

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE TECNOLOGIA  
CARRERA DE CONSTRUCCIONES CIVILES**



**TRABAJO DE APLICACIÓN DE EXAMEN DE GRADO PARA LA  
OBTENCION DEL GRADO DE LICENCIATURA**

**MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN CICLOPEO Y HORMIGÓN  
ARMADO, ZONA ACHUMANI PROLONGACIÓN CALLE 29**

**POSTULANTE: UNIV. JIMENA COLQUE MARCA**

**LA PAZ – BOLIVIA**

## **DEDICATORIA**

- A DIOS PADRE
- A MIS PADRES POR HABERME  
FORJADO COMO LA PERSONA  
QUE SOY EN LA ACTUALIDAD  
POR BRINDARME SU AMOR Y  
APOYO INCONDICIONAL.
- A TODOS MIS HERMANOS Y  
AMIGOS QUE ESTUVIERON  
AHÍ CERCA PARA DARME SU  
APOYO.

**A TODOS ELLOS LES DEDICO ESTE  
TRABAJO DE GRADO**

## **AGRADECIMIENTO**

El principal agradecimiento es a Dios quien me ha guiado y me ha dado la fortaleza para seguir adelante.

A mi familia por su comprensión y estímulo constante.

A mi compañero de vida al Lic. Jorge Antonio Rivero Alvarez quien estuvo siempre a mi lado para darme su apoyo incondicional.

A mis Docentes por brindarme todos sus conocimientos todo el trayecto de la carrera

## INDICE GENERAL

### MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN CICLOPEO Y HORMIGÓN

### ARMADO, ZONA ACHUMANI PROLONGACIÓN CALLE 29

1.- INTRODUCCIÓN .....	2
2.- PROBLEMÁTICA GENERAL .....	2
3.- OBJETIVOS .....	3
3.1.- OBJETIVO GENERAL .....	3
3.2.- OBJETIVO ESPECÍFICO .....	3
4.- JUSTIFICACIONES .....	3
4.1.-JUSTIFICACIÓN SOCIAL .....	3
4.2.-JUSTIFICACIÓN TÉCNICA .....	4
5.- LÍMITES Y ALCANCES .....	4
5.1.- LÍMITES .....	4
5.2.-ALCANCES .....	4
6.- FUNDAMENTO TEÓRICO .....	5
6.1.- ANÁLISIS ESTRUCTURAL .....	5
6.2. PRINCIPIOS ESTRUCTURALES .....	5
7.-TIPOLOGÍA GENERAL DE LOS MUROS .....	6
8.-DESIGNACIONES MURO CONTENCIÓN .....	6
Figura N°1.....	7
9.-TEORÍAS .....	7

9.1.-FORMULA DE RANKINE .....	7
9.2.-TEORIA DE COULOMB .....	7
9.3.-METODO PONCELET .....	8
9.4.-METODO REBHAN .....	8
10.-EMPUJES .....	8
10.1.-EMPUJE ACTIVO.....	8
10.2.-EMPUJE PASIVO .....	8
10.3.-CARGAS Y SOBRECARGAS ACTUANTES SOBRE EL TERRENO.....	9
10.3.1.-CARGA UNIFORMEMENTE REPARTIDA.....	9
10.3.4.-EMPUJE PRODUCIDO POR LA COMPACTACION DEL TERRENO .....	9
10.3.5.-POR INFILTRACION DE AGUA EN EL TERRENO.....	9
11.-FUNCIONAMIENTO Y FALLOS.....	10
11.1.-DESLIZAMIENTO.....	10
11.2.-ROTURA DEL ALZADO .....	10
11.3.-VUELCO.....	11
11.5.-HUNDIMIENTO .....	12
12.-TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN .....	13
12.1.- MUROS DE CONTENCIÓN DE GRAVEDAD .....	13
Figura N°9.....	14
12.2.-MUROS DE CONTENCIÓN DE SEMIGRAVEDAD .....	14
12.3.- MUROS DE CONTENCIÓN EN VOLADIZO .....	14
figuraN°11 .....	15

12.4.-MUROS DE CONTENCIÓN CON CONTRAFUERTE	15
Figura N°12	15
12.5.-GAVIONES	16
13.- MARCO PRACTICO	17
13.1 UBICACIÓN	17
Figura N° 14	17
13.2 DESCRIPCION FOTOGRAFICA	17
Figura N°15	17
Figura N°16	18
13.3 METODOLOGIA DEL TRABAJO	18
13.4. APLICACION	18
13.5. VERIFICACION DEL MURO DE CONTENCIÓN M1 DE HORMIGON CICLOPEO	19
13.6. DETERMINANDO EL COEFICIENTE ACTIVO	19
13.7. DETERMINANDO LA DIMENSION DE $h_1$ Y $h_2$	19
13.8. DETERMINANDO LAS PRESIONES SOBRE EL RESPALDO DEL MURO DE $H^{\circ}C^{\circ}$	20
13.5. PRIMER ESTRATO	20
13.9. DETERMINACION DE EMPUJES SOBRE EL RESPALDO DEL MURO	21
13.10. DETERMINACION DE MOMENTOS DE VOLTEO	22
13.11. DETERMINACION DE LA UBICACIÓN DE LA RESULTANTE DE EMPUJES	22
13.12. DETERMINACION DE EMPUJES PASIVOS	22

13.13. DETERMINAMOS PRESIONES.....	23
13.14. DETERMINAMOS EMPUJES PASIVOS .....	23
13.15. DETERMINACIÓN DEL MOMENTO ESTABILIZADOR.....	24
MOMENTOS RESISTENTES .....	25
13.16. DETERMINAMOS MOMENTO DE LA FUERZA POSITIVA.....	25
13.17. MOMENTO RESULTANTE.....	26
13.18. POSICION DE LA RESULTANTE .....	26
13.19. EXCENRICIDAD.....	26
13.20. *VERIFICACION A EFECTOS DE VOLTEO .....	26
13.21. *VERIFICACION A EFECTOS DE DESLIZAMIENTO .....	27
14.- VERIFICACION DE LOS MURO M2 Y M3 DE HORMIGÓN CICLOPEO.....	28
14.1. DETERMINANDO EL COEFICIENTE ACTIVO .....	28
14.2. DETERMINANDO LA DIMENSION DE h1 Y h2.....	28
14.3. DETERMINANDO LAS PRESIONES SOBRE EL RESPALDO DEL MURO DE <i>H°C°</i> .....	29
14.4. PRIMER ESTRATO .....	29
14.6. DETERMINACION DE EMPUJES SOBRE EL RESPALDO DEL MURO.....	30
14.7. DETERMINACION DE MOMENTOS DE VOLTEO .....	30
14.8. DETERMINACION DE LA UBICACIÓN DE LA RESULTANTE DE EMPUJES31	
14.9. DETERMINACION DE EMPUJES PASIVOS .....	31
14.10. DETERMINAMOS PRESIONES.....	31
14.11. DETERMINAMOS EMPUJES PASIVOS .....	32

14.12. DETERMINACIÓN DEL MOMENTO ESTABILIZADOR.....	32
14.15. DETERMINAMOS MOMENTO DE LA FUERZA POSITIVA.....	34
14.16. MOMENTO RESULTANTE.....	35
13.17. POSICION DE LA RESULTANTE .....	35
14.18. EXCENRICIDAD.....	35
14.19. *VERIFICACION A EFECTOS DE VOLTEO .....	35
14.20. *VERIFICACION A EFECTOS DE DESLIZAMIENTO .....	36
14.22. *VERIFICACION A EFECTOS DE HUNDIMIENTO.....	36
15.-VERIFICACIÓN DEL MURO M4 DE HORMIGÓN ARMADO .....	37
15.1 DETERMINANDO LA MAGNITUD DE EMPUJE ACTIVO .....	37
15.2. COMPONENTES RECTANGULARES DEL EMPUJE ACTIVO Y $M_v$ .....	37
15.3. MOMENTO DE VOLTEO DEBIDO AL EMPUJE .....	38
15.4. DETERMINANDO LA MAGNITUD DE LA FUERZA VERTICAL RESULTANTE Y LA INTENSIDAD DE MOMENTO ESTABILIZADOR.....	38
15.5. LOCALIZACION DE LA RESULTANTE Y LA EXCENRICIDAD .....	38
15.6. VERIFICACION DE CONDICION DE ESTABILIDAD DEL MURO DE H°A°...	39
15.7. Verificación a efectos de volteo .....	39
15.8. Verificación a efectos de deslizamiento .....	39
15.9. Verificación a efectos de hundimiento .....	40
16.-COMCLUSIONES.....	41
17.- RECOMENDACIONES .....	42
18.- BIBLIOGRAFÍA.....	43



19.- ANEXOS.....	44
19.1 PLANOS.....	46
19.2 LABORATORIOS .....	48



## RESUMEN

El presente trabajo de aplicación se enfoca en muros de contención de hormigón ciclópeo y hormigón armado, zona achumani prolongación calle 29 que basado en el estudio de suelos podemos decir que tipo de muro de contención podemos realizar en los distintos lugares de la ciudad de la paz mediante los ensayos de laboratorio encontramos datos así para hacer el respectivo análisis para el cálculo del muro que corresponde El trabajo, se centró en dar una verificación de muros de contención de hormigón ciclópeo y hormigón armado en la zona de achumani prolongación calle 29 obteniendo así la resistencia de muros



# **MURO DE CONTENCION DE HORMIGON CICLOPEO Y HORMIGON ARMADO, ZONA ACHUMANI PROLONGACION CALLE 29**

## **1.- INTRODUCCION**

El presente trabajo de aplicación tiene por objetivo realizar la verificación a la estabilidad de volteo, desplazamiento horizontal y verificación al hundimiento de los muros de contención de hormigón ciclópeo y de hormigón armado de la zona de achumani prolongación calle 29, ubicado en la ciudad de La Paz el cual responde a cálculos por el método de RANKINE.

