



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Análisis de estabilidad de talud empleando muros de  
contención en la carretera caserío Pueblo Nuevo – Piura 2017**

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

Ingeniera Civil

**AUTORA**

Cárdenas Moreno, Jhasmín Estefanya Reneé (ORCID:0000-0003-4099-4866)

**ASESOR**

Mg. Córdova Salcedo, Felimón (ORCID:0000-0003-0338-5158)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN :**

Diseño de Infraestructura Vial

**Lima - Perú**

2018

## **DEDICATORIA**

A **mis padres**, por ser parte en mi formación  
como profesional y persona.

A **mis abuelos**, por creer siempre en mí y mis  
padres.

A **Gustavo Abramonte**, por enseñarme a buscar  
solución a cada obstáculo presente y motivarme  
cada día a no rendirme.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi asesor el **Ing. Felimón Córdova Salcedo**,  
por guiarme de inicio a fin en mi tesis.

A mis padres, **Feliz Cárdenas Medina y Nelly  
Moreno Huamán**, por enseñarme apreciar la vida  
y el conocimiento, que será parte de mi  
crecimiento profesional.

## Índice de contenidos

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS.....</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>v</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>II. MÉTODO.....</b>	<b>19</b>
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>27</b>
3.1. UBICACIÓN DE ZONA ESTUDIADA.....	28
3.2. TOPOGRAFÍA.....	28
3.3. ALTURAS DEL TALUD.....	29
3.4 DISEÑO DE MURO EN VOLADIZO.....	31
3.5. DISEÑO DEL MURO EN VOLADIZO – GEO5.....	79
3.6. PRESUPUESTO.....	87
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>91</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>94</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>96</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>98</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>102</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura N° 1: Muro de Contención</i> .....	13
<i>Figura N° 2: Criterios para el Predimensionamiento de Muro de Gravedad</i> ....	14
<i>Figura N° 3: Criterios para el Predimensionamiento de Muro en Voladizo</i> .....	14
<i>Figura N° 4: Muro con Contrafuertes</i> .....	15
<i>Figura N° 5: Drenaje de los muros de Contención con Dren de Pie</i> .....	16
<i>Figura N° 6: Drenaje de los Muros de Contención con Barbacanas</i> .....	16
<i>Figura N° 7: Ubicación del proyecto</i> .....	28
<i>Figura N° 8: Poligonal del talud de estudio</i> .....	28
<i>Figura N° 9: Perfil del talud con H= 5.00 m</i> .....	29
<i>Figura N° 10: Perfil del talud con H= 4.00 m</i> .....	29
<i>Figura N° 11: Perfil del talud con H= 3.00 m</i> .....	30
<i>Figura N° 12: Perfil del talud con H= 2.00 m</i> .....	30
<i>Figura N° 13: Verificación de estabilidad para una altura de 5 metros</i> .....	79
<i>Figura N° 14: Verificación de estabilidad para una altura de 4 metros</i> .....	81
<i>Figura N° 15: Verificación de estabilidad para una altura de 3 metros</i> .....	83
<i>Figura N° 16: Verificación de estabilidad para una altura de 2 metros</i> .....	85
<i>Figura N° 17: Inclinación del Terreno</i> .....	92

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla N° 1: Operacionalización de Variables</i> .....	22
<i>Tabla N° 2: Instrumentos para recolección de datos</i> .....	24
<i>Tabla N° 3: Presupuesto para una H= 5.00m</i> .....	87
<i>Tabla N° 4: Presupuesto para una H= 4.00m</i> .....	88
<i>Tabla N° 5: Presupuesto para una H= 3.00m</i> .....	89
<i>Tabla N° 6: Presupuesto para una H= 2.00m</i> .....	90
<i>Tabla N° 7: Criterios a emplear para el análisis</i> .....	93

## **RESUMEN**

El proyecto de investigación se ha realizado con el objetivo de determinar cómo influyen los muros de contención con la estabilidad de talud, tomando como muestra un tramo de la carretera Caserío Pueblo Nuevo; donde se aprecia un terreno inclinado entre la carretera y la entrada al caserío de pueblo nuevo. Ante esto se plante diseñar un muro de contención, lo que origina que se seleccione un muro de contención óptimo y económico para esta zona.

Palabras claves: Muro de contención, Estabilidad de talud, Ensayo de Corte directo, Proctor estándar.

## **ABSTRACT**

The research project was carried out with the objective of determining how the retaining walls influence the stability of the slope, taking as a sample a section of the Caserío Pueblo Nuevo road; where there is an inclined terrain between the road and the entrance to the hamlet of a new town. In view of this, a retaining wall has been designed, which means that an optimal and economical retaining wall for this area is selected.

Keywords: Retaining wall, Slope stability, direct cut test, Standard Proctor.

## **I. INTRODUCCIÓN**



El avance progresivo en la construcción de vías de tránsito, así también de edificaciones y un crecimiento en obras de suelos con pendiente, ha logrado que la ingeniería pase a un primer orden.

El desarrollo de investigaciones sobre las masas de suelos en pendiente son largamente difundidos a nivel mundial, esto para implantar normas donde se demande un diseño y análisis idóneo, y con ello obtener un adecuado funcionamiento en obra, tanto para intereses económicos y de tiempo en ejecución.

“Se realizó un estudio de los parámetros de estabilidad en los taludes de arcillas marrones en los cortes de la formación de London Clay, en la ciudad de Londres. Desde 1844 hasta 1977 donde se analizó el comportamiento de los resultados que arrojaron diferentes estudios geotécnicos realizados en estos suelos” (Skempton, 1977, p. 15).

El inicio de las deformaciones en las masas de los taludes, nos expresa que, existen fuerzas que están siendo sometidas de forma permanente y además de las condiciones ambientales, esto genera que exista formaciones de suelos, de rocas y/o de aguas subterráneas a lo largo del talud, en donde precisamente se ejerce los límites de la estabilidad.

Sin embargo, las dificultades ligadas con la solidez de los suelos empinados se pueden evidenciar en la construcción de taludes realizados por un especialista. Estas diferencias pueden ser significativas, ya que reside en las propiedades del material que se empleara, así también, conocer y estudiar el suelo en pendiente (talud), luego explorar que restricciones climáticas se manifiesta en la cronología y por último, la experiencia del hombre quien se rige por su actuar por un suceso antiguo.

“En cualquier terreno que no sea horizontal, existe una serie de fuerzas que tienden a nivelarlo: fuerzas de gravedad, filtración, presión del agua en las diaclasas, etc. Se oponen a ello la resistencia del terreno, raíces y otros elementos. Cuando el primer grupo de fuerzas predomina sobre el segundo, el talud se hace inestable” (Guillen, 2004, p. 15).

Pese a que los terrenos no horizontales están expuestos a un desgaste de la superficie del suelo, más conocido como erosión. Este problema sino se somete debidamente, puede originar un deslave progresivo que alcanza lo notorio hasta lo profundo, la vulnerabilidad de la erosión es dependiente al tipo de suelo que componen. Por lo tanto, en la firmeza del suelo se tiene acostumbrado emplear vegetación, aun cuando, se dispone de la vegetación, algunos elementos estructurales pre fabricados puede adquirir la solidez decisiva que necesita la pendiente.

Las dificultades de la inconsistencia de un talud son diversos en Perú, puesto que poseemos accidentes geográficos, los sistemas mayormente usados son aquellos muros de contención, tales como: en gravedad (concreto ciclópeo), voladizo (concreto armado) y contrafuerte (usado para alturas mayores a 10m). Estos 3 tipos de muros resultan ser económicos, si son usados de forma correcta y fácil de construir.

“Es importante para la seguridad y economía, que los diseñadores de estructuras de contención tengan especial consideración con los métodos de construcción y los materiales a ser utilizados. Esto ayudara a evitar diseños peligroso y puede resultar en economía significativa” (Suarez, 1998, p.480).

Dentro de la región de Piura, encontramos la provincia de Morropon, que cuenta con un distrito llamado Buenos Aires, caserío Pueblo Nuevo. Cuenta con más de 200 viviendas, este caserío se ubica al lado de la carretera donde recientemente ha sido asfaltada y no cuenta con cunetas, lo que genera que en épocas de lluvia el escurrimiento superficial del agua se dirija directamente a las viviendas aledañas y a la inclinación de terreno que se encuentra en la entrada del caserío.

En la actualidad, el talud que se encuentra en la entrada del caserío Pueblo Nuevo tiene una distancia de 80 metros y cuenta con una altura máxima de 5 metros. La aplicación de aquellos diseños sobre muros de contención que presentare en este trabajo de investigacion expondrá cómo se influye el diseño con la firmeza del suelo inclinado. A través de este análisis y diseño se pretende colaborar con que la población, para que cuente con una vía principal segura. Se observa que si no se efectúa esta investigacion, con el paso del tiempo el talud

natural podría tener desprendimiento de masas y provocar pérdidas materiales y humanas.

Se considero investigaciones a nivel internacional, donde se observa hallazgos significativos tales como:

CASTILLO Acuña, Ana M. Análisis del efecto de la cohesión aparente en el cálculo de estabilidad de taludes. Tesis (Licenciatura de Ingeniero Civil). Costa Rica: Universidad de Costa Rica, 2010. 89pp., en este análisis se examina que tan firme resulta el talud donde obtiene alteraciones sobre su pendiente, donde “Se comprobó que para un talud determinado si se aumenta su altura y se mantiene la pendiente, el factor de seguridad tiende a disminuir proporcionalmente a ese aumento. Así mismo, la variabilidad del factor de seguridad ante el cambio en el grado de saturación tiende a ser menor conforme sea mayor la altura de talud. Este comportamiento se observó en los 7 tipos de suelos analizados”. Del mismo modo, constato que no es necesario saturar el terreno para que esta falle en su pendiente, puesto que el límite de su capacidad está relacionada con la resistencia del terreno y que encuentra una variación en el contenido de humedad.

AVILES Pilco, Marco. Análisis técnico y económico para muros de contención de hormigón armado comparado con muros de gaviones y sistemas de suelo reforzado para alturas de  $h=5m$ ,  $H=7.5m$ ,  $H=10m$ ,  $H=15m$ , para una longitud de 80m. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Quito: Universidad Central del Ecuador, 2014. 599 pp. El estudio de este proyecto nos afirma que debemos mantener la método de cálculo para cada tipo de muro, ya que de forma manual, esta no cumpliría con el tiempo estimado “En el caso del muro de Gaviones y Sistema de Suelo reforzado Terramesh System mediante la utilización de los programas Gawacwin y MacStars se pudo ver que se obtienen resultados similares al diseño realizado manualmente; con la ventaja de que el diseño se lo realiza en pocos minutos y se puede obtener reporte claros y precisos”. Asimismo, la investigación en el aspecto económico el método de terramesh System no demanda su aumento de cajas en su muro de gaviones.

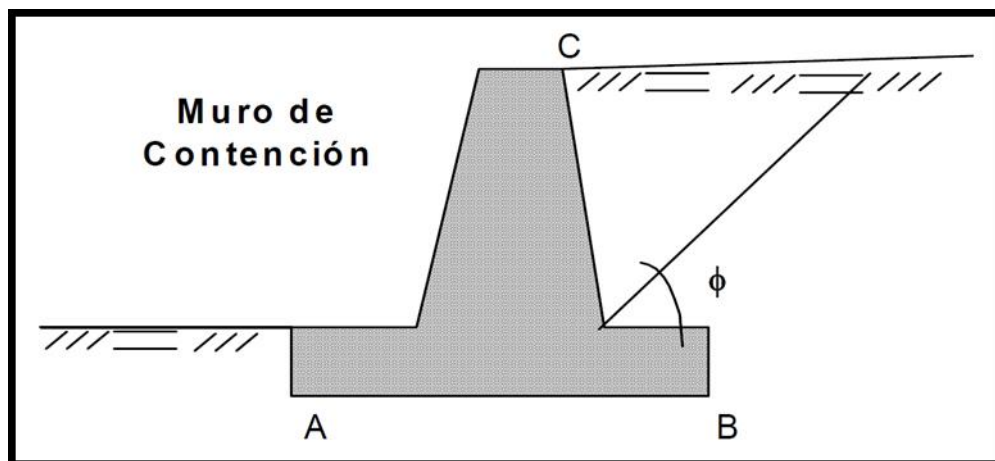
Se considero investigaciones a nivel nacional, donde se observa hallazgos significativos tales como:

ALVARADO Salazar, Alexis y CORNEJO Guardia, Alfonso. Estabilización de taludes en la Costa Verde - Callao Tramo Av. Santa Rosa – Jr. Virú (1.3Km). Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad San Martín de Porres, 2014. 128 pp., se sostiene en este estudio que es necesario utilizar algún tipo de sembrío de césped, geomallas y geomantas, puesto que “La estabilización del talud no solo depende del tipo de suelo, sino de la morfología del estado actual del mismo; muchas veces no existe desprendimiento de material porque materiales como el limo, canto rodado y grava se juntan compactándose y uniéndose haciendo su porcentaje de vacíos casi 0, cuando se retira el material en vez de estabilizar lo que se logra es todo lo contrario, por tal sentido es muy importante hacer las pruebas correspondientes que amerita el talud”. Por otro lado, se verificó que emplear protección en los terrenos no horizontales genera un incremento resistencia. Así como, la calidad de vida de la población y seguridad en sus viviendas.

DAVILA Dávila, Iván A. y MORALES Inca, Edwin A. Estudio Técnico - Económico Comparativo entre muro de Concreto Armado y Muro Terramesh, para la localidad de P.T. Pueblo Libre, Distrito Uchumayo, Provincia Arequipa, Dpto. Arequipa. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Chimbote: Universidad del Santa, 2015. 114 pp. Este proyecto expresa que el beneficio más destacado en los muros de contención es el tiempo de ejecución y el empleado pero vemos que en “El muro Terramesh System tiene la ventaja de alcanzar grandes alturas y aun menor Costo, lo que hace ser más competitivo frente a un muro tradicional de concreto armado”. Por otra parte, se tiene claro que en el aspecto económico hay una deducción significativa, donde igualmente se puede efectuar partidas en paralelo.

Los muros de contención pueden ser definidos como aquellos elementos constructivos, que logran soportar masas del suelo u otros agentes de material suelto donde existen pendientes que no pueden ser conservados naturalmente. Estos muros están clasificados principalmente por:

- Muro de contención a gravedad
- Muro de contención en voladizo
- Muro de contención con contrafuerte



*Figura N° 1: Muro de Contención*

### **MUROS DE GRAVEDAD**

"Estos muros son construidos con concreto ciclópeo, también llamados muros de mampostería, tiene su peso propio y el suelo donde se apoya ligados a su estabilidad" (Braja, 2001, p.445)

"Las dimensiones de la base del muro de gravedad pueden ser muy angosta al momento de economizar, sin embargo, debe estar lo bastante amplio para proporcionarle firmeza contra su volcamiento y deslizamiento." (Torres, 2008, p.5)

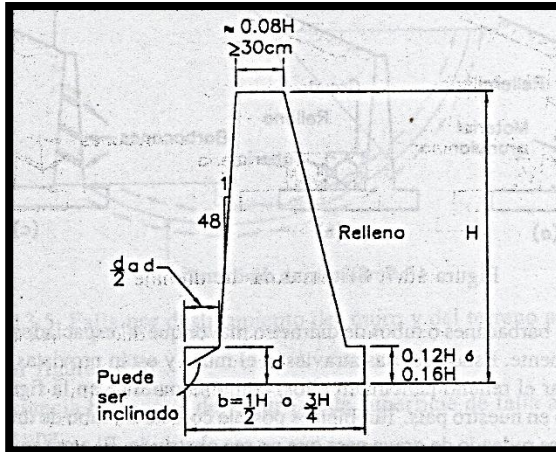


Figura N° 2: Criterios para el Predimensionamiento de Muro de Gravedad

### MUROS EN VOLADIZO

"Estos muros están elaborados por hormigón armado, una losa base y un muro delgado. Cuentan con una forma de T invertida, de modo que la tierra localizada posterior a la zapata soporta el vuelco y esto incrementa la fricción de las masas del suelo y la estructura, lo que produce firmeza ante un deslizamiento." (Torres, 2008, p.5)

"Los muros en voladizo son tomados en cuenta como los más ahorradores que los muros de gravedad, hasta alturas menor de 10m." (Braja, 2001, p.446)

"El ancho de la corona tiene que ser lo suficiente grande para permitir colocar el concreto, donde normalmente se emplean valores entre 20 y 30 cm." (Torres, 2008, p.5)

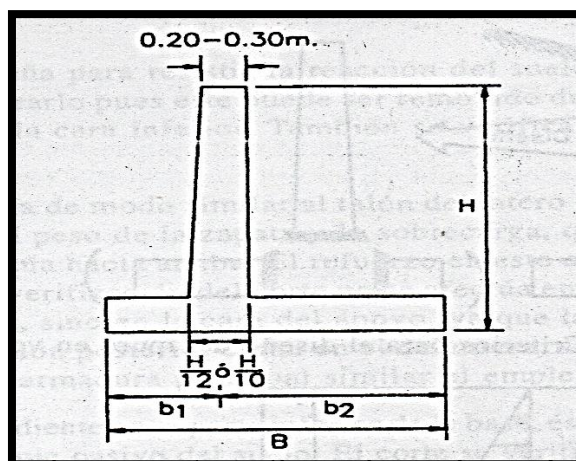


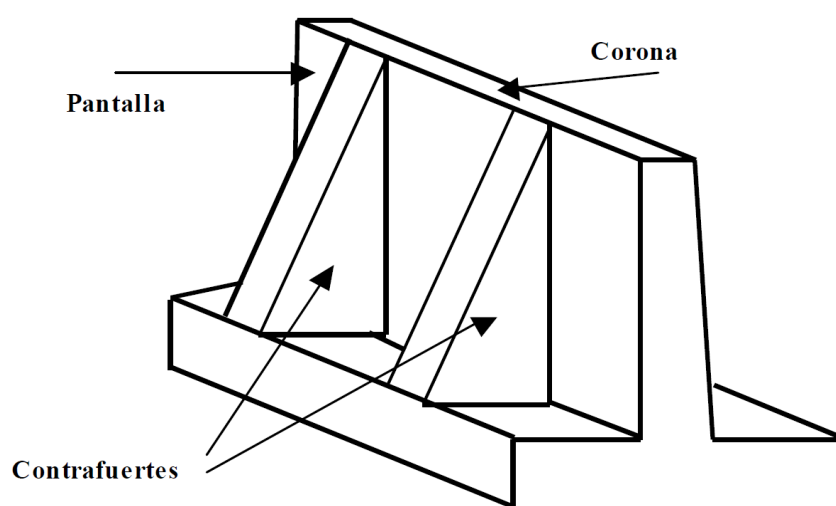
Figura N° 3: Criterios para el Predimensionamiento de Muro en Voladizo

## MUROS CON CONTRAFUERTES

“En este tipo de muros figura un desarrollo de los tipos cantiléver, se puede observar que al incrementar la longitud vertical del muro esta aumente el grosor de la pantalla, en este incremento a su densidad se considerado contrafuertes; la ejecución de este tipo implica realizar un armado, encofrado y vaciado complicado.” (Torres, 2008, p. 6)

“La singular diferencia de un muro contrafuerte con un voladizo es la existencia de soportes verticales o conocidos como contrafuertes, estos soportes, modifican tanto la pantalla como su talón. Se observa que dejan de trabajar en voladizo para funcionar con sus soportes verticales en sus 3 lados. Para muros con altura de hasta 9m se le recomienda colocar los soportes cada 3m y para muros con altura hasta 12m se le recomienda colocar los soportes cada 2.5m.” (Harmsen, 2002, p. 376)

“Los contrafuertes son de hormigón armado, se considera económico para aquellos muros mayores a 10 m.” (Torres, 2008, p. 6)



*Figura N° 4: Muro con Contrafuertes*

“Cuando se construye un muro de contención se debe colocar un adecuado drenaje, que direccionara el agua al subsuelo y nos ayudara a prevenir la falla del muro por presión intersticial que ejerce el terreno.” (Harmsen, 2002, p. 370)

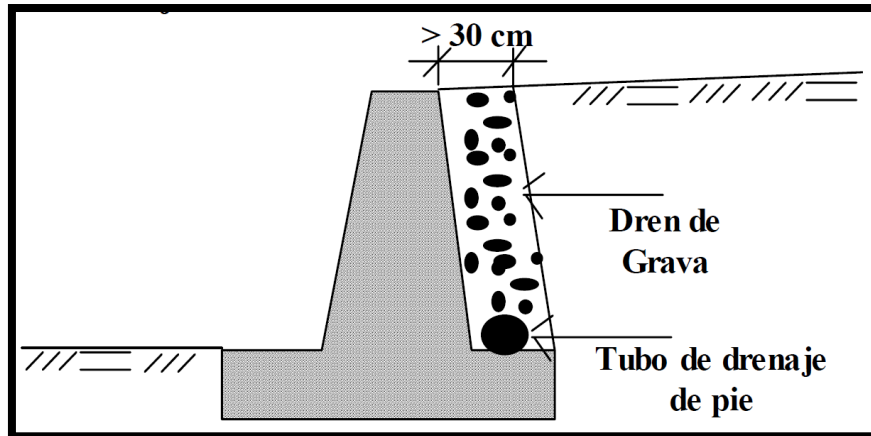


Figura N° 5: Drenaje de los muros de Contención con Dren de Pie

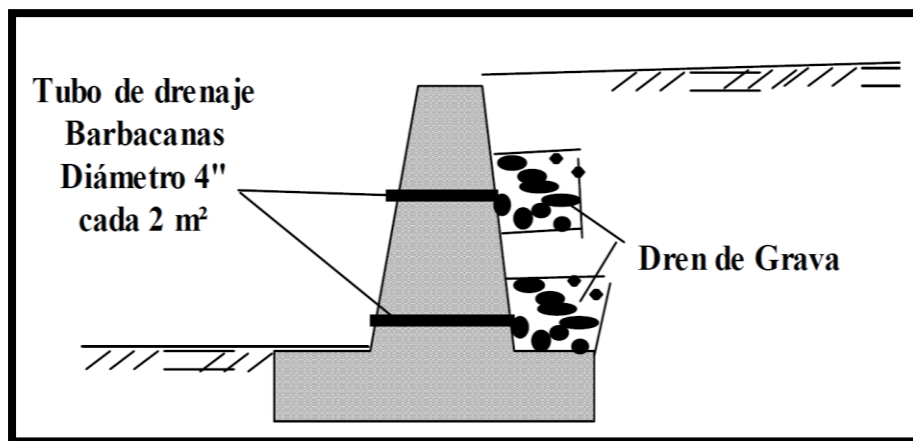


Figura N° 6: Drenaje de los Muros de Contención con Barbacanas

El programa GEO 5 resuelve problemas en el área de ingeniería geotécnica, dentro de esta área encontramos soluciones a los muros y gaviones, así también, al análisis de estabilidad.

Para Centeno (1985, p. 1) nos dice que “Para la estabilidad de talud, hoy por hoy se utiliza diversos materiales como concreto, acero, madera, geo-sintéticos o polipropilenos. La diversidad de técnicas y aplicación de sistemas con la que el hombre ha venido desarrollando a través del tiempo, ha permitido obtener obras con exactitud geométrica y mejoras en los factores de seguridad que son el esfuerzo y la deformación, que nos tanto la hidráulica como la geotecnia.”



## **ENSAYO DE PROCTOR ESTÁNDAR**

“Las masas del suelo empleado en la ingeniería se compactan para aumentar el peso específico y con ello, el soporte y estabilidad. Los ensayos de compactación nos identifican tanto un contenido de agua como la densidad seca del suelo, esto es necesario para su diseño en la construcción.” (León, 1996, p. 24)

## **ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

“Este ensayo de corte directo nos ayuda a establecer la resistencia al corte. El primer paso para realizar el ensayo es colocar nuestro espécimen en la caja de corte, luego se coloca la caja montada en el equipo de corte, donde se gira una perilla de forma constante hasta que el manómetro nanométrico deje de moverse, es cuando el ensayo ha culminado y la muestra de suelo se ha fracturado. Esta prueba es la más frecuente para fijar una resistencia al corte en suelos inestables. Además, se puede utilizar cualquier tipo de suelo.” (Suárez D.J 2009, p. 96)

## **ESTRATIGRAFIA**

“La estratigrafía se define como la ciencia geológica que posee 2 enfoques diferentes y complementarios como, el científico, cuya finalidad es una ordenación momentánea y de representación genética de los materiales, y el aplicado, cuyo final es hallar medios naturales explotables y con reciente contribuir a un proyecto de preservación del medio ambiente.” (Vera, 1994, p. 3)

## **FACTORES EXTERNOS**

La estabilidad del talud es influenciado por factores externos como la geometría del talud, factores geotécnicos, geológicos y la presencia del agua en el terreno.

¿Cómo influyen los muros de contención con la estabilidad de Talud en la carretera Caserío Pueblo Nuevo – Piura 2017?

- ¿Cómo influye la resistencia de los muros de contención con la estabilidad de Talud en la carretera Caserío Pueblo Nuevo – Piura 2017?
- ¿Cómo influye los tipos de muros de contención con la estabilidad de Talud en la carretera Caserío Pueblo Nuevo – Piura 2017?

Tengo como finalidad dentro de este proyecto analizar la firmeza del talud por medio de los muros de contención.

Este trabajo de investigación expondrá la optimización económica y el aprovechamiento del tiempo por medio de los muros de contención.

Los muros de contención influyen con la estabilidad de Talud en la carretera Caserío Pueblo Nuevo – Piura 2017.

- La resistencia de los muros de contención influye con la estabilidad de Talud en la carretera Caserío Pueblo Nuevo – Piura 2017.
- Los tipos de muros de contención influye con la estabilidad de Talud en la carretera Caserío Pueblo Nuevo – Piura 2017.

Determinar cómo influyen los muros de contención con la estabilidad de Talud en la carretera Caserío Pueblo Nuevo – Piura 2017.

- Determinar cómo influye la resistencia de los muros de contención con la estabilidad de Talud en la carretera Caserío Pueblo Nuevo – Piura 2017.
- Determinar cómo influye los tipos de muros de contención con la estabilidad de Talud en la carretera Caserío Pueblo Nuevo – Piura 2017.

