

Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

Vicerrectorado de  
**INVESTIGACIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**“CREACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN DE ÁREAS AGRÍCOLAS  
CONTRA INUNDACIONES EN LA LOCALIDAD DE CHOCAS, SECTOR CASA  
BLANCA, MARGEN IZQUIERDA DEL RIO CHILLÓN, DISTRITO DE  
CARABAYLLO - LIMA - LIMA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**CASTILLO ARIZA RUIZ FERNANDO**

**ASESOR:**

**MG. TABORY MALPARTIDA, GUSTAVO AUGUSTO**

**JURADO:**

**Dr. PUMARICRA PADILLA RAÚL VALENTÍN**

**Dr. RAMOS FLORES MIGUEL ANGEL**

**Dr. CANCHO ZÚÑIGA GERARDO ENRIQUE**

**LIMA-PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

A Dios, a quien le agradezco cada día por permitirme disfrutar de mi familia y es quien siempre guía mi camino ayudándome a cumplir mis sueños y cada proyecto que me propongo. A mi Madre quien estuvo preocupada en todo momento por mí, apoyándome por cualquier motivo recalcándome sus consejos que fueron de ayuda y soporte, a mi hermana y tíos.

CASTILLO ARIZA, Ruiz Fernando

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación denominado “CREACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN DE ÁREAS AGRÍCOLAS CONTRA INUNDACIONES EN LA LOCALIDAD DE CHOCAS, SECTOR CASA BLANCA, MARGEN IZQUIERDA DEL RIO CHILLÓN, DISTRITO DE CARABAYLLO - LIMA - LIMA”, es un proyecto que tiene como principio mejorar la demostración del análisis de las propuestas técnicas de construcción, el impacto económico en muros en voladizo, muros de gravedad y muros de gavión. La razón fundamental para que la situación actual se presente, radica en el hecho que los conocimientos básicos acerca de lo las técnicas de construcción y el impacto económico que estas puedan generar en le realización de proyectos de obras civiles se encuentren dispersos en muy pocos textos de Investigación. La estrategia general se encuentra basada en la modalidad de investigación aplicada. Posee una población finita ya que es de conocimiento que se analizaron

**Palabras Clave:** Muros, Servicios Protección

## ABSTRACT

This research work called "CREATION OF THE SERVICE OF AGRICULTURAL AREA PROTECTION AGAINST FLOODING IN THE LOCALITY OF CHOCAS, SECTOR CASA BLANCA, LEFT MARGIN OF RIO CHILLÓN, DISTRICT OF CARABAYLLO - LIMA - LIMA", is a project that has as a principle to improve the demonstration of the analysis of the technical construction proposals, the economic impact on cantilevered walls, gravity walls and gabion walls. The fundamental reason for the present situation to arise is the fact that the basic knowledge about the construction techniques and the economic impact that these can generate in the realization of civil works projects are scattered in very few texts of Investigation. The general strategy is based on the modality of application research. It has a finite population since it is known that they were analyzed.

**Keywords: Wall Services, Protection.**

## INDICE

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>ii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iv</b>
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>12</b>
<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>12</b>
1.1 Descripción y Formulación de problema .....	12
1.1.1. Problema General.....	13
1.1.2. Problemas Específicos .....	13
1.2 Antecedentes.....	14
1.3 Objetivos.....	15
1.4 Justificación e importancia .....	16
1.4.1 Justificación Teórica.....	16
1.4.2 Importancia de la investigación .....	17
1.5 Hipótesis .....	17
1.5.1 Hipótesis General .....	17
1.5.2 Hipótesis Específica .....	17
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>19</b>
<b>MARCO TEORICO .....</b>	<b>19</b>

2.1. Bases teóricas sobre la investigación .....	19
2.1.1 Cuenca.....	19
2.1.1.2 Área de la cuenca .....	19
2.1.1.3 Perímetro de la cuenca .....	19
2.2 Coeficiente de Compacidad (Kc) .....	20
2.3 Longitud del río principal.....	21
2.4 Precipitación .....	22
2.4.1 Definición.....	22
2.5 Tipos de precipitaciones .....	22
2.5.1 La precipitación por convectiva .....	23
2.5.2 La precipitación orográfica .....	23
2.5.3 La precipitación convergencia .....	23
2.6 Medición de precipitaciones.....	23
2.6.1 Pluviómetros .....	24
2.7 Hidrología Estadística .....	25
2.7.1 Distribución Pearson Tipo III.....	25
2.7.2 Distribución Log Pearson Tipo III .....	25
2.7.3 Distribución Normal.....	26
2.7.4 Distribución Log Normal .....	27

2.7.5 Distribución Gumbel.....	27
2.8 Hidráulica .....	28
2.9 Deslizamiento Rotacional.....	40
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>70</b>
<b>MÉTODO.....</b>	<b>70</b>
3.1 Tipo De Investigación.....	70
3.2 Ambito temporal y espacial .....	70
3.3 Variables e Indicadores .....	70
3.4 Población Muestra .....	72
3.5 Técnicas e Instrumentos .....	72
3.5.1 Técnica de la encuesta.....	72
3.5.2 Técnica de la entrevista .....	72
3.6 Procedimientos .....	73
3.7 Analisis de Datos .....	73
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>75</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>75</b>
<b>CAPITULO V.....</b>	<b>90</b>
<b>DISCUSION DE RESULTADOS.....</b>	<b>90</b>
<b>CAPITULO VI .....</b>	<b>92</b>

<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>92</b>
<b>CAPITULO VII.....</b>	<b>93</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>93</b>
<b>CAPITULO VIII.....</b>	<b>94</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>94</b>
<b>CAPITULO IX.....</b>	<b>96</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>96</b>
<b>PANEL FOTOGRAFICO.....</b>	<b>137</b>

## INDICE DE GRÁFICOS

Figura 1: Pluviómetros Fuente: Villón 2002 .....	24
Figura 2: Fluviógrafos Fuente: Villón 2002 .....	24
Figura 3: Parámetros de la sección transversal de un canal .....	31
Figura 4: Distribución de velocidades en canal natural .....	32
Figura 5: Nomenclatura de taludes y laderas .....	37
Figura 6: Esquema de caídos de roca y residuos.....	39
Figura 7: Desplazamiento de rotación en una ladera .....	40
Figura 8: Desplazamiento de traslación .....	40
Figura 9: Fuerzas que actúan sobre una cuña simple .....	45
Figura 10: Análisis de la altura máxima de un talud vertical en un suelo cohesivo analizando con cuña simple .....	45
Figura 11: Talud y superficie de falla espiral logarítmica.....	47
Figura 12: Esquema de un sistema típico de análisis con tajadas o dovelas.....	48
Figura 13: Fuerzas que actúan sobre una dovela en un análisis de estabilidad del arco circular con dovelas .....	49
Figura 14: Fuerzas que actúan sobre una dovela en los métodos de las dovelas .....	50
Figura 15: Fuerzas que actúan sobre una dovela en el método ordinario o de Fellenius....	51
Figura 16: Paralelismo de las fuerzas entre dovelas en el método de Spencer .....	53

Figura 17: Fuerzas que actúan sobre las dovelas en el método de Spencer .....	53
Figura 18: Diagrama de análisis, método del talud infinito. ....	56
Figura 19: Determinación del factor de seguridad FS para diferentes alturas del nivel de agua de una determinada relación de resistencia para el talud seco (SSR). ....	56
Figura 20: Talud infinito .....	58
Figura 21: Diagrama para determinar el factor $f_o$ para el método de Janbú.....	59
Figura 22: Esquema de fuerzas sobre una dovela en el Método Bishop Simplificado .....	59
Figura 23: Esquema de una berma lateral a un terraplén para evitar la falla del pie .....	63
Figura 24: Esquema de estructuras ancladas.....	65
Figura 25: Esquema de estructuras enterradas .....	65
Figura 26: Sistema de barrera metálica con cables de acero, para control de caídos de bloques de roca .....	69

## INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Formas de cuenca según coeficiente de compacidad</i> .....	20
<i>Tabla 2: Valores del Coeficiente de Rugosidad de Manning (n) (Continúa)</i> .....	33
<i>Tabla 3: Valores del Coeficiente de Rugosidad de Manning (n)</i> .....	35
<i>Tabla 3 Cuadro específico acerca de las variables dependientes e independientes</i> .....	71

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCION**

Para el presente estudio " CREACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN DE ÁREAS AGRÍCOLAS CONTRA INUNDACIONES EN LA LOCALIDAD DE CHOCAS, SECTOR CASA BLANCA, MARGEN IZQUIERDA DEL RIO CHILLÓN, DISTRITO DE CARABAYLLO - LIMA - LIMA ", se estudiarán las alternativas de solución que permitan establecer protección para las zonas agrícolas que quedan en Carabayllo y tomar de ejemplo para estudios futuros, ya que como es muy conocido, esta zona es seriamente vulnerable en la época de las lluvias, pues esta se encuentra ubicada en la margen izquierdo del río Chillón. Debido al fenómeno del Niño Costero que se produjo el año 2016 el caudal del río Chillón aumento provocando así en la margen izquierda que fallara por deslizamiento rotacional con lo cual puso el riesgo de inundación las zonas agrícolas además la vía de acceso entre los pueblos aledaños, generando así grandes pérdidas económicas al distrito de Carabayllo.

#### **1.1 Descripción y Formulación de problema**

El país atravesó en noviembre del año 2016 el fenómeno del Niño Costero que se caracteriza por el calentamiento anómalo del mar focalizado en la costa. Este calentamiento produce humedad que se desencadena en fuertes lluvias causando desbordes, inundaciones y aluviones.

Un claro ejemplo de las consecuencias que ocasionó el fenómeno del Niño Costero fue en localidad de chocas localidad de chocas, sector casa blanca, margen izquierda del rio chillón, distrito de carabayllo.

Debido a esta falla por deslizamiento rotacional margen izquierdo del río Chillón se deslizó hacia las áreas originándose la pérdida de recursos agrícolas poniendo en riesgo la transitabilidad de la población. Por ello se busca solucionar este problema por medio del estudio comparativo de propuestas de remediación de talud vial con enrocado con muro de contención y muro de suelo reforzado con geoesteras.

### Importancia

Al realizar la investigación se tuvo diversas limitaciones, entre estas, la principal fue la recopilación de información sobre la tecnología del uso de geoesteras y muro de suelo reforzado por medio de la empresa colombiana GEOMATRIX. Por ello fue difícil encontrar el diseño, normas internacionales y especificaciones técnicas que cumple ese material.

#### **1.1.1. Problema General**

¿Cuál será la propuesta técnica para la creación del servicio de protección de áreas agrícolas contra inundaciones en la localidad de chocas, sector casa blanca, margen izquierda del río Chillón, distrito de Carabayllo - Lima - Lima?

#### **1.1.2. Problemas Específicos**

- a) ¿De qué manera se considera un muro de contención en gaviones para conservar la estabilidad de la plataforma de la carretera en la localidad de chocas, sector casa blanca, margen izquierda del río Chillón, distrito de Carabayllo - Lima - Lima?
- b) ¿De qué manera se considera un muro de contención de gravedad para conservar la estabilidad de la plataforma de la carretera en la localidad de chocas, sector casa blanca, margen izquierda del río Chillón, distrito de Carabayllo - Lima - Lima?

- c) ¿Cómo resolver la solución ante el problema respetando diseño y costo para la protección técnica de la carretera en la localidad de chocas, sector casa blanca, margen izquierda del río chillón, distrito de Carabayllo - lima - lima?

## 1.2 Antecedentes

En el ámbito internacional

Según Leoncio realizo una comparación de costos entre muros de contención por gravedad, en voladizo y suelo reforzado con geomalla biaxial Se concluye que el costo estimado del muro de contención de suelo reforzado con geomalla es inferior al de los sistemas tradicionales, por lo que se afirma que con el uso del sistema se logra una menor inversión, sin afectar el grado de seguridad. Asimismo, se pudo verificar que el muro de suelo reforzado se ejecuta en un menor tiempo, considerando que no se necesita mano de obra calificada **(2015) Leoncio, M.**

En el ámbito nacional

En su tesis Maldonado realizó el diseño de enrocado de protección de la relavera La Esperanza – Rio Tulumayo. Esta investigación tiene por objetivo el diseño de enrocados de protección en el talud de la relavera “La Esperanza” ya que en épocas de avenidas el río presenta tirantes de 1.60m a 5.0m, lo que podría ocasionar el desbordamiento del cauce en el tramo donde se encuentra la plataforma.

Los resultados de la sección geométrica del enrocado de protección son:

Progresiva: 0+000 al 0+200

Altura (H) = 5.5, Espesor (T) = 0.9, Ancho (A) = 4.0, D50 = 0.60

Progresiva: 0+200 al 0+650

Altura (H) = 6.5, Espesor (T) = 0.9, Ancho (A) = 4.0, D50 = 0.60

Progresiva: 0+650 al 0+709

Altura (H) = 6.0, Espesor (T) = 0.9, Ancho (A) = 2.0, D50 = 0.60

Se concluye que, bajo dicha geometría calculada, se cumple la estabilidad de talud para el caso estático teniendo un factor de seguridad al deslizamiento como F.S 1.7. **Maldonado, G. (2016).**

En su trabajo de investigación Pinedo realizó la comparación entre muros de suelo reforzado con elementos extensibles, geomallas y no extensibles, flejes o mallas de acero para poder establecer semejanzas y diferencias técnicas y económicas entre uno y otro sistema.

En el diseño se pudo verificar que los muros de suelo reforzado con elementos extensibles están afectados por diferentes factores de reducción, lo que genera un mayor factor de seguridad para la estructura. Se concluyó que los muros de suelo reforzado con elementos inextensibles son entre un 23% y 34% más costosos que los muros de suelo reforzado con elementos extensibles. Cabe destacar que esta tendencia solo pudo ser verificada hasta una altura de diseño de 11.25m. **Pinedo, M. (2012).**

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Proponer la propuesta técnica para la creación del servicio de protección de áreas agrícolas contra inundaciones en la localidad de chocas, sector casa blanca, margen izquierda del rio chillón, distrito de Carabayllo - lima - lima

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- a) Calculo de un muro de contención en gaviones para conservar la estabilidad de la plataforma de la carretera en la localidad de chocas, sector casa blanca, margen izquierda del rio chillón, distrito de Carabayllo - lima – lima
- b) Calculo de un muro de contención de gravedad para conservar la estabilidad de la plataforma de la carretera en la localidad de chocas, sector casa blanca, margen izquierda del rio chillón, distrito de Carabayllo - Lima – Lima
- c) Evaluar la alternativa de diseño y costo para la protección técnica de la carretera en la localidad de chocas, sector casa blanca, margen izquierda del rio chillón, distrito de Carabayllo - Lima – Lima.

### **1.4 Justificación e importancia**

#### **1.4.1 Justificación Teórica**

El estudio se justifica porque el muro de suelo reforzado con geoesteras se acomoda a la forma del terreno existente que tiene como característica que es un terreno de fuerte pendiente y por su flexibilidad permiten un control de socavación más eficiente debido a la falla por deslizamiento rotacional y esté en capacidad de tolerar cualquier ambiente natural de degradación química, biológica y mecánica para ambientes de aguas saladas y ambientes agresivos donde otros materiales se deterioran rápidamente.

## **1.4.2 Importancia de la investigación**

Al realizar la investigación se tuvo diversas limitaciones, entre estas, la principal fue la recopilación de información sobre la tecnología del uso de geosteras y muro de suelo reforzado por medio de la empresa colombiana GEOMATRIX. Por ello fue difícil encontrar el diseño, normas internacionales y especificaciones técnicas que cumple ese material.

## **.1.5 Hipótesis**

### **1.5 Hipótesis**

#### **1.5.1 Hipótesis General**

La comparación por factor de seguridad, económico y rendimiento, entre los sistemas convencionales y alternativos permitirá determinar el sistema más eficiente para la remediación

#### **1.5.2 Hipótesis Específica**

La comparación del Sistema convencional de enrocado con muro de contención y sistema alternativo de muro de suelo reforzado con geosteras permitirá realizar los estudios de topografía y mecánica de suelo en el lugar de estudio

La comparación del Sistema convencional de enrocado con muro de contención y sistema alternativo de muro de suelo reforzado con geosteras permitirá hacer un estudio hidrológico del Río Chillón

La comparación del Sistema convencional de enrocado con muro de contención y sistema alternativo de muro de suelo reforzado con geoesteras permitirá Identificar los procesos de diseño del sistema convencional y el sistema alternativo

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. Bases teóricas sobre la investigación**

##### **2.1.1 Cuenca**

###### **2.1.1.1 Características fisiográficas de la cuenca**

Las características fisiográficas de una cuenca tienen un papel fundamental en el comportamiento hidrológico de una cuenca, ya que de ellos depende el comportamiento del flujo derivado de la precipitación. Estos parámetros son los siguientes:

###### **2.1.1.2 Área de la cuenca**

“Es la proyección en un plano horizontal de toda el área de drenaje de una cuenca, la cual es obtenida al delimitar la cuenca” (Villón, 2002, P. 23). Dicha característica es la más importante ya que de ello depende la cantidad de agua que puede producir la cuenca.

La proyección horizontal se puede obtener mediante un plano topográfico con la ayuda de algunos métodos de medición como el Arcgis, AutoCAD entre otros.

###### **2.1.1.3 Perímetro de la cuenca**

“Es la longitud del contorno del área de la cuenca proyectada en un plano horizontal, siendo normalmente irregular” (Villón, 2002, P. 32). Dicho parámetro es utilizado para calcular el tiempo de concentración de la cuenca ( $T_c$ ).

## 2.2 Coeficiente de Compacidad (Kc)

“Es definida como la relación que hay entre el perímetro de la cuenca y el perímetro equivalente de una circunferencia” (Villón, 2002, P. 41). De forma simplificada se tiene la siguiente fórmula:

$$Kc = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (2)$$

---

Ecuación 1: coeficiente de compacidad (kc)

Donde:

P= Perímetro de la cuenca.

A= Área de la cuenca.

Rango de Kc	Clases de Compacidad
1- 1.25	Redonda a oval redonda
1.25-150	De oval redonda a oval oblonga
1.50-1.75	De oval oblonga a rectangular oblonga

Tabla 1 Formas de cuenca según coeficiente de compacidad

**Fuente:** Campos, 1992.

### 2.3 Longitud del río principal

La longitud del cauce principal es definida como la distancia horizontal del río principal entre el punto de salida de la cuenca y el límite definitivo de la cuenca.

Factor de Forma (Kf)

“Es la relación entre el ancho medio y la longitud axial de la cuenca” (Monsalve, 1999, P. 38). El ancho medio se obtiene mediante la división del área de la cuenca y su longitud axial. Se calcula mediante la ecuación ( 1 ):

$$Kf = \frac{A}{L^2} \quad (1)$$

---

Ecuación 2: factor de forma

Donde:

A= Área de drenaje.

L= Longitud del cauce principal de la cuenca.

Cabe señalar que si  $Kf > 1$  se tendrá una cuenca redondeada y si se tiene un  $Kf < 1$  será una cuenca alargada. De esta forma se puede conocer la irregularidad de su forma de la cuenca.

Densidad de Drenaje

“Es la relación entre la longitud total de todos los cursos del agua y su área total de drenaje” (Monsalve, 1999, P. 39). Asimismo, dicho parámetro indica la posible naturaleza de los suelos y el grado de cobertura vegetal que se encuentran en la cuenca.

$$Dd = \frac{L}{A} \quad (2)$$

---

Ecuación 3: densidad de drenaje

Donde:

L= Longitud total de las corrientes de agua.

A= área total de la cuenca.

## **2.4 Precipitación**

### **2.4.1 Definición**

La precipitación es definida, por el autor German Monsalve como todas las formas de humedad emanada y depositada en la superficie terrestre tales como lluvia, granizo, rocío, neblina, nieve o helada.

“Desde el punto de vista de ingeniería hidrológica, la precipitación es la fuente primaria del agua de la superficie terrestre” (Villón, 2002), por ello forma parte fundamental dentro del proceso del ciclo hidrológico.