Los muros de contención son estructuras que proporcionan estabilidad al terreno natural u otro material cuando se modifica su talud natural. Los muros de contención deben ser diseñados para resistir el volteo, deslizamiento y hundimiento dado que se trata de un elemento de sostenimiento de un determinado suelo, la construcción de un muro de contención es de interés social. En el caso de un deslizamiento de tierra el muro ejerce una fuerza para contener la masa inestable y transmite esa fuerza hacia una cimentación o zona de anclaje por fuera de la masa susceptible de moverse.

## **2.- PROBLEMÁTICA GENERAL**

En este trabajo de aplicación, se verificará los muros de contención de hormigón ciclópeo y armado por existir los diferentes métodos se hará la verificación de estos muros por el método de RANKINE. Con el fin de estabilizar los suelos que estén en un estado de falla del suelo o el peligro de derrumbe en un corto o a largo plazo.

Daremos todos los datos del suelo y el material para la verificación del muro de contención para los muros de contención de hormigón ciclópeo y hormigón armado y así considerar el empuje del suelo, como las cargas repartidas considerando cargas vivas y muertas en el talud como en una avenida en el caso de este trabajo, también las cargas puntuales si existiera una fuerza de una zapata de viviendas que se encuentra en dicho suelo y este que esta fuerza actúa como una carga puntual, y como último el nivel freático para las fuerzas hidrostáticas que generan al muro de contención.



### **3.- OBJETIVOS**

#### **3.1.- OBJETIVO GENERAL**

Diseñar defensas en el suelo con un muro de hormigón ciclópeo y hormigón armado para estabilizar el terreno y reducir riesgos para dar la seguridad a las personas que habitan en la zona.

#### **3.2.- OBJETIVO ESPECIFICO**

Determinar propiedades de los suelos a través de ensayos de laboratorio.

Verificación de las dimensiones necesarias del muro ya sea el de hormigón ciclópeo o el del hormigón armado.

Reducir los niveles de vulnerabilidad de los asentamientos urbanos ubicados en laderas de La paz Bolivia por ejemplo expuestos a peligros (deslizamientos, sismos, etc.).

### **4.- JUSTIFICACIONES**

#### **4.1.-JUSTIFICACION SOCIAL**

Dado que se trata de un elemento de sostenimiento de un determinado suelo, la construcción de un muro de contención es de interés social, con cálculo y diseño y al final su construcción que permitirá fomentar estrategias que generan empleo en el lugar y mano de obra en el proceso constructivo en los muros de contención.

El cálculo y diseño podría generar sistemas de prevención, en los que los futuros propietarios de viviendas colindantes se conviertan en futuros beneficiarios participen en estos proyectos generan mejoras en la calidad de vida de ellos mismos y sus familias.



## **4.2.-JUSTIFICACION TECNICA**

Este punto es la parte académica que dará una solución y realizará todos los casos que se puedan dar en un diseño estructural para dimensionamiento de un muro de Hormigón Ciclópeo y Hormigón Armado.

Al construir no solo es conservar la estabilidad de suelos en lugares arquitectónicos o turísticos y otros más que sea evolucionado atreves del tiempo hasta nuestros días, pasando desde muros de tierra hasta las técnicas actuales de muros prefabricados de hormigón y de otros materiales.

Los materiales para este diseño son los de hormigón armado y ciclópeo, un muro que también tiene que ser considerado para los efectos de las fuerzas sismos resistentes y la resistencia al fuego. En la actualidad se han desarrollado trabajos por parte de diferentes profesionales del área de la construcción donde se mejoran las técnicas de producción y construcción.

## **5.- LIMITES Y ALCANCES**

### **5.1.- LIMITES**

Solo tomaremos un sistema de cálculo para el cálculo de este trabajo de aplicación por el Teorema de Rankine.

### **5.2.-ALCANCES**

Solo se calculará el muro de contención de Hormigón Ciclópeo y Armado Verificaciones si hay la existencia de fuerzas externas de diseño como el agua (nivel freático), cargas repartidas y puntuales y otros problemas por deslizamiento de suelos. Sistema de unidades es el sistema internacional y el sistema métrico.



## 6.- FUNDAMENTO TEORICO

### 6.1.- ANÁLISIS ESTRUCTURAL

El Análisis estructural se refiere al uso de las ecuaciones de la resistencia de materiales para encontrar los esfuerzos internos, deformaciones y tensiones que actúan sobre una estructura resistente, como edificaciones o esqueletos resistentes de maquinaria. Igualmente, el análisis dinámico estudiaría el comportamiento dinámico de dichas estructuras y la aparición de posibles vibraciones perniciosas para la estructura.

Una vez conocidas las características del suelo donde se emplazará el muro de contención, se debe proceder al diseño del mismo. Un diseño adecuado debe considerar los siguientes aspectos:

- Los componentes del muro deben ser capaces de resistir los esfuerzos de corte y momento internos generados por las presiones del suelo y demás cargas.
- El muro debe ser seguro contra un desplazamiento lateral.
- El muro debe ser seguro contra un posible volcamiento.
- Las presiones no deben sobrepasar la capacidad de soporte del piso de fundación.

### 6.2. PRINCIPIOS ESTRUCTURALES

Debe entenderse como una carga estructural aquella que debe ser incluida en el cálculo de los elementos mecánicos (fuerzas, momentos, deformaciones, desplazamientos) de la estructura como sistema y/o de los elementos que la componen. Las cargas estructurales son generalmente clasificadas como: cargas muertas que actúan de forma continua y sin cambios significativos, pertenecen a este grupo el peso propio de la estructura, empujes de líquidos (como en un dique) o sólidos (como el suelo en un muro de contención), tensores (como en puentes), esfuerzo, asentamientos permanentes; cargas vivas que son aquellas que varían su intensidad con el tiempo por uso o exposición de la estructura, tales como el tránsito en puentes, cambios de temperatura, maquinaria (como una prensa), acumulación



de nieve o granizo, etc.; cargas accidentales que tienen su origen en acciones externas al uso de la estructura y cuya manifestación es de corta duración como lo son los eventos sísmicos o ráfagas de viento.

Vulnerabilidad. - La vulnerabilidad es el grado de pérdida de un elemento, unidad social o medios de vida, como resultado de la ocurrencia de un fenómeno natural de una magnitud dada.

Peligro. - Es un fenómeno de origen natural o antrópico potencialmente perjudicial, que pueda causar la pérdida de vidas, daños materiales, Programa de Gestión Territorial interrupción de la actividad socio-económica o degradación del medio ambiente. El nivel de peligro depende de la intensidad, localización, área de impacto, duración y periodo de retorno del fenómeno peligroso.

Riesgo. - Para la estimación del nivel de riesgo al que está expuesto cada unidad física se analizará independientemente los “peligros” a las que está expuesta cada unidad física y su nivel de “vulnerabilidad” ante tales peligros, para luego hallar el riesgo mediante las fórmulas.

## **7.-TIPOLOGIA GENERAL DE LOS MUROS**

El carácter fundamental de los muros es el servir de elemento de contención de un terreno, que en unas ocasiones es un terreno natural y en otras un relleno artificial. En la situación anterior, el cuerpo del muro trabaja esencialmente a flexión y la compresión vertical debida a su peso propio es generalmente despreciable.

Sin embargo, el muro desempeña una segunda misión que es la de transmitir cargas verticales al terreno, en una función de cimiento.

La carga vertical puede ser producida también por uno o varios forjados apoyados sobre el muro y por pilares que apoyen en su coronación transmitiendo las cargas de las plantas superiores.

## **8.-DESIGNACIONES MURO CONTENCION**

Tomando los casos comunes emplearemos las designaciones que se indica en la figura:

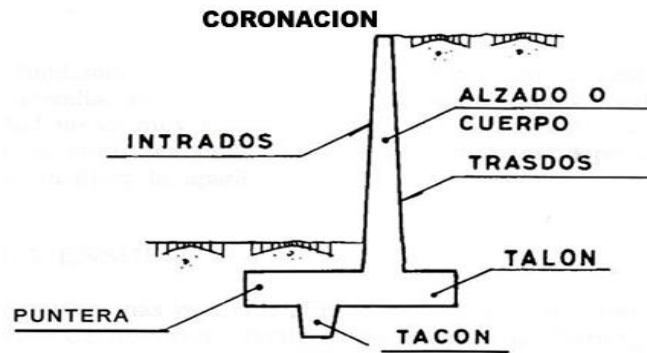


Figura N°1  
 Fuente: Propia

## 9.-TEORIAS

### 9.1.-FORMULA DE RANKINE

La fórmula de Rankine da de una forma inmediata el valor de empujes de tierras sobre un muro cuando este tiene el trasdós vertical. Por lo que cuando el caso sea este no se dudará en aplicar la teoría de Rankine por su simplicidad. En relación con el empuje pasivo cabe decir, sin merma de lo que posteriormente se indicara, que también puede calcularse dicho empuje por la fórmula de Rankine.

$$E_a = \gamma \frac{H^2}{2} \cos \lambda \frac{\cos \lambda - \sqrt{\cos^2 \lambda - \cos^2 \varphi}}{\cos \lambda + \sqrt{\cos^2 \lambda - \cos^2 \varphi}}$$

### 9.2.-TEORIA DE COULOMB

Esta teoría supone la existencia de un plano de rotura. Es por tanto una teoría en rotura que supone la existencia de una superficie de deslizamiento del terreno que partiendo de la arista interior del trasdós del muro llega a la superficie del terreno.