## **II. MÉTODO**

## **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

De acuerdo con Hernández

“Establece como un diseño experimental, las investigaciones efectuadas con algún tipo de artificio dentro sus variables cuando estas serán examinadas”. (2006, p. 205)

En esta investigación se contara con un diseño experimental ya que efectuara cambios en alguna de sus variantes.

## **TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Conforme con Valderrama

“Determinamos una investigación aplicada como aquella que intenta hacer mejoras en donde se halle un grupo de personalidades o algún sector productivo, y en este sentido se busca la participación en el uso del conocimiento. La investigación aplicada canalizada en una investigación fundamental se ha focalizado considerablemente en las respuestas de dificultades que en el planteamiento de conjeturas”. (2013, p. 165)

Relacionado fundamentalmente aquellos resultados con celeridad y asociado a la optimización de algún individuo y sector, que estén incluido en el proceso de investigación.

El tipo de investigación proviene de una estrategia adoptada con estudios y conocimientos previos por el investigador para argumentar los problemas expuestos, por ende esta investigación es aplicada.

## **NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

En consonancia con Sabino

“Nos indica que los estudios explicativos que localiza motivos o fundamentos, apunta a responder las razones de los acontecimientos. Dentro de una investigación de nivel explicativo se puede ubicar 2 o más variables están relacionados”. (1992, p. 51),

En esta investigación contaremos con un nivel explicativa, ya que consideramos dos variables y ambas están relacionadas directamente con nuestros resultados.

### **ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN**

Lo según mencionado por Hernández

“Resalta que emplea la recaudación y examinación de información para argumentar interpelaciones en la investigación, demostrar supuestos instaurados anteriormente, tiene confiabilidad en la escala de medición y a menudo el manejo de un censo para fijar con precisión estándares de conducta con un conjunto de individuos”. (2003, p. 5)

El enfoque de investigación procura exponer y anunciar conductas de un grupo de individuos en base a información e intelecto previos, por ellos el enfoque es cuantitativo.

### **VARIABLE INDEPENDIENTE**

Conforme a lo dicho por Salkind

“Establece que las maniobras en la variable independiente es posible por parte de su investigador con el fin de argumentar el impacto en el producto”. (1999, p. 25)

Fijamos una distribución y diseño según que muro de contención se requiera, por ello se establece como variable independiente

### **VARIABLE DEPENDIENTE**

Argumentado por Salkind

“Plantea que en la variable dependiente ubicaremos el desenlace de la investigación y nos otorgará la explicación de esta”. (1999, p. 25)

Se señala que la estabilización de una pendiente está relacionado con sus propiedades y estudio de las masas del suelo, por tanto es considerada una variable dependiente.

Tabla N° 1: Operacionalización de Variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
<b>VI: Muros de Contención</b>	El propósito de los muros de contención soportar masas del suelo u otros agentes externos donde existen pendientes que no se puede contener de forma natural	Establece que las maniobras en la variable independiente es posible por parte de su investigador con el fin de argumentar el impacto en el producto	Resistencia	Diseño
				Modelamiento
			Tipos	Gravedad
				Voladizo
				Contrafuerte
<b>VD: Estabilidad de talud</b>	Estabilizar una pendiente resulta difícil por un problema de erosión, donde resulta necesario la intervención de un especialista.	Plantea que en la variable dependiente ubicaremos el desenlace de la investigación y nos otorgará la explicación de esta	Estudio de suelo	Ensayos
			Características física	Estratigrafía
				Factores climáticos

Fuente propia

## **POBLACIÓN**

De acuerdo con Tamayo

“Se señala como aquel conjunto de factores con ciertas características, que serán utilizadas para un estudio donde dará nacimiento a un proyecto de investigación”. (1997, p. 114).

Podemos decir que la población lo compone diferentes factores del proyecto, donde existe relación con la carretera del caserío Pueblo Nuevo – Piura, así como:

- Vía de ingreso principal.
- Viviendas
- Conjunto de individuos.

## **MUESTRA**

Mediante Balestrini

“Destinados a obtener propiedades en particular, cogemos una porción de la población para ser examinado”. (1997, p.138),

Por lo que se refiere a la muestra tomamos en consideración un factor de estudio, en otras palabras la vía de ingreso principal que consta de 100 metros de la carretera del caserío Pueblo nuevo - Piura

## **MUESTREO**

Lo según mencionado por Borja

“Ser o no probabilístico, está sujeta al propósito de la investigación en cuestión y a la colaboración dirigida a ella”. (2012, p.38),

Por consiguiente el muestreo de esta investigación es de tipo no probabilístico, debido a que he seleccionado la muestra teniendo en cuenta su nivel de interés.

## TÉCNICA

Como técnica para la recopilación de información hemos empleado:

- Levantamiento de la muestra a nivel topográfico, seleccionando una estación total puesto que cuenta con un distanciómetro integrado.
- Reconocimiento del área de investigación y su entorno, donde se cuenta con fotografías del tránsito vehicular y peatonal a través de esta.
- Recojo de una porción de la pendiente, es decir se realizaron calicatas de 1x1 en diferentes puntos, sin salirnos de nuestra muestra de 100 metros.
- Pruebas de laboratorios, puesto que debemos adquirir información actual del terreno estudiado y para su diseño de contención.
- Información a nivel documental.

## INSTRUMENTOS

Nuestros instrumentos de investigación es reunir recursos para poder abordar la demanda que sostenemos dentro de este proyecto de investigación.

*Tabla N° 2: Instrumentos para recolección de datos*

Variable	Dimensión	Instrumento que evaluara la dimensión
Muro de contención	Resistencia	Diseño Manual
	Costo	Uso del programa GEO5
Estabilidad de Talud	Estudio de suelo	Ensayo de Proctor Estándar
		Ensayo de Corte Directo
	Características Físicas	Estratigrafía
		Factores Climáticos

Fuente: elaboración propia.



## **VALIDEZ**

Basándonos en Hernández, Fernández y Baptista

“Verbaliza que en términos frecuentes se expone la verdad o aun argumento lógico dentro de la investigación”. (2000, p. 243),

A fin de validar los resultados de este proyecto anexaremos:

- Firma y sello de técnicos y profesionales partícipes del proceso de estudio en el laboratorio.
- Adicionalmente, formulario de validación con la firma de ingenieros colegiados.

## **CONFIABILIDAD**

Al contar con dispositivos o herramientas calibradas, esta nos ofrecerá credibilidad en este estudio y a diferentes tiempos, por consiguiente se adjuntara en los anexos esta información.

## **MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS**

Se tomó en cuenta la necesidad de un diseño de esta magnitud para el lugar de estudio, donde nos permitieron obtener información insitu para el desarrollo del proyecto:

Muros de contención

Para seleccionar el muro a diseñar se debe contar con información insitu y previa de los tipos de muros, esta información está relacionada con el costo, material y estudio de las masas del suelo. Paralelamente, se empelara un programa especializado en inestabilidad de pendientes, para finiquitar el diseño

Estabilidad de talud

Para conocer el muro de diseño se debe de realizar previamente unos estudios de pruebas como:

- Ensayo de Proctor Estándar
- Ensayo de Corte Directo
- Estratigrafía
- Factores Climáticos

## **ASPECTOS ÉTICOS**

Como investigador de este proyecto se hace hincapié a nuestros principios éticos y morales. Por tanto se admira la contribución de las fuentes de información que nos ha apoyado con el proceso de investigación mediante las citas.

Se respetara la información de estudio por parte del laboratorio y serán manejados únicamente para un fin académico de la misma manera se contara con un certificado.

### **III. RESULTADOS**

### 3.1. UBICACIÓN DE ZONA ESTUDIADA

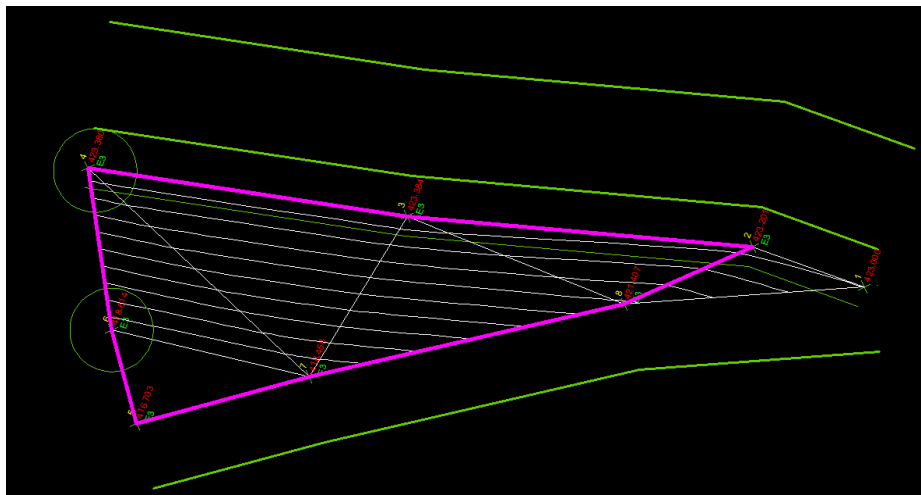
Se seleccionó la zonificación de estudio, que se encuentra ubicado como Caserío Pueblo Nuevo; que está en el Departamento de Piura, aproximadamente a 423 m.s.n.m. en las coordenadas geográficas  $5^{\circ}14'08.6''S$  y  $79^{\circ}59'36.4''O$ .



*Figura N° 7: Ubicación del proyecto*

### 3.2. TOPOGRAFÍA

Los niveles topográficos adquiridos por medio de un levantamiento topográfico en la entrada del caserío Pueblo Nuevo.



*Figura N° 8: Poligonal del talud de estudio*

### 3.3. ALTURAS DEL TALUD

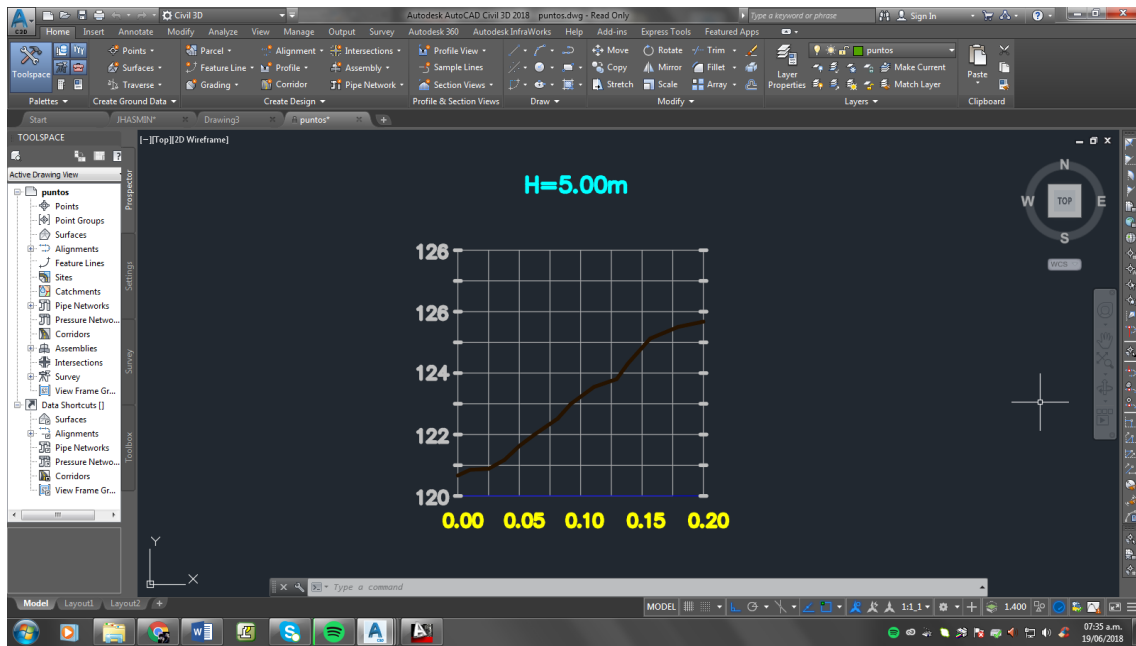


Figura N° 9: Perfil del talud con  $H= 5.00 m$

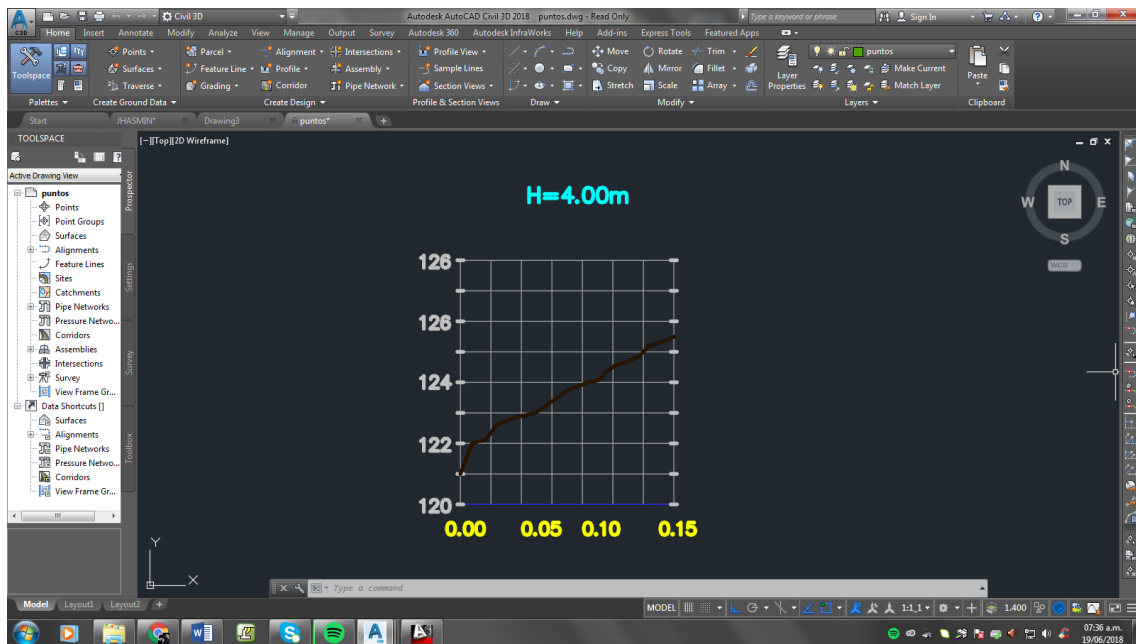


Figura N° 10: Perfil del talud con  $H= 4.00 m$

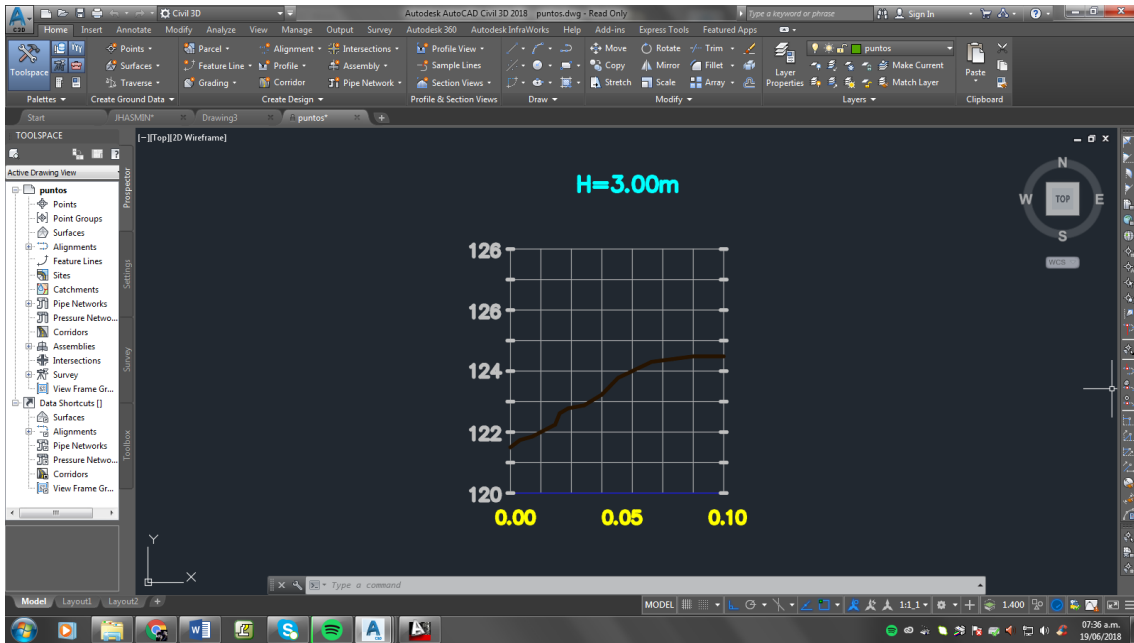


Figura N° 11: Perfil del talud con H= 3.00 m

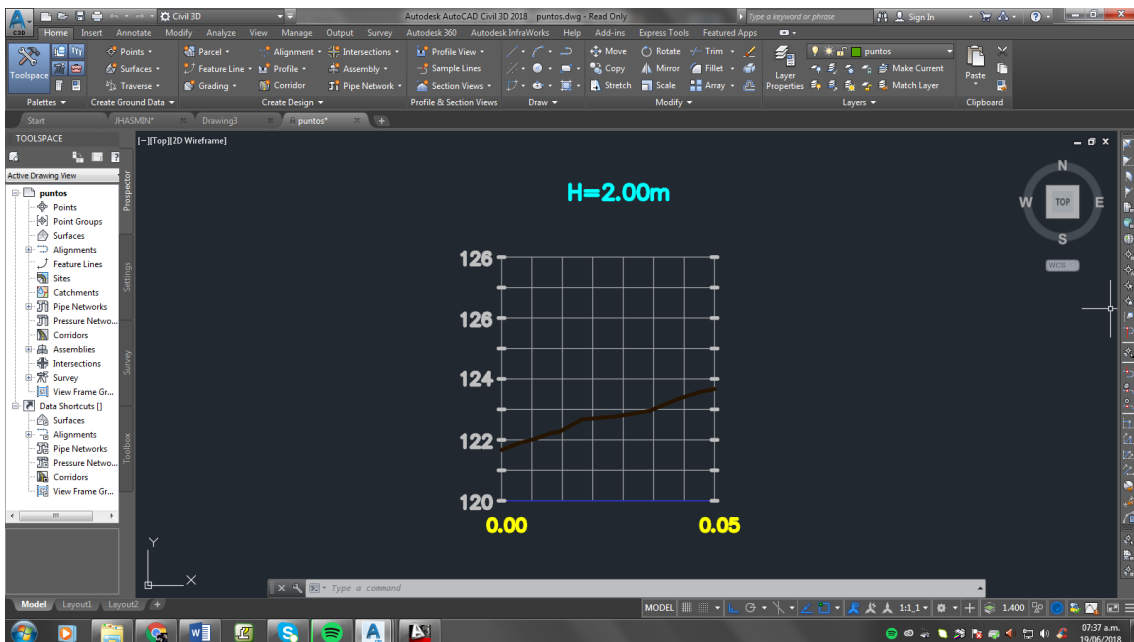
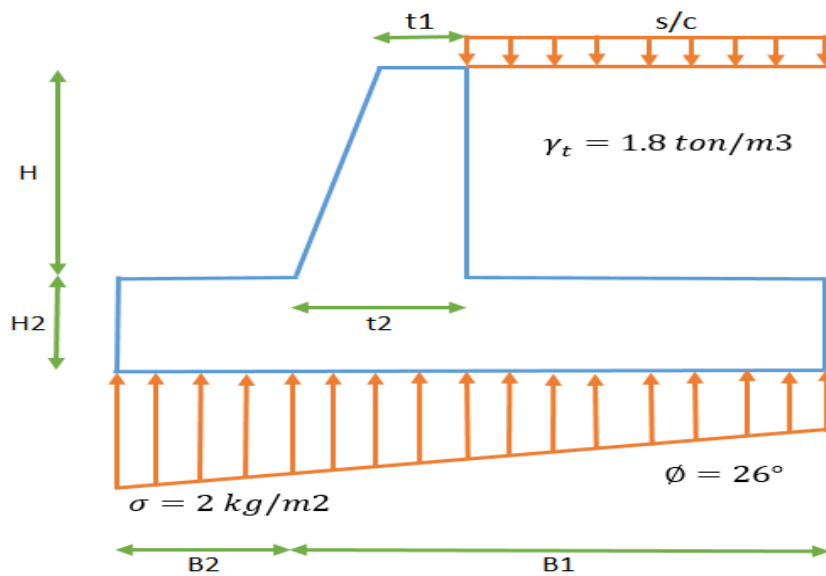


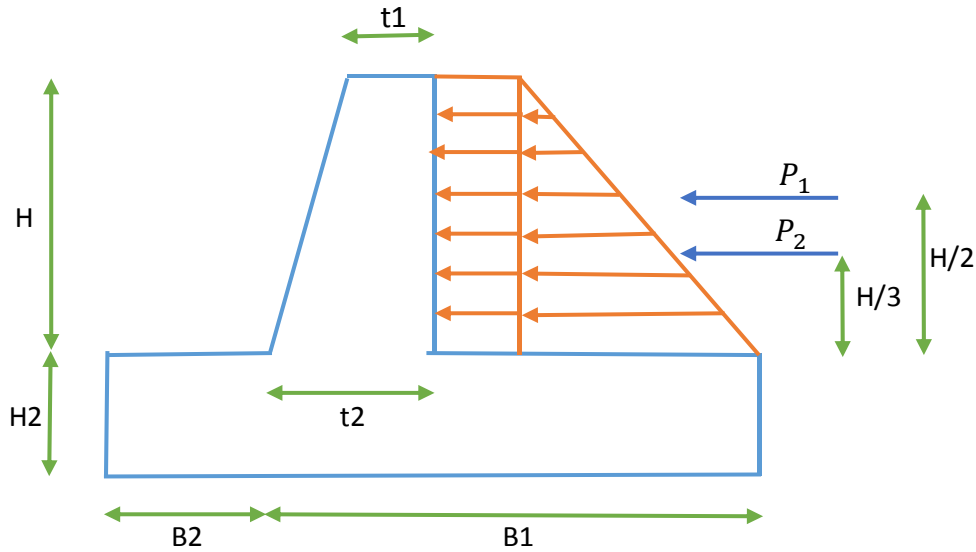
Figura N° 12: Perfil del talud con H= 2.00 m

### 3.4 DISEÑO DE MURO EN VOLADIZO

- MURO DE H=5.00m
- Peso específico concreto = 2.4 ton/m<sup>3</sup>
- Peso específico terreno = 1.8 ton/m<sup>3</sup>
- Angulo de fricción = 25.7
- Cohesión C = 0.1
- $\sigma = 2.0 \text{ kg/m}^2$
- Sobre carga S/C = 9.7 ton/m<sup>2</sup>
- Altura H = 5m
- Base b = 1.0 m
- F.S.D. = 1.25
- F.S.V. = 1.5
- F.S.S. = 1.5
- Resistencia del concreto  $f'c = 210\text{kg/m}^2$
- Resistencia del acero  $Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$



- PARTE SUPERIOR DE LA PANTALLA  
 $t_1 = 30 \text{ cm}$  (espesor 20 cm – 30 cm)
- CALCULO DEL MOMENTO ACTUANTE MAXIMO



$$ka = tg^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) = 0.39$$

$$P_1 = ka \times \frac{S}{C} \times h = 18.95 \text{ ton}$$

$$P_2 = \frac{ka \times \gamma \times H^2}{2} = 8.78 \text{ ton}$$

- PUNTO DE APLICACIÓN RESPECTO A LA BASE

$$P_1 = \frac{H}{2} = 2.5$$

$$P_2 = \frac{H}{3} = 1.67$$

- MOMENTO DEBIDO AL SUELO

$$M_u = 1.4 \times D + 1.7 \times L$$

$$M_u = 1.4 \times (P_2) + 1.7 \times (P_1) = 101.0295 \text{ ton} - m$$

- CUANTIA MAXIMA

$$\rho_{max} = 0.75 \times \left( 0.85^2 \times \frac{f'_c}{f_y} \times \left( \frac{6000}{6000 + f_y} \right) \right) = 0.01594$$



- CUANTIA MÍNIMA

$$\rho_{min} = \frac{0.8 \times \sqrt{f'c}}{fy} = 0.00276$$

$$\rho_{min} = \frac{14}{fy} = 0.0033$$

Asumimos la cuantía promedio = 0.009

- CALCULEMOS EL “d”

$$d_{min} = \sqrt{\frac{1.7 \times f'c \times M_u}{\phi \times \rho \times b \times fy \times (1.7 \times f'c - \rho \times fy)}} = 56.68 \rightarrow d = 55$$

- PARTE INFERIOR DE LA PANTALLA

$$t2 = d + rec = 60$$

- ALTURA DE ZAPATA

$$H_2 = t2 + 5 \text{ cm} = 65$$

- LONGITUD DE ZAPATA POSTERIOR

$$HT = H + H2 + \frac{S/C}{\gamma} = 11.05$$

$$f = tg\left(\frac{2}{3} \times \phi\right) = 0.391$$

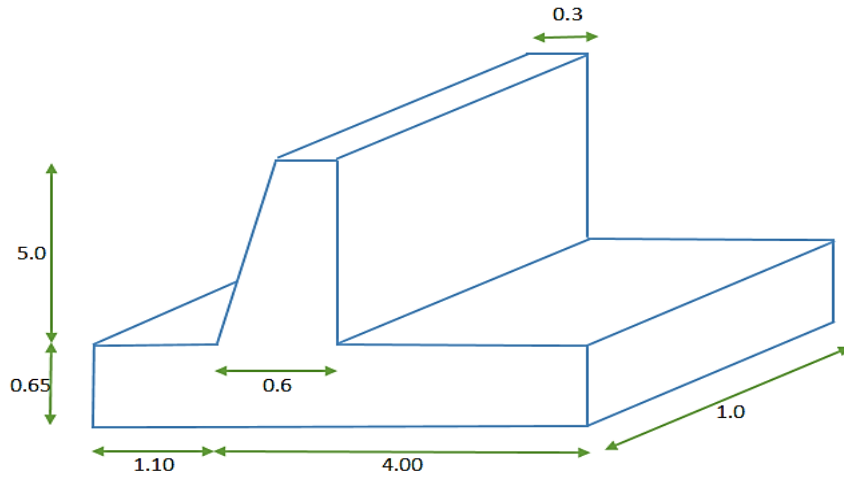
$$B1 = \frac{F.S.D \times \gamma \times ka \times HT}{2 \times \gamma_m \times f} = 5.17 \rightarrow 4.00$$

