


Figura 73. Desplazamiento y deformaciones del paño.

Fuente: obtenido del programa SAP2000.

Se modela los dos sótanos que tendrá tres losas macizas para el sótano y se verificara el desplazamiento debido a los empujes, deformaciones y asentamiento de cada sótano teniendo las combinaciones de 1.4 CM + 1.7 Em, con una carga trapezoidal que se tuvo con los cálculos anteriores.

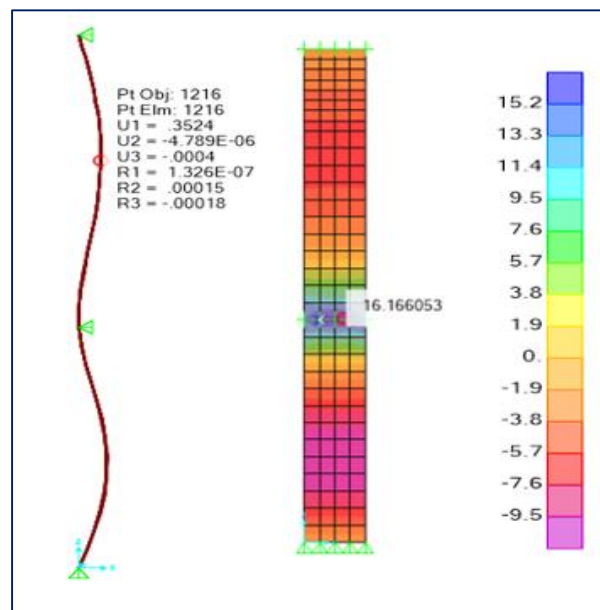


Figura 74. Deformaciones, desplazamiento y asentamiento.

Fuente: Obtenida del programa SAP2000



En el primer sótano de 5 metros de altura tiene una deformación de x-x de 3.52 mm y en el eje y-y tiene un desplazamiento de -0.0000478 mm y por ultimo tenemos el asentamiento en el eje z-z de 0.004 mm.

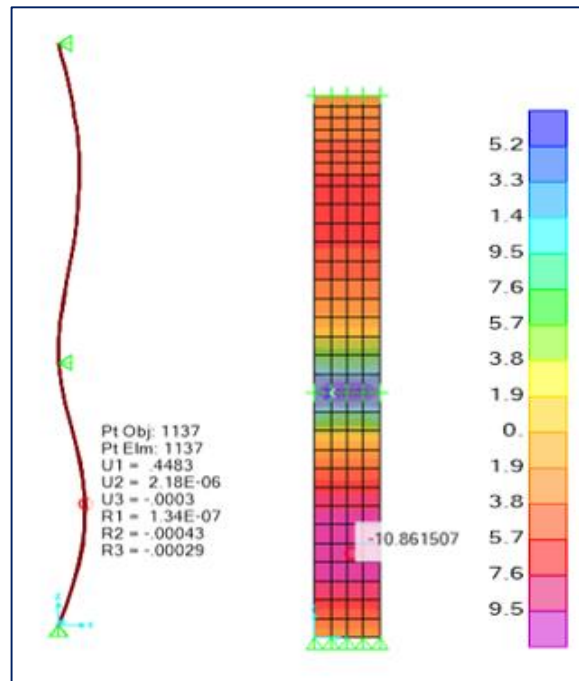


Figura 75. Deformaciones, desplazamiento y asentamiento.

Fuente: Obtenida del programa SAP2000

En el primer sótano de 5 metros de altura tiene una deformación de x-x de 4.483 mm y en el eje y-y tiene un desplazamiento de 0.0000218 mm y por ultimo tenemos el asentamiento en el eje z-z de 0.003 mm.

### Contrastación de hipótesis

En base de la hipótesis general propuesta que se planteó se busca probar con los antecedentes si verdaderamente se cumple o no se cumplen según los cálculos realizados en el proyecto de investigación.

El comportamiento de un muro anclado de dos niveles se determinó que las características físicas del suelo arenoso sirvió para identificar la clasificación de suelo SUCS, también nos brindó un factor de suelo de 1, y las características mecánicas de suelo también influyó en el diseño de muro anclado con un factor de seguridad de 1.5 con un ángulo de fricción de interna del suelo, los desplazamiento no deben superar a los asentamiento promedios que están en (mm), según a la altura NTP E.050, tenemos  $0.0015 \cdot H$ , en nuestro caso tenemos 7.5 mm aceptable, no debe ser superior, en los cálculos tenemos 3.52 mm de desplazamiento

máximo, por la cual se usara un rango de porcentaje de 0.05% - 0.25 %, por ello tenemos el 0.047% y para el segundo sótano tenemos 6.0 mm aceptable, no debe ser superior, en la cual tenemos 4.48 mm de 0.112% de desplazamiento. Por la que se da aceptada la hipótesis específica 1.

para ellos tuvo una deformación máxima por cada sótano de 3.52 milímetros equivalente a una deformación lateral normalizada ( $\delta_{h_{max}}/H$ ) igual a 0.07% con una profundidad de 5m, y la en segundo sótano tenemos una deformación máxima de 4.48mm es igual 0.112% con una profundidad de 4m, y los desplazamiento no deben superar a los asentamiento promedios que están en mm, según a la altura NTP tenemos  $0.0015 \cdot H$ , en nuestro caso tenemos 7.5 mm aceptable, no debe ser superior, en los cálculos tenemos 3.52 mm de desplazamiento máximo, por la cual se usara un rango de porcentaje de 0.05% - 0.25 %, por ello tenemos el 0.047% y para el segundo sótano tenemos 6.0 mm aceptable, no debe ser superior, en la cual tenemos 4.48 mm de 0.112% de desplazamiento. Según las características físicas y mecánicas del suelo influyen 80% para realizar el análisis y también se analizó para cada paño, por lo tanto, la hipótesis específica 2 se da aprobada.

**Tabla 22.** Desplazamiento de cada paño

Paños	Desplazamiento (mm)		Asentamiento
	x-x	y-y	(mm) z-z
1	0	0.6312	0.0029
2	0	0.1576	0.0085
3	0	0.7196	0.0033

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 23.** Deformaciones. De cada paño solo en el eje y.y

Paños	Deformaciones (mm)	Asentamiento
	y-y	(mm) z-z
1	0.63	0.0029
2	0.16	0.0085
3	0.72	0.0033

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 24.** Resultados del desplazamiento del muro.

sótanos	Desplazamiento (mm)		Asentamiento
	x-x	y-y	(mm) z-z
1	3.523	-4.89x10 <sup>-5</sup>	0.004
2	4.483	2.18x10 <sup>-5</sup>	0.003

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 25.** Resultados de las deformaciones del muro

sótanos	Deformaciones(mm)		Asentamiento
	x-x	y-y	(mm) z-z
1	3.52	0	0.004
2	4.48	0	0.003

Fuente: Elaboración propia.

El comportamiento de los anclajes para cada paños de dos niveles se determino que las características físicas del suelo arenoso sirvió para identificar la clasificación de suelo SUCS, pero el factor de seguridad no es necesario siempre en cuando sea menor o igual que uno, ya que al diseñar el anclaje tiene su propio factor cuando se calcula la longitud libre y la longitud del bulbo por la cual su factor de seguridad es de 2 y la longitud máx. es 12m para el diseño del anclaje, solo se necesita el ángulo de fricción que la cual se obtuvo 30° de fricción interna, la cohesión que nos salió cero, y su peso específico que es 1.61 kg/cm<sup>2</sup>, para la respuesta estructural del muro anclado, de esta manera sus características mecánicas de anclaje que es 21 MPas, y una área que se utilizo fue de 420 mm<sup>2</sup>, con un diámetro de 15 mm, el diseño de tensión último, entonces la hipótesis específica 3 se da aprobada

**Tabla 26.** Características mecánicas del anclaje.

Paños	Resistencia MPa	Elongación mm	espesor plancha	Cable de grado	Diámetro (cm)	Separador	cuña
1	21	6.7	1 3/8"	270	8.5	7	6"
2	21	6.6	1 3/8"	270	8.5	7	6"
3	21	6.6	1 3/8"	270	8,5	7	6"

Fuente: Elaboración propia

## **IV. DISCUSIÓN**

## Discusión 1

Por lo tanto los resultados obtenidos sobre las características físicas y mecánicas de suelo, lo más importante es los ensayos de granulometría en general, capacidad de soporte y su ángulo de fricción, sirvió para identificar el tipo de suelo, el coeficiente de la aceleración sísmica y así como también su peso específico, si se tiene un  $FS = 1$  es más probable que el diseño de tensión bajo condición sísmica sea menor que el diseño por reposo pero si se calcula el  $FS$  en esa condición entonces tiene que ser mayor que 1, y si cumple no se tendría que tomar en cuenta la condición sísmica porque se lo agrego con un  $FS 1.5$  como dice la norma para anclajes temporales se utiliza un factor de seguridad mínimo 1, los estudios deben ser bien detallado y obtener datos genérico para para el diseño, , es necesario recopilar la información de todo el estudio completo me sirvió 80% de la información presentada mediante la empresa por el laboratorio de j3 ingenieros SAC.