### **9.3.-METODO PONCELET**

El método de poncelet es un camino extraordinario simple para obtener de una forma fácil de empuje sobre un muro determinado.

El método consiste en conocidos, como en todos los métodos, los valores, obtener el plano de deslizamiento; una vez obtenido este plano se obtiene fácilmente el empuje activo.

### **9.4.-METODO REBHAN**

Para una mejor interpretación del método rebhan y para la utilización de una fórmula que se dará, pasamos a efectuar un breve comentario sobre las sobrecargas lineales. Sea un muro que se encuentra conteniendo tierras cuyo peso específico es dato por las tablas que a su vez se haya una sobrecarga repartida por todas ellas su peso propio se homogeneizar las alturas.

## **10.-EMPUJES**

Se denomina empuje a la acción que las tierras ejercen sobre el muro. Los empujes pueden ser activos y pasivos.

### **10.1.-EMPUJE ACTIVO**

Es el que ejerce la tierra que es sostenida por el muro y que para dicho fin se contribuye este.

### **10.2.-EMPUJE PASIVO**

El empuje pasivo contrarresta la acción del empuje activo y es el producido por un terreno que absorbe la acción activa, y es el producido por un terreno que absorbe la acción producida por la estructura.

Como el empuje pasivo puede comenzar a actuar cuando el muro haya sufrido un pequeño corrimiento, se debe tener en cuenta y observar este fenómeno, cuando en



los cálculos se hayan contado con dicho empuje para mantener la estabilidad de la estructura proyectada.

### 10.3.-CARGAS Y SOBRECARGAS ACTUANTES SOBRE EL TERRENO

#### 10.3.1.-CARGA UNIFORMEMENTE REPARTIDA

Se supone indefinida en el sentido del muro y de valor  $Q$  por unidad de longitud de talud tal como indica la figura.

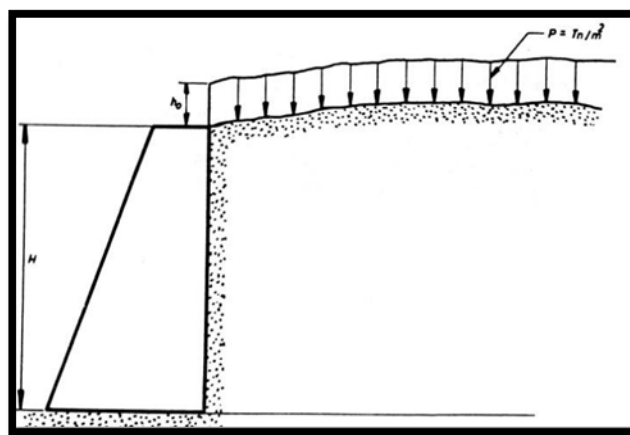


Figura N°2

Fuente: [www.slide share.net](http://www.slide share.net)

#### 10.3.4.-EMPUJE PRODUCIDO POR LA COMPACTACION DEL TERRENO

En algunos casos los probables asentamientos futuros del relleno debido a su propio peso carecen de importancia, pero frecuentemente no ocurre así, y para controlar tales asentamientos se recurre a la compactación del terreno. El empleo de compactadores pesados puede conducir a una sobre compactación que produzca presiones superiores a las correspondientes al empuje activo.

#### 10.3.5.-POR INFILTRACION DE AGUA EN EL TERRENO

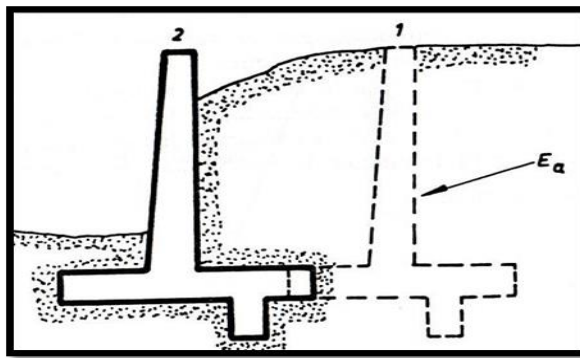
La presencia de agua en el terreno o relleno, bien por la acción de la lluvia, bien por infiltraciones subterráneas, afecta la manera importante a todo sobre el tipo de material si es permeable o de baja permeabilidad o si sobrepasa la capacidad de drenaje en este caso aumenta la presión hidrostática.



## 11.-FUNCIONAMIENTO Y FALLOS

### 11.1.-DESLIZAMIENTO

Como consecuencia del empuje activo de las tierras y si el tacón y la puntera no están bien diseñados, así como toda la base cara a un estudio del rozamiento como el suelo el muro tiende a desplazarse en el sentido que le obliga el empuje activo. La solución de este caso consiste en aumento del tacón, del grueso de la puntera del total.



Fuente: [www.slide share.net](http://www.slide share.net)

### 11.2.-ROTURA DEL ALZADO

La rotura del alzado se produce cuando no se ha calculado bien la armadura de unión del alzado con la base. En la sección indicada aparecen un momento y un esfuerzo cortante que puedan producir efectos importantes si no se han tenido en cuenta. La solución de este fallo se logra con la colocación de la armadura necesaria a los efectos del cálculo.

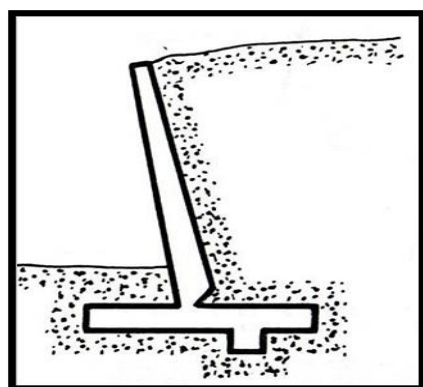


Figura N° 4

Fuente: [www.slide share.net](http://www.slide share.net)

### 11.3.-VUELCO

Observando la figura se aprecia fácilmente que la puntera ejerce una acción intensa sobre el terreno, si resulta que dicha acción en ese lugar supera la resistencia mecánica del terreno, la puntera produce un asiento del terreno y tiende a provocar el vuelco el muro tal como se ha indicado en la figura. La solución para estos casos es un aumento de la superficie de asiento de la puntera, ya que cuanto mayor sea la superficie de la puntera menos presión ejercerá sobre el terreno.

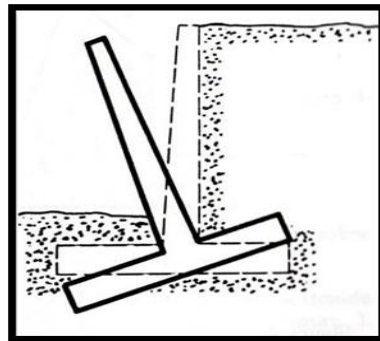


Figura N°5

### 11.4.-ROTURAS DE LA APUNTERA Y DEL TALÓN

La puntera y el talón, sino han sido armados de acuerdo con los resultados obtenidos del estudio de sus esfuerzos, pueden resultar dañadas mediante grietas que llevaran la rotura de piezas tal como se indica en la figura.

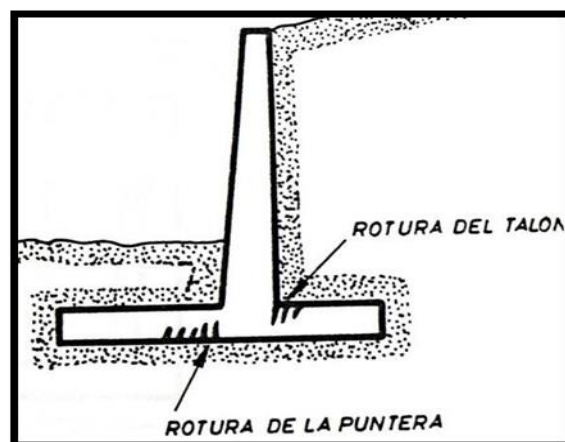


Figura N°6



## 11.5.-HUNDIMIENTO

Este fallo se produce cuando confiamos en que la resistencia del terreno asienta el muro es uniforme en toda su profundidad. Sin embargo, esto no es siempre cierto, sucede que en la auscultación en un terreno puede dar que a cierta profundidad tenga una determinada resistencia, capacidad de soportar un esfuerzo, y que sin embargo profundizado un simple metro esta capacidad haya disminuido, por lo que esto es lo que produce fallo por asiento general. Como norma debe proveerse un fallo de este tipo cuando profundizado una vez y medida la altura del muro se encuentre una capa más débil que la de cimiento.

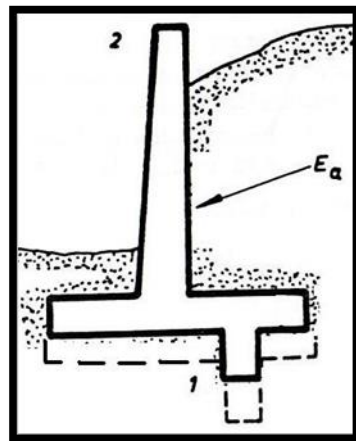


Figura N°7

Fuente: [www.slide share.net](http://www.slide share.net)

## 11.6.-DRENAJE

Los muros de contención deberán estar protegidos por un sistema de drenaje pluvial, a base de cunetas y alcantarillas.