Formación de las precipitaciones

La formación de las precipitaciones se origina mediante el ascenso de las masas de aire en la atmósfera, en la cual se disminuye su temperatura y parte de su humedad se condensa (Chow, 1994)

### **2.5 Tipos de precipitaciones**

Las precipitaciones pueden ser clasificadas de acuerdo a como se elevan las masas de aires:

Convectivas, orográficas y de convergencia.

### **2.5.1 La precipitación por convectiva**

Se produce, según German Monsalve, debido a que la masa de aire se encuentra cerca de la superficie terrestre aumenta su temperatura, por ello su densidad disminuye y se vuelve menos pesado siendo reemplazado por otra masa de aire más densa.

### **2.5.2 La precipitación orográfica**

Se produce, según Max Villón, cuando las masas del aire se elevan y estas son empujadas mediante el viento hacia las montañas, las cuales ascienden a grandes alturas hasta encontrar las condiciones para la condensación.

### **2.5.3 La precipitación convergencia**

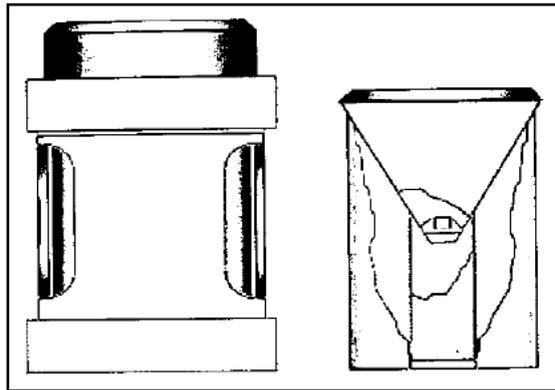
Es producida cuando dos masas de aire con aproximadas temperaturas se encuentran a un mismo nivel, ocasionando que la masa con mayor temperatura es elevada bruscamente a las zonas más altas, debido a su baja densidad, logrando así la condensación de los cuerpos de agua. (Monsalve, 1999)

## **2.6 Medición de precipitaciones**

“La precipitación es medida en altura de lámina de agua la cual es acumulada en una superficie horizontal e impermeable” (Monsalve, 1999, P. 83). Para dichas mediciones se requieren instrumentos de mediciones normalizados por la OMM (Organización Meteorológica Mundial) y se clasifican en pluviómetros y pluviógrafos.

### 2.6.1 Pluviómetros

Es un instrumento que permite realizar las mediciones de precipitaciones diarias y generalmente se acostumbra hacer una lectura cada 24 horas. Dicha medida se realiza a través de un recipiente cilíndrico, el cual se comunica con una probeta de sección transversal a un décimo del recipiente cilíndrico. (Villón, 2002).



1.

Figura 1: Pluviómetros

Fuente: Villón 2002

### Pluviógrafos

“Es un aparato que registra la altura de la lluvia durante ciertos intervalos de tiempo” (Chow, 1994, P. 77). “Dichos valores permiten poder calcular la intensidad de la precipitación la cual es definida como la cantidad de agua en un determinado tiempo” (Villón, 2002, P. 75).

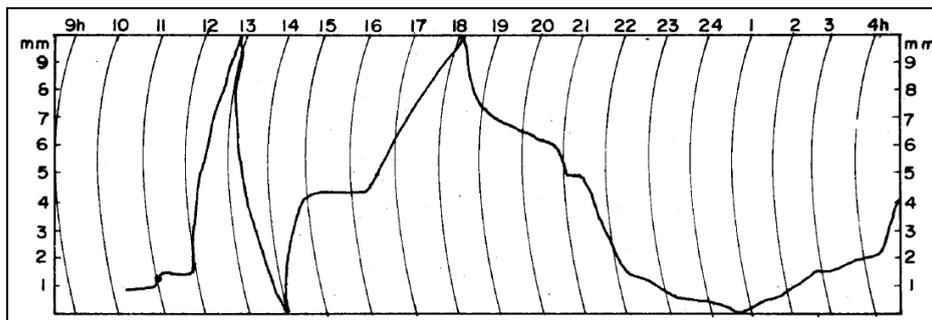


Figura 2: Fluviógrafos Fuente: Villón 2002

## 2.7 Hidrología Estadística

### 2.7.1 Distribución Pearson Tipo III

“La distribución Pearson Tipo III, también llamada como distribución gamma de tres parámetros, es una distribución muy flexible ya que puede asumir 3 forma de medida  $\lambda$ ,  $\beta$  y  $\epsilon$ ” (Chow, 1994, P. 386). La función de densidad de probabilidad se expresa:

$$f(x) = \frac{\lambda^\beta (y - \epsilon)^{\beta-1} e^{-\lambda(y-\epsilon)}}{\Gamma(\beta)} \quad (3)$$

---

Ecuación 4: Distribución Pearson

Donde:

$$y = \text{Log}(x)$$

$S_y$  = Desviación Estándar

$$\lambda = \frac{S_y}{\sqrt{\beta}}$$

$C_s$  = Coeficiente de asimetrías

$$\beta = \left(\frac{2}{C_s y}\right)^2$$

$\bar{x}$  = Media de la población

$$\epsilon = \bar{y} - S_y \sqrt{\beta}$$

### 2.7.2 Distribución Log Pearson Tipo III

“Esta distribución se aplica al logaritmo de los datos por lo que usa la fórmula de Chow transformada logarítmicamente” (Chow, 1994, P. 386). “Dicha distribución se es utilizada comúnmente para lluvias o caudales máximos ya que sus resultados son de aceptable confiabilidad” (Monsalve, 1999, P. 103). La función de densidad de probabilidad se expresa de la siguiente manera:

$$f(x) = \frac{\lambda^\beta (y - \epsilon)^{\beta-1} e^{-\lambda(y-\epsilon)}}{x\Gamma(\beta)} \quad (4)$$

---

Ecuación 5: Distribución Log Pearson

Donde:

$$y = \text{Log}(x) \quad S_y = \text{Desviación Estándar}$$

$$\lambda = \frac{S_y}{\sqrt{\beta}} \quad C_s = \text{Coeficiente de asimetrías}$$

$$\beta = \left(\frac{2}{C_s y}\right)^2 \quad \bar{y} = \text{Media de los logaritmos de } x$$

$$\epsilon = \bar{y} - S_y \sqrt{\beta}$$

### 2.7.3 Distribución Normal

En esta distribución se tiene a tener varias observaciones en la variable central y poca en los extremos. La principal limitación de la distribución normal es que varía en un rango continuo, mientras que otras variables son no negativas y que es simétrica con respecto a la media, mientras que la información hidrológica tiende a ser asimétrica. (Chow V. t., 1994, P. 382)

La densidad que rige esta distribución es la siguiente:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-u)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (5)$$

---

Ecuación 6: Distribución Normal

Donde:

$u$ = media poblacional.

$\sigma$ = desviación estándar poblacional.

#### 2.7.4 Distribución Log Normal

“Es una distribución de probabilidad de una variable aleatoria cuyo logaritmo esta normalmente distribuido. Asimismo, dicha distribución describe la distribución de la conductividad hidráulica en un medio poroso, la distribución de tamaño de gotas, entre otras” (Chow V. t., 1994, P. 382). La función de densidad se expresa:

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(y - u_y)^2}{2\sigma_y^2}\right) \quad (6)$$

---

Ecuación 7: Distribución Log Normal

Donde:

$y = \text{Log}(x)$

$u$ = media poblacional.

$\sigma$ = desviación estándar poblacional.

#### 2.7.5 Distribución Gumbel

“La distribución Gumbel, también conocida como Distribución de valores Extremos Tipo I. Es utilizada para modelar la distribución del máximo o mínimo de un conjunto de datos para diferentes periodos de retorno” (Chow V. t., 1994, P. 387). La función de probabilidad acumulada, es la siguiente:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp\left[-\frac{x-u}{\alpha} - \exp\left(-\frac{x-u}{\alpha}\right)\right] \quad (7)$$

---

Ecuación 8: Distribución Gumbel

Donde:

$$\alpha = \sqrt{\frac{6\sigma_x}{\pi}}$$

$$u = \bar{x} - 0.5772\alpha$$

$S_y$  = Desviación Estándar

$\bar{x}$  = Media de la muestra

## 2.8 Hidráulica

### Canales Abiertos

#### Tipos de flujos

- ✓ Flujo Permanente

Un flujo permanente es aquel que, no presenta variaciones de sus características hidráulicas con respecto al tiempo.

- ✓ Flujo uniforme

Un flujo uniforme es aquel que, mantiene sus características hidráulicas para cualquier sección del tramo.

- ✓ Flujo variado

Se presenta como flujo variado y gradualmente variado. El primero cambia violentamente en una pequeña longitud y el segundo lo contrario.

✓ Flujo no Permanente

Un flujo no permanente es aquel que, presenta variaciones de sus características hidráulicas a lo largo del tiempo.

✓ Flujo no permanente uniforme

Un flujo no permanente uniforme es aquel que, cambia su velocidad varia en el tiempo.

✓ Flujo no permanente variado

“Se presentan como flujo no Permanente rápidamente variado y gradualmente variado. El primero es la variación del régimen de corriente con respecto al espacio y el segundo es el cambio de régimen de corriente con respecto al tiempo”. (Rocha, 2009, P. 5,6)

### **Propiedades geométricas de la sección transversal**

“Los elementos geométricos son propiedades de la sección de un canal, las cuales son de mucha importancia para el cálculo del flujo” (Chow V. T., 1994, P. 22).”Para secciones regulares (canales artificiales) su alineamiento es recto, mientras que para secciones irregulares (canales naturales), varía por procesos de erosión constante por el cual su estudio corresponde a hidráulica fluvial” (Rocha, 2009, P. 9). A continuación, se dan las definiciones de varios elementos geométricos de importancia básica.

### **Profundidad de flujo ( $y$ )**

Es la distancia vertical del punto más bajo de una sección del canal hasta la superficie libre.

### **Ancho superficial (T)**

Ancho de la sección del canal en la superficie libre.

### **Área mojada (A)**

Es el área de la sección transversal del flujo perpendicular a la dirección del flujo.

### **Perímetro mojado (P)**

Longitud de la línea de contacto entre el agua y la superficie mojada del canal.

### **Radio Hidráulico (R)**

Relación del área mojada con respecto a su perímetro mojado.

$$R = A/P \quad (8)$$

---

### **Profundidad Hidráulica (D)**

Relación del área mojada con respecto al ancho de la superficie

$$D = A/T \quad (9)$$

---

### **Factor de la sección para flujo crítico (Zc)**

Producto del área mojada y la raíz cuadrada de la profundidad hidráulica.

$$Z_c = A\sqrt{D} \quad (10)$$

---

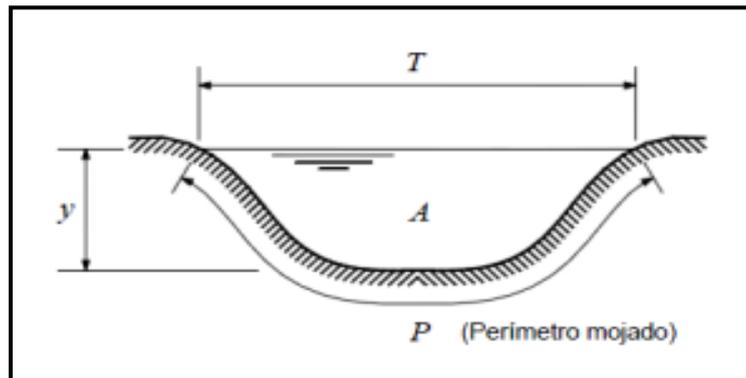
### Factor de la sección para flujo uniforme ( $Z_n$ )

Producto del área mojada y radio hidráulico elevado a la potencia  $2/3$ .

$$Z_n = AR^{\frac{2}{3}} \quad (11)$$

---

Figura 3: Parámetros de la sección transversal de un canal

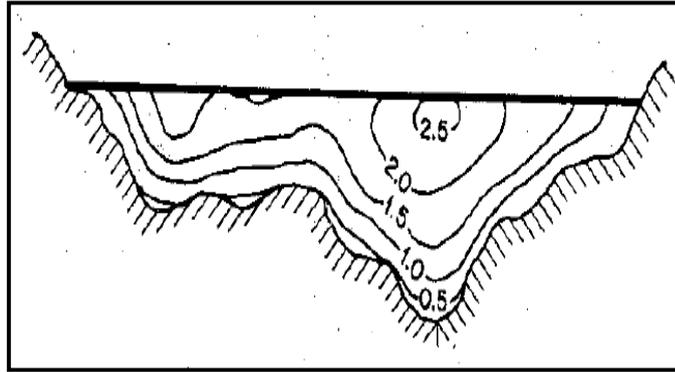


Fuente: Rocha, 1998

### Distribución de velocidades

Para la distribución de velocidades en un canal, depende de las características geométricas y la rugosidad. Tener en cuenta que las velocidades no están uniformemente distribuidas en su sección, por el cual las velocidades más bajas se encuentran en las zonas más profundas, esto se debe a la rugosidad que pueda tener el canal. Asimismo, en las zonas más alejadas de la superficie se producen las velocidades más altas. Dicho fenómeno se puede mostrar en la Figura 5.

Figura 4: Distribución de velocidades en canal natural



Fuente: Vente Chow, 1983

### Rugosidad en canales naturales

La rugosidad de un canal natural está relacionada con la fuerza de resistencia que ofrece el cauce al movimiento de agua. Tener en cuenta que existen diferentes factores que hacen complicado seleccionar el valor de  $n$  para un cauce, pero dentro de los más importantes se encuentra el tipo y tamaño de los materiales que componen el cauce (Rocha, 2009, P. 81).

Dicho valor es llamado coeficiente de manning ( $n$ ), que forma parte de la ecuación para el cálculo de la velocidad de flujo uniforme para flujos unidimensionales.

$$V = \frac{R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n} \quad (12)$$

---

**Donde:**

V= velocidad media

n= coeficiente de rugosidad manning

R= Radio hidráulico

S= pendiente

Adicionalmente, en la Tabla 2, se presentan los valores de rugosidad para diferentes superficies de canales artificiales y naturales.

Tabla 2: Valores del Coeficiente de Rugosidad de Manning (n) (Continúa)

TIPO DE CANAL			MÍNIMO	NORMAL	MÁXIMO
A. CONDUCTO CERRADO CON ESCURRIMIENTO PARCIALMENTE LLENO	A.1. METÁLICOS	a. Bronce Polido b. Acero soldado con remaches c. Metal corrugado sub - dren dren para aguas lluvias	0.009 0.010 0.013 0.017 0.021	0.010 0.012 0.016 0.019 0.024	0.013 0.014 0.017 0.021 0.030
	A.2 NO METÁLICOS	a. Concreto tubo recto y libre de basuras tubo con curvas, conexiones afinado tubo de alcantarillado con cámaras, entradas. Tubo con moldaje de acero. Tubo de moldaje madera cepillada Tubo con moldaje madera en bruto b. Madera duelas laminada y tratada c. Albañilería de piedra.	0.010 0.011 0.011 0.013 0.012 0.012 0.015 0.010 0.015 0.018	0.011 0.013 0.012 0.015 0.013 0.014 0.017 0.012 0.017 0.025	0.013 0.014 0.014 0.017 0.016 0.020 0.014 0.020 0.030
B. CANALES REVESTIDOS	B.1 METAL	a. Acero liso sin pintar pintado b. Corrugado	0.011 0.012 0.021	0.012 0.013 0.025	0.014 0.017 0.030
	B.2 NO METÁLICO	a. Madera Sin tratamiento Tratada Planchas b. Concreto afinado con plana afinado con fondo de grava sin afinar excavado en roca de buena calidad excavado en roca descompuesta c. Albañilería piedra con mortero piedra sola	0.010 0.011 0.012 0.011 0.015 0.014 0.017 0.022 0.017 0.023	0.012 0.012 0.015 0.013 0.017 0.017 0.020 0.027 0.025 0.032	0.014 0.015 0.018 0.015 0.020 0.020 0.030 0.035
C. EXCAVADO		a. Tierra, recto y uniforme nuevo grava con algo de vegetación b. Tierra, sinuoso sin vegetación con malezas y pasto maleza tupida, plantas fondo pedregoso - malezas. c. Roca suave y uniforme irregular d. Canales sin mantención maleza tupida Fondo limpio, bordes con vegetación	0.016 0.022 0.022 0.023 0.025 0.030 0.025 0.025 0.035 0.050 0.040	0.018 0.025 0.027 0.025 0.030 0.035 0.035 0.040 0.040 0.080 0.050	0.020 0.030 0.033 0.030 0.033 0.040 0.040 0.040 0.050 0.120 0.080

Fuente: Ven te Chow, 1998

Tabla 3: Valores del Coeficiente de Rugosidad de Manning (n)

D. CORRIENTES NATURALES	D.1. CORRIENTES MENORES (ANCHO SUPERF. < 30 m)	a. Ríos en planicies rectos, sin zonas muertas	0.025	0.030	0.033
		rectos sin zonas muertas con piedras y malezas	0.030	0.036	0.040
		Sinuoso, vegetación y piedras	0.035	0.045	0.050
		Sinuoso, vegetación y bastante pedregoso	0.045	0.050	0.060
		Abundante vegetación, sinuoso.	0.075	0.100	0.150
		b. Torrentes de montaña, sin vegetación, bordes abruptos.	0.030	0.040	0.050
		Árboles y arbustos sumergidos	0.040	0.050	0.070
		Parcialmente en crecidas con piedras y Pocas rocas grandes rocas y piedras en el fondo.			
D.2 PLANICIES DE INUNDACION	a. con pasto sin arbusto	0.025	0.030	0.035	
	pastizales bajos	0.030	0.035	0.050	
	pastizales altos				
	b. áreas cultivadas sin cultivo	0.020	0.030	0.040	
	con cultivos	0.030	0.040	0.050	
	c. Arbustos y Malezas escasos	0.040	0.060	0.080	
	densos	0.070	0.100	0.160	
	d. Arboles sauces	0.110	0.150	0.200	
	tierra despejada con troncos	0.030	0.040	0.050	
D3 Ríos Principales (ancho superior a 30 m)	Secciones Regulares	0.025	-	0.060	
	Secciones Irregulares	0.035	-	0.100	

Fuente: Ven te Chow, 1983

Efecto de la Viscosidad

“El efecto de la mayor o menor viscosidad del fluido sobre las condiciones del escurrimiento se expresa por el parámetro adimensional denominado número de Reynolds” (Rocha, 2009, P. 11), definido por:

$$Re = \frac{VL}{\nu} \quad (13)$$

Donde:

V= Velocidad media

L= longitud característica

$\nu$  = viscosidad cinemática del agua

El número de Reynolds representa la relación entre las fuerzas de inercia y las fuerzas viscosas.

Los flujos pueden ser laminar, turbulento o transicional.

**Re < 500 Flujo laminar**

**Re > 2000 Flujo turbulento**

**500 < Re < 20 00 Flujo transicional**

**Efecto de la gravedad**

“El efecto de la gravedad es representado por la relación entre las fuerzas inerciales y las fuerzas gravitacionales. Esta relación está dada por el número de Froude” (Chow V. T., 1994, P. 13), definido por:

$$F = \frac{V}{\sqrt{gL}} \quad (14)$$

---

Donde:

V= Velocidad media

L= longitud característica

$g$  = aceleración de la gravedad

Los flujos pueden ser Sub-crítico, crítico y supercrítico.