- LONGITUD DE ZAPATA POSTERIOR

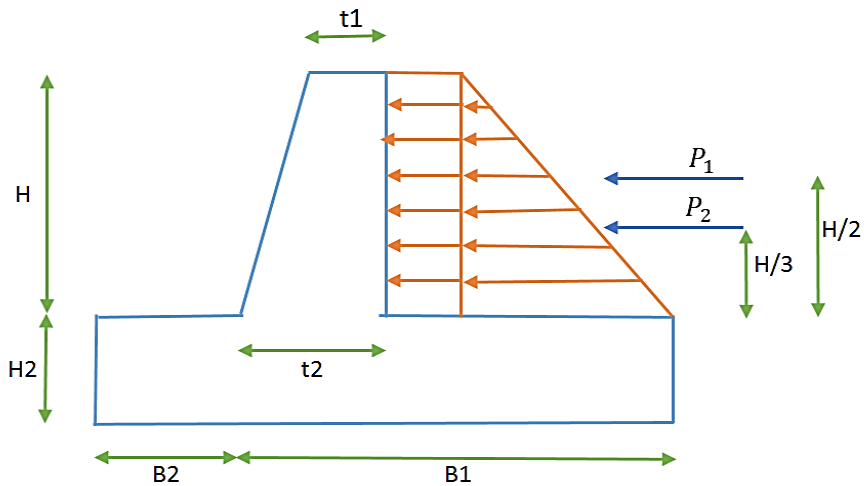
$$B2 = \frac{F.S.V \times f \times HT}{3 \times F.S.D} - \frac{B1}{2} \geq 0.10 \times HT$$

$$B2 = -0.27 \geq 1.105 \rightarrow B2 = 1.1$$

- DIMENSIONES FINALES



- FALLA POR DESLIZAMIENTO



$$ka = tg^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) = 0.39$$

$$P_1 = ka \times \frac{S}{C} \times h = 18.95 \text{ ton}$$

$$P_2 = \frac{ka \times \gamma \times H^2}{2} = 8.78 \text{ ton}$$

$E = \text{Empuje}$

$$E = 1.4 \times D + 1.7 \times L$$

$$E = 1.4 \times (F2) + 1.7 \times (F1) = 44.5068$$

$E \text{ resistente} = f \times N$ ;  $N = \text{Peso del muro} + \text{Peso del suelo} + S/C$

\* *Peso del Muro:*

$$PM = (B1 + B2 \times H2 \times b \times \gamma_m) + (t1 \times H \times b \times \gamma_m) + \left( \frac{t2 - t1 \times H \times b \times \gamma_m}{2} \right) = 13.36$$

\* *Peso del Suelo:*

$$PS = (B1 - t2 \times H \times b \times \gamma) = 17$$

\* *Peso de S/C:*

$$P_{S/C} = \left( \frac{S}{C} \times B1 - t2 \times b \times \gamma \right) = 59.48$$

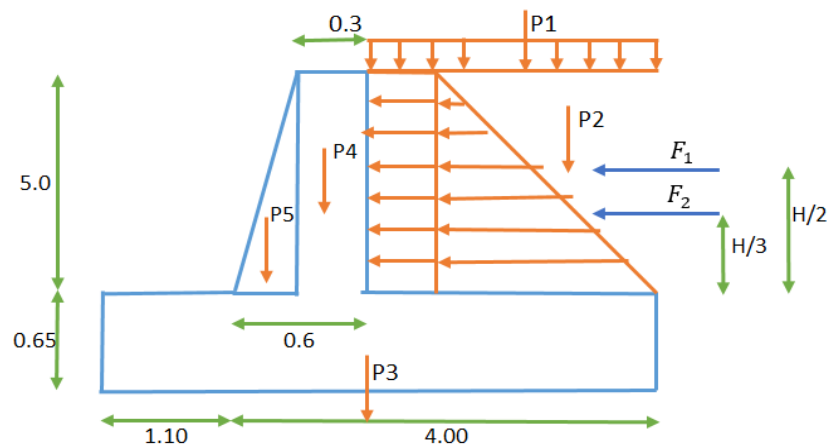
$$E_{Resistente} = f \times N; \quad N = \text{Peso del muro} + \text{Peso del suelo} + S/C$$

$$E_{Resistente} = 1.4 \times D + 1.7 \times L$$

$$E_{Resistente} = 1.4 \times (PM + PS) + 1.7 \left( P \frac{S}{C} \right) = 56.16$$

$$F.S.D = \frac{E_{resistente}}{E} = 1.26 \rightarrow 1.25 \text{ cumple}$$

- FALLA POR VOLTEO



$$P1 = \frac{S}{C} \times b \times B1 - t2 = 33.05 \text{ ton}$$

$$P2 = (B1 - t2) \times b \times \gamma \times H = 30.6 \text{ ton}$$

$$P3 = \gamma_m \times H2 \times b \times (B1 + B2) = 7.96 \text{ ton}$$

$$P4 = t1 \times b \times H \times \gamma_m = 3.60 \text{ ton}$$

$$P5 = \left( \frac{(t2 - t1) \times H}{2} \right) \times b \times \gamma_m = 1.80 \text{ ton}$$

$$F1 = ka \times \frac{S}{C} \times H = 18.95 \text{ ton}$$

$$F2 = \frac{ka \times \gamma \times H^2}{2} = 8.78 \text{ ton}$$

**\* Punto de aplicacion de la fuerza**

$$X_{P1} = (B1 + B2) - \frac{(B1 - t2)}{2} = 3.40 \text{ m}$$

$$X_{P2} = (B1 + B2) - \frac{(B1 - t2)}{2} = 3.40 \text{ m}$$

$$X_{P3} = \frac{(B1 + B2)}{2} = 2.55 \text{ m}$$

$$X_{P4} = B2 + (t2 - t1) + \frac{t1}{2} = 1.55 \text{ m}$$

$$X_{P5} = B2 + \frac{2}{3}(t2 - t1) = 1.30 \text{ m}$$

$$Y_{F1} = H2 + \frac{H}{2} = 3.15 \text{ m}$$

$$Y_{F2} = H2 + \frac{H}{3} = 2.32 \text{ m}$$

**\* Momentos Actuantes**

$$M_{Resistente} = 1.4 \times D + 1.7 \times L$$

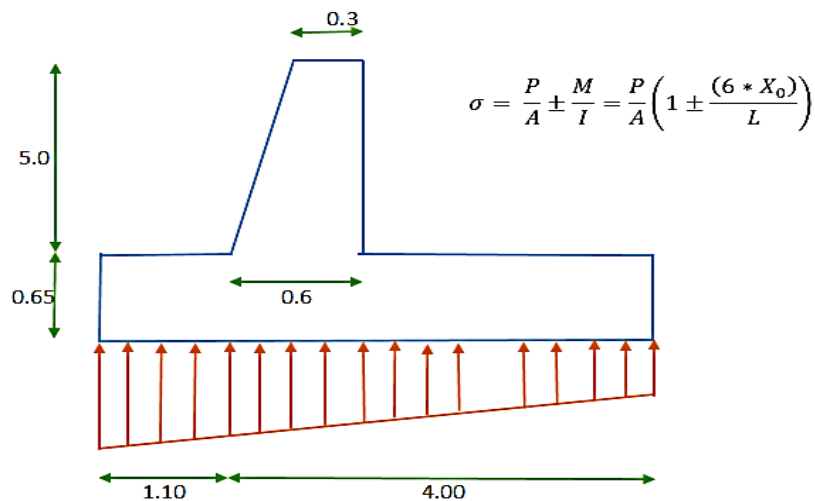
$$M_{Resistente} = 1.4 \times (P2 + P3 + P4 + P5) + 1.7 \times (P1) = 376.16$$

$$M_{Corte} = 1.4 \times D + 1.7 \times L$$

$$M_{Corte} = 1.4 \times (F2) + 1.7 \times (F1) = 129.96$$

$$F.S.V = \frac{M_{Resistente}}{M_{Corte}} = 2.89 \geq 1.5 \text{ cumple}$$

- FALLA POR PRESION DEL SUELO



$$X_0 = \frac{M_{Resistente} - M_{Corte}}{N_R} = 2.74$$

$$B_0 = \frac{B1 + B2}{2} - X_0 = -0.19$$

$$\sigma = \frac{P}{A} \pm \frac{M}{I} = \frac{P}{A} \left( 1 \pm \frac{(6 \times X_0)}{L} \right) =$$

$$\sigma_+ = 16.84 \geq 1.5 \text{ cumple}$$

$$\sigma_- = 16.39 \geq 1.5 \text{ cumple}$$

- REFUERZO PRINCIPAL VERTICAL

$$M_u = 129.96 \quad d = 55 \quad a = 11$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * \left( d - \frac{a}{2} \right)}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

$a$ (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )
11	69.46
16.34	73.42
17.27	74.16
17.45	74.30

$$A_s \text{ (cm}^2\text{)} \rightarrow 74.30$$

**\* #de varillas**

Para varillas de  $\phi 1/2"$   $\rightarrow A_s = 1.267$

$$\# \phi = \frac{A_s}{A_s \phi} = 58.65 \rightarrow 59 \quad 17.45$$

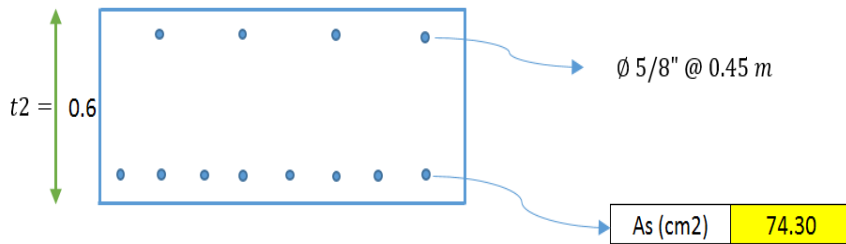
- REFUERZO SECUNDARIO VERTICAL

USAREMOS  $\phi \frac{5}{8} =$

$$36 \phi \text{ PRINCIPAL} = 71.26$$

$$5(t2) = 3.00$$

$$45 \text{ CM} = 45.00$$



- REFUERZO HORIZONTAL

Se debe colocar cuantía mínima =  $\rho_{min} = 0.002$

para  $t_1 = 0.25\text{ m}$   $As = \rho_{min} \times b \times d = 5.00\text{ cm}^2$

para  $t_2 = 0.65\text{ m}$   $As = \rho_{min} \times b \times d = 11.00\text{ cm}^2$

→ para  $t_1$  Si 100 cm  $5.00\text{ cm}^2$   
 $X\text{ cm}$   $4.21 \rightarrow X = 84.20$

→ para  $t_2$  Si 100 cm  $11.00\text{ cm}^2$   
 $X\text{ cm}$   $1.27 \rightarrow X = 11.5454$

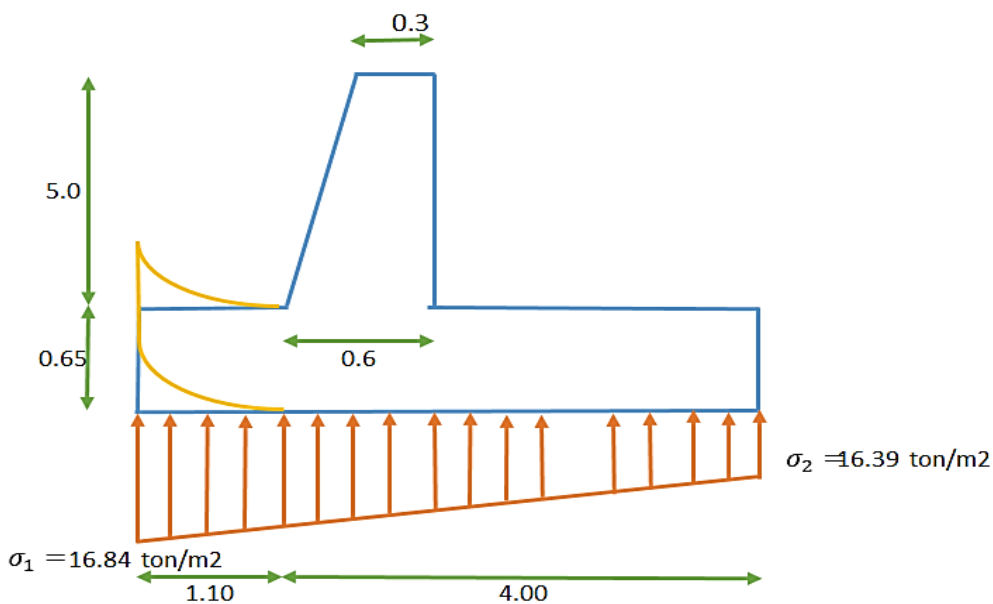
Refuerzo Horizontal Principal

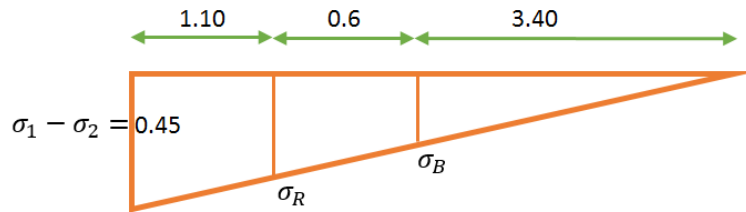
$1\text{Ø}1/2" @ 0.05\text{m}$

Refuerzo Horizontal Secundario

SE SUELE USAR  $\text{Ø } 5/8" @ 0.45\text{ m}$

- DISEÑO DE ZAPATA ANTERIOR





$$\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{B1 + B2} = \frac{\sigma_R}{B1} \rightarrow \sigma_R = 0.35 \text{ ton/m}^2$$

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{B1 + B2} = \frac{\sigma_B}{B1 - t2} \rightarrow \sigma_B = 0.30 \text{ ton/m}^2$$

$$F1 = \sigma_2 \times b \times B2 = 18.03 \text{ ton}$$

$$F2 = \frac{(\sigma_1 - \sigma_2) \times b \times B2}{2} = 0.25 \text{ ton}$$

$$X_{F1} = \frac{B2}{2} = 0.55 \text{ m}$$

$$X_{F2} = \frac{B2}{3} = 0.37 \text{ m}$$

- MOMENTO ACTUANTE

$$M = (F1 \times X_{F1}) + (F2 \times X_{F2}) = 10.01 \text{ ton/m}$$

- CALCULO DE ACERO PARA LA ZAPATA ANTERIOR

$$M_u = 10.01 \quad d = 55 \quad a = 11$$

$$As = \frac{M_u}{\phi * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = \frac{As * f_y}{0.85 * f'c * b}$$

a (cm)	As (cm <sup>2</sup> )
11	5.35
1.26	4.87
1.15	4.86

$$As \text{ (cm}^2\text{)} \rightarrow 4.86$$

- AREA DE ACERO MINIMO

$$A_{S_{min}} = 0.0018 \times b \times d = 9.9 \text{ cm}^2 \quad \rightarrow \quad A_s = 9.90$$

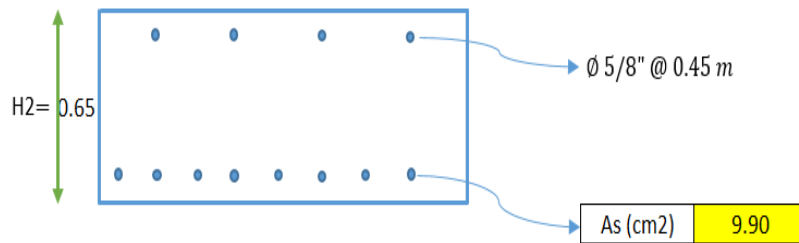
- REFUERZO SECUNDARIO

$$USAREMOS \phi \frac{5}{8} =$$

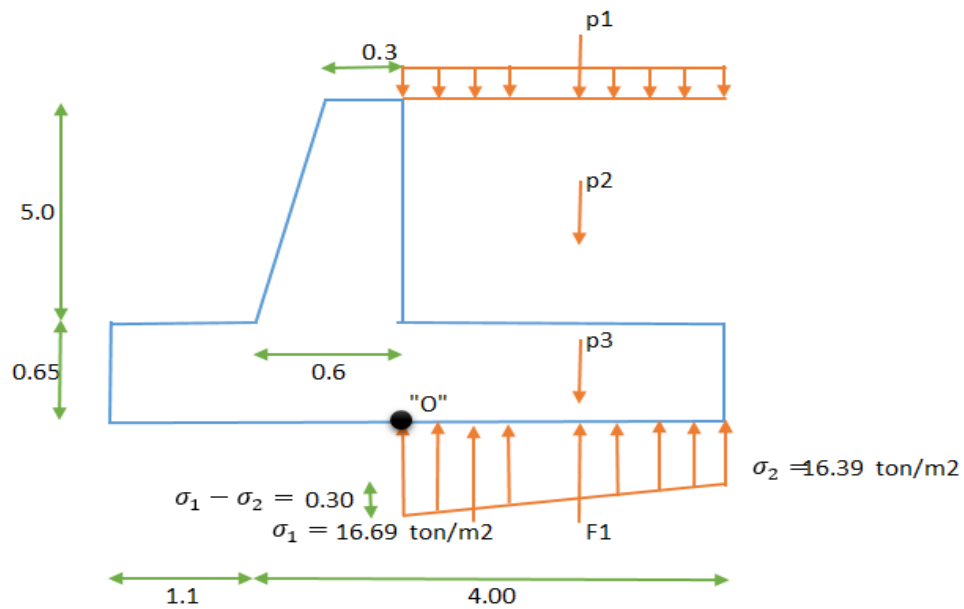
$$36 \phi \text{ PRINCIPAL} = 71.26$$

$$5(t2) = 3.00$$

$$45 \text{ CM} = 45.00$$



- DISEÑO DE LA ZAPATA PORTERIOR



- FUERZAS

$$F1 = \sigma_2 \times b \times B1 - t2 = 55.73 \text{ ton}$$

$$F2 = \frac{(\sigma_1 - \sigma_2) \times b \times B1 - t2}{2} = 0.51 \text{ ton}$$

$$P1 = \frac{S}{C} \times b \times B1 - t2 = 33.05 \text{ ton}$$

$$P2 = (B1 - t2) \times b \times \gamma \times H = 30.6 \text{ ton}$$

$$P3 = (B1 - t2) \times b \times \gamma_m \times H2 = 5.30 \text{ ton}$$



- BRAZO DE PALANCA

$$X_{F1} = \frac{B1 - t2}{2} = 1.70 \text{ m}$$

$$X_{F2} = \frac{B1 - t2}{3} = 1.13 \text{ m}$$

$$X_{P1} = \frac{B1 - t2}{2} = 1.70 \text{ m}$$

$$X_{P2} = \frac{B1 - t2}{2} = 1.70 \text{ m}$$

$$X_{P3} = \frac{B1 - t2}{2} = 1.70 \text{ m}$$

- TOMAMOS MOMENTOS EN "O"

$$M = [1.4((P2 \times X_{P2}) + (P3 \times X_{P3}) - (F1 \times X_{F1}) - (F2 \times X_{F2})) + 1.7(P1 \times X_{P1})] = 47.51$$

- CALCULO DEL ACERO PARA ZAPATA POSTERIOR

$$M_u = 47.51 \quad d = 55 \quad a = 11$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

$a$ (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )
11	25.39
5.97	24.16
5.69	24.10
5.67	24.09

$$A_s \text{ (cm}^2\text{)} \rightarrow 24.09$$

- REFUERZO SECUNDARIO

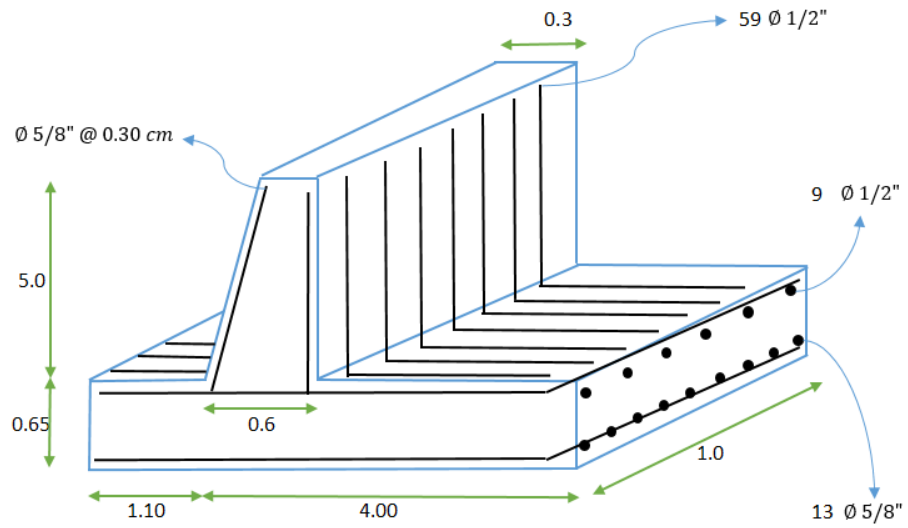
$$\text{USAREMOS } \phi \frac{5}{8} =$$

$$36 \phi \text{ PRINCIPAL} = 71.26$$

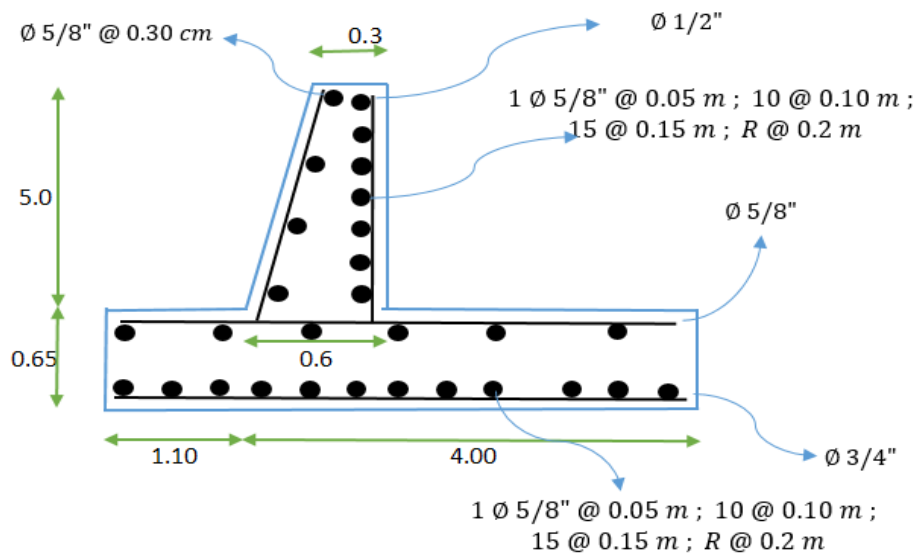
$$5(t2) = 3.00$$

$$45 \text{ CM} = 45.00$$

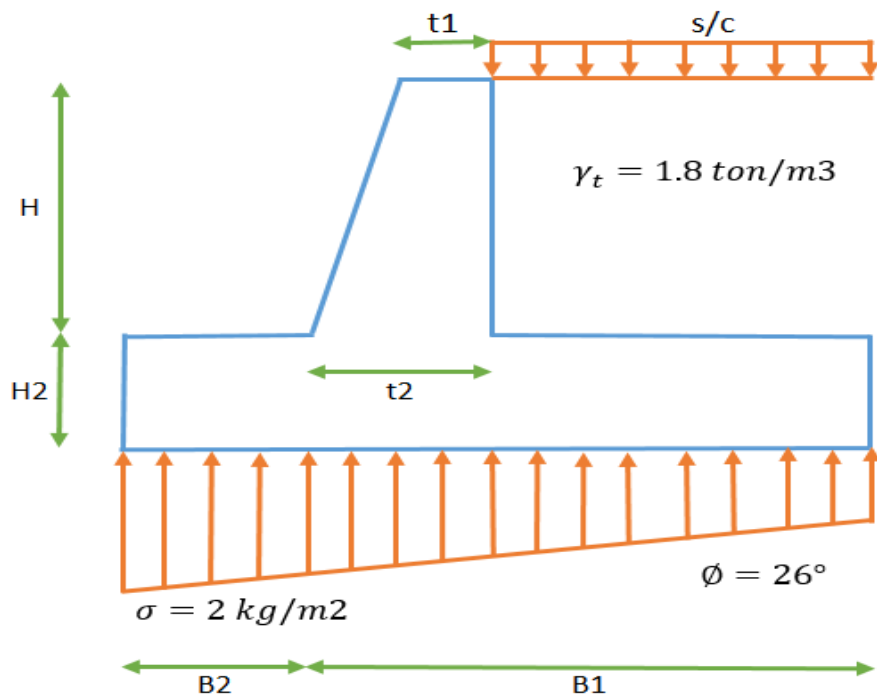
- VISTA 3D



- VISTA DE CORTE

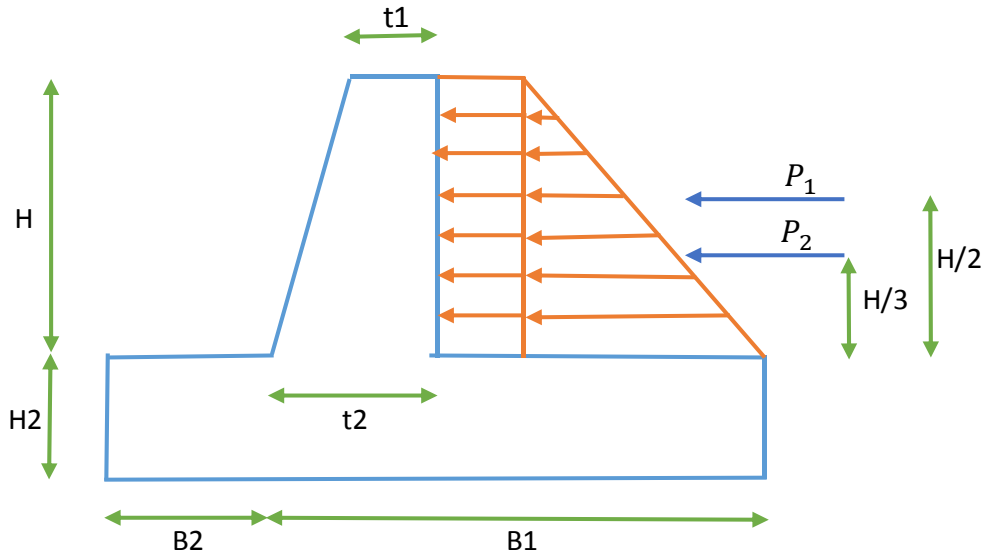


- MURO DE H=4.00m
- Peso específico concreto = 2.4 ton/m<sup>3</sup>
- Peso específico terreno = 1.8 ton/m<sup>3</sup>
- Angulo de fricción = 26
- Cohesión C = 0.1
- $\sigma = 2.0 \text{ kg/m}^2$
- Sobre carga S/C = 11.2 ton/m<sup>2</sup>
- Altura H = 4m
- Base b = 1.0 m
- F.S.D. = 1.25
- F.S.V. = 1.5
- F.S.S. = 1.5
- Resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/m}^2$
- Resistencia del acero  $Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$