(Espinoza Joel y Chate Felix, 2018), que los ensayos de mecánicas de suelos son muy importantes ya que en ella rescatamos mucha información sobre el terreno que se va ejecutar el proyecto, los cuales permitieron que el ensayo de granulometría es muy importante, porque influye para la elección de tipo de inyección necesaria para la ejecución de muros con anclados temporalmente, el estudio de humedad del suelo también tiene una influencia en los muros anclados que determina la calidad y resistencia del concreto requerido, en la cual de todo el estudio realizado se utilizó el 75% del estudio para llevarse a cabo del diseño del muro anclado

(Rosero Carlos, 2015). Para el estudio de análisis y diseño de los muros con anclas, hace falta verdadero estudio mecánica de suelos, para aquellas estructuras que nos acepta interpretar los resultados obtenidos para llevarlo y aplicarlo a la realidad, son pocas informaciones sobre si es necesario realizar los estudios físicos como resultado se obtenido es el 50%, que ayuda para la realización del análisis de muro anclados.

(Valladares Paul, 2015). En esta investigación se analizó si los muros de contención necesitan anclas para ellos tienes que ser mayor que uno para no aplicar las anclas por la cual obtuvo un  $FS$  menor que uno, entonces necesito aumentar el factor de seguridad, el diseño de anclas no es un método económico y tampoco es más eficiente, sus usos se basan a los estudios geotécnicos por la cual el subsuelo en el sitio correspondiente, la cual nos llevara a presupuestar el costo y la vida útil de la estructura puede ser que los anclajes sean

temporales o como también pueden ser definitivo a ser parte de la construcción, que el 60% de los estudios de suelos (EMS) son muy importante para acoplar para el siguiente proceso de construcción.

## **Discusión 2**

La característica de los anclajes tiene la finalidad de soportar temporalmente el muro, entonces se eligió un tipo de anclaje activo por la cual tenemos los anclajes provisionales, en los tipos de inyecciones se utilizó un bulbo de 15 mm de diámetro entonces estamos hablando de un tipo de Inyección Global Único (IGU) , que tiene una lechada de cemento fino junto al tendón, obteniendo un factor de seguridad para el diseño es de 1.5, claramente se tiene en cuenta según los cálculos, el estudio de suelo es una parte del proyecto especialmente sus características mecánicas para poder calcular la longitud libre que nos salió para el primer anclaje 11 m y para el resto es de 6 m. y longitud del bulbo es de 8 m para todos eso no se cambia, el diámetro de varilla es 15 mm, su resistencia del tendón máximo es de 95.18 tn/m, pero nunca se aplicaría toda esa resistencia sabiendo que va a fallar se puede aplicar el 70% de toda su resistencia, si se aplica al porcentaje mencionado los desplazamientos aumentarían.

(Rengifo Reátegui, 2015). su coeficiente de seguridad tiene que ser mayor o igual a 1.5, ahora obteniendo esos resultados se calculó la longitud del anclaje que la mitad del anclaje tiene 6.26m y de la mitad hasta el inicio del bulbo se tiene 2.75 y por último tenemos la longitud del bulbo es de 4m, que en total tenemos 13 m, el tipo de anclaje es provisional o también anclajes temporales por motivos de que las losas reemplazaran a los anclajes para la estabilización

(Sosa Gutierrez y Vílchez Dávila, 2017). Nos menciona en optimizar el diseño de los anclajes post-tensados, realizado a la ejecución de los muros con anclas y también métodos enunciado por la federal highway, administration, denominado FHWA; para que puedan realizar un diseño terminado de anclajes post-tensados. Y se **concluye** lo siguiente: en base de una revisión de normas extranjeras (FHWA, el manual e carreteras, entre otras) se llegó un diseño con resultados de calidad con el método de FHWA, cambiando principalmente la longitud libre y longitud de bulbo, que la investigación teórica-aplicativa mejoro de una manera eficiente y eficaz. El **aporte** fue que no se debe aplicar el 60 % de la resistencia última del tendón.

Se mostrará para los perfiles estratigráficos del terreno que son muy importante para el análisis del muro anclado ya que de esto dependerán los diseños de muro y los diseños de anclajes con ciertas longitudes.

### Discusión 3

Para los resultados de las respuestas estructurales se tiene en cuenta sus dimensiones. Por ello se evaluó por cada sótano vertical en dos ejes que están comprendido por el eje “A” y “B”, para ellos cada sótano tuvo un comportamiento diferente según en los asentamientos permitidos, para el primer sótano se obtuvo un 0.047% y para el segundo sótano tenemos 0.112% de desplazamiento. Según las características físicas y mecánicas del suelo influyen 80% para realizar el análisis,

**Tabla 27.** *Desplazamiento y deformaciones.*

Paños	Desplazamiento (mm)		Deformaciones	Asentamiento
	x-x	y-y	y-y	(mm) z-z
1	0	0.6312	0.63	0.0029
2	0	0.1576	0.16	0.0085
3	0	0.7196	0.72	0.0033

Fuente: elaboración propia

**Tabla 28.** *Porcentaje de desplazamiento y deformaciones*

sótanos	Desplazamiento (mm)		Deformaciones	
	x-x	y-y	x-x	y-y
1	0.047%	0%	0.047%	0%
2	0.112%	0%	0.112%	0%

Fuente: elaboración propia

(Chevez Fernandez y Correa Luis, 2015). Las deformaciones laterales se encuentra en porcentaje de 0.05 % - 0.25% si es preferible que se encuentre menos de ese rango de deformaciones, para ellos tuvo una deformación máxima por cada sótano de 6.5 milímetros equivalente a una deformación lateral normalizada ( $\delta_{h_{max}}/H$ ) igual a 0.02% con una profundidad de 32 metros, y los desplazamiento no deben superar a los asentamiento promedios que están en mm, según a la altura  $0.0015*H$ , en nuestro caso tenemos 48mm aceptable por ello tenemos 15 mm de desplazamiento máximo, pro la cual se usara un rango de porcentaje de 0.05% - 0.25 %, por ello tenemos el 0.047% de desplazamiento.



## **V. CONCLUSIONES**

## Conclusión 1

Se determinó que los estudios físicas y mecánicas del suelo arenoso influye el 80% para obtener la respuesta estructural del muro anclado para los desplazamientos para poder introducir al programa SAP2000, teniendo en cuenta los empujes calculados por la cual se obtiene que los desplazamientos en el eje x-x con un porcentaje promedio de 32%, según los parámetro de la norma chilena y en el eje y-y son muy pequeñas, y su asentamiento con un porcentaje de 0.3%, aplicando los empujes de servicio del vecino al muro.

**Tabla 29.** *Desplazamiento y Asentamiento del paño.*

Paños	Desplazamiento (mm)		Deformaciones	Asentamiento
	x-x	y-y	y-y	(mm) z-z
1	0	0.6312	0.63	0.0029
2	0	0.1576	0.16	0.0085
3	0	0.7196	0.72	0.0033

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 30.** *Desplazamiento y Asentamiento del sótano.*

sótanos	Desplazamiento (mm)		Asentamiento
	x-x	y-y	(mm) z-z
1	3.523	$-4.89 \times 10^{-5}$	0.004
2	4.483	$2.18 \times 10^{-5}$	0.003

Fuente: obtenido del SAP2000

## Conclusión 2

Se determinó que los estudios físicas y mecánicas del suelo arenoso influye el 80% para tener una mejor respuesta estructural del muro anclado con el programa SAP200, por la cual se obtiene que las deformaciones en el eje x-x con un porcentaje promedio de 32%, y deformaciones en el eje y-y son cero los apoyos son fijos, y con un asentamiento con un porcentaje de 0.35%, aplicando condiciones sísmicas al muro.

**Tabla 31.** *Deformaciones y asentamiento del sótano.*

sótanos	Deformaciones(mm)		Asentamiento
	x-x	y-y	(mm) z-z
1	3.52	0	0.004
2	4.48	0	0.003

Fuente: obtenido del SAP2000

El FS del suelo te ayudara para aplicar este sistema de muro anclado tiene que ser menor para poder calcular estos sistemas de muro anclados, si fuera mayor no es necesario colocar anclajes al muro, en estos resultados se muestran cuando ya actúan las cargas de empujes y a su vez también los anclajes por eso los resultados se obtiene menor desplazamiento

#### **Conclusión 4**

Se determinó que los estudios físicas y mecánicas del suelo arenoso influye 80% en sus características de mecánica del anclaje, ya que dependiendo de la humedad se utilizara una resistencia de lechada al anclaje, que en nuestro caso de tubo que implementar una resistencia de concreto de 280 kg/cm<sup>2</sup>, para poder visualizar el corte de falla del suelo que en nuestro caso es con un ángulo de 55° de inclinación, para la cual también se vio obligado a utilizar un ángulo de 15° de inclinación de anclaje, teniendo en cuenta su rango de ángulos.