De igual modo, el muro deberá ser permeable y permitir así, el paso del agua través de él, mediante un sistema de tuberías.

Mejorar el sistema de eliminación de las aguas servidas.

Evitan que las aguas superficiales lleguen a la zona próximas al talud como para que su Infiltración directa o por grietas del terreno produzca una elevación significativa del nivel Freático y por lo tanto de las presiones intersticiales.

Evitan en lo posible los efectos erosivos de las aguas de escorrentía sobre la superficie del Talud.

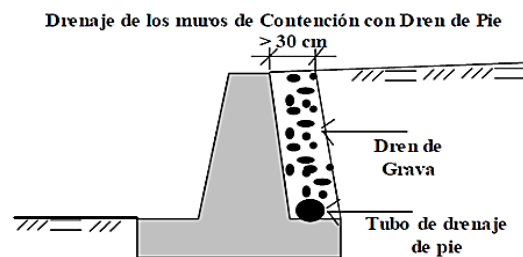


Figura 10

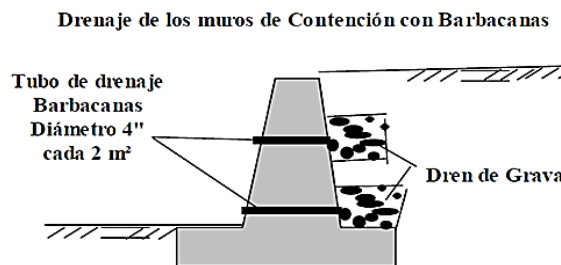


Figura N°8

## 12.-TIPOS DE MUROS DE CONTENCIÓN

Se pueden agrupar en cuatro clasificaciones:

1. Muros de contención de gravedad
2. Muros de contención de semigravedad
3. Muros de contención en voladizo
4. Muros de contención con contrafuertes

### 12.1.- MUROS DE CONTENCIÓN DE GRAVEDAD

Son aquellos contruidos de concreto ciclópeo y su estabilidad está ligada al peso propio de este y al suelo sobre el que se apoya. Generalmente estos muros son diseñados para alturas moderadas de baja calidad y llevan concreto

Se construyen con hormigón simple o mampostería de piedra, dependen de su propio peso y el del suelo que descansa sobre la mampostería para su estabilidad. Este tipo de construcción no es económica para muros altos.

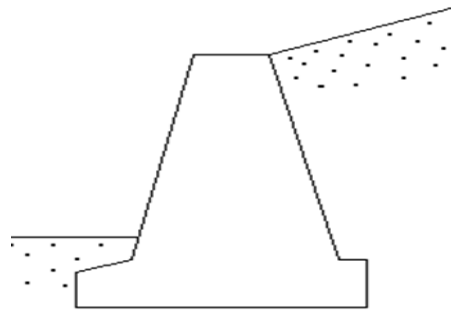


Figura N°9

## 12.2.-MUROS DE CONTENCIÓN DE SEMIGRAVEDAD

Muros de contención de gravedad donde para minimizar el tamaño de las secciones se utilizan pequeñas cantidades de acero.

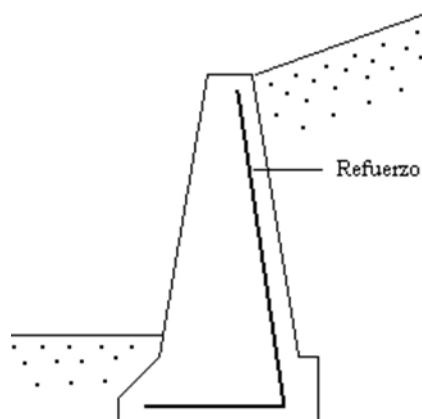
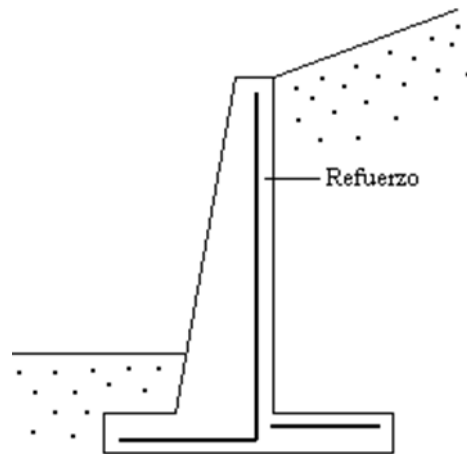


Figura N°10

## 12.3.- MUROS DE CONTENCIÓN EN VOLADIZO

Estos muros, también llamados en cantiléver o en ménsula, son aquellos construidos con concreto armado y están compuestos básicamente por un muro delgado y una losa o zapata de base. Estos muros resisten el empuje de tierra y logran la estabilidad debido a su forma en "T", de manera que la tierra ubicada en la parte posterior de la zapata ayuda a contrarrestar el vuelco y aumenta la fricción entre el suelo y la estructura lo que genera mayor seguridad frente al deslizamiento. A diferencia de los muros de gravedad, este tipo de muros deben asegurar tanto suficiente estabilidad externa como también interna, debido a que la carencia de esto concluiría en la falla del suelo y la falla propia del muro, respectivamente. Estos

muros se consideran más económicos que los de gravedad hasta una altura de aproximadamente 8m.



figuraNº11  
fuente: [www.slide share.net](http://www.slide share.net)

#### 12.4.-MUROS DE CONTENCIÓN CON CONTRAFUERTES

Son similares a los muros en voladizo. Pero a intervalos regulares tienen losas verticales delgadas de hormigón conocidas como contrafuertes que unen entre sí el muro con la losa de la base. La finalidad de estos contrafuertes es reducir las fuerzas cortantes y los momentos flexionantes.



Figura Nº12





## 12.5.-GAVIONES

Son paralelepípedos rectangulares contruidos a base de un tejido de alambre de acero, el cual lleva tratamientos especiales de protección como la galvanización y la plastificación. El relleno es piedra de canto rodado o piedra chancada con determinado tamaño y peso específico.



Figura N°13

Fuente: [www.slide share.net](http://www.slide share.net)

Puede ser utilizado para sostener un relleno estabilizador en un talud de carretera  
Los muros de gaviones trabajan por gravedad.

Sus dimensiones más frecuentes son:

- Longitud 2 a 4 m
- Altura: 0.3 a 1 m
- Ancho: 1 m

La gran resistencia mecánica de la malla metálica garantiza que esta no se desarme o rompa manteniendo sin embargo la flexibilidad para las posibles deformaciones.

La galvanización pesada de los alambres, así como el revestimiento de P.V.C. permiten una gran durabilidad.

## 13.- MARCO PRACTICO

### 13.1 UBICACIÓN

El proyecto se realizará en la ciudad de La Paz en el macro distrito Sur en la prolongación calle 29 de achumani



Figura N° 14

### 13.2 DESCRIPCION FOTOGRAFICA



Figura N°15  
Fuente: elaboración propia



Figura N°16  
Fuente: elaboración propia

### 13.3 METODOLOGIA DEL TRABAJO

El presente trabajo de aplicación verificación a la estabilidad de volteo, desplazamiento horizontal y verificación al hundimiento de los muros de contención de hormigón ciclópeo y de hormigón armado de la zona de achumani prolongación calle 29, ubicado en la ciudad de La Paz por la aplicación es una investigación aplicada.

Esta metodología tendrá la siguiente desagregación:

Elección del método y modalidad en función del objetivo y circunstancias.

Inspección visual de reconocimiento del área de trabajo.

### 13.4. APLICACION

Para el desarrollo del trabajo se dará los siguientes datos:

Datos del terreno o suelo

$\Phi$  Angulo de corte del suelo =  $38^\circ$

Peso específico del suelo=  
1,80ton/m<sup>3</sup>

Cohesión del suelo= 0,20 kg/cm<sup>2</sup>



### 13.5. VERIFICACION DEL MURO DE CONTENCION M1 DE HORMIGON CICLOPEO

- $h=4.47 \text{ m}$
- $h_z = 0,8 \text{ m}$
- $H= 5,50 \text{ m}$
- $b_o = 0,40 \text{ m}$
- $b = 1,20 \text{ m}$
- $b_1 = 0,60 \text{ m}$
- $b_2 = 0,60 \text{ m}$
- $B = 3,30 \text{ m}$