Flujo sub-crítico Cuando  $F < 1$

Flujo crítico Cuando  $F = 1$

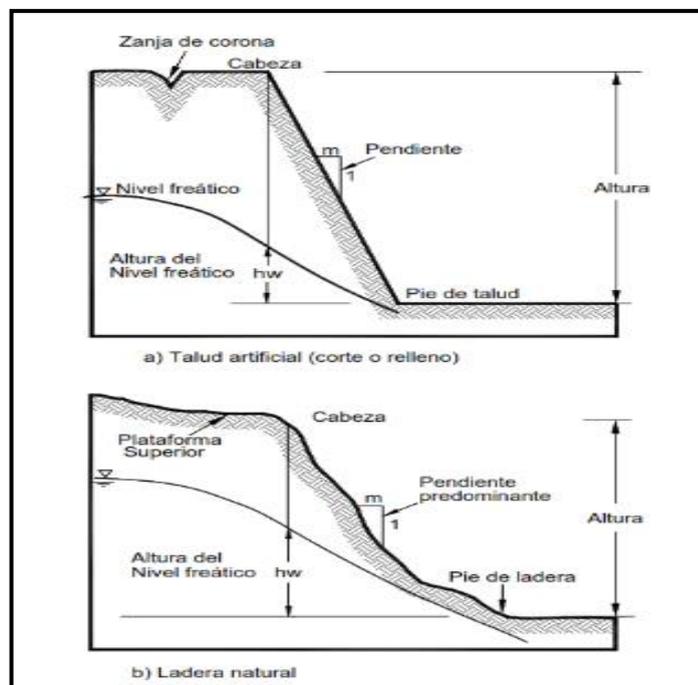
Flujo transicional Cuando  $F > 1$

## Análisis de Estabilidad de Taludes

### Talud

Es una masa de tierra que no es plana, ya que presenta una pendiente o cambios significativos de altura. En la literatura técnica se define como ladera cuando su conformación actual tuvo como origen un proceso natural y talud cuando se conformó artificialmente (Suárez, 2009, P.3). En la figura 6 se muestra la nomenclatura de taludes y laderas.

Figura 5: Nomenclatura de taludes y laderas



Fuente: Suárez, 2009

El talud del proyecto mide 4 metros de altura con una fuerte pendiente conformado por un material de grava bien graduada (GW) de color marrón oscuro estado semihúmedo con grava de tamaño máximo de 3 pulgadas. La falla en talud es una falla de deslizamiento rotacional que se produce debido a que los esfuerzos cortantes actuantes son mayores a la resistencia al cortante disponible del suelo donde esto conlleva a dar un valor de factor de seguridad menor a la unidad. La resistencia disponible del suelo se debilitó debido al aumento del nivel freático del agua generada por el aumento del caudal del río Chillón

### **Talud en proyecto**

Situación en la que pueden ser analizadas diferentes alternativas de solución, con la selección de la más adecuada técnica y económicamente.

### **Talud Excavado con Insuficiencia de estado**

Con insuficiencia de estabilidad, o que se encuentre en proceso de estabilización, con desplazamientos crecientes, fisuración, afectando estructuras en éste contenidas o adyacentes.

### **Talud en ruptura a ser reconstruido**

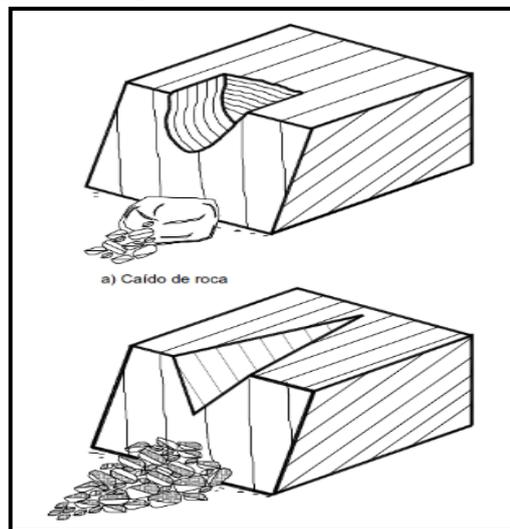
Una simple reconstrucción en la situación original conduciría a nueva ruptura. El talud deberá ser proyectado, en situación semejante al del caso a) con la ventaja de posibilitar su retro análisis.

## Tipos de Movimientos en Taludes

### Desprendimiento de Suelo y Roca

Es el desprendimiento y caída de materiales del talud, pueden incluir desde suelo y partículas relativamente pequeñas, hasta bloques de varios metros cúbicos. Los fragmentos son de diferentes tamaños y generalmente se rompen en el proceso de caído. Los “caídos de roca” corresponden a bloques de roca relativamente sana; los caídos de residuos o “detritos”, están compuestos por fragmentos de materiales pétreos. (Suárez, 2009, P. 8)

Figura 6: Esquema de caídos de roca y residuos



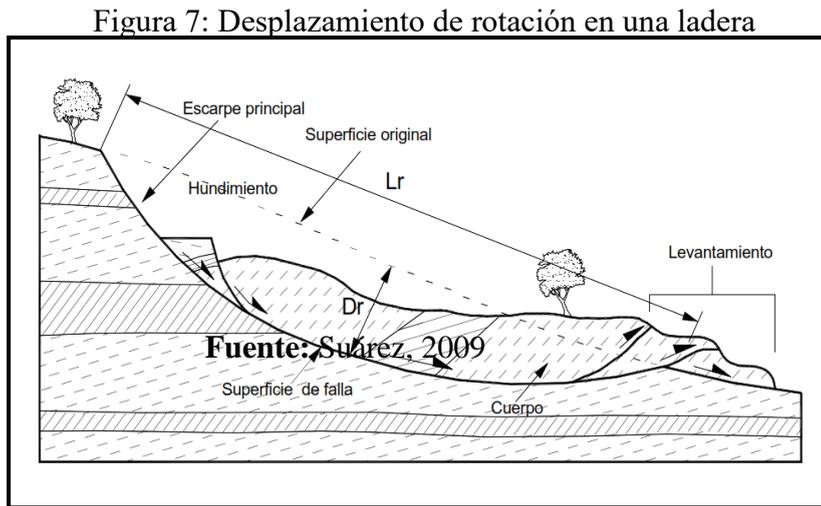
**Fuente:** Suárez, 2009

### Deslizamientos

“El deslizamiento en masa consiste en un desplazamiento de corte a lo largo de una o varias superficies” (Suárez, 1998, P. 16).

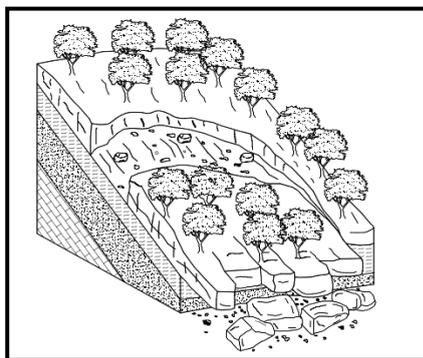
## 2.9 Deslizamiento Rotacional

“En un desplazamiento rotacional, la superficie de falla es cóncava hacia arriba y el movimiento es rotacional con respecto al eje paralelo a la superficie y transversal al deslizamiento” (Suárez, 2009, P. 14).



“Se desliza hacia afuera o hacia abajo, a lo largo de una superficie más o menos plana o ligeramente ondulada y tiene muy poco o nada de movimiento de rotación o volteo” (Suárez, 2009, P. 17).

Figura 8: Desplazamiento de traslación



Fuente: Suárez, 2009

## Verificación de la Condición de Estabilidad

En ingeniería geotécnica se disponen de los siguientes métodos:

### Método de las Líneas de Deslizamiento

“En el análisis de estabilidad de obras geotécnicas se busca determinar la configuración que provoque el colapso, sea por carga o geometría. Esta configuración está siempre asociada a desplazamientos plásticos no restringidos además de pequeñas deformaciones elásticas” (Kotter, 1967, P. 846).

$f(\sigma_n, \sigma_y, \tau_{xy}) = K$  (criterio de escurrimiento)

Ecuaciones de equilibrio

$$\frac{d\sigma_x}{dx} + \frac{d\tau_{xy}}{dy} + X = 0 \quad (15)$$

---

$$\frac{d\tau_{xy}}{dx} + \frac{d\sigma_y}{dy} + Y = 0 \quad (16)$$

---

### Método de Análisis Límite

La solución compleja y rigurosa de un problema elástico-plástico de mecánica de los cuerpos deformables es muy compleja, siendo apenas factibles problemas muy simples. De hecho, esta solución envuelve la resolución de un conjunto de ecuaciones, constituido por:

- Ecuaciones de equilibrio
- Ecuaciones de compatibilidad

- Relaciones tensión por deformación en la fase elástica
- Relaciones tensiones por deformaciones en la fase plástica
- Criterio de escurrimiento

### **Métodos Probabilísticos**

Diversas propuestas de formulación de la seguridad y términos probabilísticos que apuntaba a una evolución en etapas:

- Determinación de la variabilidad de los coeficientes de seguridad
- Sustitución de los coeficientes de seguridad prescritos por índices de seguridad prescritos
- Sustitución de índices de seguridad prescritos por probabilidades de ruina prescritas

### **Método de Equilibrio Límite**

Un análisis de límite de equilibrio permite obtener un factor de seguridad o a través de un análisis regresivo, obtener los valores de la resistencia al cortante en el momento de la falla. Una vez se han determinado las propiedades de resistencia al cortante de los suelos, las presiones de poros y otras propiedades del suelo y del talud, se puede proceder a calcular el factor de seguridad del talud.

Este análisis de estabilidad consiste en determinar si existe suficiente resistencia en los suelos del talud para soportar los esfuerzos de cortante que tienden a causar la falla o deslizamiento.

La mayoría de los métodos de límite de equilibrio tienen en común, la comparación de las fuerzas o momentos resistentes y actuantes sobre una determinada superficie de falla.

Las variaciones principales de los diversos métodos son, el tipo de superficie de falla y la forma cómo actúan internamente las fuerzas sobre la superficie de falla.

Concepto de Factor de Seguridad (F.S.) El factor de seguridad es empleado por los ingenieros para conocer cuál es el factor de amenaza para que el talud falle en las peores condiciones de comportamiento para el cual se diseña. Felonías (1922) presentó el factor de seguridad como la relación entre la resistencia al corte real, calculada del material en el talud y los esfuerzos de corte críticos que tratan de producir la falla, a lo largo de una superficie supuesta de posible falla. (Suárez, 2009, P. 130)

$$F.S. = \frac{\textit{Resistencia al cortante disponible}}{\textit{Esfuerzo al cortante actuante}} \quad (17)$$

---

En las superficies circulares donde existe un centro de giro y momentos resistentes y actuantes:

$$F.S. = \frac{\textit{Momento resistente disponible}}{\textit{Momento actuante}} \quad (18)$$

---

#### Limitaciones de los Métodos de Límite de Equilibrio

Los análisis de límite de equilibrio tienen algunas limitaciones entre las cuales se encuentran las siguientes:

- Se basan solamente en la estática. Como los métodos de límite de equilibrio se basan solamente en la estática y no tienen en cuenta las deformaciones, las distribuciones de presiones, en muchos casos, no son realistas.

- Suponen los esfuerzos uniformemente distribuidos. Debe tenerse cuidado cuando existan concentraciones de esfuerzos debidos a la forma de la superficie de falla o a la interacción de suelo-estructura.
- Utilizan modelos de falla muy sencillos. El diseño de taludes utilizando solamente la modelación con métodos de límite de equilibrio es completamente inadecuado si los procesos de falla son complejos.
- Generalmente se asume el material como isotrópico. el mecanismo de falla en los materiales residuales donde aparece el suelo, la roca meteorizada y la roca sana, así como las formaciones aluviales y coluviales no-isotrópicas, requiere de nuevos enfoques y del estudio de las superficies de falla no simétricas. (Suárez, 2009, P. 133)

### **Métodos que no subdividen el depósito**

Es necesario idealizar una geometría simple. La superficie de ruptura posee una directriz con una ecuación bien definida.

### **El Método de Fuerza en Cuña Plana**

Este método supone una superficie recta de un solo tramo, el cual puede analizarse como una cuña simple, con la superficie de falla inclinada, a un determinado ángulo con la horizontal (Figuras 10 y 11). Una falla de superficie plana puede ser analizada, fácilmente, con una solución de forma cerrada, la cual depende de la geometría de la pendiente y de los parámetros de fuerza cortante del suelo a lo largo del plano de falla. (Suárez, 2009, P. 149)

Se requiere calcular las siguientes fuerzas:

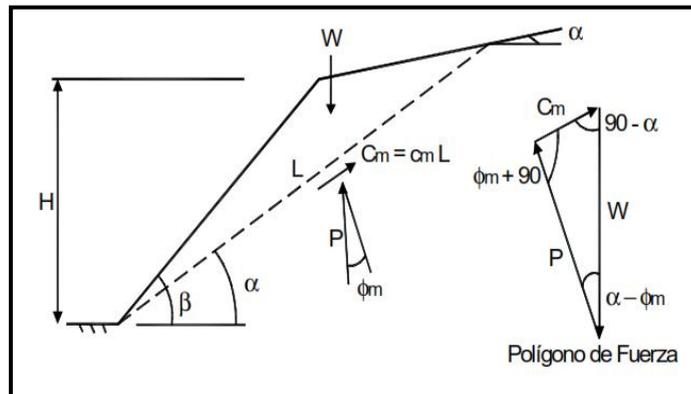
- El peso de la cuña ( $W$ ), descompuesto en la fuerza tangente y la fuerza normal,  $F_N$  y  $F_T$ .

- $F_N = W \cos\alpha$
- $F_T = W \sen\alpha$
- La fuerza de cohesión,  $F_c = C \times L$
- La fuerza de fricción,  $F_\phi = F_N \times \tan \phi'$ .

El factor de seguridad se determina por medio de la expresión:

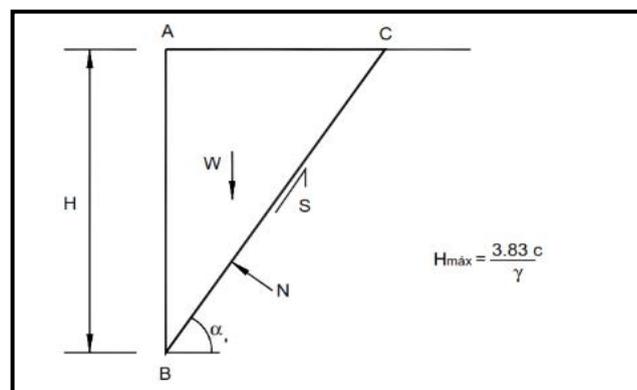
$$F.S. = \frac{(CXL) + (W\cos\alpha\tan\phi)}{W\sen\alpha} \quad (19)$$

Figura 9: Fuerzas que actúan sobre una cuña simple



Fuente: Suárez, 2009

Figura 10: Análisis de la altura máxima de un talud vertical en un suelo cohesivo analizando con cuña simple



Fuente: Cornforth, 2005

- ✓ **El Método Sueco sin Dovelas**
- ✓ **El Método del Círculo de Fricción**

Un arco de prueba de ruptura circular, su radio ha sido designado por  $R$ . Un círculo concéntrico de radio  $R \sin \phi$  es también mostrado. Cualquier línea tangente al círculo interior deberá de intersectar el círculo principal a una oblicuidad  $\phi$ . Por lo tanto, cualquier vector representando una presión intergranular a la oblicuidad  $\phi$  a un elemento de arco de ruptura deberá ser tangente al círculo interior. Este círculo es llamado círculo de fricción o el círculo  $\phi$ . (Taylor, 1960, P. 501).

- ✓ **El Método de la Espiral Logarítmica**

“Inicialmente, suponemos un punto de centro y un radio  $r_0$  para definir la espiral. El radio de la espiral varía con el ángulo de rotación  $\theta$ , alrededor del centro de la espiral, de acuerdo con la expresión” (Suárez, 2009, P. 151):

$$r = r_0 e^{\theta \tan \phi} \quad (20)$$

---

Donde:

$\phi_d$  = es el ángulo de fricción desarrollado el cual, depende del ángulo de fricción del suelo y del factor de seguridad.

Los esfuerzos al cortante se pueden expresar en esfuerzos totales de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\tau = \frac{c}{F} + \sigma \frac{\tan \phi}{F} \quad (21)$$

---

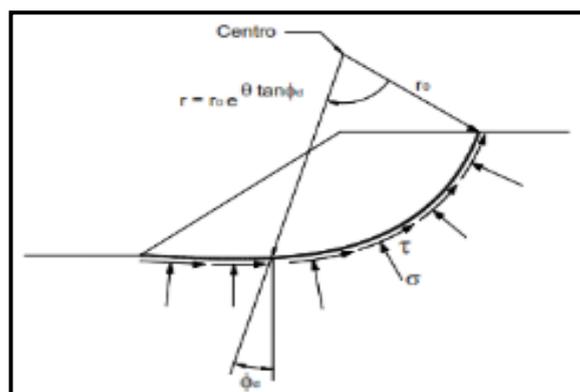
o en términos de las resistencias desarrolladas.

$$\tau = C_d + \sigma \tan \phi_d \quad (22)$$

---

Las ecuaciones de la espiral logarítmica son relativamente complejas para los cálculos manuales, debido a la forma de superficie de falla.

Figura 11: Talud y superficie de falla espiral logarítmica



Fuente: Frohlich, 1953

Hipótesis: macizo o depósito homogéneo. Un único valor de cohesión ( $c$ ) y de ángulo de fricción interna ( $\phi$ )

Métodos que subdividen el depósito

Con superficie de geometría simple y división de dovelas

Hipótesis básica: existe interacción entre dovelas.

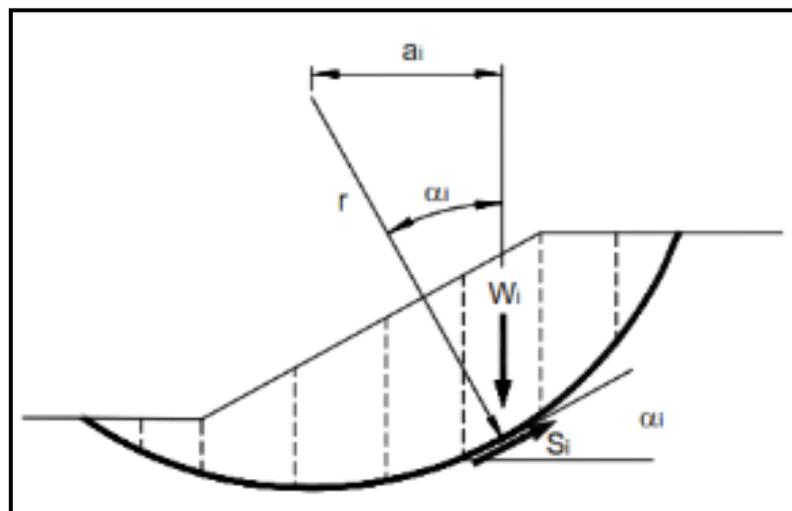
Posibilidad de superficies de ruptura no circulares.

Puede usar diferentes  $c$ ,  $\phi$ .

### Método de Fellenius

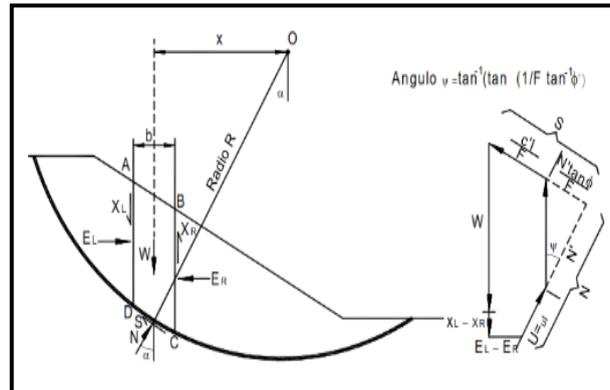
El método de Fellenius es conocido también como método Ordinario, método sueco, método de las Dovelas o método U.S.B.R. Este método asume superficies de falla circulares, divide el área de falla en tajadas verticales, obtiene las fuerzas actuantes y resultantes para cada tajada y con la sumatoria de los momentos con respecto al centro del círculo (producidos por estas fuerzas) se obtiene el Factor de Seguridad. (Suárez, 2009, P. 153)

Figura 12: Esquema de un sistema típico de análisis con tajadas o dovelas



Fuente: Duncan y Wright, 2005

Figura 13: Fuerzas que actúan sobre una dovela en un análisis de estabilidad del arco circular con dovelas



Fuente: Cornforth, 2005

Las fuerzas que actúan sobre una dovela son (Figura 18):

El peso o fuerza de gravedad, la cual se puede descomponer en una tangente y una normal a la superficie de falla.