#### **Conclusión 5**

El aporte de esta tesis fue brindar el conocimiento de los estudios de suelos que tanta importancia para mi análisis para ello se tiene que diseñar los anclajes, porque los estudios interfieren en sus diseños, mayormente las características mecánicas de suelo, y conocer si es adecuado aplicar los anclajes para estos tipos d suelo.

## **VI. RECOMENDACIONES**

### **Recomendación 1**

Se recomienda hacer un estudio de suelo por los metros que se va a excavar la cual sería la penetración estándar, para luego tener un factor de seguridad más exacta, y también obtendrá el coeficiente de aceleración si en caso es mayor que 1.5 como dice la norma E. 050 es necesario que se analice los desplazamiento y deformaciones cuando existe los anclajes y luego cuando están los entrepisos cuando van a quedar como diseño, porque de ellos se decidirá si se usara los anclajes para los muros de contención.

### **Recomendación 2**

Se recomienda utilizar Geo 5 o Plaxis para la comparación de los resultados con el programa SAP2000, las cuales son más detallados en el tema de anclajes, por la cual usando su propio criterio y no anteponerse a las normas establecidas, con también existe múltiples factores de seguridad para el diseño de los anclajes, las tensiones ultimas, y también cambia los factores de seguridad cuando aplicas en condiciones de sismo. Y tener una gráfica más representativa con el programa Geo5 Y Plaxis.

### **Recomendación 3**

Se recomienda hacer un análisis por cada paño diferente ya si encaso su paño varían y tener hoja de cálculos para paños diferentes, por la cual se tendría que evaluar sus desplazamientos y deformaciones cuando está anclado y cuando quede, con entrepisos, para así saber con claridad de cómo se comportar un paño, para luego hacer dos años juntos tiene otros tipos de comportamiento.

### **Recomendación 4**

Se recomienda hacer un modelamiento más detallado con elemento finitos para conocer de cómo actúan los dos al unirlos los anclajes y los sótanos para saber el comportamiento real de las estructuras y conocer principalmente si las tensiones resisten como a sus vez pueden sobre pasar sus tensiones y deformar el muro o pueden tener poca resistencia y generar una rotura por falla y eso se podría ver en programas al conjugarlos las condiciones y verlo más real los paños y sus desplazamiento son casi exactos.

## **REFERENCIAS**

- BALLESTEROS, R., SAINEA, C. y CÁCERES, L. Analysis of deflection and settlements in deep excavations on soft of Bogotá. Revista Científica Ingeniería y Desarrollo [En línea]: Bogotá: Julio-Diciembre 2018, vol.36, n°.2. [Consulta 22 de mayo del 2018]. pág. 13.

Disponible en:  
<http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/viewArticle/10469>  
 ISSN: 2145-9371
- BENJAMIN, Charles. American Society for Testing and Materials. Estados Unidos: ORCID. (1898).
- BERMUDEZ, Dennis y CARBAJAL, Giancarlo. 2017. First Run Study Optimización de Procesos en la Construcción De Muros Anclados. [en línea]. Lima. pág. 116. [Consulta 19 de noviembre del 2018].

Disponible en:  
[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/9387/CARBAJAL\\_GIANCARLO\\_OPTIMIZACION\\_PROCESOS\\_CONSTRUCCION\\_MUROS\\_ANCLADOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/9387/CARBAJAL_GIANCARLO_OPTIMIZACION_PROCESOS_CONSTRUCCION_MUROS_ANCLADOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- BERNALES, Bryan. 2018. Análisis y diseño de un edificio de concreto armado de dos sótanos y siete pisos ubicado en el Cerro Colorado - Arequipa. [en línea]. Arequipa. pág. 123. [Consulta 25 de noviembre del 2018].

Disponible en:  
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4710>
- BERNALES, J.[et al]. Construction of diaphragm walls and anchors under the Market of the Encarnación in Seville: calculation model, movement study and intervention propose. Informes de la Construcción [En línea]: Enero-Marzo 2015, 67(537). [Consulta 5 de mayo del 2019]. pág. 8.

Disponible en:  
<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/3984/4520>

- BRAJA, M. (2013). Fundamentos de ingeniería Geotécnica. Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas Instituto Politécnico Nacional. 4 ed. [en línea]. México: [Consulta 8 de noviembre del 2018]. pág. 16.  
Disponible en:  
[https://issuu.com/cengagelatam/docs/fundamentos\\_de\\_ingenieria\\_low\\_1\\_iss](https://issuu.com/cengagelatam/docs/fundamentos_de_ingenieria_low_1_iss)  
ISBN 10: 6075193723  
ISBN 13: 9786075193724
- CABALLERO, Max. *s.f.* Definición de contenido de humedad. [en línea]. pág. 10. [Consulta 8 de noviembre del 2018].  
Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/141685109/Definicion-de-contenido-de-humedad>
- CARMONA, July y RUGE, Juan (2015). Analysis of the existing correlations of effective friction angle for eastern piedmont soils of Bogota from *in situ* tests. *Tecnología*. vol. 18, n°.35. [en línea]. Bogotá: Julio-Diciembre [Consulta 15 de junio del 2019]. pág. 98-102.  
Disponible en:  
<http://www.scielo.org.co/pdf/teclo/v18n35/v18n35a09.pdf>  
ISSN: 0123-7799
- CARTAGENA, Eleo y VÁSQUEZ, Ronal. (2015). Capacidad portante del suelo- río seco “Gregorio Albarracín Lanchipa” [en línea]. Perú. [Consulta 21 de noviembre del 2018]. Pág. 2-6.  
Disponible en: <https://es.slideshare.net/ruizwilliamcartagenamamani/capacidad-portante-del-suelo>
- CHAVEZ, Fernández y CORREA, Luis. (2015). Uso de inclinómetros para el monitoreo de las deformaciones en muro anclado para un proyecto en el conglomerado de Lima [en línea]. Perú. [Consulta 26 de diciembre del 2018]. Pág. 70-85.



Disponible en: [https://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/1255/1/chavez\\_f-correa\\_lm.pdf](https://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/1255/1/chavez_f-correa_lm.pdf)

- CISMID. (2005). Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico en Lima y Callao. [en línea]. Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. [Consulta 27 de noviembre del 2018]. Pág. 10.

Disponible en:

[http://eudora.vivienda.gob.pe/OBSERVATORIO/Documentos/EstudiosyAsistencia/Estudios/MicrozonificacionSismicaLima/ventanilla/INFORME\\_MICROZONIFICACION.pdf](http://eudora.vivienda.gob.pe/OBSERVATORIO/Documentos/EstudiosyAsistencia/Estudios/MicrozonificacionSismicaLima/ventanilla/INFORME_MICROZONIFICACION.pdf)

- ESPINOZA, J. y CHATE, F. (2018). Estudio mecánico de suelo en el diseño de muro anclaje temporal en un sótano del proyecto residencial aguarico Breña-Lima. [en línea]. Lima-Perú: Universidad San Martín de Porres. [Consulta 08 de diciembre del 2018]. Pág. 112-113.

Disponible en:

[http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/8757/1/2018\\_Ugaz-Sachez.pdf](http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/8757/1/2018_Ugaz-Sachez.pdf)

- Federal Highway Administration. (1999). Ground Anchors and Anchored Systems, Geotechnical Engineering Circular N°4. [en línea]. Estados Unidos. [Consulta 21 de marzo del 2019]. P. 16- 30.

Disponible en:

<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/448/1/10136814.pdf>

- FIGUEROA, Guillermo. RODRÍGUEZ, Fredys y ZELADA, Edwin. (2011). Análisis y diseño de estructuras de retención de aplicación reciente en el salvador. [en línea]. El salvador: Universidad de el Salvador. [Consulta 27 de noviembre del 2018]. P. 16.