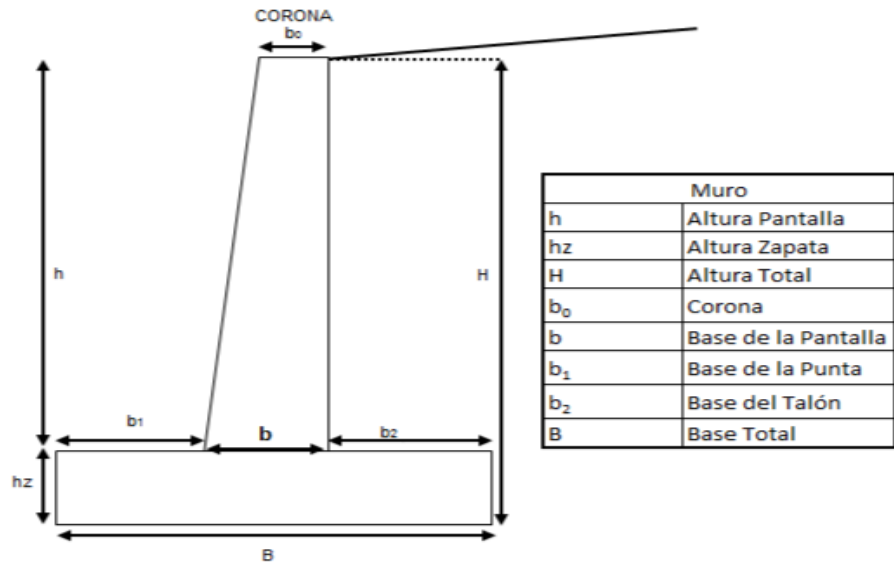


figura N°17

### 13.6. DETERMINANDO EL COEFICIENTE ACTIVO

$$K_{a1} = tg^2 \left( 45 - \frac{\theta}{2} \right)$$

$$K_{a1} = 0,24$$

$$K_{a2} = 0,36$$

### 13.7. DETERMINANDO LA DIMENSION DE h1 Y h2

$$h_1 = \frac{x}{tg 30^\circ}$$

$$h_1 = 3,5 \text{ m}$$



$$h_2 = H - h$$

$$h_2 = 2,00m$$

$$L = 2 * X$$

$$L = 4,04m$$

### 13.8. DETERMINANDO LAS PRESIONES SOBRE EL RESPALDO DEL MURO DE H° C°

#### 13.5. PRIMER ESTRATO

$$P_o = q * K_{a1} - 2 * C * \sqrt{K_{a1}}$$

$$P_o = 0,14 \frac{ton}{m^2}$$

$$P_{3,85} = (\gamma_1 * h_1 + q) * K_{a1} - 2C_1 \sqrt{K_{a1}}$$

$$P_{3,85} = 1,65 \frac{tn}{m^2}$$

#### SEGUNDO ESTRATO

$$P_{3,85} = \left[ \left( \gamma_1 * h_1 + q + \frac{Q}{L} \right) * K_{a2} \right] - 2 * C_2 \sqrt{K_{a2}}$$

$$P_{3,85} = 2,20 \frac{tn}{m^2}$$

$$P_{5,5} = \gamma_d * h_2 * K_{a2}$$



$$P_{5,5} = 0,86 \frac{tn}{m^2}$$

$$P_a = \gamma_a * h_2$$

$$P_a = 2 \frac{tn}{m^2}$$

$$P_T = P_{3,85} + P_{5,5} + P_a$$

$$P_T = 5,06 \frac{tn}{m^2}$$

### 13.9. DETERMINACION DE EMPUJES SOBRE EL RESPALDO DEL MURO

$$E_{a1} = P_o * h_1$$

$$E_{a1} = 0,14 \frac{tn}{m^2} * 3,50m = 0,49tn$$

$$E_{a2} = 1,50 \frac{tn}{m^2} * 3,50 * 0,50 = 3,17tn$$

$$E_{a3} = 2,20 \frac{tn}{m^2} * 2,00 = 4,40tn$$

$$E_{a4} = 2,86 \frac{tn}{m^2} * 2,00 * 0,50 = 3,43tn$$

$$\sum E_a = 11,49 tn$$



### 13.10. DETERMINACION DE MOMENTOS DE VOLTEO

$$M_V = E_a * d_m$$

$$M_{V1} = 0,49 \frac{tn}{m^2} * 3,25m = 1,60 tn * m$$

$$M_{V2} = 3,17 \frac{tn}{m^2} * 3,20m = 10,14 tn * m$$

$$M_{V3} = 4,40 \frac{tn}{m^2} * 1,00m = 4,40 tn * m$$

$$M_{V4} = 3,45 \frac{tn}{m^2} * 1,06m = 3,70 tn * m$$

$$\sum M_V = 19,84 tn * m$$

### 13.11. DETERMINACION DE LA UBICACIÓN DE LA RESULTANTE DE EMPUJES

$$E_a * Y = M_V$$

$$Y = \frac{M_V}{E_a}$$

$$Y = 1,48 m$$

### 13.12. DETERMINACION DE EMPUJES PASIVOS

$$K_{p2} = tg^2\left(45 + \frac{\theta}{2}\right)$$

$$K_{p2} = 2,77$$



### 13.13. DETERMINAMOS PRESIONES

$$P_1 = \gamma_d * h_3 * K_{p2}$$

$$P_1 = 3,32 \frac{tn}{m^2}$$

$$P_{H2O} = \gamma_a * h_3$$

$$P_{H2O} = 1,00 \frac{tn}{m^2}$$

$$P_C = 2C\sqrt{K_{P2}}$$

$$P_C = 3,33 \frac{tn}{m^2}$$

### 13.14. DETERMINAMOS EMPUJES PASIVOS

$$E_P = \frac{1}{2} * P_m * h^1$$

$$E_{P1} = 1,66 \text{ tm}$$

$$E_{pH2O} = 0,50 \text{ tm}$$

$$E_{PC} = 3,33 \text{ tn}$$

$$\sum E_{PTOTAL} = 5,49 \text{ tn}$$





### 13.15. DETERMINACIÓN DEL MOMENTO ESTABILIZADOR

SI:

$$\gamma_{H^{\circ}C^{\circ}} = 2,40 \frac{tn}{m^3}$$

$$\gamma_{S1} = 1,80 \frac{tn}{m^3}$$

$$\gamma_{S2} = 2,20 \frac{tn}{m^3}$$

$$\gamma_{H2O} = 1,00 \frac{tn}{m^3}$$

#### FUERZAS

$$W_1 = \left( \frac{1}{2} * 1,70m * 4,70m * 1,00m \right) * 2,40 \frac{tn}{m^3} = 9,59tn$$

$$W_2 = (0,40m * 4,70m * 1,00m) * 2,40 \frac{tn}{m^3} = 4,50tn$$

$$W_3 = (0,80m * 3,30m * 1,00m) * 2,40 \frac{tn}{m^3} = 6,34tn$$

$$W_4 = (0,60m * 3,50m * 1,00m) * 1,80 \frac{tn}{m^3} = 3,78tn$$

$$W_5 = (0,60m * 0,70m * 1,00m)(2,20 - 1,00) = 0,42tn$$

$$W_6 = (0,60m * 0,20m * 1,00m)(2,20 - 1,00) = 0,12tn$$

$$\sum W_R = 24,75 tn$$



### MOMENTOS RESISTENTES

$$M_1 = 9,59tn * 1,88m = 17,26 tn * m$$

$$M_2 = 4,50tn * 3,20m = 14,40 tn * m$$

$$M_3 = 6,34tn * 1,65m = 10,46 tn * m$$

$$M_4 = 3,78tn * 3,06m = 11,57 tn * m$$

$$M_5 = 0,42tn * 2,55m = 1,07 tn * m$$

$$M_6 = 0,12tn * 0,25m = 0,03 tn * m$$

$$\sum M_E = 55,56 tn * m$$

### 13.16. DETERMINAMOS MOMENTO DE LA FUERZA POSITIVA

$$M_{PV} = E_P * d$$

$$M_{PV1} = 1,66tn * 0,33m = 0,55 tn * m$$

$$M_{PV2} = 0,50tn * 0,33m = 0,17 tn * m$$

$$M_C = 3,33tn * 0,50m = 1,67 tn * m$$

$$\sum M_{PTOTAL} = 2,39 tn * m$$

$$E_P * Y^1 = M_{PV}$$

$$Y^1 = \frac{M_{PV}}{E_P}$$



$$Y^1 = \frac{2,39 \text{ tn} * m}{5,49 \text{ tn}} = 0,43 \text{ m}$$

### 13.17. MOMENTO RESULTANTE

$$M_R = M_E - M_V + M_P = 55,56 \text{ tn} * m - 15,59 \text{ tn} * m + 2,39 \text{ tn} * m$$

$$M_R = 42,36 \text{ tn} * m$$

### 13.18. POSICION DE LA RESULTANTE

$$W_R * x = M_R$$

$$x = \frac{42,36 \text{ tn} * m}{24,75 \text{ tn}} = 1,71 \text{ m}$$

### 13.19. EXCENRICIDAD

$$e = x - \frac{b}{2} = 1,71 \text{ m} - \frac{3,30 \text{ m}}{2} = 0,06 \text{ m (derecha)}$$

$$e = 0,06 \text{ m} \quad \frac{b}{6} = \frac{3,30 \text{ m}}{6} = 0,55 \text{ m}$$

### 13.20. \*VERIFICACION A EFECTOS DE VOLTEO

**F. S.=2,00**

$$\frac{M_E}{M_V} \geq 2,00 \quad \text{luego:} \quad \frac{55,56 \text{ tn} * m}{19,84 \text{ tn} * m} \geq 2,00$$

**2,80 ≥ 2,00 (CUMPLE CONDICION DE ESTABILIDAD)**



### 13.21. \*VERIFICACION A EFECTOS DE DESLIZAMIENTO

$$\text{Si: } f_r = \text{tg } 28^\circ = 0,53$$

$$\frac{\sum F_v * f_r}{\sum F_H * E_p} \geq 2,00 \qquad \frac{24,75 \text{ tn} * 0,53}{11,49 \text{ tn} - 5,49 \text{ tn}} = 2,20 \geq 2,00$$