Las fuerzas resistentes de cohesión y fricción que actúan en forma tangente a la superficie de falla.

Las fuerzas de presión de tierra y cortante en las paredes entre dovelas, no son consideradas por Fellenius.

Al realizar la sumatoria de momentos con respecto al centro del círculo, se obtiene la siguiente expresión:

$$F.S. = \frac{\sum [C' \Delta l + (w \cos \alpha - u \Delta l \cos^2 \alpha) \tan \phi']}{\sum w s \sin \alpha} \quad (23)$$

Donde:

$\alpha$  = Angulo del radio del círculo de falla con la vertical bajo el centroide en cada tajada.

$W$  = Peso total de cada tajada.

$u = \text{Presión de poros} = \gamma_w h_w$

$\Delta l = \text{Longitud del arco de círculo en la base de la tajada.}$

$C', \varphi' = \text{Parámetros de resistencia del suelo}$

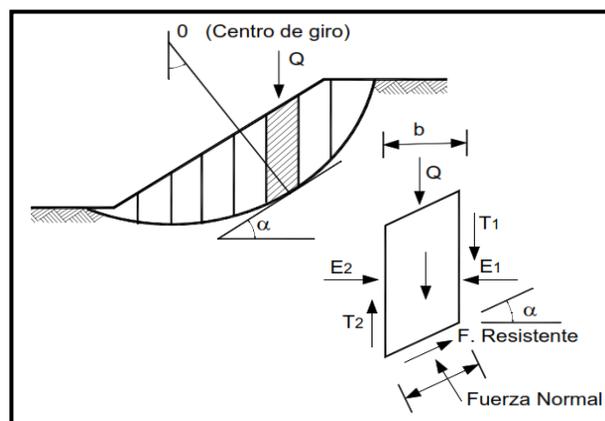
La ecuación anterior se conoce como ecuación de Fellenius.

El método ordinario o de Fellenius solamente satisface los equilibrios de momentos y no satisface el equilibrio de fuerzas. Para el caso de  $\varphi = 0$ , el método ordinario da el mismo valor del factor de seguridad que el método del arco circular.

Los análisis del método de Fellenius son muy sencillos y se pueden realizar con métodos manuales o en el computador. Debe tenerse en cuenta que el método ordinario es menos preciso que otros procedimientos y la precisión disminuye a medida que la presión de poros se hace mayor.

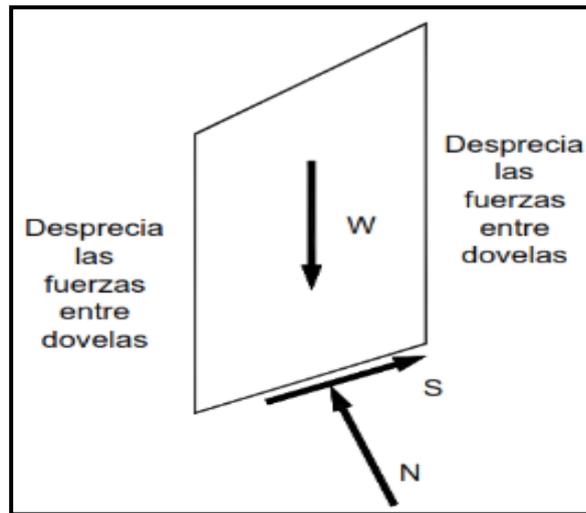
Algunos autores recomiendan que el método ordinario no se utilice para diseño, sino solamente como una base de referencia. Generalmente, el método ordinario da factores de seguridad menores que otros métodos. (Suárez, 2009, P. 154)

Figura 14: Fuerzas que actúan sobre una dovela en los métodos de las dovelas



**Fuente:** Suárez, 2009

Figura 15: Fuerzas que actúan sobre una dovela en el método ordinario o de Fellenius



Fuente: Duncan y Wright, 2005

### Método de Bishop y Bishop Modificado

“Bishop (1955) presentó un método utilizando dovelas y teniendo en cuenta el efecto de las fuerzas entre las dovelas. Bishop asume que las fuerzas entre dovelas son horizontales; es decir, que no tiene en cuenta las fuerzas de cortante” (Suárez, 2009, P. 159).

La solución rigurosa de Bishop es muy compleja y por esta razón, se utiliza una versión simplificada de su método, de acuerdo con la expresión:

$$F.S. = \frac{\sum \left[ \frac{C' \Delta l \cos \alpha + (W' u \Delta l \cos \alpha) \tan \phi'}{\cos \alpha + (\text{sena} \tan \phi') / FS} \right]}{\sum w \text{sena}} \quad (24)$$

Donde:

$\alpha$  = Angulo del radio y la vertical en cada dovela.

$W$  = Peso total de cada dovela.

$u$  = Presión de poros en la base de cada dovela =  $\gamma_w h_w$

$\Delta l$  = Longitud del arco de círculo en la base de la tajada.

$C', \varphi'$  = Parámetros de resistencia del suelo

Como se puede observar en la ecuación, el término factor de seguridad FS se encuentra tanto en la izquierda como en la derecha de la ecuación; se requiere un proceso de interacción para calcular el factor de seguridad.

El método simplificado de Bishop es uno de los métodos más utilizados actualmente para el cálculo de factores de seguridad de los taludes. Aunque el método sólo satisface el equilibrio de momentos, se considera que los resultados son muy precisos en comparación con el método ordinario.

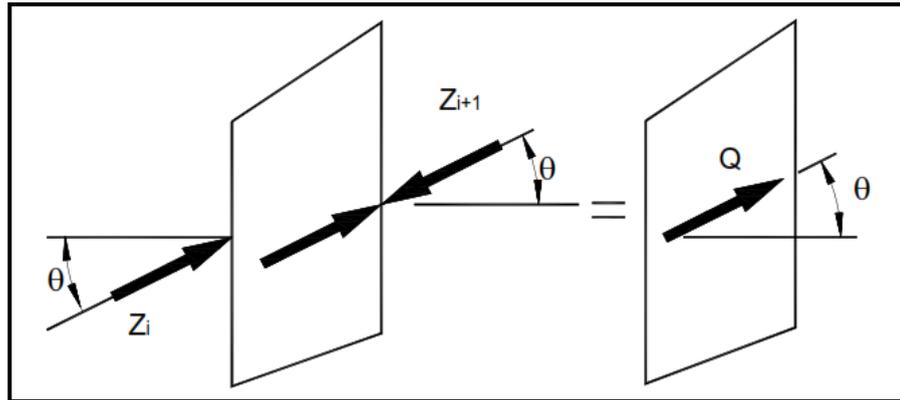
Aunque existen métodos de mayor precisión que el método de Bishop, las diferencias de los factores de seguridad calculados, no son grandes.

La principal restricción del método de Bishop simplificado, es que solamente considera las superficies circulares. (Suárez, 2009, P. 159)

#### ✓ **Método de Spencer**

El método de Spencer es un método que satisface totalmente el equilibrio tanto de momentos como de esfuerzos. El procedimiento de Spencer (1967) se basa en la suposición de que las fuerzas entre dovelas son paralelas las unas con las otras, o sea, que tienen el mismo ángulo de inclinación (figura 19). (Suárez, 2009, P. 159)

Figura 16: Paralelismo de las fuerzas entre dovelas en el método de Spencer

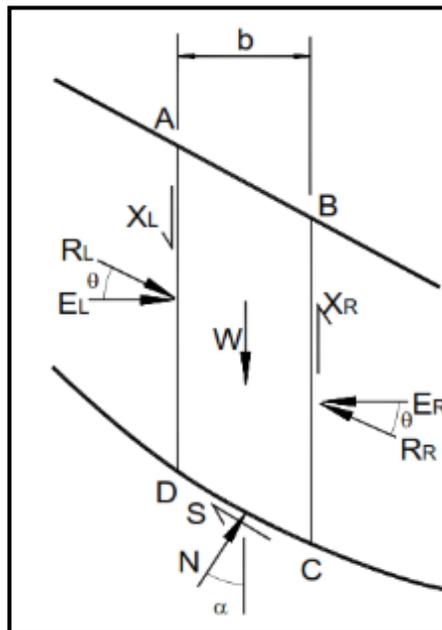


Fuente: Suárez, 2009

La inclinación específica de estas fuerzas entre partículas, es desconocida y se calcula como una de las incógnitas en la solución de las ecuaciones de equilibrio. Spencer inicialmente propuso su método para superficies circulares pero este procedimiento se puede extender fácilmente a superficies no circulares.

Spencer plantea dos ecuaciones una de equilibrio de fuerzas y otra de equilibrio de momentos, las cuales se resuelven para calcular los factores de seguridad  $F$  y los ángulos de inclinación de las fuerzas entre dovelas  $\theta$  (Figura 18).

Figura 17: Fuerzas que actúan sobre las dovelas en el método de Spencer



Fuente: Suárez, 2009

Para resolver las ecuaciones  $F$  y  $\theta$ , se utiliza un sistema de ensayo y error donde se asumen los valores de estos factores (en forma repetitiva) hasta que se alcanza un nivel aceptable de error. Una vez se obtienen los valores de  $F$  y  $\theta$  se calculan las demás fuerzas sobre las dovelas individuales. El método de Spencer se considera muy preciso y aplicable para casi todo tipo de geometría de talud y perfiles de suelo y es tal vez, el procedimiento de equilibrio más completo y más sencillo para el cálculo del factor de seguridad. (Duncan, Wright, & Brandon, 2005, P. 83)

✓ **Método de Morgenstern-Price**

El método de Chen y Morgenstern (1983) es una refinación del método de Morgenstern y Price e intenta mejorar los estados de esfuerzos en las puntas de la superficie de falla. Chan y Morgenstern recomiendan las fuerzas entre partículas, deben ser paralelas al talud, en los extremos de la superficie de falla. (Suárez, 2009, P. 157)

✓ **Método del Talud Infinito**

Con frecuencia, en los deslizamientos de gran magnitud, la mayor parte de la masa deslizada se mueve aproximadamente en forma paralela a la superficie del terreno. La naturaleza del movimiento está controlada por algún elemento geológico como una capa de roca o una capa de materiales poco resistentes. Si la longitud relativa del deslizamiento es muy grande en relación con su espesor, la contribución de la resistencia en la cabeza y el pie del deslizamiento, es menor comparada con la resistencia del resto de la superficie de falla.

En las condiciones indicadas, se presenta una falla paralela a la superficie del talud, a una profundidad somera la longitud de la falla es mayor comparada con su espesor. Este tipo de deslizamiento se puede analizar suponiendo un talud infinito. (Suárez, 2009, P. 145)

El método del talud infinito es un sistema muy rápido y sencillo para determinar el factor de seguridad de un talud, suponiendo un talud largo con una capa delgada de suelo, en el cual, cualquier tamaño de columna de suelo es representativo de todo el talud (Figura 19). Las suposiciones del método del talud infinito son las siguientes: suelo isotrópico y homogéneo, talud infinitamente largo y superficie de falla paralela al talud. El principal uso del método del talud infinito es la elaboración de planos de amenaza a los deslizamientos mediante el uso de SIGs.

Para un talud uniforme y relativamente largo, en el cual el mecanismo de falla esperado no es muy profundo, los efectos de borde son despreciables y el factor de seguridad puede calcularse (para un talud infinito) a partir de una unidad de área con base en el criterio Mohr - Coulomb. (Suárez, 2009, P. 146)

Analizando el elemento de la figura 21 y realizando una igualdad de fuerzas resistentes y actuantes, se obtiene la siguiente expresión:

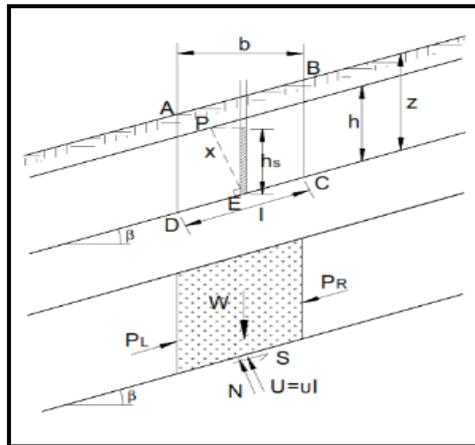
$$F.S. = \frac{c' + (\gamma z - \gamma_w h) \cos^2 \beta \tan \phi'}{\gamma z \sin \beta \cos \beta} \quad (25)$$

---

Simplificando para un talud seco de suelos sin cohesión ( $c' = 0$ )

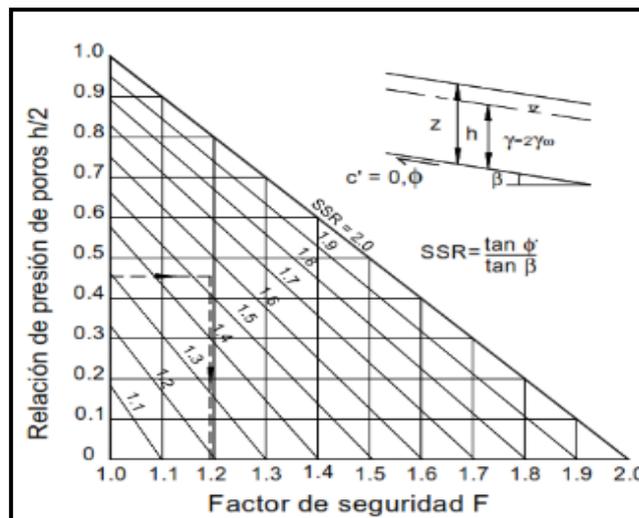
$$F.S. = \frac{\tan \phi}{\tan \beta} \quad (26)$$

Figura 18: Diagrama de análisis, método del talud infinito.



Fuente: Conforth, 2005

Figura 19: Determinación del factor de seguridad FS para diferentes alturas del nivel de agua de una determinada relación de resistencia para el talud seco (SSR).



Fuente: Conforth, 2005

El ángulo de fricción para el factor de seguridad igual a 1.0, se le denomina ángulo de reposo.

Si en el caso anterior, el nivel de agua se encuentra en la superficie del terreno y, por lo tanto, el suelo se encuentra totalmente saturado y la cohesión es cero, se obtiene la siguiente expresión:

$$F.S. = \frac{Y'Tan\phi}{YTan\beta} \quad (27)$$

Donde:

$Y'$  = peso unitario sumergido

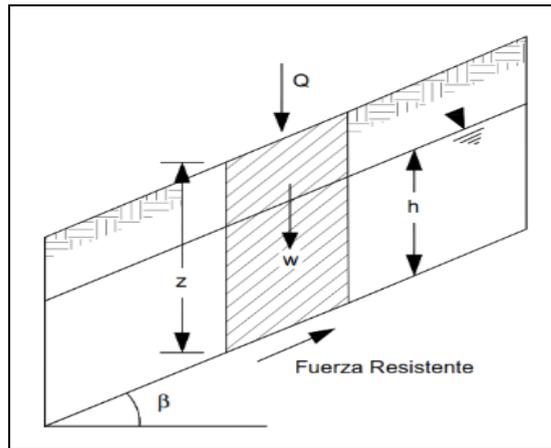
$Y$  = peso unitario saturado

De la anterior expresión se obtiene que, si el suelo se encuentra saturado totalmente, el factor de seguridad es aproximadamente la mitad del factor de seguridad del talud seco. El factor de seguridad disminuye a medida que sube el nivel del agua (Figura 21). El factor de seguridad varía con la posición del nivel freático de acuerdo con la relación que se denomina coeficiente de presión de poros y que relaciona la presión de poros con la altura del suelo.

$$r_u = \frac{u}{Yz} \quad (28)$$

El método del talud infinito también se puede aplicar a los taludes de suelos cohesivos siempre y cuando la falla sea paralela a la superficie del talud.

Figura 20: Talud infinito



Fuente: Conforth, 2005

El método del talud infinito cumple condiciones para el equilibrio de fuerzas y el equilibrio de momentos a pesar de que no se considera explícitamente, debido a que las fuerzas son colineales y la fuerza normal actúa en el centro del bloque (Duncan, Wright, & Brandon, 2005, P. 126).

Este método es muy preciso para el análisis de los suelos estratificados, con falla paralela a la superficie del terreno.

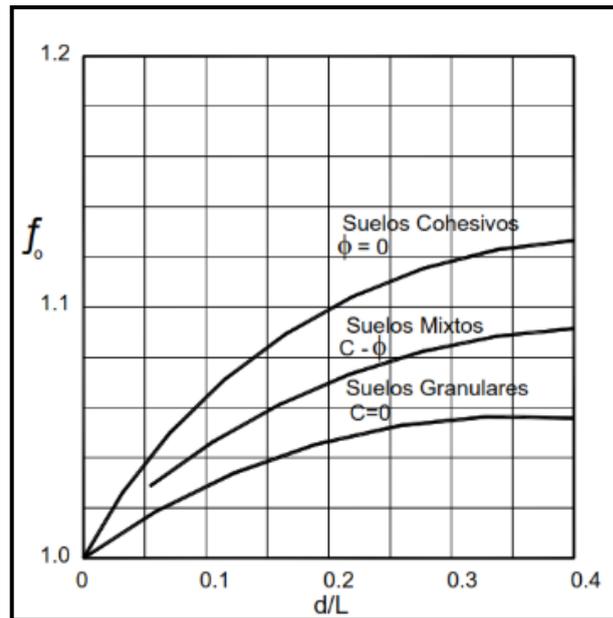
### **Con superficie de cualquier geometría y división en dovelas**

#### **Método de Janbú**

El método simplificado de Janbú se basa en la suposición de que las fuerzas entre dovelas son horizontales y no tienen en cuenta las fuerzas de cortante.

Janbú considera que las superficies de falla no necesariamente son circulares y establece un factor de corrección  $f_o$ . El factor  $f_o$  depende de la curvatura de la superficie de falla (figura 22). Estos factores de corrección son solamente aproximados y se basan en análisis de 30 a 40 casos. (Suárez, 2009, P. 155)

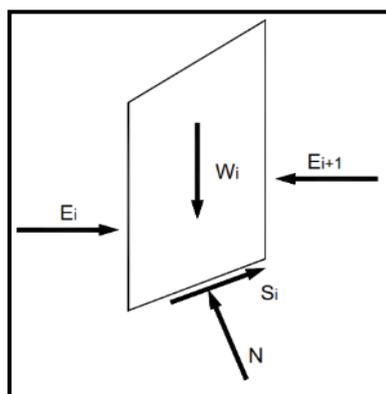
Figura 21: Diagrama para determinar el factor  $f_0$  para el método de Janbú



Fuente: Suárez, 2009

En algunos casos, la suposición de  $f_0$  puede ser una fuente de inexactitud en el cálculo del factor de seguridad. Sin embargo, para algunos taludes la consideración de este factor de curvatura representa el mejoramiento del análisis.

Figura 22: Esquema de fuerzas sobre una dovela en el Método Bishop Simplificado



Fuente: Duncan y Wright, 2005

El método de Janbú solamente satisface el equilibrio de esfuerzos y no satisface el equilibrio de momentos. De acuerdo con Janbú (ecuación modificada):

$$F.S. = \frac{f_o \sum \left\{ [c' + (W - ub) \tan \phi] \frac{1}{\cos \alpha m a} \right\}}{\sum (W \tan \alpha)} \quad (29)$$

---

#### ✓ Método de Sarmac

El método de Sarma (1973) es muy diferente a todos los métodos descritos anteriormente porque éste considera que el coeficiente sísmico y el factor de seguridad son desconocidos. Se asume entonces, un factor de seguridad y se encuentra cuál es el coeficiente sísmico requerido para producir éste.

Generalmente, se asume que el factor de seguridad es 1.0 y se calcula el coeficiente sísmico requerido para que se obtenga este factor de seguridad. En el método de Sarma, la fuerza cortante entre tajadas es una relación con la resistencia al cortante. El procedimiento de Sarma fue desarrollado para análisis sísmicos de estabilidad y tiene algunas ventajas sobre otros métodos para este caso. (Suárez, 2009, P. 157)

#### Métodos de Estabilización de taludes

“La forma moderna de agrupar los métodos de taludes” (Assis, 1997):

#### Disminución de las presiones Hidrostáticas

En taludes en suelo: Las presiones hidrostáticas actuantes disminuyen las presiones efectivas y por consecuencia la resistencia del suelo.