Disponible en:

<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/448/1/10136814.pdf>

- HERNÁNDEZ, R, FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, M. (2014). Metodología de la Investigación. 6 ed. [en línea]. México: [Consulta 10 de mayo del 2019]. pág. 33-36.  
Disponible en:  
<https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>  
ISBN: 978-1-4562-2396-0
- HUMBERTO, Ñaupas [et al]. Investigation methodology[et al]. Bogotá: Express estudio gráfico y digital S.A. (2014). pág. 536.  
ISBN: 978-958-762-188-4
- Instituto Nacional de Vias. Especificaciones Generales de Construcción de Carretera. Perú: Artículo 623-13 Anclajes (2014). pág. 1-8.
- JOAO, Rengifo y REÁTEGUI, José. (2015). Muros Anclados en Arenas, Analisis Comparación de Técnicas de Anclajes. [en línea]. Lima. [Consulta 14 de noviembre del 2018].  
Disponible en:<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6730>
- KASENG, Freddy, GUILLEN, Oscar (2014). Guia práctica para elaborar plan de tesis y tesis de post grado, Editorial Ando Educando. [en línea], 2014. pág. 4. [Consulta 20 de noviembre del 2018].  
Disponible en: <https://es.calameo.com/books/0025973564309b9a75b6f>
- LAURETE, (s.f). Muro anclado, Universidad Europa de madrid. España. [en línea], pág. 4. [Consulta 08 de marzo del 2019].  
Disponible en: <https://es.calameo.com/books/0025973564309b9a75b6f>
- LUCERO, Franklin, PACHACAMA, Edgar y RODRÍGUEZ, William. (2012). Análisis y diseño de muros de Conteción. Facultad de ingeniería ciencias físicas y matemáticas, Universidad Central de Ecuador. [en línea]. Quito : Ecuador, 2012. pág. 4. [Consulta 14 de noviembre del 2018].  
Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/156/1/T-UCE-0011-5.pdf>

- Norma Tecnica Peruana E. 020 . Suelos y Taludes 2012. [en línea]. Perú: Lima, 2018. pág. 4. [Consulta 15 febrero del 2019].  
Disponible en:  
<http://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20II%20Habilitaciones%20Urbanas/15%20CE.020%20SUELOS%20Y%20TALUDES%20DS%20N%C2%B0%20017-2012.pdf>
- Norma Tecnica Peruana E. 030 . Diseño Sismoresistente 2018. [en línea]. Perú: Lima, 2018. pág. 4. [Consulta 15 febrero del 2019].  
Disponible en:  
<http://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20III%20Edificaciones/51%20E.030%20DISEÑO%20SISMORRESISTENTE.pdf>
- MARTOS, Raquel. (2013). Estudios del comportamiento de anclajes al terreno en muros de gran altura, Universitat de Barcelona. [en línea]. Barcelona: España pág.15. [Consulta 18 de enero del 2019].  
Disponible en:  
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/21416/Estudio%20del%20comportamiento%20del%20anclaje%20al%20terreno%20en%20muros%20de%20gran%20altura.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- McCROMAC, Jack y CSERNAK, Stephen. Structural Steel Design. Editorial Mexicana [En línea]. [Consulta 10 de abril del 2019]. pág. 51-60.  
Disponible en:  
<https://es.slideshare.net/willushina/248353723-estructurasdeaceromc-cormac>  
ISBN: 978 607 707 5592
- MOYA, R. [et al]. Problemas de estabilidad y deformaciones en excavaciones en suelos blandos. Revista Científica Ingeniería y Desarrollo [En línea]: Julio-Diciembre 2018, vol.36, n°.2. [Consulta 22 de mayo del 2019]. pág. 13.  
Disponible en:  
<http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/viewArticle/10469>
- PUELLES José. (2011). Determinación de la capacidad de adherencia con fines de diseño optimizando de anclajes en suelo excavaciones profunda en Lima

metropolitana, Universidad Nacional de Ingeniería. [en línea]. Lima: Perú pág.71-72. [Consulta 18 de junio del 2019].

Disponible en: <https://es.scribd.com/document/338325639/Determinacion-de-La-Capacidad-de-Adherencia-Con-Fines-de-Diseño-Optimizado-de-Anclajes-en-Suelo>

- Reglamento Nacional de Edificaciones. E-050. Suelos y Cimentaciones (2018). [en línea]. Lima-Peru: [Consulta 15 de diciembre del 2018].  
Disponible en: <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/disponen-la-publicacion-en-el-portal-institucional-del-minis-resolucion-ministerial-no-346-2018-vivienda-1701667-1>
- RENGIFO, José. (2015). Muros anclados en arenas, análisis y comparación de técnicas de anclajes. [en línea]. Lima: [Consulta 12 de noviembre del 2018]. pág. 72.  
Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6730>
- ROJAS, G. (2016). Estudio de sistemas de sostenimiento de suelo en excavaciones en edificios [en línea]. Chile. [Consulta 28 de noviembre del 2016]. Pág.160-169.  
Disponible en:  
<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/142449/Estudio-de-sistemas-de-sostenimiento-de-suelo-en-excavaciones-en-edificios.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ROSERO, Carlos. (2015). Análisis y diseño de Muros Anclados e Hormigón Armado y su Aplicación en la Estabilización de Excavaciones Profundas de Subsuelos. Universidad Técnica de Ambato. [en línea]. Ambato: ECUADOR. [Consulta 16 de noviembre del 2018]. pág. 156.  
Disponible en:  
<http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11736/1/Tesis%20879%20-%20Rosero%20Freire%20Carlos%20Ernesto.pdf>
- RUIZ, Lissette y VILLALOBOS, Felipe. (2011). Experimental study of the lateral earth pressure on retaining structures in soils reinforced with geogrids. Revista Ingeniería de construcción. Vol. 26 n°.3. [en línea]. México: [Consulta 8 de noviembre del 2018]. pág. 16.

Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732011000300004](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732011000300004)

ISSN: 0718-5073

- Sáes, E. (2010). Fundamentos de Geotecnia. Universidad Pontificia de Católica de Chile. [En línea] Chile. [Consulta 15 de junio del 201]. pág. 126-150.

Disponible en:

[https://www.ucursos.cl/usuario/7c1c0bd54f14c0722cefc0fa25ea186d/mi\\_blog/r/FUNDAMENTOS\\_DE\\_GEOTECNIA\\_SAEZ\\_\(1\).pdf](https://www.ucursos.cl/usuario/7c1c0bd54f14c0722cefc0fa25ea186d/mi_blog/r/FUNDAMENTOS_DE_GEOTECNIA_SAEZ_(1).pdf)

- SOSA, Eberth y VÍLCHEZ, Reynaldo. (2017). Optimización del Diseño de Anclajes Post-Tensados Aplicados a la Ejecución de Muros Anclados en el Proyecto Centro Comercial Plaza Surco. [En línea] Lima. [Consulta 15 de noviembre del 2018]. pág. 163.

Disponible en:

<https://docplayer.es/85630773-Optimizacion-del-diseno-de-anclajes-post-tensados-aplicados-a-la-ejecucion-de-muros-anclados-en-el-proyecto-centro-comercial-plaza-surco.html>

- UGAZ, J. (2018). Análisis técnico de uso de muro anclado y empotrado para excavaciones profundas en suelos gravosos y rellenos. [en línea]. Lima-Perú: Universidad San Ignacio de Loyola. [Consulta 21 de noviembre del 2018]. Pág. 75-85.

Disponible en:

[http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/8757/1/2018\\_Ugaz-Sachez.pdf](http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/8757/1/2018_Ugaz-Sachez.pdf)

- VALARINO, Elizabeth, YABAR, Guillermo y CEMBORAIN, María. Metodología de la Investigación: paso a paso. México: Trillas. pág. 227-229.

ISBN: 978-607-17-0511-2

- VALDEZ, Pedro (2011). Manual de diseño y construcción de muros anclados de hormigón. [en línea]. Ecuador: [Consulta 02 de julio del 2019]. pág. 216-225.