- PARTE SUPERIOR DE LA PANTALLA  
 $t_1 = 30$  cm (espesor 20 cm – 30 cm)

- CÁLCULO DEL MOMENTO ACTUANTE MÁXIMO



$$ka = tg^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) = 0.39$$

$$P_1 = ka \times \frac{S}{C} \times h = 17.52 \text{ ton}$$

$$P_2 = \frac{ka \times \gamma \times H^2}{2} = 5.62 \text{ ton}$$

- PUNTO DE APLICACIÓN RESPECTO A LA BASE

$$P_1 = \frac{H}{2} = 2.0$$

$$P_2 = \frac{H}{3} = 1.33$$

- MOMENTO DEBIDO AL SUELO

$$M_u = 1.4 \times D + 1.7 \times L$$

$$M_u = 1.4 \times (P_2) + 1.7 \times (P_1) = 70.0471 \text{ ton} - m$$

- CUANTIA MÁXIMA

$$\rho_{max} = 0.75 \times \rho_b$$

$$\rho_{max} = 0.75 \times \left( 0.85^2 \times \frac{f'_c}{f_y} \times \left( \frac{6000}{6000 + f_y} \right) \right) = 0.01594$$

- CUANTIA MÍNIMA

$$\rho_{min} = \frac{0.8 \times \sqrt{f'c}}{fy} = 0.00276$$

$$\rho_{min} = \frac{14}{fy} = 0.0033$$

Asumimos la cuantía promedio = 0.009

- CALCULEMOS EL “d”

$$d_{min} = \sqrt{\frac{1.7 \times f'c \times M_u}{\phi \times \rho \times b \times fy \times (1.7 \times f'c - \rho \times fy)}} = 47.19 \rightarrow d = 45$$

- PARTE INFERIOR DE LA PANTALLA

$$t_2 = d + rec = 50$$

- ALTURA DE ZAPATA

$$H_2 = t_2 + 5 \text{ cm} = 55$$

- LONGITUD DE ZAPATA POSTERIOR

$$HT = H + H_2 + \frac{S/C}{\gamma} = 10.79$$

$$f = tg\left(\frac{2}{3} \times \phi\right) = 0.391$$

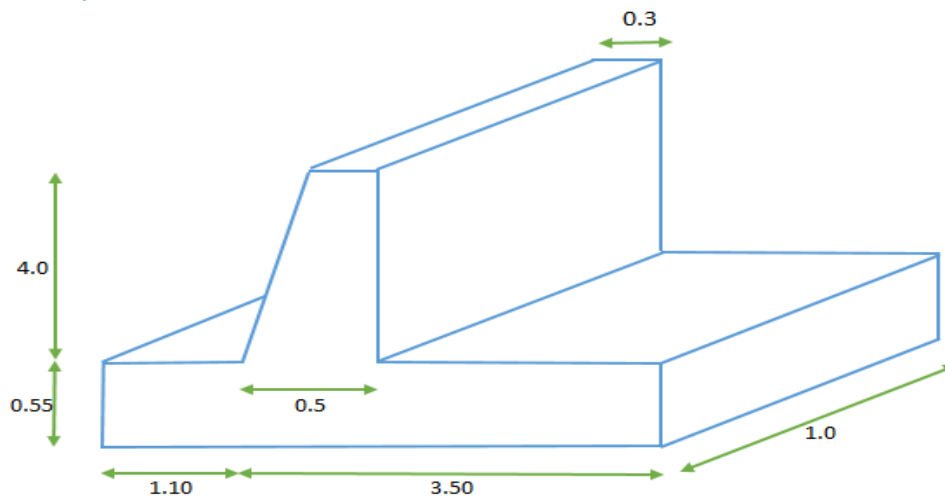
$$B1 = \frac{F.S.D \times \gamma \times ka \times HT}{2 \times \gamma_m \times f} = 5.04 \rightarrow 3.50$$

- LONGITUD DE ZAPATA POSTERIOR

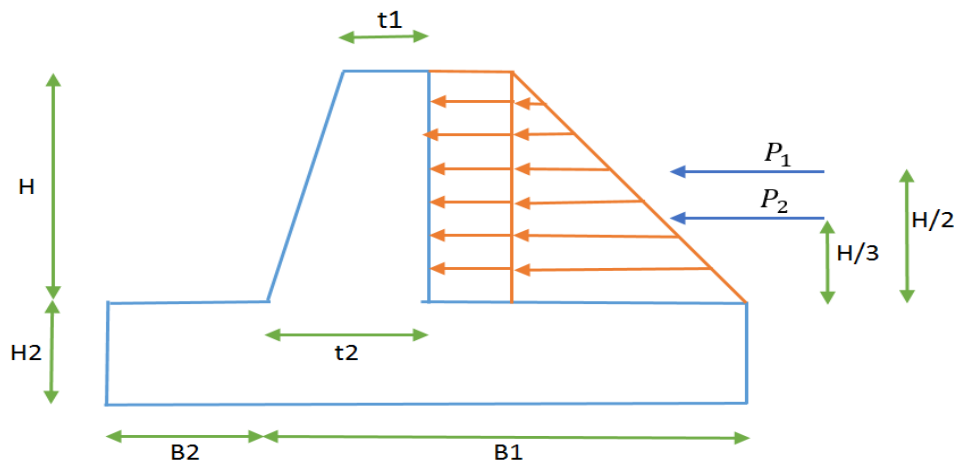
$$B2 = \frac{F.S.V \times f \times HT}{3 \times F.S.D} - \frac{B1}{2} \geq 0.10 \times HT$$

$$B2 = -0.06 \geq 1.079 \rightarrow B2 = 1.1$$

- DIMENSIONES FINALES



- FALLA POR DESLIZAMIENTO



$$ka = tg^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) = 0.39$$

$$P_1 = ka \times \frac{S}{C} \times h = 17.52 \text{ ton}$$

$$P_2 = \frac{ka \times \gamma \times H^2}{2} = 5.62 \text{ ton}$$

$E = \text{Empuje}$

$$E = 1.4 \times D + 1.7 \times L$$

$$E = 1.4 \times (F2) + 1.7 \times (F1) = 37.6443$$

$$E \text{ resistente} = f \times N; \quad N = \text{Peso del muro} + \text{Peso del suelo} + S/C$$

\* **Peso del Muro:**

$$PM = (B1 + B2 \times H2 \times b \times \gamma_m) + (t1 \times H \times b \times \gamma_m) + \left( \frac{t2 - t1 \times H \times b \times \gamma_m}{2} \right) = 9.91$$

\* **Peso del Suelo:**

$$PS = (B1 - t2 \times H \times b \times \gamma) = 12$$

\* **Peso de S/C:**

$$P_{S/C} = \left( \frac{S}{C} \times B1 - t2 \times b \times \gamma \right) = 60.642$$

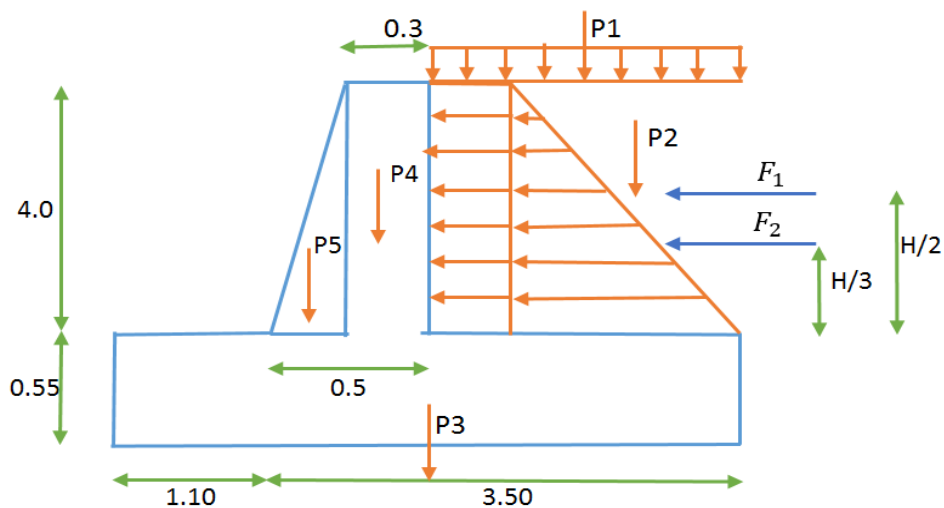
$$E_{Resistente} = f \times N; \quad N = \text{Peso del muro} + \text{Peso del suelo} + S/C$$

$$E_{Resistente} = 1.4 \times D + 1.7 \times L$$

$$E_{Resistente} = 1.4 \times (PM + PS) + 1.7 \left( P \frac{S}{C} \right) = 52.30$$

$$F.S.D = \frac{E_{resistente}}{E} = 1.39 \geq 1.25 \text{ cumple}$$

• FALLA POR VOLTEO



$$P1 = \frac{S}{C} \times b \times B1 - t2 = 33.69 \text{ ton}$$

$$P2 = (B1 - t2) \times b \times \gamma \times H = 21.6 \text{ ton}$$

$$P3 = \gamma_m \times H2 \times b \times (B1 + B2) = 6.07 \text{ ton}$$

$$P4 = t1 \times b \times H \times \gamma_m = 2.88 \text{ ton}$$

$$P5 = \left( \frac{(t2 - t1) \times H}{2} \right) \times b \times \gamma_m = 0.96 \text{ ton}$$

$$F1 = ka \times \frac{S}{C} \times H = 17.52 \text{ ton}$$

$$F2 = \frac{ka \times \gamma \times H^2}{2} = 5.62 \text{ ton}$$

**\* Punto de aplicacion de la fuerza**

$$X_{P1} = (B1 + B2) - \frac{(B1 - t2)}{2} = 3.10 \text{ m}$$

$$X_{P2} = (B1 + B2) - \frac{(B1 - t2)}{2} = 3.10 \text{ m}$$

$$X_{P3} = \frac{(B1 + B2)}{2} = 2.30 \text{ m}$$

$$X_{P4} = B2 + (t2 - t1) + \frac{t1}{2} = 1.45 \text{ m}$$

$$X_{P5} = B2 + \frac{2}{3}(t2 - t1) = 1.23 \text{ m}$$

$$Y_{F1} = H2 + \frac{H}{2} = 2.55 \text{ m}$$

$$Y_{F2} = H2 + \frac{H}{3} = 1.88 \text{ m}$$

**\* Momentos Actuantes**

$$M_{Resistente} = 1.4 \times D + 1.7 \times L$$

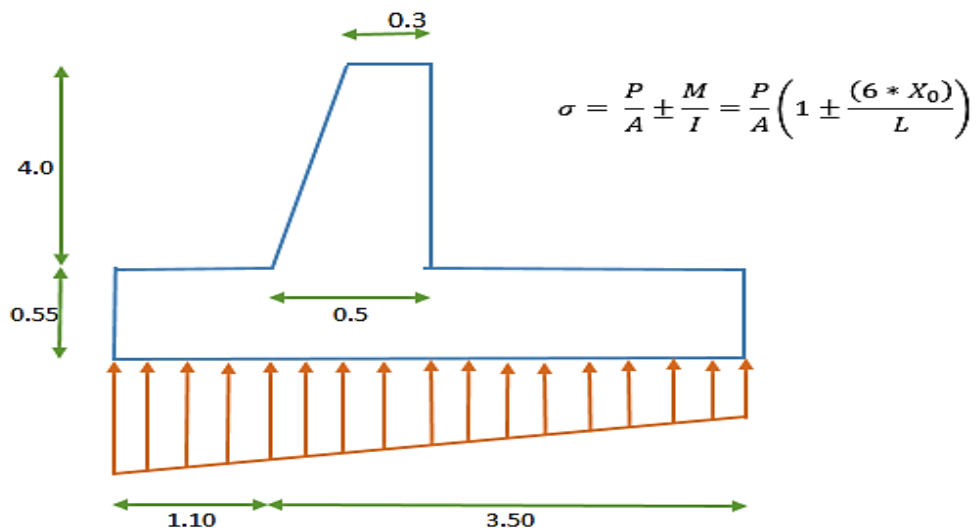
$$M_{Resistente} = 1.4 \times (P2 + P3 + P4 + P5) + 1.7 \times (P1) = 298.35$$

$$M_{Corte} = 1.4 \times D + 1.7 \times L$$

$$M_{Corte} = 1.4 \times (F2) + 1.7 \times (F1) = 90.75$$

$$F.S.V = \frac{M_{Resistente}}{M_{Corte}} = 3.29 \geq 1.5 \text{ cumple}$$

- FALLA POR PRESION DEL SUELO





$$X_0 = \frac{M_{Resistente} - M_{Corte}}{N_R} = 2.51$$

$$B_0 = \frac{B1 + B2}{2} - X_0 = -0.21$$

$$\sigma = \frac{P}{A} \pm \frac{M}{I} = \frac{P}{A} \left( 1 \pm \frac{(6 \times X_0)}{L} \right) =$$

$$\sigma_+ = 17.23 \geq 1.5 \text{ cumple}$$

$$\sigma_- = 16.67 \geq 1.5 \text{ cumple}$$

- REFUERZO PRINCIPAL VERTICAL

$$M_u = 90.75 \quad d = 45 \quad a = 9$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * \left( d - \frac{a}{2} \right)}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

$a$ (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )
11	69.46
16.34	73.42
17.27	74.16
17.45	74.30

$$A_s \text{ (cm}^2\text{)} \rightarrow 64.05$$

**\* #de varillas**

Para varillas de  $\phi$  1/2"  $\rightarrow A_s = 1.267$

$$\# \phi = \frac{A_s}{A_s \phi} = 50.56 \rightarrow 51 \quad 15.04$$

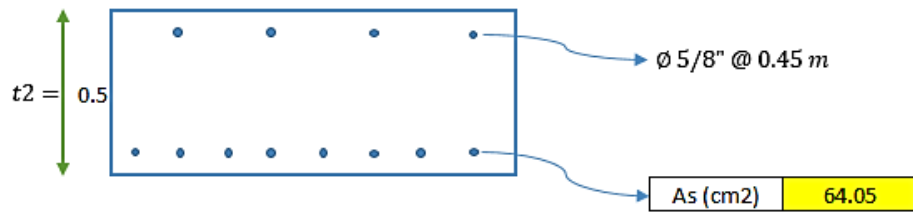
- REFUERZO SECUNDARIO VERTICAL

USAREMOS  $\phi \frac{5}{8} =$

$$36 \phi \text{ PRINCIPAL} = 71.26$$

$$5(t2) = 2.50$$

$$45 \text{ CM} = 45.00$$



• REFUERZO HORIZONTAL

Se debe colocar cuantía mínima =  $\rho_{min} = 0.002$

para  $t_1 = 0.25\ m$        $As = \rho_{min} \times b \times d = 5.00\ cm^2$

para  $t_2 = 0.65\ m$        $As = \rho_{min} \times b \times d = 11.00\ cm^2$

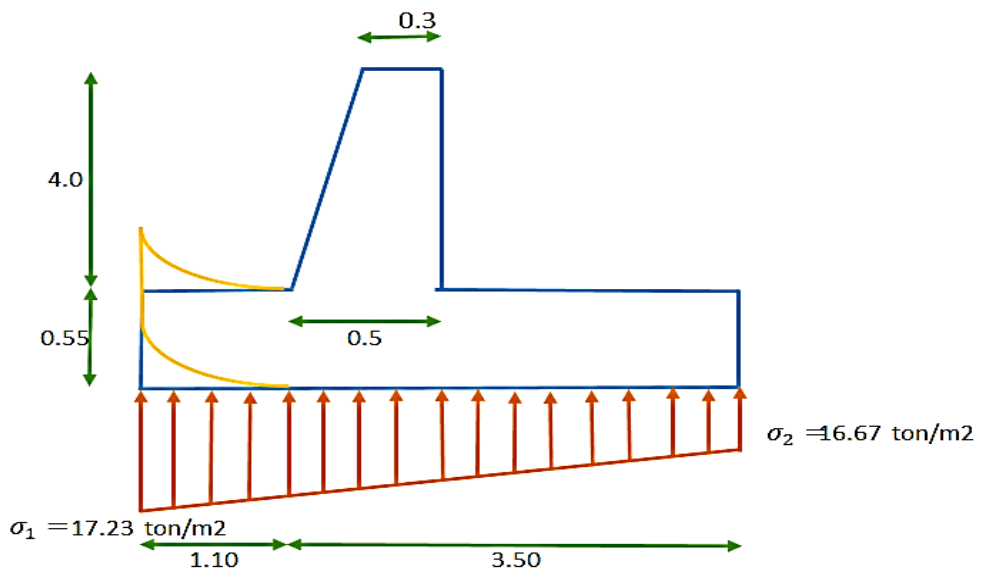
→ para $t_1$	Si	100 cm	5.00 cm <sup>2</sup>
		X cm	4.21 → X = 84.20
→ para $t_2$	Si	100 cm	11.00 cm <sup>2</sup>
		X cm	1.27 → X = 14.1111

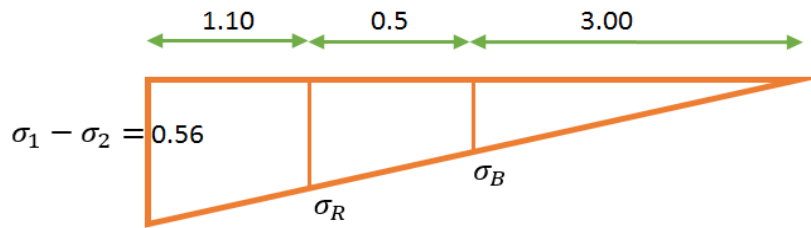
Refuerzo Horizontal Principal  
1Ø1/2" @ 0.05m

Refuerzo Horizontal Secundario

SE SUELE USAR Ø 5/8" @ 0.45 m

• DISEÑO DE ZAPATA ANTERIOR





$$\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{B1 + B2} = \frac{\sigma_R}{B1} \rightarrow \sigma_R = 0.43 \text{ ton/m}^2$$

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{B1 + B2} = \frac{\sigma_B}{B1 - t2} \rightarrow \sigma_B = 0.37 \text{ ton/m}^2$$

$$F1 = \sigma_2 \times b \times B2 = 18.33 \text{ ton}$$

$$F2 = \frac{(\sigma_1 - \sigma_2) \times b \times B2}{2} = 0.31 \text{ ton}$$

$$X_{F1} = \frac{B2}{2} = 0.55 \text{ m}$$

$$X_{F2} = \frac{B2}{3} = 0.37 \text{ m}$$

○ MOMENTO ACTUANTE

$$M = (F1 \times X_{F1}) + (F2 \times X_{F2}) = 10.20 \text{ ton/m}$$

○ CALCULO DE ACERO PARA LA ZAPATA ANTERIOR

$$M_u = 10.20 \quad d = 45 \quad a = 9$$

$$As = \frac{M_u}{\phi * fy * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b}$$

$a$ (cm)	$As$ (cm <sup>2</sup> )
9	6.66
1.57	6.10
1.44	6.09

$$As \text{ (cm}^2\text{)} \rightarrow 6.09$$

- ÁREA DE ACERO MÍNIMO

$$A_{S_{min}} = 0.0018 \times b \times d = 8.1 \text{ cm}^2 \quad \rightarrow \quad A_s = 8.10$$

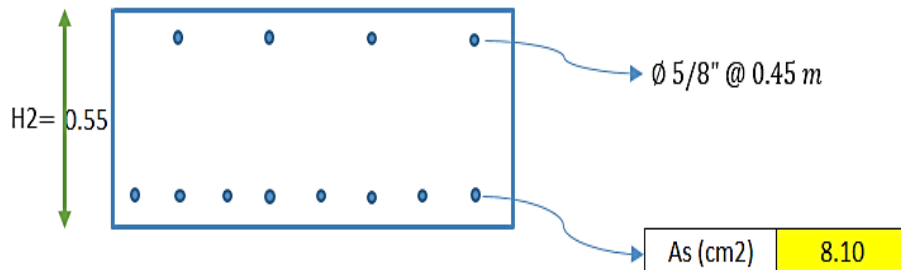
- REFUERZO SECUNDARIO

$$USAREMOS \phi \frac{5}{8} =$$

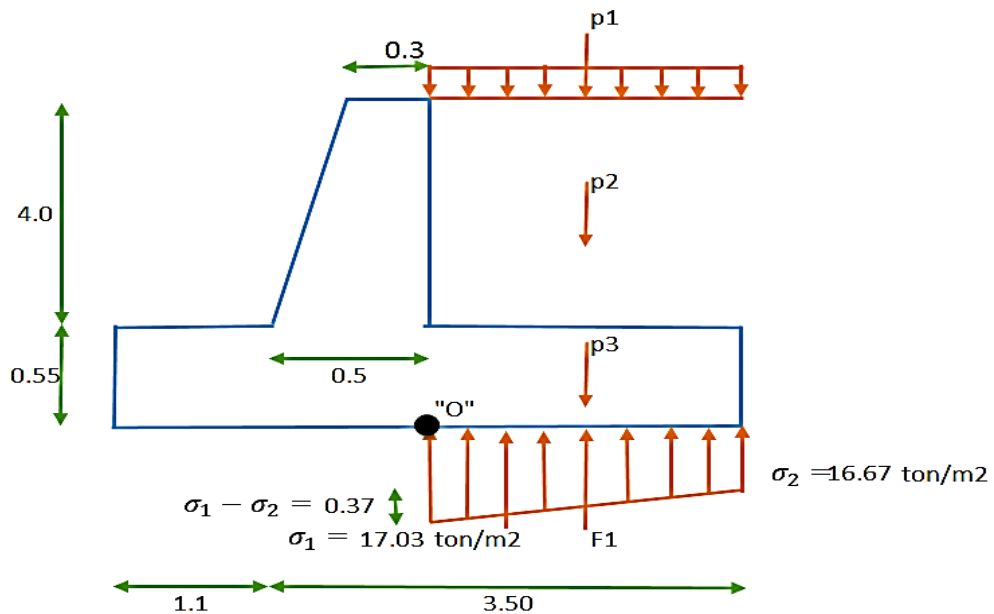
$$36 \phi \text{ PRINCIPAL} = 71.26$$

$$5(t2) = 2.50$$

$$45 \text{ CM} = 45.00$$



- DISEÑO DE LA ZAPATA PORTERIOR



- FUERZAS

$$F1 = \sigma_2 \times b \times B1 - t2 = 50.00 \text{ ton}$$

$$F2 = \frac{(\sigma_1 - \sigma_2) \times b \times B1 - t2}{2} = 0.55 \text{ ton}$$

$$P1 = \frac{S}{C} \times b \times B1 - t2 = 33.69 \text{ ton}$$

$$P2 = (B1 - t2) \times b \times \gamma \times H = 21.60 \text{ ton}$$

$$P3 = (B1 - t2) \times b \times \gamma_m \times H2 = 3.96 \text{ ton}$$

- BRAZO DE PALANCA

$$X_{F1} = \frac{B1 - t2}{2} = 1.50 \text{ m}$$

$$X_{F2} = \frac{B1 - t2}{3} = 1.00 \text{ m}$$

$$X_{P1} = \frac{B1 - t2}{2} = 1.50 \text{ m}$$

$$X_{P2} = \frac{B1 - t2}{2} = 1.50 \text{ m}$$

$$X_{P3} = \frac{B1 - t2}{2} = 1.50 \text{ m}$$

- TOMAMOS MOMENTOS EN "O"

$$M = [1.4((P2 \times X_{P2}) + (P3 \times X_{P3}) - (F1 \times X_{F1}) - (F2 \times X_{F2})) + 1.7(P1 \times X_{P1})] = 33.82$$