En taludes en roca: Las presiones hidrostáticas disminuyen los esfuerzos normales actuantes en los mismos, disminuyendo su resistencia al cortante.

## **Drenaje Superficial**

El objetivo principal del drenaje superficial es mejorar la estabilidad del talud reduciendo la infiltración y evitando la erosión. El sistema de recolección de aguas superficiales debe captar la escorrentía, tanto del talud como de la cuenca de drenaje arriba del talud y llevar el agua a un sitio seguro, lejos del talud que se va a proteger. (Suárez, 2009, P. 49)

### **Tipos de Obra de Drenaje Superficial:**

- ✓ **Canales para redireccionar el agua de escorrentía.** Se debe impedir que el agua de escorrentía se dirija hacia la zona inestable.
- ✓ **Zanjas de corona.** Son zanjas interceptoras de la escorrentía en la parte alta del talud.
- ✓ **Diques en la corona del talud.** Son diques en relleno, colocados arriba de la corona, con el objeto de desviar hacia los lados las aguas de escorrentía.
- ✓ **Drenes Franceses.** Son zanjas rellenas de material granular grueso que tienen por objetivo captar y conducir las aguas de escorrentía.
- ✓ **Trinchos o Cortacorrientes.** Consisten en diques a través del talud para desviar lateralmente, las aguas de escorrentía.
- ✓ **Torrenteras.** Son estructuras que recogen las aguas de los canales, diques o cortacorrientes y las conducen hacia abajo del talud. Generalmente, incluyen elementos para disipar la energía del flujo del agua.
- ✓ **Sellado de grietas con arcilla o mortero.** El objeto es impedir la infiltración de agua hacia el deslizamiento.
- ✓ **Imprimación del talud con asfalto o impermeabilización con mortero.** La impermeabilización tiene por objeto evitar los cambios de humedad en el suelo.

- ✓ **Recubrimiento con plásticos.** Aunque el recubrimiento no impide la infiltración, sí protege contra el impacto de las gotas de lluvia, disminuye los volúmenes de agua infiltrada y mantiene la humedad natural. (Suárez, 2009, P. 49)

### **Drenaje Profundo**

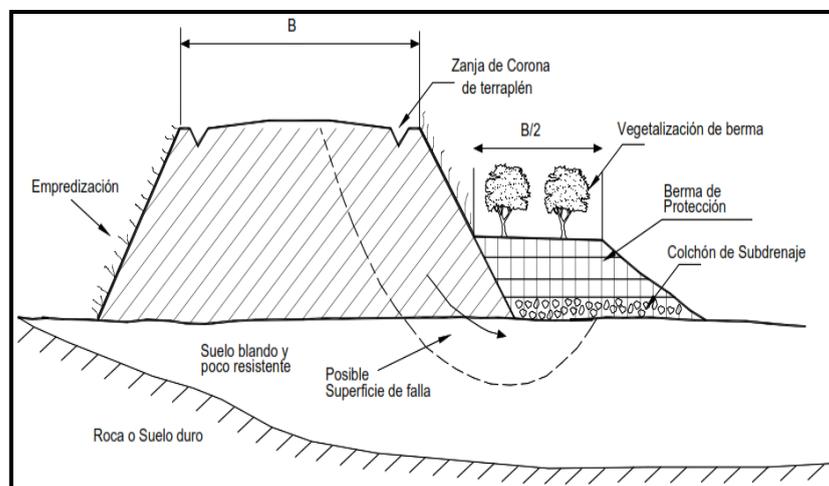
Las técnicas de drenaje subterráneo o subdrenaje son uno de los métodos más efectivos para la estabilización de los deslizamientos. El drenaje subterráneo tiene por objeto disminuir las presiones de poros o impedir que éstas aumenten.

- ✓ **Cortinas impermeables subterráneas.** El objetivo es evitar el paso interno del agua hacia las zonas inestables.
- ✓ **Subdrenes de zanja.** Los subdrenes de zanja tienen por objeto abatir los niveles freáticos.
- ✓ **Subdrenes de penetración.** Son subdrenes horizontales profundos que logran grandes abatimientos de los niveles freáticos.
- ✓ **Colchones de drenaje.** Se colocan debajo de los terraplenes o llaves de cortante, para impedir el ascenso de los niveles de agua.
- ✓ **Drenes verticales de alivio.** Consisten en perforaciones verticales del drenaje para disipar las presiones de poros.
- ✓ **Galerías de drenaje.** Son túneles con objeto de disipar las presiones de poros y disminuir los niveles freáticos.
- ✓ **Drenes de pantalla.** Son colchones inclinados de drenaje para evitar que en los afloramientos de agua subterránea se formen cárcavas de erosión. (Suárez, 2009, P. 26)

## Disminución de los esfuerzos cortantes solicitantes

**Bermas Bajas o Contrabermas:** El sistema de contrapesos es muy útil para la estabilización de taludes de terraplenes sobre zonas de suelos blandos, donde las fallas ocurren generalmente por falta de resistencia en el manto de cimentación del terraplén. En este caso, se construye una berma, la cual consiste en un terraplén de menor altura ubicado junto al terraplén principal, que sirve de contrapeso al aumentar la longitud de la superficie de falla. (Suárez, 2009, P. 17)

Figura 23: Esquema de una berma lateral a un terraplén para evitar la falla del pie



Fuente: Suárez, 2009

## Introducción de fuerzas resistentes

### Estabilización con Pre Excavación total

Su empleo implica la excavación total del talud con inclinación temporalmente estable, para hacer posible la construcción del muro, con posterior colocación de suelo en la parte del montante. Es importante proveer a la estructura de buen drenaje, para evitar empujes hidrostáticos excesivos a montante.

- ✓ **Muros de Gravedad:** Son muros de gravedad son estructuras de contención convencionales que obtienen su soporte por la acción de su peso solamente. Se deben diferenciar dos tipos generales de muros de gravedad
- ✓ **Muros rígidos.** En esta categoría se encuentran los muros de concreto reforzado, concreto simple y concreto ciclópeo.
- ✓ **Muros flexibles.** Se incluyen los muros en gaviones, los muros criba, los pedraplenes y los muros de tierra con llantas usadas, entre otros. (Suárez, 2009, P. 151)

### **Estabilización sin Pre Excavación total**

En función de su ángulo de inclinación con relación al plano de ruptura, serán mayores o menores sus componentes normal y tangencial, las que contribuirán en el aumento de los esfuerzos normales o de contrabalancear los esfuerzos cortantes

Un anclaje es una instalación que es capaz de transmitir una carga de tensión a un manto de soporte a profundidad”.

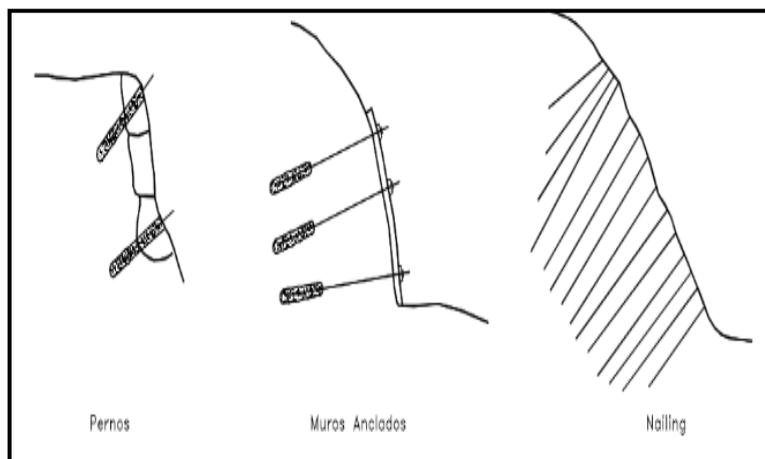
### **Tipos de Estructuras Ancladas**

- ✓ **Muros Anclados:** Los muros anclados son estructuras de gravedad, semigravedad o pantallas; que se sostienen mediante anclas pretensadas con bulbos profundos. Los muros anclados pueden ser de varios tipos:
- ✓ **Muros de gravedad o semigravedad.** Las estructuras de gravedad son muros de concreto armado, a los cuales se les adicionan anclas pre-tensadas a varios niveles de altura.
- ✓ **Pantallas.** Son pantallas delgadas de concreto armado, las cuales se pueden construir utilizando concreto proyectado o fundidas en el sitio. A las pantallas

de concreto se les colocan hileras de anclas a varios niveles. Las pantallas también pueden ser pre excavadas utilizando el sistema de “Slurry Wall”.

- ✓ **Tablestacas.** Estructuras delgadas enterradas, metálicas o de concreto armado, ancladas en su parte superior. Una variante del sistema son los pilotes tangentes/ secantes.
- ✓ **Estructuras ancladas.** En las estructuras ancladas se colocan varillas o tendones generalmente, de acero en perforaciones realizadas con taladro, posteriormente se inyectan con un cemento. Los anclajes pueden ser pretensados para colocar una carga sobre un bulbo cementado o pueden ser cementados simplemente sin colocarles carga activa. (Suárez, 2009, P. 151)

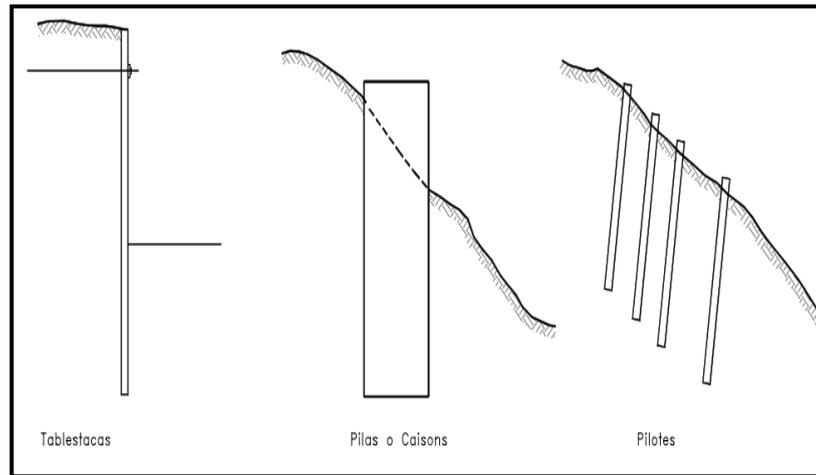
Figura 24: Esquema de estructuras ancladas



**Fuente:** Suárez, 2009

- ✓ **Estructuras Enterradas.** Son estructuras esbeltas, las cuales generalmente trabajan empotradas en su punta inferior. Internamente están sometidas a esfuerzos de flexión y cortante.

Figura 25: Esquema de estructuras enterradas



Fuente: Suárez, 2009

- ✓ **Micropilotes (Soil nailing).** El Soil Nailing es un método de refuerzo in situ utilizando micropilotes vacíos capaces de movilizar resistencia a tensión en el caso de ocurrencia de un movimiento. Se diferencian de los pilotes en cuanto los micropilotes no resisten cargas laterales a flexión. Los micropilotes pueden ser varillas de acero, tubos o cables que se introducen dentro del suelo natural o la roca blanda y son inyectados dentro de huecos preperforados. Generalmente son espaciados a distancias relativamente pequeñas. Los micropilotes pueden ser hincados o inyectados en perforaciones previamente realizadas. Junto con el suelo estos alfileres o nail forman una estructura de suelo reforzado. Los nail o alfileres se diferencian de los anclajes en el sentido de que son pasivos, o sea, que no son postensionados. Adicionalmente los Nails están mucho más cercanamente espaciados que los anclajes.
- ✓ **Pilotes.** Los pilotes hincados han sido utilizados en ocasiones para la estabilización de deslizamientos activos. Este método sólo es apropiado para deslizamientos poco profundos y suelos que no fluyan entre los pilotes. Los deslizamientos profundos generalmente producen fuerzas laterales muy grandes que no pueden ser resistidas fácilmente por los pilotes.

- ✓ **Tierra Reforzada.** Los muros también pueden ser de tierra armada, que consisten en un relleno de suelo granular con láminas de refuerzo, que pueden ser metálicas o de elementos plásticos. Los muros en tierra armada consisten en la colocación de tiras o capas de refuerzo en el proceso de compactación de terraplenes con taludes de alta pendiente. El concepto fue introducido por Vidal en los años 1960. (Suárez, 2009, P. 212)

## **Mejoría de las propiedades del material del talud**

### **Estabilización con cemento**

- El caso del cemento es un proceso de cementación y relleno de los vacíos del suelo o roca y las discontinuidades de mayor abertura, aumentando la resistencia del conjunto y controlando los flujos internos de agua. Los procesos de inyecciones se conducen en varias etapas iniciando por una inyección de la zona y terminando con el relleno de sitios específicos. En suelos residuales la inyección de cemento de zonas permeables en el límite inferior del perfil de meteorización ha tenido buen éxito. (Suárez, 2009, P. 28)

- **Jet Grouting**

El Jet-Grouting es una tecnología que utiliza la inyección radial de fluidos, a muy alta velocidad, para desagregar (erosionar) el terreno, sustituyendo parcialmente el material erosionado y mezclándolo con un agente de cementación para formar un nuevo material.

- **Inclusión de Fibras Vegetales al suelo**

El tipo de vegetación tanto en el talud como en el área arriba del talud es un parámetro importante para su estabilidad. La vegetación cumple dos funciones principales: en primer lugar, tiende a determinar el contenido de agua en la superficie y además da consistencia por el entramado mecánico de sus raíces.

### **Incorporando inhibidores o controladores de energía de caída**

#### **Apoyos Estructurales**

Para taludes rocosos empinados, inclusive con pendiente negativa, ante presencia de bloques de roca potencialmente inestables en la parte superior del talud, una solución es colocar apoyos estructurales: columnas o vigas verticales (gigantes) de concreto. Estos elementos estructurales pueden ser o no anclados al macizo rocoso, en función de los esfuerzos ejercidos y de las condiciones de fundación.

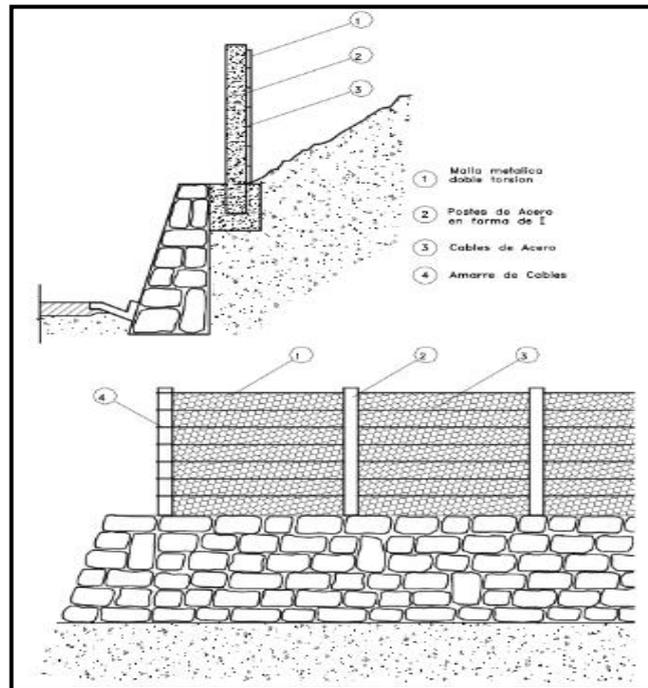
#### **Barreras de Protección**

Para taludes rocosos empinados, presentando roca muy fracturada en la cara, es común utilizar malla metálica electrosoldada instalada sobre la cara del talud y fijada al macizo por medio de pernos de anclaje convenientemente espaciado, a fin de evitar caídas de bloque de roca que puedan desprenderse. (Suárez, 1998, P. 400)

#### **Muros de Impacto**

Se construyen de concreto armado, requiriendo una buena cimentación para resistir las cargas de los posibles impactos. En la parte superior de éstos se pueden colocar barreras más leves y flexibles, con una línea de tubos metálicos llenos con mortero.

Figura 26: Sistema de barrera metálica con cables de acero, para control de caídos de bloques de roca



Fuente: Suárez, 1998

### Cercas de Retención

Consisten de telas metálicas soportadas por estructuras de perfiles metálicos, adecuadamente imbuidos en el suelo, con suficiente empotramiento para resistir las cargas laterales debidas a los impactos.

## **CAPITULO III**

### **MÉTODO**

#### **3.1 Tipo De Investigación**

- **3.1.1 Tipo De Investigación**

Tipo de investigación: Básica

Nivel de Investigación: Aplicada-explicativo-causal.

Tiene como propósito buscar solución a problemas reales, ya que se explican las relaciones causa-efecto.

La metodología utilizada en este proyecto considera la revisión de la teoría disponible sobre el tema y la captación de experiencias, para lo cual se acudió a fuentes de información primaria, tales como entrevistas a ingenieros y personas capacitadas en el tema de gestión, así como fuentes secundarias, tales como libros, normativas, reglamentos y catálogos.

Entre las herramientas más utilizadas para cumplir cada objetivo, se destacaron el juicio de expertos y las entrevistas como principales técnicas para recabar información, con esto se lograron cumplir con cada uno los entregables.

#### **3.2 Ambito temporal y espacial**

El presente trabajo de investigación se desarrolló entre los años 2018 y 2019

#### **3.3 Variables e Indicadores**

Variable Independiente

- o Sistema Convencional de Enrocado con muro de contención
- o Sistema Alternativo de Muro de Suelo reforzado con geoesteras Variables

Dependientes

- o Remediación del talud vial

## Capacitación:

El esfuerzo invertido en esta área es rápidamente capitalizado debido a la mejora de las capacidades, y por tanto del rendimiento de los trabajadores empleados en la obra, y es directamente proporcional al grado de especialización que su puesto requiera.

Tabla 4

*Cuadro específico acerca de las variables dependientes e independientes*

<b>Variable Dependiente</b>	<b>Conceptualización</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
Remediación de talud vial	El concepto general del tiempo en función de las horas asignadas a cada actividad, con la mano de obra correspondiente y la maquinaria utilizada.	<input type="checkbox"/> Mano de obra *Maquinarias *Tareos	<input type="checkbox"/> Cuantificación de horas ahorradas.
<b>Variables Independientes</b>	<b>Conceptualización</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Dimensiones</b>
Sistema Convencional de Enrocado con muro de contención	Las variables independientes van a corresponder a las herramientas principales del diseño de servicio de proteccion.	<input type="checkbox"/> Control.	<input type="checkbox"/> Cronograma. <input type="checkbox"/> Diagrama de Gantt. <input type="checkbox"/> MS Project.
Sistema Alternativo de Muro de Suelo		<input type="checkbox"/> Evaluación.	<input type="checkbox"/> Diagrama de flechas. <input type="checkbox"/> Calificación.

---

reforzado con

geoesteras

Variables

Prioridad.

Capacitación.

---

Nota: Variables independientes dependientes (fuente propia, 2018)

### **3.4 Población Muestra**

Talud del km 27+585 a la Progresiva 28+585

Dos calicatas de 1.50 m. de profundidad.

### **3.5 Técnicas e Instrumentos**

#### **3.5.1 Técnica de la encuesta**

Instrumento: Cuestionario

#### **3.5.2 Técnica de la entrevista**

Instrumento: Guía de Entrevista

La encuesta-entrevista fue dividida en 4 partes con diferentes objetivos;

- a) Saber hasta qué punto el diseño de Sistema Convencional de Enrocado con muro de contención comparado con el Sistema Alternativo de Muro de Suelo reforzado con geoesteras Variables ayuda a la remediación del talud y por ende al servicio de protección .
- b) Tratar de reconocer o ubicar algún tipo de problema con el diseño para poder encontrar la mejor opción.

- c) Establecer a través de las respuestas la relación entre ambos diseños así como las perspectivas de unos sobre otros.
- d) Por último identificar aspectos éticos y morales, en sí la conducta humana. Cabe mencionar que se obtuvieron datos personales como son Nombre, Edad, Sexo y Actividades que realiza.