Disponible en:

<http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/753/1/99683.pdf>

- VALLADARES, Paul. (2015). Estabilidad de Taludes con Anclas. [En línea]. México : UNAM. [Consulta 13 de noviembre del 2018]. pág. 82.  
Disponible en:  
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/8389/Tesis.pdf.pdf?sequence=2>
- VIZUETE, J. (2017). Aplicación de Microsoft Excel en el diseño de anclajes de muro de sótanos para suelos limo arenosos de la ciudad de quito, Pontificia Universidad Católica del Ecuador [en línea]. Ecuador. [Consulta 19 de noviembre del 2018]. Pág.160-163.  
Disponible en:  
<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13161/Tesis%201.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## **ANEXOS**

**Tabla12:** Matriz de consistencia

**Título:** Análisis de un sistema de muro anclado de un sótano de dos niveles en un suelo arenoso, Ventanilla-2019

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES
<p><b>Pregunta general</b> ¿De qué manera el suelo arenoso de un sótano de dos niveles modificaría el análisis y diseño de un sistema de muro anclado, Ventanilla - 2019?</p> <p><b>Preguntas específicos</b> ¿Cómo influyen las características físicas y mecánicas del suelo arenoso en la respuesta estructural del muro anclado (desplazamiento), Ventanilla, 2019?</p> <p>¿Cómo influyen las características físicas y mecánicas del suelo arenoso en la respuesta estructural del muro anclado (deformaciones), Ventanilla, 2019?</p> <p>¿De qué manera las características físicas y mecánicas del suelo arenoso influirán en las características mecánicas del anclaje del muro, Ventanilla 2019?</p>	<p><b>Objetivo general</b> Determinar las características físicas y mecánicas del suelo arenoso para analizar y diseñar el sistema del muro anclado en Ventanilla, 2019.</p> <p><b>Objetivos específicos</b> Determinar la influencia de las características físicas y mecánicas del suelo arenoso en la respuesta estructural del muro anclado (desplazamiento), Ventanilla 2019.</p> <p>Determinar la influencia de las características físicas y mecánicas del suelo arenoso en la respuesta estructural del muro anclado (deformaciones), Ventanilla 2019.</p> <p>Determinar la influencia de las características físicas y mecánicas del suelo arenoso en las características mecánicas del anclaje, Ventanilla 2019.</p>	<p><b>Hipótesis general</b> Minimizar las fallas del diseño de un sistema de muro anclado en Ventanilla, 2019.</p> <p><b>Hipótesis específicas</b> Las características físicas y mecánicas del suelo influyen significativamente en la respuesta estructural del muro anclado (desplazamiento), Ventanilla 2019.</p> <p>Las características físicas y mecánicas del suelo arenoso influyen significativamente en la respuesta estructural del muro anclado (deformaciones), Ventanilla 2019.</p> <p>Las características físicas y mecánicas del suelo arenoso influyen significativamente en las características mecánicas del anclaje, Ventanilla 2019.</p>	Variable Independiente		
			Suelo Arenoso	Características físicas	Análisis Granulométrico
					Peso unitario textura
				Características mecánicas	Contenido de Humedad
					cohesión
			Angulo de fricción interno		
			Capacidad Portante		
			Variable Dependiente		
			Sistema de Muro Anclado	Características Mecánicas del Anclajes	Tipos de Anclaje
					Resistencia del Tendón
Angulo de Inclinación					
Respuestas Estructural del Muro	Desplazamiento				
	Deformaciones				

Fuente: elaboración Propia.