- CALCULO DEL ACERO PARA ZAPATA POSTERIOR

$$M_u = 33.82 \quad d = 45 \quad a = 9$$

$$As = \frac{M_u}{\phi * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = \frac{As * f_y}{0.85 * f'c * b}$$

a (cm)	As (cm2)
9	22.09
5.20	21.10
4.96	21.04
4.95	21.04

$$As \text{ (cm2)} \rightarrow 21.04$$

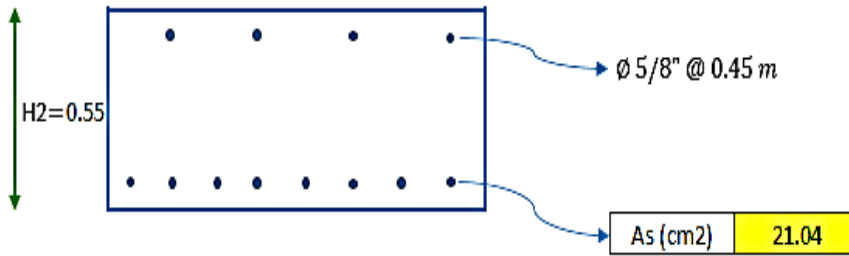
- REFUERZO SECUNDARIO

$$USAREMOS \phi \frac{5}{8} =$$

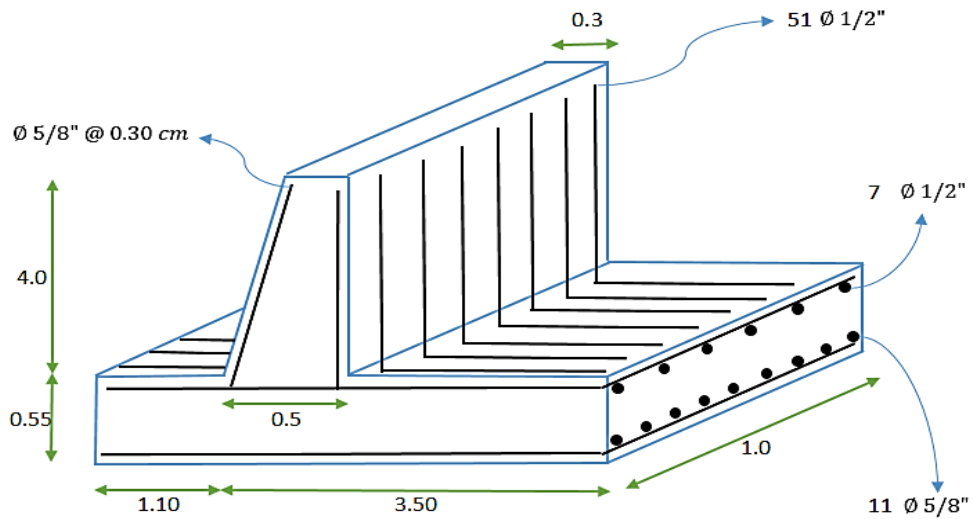
$$36 \phi \text{ PRINCIPAL} = 71.26$$

$$5(t2) = 2.50$$

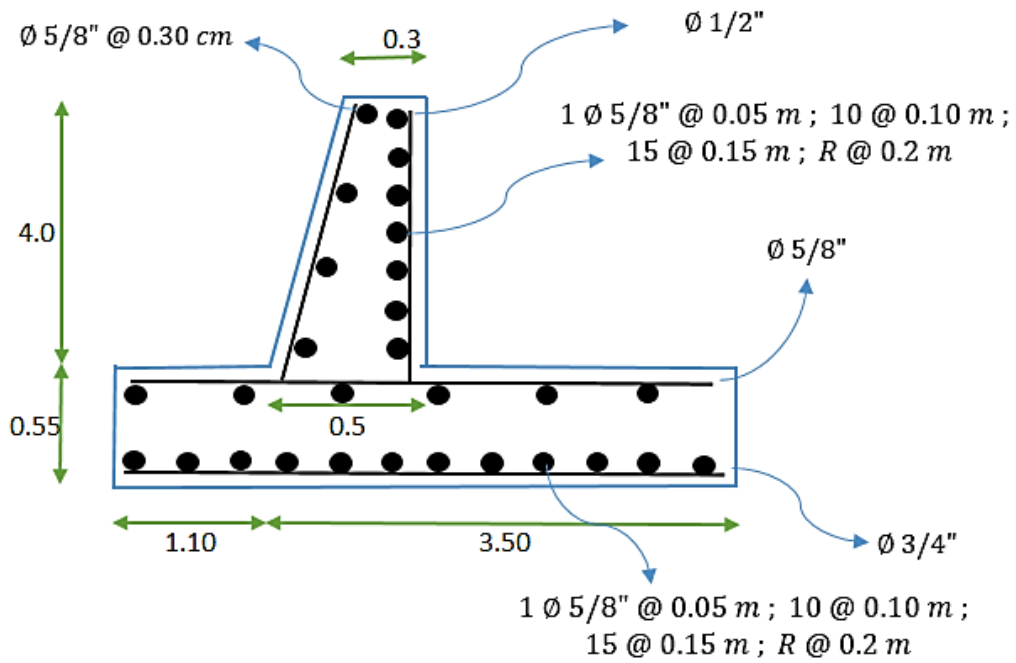
$$45 \text{ CM} = 45.00$$



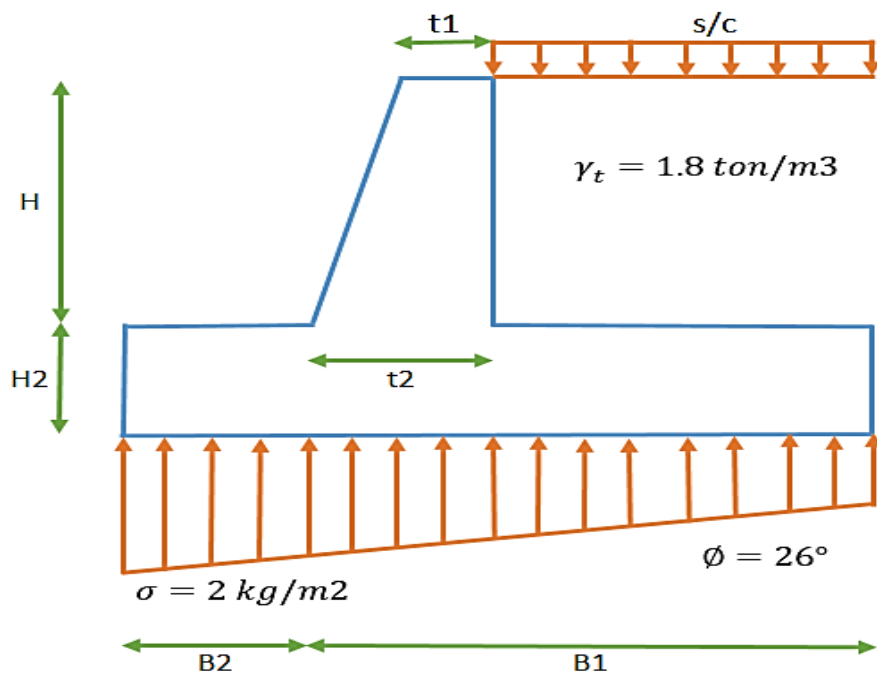
• VISTA 3D



• VISTA DE CORTE



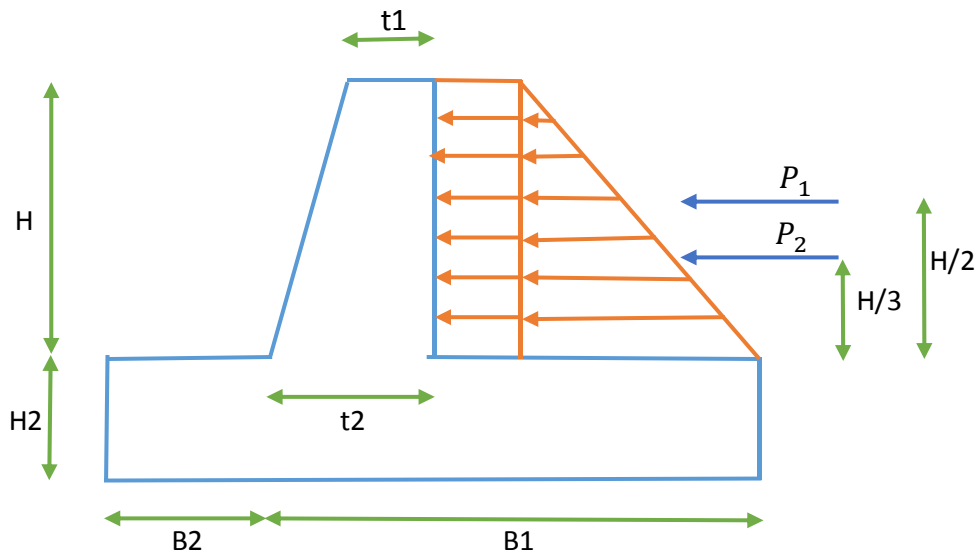
- MURO DE H=3.00m
- Peso específico concreto = 2.4 ton/m<sup>3</sup>
- Peso específico terreno = 1.8 ton/m<sup>3</sup>
- Angulo de fricción = 25.7 °
- Cohesión C = 0.1
- $\sigma = 2.0 \text{ kg/m}^2$
- Sobre carga S/C = 13.1 ton/m<sup>2</sup>
- Altura H = 3m
- Base b = 1.0 m
- F.S.D. = 1.25
- F.S.V. = 1.5
- F.S.S. = 1.5
- Resistencia del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/m}^2$
- Resistencia del acero  $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$



- PARTE SUPERIOR DE LA PANTALLA

$t_1 = 30$  cm (espesor 20 cm - 30 cm)

- CÁLCULO DEL MOMENTO ACTUANTE MÁXIMO



$$ka = tg^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) = 0.39$$

$$P_1 = ka \times \frac{S}{C} \times h = 15,33 \text{ ton}$$

$$P_2 = \frac{ka \times \gamma \times H^2}{2} = 3,16 \text{ ton}$$

- PUNTO DE APLICACIÓN RESPECTO A LA BASE

$$P_1 = \frac{H}{2} = 1.5$$

$$P_2 = \frac{H}{3} = 1.00$$

- MOMENTO DEBIDO AL SUELO

$$M_u = 1.4 \times D + 1.7 \times L$$

$$M_u = 1.4 \times (P_2) + 1.7 \times (P_1) = 43,50645 \text{ ton} - m$$

- CUANTIA MÁXIMA

$$\rho_{max} = 0.75 \times \left( 0.85^2 \times \frac{f'c}{fy} \times \left( \frac{6000}{6000 + fy} \right) \right) = 0.01594$$



- CUANTIA MINIMA

$$\rho_{min} = \frac{0.8 \times \sqrt{f'c}}{fy} = 0.00276$$

$$\rho_{min} = \frac{14}{fy} = 0.0033$$

Asumimos la cuantía promedio = 0.009

- CALCULEMOS EL “d”

$$d_{min} = \sqrt{\frac{1.7 \times f'c \times M_u}{\phi \times \rho \times b \times fy \times (1.7 \times f'c - \rho \times fy)}} = 37.19 \rightarrow d = 35$$

- PARTE INFERIOR DE LA PANTALLA

$$t2 = d + rec = 40$$

- ALTURA DE ZAPATA

$$H_2 = t2 + 5 \text{ cm} = 45$$

- LONGITUD DE ZAPATA POSTERIOR

$$HT = H + H2 + \frac{S/C}{\gamma} = 10.73$$

$$f = tg\left(\frac{2}{3} \times \phi\right) = 0.391$$

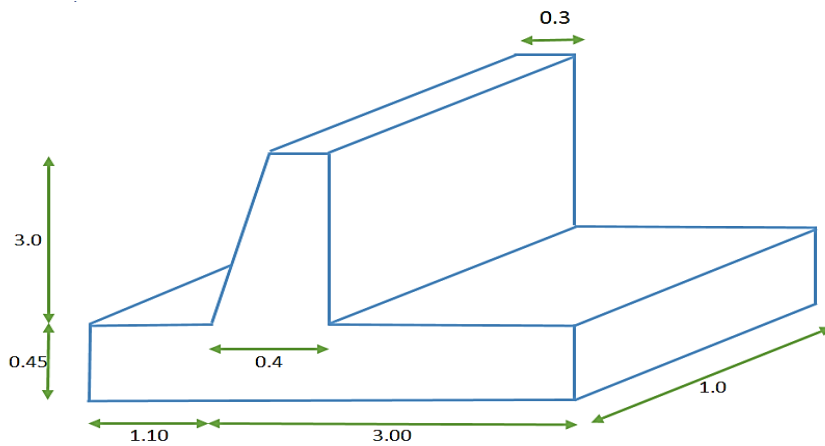
$$B1 = \frac{F.S.D \times \gamma \times ka \times HT}{2 \times \gamma_m \times f} = 5.02 \rightarrow 3.00$$

- LONGITUD DE ZAPATA ANTERIOR

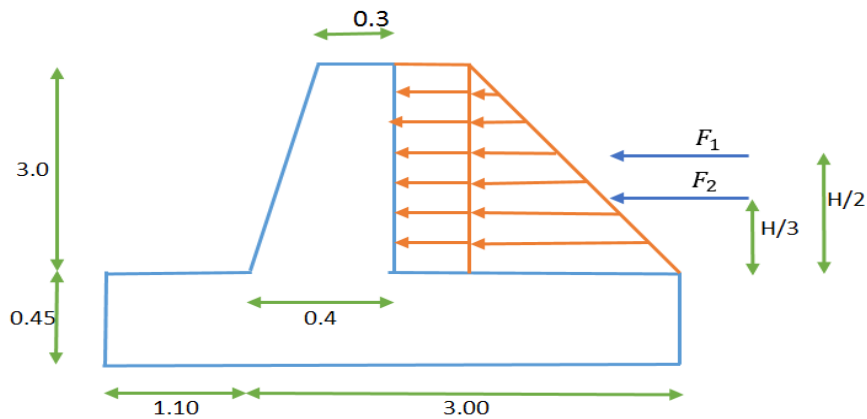
$$B2 = \frac{F.S.V \times f \times HT}{3 \times F.S.D} - \frac{B1}{2} \geq 0.10 \times HT$$

$$B2 = -0.18 \geq 1.073 \rightarrow B2 = 1.1$$

- DIMENSIONES FINALES



- FALLA POR DESLIZAMIENTO



$$ka = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) = 0.31$$

$$P_1 = ka \times \frac{S}{C} \times h = 12.18 \text{ ton}$$

$$P_2 = \frac{ka \times \gamma \times H^2}{2} = 2,51 \text{ ton}$$

$E = \text{Empuje}$

$$E = 1.4 \times D + 1.7 \times L$$

$$E = 1.4 \times (F_2) + 1.7 \times (F_1) = 24.2265$$

$E \text{ resistente} = f \times N; \quad N = \text{Peso del muro} + \text{Peso del suelo} + S/C$

\* **Peso del Muro:**

$$PM = (B_1 + B_2 \times H_2 \times b \times \gamma_m) + (t_1 \times H \times b \times \gamma_m) + \left( \frac{t_2 - t_1 \times H \times b \times \gamma_m}{2} \right) = 6,77$$

\* **Peso del Suelo:**

$$PS = (B1 - t2 \times H \times b \times \gamma) = 7,8$$

\* **Peso de S/C:**

$$P_{S/C} = \left( \frac{S}{C} \times B1 - t2 \times b \times \gamma \right) = 61,308$$

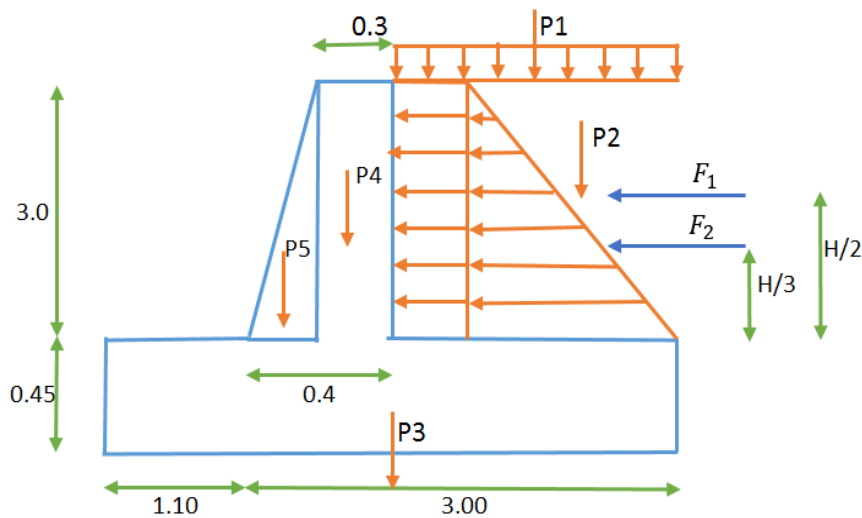
$$E_{Resistente} = f \times N; \quad N = \text{Peso del muro} + \text{Peso del suelo} + S/C$$

$$E_{Resistente} = 1.4 \times D + 1.7 \times L$$

$$E_{Resistente} = 1.4 \times (PM + PS) + 1.7 \left( P \frac{S}{C} \right) = 48,73$$

$$F.S.D = \frac{E_{resistente}}{E} = 2,01 \rightarrow 1.25 \text{ cumple}$$

• **FALLA POR VOLTEO**



$$P1 = \frac{S}{C} \times b \times B1 - t2 = 34,06 \text{ ton}$$

$$P2 = (B1 - t2) \times b \times \gamma \times H = 14,04 \text{ ton}$$

$$P3 = \gamma_m \times H2 \times b \times (B1 + B2) = 4,43 \text{ ton}$$

$$P4 = t1 \times b \times H \times \gamma_m = 1,80 \text{ ton}$$

$$P5 = \left( \frac{(t2 - t1) \times H}{2} \right) \times b \times \gamma_m = 0,54 \text{ ton}$$

$$F1 = ka \times \frac{S}{C} \times H = 12,18 \text{ ton}$$

$$F2 = \frac{ka \times \gamma \times H^2}{2} = 2,51 \text{ ton}$$

**\* Punto de aplicacion de la fuerza**

$$X_{P1} = (B1 + B2) - \frac{(B1 - t2)}{2} = 2,8 \text{ m}$$

$$X_{P2} = (B1 + B2) - \frac{(B1 - t2)}{2} = 2,8 \text{ m}$$

$$X_{P3} = \frac{(B1 + B2)}{2} = 2.05 \text{ m}$$

$$X_{P4} = B2 + (t2 - t1) + \frac{t1}{2} = 1,38 \text{ m}$$

$$X_{P5} = B2 + \frac{2}{3}(t2 - t1) = 1,20 \text{ m}$$

$$Y_{F1} = H2 + \frac{H}{2} = 1,95 \text{ m}$$

$$Y_{F2} = H2 + \frac{H}{3} = 1,45 \text{ m}$$

**\* Momentos Actuantes**

$$M_{Resistente} = 1.4 \times D + 1.7 \times L$$

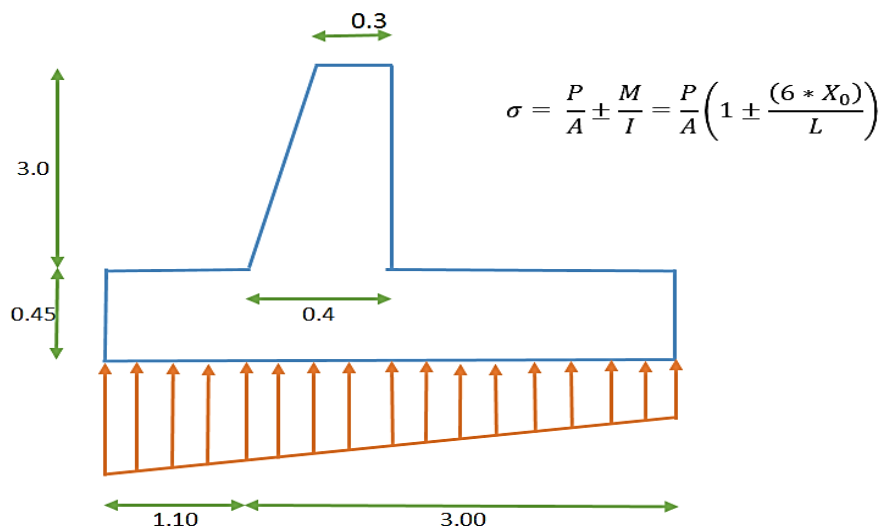
$$M_{Resistente} = 1.4 \times (P2 + P3 + P4 + P5) + 1.7 \times (P1) = 234,24$$

$$M_{Corte} = 1.4 \times D + 1.7 \times L$$

$$M_{Corte} = 1.4 \times (F2) + 1.7 \times (F1) = 45,48$$

$$F.S.V = \frac{M_{Resistente}}{M_{Corte}} = 5,15 \geq 1.5 \text{ cumple}$$

- FALLA POR PRESION DEL SUELO



$$X_0 = \frac{M_{Resistente} - M_{Corte}}{N_R} = 2,49$$

$$B_0 = \frac{B1 + B2}{2} - X_0 = -0,44$$

$$\sigma = \frac{P}{A} \pm \frac{M}{I} = \frac{P}{A} \left( 1 \pm \frac{(6 \times X_0)}{L} \right) =$$

$$\sigma_+ = 18,15 \geq 1,5 \text{ cumple}$$

$$\sigma_- = 16,87 \geq 1,5 \text{ cumple}$$

- REFUERZO PRINCIPAL VERTICAL

$$M_u = 45,48 \quad d = 35 \quad a = 7$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * \left( d - \frac{a}{2} \right)}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0,85 * f'_c * b}$$

a (cm)	As (cm2)
7	38,20
8,99	39,44
9,28	39,63
9,33	39,66

$$A_s \text{ (cm2)} \rightarrow 39,66$$

**\* #de varillas**

$$\text{Para varillas de } \phi 1/2'' \rightarrow A_s = 1.267$$

$$\# \phi = \frac{A_s}{A_s \phi} = 31,31 \rightarrow 32 \quad 9,33$$

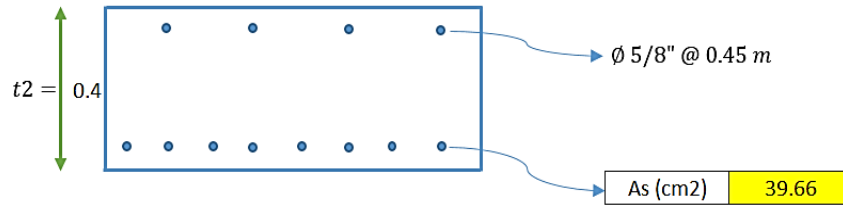
- REFUERZO SECUNDARIO VERTICAL

$$\text{USAREMOS } \phi \frac{5}{8} =$$

$$36 \phi \text{ PRINCIPAL} = 71,26$$

$$5(t2) = 2$$

$$45 \text{ CM} = 45,00$$



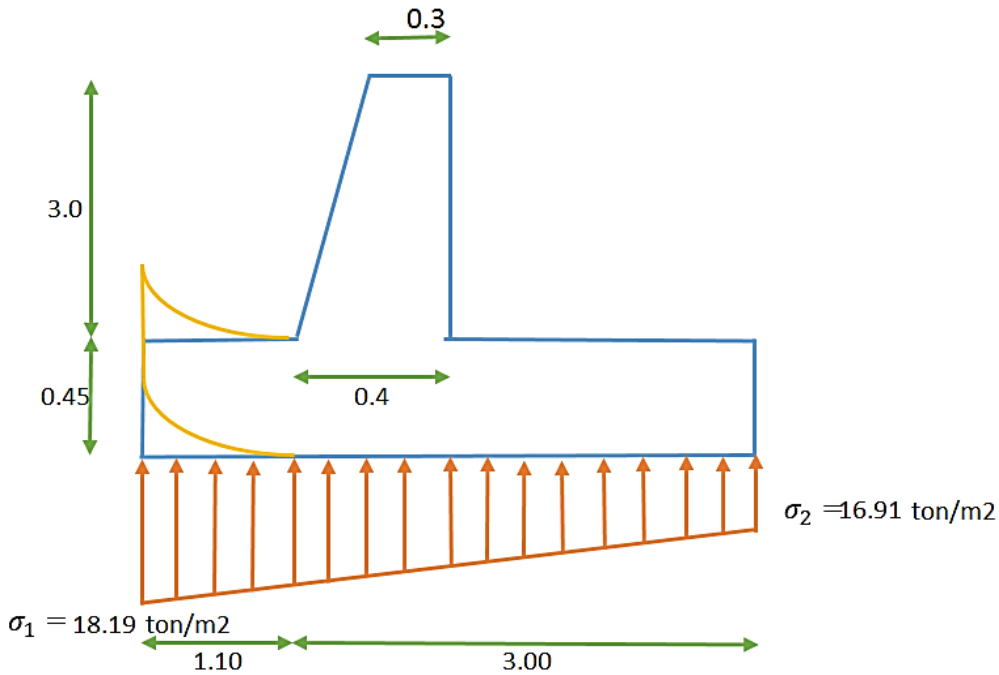
• REFUERZO HORIZONTAL

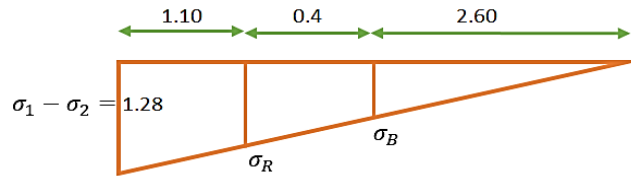
Se debe colocar cuantía mínima =  $\rho_{min} = 0.002$   
 para  $t1 = 0.25\ m$   $As = \rho_{min} \times b \times d = 4.00\ cm^2$   
 para  $t2 = 0.4\ m$   $As = \rho_{min} \times b \times d = 7.00\ cm^2$   
 → para  $t1$  Si 100 cm 4.00 cm<sup>2</sup>  
                   X cm 4.21 → X = 105.25  
 → para  $t2$  Si 100 cm 7.00 cm<sup>2</sup>  
                   X cm 1.27 → X = 18,1428571

Refuerzo Horizontal Principal  
 1Ø1/2"@0.05m

Refuerzo Horizontal Secundario  
 SE SUELE USAR Ø 5/8" @ 0.45 m

• DISEÑO DE LA ZAPATA ANTERIOR





$$\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{B1 + B2} = \frac{\sigma_R}{B1} \rightarrow \sigma_R = 0.94 \text{ ton/m}^2$$