**2,10  $\geq$  2,00 (CUMPLE CONDICION DE ESTABILIDAD)**

### 13.22. \*VERIFICACION A EFECTOS DE HUNDIMIENTO.

$$(\sigma_{adm \text{ suelo}} = 1,10 \text{ Kg/cm}^2)$$

$$\sigma_{base} = \frac{\sum F_v}{a * b} \left(1 \pm \frac{6 * e}{b}\right) \leq \sigma_{adm \text{ suelo}}$$

$$\sigma_{base} = \frac{\sum F_v}{a * b} \left(1 + \frac{6 * e}{b}\right) = 0,10 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \leq 1,10 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_{base} = \frac{\sum F_v}{a * b} \left(1 - \frac{6 * e}{b}\right) = 0,07 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \leq 1,10 \text{ Kg/cm}^2$$



## 14.- VERIFICACION DE LOS MURO M2 Y M3 DE HORMIGÓN CICLOPEO

### DATOS:

$$h = 4,50 \text{ m}$$

$$h_z = 0,80 \text{ m}$$

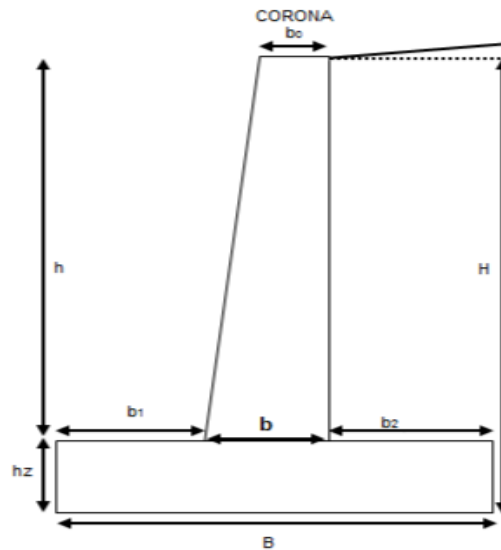
$$H = 5,30 \text{ m}$$

$$b_0 = 0,35 \text{ m}$$

$$b_1 = 0,50 \text{ m}$$

$$b_2 = 0,50 \text{ m}$$

$$B = 3,00 \text{ m}$$



Muro	
h	Altura Pantalla
hz	Altura Zapata
H	Altura Total
b <sub>0</sub>	Corona
b	Base de la Pantalla
b <sub>1</sub>	Base de la Punta
b <sub>2</sub>	Base del Talón
B	Base Total

figura N°18

### 14.1. DETERMINANDO EL COEFICIENTE ACTIVO

$$K_{a1} = tg^2 \left( 45 - \frac{\theta}{2} \right)$$

$$K_{a1} = 0,24$$

$$K_{a2} = 0,36$$

### 14.2. DETERMINANDO LA DIMENSION DE h1 Y h2

$$h_1 = \frac{x}{tg 30^\circ}$$

$$h_1 = 3,50 \text{ m}$$

$$h_2 = H - h$$

$$h_2 = 1,80 \text{ m}$$



$$L = 2 * X$$

$$L = 4,04\text{m}$$

### 14.3. DETERMINANDO LAS PRESIONES SOBRE EL RESPALDO DEL MURO DE $H^{\circ}C^{\circ}$

#### 14.4. PRIMER ESTRATO

$$P_o = q * K_{a1} - 2 * C * \sqrt{K_{a1}}$$

$$P_o = 0,14 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$P_{3,5} = (\gamma_1 * h_1 + q) * K_{a1} - 2C_1\sqrt{K_{a1}}$$

$$P_{3,5} = 1,65 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2}$$

#### 14.5. SEGUNDO ESTRATO

$$P_{3,5} = \left[ \left( \gamma_1 * h_1 + q + \frac{Q}{L} \right) * K_{a2} \right] - 2 * C_2\sqrt{K_{a2}}$$

$$P_{3,5} = 2,20 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2}$$

$$P_{5,3} = \gamma_d * h_2 * K_{a2}$$

$$P_{5,3} = 0,78 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2}$$

$$P_a = \gamma_a * h_2$$



$$P_a = 1,80 \frac{tn}{m^2}$$

$$P_T = P_{3,5} + P_{5,3} + P_a$$

$$P_T = 4,78 \frac{tn}{m^2}$$

#### 14.6. DETERMINACION DE EMPUJES SOBRE EL RESPALDO DEL MURO

$$E_{a1} = P_o * h_1$$

$$E_{a1} = 0,14 \frac{tn}{m^2} * 3,50m = 0,49tn$$

$$E_{a2} = 1,51 \frac{tn}{m^2} * 3,50 * 0,50 = 2,64tn$$

$$E_{a3} = 2,20 \frac{tn}{m^2} * 1,80 = 3,96 tn$$

$$E_{a4} = 2,58 \frac{tn}{m^2} * 1,80 * 0,50 = 2,32 tn$$

$$\sum E_a = 9,41 tn$$

#### 14.7. DETERMINACION DE MOMENTOS DE VOLTEO

$$M_V = E_a * d_m$$

$$M_{V1} = 0,49 \frac{tn}{m^2} * 3,25m = 1,60 tn * m$$



$$M_{V2} = 2,64 \frac{tn}{m^2} * 2,67m = 7,05 tn * m$$

$$M_{V3} = 3,96 \frac{tn}{m^2} * 0,90m = 3,56 tn * m$$

$$M_{V4} = 2,32 \frac{tn}{m^2} * 0,72m = 1,67 tn * m$$

$$\sum M_V = 13,88 tn * m$$

#### 14.8. DETERMINACION DE LA UBICACIÓN DE LA RESULTANTE DE EMPUJES

$$E_a * Y = M_V$$

$$Y = \frac{M_V}{E_a}$$

$$Y = 1,48 (m)$$

#### 14.9. DETERMINACION DE EMPUJES PASIVOS

$$K_{p2} = tg^2 \left( 45 + \frac{\theta}{2} \right)$$

$$K_{p2} = 2,77$$

#### 14.10. DETERMINAMOS PRESIONES

$$P_1 = \gamma_d * h_3 * K_{p2}$$





$$P_1 = 3,32 \frac{tn}{m^2}$$

$$P_{H_2O} = \gamma_a * h_3$$

$$P_{H_2O} = 1,00 \frac{tn}{m^2}$$

$$P_C = 2C\sqrt{K_{P2}}$$

$$P_C = 3,33 \frac{tn}{m^2}$$

#### 14.11. DETERMINAMOS EMPUJES PASIVOS

$$E_P = \frac{1}{2} * P_m * h^1$$

$$E_{P1} = 1,66 \text{ tm}$$

$$E_{pH_2O} = 0,50 \text{ tm}$$

$$E_{PC} = 3,33 \text{ tn}$$

$$\sum E_{PTOTAL} = 5,49 \text{ tn}$$

#### 14.12. DETERMINACIÓN DEL MOMENTO ESTABILIZADOR

Si:

$$\gamma_{H^{\circ}C^{\circ}} = 2,40 \frac{tn}{m^3}$$



$$\gamma_{S1} = 1,80 \frac{tn}{m^3}$$

$$\gamma_{S2} = 2,20 \frac{tn}{m^3}$$

$$\gamma_{H2O} = 1,00 \frac{tn}{m^3}$$

#### 14.13. FUERZAS

$$W_1 = \left( \frac{1}{2} * 1,65m * 4,50m * 1,00m \right) * 2,40 \frac{tn}{m^3} = 8,91tn$$

$$W_2 = (0,35m * 4,50m * 1,00m) * 2,40 \frac{tn}{m^3} = 3,78 tn$$

$$W_3 = (0,80m * 3,00m * 1,00m) * 2,40 \frac{tn}{m^3} = 5,76tn$$

$$W_4 = (0,50m * 3,50m * 1,00m) * 1,80 \frac{tn}{m^3} = 3,15tn$$

$$W_5 = (0,50m * 0,70m * 1,00m)(2,20 - 1,00) = 0,42tn$$

$$W_6 = (0,50m * 0,20m * 1,00m)(2,20 - 1,00) = 0,12tn$$

$$\sum W_R = 22,14 tn$$



#### 14.14. MOMENTOS RESISTENTES

$$M_1 = 8,91tn * 1,97m = 17,55 tn * m$$

$$M_2 = 3,78tn * 2,69m = 10,17 tn * m$$

$$M_3 = 5,76tn * 1,50m = 8,64 tn * m$$

$$M_4 = 3,15tn * 2,55m = 8,03 tn * m$$

$$M_5 = 0,42tn * 2,55m = 1,07tn * m$$

$$M_6 = 0,12tn * 0,25m = 0,03tn * m$$

$$\sum M_E = 45,49 tn * m$$

#### 14.15. DETERMINAMOS MOMENTO DE LA FUERZA POSITIVA

$$M_{PV} = E_P * d$$

$$M_{PV1} = 1,66tn * 0,33m = 0,55 tn * m$$

$$M_{PV2} = 0,50tn * 0,33m = 0,17tn * m$$

$$M_C = 3,33tn * 0,50m = 1,67tn * m$$

$$\sum M_{PTOTAL} = 2,39 tn * m$$

$$E_P * Y^1 = M_{PV}$$

$$Y^1 = \frac{M_{PV}}{E_P}$$



$$Y^1 = \frac{2,39 \text{ tn} * m}{5,49 \text{ tn}} = 0,43m$$

#### 14.16. MOMENTO RESULTANTE

$$M_R = M_E - M_V + M_P = 45,49 \text{ tn} * m - 13,88 \text{ tn} * m + 2,39 \text{ tn} * m$$

$$M_R = 34,00 \text{ tn} * m$$

#### 13.17. POSICION DE LA RESULTANTE

$$W_R * x = M_R$$

$$x = \frac{34,00 \text{ tn} * m}{22,14 \text{ tn}} = 1,54 \text{ m}$$

#### 14.18. EXCENRICIDAD

$$e = x - \frac{b}{2} = 1,54 \text{ m} - \frac{3,00 \text{ m}}{2} = 0,04 \text{ m} \text{ (derecha)}$$

$$e = 0,04 \text{ m} \quad \frac{b}{6} = \frac{3,00 \text{ m}}{6} = 0,50 \text{ m}$$