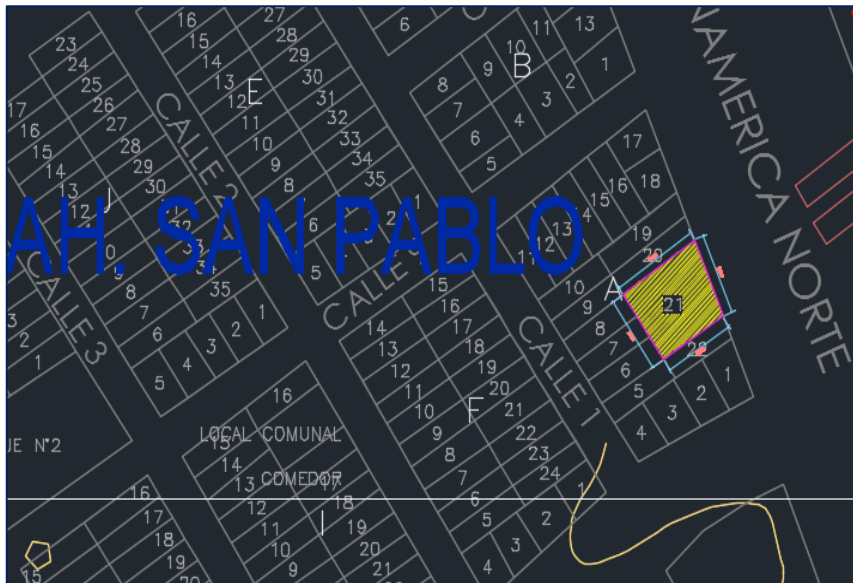


Figura 76. Ubicación del terreno

Fuente: Obtenida del Software Autocad 2019

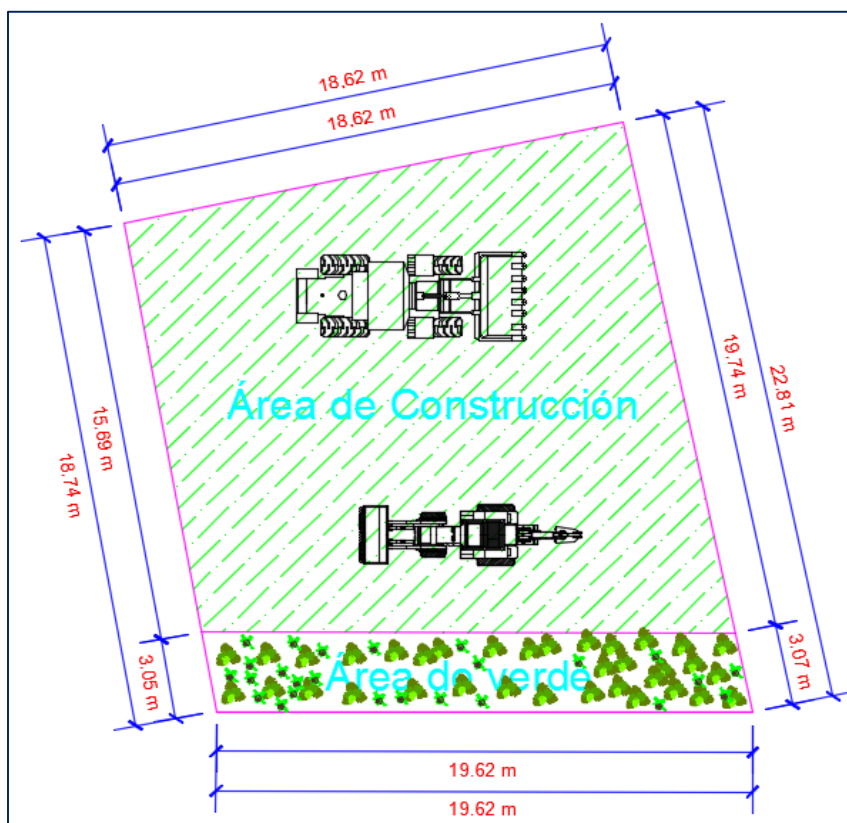


Figura 76. Medidas del terreno

Fuente: Elaboración de Propia

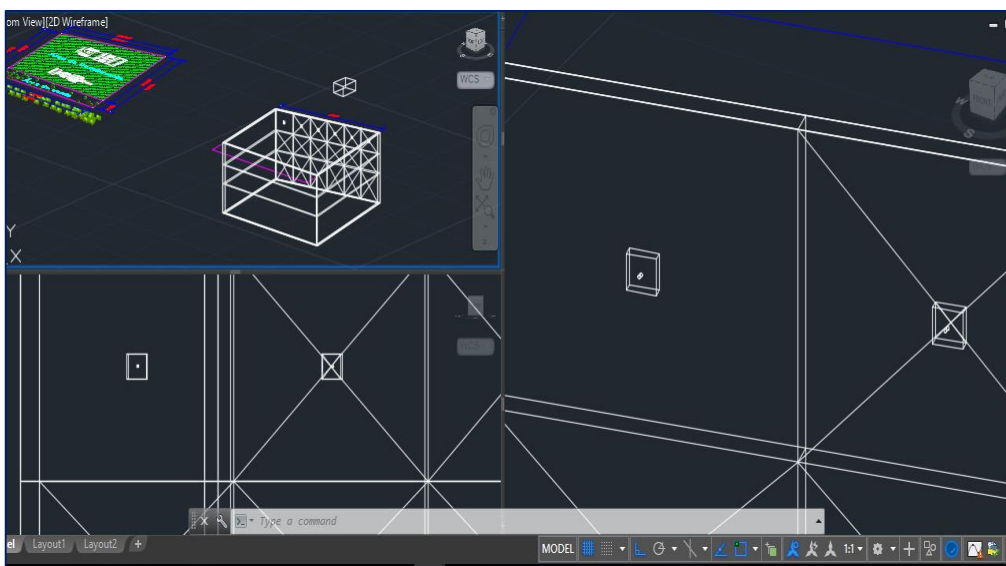


Figura 77. Muro anclados por sección

Fuente: Elaboración de Propia

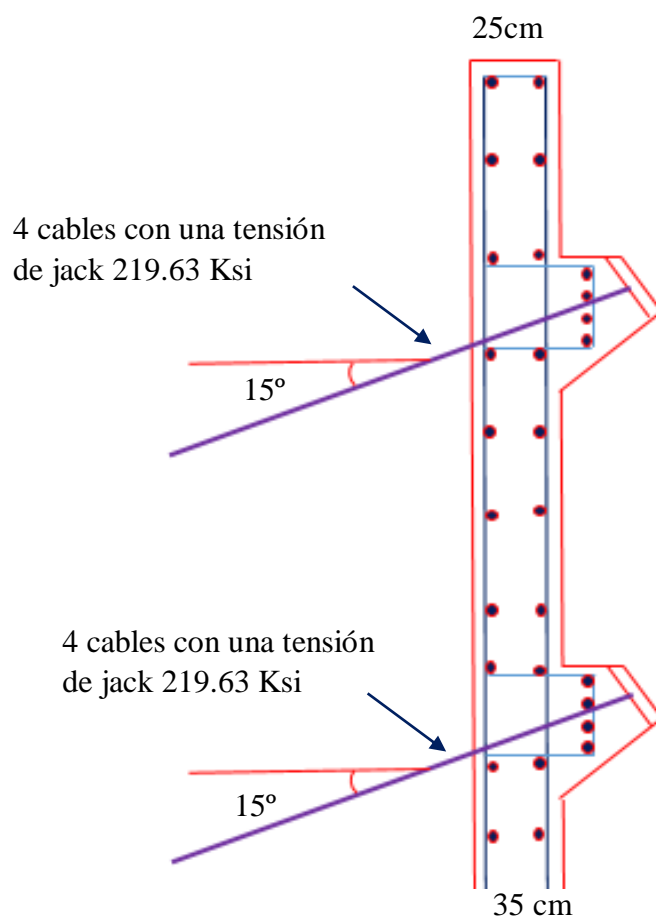


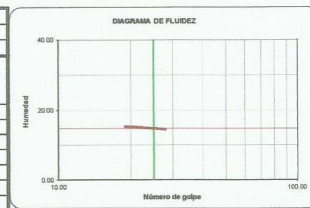
Figura 78. Detalles de los anclajes

Fuente: Elaboración de Propia

**ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN**  
**NPT 339-128 - ASTM D422 CONTENIDO HUMEDAD NPT 339-127 - ASTM D2216**

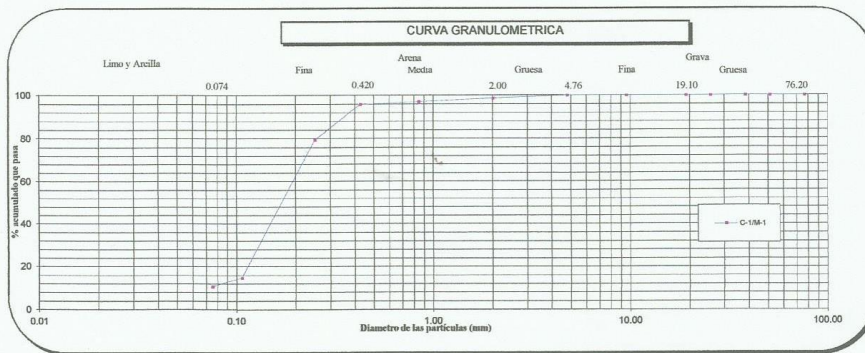
**SOLICITANTE :** AMAYA LADINEZ TERESA Y ANCAJIMA GORCOCHEA HERNAN  
**PROYECTO :** "VIVIENDA MULTIFAMILIAR"  
**UBICACIÓN :** AAHH SAN PABLO Mz A LOTE 21 DEPARTAMENTO DE LIMA PROV CALLAO  
**FECHA :** DISTRITO VENTANILLA  
MARZO DEL 2019

Calicata		C-1					
Muestra		M-1					
Profundidad (m)		7.80					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	Malla		Peso retenido	% retenido	% retenido acumula	% que pasa	
	Nº	Abertura (mm)					
		3 "	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
		2 "	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
		1 1/2 "	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
		1 "	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
		3/4 "	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0
		3/8 "	9.520	0.0	0.0	0.0	100.0
		Nº 4	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0
		Nº 10	2.000	1.8	1.4	1.4	98.6
		Nº 20	0.840	2.1	1.6	3.0	97.0
		Nº 40	0.425	1.5	1.1	4.1	95.9
		Nº 60	0.250	21.6	16.3	20.5	79.5
	Nº 140	0.106	85.5	64.8	85.3	14.7	
	Nº 200	0.075	5.3	4.0	89.3	10.7	
Contenido de Humedad	ASTM-D2216	(%)				17.21	
Límite Líquido (LL)	ASTM-D423	(%)				15	
Límite Plástico (LP)	ASTM-D424	(%)				NP	
Índice Plástico (IP)		(%)				NP	
Clasificación (S.U.C.S.) :						SP - SM	
Clasificación (AASHTO) :						A-3	
Índice de Grupo :						0	
Nombre de grupo :	Arena pobremente graduada con limo						
Descripción (AASHTO) :	BUENO						
Observaciones:							



Distribución Granulométrica

% Grava	GG%	0.0
	GF%	0.0
% Arena	AG%	1.4
	AM%	2.8
	AF%	85.2
% Finos		10.7



*[Firma]*  
JOSÉ ROSARIO  
BOTO GUERRERO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 117706

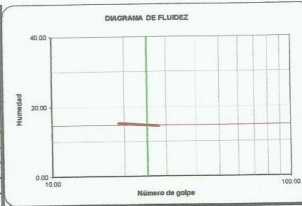
Figura 79. Ensayos estándar de clasificación 1

Fuente: Ingenieros Asociados S.A.C.

**ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN**  
**NPT 339-128 - ASTM D422 CONTENIDO HUMEDAD NPT 339-127 - ASTM D2216**

**SOLICITANTE :** AMAYA LADINEZ TERESA Y ANCAJIMA GORCOCHEA HERNAN  
"VIVIENDA MULTIFAMILIAR"  
**PROYECTO :** AAHH SAN PABLO Mz A LOTE 21 DEPARTAMENTO DE LIMA PROV CALLAO  
**UBICACIÓN :** DISTRITO VENTANILLA  
**FECHA:** MARZO DEL 2019

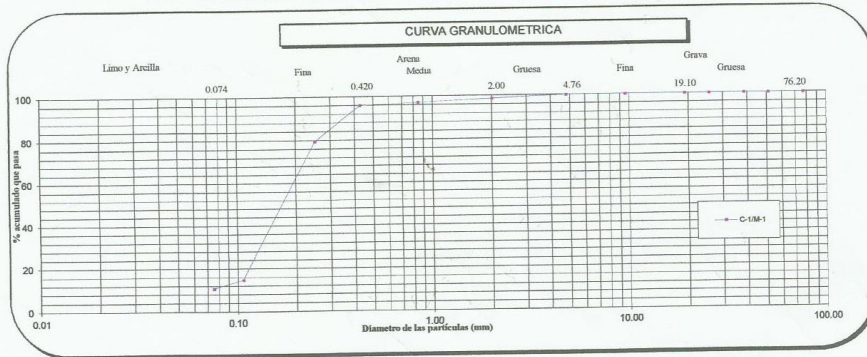
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MÉTODO ASTM D422 PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	C-2				
	Muestra M-2				
	Profundidad (m) 8 m				
	Malla	Peso retenido	% retenido	% retenido acumula	% que pasa
	Nº	Abertura (mm)			
	3 "	76.200	0.0	0.0	100.0
	2 "	50.800	0.0	0.0	100.0
	1 1/2 "	38.100	0.0	0.0	100.0
	1 "	25.400	0.0	0.0	100.0
	3/4 "	19.100	0.0	0.0	100.0
	3/8 "	9.520	0.0	0.0	100.0
	Nº 4	4.760	0.0	0.0	100.0
	Nº 10	2.000	1.8	1.4	98.6
	Nº 20	0.840	2.1	1.6	97.0
	Nº 40	0.425	1.5	1.1	95.9
	Nº 60	0.250	21.6	16.3	79.5
	Nº 140	0.106	85.5	64.8	14.7
	Nº 200	0.075	5.3	4.0	89.3



Distribución Granulométrica

% Grava	GG%	0.0	0.0
	GF%	0.0	0.0
% Arena	AG%	1.4	
	AM%	2.8	
	AF%	85.2	89.3
% Finos			10.7

Contenido de Humedad	ASTM-D2216	(%)	17.21
Límite Líquido (LL)	ASTM-D423	(%)	15
Límite Plástico (LP)	ASTM-D424	(%)	NP
Índice Plástico (IP)		(%)	NP
Clasificación (S.U.C.S.) :			SP - SM
Clasificación (AASHTO) :			A-3
Índice de Grupo :			0
Nombre de grupo :	Arena pobremente gradada con limo		
Descripción (AASHTO) :	BUENO		



*[Signature]*  
SOLICITANTE  
SOLICITANTE  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP Nº 117706

Figura 80. Ensayos estándar de clasificación 2

Fuente: Ingenieros Asociados S.A.C.