El total de entrevistas realizadas fue de 23 en diferentes niveles jerárquicos en ambas empresas.

### **3.6 Procedimientos**

El tipo de estudio de la presente investigación es básico no experimental. Para el diseño de la investigación, emplearemos el de una investigación por objetivos conforme al esquema siguiente:

#### **Dónde:**

- OG: Objetivo General
- oe: Objetivo específico
- cp: Conclusión Parcial
- CF: Conclusión Final
- HG: Hipótesis General

### **3.7 Analisis de Datos**

Se realizó un análisis de datos por fases secuenciales.

- Definición del problema
- Planeación de la investigación
- Recolección información

- Analizar la información
- Presentar los resultados

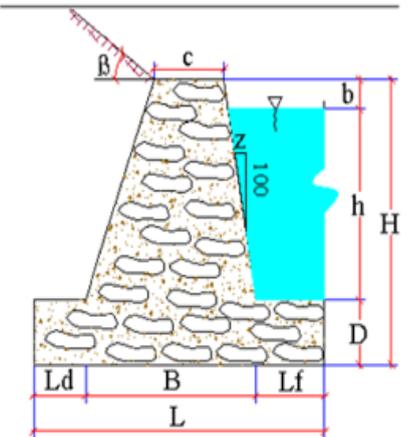
Los métodos aplicados en el presente trabajo de investigación son el descriptivo, analítico y de síntesis.

La investigación describe y analiza las características del problema que se genera analizando los resultados de las encuestas y validando su confiabilidad podemos confirmar las hipótesis específicas planteadas en el inicio del presente trabajo de investigación.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### Identificación de las deficiencias.

<b>PROYECTO:</b>	CREACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN DE ÁREAS AGRÍCOLAS CONTRA INUNDACIONES EN LA LOCALIDAD DE CHOCAS, SECTOR CASA BLANCA, MARGEN IZQUIERDA DEL RIO CHILLÓN, DISTRITO DE CARABAYLLO – LIMA – LIMA															
<b>UBICACIÓN:</b>	Sector Casablanca/Carabayllo/Lima/Lima (DIQUE)															
MURO DE GRAVEDAD (DIQUE O ESPIGON)	CUADRO DE DATOS	<p>SUELO: RELLENO:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;"><math>Cps = 5.4</math> kg/cm<sup>2</sup></td> <td style="width: 50%;"><math>\beta = 0^\circ</math></td> </tr> <tr> <td><math>\phi_s = 33.0^\circ</math></td> <td><math>\phi_r = 0^\circ</math></td> </tr> <tr> <td><math>m = 0.45</math></td> <td><math>gr = 0.00</math></td> </tr> <tr> <td></td> <td><math>gr = T/m^3</math></td> </tr> </table> <p><b>MURO:</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;"><math>gm = 1.73</math> T/m<sup>3</sup></td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td><math>h = 1.30</math> m</td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>z = 1.50</math></td> <td></td> </tr> </table>	$Cps = 5.4$ kg/cm <sup>2</sup>	$\beta = 0^\circ$	$\phi_s = 33.0^\circ$	$\phi_r = 0^\circ$	$m = 0.45$	$gr = 0.00$		$gr = T/m^3$	$gm = 1.73$ T/m <sup>3</sup>		$h = 1.30$ m		$z = 1.50$	
$Cps = 5.4$ kg/cm <sup>2</sup>	$\beta = 0^\circ$															
$\phi_s = 33.0^\circ$	$\phi_r = 0^\circ$															
$m = 0.45$	$gr = 0.00$															
	$gr = T/m^3$															
$gm = 1.73$ T/m <sup>3</sup>																
$h = 1.30$ m																
$z = 1.50$																
																

ESTABILIDAD	Sin Agua	Con Agua
Volteo :	OK	OK
Deslizamiento :		
Soporte del suelo :	OK	OK

### CUADRO DE DIMENSIONAMIENTO

L =	13.00 m
D =	0.00 m
Lf =	0.00 m
c =	4.00 m
H =	3.00 m
Ld =	0.00 m
B =	13.00 m
b =	1.70 m

### ABREVIATURAS UTILIZADAS:

- Cps= Capacidad portante del suelo de cimentación
- $\phi_s$  = Angulo de fricción interna del suelo de cimentación
- m = Coeficiente de fricción en la interfase base de muro y suelo
- $\beta$  = Angulo de inclinación del relleno
- $\phi_r$  = Angulo de fricción interna del suelo de relleno
- gr = Peso específico del suelo de relleno
- gm = Peso específico del material del muro
- h = Altura del agua
- b = Borde libre
- z = Talúd de inclinación porcentual de la cara frontal o humeda del muro

## I.-CALCULOS DE DISEÑO SOBRE ESTABILIDAD DEL MURO:

Se presentan dos casos desfavorables sobre el muro del :  
- Vacío con empuje del relleno  
- Lleno con agua en la zona sin empuje del relleno

### A.- SIN AGUA, Y SIN RELLENO EN LA PARTE DORSAL:

#### 1.- EMPUJE DEL SUELO ( E ):

Según RANKINE, la resultante del empuje activo del suelo es:

$$E = Ca = \cos\beta \cdot \left( \frac{\cos\beta - \sqrt{\cos\beta^2 - \cos^2\phi}}{\cos\beta + \sqrt{\cos\beta^2 - \cos^2\phi}} \right)$$

$$E = 0.00 \text{ T}$$

El momento de volteo que produce el suelo es:

$$Mv = E \cdot \cos(\beta) \cdot H/3 = 0.00 \text{ T-m}$$

#### 2.- FUERZAS ESTABILIZANTES ( Fe ):

Es el peso del muro mas del suelo sobre la arista inclinada del muro

$$Fe = S \cdot wi = 44.12 \text{ T}$$

El momento estabilizante resulta(Me):

$$Me = S \cdot wi \cdot Xi = 205.82 \text{ T-m}$$

#### 3.- FACTOR DE VOLTEO ( FV ):

$$FV = Me / Mv = 4.5738E+20$$

#### 4.- FACTOR DE DESLIZAMIENTO ( FD ):

El deslizamiento se puede producirse en la interface base del muro y el suelo

$$\text{Cofic. de fricción } m = 0.45$$

El deslizamiento se puede producir entresuelo-suelo por debajo de la base del muro

$$m = 0.9 \cdot \tan(\phi_s) = 0.58$$

Utilizando el menor valor de m, se tiene:

$$FD = m \cdot Fe / (E \cdot \cos(\beta)) = 4.4115E+19$$

## 5.- REACCION DEL SUELO ( q ):

Punto de aplicación de la resultante

$$X = ( M_e - M_v ) / F_e = 4.67 \text{ m}$$

Excentricidad del punto de aplicación ( e )

$$e = L/2 - X = 1.83 \text{ m}$$

$$e_{\max} = L/3 - F_e / (7.5 * C_{ps}) = 4.22 \text{ m}$$

Se puede presentar dos casos:

a) .- si  $e < L/6$

$$q_{\max} = F_e(1+6e/L)/L$$

b) .- si  $L/6 < e < e_{\max}$

$$q_{\max} = 4F_e/(3L-6e)$$

Hallando  $L/6$  se tiene:  $L/6 = 2.17 \text{ m}$

Como  $e < L/6$ , se tiene el caso (a), luego:

$$q_{\max} = 0.6 \text{ kg/cm}^2 < C_{ps} \quad \text{OK}$$

## **B.- CON AGUA, Y SIN RELLENO EN LA PARTE DORSAL:**

### **1.- EMPUJE DEL AGUA ( E ):**

Por  
hidrostática

se sabe: Por hidrostática se sabe:

$$E = \rho \cdot g \cdot h^2 / 2 = 0.85 \text{ T}$$

El momento de volteo que produce el agua:

$$M_v = E \cdot (h / 3 + D) = 0.37 \text{ T-m}$$

### **2.- FUERZAS ESTABILIZANTES ( Fe ):**

Suma de los pesos:

$$F_e = \sum w_i = 44.13 \text{ T}$$

El momento estabilizante resulta:

$$M_e = \sum w_i \cdot X_i = 159.69 \text{ T-m}$$

### **3.- FACTOR DE VOLTEO ( FV ):**

$$FV = M_e / M_v = 436.11 >$$

#### **4.- FACTOR DE DESLIZAMIENTO ( FD ):**

El deslizamiento se puede producirse en la interfase base del muro y el suelo

$$\text{Coefic. de fricción } m = 0.45$$

El deslizamiento se puede producir entre suelo-suelo por debajo de la base del muro

$$m = 0.9 * \tan(\phi_s) = 0.58$$

Utilizando el menor m, se tiene:

$$FD = m * Fe / (E * \cos(\beta)) = 23.5 >$$

#### **5.- REACCION DEL SUELO ( q ):**

Punto de aplicación de la resultante

$$X = ( M_e - M_v ) / Fe = 3.61 \text{ m}$$

Excentricidad del punto de aplicación ( e )

$$e = L/2 - X = 2.89 \text{ m}$$

$$e_{\max} = L/3 - Fe / (7.5 * C_{ps}) = 4.22 \text{ m}$$

Se puede presentar dos casos:

a) .- si  $e = < L/6$

$$q_{\max} = Fe(1+6e/L)/L$$

b) .- si  $L/6 < e < e_{\max}$

$$q_{\max} = 4Fe/(3L-6e)$$

Hallando  $L/6$  se tiene:  $L/6 = 2.17 \text{ m}$

Como  $L/6 < e < e_{\max}$ , se tiene el caso (b), luego:

$$q_{\max} = 0.81 \text{ kg/cm}^2 < Cps \quad \text{OK}$$

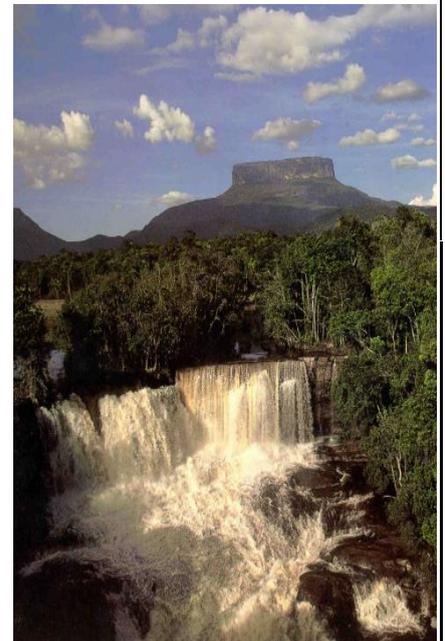
**CALCULOS BASICOS DE INGENIERIA CIVIL APLICADOS A DEFENSAS  
RIBEREÑAS**

**Proyecto: CREACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN DE ÁREAS AGRÍCOLAS  
CONTRA INUNDACIONES EN LA LOCALIDAD DE CHOÇAS, SECTOR  
CASA BLANCA, MARGEN IZQUIERDA DEL RIO CHILLÓN, DISTRITO  
DE CARABAYLLO – LIMA – LIMA**

INFORMACION BASICA PAG. ANTERIOR	
$Q(m^3/s) = 125.00$	Hoja N° 01
$Q(m^3/s) = 0.00$	Hoja N° 02
$S = 0.0000$	Pendiente (Manning)

INGRESAR EL CAUDAL Y PENDIENTE	
$Q(m^3/s) = 125.00$	Caudal
$S^* = 0.0186$	Pendiente Tramo (Manning)

CAUDAL INSTANTANEO - Metodo de Fuller	
USAR SOLO CON EL CAUDAL MAXIMO MEDIO (PROMEDIO MENSUAL)	
$Q_{INST} = Q_{MAX.MED} (1 + 2.66/A)^{0.3}$	1
$Q_{INST} = Q_{MAX.MED} (1 + 0.8 Lg T)$	2
<b>SELECCIONAR FORMULA &gt;&gt;&gt;&gt; (1) ó (2)</b>	<b>2.00</b>
$Q(m^3/s) = 125.00$	Caudal
$T = 50$	Tiempo de Retorno en años
$Q_{INST} = 294.90$	Caudal Instantaneo
$Q(m^3/s) = 294.90$	Caudal de Diseño



**SECCION ESTABLE O AMPLITUD DE CAUCE ( B )**

RECOMENDACIÓN PRACTICA	
Q (M <sup>3</sup> /S)	ANCHO ESTABLE ( B2 )
3000	200













<b>A = 69.753</b>	Area hidraulica (m2)		
<b>D = 1.163</b>	Ancho del Cauce (m)		
<b>F = 1.240</b>	<b>FLUJO SUPERCRITICO - Peligro-(1.5 x BI)</b>		
<b>VERIFICACION</b>			
<b>Q = 294.897</b>	<b>m3/s</b>		
<b>Q<sub>1</sub> = 292.148</b>	<b>m3/s</b>		
<b>DIFERENCIA</b>			
<b>=</b>	<b>2.749</b>	<b>m3/s</b>	<b>0.93</b>



## CAPITULO V

### DISCUSION DE RESULTADOS

Para el diseño de las estructuras se utilizó los siguientes datos:

- Capacidad portante:  $5.35 \text{ kg/cm}^2$
- Angulo de fricción:  $33^\circ$
- Densidad del suelo:  $1.73 \text{ g/cm}^3$

- De los cálculos matemáticos realizados:

- El factor de seguridad al volteo es de:  $436.11 > 1.5$
- El factor de seguridad al deslizamiento es de:  $23.50 > 1.5$
- Reacción del suelo es de  $0.81 \text{ kg/cm}^2 < 5.35 \text{ kg/cm}^2$
- El factor de seguridad a la estabilidad de talud es de:  $2 > 1.1$
- Talud recomendado del terraplén: 1:1.5
- Talud recomendado del enrocado de protección: 1:2

- Según los cálculos obtenidos, se puede concluir que la estructura a construir será resistente al caudal de diseño.

#### **Se recomienda lo siguiente**

- Para la conformación del talud del terraplén se recomienda un talud de 1.5 por ser un suelo no cohesivo.
- Para proteger el pie del terraplén o dique en la cara húmeda del terraplén o dique se plantea el enrocado con roca de diámetro que varía de 0.80 m a 1.00 m de diámetro y

talud de excavación de zanja de 2.00 m de profundidad, esto también como medida contra la socavación.

- Para proteger el talud del terraplén o dique en la cara húmeda del terraplén o dique se plantea el enrocado con roca de diámetro de 0.80 m a 1.00 m.
- Para proteger el talud del terraplén en la cara seca del terraplén o dique se plantea la reforestación con esquejes de sauce, esto se verá resultados a largo plazo.

Estas protecciones provienen de los Métodos Mecánicos para corregir fallas en taludes los cuales se aplican para este diseño.

## **CAPITULO VI**

### **CONCLUSIONES**

- a) El sistema constructivo del muro de contención de tipo gravedad y de voladizo solo se podrá poner en uso después de que cumpla la resistencia de diseño, es decir a los 28 días, en cuanto el de los gaviones puede ser utilizado de una vez ya que no es necesario esperar a que se cumpla con su resistencia por que viene dado desde el inicio de su construcción.
- b) Los resultados de los cálculos de los muros de gavión, cumplen con los parámetros establecidos en el reglamento nacional de edificaciones y con ello se garantiza la seguridad y funcionabilidad del muro, y el costo obtenido con el programa s10 v 2005 resulta S/.1,784,734.52.
- c) De acuerdo a los resultados se concluye que los muros propuestos son seguros y funcionan perfectamente pero en cuanto al costo el muro de gavión es el más económico, por lo cual la propuesta para la protección del tramo de la carretera es el muro de gavión

## CAPITULO VII

### RECOMENDACIONES

- a) Se recomienda el muro de gavión debido a su menor costo que resultaría su ejecución y por la facilidad de construcción, también es importante tener en cuenta cuando se construye un muro de gavión seleccionar cuidadosamente las rocas o piedras que vayan a ser utilizadas en dicho muro, ya que si son piedras provenientes de canteras es probable que estas puedan ser algo arenosas y debido a que van a estar expuestas a fuertes lluvias y sol, estas pueden ser desgastadas; al contrario que las que provienen de río, las cuales son rocas más firmes y duraderas.
- b) Para la elaboración de un proyecto de construcción el cual requiera la elaboración de muros de contención es recomendable hacer un estudio de la ubicación de donde se requiera realizar el proyecto para que así se pueda determinar el costo de los materiales y también del tiempo que pueda demorar el suministro de los mismos.
- c) El muro al momento de construirse se debe de realizar en base a esta investigación, con la supervisión de un técnico para garantizar las especificaciones técnicas.
- d) Se sugiere a las autoridades universitarias incentivar a los estudiantes a realizar investigaciones similares, para contribuir en la solución de problemas de ingeniería en beneficio de las poblaciones de nuestra región y de nuestro país.

## CAPITULO VIII

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bianchini Ingenieros S.A. (1959). Defensas fluviales con gaviones metálicos. Madrid, España, Editorial: Hipercomic.
- Braja M. D. (2013). Fundamentos de Ingeniería Geotecnia. México. Editorial: Cengage Learning.
- Crespo Villalaz, C. (1996). Mecánica de Suelos y Cimentaciones. México. Editorial: Limusa.
- Prodac Bekaert. (2019). Gaviones. Callao, Perú. Obtenido desde:  
<https://prodac.bekaert.com/es-MX/infraestructura/estabilizacion-de-taludes/gavion-tipo-caja>
- Gonzales, A. (2011). Como aprender y enseñar Investigación Científica. Huancavelica-Perú.
- Harsem T. (2002). Diseño de estructuras de concreto armado Lima, Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de:  
<https://es.slideshare.net/FREDHYRONALDPABLO/disen-de-estructuras-de-concreto-harmsen-r>
- MORALES M. R. Diseño en Concreto armado. Lima, Perú. Instituto de la Construcción y Gerencia. Recuperado de : <https://es.slideshare.net/agemiler/diseo-en-concreto-armado-ing-roberto-morales-morales>
- ORTEGA L., Castellanos O. (1981). Obras Hidráulicas para fijar el curso de un río. Proyecto de grado UIS.
- Sampieri R; Carlos F; Pilar B. (1997). Metodología de la Investigación. Mc Graw Hill, México. Editorial: Mexicana. Recuperado de:

<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

Torres Belandria, R. A. (2015). Análisis y diseño de muros de contención de concreto armado. Tesis de pregrado. Mérida -Venezuela. Recuperado de:  
<http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/380/T%20721.2%20V719%202015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## **CAPITULO IX**

### **ANEXOS**

## **ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION**

### **1. GENERALIDADES**

#### **1.1. Objetivo del estudio**

El presente estudios de mecánicas de suelos es para el Proyecto: **“Creación del Servicio de Protección de áreas agrícolas contra inundaciones en la localidad de Chocas, Sector Casa Blanca, Margen Izquierda del rio Chillón, Distrito de Carabaylo - Lima - Lima”**, el objetivo principal es realizar los trabajos de campo para estudiar la estratigrafía del subsuelo y así obtener las características físicas – mecánicas y el comportamiento de los suelos de fundación por medio de los ensayos de Laboratorio realizado en las diferentes muestras obtenidas en las calicatas, donde se ubicara la cimentación para obras flexibles en la construcción del recubrimiento de Enrocado o RipRap, para Defensa Ribereña. Asimismo determinar la existencia y la profundidad de la napa freática.

#### **1.2. Ubicación de la zona de estudio**

El área de estudio está ubicada a la altura de la Carretera a Canta Km= 33, en la localidad de Chocas, Sector Casa Blanca, Margen Izquierda del rio Chillón, donde comienza la progresiva Km= 28 + 585 (rio Chillón) aguas abajo hasta la progresiva Km= 27+ 585, en el Distrito

### **2. INVESTIGACIONES REALIZADAS**

#### **2.1. Investigaciones de Campo**

Las investigaciones de campo fueron orientadas con la finalidad de conocer la geología de la superficie y del subsuelos, determinando las propiedades físicas – mecánicas de los materiales de cimentación.

El trabajo consistió en la excavación manual de **Tres (03)** Calicatas enumeradas del N° “**C - 1**” al “**C - 3**”, ubicadas en diferentes puntos estratégicos representativos en la margen izquierda del Rio Chillón aguas abajo con una profundidad máxima de 2.00 m.