#### 14.19. \*VERIFICACION A EFECTOS DE VOLTEO

$$F. S.=2,00$$

$$\frac{M_E}{M_V} \geq 2,00 \quad \text{luego:} \quad \frac{45,49 \text{tn}*m}{13,88 \text{tn}*m} \geq 2,00$$

$$3,27 \geq 2,00 \text{ (CUMPLE CONDICION DE ESTABILIDAD)}$$



#### 14.20. \*VERIFICACION A EFECTOS DE DESLIZAMIENTO

$$\text{Si: } f_r = \text{tg } 28^\circ = 0,53$$

$$\frac{\sum F_v * f_r}{\sum F_H * E_p} \geq 2,00 \qquad \frac{22,14 \text{ tn} * 0,53}{9,41 \text{ tn} - 5,49 \text{ tn}} = 2,99 \geq$$

2,00

$$2,99 \geq 2,00 \text{ (cumple condición de estabilidad)}$$

#### 14.22. \*VERIFICACION A EFECTOS DE HUNDIMIENTO.

$$(\sigma_{adm \text{ suelo}} = 1,10 \text{ Kg/cm}^2)$$

$$\sigma_{base} = \frac{\sum F_v}{a * b} \left(1 \pm \frac{6 * e}{b}\right) \leq \sigma_{adm \text{ suelo}}$$

$$\sigma_{base} = \frac{\sum F_v}{a * b} \left(1 + \frac{6 * e}{b}\right) = 0,09 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \leq 1,10 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_{base} = \frac{\sum F_v}{a * b} \left(1 - \frac{6 * e}{b}\right) = 0,07 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \leq 1,10 \text{ Kg/cm}^2$$



## 15.-VERIFICACIÓN DEL MURO M4 DE HORMIGÓN ARMADO

DATOS:

$$h = 4,85 \text{ m}$$

$$h_z = 0,5 \text{ m}$$

$$H = 5,35 \text{ m}$$

$$b_o = 0,30 \text{ m}$$

$$b = 0,68 \text{ m}$$

$$b_1 = 0,82 \text{ m}$$

$$P = 1,70 \text{ m}$$

$$B = 3,20$$

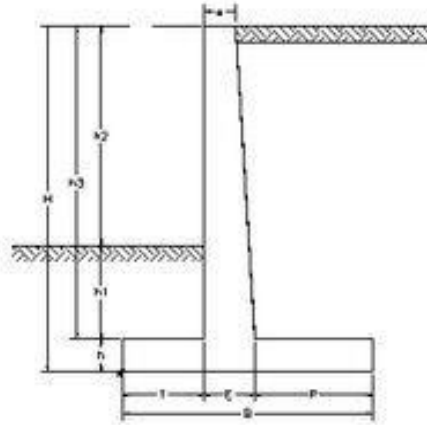


figura N<sup>a</sup> 19

### 15.1 DETERMINANDO LA MAGNITUD DE EMPUJE ACTIVO

$$K_a = \left[ \cos\beta \frac{\cos\beta - \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\varphi}}{\cos\beta + \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\varphi}} \right]$$

$$K_a = 0,41$$

$$E_a = \frac{1}{2} * \gamma_s * H^2 K_a$$

$$E_a = 14,76 \text{ tn}$$

### 15.2. COMPONENTES RECTANGULARES DEL EMPUJE ACTIVO Y M<sub>v</sub>

$$E_{ah} = E_a * \cos\beta$$

$$E_{ah} = 13,87 \text{ tn}$$

$$E_{av} = E_a * \sin\beta$$



$$E_{av} = 5,05 \text{ tn}$$

### 15.3. MOMENTO DE VOLTEO DEBIDO AL EMPUJE $E_{ah}$

$$M_v = E_{ah} * \frac{H}{3}$$

$$M_v = 27,74 \text{ tn} * \text{m}$$

### 15.4. DETERMINANDO LA MAGNITUD DE LA FUERZA VERTICAL RESULTANTE Y LA INTENSIDAD DE MOMENTO ESTABILIZADOR

Nº	b m	h m	volumen m <sup>3</sup>	Peso esp.tn/m <sup>3</sup>	Peso ton	Brazo m	Momento ton*m
1	0,30	4,85	1,49	2,50	3,73	1,24	4,63
2	0,38	4,85	0,91	2,50	2,28	2,06	4,70
3	3,20	0,50	1,60	2,50	4,00	1,67	6,68
4	1,70	4,85	8,42	1,80	15,16	2,08	31,53
5	1,70	0,65	0,56	1,80	1,01	2,33	2,35
6	0,82	0,50	0,41	1,80	0,74	0,37	0,27
				Fuerza vertical	4,80	3,16	15,17

$$\sum P = 31,72 \text{ tn}$$

$$\sum M = 65,33 \text{ tn} * \text{m}$$

### 15.5. LOCALIZACION DE LA RESULTANTE Y LA EXCENTRICIDAD

$$M_R = M_E - M_v$$

$$M_R = 37,59 \text{ tn} * \text{m}$$



$$X = \frac{M_R}{W_R}$$

$$X = 1,19 \text{ m}$$

$$e = X - \frac{B}{6}$$

$$e = 0,66 \text{ m}$$

$$e < \frac{B}{6} = 0,53 \text{ m}$$

#### 15.6. VERIFICACION DE CONDICION DE ESTABILIDAD DEL MURO DE HºAº

#### 15.7. VERIFICACIÓN A EFECTOS DE VOLTEO

$$\frac{M_E}{M_V} \geq 1,5$$

$$2,36 \geq 1,5 \quad \text{cumple condición de estabilidad}$$

#### 15.8. VERIFICACIÓN A EFECTOS DE DESLIZAMIENTO

$$\frac{\sum F_v * fr}{\sum F_h * E_p} \geq 1,5 \quad 1,40 \geq 1,5 \quad \text{no cumple condición de estabilidad}$$

Entonces recurrimos al aporte de empuje pasivo

$$K_p = tg^2\left(45 + \frac{\theta}{2}\right)$$

$$K_p = 3,00$$

$$E_p = \frac{1}{2} * \gamma_s * h^2 * k_p$$





$$E_p = 2,7 \text{ tn}$$

$$\frac{\sum F_v * fr}{\sum F_h - E_p} \geq 1,5$$

1,69  $\geq$  1,5 *cumple con la condicion de estabilidad*

### 15.9. VERIFICACIÓN A EFECTOS DE HUNDIMIENTO

$$\sigma_{base} = \frac{\sum F_v}{a * b} \left(1 \pm \frac{6 * e}{b}\right) \leq \sigma_{adm \text{ suelo}}$$

$$\sigma_{base} = \frac{\sum F_v}{a * b} \left(1 + \frac{6 * e}{b}\right) = 1,41 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{base} = \frac{\sum F_v}{a * b} \left(1 - \frac{6 * e}{b}\right) = 0,24 \frac{kg}{cm^2}$$



## 16.-COMCLUSIONES

-Tanto se utilice muros de hormigón Ciclópeo u hormigón armado las verificaciones de seguridad son las mismas con cambios menores, el proyectista es el que determinara el tipo de muro de contención más favorable.

-Para conocer las fuerzas externas aparte del empuje del suelo mismo se debe verificar otras fuerzas como niveles freáticos, cargar repartidas, cargas puntuales, fuerzas por la compactación con maquinarias pesadas y también ver si existe cohesión del suelo para contrarrestar algo en las fuerzas de acción al muro de contención.



## 17.- RECOMENDACIONES

Para realizar el cálculo de muros de contención con Hormigón Ciclópeo y Hormigón Armado, el profesional debe tener todos los criterios y conceptos de cálculo Estructural en muros de contención, por eso el cálculo debe realizarlo por el profesional del área específica esto con la finalidad de evitar posibles errores en su diseño. Y también dar las diferentes soluciones para su diseño final por ejemplo en los costos y también las verificaciones de seguridad.

Es de suma importancia programar, dentro de la vida útil de la estructura, una evaluación periódica de la misma para controlar el deterioro tanto para muros de Hormigón Ciclópeo y Hormigón Armado.



## 18.- BIBLIOGRAFÍA

- “José Barros Pena “MUROS DE CONTECION, Ediciones CEAC, Barcelona ESPAÑA.
- “José Zurita Ruiz” FORMULARIO PARA LA CONTRUCCION, Ediciones CEAC, Barcelona ESPAÑA.
- “Ministerio de Urbanismo y Vivienda” NORMA BOLIVIANA DEL HORMIGON ARMADO 1987
- Juárez Badillo, e y Rico Rodríguez, a Mecánica de suelos 3era Ed.
- CALAVERA, J. Cálculo de Estructuras de Cimentación 2ª ed. Madrid Instituto Técnico de materiales y Construcciones (INTEMAC),1982.
- Jiménez Salas, J. A y coautores geotecnia y cimientos 2da Ed.