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{B1 + B2} = \frac{\sigma_B}{B1 - t2} \rightarrow \sigma_B = 0.81 \text{ ton/m}^2$$

$$F1 = \sigma_2 \times b \times B2 = 18.55 \text{ ton}$$

$$F2 = \frac{(\sigma_1 - \sigma_2) \times b \times B2}{2} = 0.70 \text{ ton}$$

$$X_{F1} = \frac{B2}{2} = 0.55 \text{ m}$$

$$X_{F2} = \frac{B2}{3} = 0.37 \text{ m}$$

○ MOMENTO ACTUANTE

$$M = (F1 \times X_{F1}) + (F2 \times X_{F2}) = 10.46 \text{ ton/m}$$

○ CALCULO DE ACERO PARA LA ZAPATA ANTERIOR

$$M_u = 10.46 \quad d = 35 \quad a = 7$$

$$As = \frac{M_u}{\phi \times fy \times \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = \frac{As \times fy}{0.85 \times f'c \times b}$$

a (cm)	As (cm <sup>2</sup> )
7	8.79
2.07	8.15
1.92	8.13

$$As \text{ (cm}^2\text{)} \rightarrow 8.13$$

○ ÁREA DE ACERO MÍNIMO

$$AS_{min} = 0.0018 \times b \times d = 9.9 \text{ cm}^2 \rightarrow As = 6.3$$

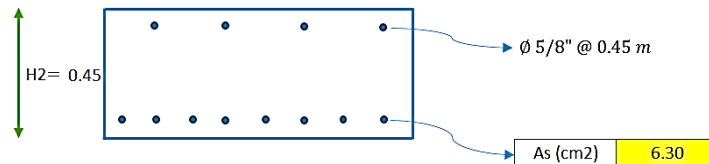
○ REFUERZO SECUNDARIO

USAREMOS  $\phi \frac{5}{8} =$

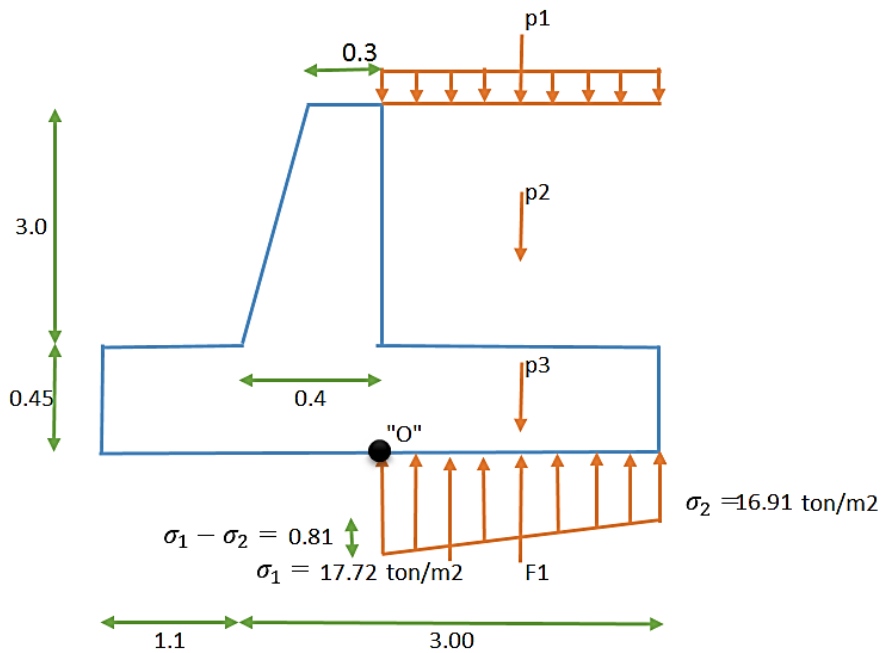
$$36 \phi \text{ PRINCIPAL} = 71.26$$

$$5(t2) = 2$$

$$45 \text{ CM} = 45.00$$



● DISEÑO DE LA ZAPATA POSTERIOR



○ FUERZAS

$$F1 = \sigma_2 \times b \times B1 - t2 = 40.92 \text{ ton}$$

$$F2 = \frac{(\sigma_1 - \sigma_2) \times b \times B1 - t2}{2} = 1.02 \text{ ton}$$

$$P1 = \frac{S}{C} \times b \times B1 - t2 = 35.86 \text{ ton}$$

$$P2 = (B1 - t2) \times b \times \gamma \times H = 7.92 \text{ ton}$$

$$P3 = (B1 - t2) \times b \times \gamma_m \times H2 = 1.85 \text{ ton}$$



- BRAZO DE PALANCA

$$X_{F1} = \frac{B1 - t2}{2} = 1.10 \text{ m}$$

$$X_{F2} = \frac{B1 - t2}{3} = 0.73 \text{ m}$$

$$X_{P1} = \frac{B1 - t2}{2} = 1.10 \text{ m}$$

$$X_{P2} = \frac{B1 - t2}{2} = 1.10 \text{ m}$$

$$X_{P3} = \frac{B1 - t2}{2} = 1.10 \text{ m}$$

- TOMAMOS MOMENTOS EN "O"

$$M = [1.4((P2 \times X_{P2}) + (P3 \times X_{P3}) - (F1 \times X_{F1}) - (F2 \times X_{F2})) + 1.7(P1 \times X_{P1})] = 47.51$$

- CALCULO DEL ACERO PARA ZAPATA POSTERIOR

$$M_u = 24,85 \quad d = 35 \quad a = 7$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

$a$ (cm)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )
7	20,87
4,91	20,20
4,75	20,15
4,74	20,14

$$A_s \text{ (cm}^2\text{)} \rightarrow 24.14$$

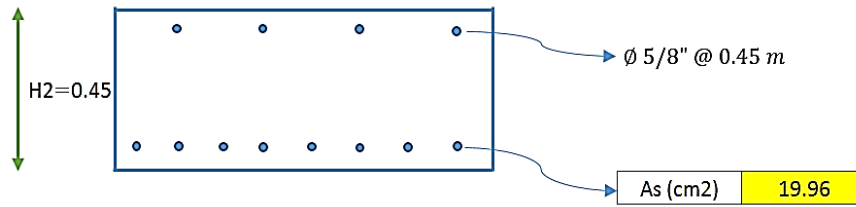
- REFUERZO SECUNDARIO

$$USAREMOS \phi \frac{5}{8} =$$

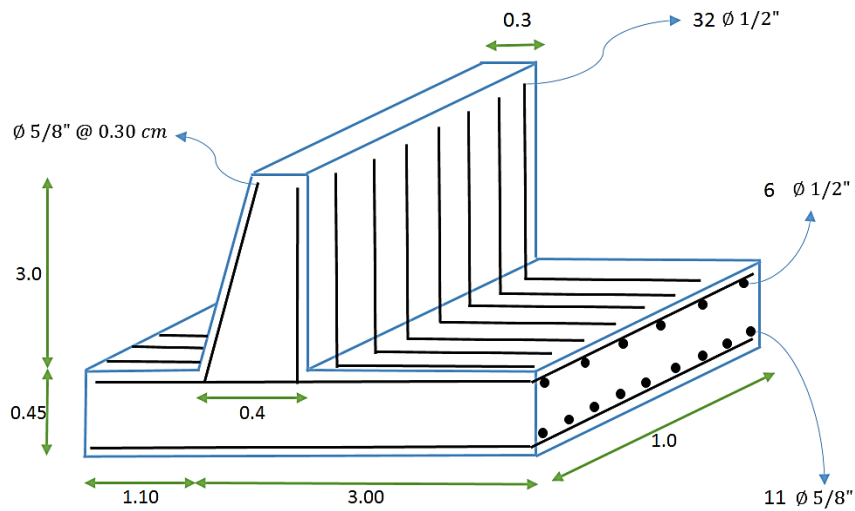
$$36 \phi \text{ PRINCIPAL} = 71.26$$

$$5(t2) = 2.00$$

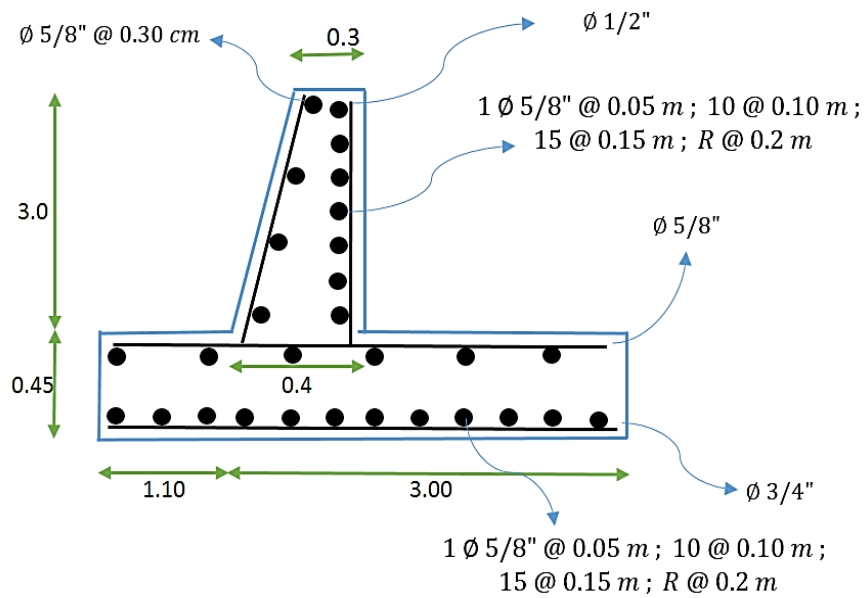
$$45 \text{ CM} = 45.00$$



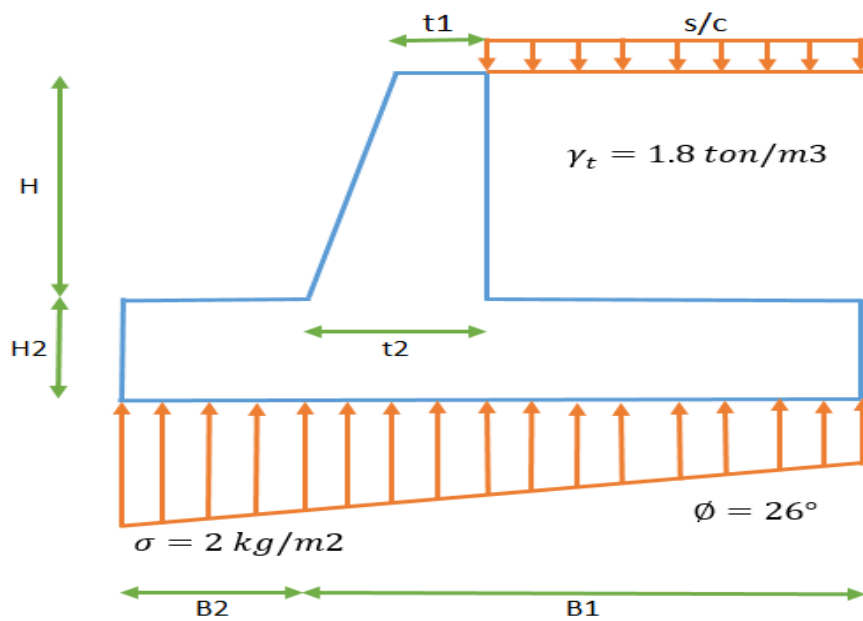
• VISTA 3D



• VISTA DE CORTE



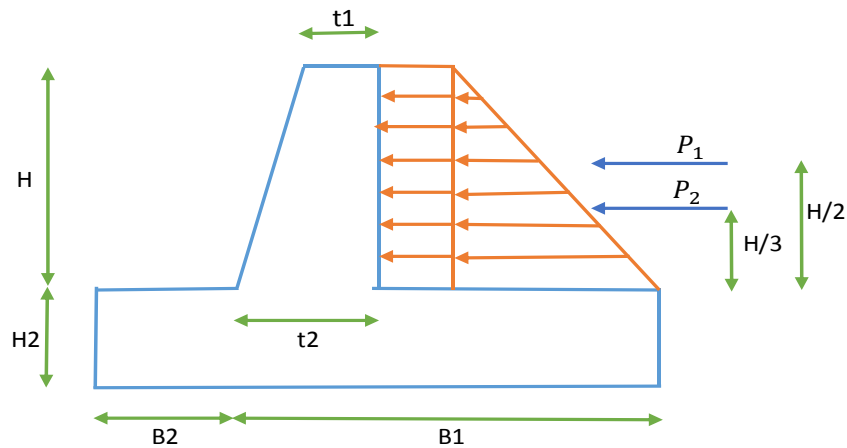
- MURO DE H=2.00m
- Peso específico concreto = 2.4 ton/m<sup>3</sup>
- Peso específico terreno = 1.8 ton/m<sup>3</sup>
- Angulo de fricción = 25.7
- Cohesión C = 0.1
- $\sigma = 2.0 \text{ kg/m}^2$
- Sobre carga S/C = 16.3 ton/m<sup>2</sup>
- Altura H = 2m
- Base b = 1.0 m
- F.S.D. = 1.25
- F.S.V. = 1.5
- F.S.S. = 1.5
- Resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/m}^2$
- Resistencia del acero  $Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$



- PARTE SUPERIOR DE LA PANTALLA

$t_1 = 30$  cm (espesor 20 cm – 30 cm)

- CALCULO DEL MOMENTO ACTUANTE MAXIMO



$$ka = tg^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) = 0.39$$

$$P_1 = ka \times \frac{S}{C} \times h = 12,71 \text{ ton}$$

$$P_2 = \frac{ka \times \gamma \times H^2}{2} = 1,40 \text{ ton}$$

- PUNTO DE APLICACIÓN RESPECTO A LA BASE

$$P_1 = \frac{H}{2} = 1$$

$$P_2 = \frac{H}{3} = 0,67$$

- MOMENTO DEBIDO AL SUELO

$$M_u = 1.4 \times D + 1.7 \times L$$

$$M_u = 1.4 \times (P_2) + 1.7 \times (P_1) = 22,9242 \text{ ton} - m$$

- CUANTIA MAXIMA

$$\rho_{max} = 0.75 \times \left( 0.85^2 \times \frac{f'_c}{f_y} \times \left( \frac{6000}{6000 + f_y} \right) \right) = 0.01594$$

- CUANTIA MÍNIMA

$$\rho_{min} = \frac{0.8 \times \sqrt{f'c}}{fy} = 0.00276$$

$$\rho_{min} = \frac{14}{fy} = 0.0033$$

Asumimos la cuantía promedio = 0.009

- CALCULEMOS EL "d"

$$d_{min} = \sqrt{\frac{1.7 \times f'c \times M_u}{\phi \times \rho \times b \times fy \times (1.7 \times f'c - \rho \times fy)}} = 47.19 \rightarrow d = 25$$

- PARTE INFERIOR DE LA PANTALLA

$$t2 = d + rec = 30$$

- ALTURA DE ZAPATA

$$H_2 = t2 + 5 \text{ cm} = 35$$

- LONGITUD DE ZAPATA POSTERIOR

$$HT = H + H2 + \frac{S/C}{\gamma} = 11,41 \text{ m}$$

$$f = tg\left(\frac{2}{3} \times \phi\right) = 0.391$$

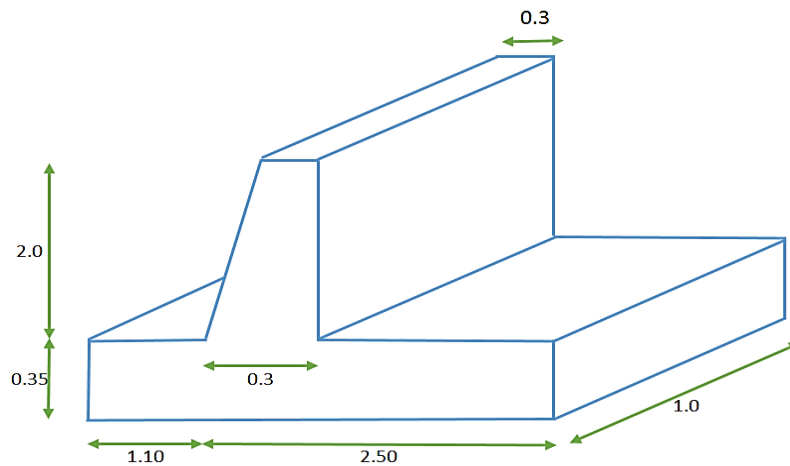
$$B1 = \frac{F.S.D \times \gamma \times ka \times HT}{2 \times \gamma_m \times f} = 5,33 \rightarrow 2.50 \text{ m}$$

- LONGITUD DE ZAPATA ANTERIOR

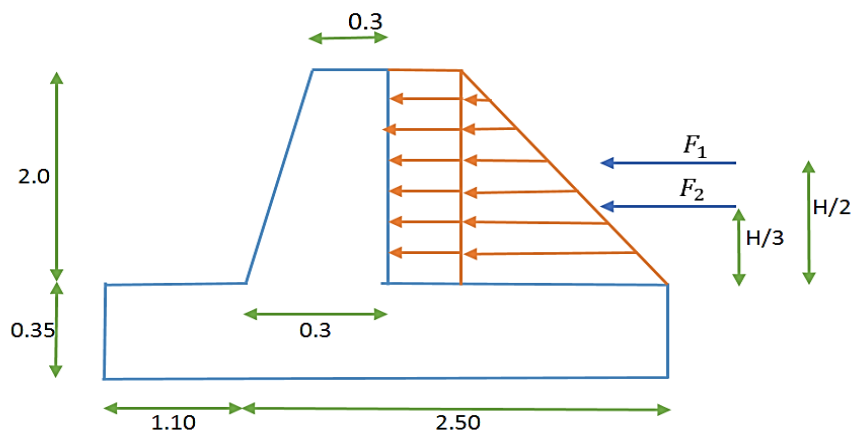
$$B2 = \frac{F.S.V \times f \times HT}{3 \times F.S.D} - \frac{B1}{2} \geq 0.10 \times HT$$

$$B2 = -0.53 \geq 1,141 \rightarrow B2 = 1.1$$

- DIMENSIONES FINALES



- FALLA POR DESLIZAMIENTO



$$ka = tg^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) = 0.31$$

$$P_1 = ka \times \frac{S}{C} \times h = 10.11 \text{ ton}$$

$$P_2 = \frac{ka \times \gamma \times H^2}{2} = 1,12 \text{ ton}$$

$E = \text{Empuje}$

$$E = 1.4 \times D + 1.7 \times L$$

$$E = 1.4 \times (F_2) + 1.7 \times (F_1) = 18.7426$$

$E \text{ resistente} = f \times N$ ;  $N = \text{Peso del muro} + \text{Peso del suelo} + S/C$

\* **Peso del Muro:**

$$PM = (B_1 + B_2 \times H_2 \times b \times \gamma_m) + (t_1 \times H \times b \times \gamma_m) + \left( \frac{t_2 - t_1 \times H \times b \times \gamma_m}{2} \right) = 4,34$$

\* **Peso del Suelo:**

$$PS = (B1 - t2 \times H \times b \times \gamma) = 4,4$$

\* **Peso de S/C:**

$$P_{S/C} = \left( \frac{S}{C} \times B1 - t2 \times b \times \gamma \right) = 64,548$$

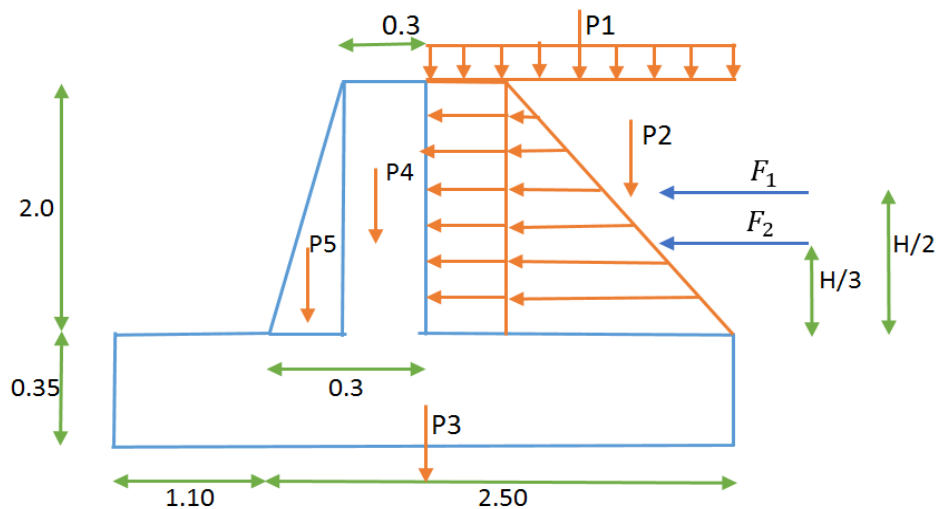
$$E_{Resistente} = f \times N; \quad N = \text{Peso del muro} + \text{Peso del suelo} + S/C$$

$$E_{Resistente} = 1,4 \times D + 1,7 \times L$$

$$E_{Resistente} = 1,4 \times (PM + PS) + 1,7 \left( P \frac{S}{C} \right) = 47,69$$

$$F.S.D = \frac{E_{resistente}}{E} = 2,54 \rightarrow 1,25 \text{ cumple}$$

• **FALLA POR VOLTEO**



$$P1 = \frac{S}{C} \times b \times B1 - t2 = 35,86 \text{ ton}$$

$$P2 = (B1 - t2) \times b \times \gamma \times H = 7,92 \text{ ton}$$

$$P3 = \gamma_m \times H2 \times b \times (B1 + B2) = 3,02 \text{ ton}$$

$$P4 = t1 \times b \times H \times \gamma_m = 1,20 \text{ ton}$$

$$P5 = \left( \frac{(t2 - t1) \times H}{2} \right) \times b \times \gamma_m = 0,12 \text{ ton}$$

$$F1 = ka \times \frac{S}{C} \times H = 10,11 \text{ ton}$$

$$F2 = \frac{ka \times \gamma \times H^2}{2} = 1,12 \text{ ton}$$

**\* Punto de aplicacion de la fuerza**

$$X_{P1} = (B1 + B2) - \frac{(B1 - t2)}{2} = 2,5 \text{ m}$$

$$X_{P2} = (B1 + B2) - \frac{(B1 - t2)}{2} = 2,5 \text{ m}$$

$$X_{P3} = \frac{(B1 + B2)}{2} = 1,80 \text{ m}$$

$$X_{P4} = B2 + (t2 - t1) + \frac{t1}{2} = 1,28 \text{ m}$$

$$X_{P5} = B2 + \frac{2}{3}(t2 - t1) = 1,13 \text{ m}$$

$$Y_{F1} = H2 + \frac{H}{2} = 1,35 \text{ m}$$

$$Y_{F2} = H2 + \frac{H}{3} = 1,02 \text{ m}$$

**\* Momentos Actuantes**

$$M_{Resistente} = 1.4 \times D + 1.7 \times L$$

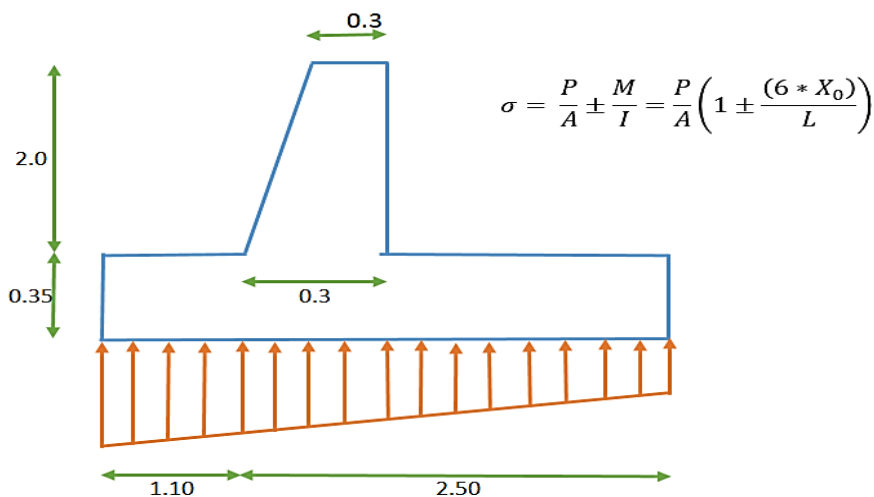
$$M_{Resistente} = 1.4 \times (P2 + P3 + P4 + P5) + 1.7 \times (P1) = 190,08$$

$$M_{Corte} = 1.4 \times D + 1.7 \times L$$

$$M_{Corte} = 1.4 \times (F2) + 1.7 \times (F1) = 24,78$$

$$F.S.V = \frac{M_{Resistente}}{M_{Corte}} = 7,67 \geq 1.5 \text{ cumple}$$

• FALLA POR PRESION DEL SUELO





$$X_0 = \frac{M_{Resistente} - M_{Corte}}{N_R} = 2.26$$

$$B_0 = \frac{B1 + B2}{2} - X_0 = -0,46$$

$$\sigma = \frac{P}{A} \pm \frac{M}{I} = \frac{P}{A} \left( 1 \pm \frac{(6 \times X_0)}{L} \right) =$$

$$\sigma_+ = 20,12 \geq 1.5 \text{ cumple}$$

$$\sigma_- = 18,60 \geq 1.5 \text{ cumple}$$

- REFUERZO PRINCIPAL VERTICAL

$$M_u = 24,78 \quad d = 25 \quad a = 5$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi \times f_y \times \left( d - \frac{a}{2} \right)}$$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times f'_c \times b}$$

a (cm)	As (cm2)
5	29,14
6,86	30,39
7,15	30,60
7,20	30,63

$$A_s \text{ (cm2)} \rightarrow 30,64$$

- \* #de varillas

$$\text{Para varillas de } \phi 1/2'' \rightarrow A_s = 1.267$$

$$\# \phi = \frac{A_s}{A_s \phi} = 24,18 \rightarrow 24 \quad 7,20$$

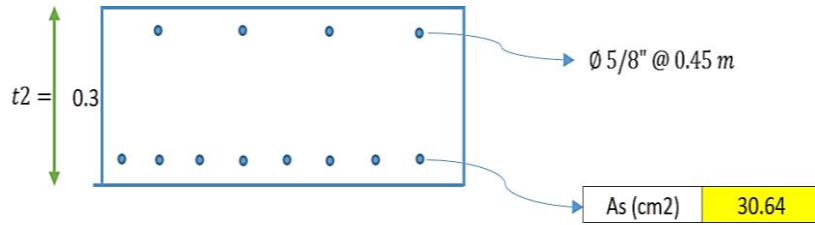
- REFUERZO SECUNDARIO VERTICAL

$$\text{USAREMOS } \phi \frac{5}{8} =$$

$$36 \phi \text{ PRINCIPAL} = 71.26$$

$$5(t2) = 1,5$$

$$45 \text{ CM} = 45.00$$



- REFUERZO HORIZONTAL

Se debe colocar cuantía mínima =  $\rho_{min} = 0.002$

para  $t1 = 0.25 \text{ m}$        $As = \rho_{min} \times b \times d = 4.00 \text{ cm}^2$

para  $t2 = 0.65 \text{ m}$        $As = \rho_{min} \times b \times d = 5.00 \text{ cm}^2$