**RELACION DE CALIACTAS CON SUS COORDENADAS**

COORDENADAS		
REGISTRO	ESTE	NORTE
<b>C - 1</b>	<b>283871.709</b>	<b>8697340.366</b>
<b>C - 2</b>	<b>283754.758</b>	<b>8696996.788</b>
<b>C - 3</b>	<b>283697.932</b>	<b>8696624.196</b>

En las excavaciones se realizó la descripción litológica y extracción de muestras representativas que cubren el tramo de investigación, donde se proyectan las construcciones de revestimiento enrocado de protección contra las erosiones de los suelos conformantes de la Margen Izquierda del Rio Chillón del Sector Casa Blanca de la localidad del Centro Poblado de Chocas.

### 3. ENSAYOS DE LABORATORIO

#### 3.1. Ensayos de Laboratorio

Con las muestras representativas, tomadas de cada calicata fueron identificadas, membretadas fueron llevadas al laboratorio de mecánica de suelos y ensayos de materiales; realizándose los siguientes trabajos:

<b>TABLA N° 5 ENSAYOS DE LABORATORIO</b>	
<b>ENSAYO</b>	<b>NORMA APLICABLE</b>
Contenido de Humedad	NTP 339.127 (ASTM D2216)
Análisis Granulométrico	NTP 339.128 (ASTM D422)
Límite Líquido y Límite Plástico	NTP 339.129 (ASTM D4318)
Peso Específico Relativo de Sólidos	NTP 339.131 (ASTM D854)
Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)	NTP 339.134 (ASTM D2487)
Densidad Relativa *	NTP 339.137 (ASTM D4253) NTP 339.138 (ASTM D4254)
Peso volumétrico de suelo cohesivo	NTP 339.139 (BS 1377)
Límite de Contracción	NTP 339.140 (ASTM D427)
Ensayo de Compactación Proctor Modificado	NTP 339.141 (ASTM D1557)
Descripción Visual-Manual	NTP 339.150 (ASTM D2488)
Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.152 (BS 1377)
Consolidación Unidimensional	NTP 339.154 (ASTM D2435)
Colapsibilidad Potencial	NTP 339.163 (ASTM D5333)
Compresión Triaxial no Consolidado no Drenado	NTP 339.164 (ASTM D2850)
Compresión Triaxial Consolidado no Drenado	NTP 339.166 (ASTM D4767)
Compresión no Confinada	NTP 339.167 (ASTM D2166)
Expansión o Asentamiento Potencial Unidimensional de Suelos Cohesivos	NTP 339.170 (ASTM D4546)
Corte Directo	NTP 339.171 (ASTM D3080)
Contenido de Cloruros Solubles en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.177 (AASHTO T291)
Contenido de Sulfatos Solubles en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.178 (AASHTO T290)

\* Debe ser usada únicamente para el control de rellenos granulares.

#### 3.2. Clasificación de los Suelos

Las muestras han sido clasificadas por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.) y (AASHTO).

## **DESCRIPCIÓN DEL SUELO DE CIMENTACIÓN**

### **4.1. Perfil del Suelo**

Las investigaciones de campo, en base a excavaciones manuales, nos han permitido conocer los parámetros geomecánicos hasta una profundidad de 2.00 metros, infiriendo que a mayor profundidad de la explorada, continua el mismo tipo de material granular del estrato de fondo, presentándose con granulometría más gruesa (Bolonerías).

#### **Estrato N° 1**

Estrato superficial o de cubierta conformado por rellenos con material heterogéneo y contaminante, cubierto de mezcla, basuras, desmonte, rocas, arenas, etc. Suelos de baja compactación en estado húmedo y sin clasificación serán reconocidos como rellenos.

#### **Estrato N° 2.**

Son depósitos fluviales antiguos, cuyas clasificaciones **SUCS** es un **(GP)** y **AASHTO** es un **A-1-a (0)**, siendo material natural conformado por Bolonerías redondeadas y angulares, piedras, gravas, empacadas en una matriz de arenas gruesas, no plástica, con alto contenido de materia orgánica con alto grado de descomposición, adquiriendo el color negruzco de turbera. Pero el suelo es granular y fuerte, se clasifica como tipo **GP y A-1-a (0)** no plástico. Potencia no determinado, están saturados por la presencia de la napa freática.

## **5. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LOS SUELOS**

### **5.1. Calculo de la Capacidad Portante**

Después de haber analizado las principales características del suelo de cimentación en base el estudio de campo y a la interpretación de resultado de laboratorio, procederemos a efectuar la Determinación de la Capacidad Portante Admisible del suelo de Fundación.

La presión admisible de los suelos ha sido determinada en base a los resultados del Ensayo de Corte Directo realizado con especímenes tallados y saturados para

cargas normales de 2, 4 y 6 Kg/cm<sup>2</sup>, del cual se obtuvieron los siguiente parámetros de resistencia:

$$\text{Cohesión} \quad C = 0.00 \text{Kg/cm}^2$$

$$\text{Angulo de Fricción Interna} \quad \phi = 33^\circ$$

Luego considerando la teoría de Capacidad Portante de Terzaghi, se tendrá

La rotura por corte general:

$$q_d = C N_c + \gamma D_f N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

Dónde:

$$C = 0.00$$

$$\gamma = 2.00 \text{ gr/cm}^3$$

$$D_f = 1.30 \text{ m.}$$

$$B = 3.00 \text{ m. } N_q$$

$$= 32.25$$

$$N_\gamma = 31.95$$

$$S_\gamma = 0.80$$

Reemplazando los datos y empleando un factor de seguridad apropiado (3), se obtiene una Capacidad Portante Admisible de:

$$q_d = 5.35 \text{ Kg/cm}^2$$

## 5.2. Asentamientos

La determinación de la magnitud de los asentamientos debe ser obtenida mediante pruebas de carga directa. No obstante podemos obtener en forma indirecta dicha magnitud, mediante la expresión:

$$\Delta H = \sigma \div K$$

Dónde:

$\Delta H$  = Asentamiento total

$\sigma$  = Presión transmitida por las cargas

$K$  = Coeficiente de Balasto

En nuestro caso consideramos como presión máxima transmitida por las cargas la capacidad de carga ultima:  $q_{ult} = 5.35 \text{ Kg/cm}^2$  y para este tipo de suelo consideramos un Coeficiente de Balasto =  $9.0 \text{ kg/cm}^3$ .

$$\Delta H = 4.35/9.0 = 0.594 \text{ cm.}$$

$$\Delta H' = 3.0 \text{ mm}$$

Este asentamiento disminuirá en el caso que el esfuerzo transmitido por las estructuras al suelo de cimentación, sea menor que la capacidad de carga del terreno.

## 5.3. Resumen de la Características de Suelos en Calicatas

Calicata N°	C - 1	C - 2	C - 3
-------------	-------	-------	-------

<b>Muestra</b>	M - 2	M - 2	M - 2
<b>Profundidad (m)</b>	0.50-2.00	0.60-2.00	0.40-2.00
<b>% que pasa malla N° 200</b>	3.7	3.0	3.3
<b>Limite Liquido</b>	S.L.L.	S.L.L.	S.L.L.
<b>Limite Plástico</b>	N.P	N.P	N.P
<b>Índice Plasticidad</b>	N.P	N.P	N.P
<b>% W</b>	Napa	Napa	Napa
<b>Clasificación SUCS</b>	GP	GP	GP
<b>Clasificación AASHTO</b>	A-1-a(0)	A-1-a(0)	A-1-a(0)

## **6. SISMICIDAD**

Las vibraciones producidas por un sismo se transmiten a partir de su origen a través de las rocas de la corteza terrestre. En un lugar específico, las vibraciones que llegan al basamento rocoso son a su vez transmitidas hacia la superficie por intermedio de los suelos existentes en su lugar.

Las vibraciones sufren variaciones al ser transmitidas a lo largo de las trayectorias indicadas llegando a la superficie con características que dependen no solo de las que tenían en su origen, sino también en la trayectoria seguida a lo largo de la corteza terrestre y de las propiedades de los suelos que existen en el lugar.

Estudios de la configuración de la placa subducida efectuados, indican que esta se encuentra dividida en segmentos limitados por líneas aproximadamente perpendiculares a la costa, los cuales en el Perú se denominan segmentos de Talara, de Lima y de Nazca. La zona estudiada se encuentra en el segmento de Lima.

Estudios de Kelleher (1972) acerca de la zona de rotura de los grandes terremotos sudamericanos indican que estos involucran el movimiento de todo un segmento, que la magnitud está relacionada probablemente a los parámetros físicos y tectónicos del segmento y que el intervalo de recurrencia está relacionado con la velocidad de acumulación de deformación de dicho segmento.

Los sismos de mayor magnitud son del tipo denominado de zona de subducción y se ha observado que sus isositas (curvas de igual intensidad) son muy alargadas en sentido paralelo a la costa. La forma alargada de las isositas indica que la superficie de rotura sufre un movimiento similar frente a cierta longitud de la costa.

Esta observación es coincidente con la conclusión de Seller, en el sentido de que el movimiento se produce en todo un segmento de la placa subducida.

En el presente caso para determinar la sismicidad del lugar, se han analizado las aceleraciones precedentes de los mapas de aceleraciones máximas para periodos de recurrencia sísmica de 30, 50 y 100 años propuestas por Casaverde y Vargas (1980) los que indican que el terreno estudiado se encuentra en una zona de sismicidad muy alta.

La fuente básica de datos de intensidades sísmicas proviene del trabajo del **Dr. E. Silgado (1978)** y **Dr. L. Ocola (1982)**, quienes describen los principales **terremotos** ocurridos en el Perú a partir de **1940**, los cuales se resumen en el siguiente cuadro:

Fecha	Intensidad	Epicentro	Impactos
24-May-1940	VII-VIII MM IX	120 Km NO de Lima 110 Km. NO de Nazca	179 muertos, 3500 heridos
24-Ago-1942	MM VII MM	Moyabamba Quiches –	30 muertos
06-Ago-1945	XI MM X MM	Ancash Satipo Cañet	
10-Nov-1946	VII MM	e Cuzco	
01-Nov-1947	VIII MM	Ica Corrales, Tumbes	
28-May-1948	VII MM	Arequipa	
21-May-1950	VIII MM	Arequipa 230 Km. NO de	
10-Dic-1950	VIII MM	Lima Angaisha – Moyabamba	100 muertos
12-Dic-1953	VIII MM	Huaytapallana - Junín Chimbote y	
15-Ene-1958	VIII MM X	Casma Tumbes	
13-Ene-1960	MM MM	Juanjui	70 000 muertos
17-Oct-1966	XI MM	90 Km. SO de Lima	

La fuerza sísmica cortante en la base debe calcularse de acuerdo a la

Norma Técnica de Edificación **E.030 - 2016 Diseño Sismorresistente**

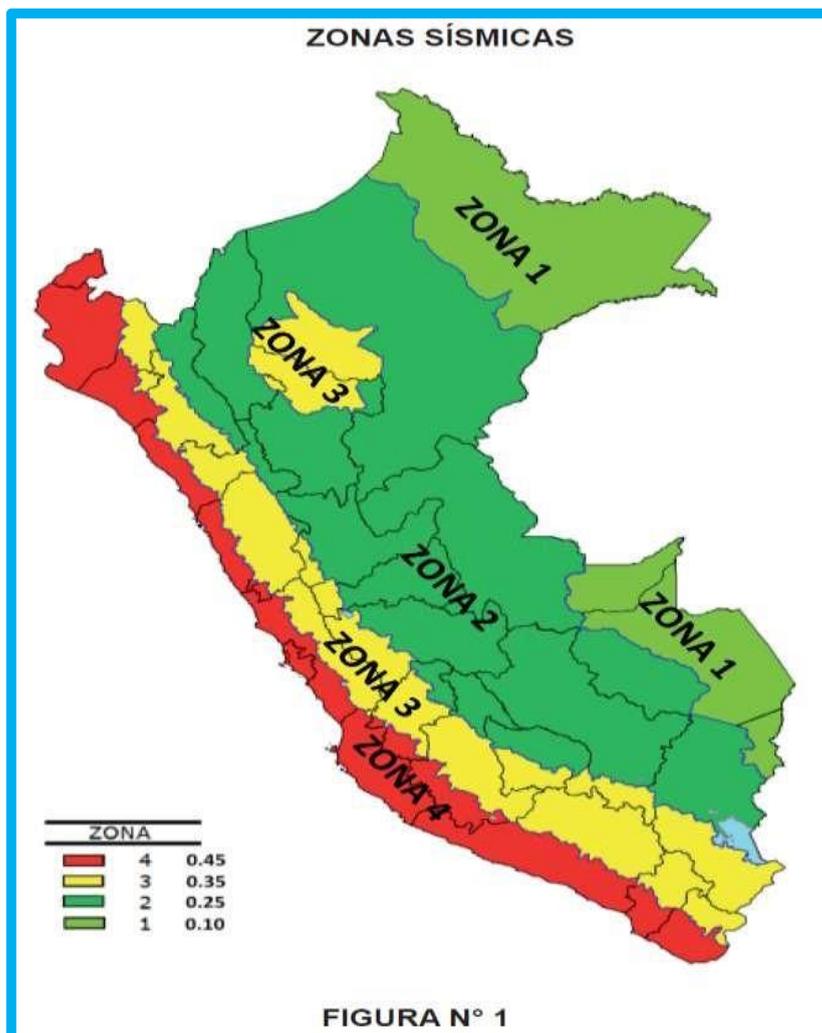
Según la siguiente expresión:

$$V = \frac{ZUSC}{R} P$$

Al área investigada le corresponde las siguientes características

### CUADRO N° 4

Parámetros	Valor
Tipo de suelo	<b>S<sub>1</sub></b>
Factor de Zona 4 ( <b>Z</b> )	0,45 g
Factor de uso ( <b>U</b> )	1,0
Factor de suelo ( <b>S<sub>1</sub></b> )	1,0
Coefficiente sísmico ( <b>C</b> )	1,0
Periodo predominante de vibración ( <b>T<sub>p</sub></b> )	2,5
Periodo predominante de vibración ( <b>T<sub>L</sub></b> )	0,4 seg.
Suelos de Cimentación	2.5 seg.
	<b>GP</b>



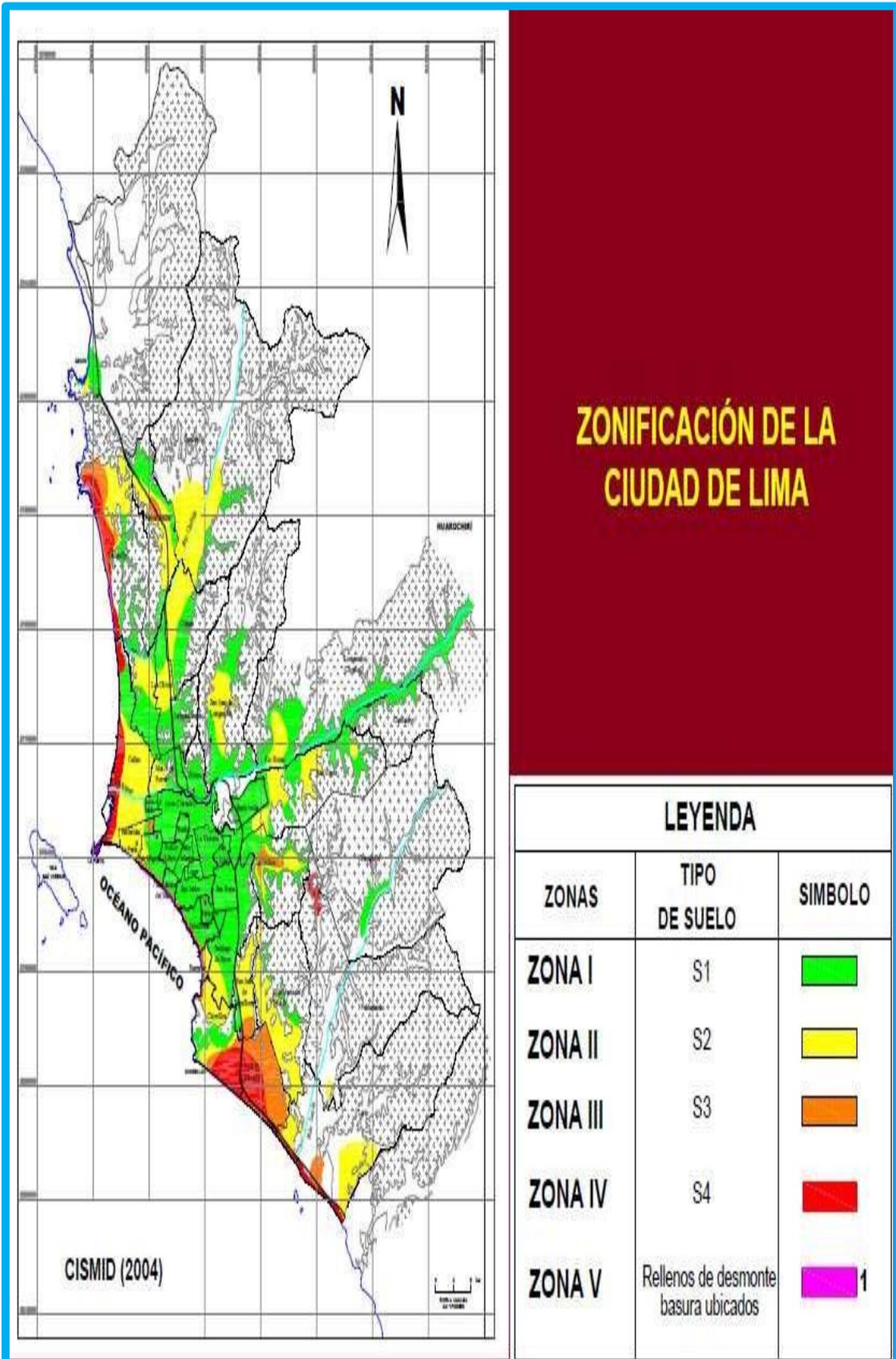


Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Tabla N° 2 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	$\bar{V}_s$	$\bar{N}_{60}$	$\bar{S}_u$
S <sub>0</sub>	> 1500 m/s	-	-
S <sub>1</sub>	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S <sub>2</sub>	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S <sub>3</sub>	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S <sub>4</sub>	Clasificación basada en el EMS		

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"					
ZONA	SUELO	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
	Z <sub>4</sub>		0,80	1,00	1,05
Z <sub>3</sub>		0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>		0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>		0,80	1,00	1,60	2,00

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

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
LIMA	LIMA	ANCÓN	4	TODOS LOS DISTRITOS
		ATE		
		BARRANCO		
		BREÑA		
		CARABAYLLO		
		CHACLACAYO		
		CHORRILLOS		
		CIENEGUILLA		
		COMAS		
		EL AGUSTINO		
		INDEPENDENCIA		

## 10. ANÁLISIS QUÍMICO DE LA AGRESIVIDAD DEL SUELO

La agresión que ocasiona el suelo bajo el cual se cimienta la estructura, está en función de la presencia de elementos químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (sulfatos y cloruros principalmente). Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto sólo ocurre

a través del agua subterránea que reacciona con el concreto: de ese modo el deterioro del concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrada por otra razón (rotura de tuberías, lluvias, inundaciones, etc.) Los principales elementos químicos a evaluar son los sulfatos y cloruros por su acción química sobre el concreto y acero del cimiento, respectivamente, y las sales solubles totales por su acción mecánica sobre el cimiento, al ocasionarle asentamientos bruscos por lixiviación (lavado de sales en contacto con el agua. Se descarta este fenómeno. Los suelos se presentan muy secos por la ausencia del nivel freático; es una zona totalmente seco)

Las concentraciones de estos elementos en proporciones nocivas, aparece en la **Tabla 1 y 2**. De los resultados de los ensayos químicos, se puede concluir que no es necesario se utilice cementos especiales.