## 19.- ANEXOS







## 19.1 PLANOS



<p><b>MURO DE H<sup>o</sup>C<sup>o</sup> M1</b></p>	<p><b>MURO DE H<sup>o</sup>C<sup>o</sup> M2 Y M3</b></p>	<p><b>MURO DE H<sup>o</sup>A<sup>o</sup> M4</b></p>
<p><b>UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES</b></p>	<p><b>TRABAJO DE APLICACION</b>                  Elaborado por: Univ. Jimena Colque Marca</p>	<p><b>PLANOS MURO DE H<sup>o</sup>C<sup>o</sup> Y H<sup>o</sup>A<sup>o</sup></b>                  Escala: 1/50</p>





## **19.2 LABORATORIOS**



### ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

<b>PROYECTO:</b> VIVIENDA FAMILIAR	
<b>CLIENTE:</b> MARCIA RAMOS ZAPATA	
<b>PROCEDENCIA:</b> Calle 29 Z/ Achumani	<b>ZONA:</b> Sur, Municipio de Nuestra Señora de La Paz, Provincia Murillo
<b>POZO No :</b> 1, ubicado por el cliente	<b>No. GOLPES:</b> 5-10-11
<b>PROFUNDIDAD:</b> 1,00 m. Respecto de la boca del pozo	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 10/08/2021
<b>OPERADOR:</b> Téc.	<b>FECHA DE ENTREGA DE INFORME:</b> 15/09/2021
<b>CALCULISTA:</b> Ing.	<b>No. INF.LAB.SUELOS:</b> ..... 10/2021

### GRANULOMETRÍA DE SUELOS POR TAMIZADO

	Hum. Natural	Hum. Higroscópica	MUESTRA TOTAL SECA	
Suelo Húmeda + Capsula (g)	5769,00	174,50	Peso total de la muestra húmeda (g)	5236,0
Suelo Seco + Capsula (g)	5468,59	173,20	Peso muestra retenida tamiz No. 10	4012,4
Peso del Agua (g)	300,41	1,30	Peso muestra que pasa tamiz No. 10	1223,6
Peso de la Capsula (g)	243,00	21,70	Peso del agua (g)	10,4
Peso Suelo seco (g)	5225,59	151,50	Peso muestra seca pasa tamiz No. 10	1213,2
Porcentaje de Humedad	5,75	0,86	Peso total muestra seca (g)	5225,6

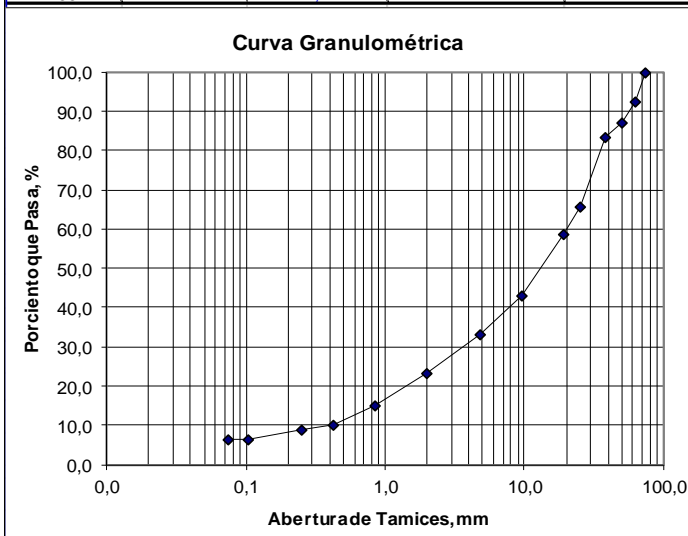
### ANÁLISIS DE TAMICES DEL AGREGADO GRUESO

Tamiz No	Aberturas mm	Peso Retenido grs(P)	%Parcial (%Rp)	Ret	%Acumulado			Especificaciones
					%Retenido(%Rt)	%Pasa(%Pt)	s/Total	
3"	75,0	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00		
2. 1/2"	63,5	383,60	7,34	7,34	92,66	92,66		
2	50,80	292,90	5,61	12,95	87,05	87,05		
1 1/2	38,10	198,70	3,80	16,75	83,25	83,25		
1	25,40	917,10	17,55	34,30	65,70	65,70		
3/4	19,00	363,40	6,95	41,25	58,75	58,75		
3/8	9,52	822,20	15,73	56,99	43,01	43,01		
Nº4	4,76	515,70	9,87	66,86	33,14	33,14		
Nº10	2,00	518,80	9,93	76,78	23,22	23,22		
Total:		4012,4						

### ANÁLISIS DEL MORTERO DE SUELO

Pasa No. 10 húmedo, Sh: gr	378,40	Pasa No. 10 seco Ss= (Sh*100)/(100+% Hh) = grs	375,18
----------------------------	--------	--	--------

Tamiz No	Abertura mm	Peso Retenido grs(p) Ph	%Retenido Mortero		%Acumulado pasa		Especificaciones
			Parcial(%Rp)	Acumulado(%Pt)	s/mortero(%Pm)	s/total(%Pt)	
10	2,000	0,0	0,00	0,00	100,00	23,22	
20	0,840	133,1	35,48	35,48	64,52	14,98	
40	0,420	76,3	20,34	55,81	44,19	10,26	
50	0,250	24,7	6,58	62,40	37,60	8,73	
140	0,105	36,0	9,60	71,99	28,01	6,50	
200	0,074	2,2	0,59	72,58	27,42	6,37	



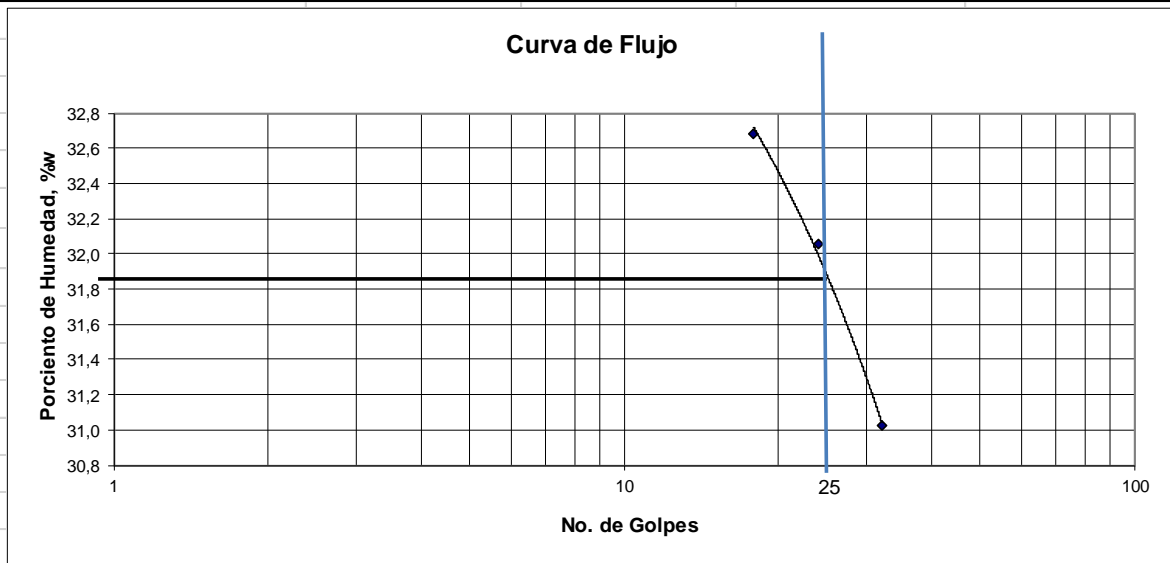
<b>Datos de la Granulometría:</b>	
% de Gruesos:	66,9
% de Arenas:	26,8
% de Finos:	6,4
Total:	100,0
<b>Coeficiente de Uniformidad, Cu:</b>	52,04
<b>Coeficiente de Curvatura, Cc:</b>	1,70
<b>Límite Líquido, LL:</b>	18,8
<b>Índice de Plasticidad, IP:</b>	3,9
<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS:</b>	
<b>SUCS:</b>	<b>GW-GM</b>
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	<b>Gravas limosas bien graduadas. Gravas bien graduadas-Gravas limosas</b>
<b>FATIGA ADM. DEL SUELO: 0,8 kg/cm<sup>2</sup> a la profundidad 2,3m del nivel superficial del pozo.</b>	





LIMITE LIQUIDO, L.L.			
Capsula No.			
No de golpes	18	24	32
Suelo humedo + Capsula (Wh)	22,9	23,3	21,8
Suelo Seco + Capsula (Ws)	19,9	20,2	19,2
Peso del agua Wa= Wh-Ws	3,0	3,1	2,6
Peso de Capsula Wc	10,7	10,6	10,7
Peso Suelo Seco Ps=Ws-Wc	9,2	9,6	8,5
Porcentaje de humedad			
$\% h = Pa \cdot 100 / Ps$	32,7	32,1	31,0

LIMITE PLÁSTICO, L.P.			
Capsula No			
Peso Suelo humedo + Capsula (Wh)	15,7	17,0	
Peso Suelo seco + Capsula (Ws)	14,8	15,9	
Peso de agua (Pa)= (Wh-Ws)	1,0	1,1	
Peso de capsula (Wc)	10,6	10,9	
Peso Suelo seco (Ps)= Ws-Wc	4,2	5,0	
Porcentaje de humedad (% h)	23,6	21,6	
LIMITE LIQUIDO		31,9	se corrigio
LIMITE PLASTICO		22,6	
INDICE DE PLASTICIDAD		9,3	



**Observaciones:**