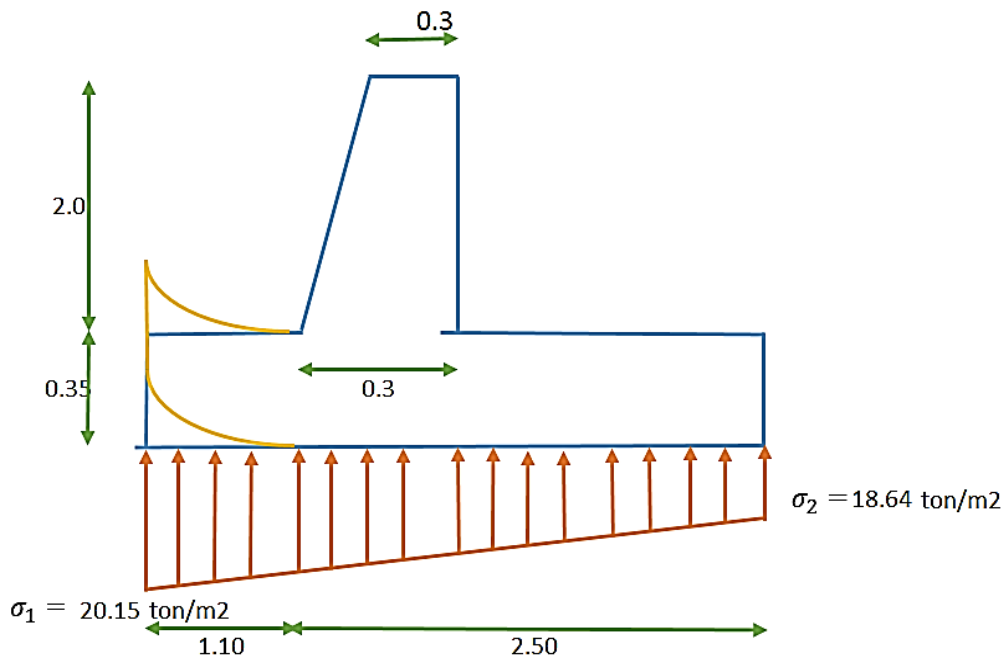
→ para t1	Si	100 cm	4.00 cm <sup>2</sup>
		X cm	4.21 → X = 105,25
→ para t2	Si	100 cm	5.00 cm <sup>2</sup>
		X cm	1.27 → X = 25,4

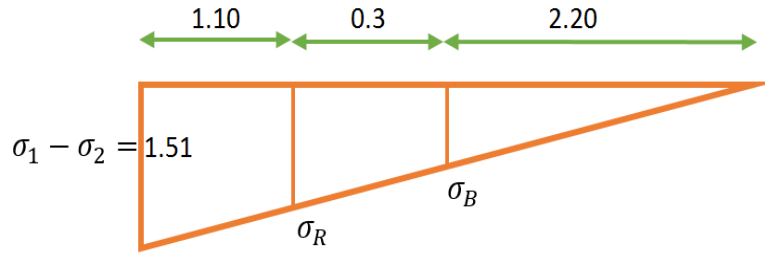
Refuerzo Horizontal Principal  
1Ø1/2" @ 0.05m

Refuerzo Horizontal Secundario

SE SUELE USAR Ø 5/8" @ 0.45 m

- DISEÑO DE LA ZAPATA ANTERIOR





$$\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{B_1 + B_2} = \frac{\sigma_R}{B_1} \rightarrow \sigma_R = 1,05 \text{ ton/m}^2$$

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{B_1 + B_2} = \frac{\sigma_B}{B_1 - t_2} \rightarrow \sigma_B = 0,93 \text{ ton/m}^2$$

$$F_1 = \sigma_2 \times b \times B_2 = 20,46 \text{ ton}$$

$$F_2 = \frac{(\sigma_1 - \sigma_2) \times b \times B_2}{2} = 0,83 \text{ ton}$$

$$X_{F_1} = \frac{B_2}{2} = 0,55 \text{ m}$$

$$X_{F_2} = \frac{B_2}{3} = 0,37 \text{ m}$$

○ MOMENTO ACTUANTE

$$M = (F_1 \times X_{F_1}) + (F_2 \times X_{F_2}) = 11,56 \text{ ton/m}$$

○ CALCULO DE ACERO PARA LA ZAPATA ANTERIOR

$$M_u = 11,56 \quad d = 25 \quad a = 5$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b}$$

a (cm)	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> )
5	13,59
3,20	,13,07
3,07	13,03

$$A_s \text{ (cm}^2\text{)} \rightarrow 13,03$$

- AREA DE ACERO MINIMO

$$A_{S_{min}} = 0.0018 \times b \times d = 9.9 \text{ cm}^2 \rightarrow A_s = 4,5$$

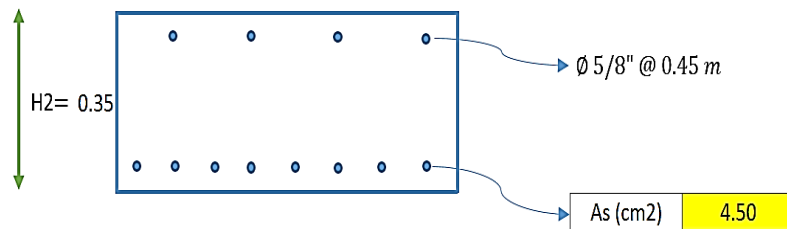
- REFUERZO SECUNDARIO

$$USAREMOS \phi \frac{5}{8} =$$

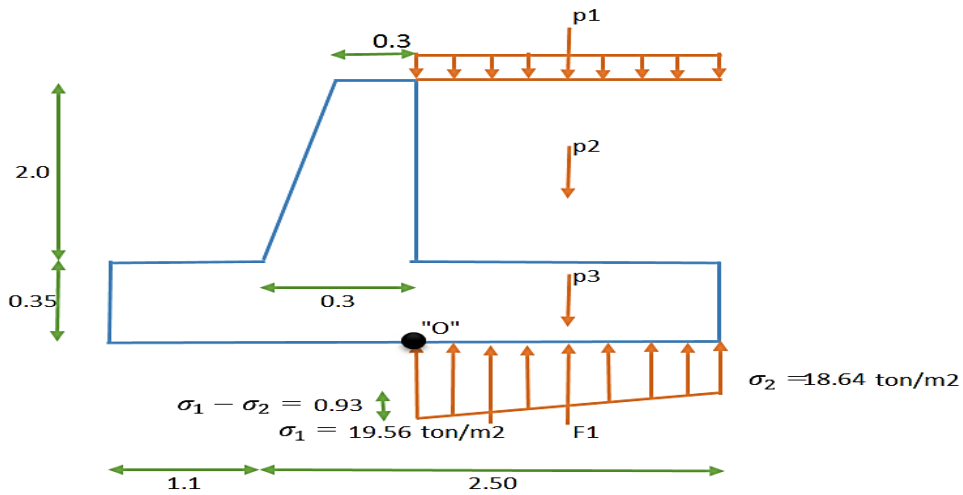
$$36 \phi \text{ PRINCIPAL} = 71.26$$

$$5(t2) = 1,5$$

$$45 \text{ CM} = 45.00$$



- DISEÑO DE LA ZAPATA POSTERIOR



- FUERZAS

$$F1 = \sigma_2 \times b \times B1 - t2 = 40.92 \text{ ton}$$

$$F2 = \frac{(\sigma_1 - \sigma_2) \times b \times B1 - t2}{2} = 1.02 \text{ ton}$$

$$P1 = \frac{S}{C} \times b \times B1 - t2 = 35.86 \text{ ton}$$

$$P2 = (B1 - t2) \times b \times \gamma \times H = 7.92 \text{ ton}$$

$$P3 = (B1 - t2) \times b \times \gamma_m \times H2 = 1.85 \text{ ton}$$

- BRAZO DE PALANCA

$$X_{F1} = \frac{B1 - t2}{2} = 1.10 \text{ m}$$

$$X_{F2} = \frac{B1 - t2}{3} = 0.73 \text{ m}$$

$$X_{P1} = \frac{B1 - t2}{2} = 1.10 \text{ m}$$

$$X_{P2} = \frac{B1 - t2}{2} = 1.10 \text{ m}$$

$$X_{P3} = \frac{B1 - t2}{2} = 1.10 \text{ m}$$

- TOMAMOS MOMENTOS EN "O"

$$M = [1.4((P2 \times X_{P2}) + (P3 \times X_{P3}) - (F1 \times X_{F1}) - (F2 \times X_{F2})) + 1.7(P1 \times X_{P1})] = 18,04$$

- CALCULO DEL ACERO PARA ZAPATA POSTERIOR

$$M_u = 18,04 \quad d = 255 \quad a = 5$$

$$As = \frac{M_u}{\phi \times fy \times \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = \frac{As \times fy}{0.85 \times f'c \times b}$$

$a$ (cm)	$As$ (cm <sup>2</sup> )
5	21,21
4,99	21,20
4,99	21,20
4,99	21,20

$$As \text{ (cm}^2\text{)} \rightarrow 21,20$$

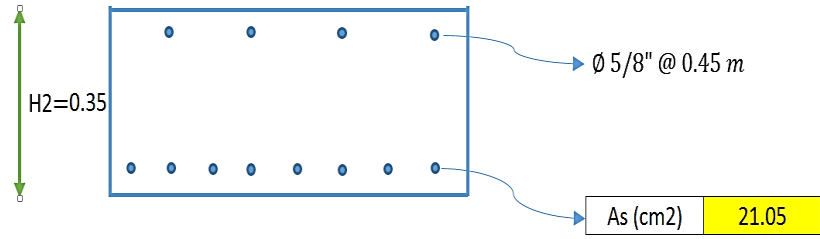
- REFUERZO SECUNDARIO

$$USAREMOS \phi \frac{5}{8} =$$

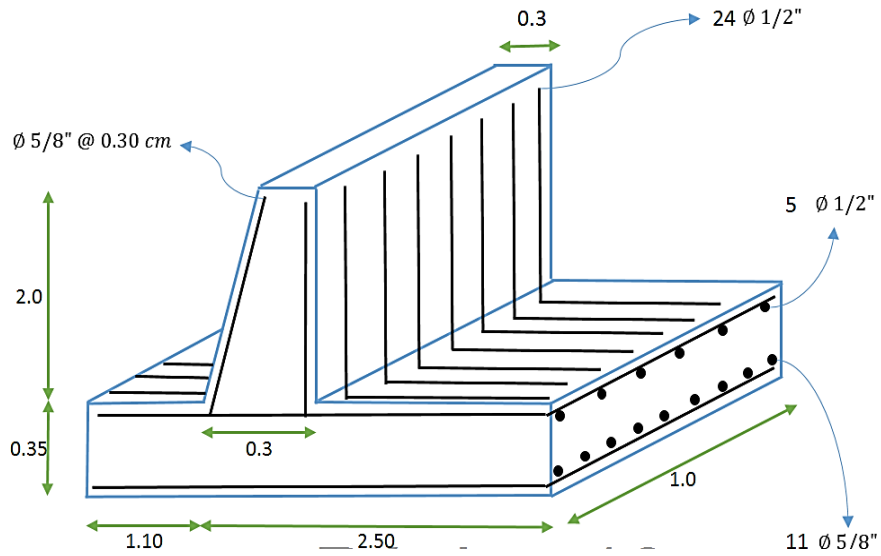
$$36 \phi \text{ PRINCIPAL} = 71.26$$

$$5(t2) = 1,5$$

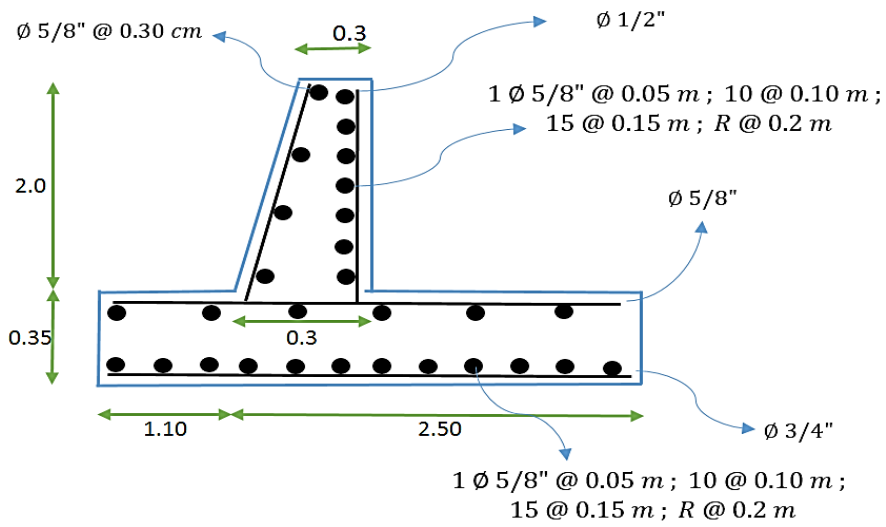
$$45 \text{ CM} = 45.00$$



• VISTA 3D



• VISTA DE CORTE



### 3.5. DISEÑO DEL MURO EN VOLADIZO – GEO5

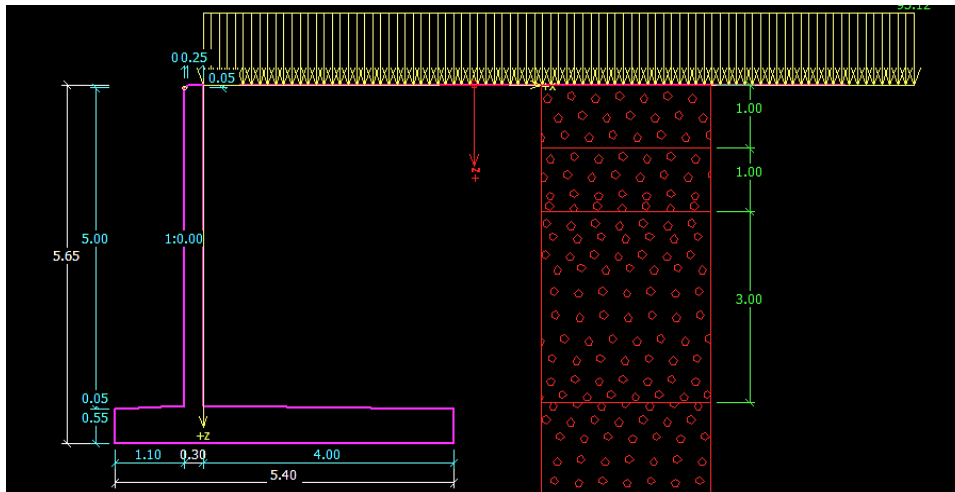


Figura N° 13: Verificación de estabilidad para una altura de 5 metros

#### Verification of complete wall

##### Check for overturning stability

Resisting moment  $M_{res} = 664.37 \text{ kNm/m}$

Overturning moment  $M_{ovr} = 171.93 \text{ kNm/m}$

Safety factor = 3.86 > 1.50

Wall for overturning is **SATISFACTORY**

##### Check for slip

Resisting horizontal force  $H_{res} = 132.42 \text{ kN/m}$

Active horizontal force  $H_{act} = 69.86 \text{ kN/m}$

Safety factor = 1.90 > 1.50

Wall for slip is **SATISFACTORY**

##### Forces acting at the centre of footing bottom

Overall moment  $M = 146.06 \text{ kNm/m}$

Normal force  $N = 236.48 \text{ kN/m}$

Shear force  $Q = 69.86 \text{ kN/m}$

Overall check - **ABUTMENT is SATISFACTORY**

##### Bearing capacity of foundation soil check

###### Eccentricity verification

Max. eccentricity of normal force  $e = 617.6 \text{ mm}$

Maximum allowable eccentricity  $e_{alw} = 1782.0 \text{ mm}$

Eccentricity of the normal force is **SATISFACTORY**

##### Footing bottom bearing capacity verification

Max. stress at footing bottom  $\sigma = 56.78 \text{ kPa}$

Bearing capacity of foundation soil  $R_d = 100.00 \text{ kPa}$

Safety factor = 1.76 > 1.50

Bearing capacity of foundation soil is SATISFACTORY

Overall verification - bearing capacity of found. soil is SATISFACTORY

#### Dimensioning of back wall - input data:

Construction joint is designed from steel-reinforced concrete; design width 1m.

Bar diameter = 20.0 mm

Number of bars = 5

Reinforcement cover = 30.0 mm

Internal forces: M = 0.01 kNm/m; N = -0.30 kN/m; Q = 0.31 kN/m

Cross-section depth h = 0.25 m

#### Dimensioning of back wall - results:

Reinforcement ratio  $\rho = 0.63 \% > 0.14 \% = \rho_{\min}$

Position of neutral axis x = 0.19 m

Ultimate normal force  $N_{Rd} = -2193.67 \text{ kN/m} > -0.30 \text{ kN/m} = N_{Ed}$

Ultimate moment  $M_{Rd} = 57.17 \text{ kNm/m} > 0.01 \text{ kNm/m} = M_{Ed}$

Cross-section is SATISFACTORY.

#### Dimensioning in construction joint 0.10 m below closure wall - input data:

Construction joint is designed from steel-reinforced concrete; design width 1m.

Bar diameter = 20.0 mm

Number of bars = 5

Reinforcement cover = 30.0 mm

Internal forces : M = 0.06 kNm/m; N = -1.02 kN/m; Q = 0.96 kN/m

Cross-section depth h = 0.30 m

#### Dimensioning in construction joint 0.10 m below closure wall - results:

Reinforcement ratio  $\rho = 0.52 \% > 0.14 \% = \rho_{\min}$

Position of neutral axis x = 0.19 m

Ultimate normal force  $N_{Rd} = -2043.48 \text{ kN/m} > -1.02 \text{ kN/m} = N_{Ed}$

Ultimate moment  $M_{Rd} = 127.78 \text{ kNm/m} > 0.06 \text{ kNm/m} = M_{Ed}$

Cross-section is SATISFACTORY.

#### Dimensioning of abutment stem - results:

Reinforcement ratio  $\rho = 0.52 \% > 0.14 \% = \rho_{\min}$

Position of neutral axis x = 0.05 m

Ultimate normal force  $N_{Rd} = -41.16 \text{ kN/m} > -36.30 \text{ kN/m} = N_{Ed}$

Ultimate moment  $M_{Rd} = 138.46 \text{ kNm/m} > 122.10 \text{ kNm/m} = M_{Ed}$

Cross-section is SATISFACTORY.

#### Dimensioning of abutment front key - results:

Reinforcement ratio  $\rho = 0.28 \% > 0.14 \% = \rho_{\min}$

Ultimate moment  $M_{Rd} = 309.51 \text{ kNm/m} > 42.21 \text{ kNm/m} = M_{Ed}$

Cross-section is SATISFACTORY.



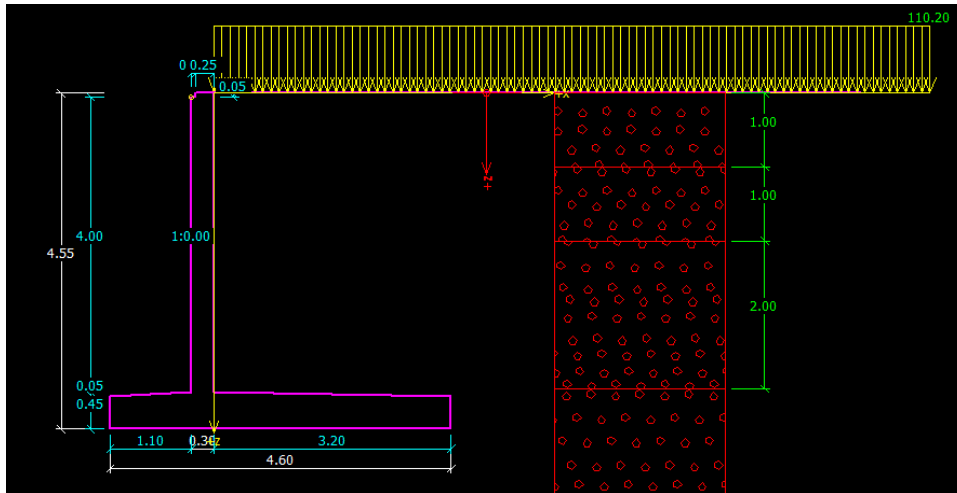


Figura N° 14: Verificación de estabilidad para una altura de 4 metros

Verification of complete wall

**Check for overturning stability**

Resisting moment  $M_{res} = 440.40 \text{ kNm/m}$

Overturning moment  $M_{Ovr} = 118.18 \text{ kNm/m}$

Safety factor = 3.73 > 1.50

Wall for overturning is **SATISFACTORY**

**Check for slip**

Resisting horizontal force  $H_{res} = 104.59 \text{ kN/m}$

Active horizontal force  $H_{act} = 57.66 \text{ kN/m}$

Safety factor = 1.81 > 1.50

Wall for slip is **SATISFACTORY**

**Forces acting at the centre of footing bottom**

Overall moment  $M = 87.98 \text{ kNm/m}$

Normal force  $N = 178.35 \text{ kN/m}$

Shear force  $Q = 57.66 \text{ kN/m}$

Overall check - **ABUTMENT** is **SATISFACTORY**

**Bearing capacity of foundation soil check**

**Eccentricity verification**

Max. eccentricity of normal force  $e = 493.3 \text{ mm}$

Maximum allowable eccentricity  $e_{alw} = 1518.0 \text{ mm}$

Eccentricity of the normal force is **SATISFACTORY**

**Footing bottom bearing capacity verification**

Max. stress at footing bottom  $\sigma = 49.36 \text{ kPa}$

Bearing capacity of foundation soil  $R_d = 100.00 \text{ kPa}$

Safety factor = 2.03 > 1.50

Bearing capacity of foundation soil is SATISFACTORY  
Overall verification - bearing capacity of found. soil is SATISFACTORY

**Dimensioning of back wall - results:**

Reinforcement ratio	$\rho$	=	0.63 %	>	0.14 %	=	$\rho_{\min}$
Position of neutral axis	x	=	0.18 m				
Ultimate normal force	$N_{Rd}$	=	-2061.62 kN/m	>	-0.30 kN/m	=	$N_{Ed}$
Ultimate moment	$M_{Rd}$	=	65.93 kNm/m	>	0.01 kNm/m	=	$M_{Ed}$

Cross-section is SATISFACTORY.

**Dimensioning in construction joint 0.10 m below closure wall - results:**

Reinforcement ratio	$\rho$	=	0.52 %	>	0.14 %	=	$\rho_{\min}$
Position of neutral axis	x	=	0.18 m				
Ultimate normal force	$N_{Rd}$	=	-1821.12 kN/m	>	-1.02 kN/m	=	$N_{Ed}$
Ultimate moment	$M_{Rd}$	=	142.49 kNm/m	>	0.08 kNm/m	=	$M_{Ed}$

Cross-section is SATISFACTORY.

**Dimensioning of abutment stem - results:**

Reinforcement ratio	$\rho$	=	0.52 %	>	0.14 %	=	$\rho_{\min}$
Position of neutral axis	x	=	0.06 m				
Ultimate normal force	$N_{Rd}$	=	-47.73 kN/m	>	-29.10 kN/m	=	$N_{Ed}$
Ultimate moment	$M_{Rd}$	=	139.08 kNm/m	>	84.79 kNm/m	=	$M_{Ed}$

Cross-section is SATISFACTORY.

**Dimensioning of abutment front key - results:**

Reinforcement ratio	$\rho$	=	0.34 %	>	0.14 %	=	$\rho_{\min}$
Ultimate moment	$M_{Rd}$	=	252.14 kNm/m	>	36.14 kNm/m	=	$M_{Ed}$

Cross-section is SATISFACTORY.

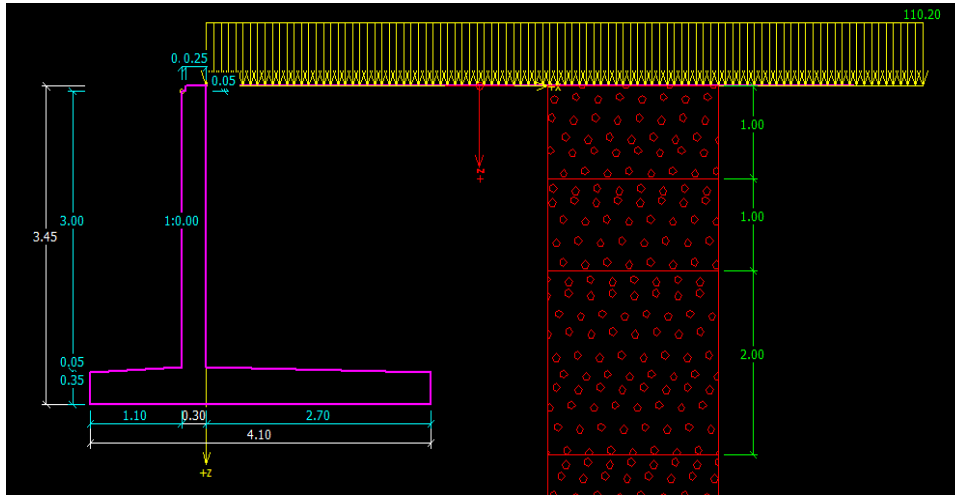


Figura N° 15: Verificación de estabilidad para una altura de 3 metros

Verification of complete wall

**Check for overturning stability**

Resisting moment  $M_{res} = 297.71 \text{ kNm/m}$

Overturning moment  $M_{ovr} = 74.29 \text{ kNm/m}$

Safety factor = 3.91 > 1.50

Wall for overturning is **SATISFACTORY**

**Check for slip**

Resisting horizontal force  $H_{res} = 84.80 \text{ kN/m}$

Active horizontal force  $H_{act} = 46.22 \text{ kN/m}$

Safety factor = 1.83 > 1.50

Wall for slip is **SATISFACTORY**

**Forces acting at the centre of footing bottom**

Overall moment  $M = 51.56 \text{ kNm/m}$

Normal force  $N = 134.14 \text{ kN/m}$

Shear force  $Q = 46.22 \text{ kN/m}$

Overall check - **ABUTMENT is SATISFACTORY**

**Bearing capacity of foundation soil check**

**Eccentricity verification**

Max. eccentricity of normal force  $e = 384.4 \text{ mm}$

Maximum allowable eccentricity  $e_{alw} = 1353.0 \text{ mm}$

Eccentricity of the normal force is **SATISFACTORY**

**Footing bottom bearing capacity verification**

Max. stress at footing bottom  $\sigma = 40.27 \text{ kPa}$

Bearing capacity of foundation soil  $R_d = 100.00 \text{ kPa}$

Safety factor = 2.48 > 1.50

Bearing capacity of foundation soil is **SATISFACTORY**

Overall verification - bearing capacity of found. soil is SATISFACTORY

**Dimensioning of back wall - results:**

Reinforcement ratio	$\rho$	=	0.63 %	>	0.14 %	=	$\rho_{\min}$
Position of neutral axis	x	=	0.17 m				
Ultimate normal force	$N_{Rd}$	=	-1904.21 kN/m	>	-0.30 kN/m	=	$N_{Ed}$
Ultimate moment	$M_{Rd}$	=	75.78 kNm/m	>	0.01 kNm/m	=	$M_{Ed}$

Cross-section is SATISFACTORY.