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO  
(ASTM - D3080)**

**SOLICITADO :** AMAYA LADINEZ TERESA Y ANCAJIMA GORCOCHEA HERNAN  
**PROYECTO :** VIVIENDA MULTIFAMILIAR

**UBICACIÓN:** AAHH SAN PABLO MZ A LOTE 21 DEPARTAMENTO DE LIMA  
PROV CALLAO DIST VENTANILLA

**FECHA:** Marzo del 2019

**Sondaje :** C-1  
**Muestra:** M-1  
**Prof.(m):** 7.80  
**Clasf.:** SP-SM

Ensayo Nº:	I	II	III
<b>DATOS INICIALES:</b>			
Area del espécimen (cm <sup>2</sup> )	28.27	28.27	28.27
Volumen del espécimen (cm <sup>3</sup> )	56.55	56.55	56.55
Densidad húmeda inicial (gr/cm <sup>3</sup> )	1.88	1.88	1.88
Densidad seca inicial (gr/cm <sup>3</sup> )	1.60	1.60	1.60
Cont. de humedad inicial (%)	17.21	17.21	17.21
<b>DATOS FINALES:</b>			
Densidad húmeda final (gr/cm <sup>3</sup> )	1.89	1.90	1.92
Densidad seca final (gr/cm <sup>3</sup> )	1.61	1.62	1.64
Cont. de humedad final (%)	17.21	17.21	17.21
Esfuerzo normal	1.00	2.00	4.00
Esfuerzo de corte máximo	0.50	1.06	2.40

Angulo de fricción interna :	30 °
Cohesion (Kg/cm <sup>2</sup> ) :	0.00

  
JULIO CESAR  
SOTO GUERRERO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. Nº 117706

Lima 5, Breña - Fulgencio Valdez 541, Celular : 961751161 995190267  
www.j3ing.com

Figura 81. Ensayo de Corte Directo 1

Fuente: Ingenieros Asociados S.A.C.

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO  
(ASTM - D3080)**

**SOLICITADO :** AMAYA LADINEZ TERESA Y ANCAJIMA GORCOCHEA  
**HERNAN PROYECTO :** VIVIENDA MULTIFAMILIAR

**UBICACIÓN:** AAHH SAN PABLO MZ A LOTE 21 DEPARTAMENTO DE LIMA  
PROV CALLAO DIST VENTANILLA

**FECHA:** Marzo del 2019

**Sondaje :** C-2  
**Muestra:** M-2  
**Prof.(m):** 8  
**Clasf.:** SP-SM

Ensayo N°:	I	II	III
<b>DATOS INICIALES:</b>			
Area del espécimen (cm <sup>2</sup> )	28.27	28.27	28.27
Volumen del espécimen (cm <sup>3</sup> )	56.55	56.55	56.55
Densidad húmeda inicial (gr/cm <sup>3</sup> )	1.88	1.88	1.88
Densidad seca inicial (gr/cm <sup>3</sup> )	1.60	1.60	1.60
Cont. de humedad inicial (%)	17.21	17.21	17.21
<b>DATOS FINALES:</b>			
Densidad húmeda final (gr/cm <sup>3</sup> )	1.89	1.90	1.92
Densidad seca final (gr/cm <sup>3</sup> )	1.61	1.62	1.64
Cont. de humedad final (%)	17.21	17.21	17.21
Esfuerzo normal	1.00	2.00	4.00
Esfuerzo de corte maximo	0.50	1.06	2.40

Angulo de friccion interna :	30 °
Cohesion (Kg/cm <sup>2</sup> ) :	0.00


  
JULIO CESAR  
SOTO GUERRERO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. N° 117706

Figura 82. Ensayo de Corte Directo 2

Fuente: Ingenieros Asociados S.A.C.



www.j3ing.com

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO  
(ASTM - D3080)**

**SOLICITADO :** AMAYA LARDINEZ TERESA Y ANCAJIMA GORCOCHEA HERNAN  
**PROYECTO :** VIVIENDA MULTIFAMILIAR

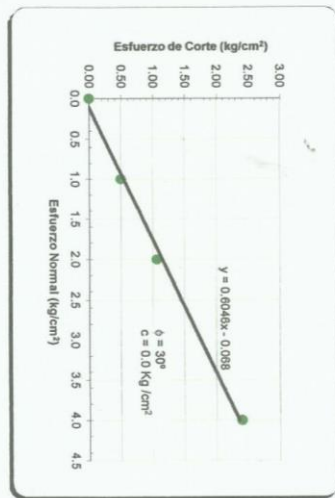
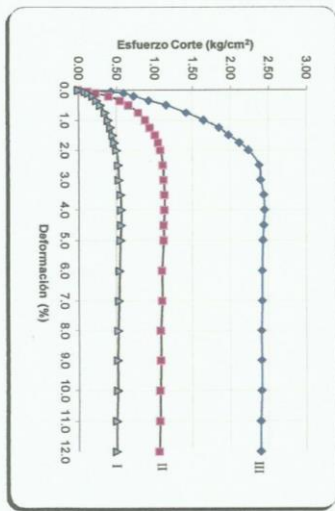
**UBICACION :** AAHH SAN PABLO MZ A LOTE 21 DEP LIMA PROV  
CALLAO DIST VENTANILLA  
**FECHA :** Marzo del 2019

**ESTADO:** Remoldado

**MUESTRA:** M-1

**SONDAJE:** C-1

**Clasf.:** SP-SM



*[Signature]*  
AUTENTICADO  
BOGOTA GOBIERNO  
REP. COLOMBIA

Lima 5, Breña - Fulgencio Valdez 541. Celular : 961751161 995190267  
www.j3ing.com

Figura 83. Ensayo de Corte Directo en Grafico 1

Fuente: Ingenieros Asociados S.A.C.



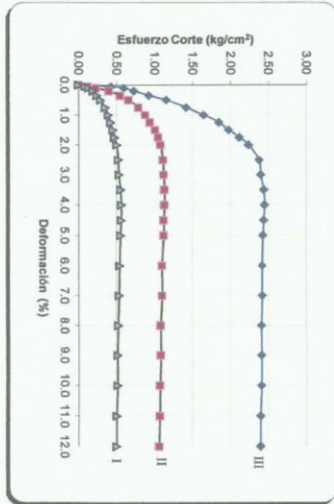
www.j3ing.com

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO  
(ASTM - D3080)**

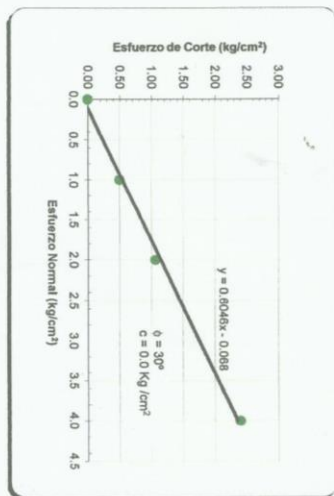
**SOLICITADO :** AMAYA LARDINEZ TERESA Y ANCAJIMA GORGOCHEA HERNAN  
**PROYECTO :** VIVIENDA MULTIFAMILIAR,  
**UBICACION :** AAHH SAN PABLO MZ A LOTE 21 DEP LIMA PROV  
CALLAO DIST VENTANILLA  
**FECHA :** Marzo del 2019

**ESTADO:** Remoldeado  
**MUESTRA:** MZ-2  
**SONDAJE:** C-2  
**Clasf.:** SP-SM

**DEFORMACION TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE**



**ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE**



  
 INGENIERO EN GEOTECNIA  
 ROBERTO CORDERO  
 INGENIERO CIVIL  
 Nº de Colección: 19178

Lima 5, Breña - Fulgencio Valdez 541, Celular : 961751161 996190287  
www.j3ing.com

Figura 84. Ensayo de Corte Directo en Grafico 2

Fuente: Ingenieros Asociados S.A.C.



FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS							
TITULO: "ANÁLISIS DE UN SISTEMA DE MURO ANCLADO DE UN SÓTANO DE DOS NIVELES EN UN SUELO ARENOSO, VENTANILLA-2019"							
	<b>SOLICITUD DE SERVICIO</b>				<b>Código:</b>		
	Ensayo de Laboratorio				<b>Versión:</b>		
	Norma Técnica Peruana				<b>Página:</b>	.....de....	
	RNE E.050 y Muro Anclado con el programa de SAP2000 V20				<b>Fecha:</b>		
					<b>Hora:</b>		
<b>INFORMACIÓN GENERAL:</b>							
<b>APELLIDO:</b>				<b>DNI:</b>			
<b>NOMBRE:</b>				<b>FIRMA:</b>			
<b>UBICACIÓN:</b>							
<b>DISTRITO:</b>		Ventanilla		<b>ALTITUD:</b>		743 msnm	
<b>PROVINCIA:</b>		Callao		<b>LATITUD:</b>		10° 18' 42"	
<b>REGIÓN:</b>		Callao		<b>LONGITUD:</b>		77° 36' 56"	
<b>I.- Características Físicas del Suelo</b>							
suelo		Textura	Peso específico	Análisis Granulométrico			
Arena				Peso retenido %	% retenido	Retenido acumulado	% que pasa
<b>II.- Características Mecánica del Suelo</b>							
Arena		Capacidad portante kg/cm2		Angulo de fricción ( $\phi$ )		Cohesión (C) KN/m2	
<b>III.- Características Mecánicas del Anclaje</b>							
Arena		Tipo de anclaje		Resistencia del tendón		Angulo de inclinación ( $\phi$ )	
<b>IV.- Sistema de Muro Anclado</b>							
Arena		Desplazamiento ( $\Delta$ )(mm)			Deformaciones (mm)		
		Eje X -X			Eje X -X		Eje Y - Y
<b>NOMBRES</b>		Margarita					
<b>APELLIDO</b>		Boza Olaechea					
<b>PROFESIÓN:</b>		Ingeniera Civil					
<b>REGISTRO CIP N°:</b>		80600					
		 INGENIERA CIVIL Selló y Firma					

Figura 85. Recopilación de Datos 01.

Fuente: Elaboración Propia.



FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS							
	<b>SOLICITUD DE SERVICIO</b>				<b>Código:</b>		
	Ensayo de Laboratorio Norma Técnica Peruana RNE E.050 y Muro Anclado con el programa de Etabs.v16.2.1				<b>Versión:</b>		
					<b>Página:</b>	.....de....	
					<b>Fecha:</b>		
					<b>Hora:</b>		
<b>INFORMACIÓN GENERAL:</b>							
<b>APELLIDO:</b>				<b>DNI:</b>			
<b>NOMBRE:</b>				<b>FIRMA:</b>			
<b>UBICACIÓN:</b>							
<b>DISTRITO:</b>		Ventanilla		<b>ALTITUD:</b>	743 msnm		
<b>PROVINCIA:</b>		Callao		<b>LATITUD:</b>	10° 18' 42"		
<b>REGIÓN:</b>		Callao		<b>LONGITUD:</b>	77° 36' 56"		
<b>I.- Características Físicas del Suelo</b>							
suelo		Textura	Peso unitario	Análisis Granulométrico			
Arena				Peso retenido %	% retenido	Retenido acumulado	% que pasa
<b>II.- Características Mecánica del Suelo</b>							
Arena		Capacidad portante kg/cm <sup>2</sup>		Angulo de fricción ( $\phi$ )		Cohesión (C) KN/m <sup>2</sup>	
<b>III.- Características Mecánicas del Anclaje</b>							
Arena		Tipo de anclaje		Resistencia del tendón		Angulo de inclinación ( $\phi$ )	
<b>IV.- Sistema de Muro Anclado</b>							
		Desplazamiento ( $\Delta$ )(mm)			Deformaciones (mm)		
Arena		Eje X -X		Eje Y - Y		Eje X -X	
<b>NOMBRES</b>		Padilla Pichen					
<b>APELLIDO</b>		Santos Ricardo					
<b>PROFESIÓN:</b>		Ingeniero Civil					
<b>REGISTRO CIP N°:</b>		51630					
 SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉN INGENIERO CIVIL CIP 51630 Sello y Firma							

Figura 86. Recopilación de Datos 02.

Fuente: Elaboración Propia.


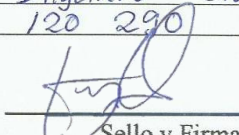
FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS							
TITULO: "ANÁLISIS DE UN SISTEMA DE MURO ANCLADO DE UN SÓTANO DE DOS NIVELES EN UN SUELO ARENOSO, VENTANILLA-2019"							
	<b>SOLICITUD DE SERVICIO</b>				<b>Código:</b>		
	Ensayo de Laboratorio				<b>Versión:</b>		
	Norma Técnica Peruana				<b>Página:</b>	.....de....	
	RNE E.050 y Muro Anclado con el programa de SAP2000 V20				<b>Fecha:</b>		
					<b>Hora:</b>		
<b>INFORMACIÓN GENERAL:</b>							
<b>APELLIDO:</b>				<b>DNI:</b>			
<b>NOMBRE:</b>				<b>FIRMA:</b>			
<b>UBICACIÓN:</b>							
<b>DISTRITO:</b>		Ventanilla		<b>ALTITUD:</b>	743 msnm		
<b>PROVINCIA:</b>		Callao		<b>LATITUD:</b>	10° 18' 42"		
<b>REGIÓN:</b>		Callao		<b>LONGITUD:</b>	77° 36' 56"		
<b>I.- Características Físicas del Suelo</b>							
suelo	Textura	Peso específico	Análisis Granulométrico				
Arena			Peso retenido %	% retenido	Retenido acumulado	% que pasa	
<b>II.- Características Mecánica del Suelo</b>							
Arena	Capacidad portante kg/cm <sup>2</sup>	Angulo de fricción ( $\phi$ )			Cohesión (C) KN/m <sup>2</sup>		
<b>III.- Características Mecánicas del Anclaje</b>							
Arena	Tipo de anclaje	Resistencia del tendón		Angulo de inclinación ( $\phi$ )			
<b>IV.- Sistema de Muro Anclado</b>							
Arena	Desplazamiento ( $\Delta$ )(mm)			Deformaciones (mm)			
	Eje X -X			Eje X -X		Eje Y - Y	
<b>NOMBRES</b>		Luis Reynaldo					
<b>APELLIDO</b>		Alarco Gutierrez					
<b>PROFESIÓN:</b>		Ingeniero Civil					
<b>REGISTRO CIP N°:</b>		120 290					
		 Sello y Firma					

Figura 87. Recopilación de Datos 03.

Fuente: Elaboración Propia.

**Autorización de la versión final del trabajo de Investigación**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
*La Escuela de Ingeniería Civil*

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

*MIMAYA VASQUEZ, ROBERTO JUNIOR*

INFORME TÍTULADO:

*ANÁLISIS DE UN SISTEMA DE MURO ANCLADO DE UN  
ESTADO DE DOS NIVELES EN UN SUELO ARENOSO, VENTANILLA  
2019*

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:


*Ingeniero Civil*

SUSTENTADO EN FECHA:


*10/07/2019*

NOTA O MENCIÓN :

*14 (CATORCE)*

  
Firma del Coordinador de Investigación de  
Ingeniería Civil

## Acta de Aprobación de Originalidad de Tesis

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, Roberto Junior Minaya Vásquez,  
docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de  
la Universidad César Vallejo, Lima Norte (precisar filial o sede), revisor(a) de la tesis  
titulada

"Análisis de un sistema de muro anclado de un sótano  
de dos niveles en un suelo arenoso, ventanilla - 2019  
.....  
....."

del (de la) estudiante Roberto Junior Minaya Vásquez

constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21 % verificable  
en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las  
coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la  
tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas  
por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha Los Olivos 02-07-19




Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente:

RAUL PIUTO BARZAUETE

DNI: 07732471

## Autorización de Publicación de Tesis en Repositorio Institucional

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE          TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL          UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, Roberto Junior Minaya Véiquez  
 identificado con DNI N.º 77027192, egresado de la Escuela  
 Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (X),  
 No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de  
 investigación titulado

“ Análisis de un sistema de muro anclado de un  
sótano de dos niveles en un suelo arenoso,  
Ventaniella - 2018  
 ”

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>),  
 según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de  
 Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....




FIRMA

DNI: 77027192

FECHA: 10 de Julio de 201....

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

## Porcentaje de Aprobación del Turnitin



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Análisis de un sistema de muro inclinado de un sótano de dos niveles en un suelo arcilloso, Ventanilla-2019"

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

**AUTOR:**  
Miryza Viquez, Roberto Jucir

**ASESOR:**  
Mg. Ing. Raúl Antonio Pinto Durandales

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
Diseño Sísmico y Estructural

**TEMA PERÚ**  
2019


Resumen de coincidencias
21 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

**Coincidencias**

1	Entregado a Universida... <small>Trabajo del estudiante</small>	7 %
2	tesis.pucp.edu.pe <small>Fuente de Internet</small>	2 %
3	ri.ues.edu.sv <small>Fuente de Internet</small>	2 %
4	Entregado a Universida... <small>Trabajo del estudiante</small>	1 %
5	www.dspace.uce.edu.ec <small>Fuente de Internet</small>	1 %
6	repositorio.ucv.edu.pe <small>Fuente de Internet</small>	1 %
7	ja.scribd.com <small>Fuente de Internet</small>	1 %
8	repositorio.puce.edu.ec <small>Fuente de Internet</small>	1 %
9	Entregado a Universida...	1 %



Rosa María Viquez

28-11-2019