**Dimensioning in construction joint 0.10 m below closure wall - results:**

Reinforcement ratio	$\rho$	=	0.52 %	>	0.14 %	=	$\rho_{\min}$
Position of neutral axis	x	=	0.17 m				
Ultimate normal force	$N_{Rd}$	=	-1585.36 kN/m	>	-1.02 kN/m	=	$N_{Ed}$
Ultimate moment	$M_{Rd}$	=	156.92 kNm/m	>	0.10 kNm/m	=	$M_{Ed}$

Cross-section is SATISFACTORY.

**Dimensioning of abutment stem - results:**

Reinforcement ratio	$\rho$	=	0.52 %	>	0.14 %	=	$\rho_{\min}$
Position of neutral axis	x	=	0.06 m				
Ultimate normal force	$N_{Rd}$	=	-57.02 kN/m	>	-21.90 kN/m	=	$N_{Ed}$
Ultimate moment	$M_{Rd}$	=	139.95 kNm/m	>	53.75 kNm/m	=	$M_{Ed}$

Cross-section is SATISFACTORY.

**Dimensioning of abutment front key - results:**

Reinforcement ratio	$\rho$	=	0.44 %	>	0.14 %	=	$\rho_{\min}$
Ultimate moment	$M_{Rd}$	=	194.77 kNm/m	>	28.93 kNm/m	=	$M_{Ed}$

Cross-section is SATISFACTORY.

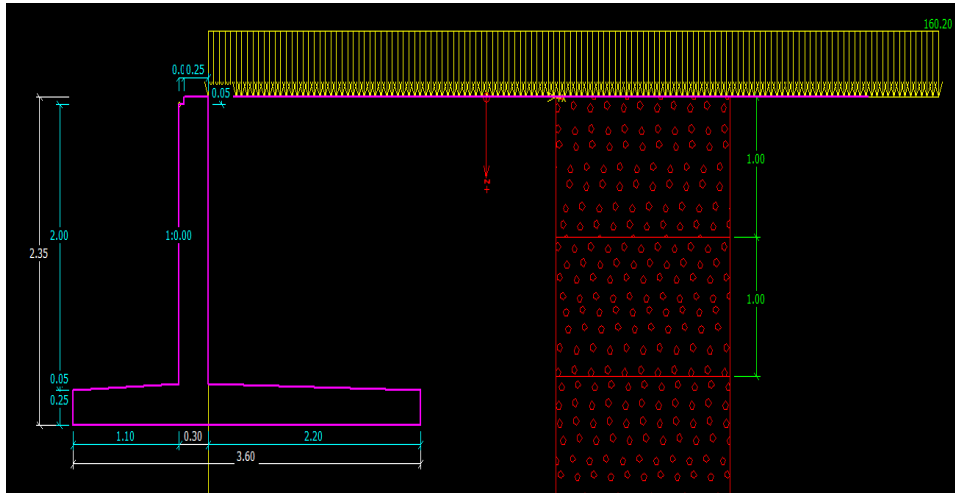


Figura N° 16: Verificación de estabilidad para una altura de 2 metros

Verification of complete wall

**Check for overturning stability**

Resisting moment  $M_{res} = 183.95 \text{ kNm/m}$

Overturning moment  $M_{ovr} = 39.88 \text{ kNm/m}$

Safety factor =  $3.79 > 1.50$

Wall for overturning is **SATISFACTORY**

**Check for slip**

Resisting horizontal force  $H_{res} = 66.72 \text{ kN/m}$

Active horizontal force  $H_{act} = 35.28 \text{ kN/m}$

Safety factor =  $1.89 > 1.50$

Wall for slip is **SATISFACTORY**

**Forces acting at the centre of footing bottom**

Overall moment  $M = 24.59 \text{ kNm/m}$

Normal force  $N = 93.70 \text{ kN/m}$

Shear force  $Q = 35.28 \text{ kN/m}$

Overall check - **ABUTMENT is SATISFACTORY**

**Bearing capacity of foundation soil check**

**Eccentricity verification**

Max. eccentricity of normal force  $e = 262.4 \text{ mm}$

Maximum allowable eccentricity  $e_{alw} = 1188.0 \text{ mm}$

Eccentricity of the normal force is **SATISFACTORY**

**Footing bottom bearing capacity verification**

Max. stress at footing bottom  $\sigma = 30.47 \text{ kPa}$

Bearing capacity of foundation soil  $R_d = 100.00 \text{ kPa}$

Safety factor =  $3.28 > 1.50$

Bearing capacity of foundation soil is **SATISFACTORY**

Overall verification - bearing capacity of found. soil is SATISFACTORY

**Dimensioning of back wall - results:**

Reinforcement ratio	$\rho = 0.63\%$	$> 0.14\%$	$= \rho_{\min}$
Position of neutral axis	$x = 0.16\text{ m}$		
Ultimate normal force	$N_{Rd} = -1699.76\text{ kN/m}$	$> -0.30\text{ kN/m}$	$= N_{Ed}$
Ultimate moment	$M_{Rd} = 87.73\text{ kNm/m}$	$> 0.02\text{ kNm/m}$	$= M_{Ed}$

Cross-section is SATISFACTORY.

**Dimensioning in construction joint 0.10 m below closure wall - results:**

Reinforcement ratio	$\rho = 0.52\%$	$> 0.14\%$	$= \rho_{\min}$
Position of neutral axis	$x = 0.15\text{ m}$		
Ultimate normal force	$N_{Rd} = -1318.18\text{ kN/m}$	$> -1.02\text{ kN/m}$	$= N_{Ed}$
Ultimate moment	$M_{Rd} = 171.81\text{ kNm/m}$	$> 0.13\text{ kNm/m}$	$= M_{Ed}$

Cross-section is SATISFACTORY.

**Dimensioning of abutment stem - results:**

Reinforcement ratio	$\rho = 0.52\%$	$> 0.14\%$	$= \rho_{\min}$
Position of neutral axis	$x = 0.06\text{ m}$		
Ultimate normal force	$N_{Rd} = -71.99\text{ kN/m}$	$> -14.70\text{ kN/m}$	$= N_{Ed}$
Ultimate moment	$M_{Rd} = 141.34\text{ kNm/m}$	$> 28.86\text{ kNm/m}$	$= M_{Ed}$

Cross-section is SATISFACTORY.

**Dimensioning of abutment front key - results:**

Reinforcement ratio	$\rho = 0.60\%$	$> 0.14\%$	$= \rho_{\min}$
Ultimate moment	$M_{Rd} = 137.40\text{ kNm/m}$	$> 21.23\text{ kNm/m}$	$= M_{Ed}$

Cross-section is SATISFACTORY.

### 3.6. PRESUPUESTO

Tabla N° 3: Presupuesto para una H= 5.00m

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Parcial
<b>MATERIALES</b>				
Ud.	Separador homologado para muros	8000	0.16	1.28
Kg	Acero en varillas corrugadas. Grado 60	22 440	2.97	66.65
Kg	Alambre galvanizado, de Ø1.30 mm	0.286	3.16	0.9
M	Tubo PVC, tipo B, de Ø 75 mm y 3mm de grosor, con extremo abocardado	0.050	11.58	0.58
M3	Agua	0.204	4.32	0.88
M3	Arena cribada	0.488	39.65	18.56
M3	Agregado grueo homogeneizado de tamaño máximo 12.5 mm	0.530	53.93	28.58
kg	Cemento gris en sacos	609.585	0.43	262.12
<i>SUB TOTAL</i>				379.55
<b>EQUIPOS</b>				
H	Mezcladora de concreto	0.632	4.62	2.92
<i>SUBTOTAL</i>				2.92
<b>MANO DE OBRA</b>				
H	Operario herrero	0.343	21.08	7.23
H	Oficial herrero	0.436	14.43	6.29
H	Oficial de construcción de obra civil	1.239	13.75	17.04
H	Operario de construcción de obra civil	1.298	20.07	26.05
<i>SUBTOTAL</i>				56.61
<b>HERRAMIENTAS</b>				
%	Herramientas	2000	439.08	8.78
<b>TOTAL</b>				447.86

Después de haber obtenido el volumen del muro de Contención en voladizo que es de 6.60 m3.

Por lo tanto, el precio total del muro en voladizo en ml es de:

$$447.86 \times 6.60 = \text{s/. } 2955.88$$

Tabla N° 4: Presupuesto para una H= 4.00m

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Parcial
<b>MATERIALES</b>				
Ud.	Separador homologado para muros	8000	0.16	1.28
Kg	Acero en varillas corrugadas. Grado 60	22 440	2.97	66.65
Kg	Alambre galvanizado, de Ø1.30 mm	0.286	3.16	0.9
M	Tubo PVC, tipo B, de Ø 75 mm y 3mm de grosor, con extremo abocardado	0.050	11.58	0.58
M3	Agua	0.204	4.32	0.88
M3	Arena cribada	0.488	39.65	18.56
M3	Agregado grueso homogeneizado de tamaño máximo 12.5 mm	0.530	53.93	28.58
kg	Cemento gris en sacos	609.585	0.43	262.12
<i>SUB TOTAL</i>				379.55
<b>EQUIPOS</b>				
H	Mezcladora de concreto	0.632	4.62	2.92
<i>SUBTOTAL</i>				2.92
<b>MANO DE OBRA</b>				
H	Operario fierro	0.343	21.08	7.23
H	Oficial fierro	0.436	14.43	6.29
H	Oficial de construcción de obra civil	1.239	13.75	17.04
H	Operario de construcción de obra civil	1.298	20.07	26.05
<i>SUBTOTAL</i>				56.61
<b>HERRAMIENTAS</b>				
%	Herramientas	2000	439.08	8.78
<b>TOTAL</b>				447.86

Después de haber obtenido el volumen del muro de Contención en voladizo que es de 5.60 m3.

Por lo tanto, el precio total del muro de contención en voladizo en ml es de:

$$447.86 \times 6.60 = \text{s/. } 2508.02$$



Tabla N° 5: Presupuesto para una H= 3.00m

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Parcial
<b>MATERIALES</b>				
Ud.	Separador homologado para muros	8000	0.16	1.28
Kg	Acero en varillas corrugadas. Grado 60	22 440	2.97	66.65
Kg	Alambre galvanizado, de Ø1.30 mm	0.286	3.16	0.9
M	Tubo PVC, tipo B, de Ø 75 mm y 3mm de grosor, con extremo abocardado	0.050	11.58	0.58
M3	Agua	0.204	4.32	0.88
M3	Arena cribada	0.488	39.65	18.56
M3	Agregado grueso homogeneizado de tamaño máximo 12.5 mm	0.530	53.93	28.58
kg	Cemento gris en sacos	609.585	0.43	262.12
<i>SUB TOTAL</i>				379.55
<b>EQUIPOS</b>				
H	Mezcladora de concreto	0.632	4.62	2.92
<i>SUBTOTAL</i>				2.92
<b>MANO DE OBRA</b>				
H	Operario fierro	0.343	21.08	6.03
H	Oficial fierro	0.436	14.43	5.24
H	Oficial de construcción de obra civil	1.239	13.75	17.04
H	Operario vaciado de concreto	0.059	21.08	26.05
h	Oficial especializado en vaciado de concreto	0.354	14.43	5.11
<i>SUBTOTAL</i>				60.71
<b>HERRAMIENTAS</b>				
%	Herramientas	2000	439.08	8.78
<b>TOTAL</b>				452.04

Después de haber obtenido el volumen del muro de Contención en voladizo que es de 4.60 m3.

Por lo tanto, el precio total del muro en voladizo en ml es de:

$$447.86 \times 4.60 = \text{s/. } 2060.16$$

Tabla N° 6: Presupuesto para una H= 2.00m

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Parcial
<b>MATERIALES</b>				
Ud.	Separador homologado para muros	8000	0.16	1.28
Kg	Acero en varillas corrugadas. Grado 60	22 440	2.97	66.65
Kg	Alambre galvanizado, de Ø1.30 mm	0.286	3.16	0.9
M	Tubo PVC, tipo B, de Ø 75 mm y 3mm de grosor, con extremo abocardado	0.050	11.58	0.58
M3	Agua	0.204	4.32	0.88
M3	Arena cribada	0.488	39.65	18.56
M3	Agregado grueso homogeneizado de tamaño máximo 12.5 mm	0.530	53.93	28.58
kg	Cemento gris en sacos	609.585	0.43	262.12
<i>SUB TOTAL</i>				379.55
<b>EQUIPOS</b>				
H	Mezcladora de concreto	0.632	4.62	2.92
<i>SUBTOTAL</i>				2.92
<b>MANO DE OBRA</b>				
H	Operario fierro	0.343	21.08	6.03
H	Oficial fierro	0.436	14.43	5.24
H	Oficial de construcción de obra civil	1.239	13.75	17.04
H	Operario vaciado de concreto	0.059	21.08	26.05
h	Oficial especializado en vaciado de concreto	0.354	14.43	5.11
<i>SUBTOTAL</i>				60.71
<b>HERRAMIENTAS</b>				
%	Herramientas	2000	439.08	8.78
<b>TOTAL</b>				452.04

Después de haber obtenido el volumen del muro de Contención en voladizo que es de 3.60 m3.

Por lo tanto, el precio total del muro en voladizo en ml es de:

$$447.86 \times 3.60 = \text{s/. } 1612.30$$

#### **IV. DISCUSIÓN**

Para el estudio de investigación se tuvo como propósito la determinación de inestabilidad de una pendiente con la influencia de los muros de contención. Sobre todo, en la influencia de la resistencia y costos de los muros.

Para un diagnóstico del tipo de muro que se debe de utilizar fue necesario la observación del terreno, realizar ensayos de laboratorio de suelos y una búsqueda de antecedentes sobre los factores climáticos.

En el caserío de Pueblo nuevo, se encontró un punto vulnerable que está ubicada en la entrada de esta, lo que genera preocupación en caso de una falla por deslizamiento o movimiento del cuerpo del talud. El terreno inclinado que se ubica precisamente en un vía de salida, esta propensa a fallar ya que la carretera que es aledaña no cuenta con la construcción de cunetas y esto provocaría que el terreno se humedezca y provoque una falla por deslizamiento.

El talud tiene como máxima altura 5 metros, se debe considerar que toda la zona de este caserío se encuentra inclinado, nótese en la Figura N° 17.



*Figura N° 17: Inclinación del Terreno*

Mediante testimonios proporcionados por habitantes de esta zona, el problema de deslizamiento de tierra se origina por las lluvias y una mala inclinación de la carretera recién construida.

El diseño realizado en este proyecto fue de dos formas, hoja de cálculo y el programa GEO5, donde concuerdo con Avilés (2014, p.559) cuando menciona

que “los resultados realizados manualmente y por el programa GEO 5 son similares y, la ventaja es el tiempo de respuesta y reportes claros sobre el diseño de muro, así también como su estabilidad”.

Previamente a proyectar el tipo de muro para estabilizar se realizó un análisis, donde se procesa los datos que nos arroja los ensayos de laboratorio de suelos, nótese en la tabla N° 7.

*Tabla N° 7: Criterios a emplear para el análisis*

<i>Calicata</i>	<i>Clasificación SUCS</i>	<i>Peso Especifico tn/m3</i>	<i>Cohesión tn/m2</i>	<i>Angulo de Fricción (°)</i>	<i>Contenido Humedad (%)</i>
<i>C-01</i>	<i>CL</i>	<i>1.782</i>	<i>0.10</i>	<i>25.7</i>	<i>12.25</i>
<i>C-02</i>	<i>CL</i>	<i>1.782</i>	<i>0.10</i>	<i>25.7</i>	<i>12.25</i>

La estratigrafía para este suelo tiene 63.3% de finos, 23.5% de arena y 13.2% de grava, estas características físicas se llegaron a determinar por la extracción de muestra por medio de las calicatas N° 1 y N° 2. Estos criterios nos ayudan a determinar nuestro factor de seguridad del talud. Donde Castillo (2010, p. 89) nos dice que “un talud determinado al aumentar su altura y manteniendo su pendiente, tiende a disminuir.”

## **V. CONCLUSIONES**

## CONCLUSIONES

Teniendo en consideración las pruebas del laboratorio de suelos, el estudio insitu y el uso del software GEO5 hemos llegado a las siguientes conclusiones:

Podemos concluir que la aplicación de una construcción de muros de contención en el caserío Pueblo Nuevo influirá para que el deslizamiento de las masas del suelo tenga fin, ya que es perjudicial para el acceso principal de esta zona.

La resistencia por vuelco y deslizamiento de los muros de contención esta relaciona con un factor de seguridad que debe tener como mínimo 1.50. En el diseño del muro de 5 m de altura tenemos un factor de seguridad de 3.86 y 1.90 > 1.50 siguiendo con el muro de 4m de altura obtuvimos un factor de seguridad de 3.73 y 1.81 > 1.50, lo mismo con el muro de 3m de altura que cuenta con un factor de seguridad de 3.91 y 1.83 > 1.50 y finalmente el de 2m de altura que obtuvo un factor de seguridad de 3.79 y 1.89 >1.50.

Al implementar el uso del software GEO5 muestra que el diseño en voladizo planteado en base a un Predimensionamiento y considerando un factor de seguridad efectuara correctamente el funcionamiento de esta en la zona de estudio.

Podemos concluir que el muro en voladizo es una opción óptima como estabilidad de talud para la carretera Caserío Pueblo Nuevo puesto que sus empujes ejercidos sobre pasan las 10 toneladas y además presenta características de filtraciones.

## **VI. RECOMENDACIONES**



## RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar desarrollando diseños relacionado con la inestabilidad de las pendientes dentro del distrito de Morropon, para obtener vías de tránsito peatonal y vehicular seguras.

Con el fin de asegurar el diseño de los muro en voladizo dentro de la carretera del caserío Pueblo nuevo, se recomienda abordar correctamente el diseño y cantidades estipuladas en de los materiales, así también de renovar los precios para tener un control en la ejecución y funcionamiento correcto de estas.

Con respecto al programa GEO5 es recomendable contar con información básica como el % del contenido de humedad, ángulo de fricción, cohesión, peso específico y una clasificación de SUCS.

De manera de que los estudios de los laboratorios con respecto al análisis de las masas del suelo, se recomienda se realice en consideración a las necesidades puesto que en el distrito de Morropon se cuenta con una variedad de clasificaciones de suelos.

Finalmente, cuando se hace las observaciones en campo debe ser cuidadoso y observado sobre las medidas y datos respectivos. Si es necesario y la zona de estudio se encuentra en una situación crítica, informar a los pobladores y tomar las medidas preventivas del caso.

## REFERENCIAS

AGUILERA, J., SÁNCHEZ, N. y MORASSUTTI, G. Evaluación de ingeniería básica de canalización de cauces de ríos adyacentes a urbanismos. *Revista INGENIERÍA UC*. [En línea]. Diciembre 2015, vol. 22, no. 3. [Fecha de consulta: 25 Mayo 2017]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70745268007> ISSN: 1316-6832

ALVARADO Salazar, Alexis y CORNEJO Guardia, Alfonso. Estabilización de taludes la Costa Verde - Callao Tramo Av. Santa Rosa – Jr. Virú (1.3Km). Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad San Martín de Porres, 2014. 128 pp.

AVILÉS, Javier. Análisis técnico y económico para muros de contención de hormigón armado comparado con muros de gaviones y sistemas de suelo reforzado para alturas  $h=5m$ ,  $h=7m$ ,  $h=10m$ ,  $h=15m$ , para una longitud de 80 metros. Trabajo de titulación (Ingeniero Civil). Quito, Ecuador: Universidad Central de Ecuador, 2014. 730 p.

BORJA, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo, 2012. 38 pp.

CASTILLO Acuña, Ana M. Análisis de efecto a la cohesión aparente en el cálculo en la estabilidad de taludes. Tesis (Licenciatura de Ingeniero Civil). Costa Rica: Universidad de Costa Rica, 2010. 89pp.

CHEN, S., LIANG, G., CHEN, H. y ZHOU, R., 2015. The effects of long-time strong wave condition on breakwater construction. *Revista ScienceDirect*. [en línea]. Octubre 2015, vol. 116, no. 8 [fecha de consulta: 22 Mayo 2017]. Disponible en: <https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi6jbTgqUAhWCVj4KHW3xBQsQFgglMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.sciencedirect.com%2Fscience%2Farticle%2Fpii%2FS1877705815019384&usg=AFQjCNEu6etqrNcU3FBtbbCb9ErcicuLtw>

FERNANDEZ, Martín. Metodología de la Investigación. Caracas: Júpiter, 1998. 323 pp.

GROBLER, D., BELCHER, T., BOUCHER, C. y BARROW, S. Freshwater impact assessment report for the proposed construction of gabions along the western bank of the berg river on the remainder of farm 811 (digteby), paarl. *Revista Blue Science*. [en línea]. Agosto 2016. [Fecha de consulta: 26 Mayo 2017]. Disponible en: <https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiKksXmquLUAhVLeD4KHSwEDgMQFgglMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.gnec.co.za%2Fassets%2Fdocuments>

-review%2Fp340jan16-freshwater-1478254482.pdf&usg=AFQjC  
NGFJK4uJjy9bD\_j1I03CZm3FWK8Q

HUARCAYA, José. Diseño en defensa ribereña de los márgenes del Río Pativilca con altura del Puente Simón Bolívar en Panamericana Norte. Trabajo de titulación (Ingeniero Civil). Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2005. 125 pp.

HUAROTO, Eduardo. Defensas ribereñas en el Río Chillón Tramo: Puente Panamericana – Puente Inca. Trabajo de titulación (Ingeniero Civil). Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 1997. 129 pp.

KERLINGER, Fred. Enfoque conceptual de la Investigación del comportamiento. Madrid: Interamericana, 1981. 335 pp.  
ISBN: 968250771

LAVELL, Allan. (1997). Viviendo en riesgo Comunidades vulnerables y prevención de desastres en América Latina. Bogotá: La Red, 1997. 370 pp.

MONSALVE, Germán. Hidrología en la Ingeniería. 2.<sup>a</sup> ed. México D.F.: Alfaomega, 1999. 382 pp.  
ISBN: 958-682-106-4

MORILLO, Dayana. Aprovechamiento de aguas de los ríos de montaña mediante el uso de estructuras hidráulicas amigables con el medio ambiente para caudales de 1l/s, 2l/s, y 3 l/s. Tesis (Ingeniero Ambiental). Quito, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana, 2013. 115 pp.

NEERMAL, M. (2012). The use of gabions in hydraulic applications.  
Disponibile en: [www.idconline.com/technical\\_references/pdfs/civil\\_engineering/  
The\\_use\\_of\\_gabions\\_in\\_the\\_use\\_of\\_gabions\\_in\\_hydraulic\\_applications.pdf](http://www.idconline.com/technical_references/pdfs/civil_engineering/The_use_of_gabions_in_the_use_of_gabions_in_hydraulic_applications.pdf)

QUILICHE, Jessica. Mitigación del riesgo por inundación del caserío huaquillo mediante la construcción de gaviones tipo caja en la quebrada Timaruca – San Ignacio. Tesis (Ingeniero Civil). Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, 2014. 162 pp.

RODRIGUEZ, Daniel. Defensas Ribereñas con gaviones en el norte del Perú. Trabajo de titulación (Ingeniero Civil). Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2001. 146 pp.

RUIZ, Rodrigo. Control de erosión en áreas de producción petrolera con procesos de evaluación de metodologías de control en el lote 121 sector sur en

la zona del rio napo Loreto – Perú. Tesis (Ingeniero en Ciencias Forestales. Iquitos, Perú: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, 2014. 77 pp.

SORIANO, A. Contención de rellenos: muros, muelles y estribos de puentes. Santander, 1996. 68 pp.

SUAREZ, Jaime. Control de erosiones en zonas tropicales. Colombia, D.F.: División Editorial y de Publicaciones, 2001. 556 pp.  
ISBN: 958-33-2734-4.

TAMAYO, Mario. El proceso de la Investigación científica. México D.F.: Limusa, 1997. 231 pp.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1:  
MATRIZ DE CONSISTENCIA.**

**Título:**

“Análisis de estabilidad de talud empleando Muros de Contención en la carretera Caserío Pueblo Nuevo – Piura 2017”

<b>Problemas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables e Indicadores</b>		
¿Cómo influyen los muros de contención con la estabilidad de Talud en la carretera Caserío Pueblo Nuevo – Piura 2017?	Determinar cómo influyen los muros de contención con la estabilidad de Talud en la carretera Caserío Pueblo Nuevo – Piura 2017.	Los muros de contención influyen con la estabilidad de Talud en la carretera Caserío Pueblo Nuevo – Piura 2017.	Variable Independiente: <b>Muros de contención</b>		
			<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos</b>
			Resistencia	Diseño	Diseño Manual
				Modelamiento	Uso del programa GEO5
¿Cómo influye la resistencia de los muros de contención con la estabilidad de Talud en la carretera Caserío Pueblo Nuevo – Piura 2017?	Determinar cómo influye la resistencia de los muros de contención con la estabilidad de Talud en la carretera Caserío Pueblo Nuevo – Piura 2017.	La resistencia de los muros de contención influye con la estabilidad de Talud en la carretera Caserío Pueblo Nuevo – Piura 2017.	Costo	Análisis de presupuesto	Excel
			Variable Dependiente: <b>Estabilidad de Talud</b>		
			<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos</b>
¿Cómo influye el costo de los muros de contención con la estabilidad de Talud en la carretera Caserío Pueblo Nuevo – Piura 2017?	Determinar cómo influye el costo de los muros de contención con la estabilidad de Talud en la carretera Caserío Pueblo Nuevo – Piura 2017.	El costo de los muros de contención influye con la estabilidad de Talud en la carretera Caserío Pueblo Nuevo – Piura 2017.	Estudio de Suelo	Ensayos	Ensayo de Proctor Estándar
			Características Físicas	Estratigrafía	Visualización
				Factores Climáticos	



**ANEXO 2:**  
**PANEL FOTOGRÁFICO DEL ENSAYO DE PROCTOR ESTANDAR Y**  
**CORTE DIRECTO**



Tamices para la granulometría



Tamizado de la muestra



Muestra para el Corte Directo



Ensayo del Corte Directo



Muestra para Corte Directo, granulometría y Proctor estándar

**ANEXO 3:**

**PANEL FOTOGRÁFICO DE RECOLECCIÓN DE MUESTRA**



Calicata N°1



Ancho de la Calicata N° 1 fue de 1 metro



Profundidad de la calicata fue de un 1 metro



Calicata N°2



Ancho de la Calicata N° 2 fue de un metro



Lugar del estudio