**TABLA N° 1.- LIMITES PERMISIBLES PARA CONCRETO EXPUESTO**  
**A SOLUCIONES CON SULFATOS**

<b>Tipo de Exposición a los</b>	<b>P.P.M.</b>	<b>Tipo de Cement</b>	<b>Relación de a/c</b>	<b>F'c Mínimo</b>
Despreciable	0 – 1,000	I	-	-
Moderada	1,000 – 2,000	II, IP (MS) IS	0.5	280
		(MS)	0	
		IPM (MS) V	0.4	315

*Report ACI Comité 201 2R – “Guide to Durable Concrete” – 1,982*

**TABLA N° 2.- LIMITES PERMISIBLES PARA CONCENTRACIONES DE CLORUROS PARA PREVENIR LA CORROSION DE ARMADURA**

<b>Grado de alteración</b>	<b>P.P.M.</b>
Leve	0 - 600
Moderado	600 - 1000
Severo	1000 - 1500

*Report ACI Comité 201 2R – “Guide to Durable Concrete” – 1,982*

En resumen se concluye que el estrato de suelo que forma parte del contorno donde será desplantada la cimentación contiene bajas concentraciones de sulfatos y cloruros, por lo que se recomienda utilizar Cemento Especial ASTM-C-150, **Tipo I**

para la elaboración del concreto para las cimentaciones del revestimiento de enrocado.

**12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- ♣ En todas las calicatas excavadas, el subsuelo del área presenta una secuencia bien definida de estratificación compuesta por Dos Estratos N° 1 y 2, el primero superficialmente o de cubierta conformado por materiales heterogéneos

desmontes basuras, rocas, Bolonerías, gravas arenas, sobre el cual están enraizadas malezas vegetales y tienen diferentes potencias tal como se puede observar en los registros de excavaciones suelos sin clasificación.

El segundo estrato está constituido por una grava arenosa mal gradada en la clasificación **SUCS (GP)** y **AASHTO A-1-a (o)**, con poco porcentaje de finos que pasa por la **Malla N° 200** y se le ha reconocido hasta los 2.00 metros de profundidad, interpretándose que es de gran potencia según el conglomerado granular de Lima.

El Proyecto: “**Creación del Servicio de Protección de áreas agrícolas contra inundaciones en la localidad de Chocas, Sector Casa Blanca, Margen Izquierda del río Chillón, Distrito de Carabaylo - Lima - Lima**”, se construirá la defensa ribereña en el Sector Casa Blanca de la localidad del Centro Poblado de Chocas mediante Recubrimiento de Enrocados en la Margen Izquierda Aguas abajo del río Chillón, desde la Progresiva Km= 28 + 585 hasta la Progresiva Km= 27 + 585

- ♣ La Capacidad Portante del estrato de fondo N° 2 es de  **$q_d = 5.35 \text{ Kg/cm}^2$** , recomendándose un  **$D_f = 1.30 \text{ m}$** ; contados a partir de la actual superficie del lecho del Río Chillón, considerándose como cota **0.00** y un **B = 3.00 m**.
- ♣ A lo largo del tramo de estudio del Río Chillón, en el lecho por donde discurren escasas aguas en esta época de estiaje, no se observa ningún meandro a lo largo de todo el tramo.
- ♣ De acuerdo a los resultados de los análisis químicos, se utilizara cemento Pórtland **Tipo I**, en la preparación del concreto en los cimientos.
- ♣ Las presiones que transmitirán las estructuras al subsuelo serán adsorbidas en su integridad por el suelo gravoso – arenoso; en concordancia con su compacidad

relativa, presenta un ángulo de fricción interna ( $\phi = 33^\circ$ ) y nula resistencia a la cohesión ( $C = 0.00\text{Kg}$ ).

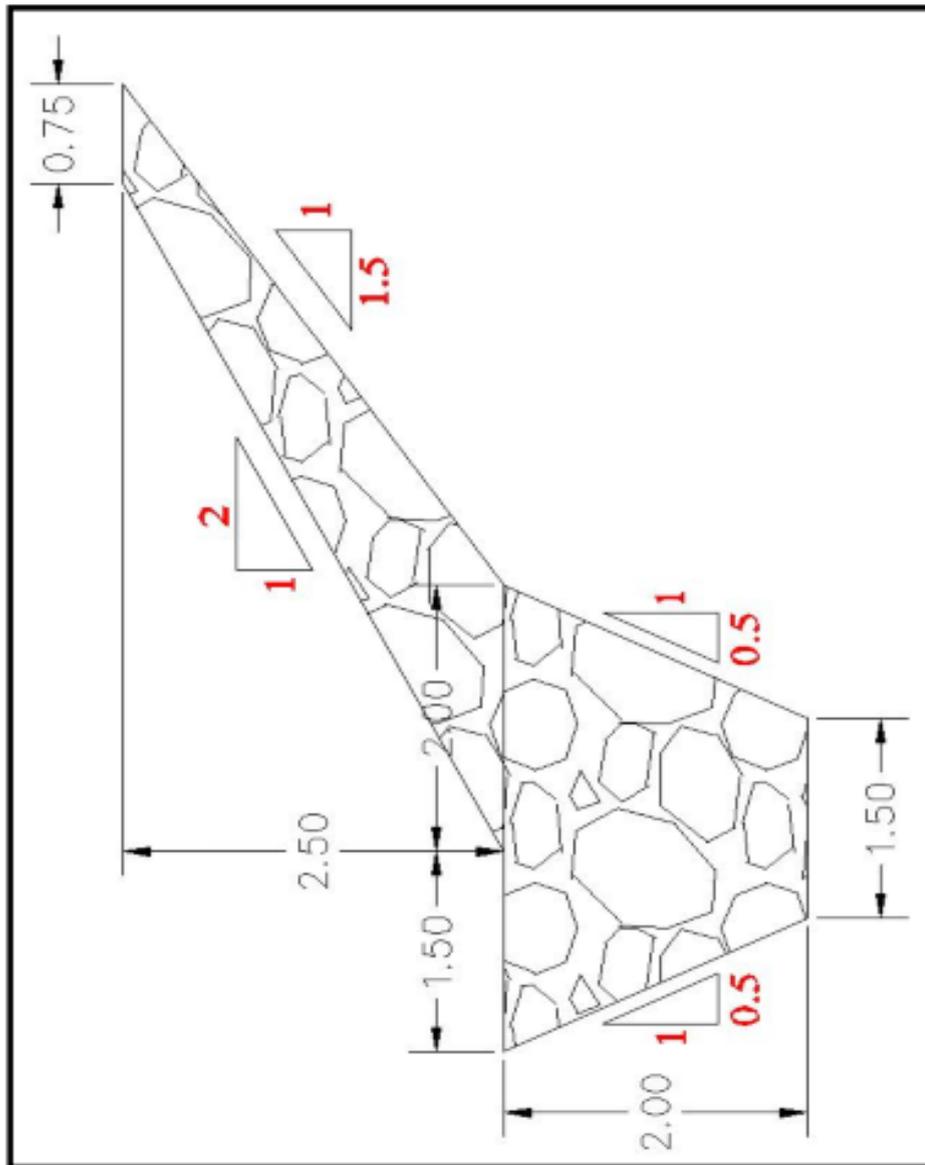
♣ Para el diseño de recubrimiento de enrocado se tiene las siguientes consideraciones técnicas.

- Para la determinación de la altura del muro de la defensa ribereña con enrocado debe considerarse el caudal máximo con el correspondiente tirante de agua máximo. Además, deberá indicarse otras características hidráulicas del río (Velocidad, profundidad, pendiente, anchos estables, tipo de flujo, etc).
- Para colocación del enrocado deberá determinarse la pendiente del talud, altura del muro, espesor del recubrimiento de enrocado, así como el tamaño de la roca y calidad de la roca.
- Asimismo debajo de la capa d enrocado se debe colocar una capa de grava, piedra o un geotextil que impida la migración de finos del suelo hacia la superficie por acción de las fuerza del agua. Adicionalmente este filtro no debe ser capaz de ser extraído a través de los vacíos del enrocado.
- El RipRap es el término utilizado para describir el enrocado de gradación amplia ( $D_{85}/ D_{15} = 1.5 \text{ a } 2.5$ ) colocado al volteo sobre los taludes de la ribera del río. El tamaño utilizado de bloques es generalmente superior a 200 mm; sin embargo, en ocasiones se utiliza RipRap con un ( $D_{85}/ D_{15} = 1.25 \text{ a } 2.5$ ). Generalmente no se utilizan bloques de más de 1,000 Kilos, con excepción de las protecciones marinas. La porosidad de un RipRap varía entre 30y 40% dependiendo de la gradación, de la angulosidad y de la densidad.
- El RipRap es una protección de bloques de roca sueltos sobre la superficie del talud, formando una capa de espesor importante. Esta técnica

es utilizada generalmente para la protección de superficies expuestas a corrientes de agua en las riberas de ríos, lagos o mares.

- En la solución general con RipRap generalmente se recubre hasta una altura entre 1 y 1.5 metros por encima de la cota máxima esperada de agua.
- El RipRap puede ser colocado al volteo o acomodado manualmente.
- Generalmente se coloca una capa de material de filtro o geotextil debajo de los bloques de roca. Los materiales deben ser de roca no meteorizada capaz de resistir la acción del agua.
- Aunque no es universalmente aceptado se cree que se obtiene mejor estabilidad con un RipRap bien gradado en el cual las partículas pequeñas de piedra llena los espacios de las piedras de mayor tamaño. En esta forma se obtiene una porosidad de aproximadamente 25% comparada con 40% de la gradación uniforme.
- En una obra de RipRap se puede utilizar formas de bloques desde redondeados hasta angulares y elongados, aunque generalmente no se recomienda la utilización de partículas elongadas por su menor resistencia al flujo y la dificultad para acomodarse en posición. Algunas fallas se ha atribuido al uso de bloques redondeados, sin embargo, muchos autores aseguran que las piedras redondeadas son tan estables como las angulosas.
- Para el diseño del enrocado se pueden utilizar los criterios explicados anteriormente de acuerdo a las ecuaciones de Escarameia y May, Pilarczyk y Maynard. El diseño de un revestimiento en RipRap no debe limitarse a la determinación del tamaño del bloque de roca y espesor del revestimiento, adicionalmente deben diseñarse filtros de materiales granulares o geotextiles debajo del enrocado. El enrocado puede colocarse en taludes con pendientes hasta de 1.5H : 1V, sin necesidad de anclajes especiales, pero para taludes mayores se pueden requerir anclajes

**METRADO DEL ENROCADO EN LA LOCALIDAD DE CHOCAS DEL SECTOR CASA BLANCA, MARGEN IZQUIERDA DEL RIO CHILLON, DISTRITO DE CARABAYLO (Seccion Tipo)**



UNA	
b=	3.50 m
B=	1.50 m
h=	2.00 m
Area=	5.00 m <sup>2</sup>
Longitud=	1,000.00 m
Volumen=	5,000.00 m <sup>3</sup>
% vacios 10%=	500.00 m <sup>3</sup>
<b>Volumen Real=</b>	<b>4,500.00 m<sup>3</sup></b>

TALUD	
b=	0.75 m
B=	2.00 m
h=	2.50 m
Area=	3.44 m <sup>2</sup>
Longitud=	1,000.00 m
Volumen=	3,437.50 m <sup>3</sup>
% vacios 10%=	343.75 m <sup>3</sup>
<b>Volumen Real=</b>	<b>3,093.75 m<sup>3</sup></b>

**Volumen Total de Roca = 7,593.75 m<sup>3</sup>**

<b>PARTID</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>TOTAL</b>
1.01.00	CARTEL DE OBRA	UND	2.
1.02.00	INSTALACIÓN DE CAMPAMENTO	UND	1.
1.03.00	ALMACÉN Y GUARDIANÍA	GLB	1.
1.04.00	HABILITACION Y MANTENIMIENTO DE CAMINO DE ACCESO	M	500.00
2.01.00	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	UND	20
2.02.00	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	UND	1.
2.03.00	SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD	GLB	1.
2.04.00	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	GLB	1.
2.05.00	RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIA EN	GLB	1.
3.01.00	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE MAQUINARIAS	VJE	2.
3.02.00	TRAZO Y REPLANTEO TOPOGRÁFICO	M	1,000.0
3.03.00	CONTROL TOPOGRÁFICO	M	1,000.0
4.01.00	DESCOLMATACION DE CAUCE Y CONFORMACIÓN DE DIQUE	M3	33,064.
4.02.00	PERFILADO DE TALUD DE DIQUE	M2	5,408.3
4.03.00	NIVELACIÓN DE CORONA EN DIQUE O LASTRADO Y ACABADO	M2	4,000.0
4.04.00	EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA UÑA	M3	5,000.0
5.01.00	EXTRACCIÓN DE ROCA EN CANTERA	M3	7,593.7
5.02.00	SELECCIÓN Y ACOPIO DE ROCA EN CANTERA	M3	7,593.7
5.03.00	CARGUIO DE ROCA EN CANTERA	M3	7,593.7
5.04.00	TRANSPORTE DE ROCA DESDE CANTERA A OBRA	M3	7,593.7
5.05.00	ACOMODO DE ROCA EN UÑA	M3	4,500.0
5.06.00	ACOMODO DE ROCA EN TALUD DE DIQUE	M3	3,093.7
6.01.00	LIMPIEZA GENERAL DE OBRA	M2	4,000.0
6.02.00	INSTALACIÓN Y DESINSTALACIÓN DE LETRINAS	UND	3.
6.03.00	REFORESTACION TALUD SECO DE DIQUE	UND	100.00
7.01.00	CAPACITACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN DE BENEFICIARIOS	MES	1.

**001 CREACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN DE ÁREAS  
CHOCAS, SECTOR CASA RIO**

Fecha 30/09/2016

		Und.	Metrad	Precio	Parcial
<b>01</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>29.25</b>
01.01	CARTEL DE OBRA	und	2.00	1,847.9	3.69
01.02	INSTALACIÓN DE CAMPAMENTO	und	1.00	5,233.9	5.23
01.03	ALMACEN Y GUARDIANIA	glb	1.00	18,375.	18.37
01.04	HABILITACION Y MANTENIMIENTO DE	m	500.00	3.	1.95
<b>02</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA</b>				<b>19.60</b>
02.01	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	und	20.00	253	5.06
02.02	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	und	1.00	2,243.2	2.24
02.03	SEÑALIZACION DE SEGURIDAD	glb	1.00	2,700.0	2.70
02.04	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.00	6,000.0	6.00
02.05	RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE	glb	1.00	3,600.0	3.60
<b>03</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>25.82</b>
03.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE	vie	2.00	6,324.1	12.64
03.02	TRAZO Y REPLANTEO TOPOGRÁFICO	m	1,000.0	2.	2.34
03.03	CONTROL TOPOGRÁFICO	m	1,000.0	10.	10.84
<b>04</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>195.8</b>
04.01	DESCOLMATACION DE CAUCE Y	m3	33,064.	4.	144.1
04.02	PERFILADO DE TALUD DE DIOUE	m2	5,408.3	1.	10.54
04.03	NIVELACION DE CORONA DE DIOUE O	m2	4,000.0	2.	10.96
04.04	EXCAVACION DE ZANJA PARA UÑA	m3	5,000.0	6.	30.20
<b>05</b>	<b>ESTRUCTURA DE ROCA</b>				<b>945.1</b>
05.01	EXTRACCION DE ROCA EN CANTERA	m3	7,593.7	30.	233.0
05.02	SELECCION Y ACOPIO DE ROCA EN	m3	7,593.7	25.	196.1
05.03	CARGUIO DE ROCA EN CANTERA	m3	7,593.7	15.	114.4
05.04	TRANSPORTE DE ROCA DESDE CANTERA	m3	7,593.7	30.	233.0
05.05	ACOMODO DE ROCA EN UÑA	m3	4,500.0	20.	92.34
05.06	ACOMODO DE ROCA EN TALUD DE DIOUE	m3	3,093.7	24.	76.16
<b>06</b>	<b>MITIGACION AMBIENTAL</b>				<b>4.89</b>
06.01	LIMPIEZA GENERAL DE OBRA	m2	4,000.0	0.	680
06.02	INSTALACIÓN Y DESINSTALACIÓN DE	und	3.00	547	1.64
06.03	REFORESTACION TALUD SECO DE DIOUE	und	100.00	25.	2.57
<b>07</b>	<b>CAPACITACIÓN</b>				<b>10.01</b>
07.01	CAPACITACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN DE	mes	1.00	10,017.	10.01
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>1,230.</b>
	<b>GASTOS GENERALES 12.90%</b>				<b>158.7</b>
	<b>UTILIDAD 10%</b>				<b>123.0</b>
					-----
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>1,512.</b>
	<b>IMPUESTO (IGV 18%)</b>				<b>272.2</b>
					=====
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>				<b>1,784.</b>

Partida	<b>01.01</b>	<b>CARTEL DE OBRA</b>			
Rendim	<b>und/</b>	MO.	EQ.		<b>1,847.91</b>
iento	<b>DIA</b>	<b>1.0000</b>	<b>1.0000</b>		

<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unid</b>	<b>Cuad</b>	<b>Canti</b>	<b>Precio</b>	<b>Parc</b>
		<b>ad</b>	<b>rilla</b>	<b>dad</b>	<b>S/.</b>	<b>ial</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
0101010	CAPATAZ	hh	0.10	0.80	23.0	1
0101010	OPERARIO	hh	1.00	8.00	19.2	15
0101010	PEON	hh	2.00	16.00	14.3	22
						<b>40</b>
	<b>Materiales</b>					
0204120	CLAVOS PARA MADERA	kg		0.50	2.89	1.45
0204120	CLAVOS PARA MADERA	kg		0.50	2.89	1.45
0204120	CLAVOS PARA MADERA	kg		0.50	2.89	1.45
0231010	MADERA TORNILLO	p2		180.0	5.46	98
0290320	GIGANTOGRAFIA DE 3.60 x	und		1.00	423.7	42
						<b>1,4</b>
	<b>Equipos</b>					
0301010	HERRAMIENTAS	%mo		3.00	401.5	1

Partida                    **01.02**

**INSTALACIÓN DE CAMPAMENTO**

Rendim	<b>und/</b>	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : und
iento	<b>DIA</b>	<b>0.5000</b>	<b>0.5000</b>	<b>5,233.91</b>

Partida                    **01.03**                    **ALMACEN Y GUARDIANIA**

Rendim	<b>glb/</b>	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : glb
iento	<b>DIA</b>	<b>1.0000</b>	<b>1.0000</b>	<b>18,375.20</b>

<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unida</b>	<b>Cuadril</b>	<b>Cantid</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcia</b>
010103000	GUARDIAN DE NOCHE	hh	50.000	400.000	14.33	5.732
010202001	ALMACENERO	hh	50.000	400.000	15.94	6.376
	<b>Equi</b>					<b>17.84</b>
						<b>535.</b>

Partida **01.04** **HABILITACION Y MANTENIMIENTO DE CAMINO DE ACCESO**

Rendim	<b>m/</b>	MO.	EQ.	Costo unitario directo por: m
iento	<b>DI</b>	<b>1,000.000</b>	<b>1,000.000</b>	<b>3.91</b>
	<b>A</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

S10

Página :

**1**

**Mano de Obra**

01010100	CAPAT	h	0.100	0.000	23.08	0.
01010100	PEON	h	1.000	0.008	14.33	0.
01010300	CONTR	h	1.000	0.008	15.94	0.
						<b>0.</b>

**Equipos**

03010100	HERRAMIENTAS	%mo		3.000	0.	0.
03011800	TRACTOR DE ORUGAS	hm	1.000	0.008	455.49	3.
						<b>3.</b>

Partida

**02.01**

**EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL**

Rendim

iento

Código	Descripción Recurso	und/ MO.	EQ.	Costo unitario directo por : und			
				Uni	Cuad	Parc	
0301370	ARNES DE			und	0.10	90.0	9.00
0301370	CASCO DE			und	1.00	45.0	4
0301370	TAPONES AUDITIVOS			par	1.00	8.0	8.00
0301370	BOTINES DE CUERO			par	1.00	60.0	6
0301370	GUANTES DE CUERO			par	2.00	9.0	1
0301370	LINEA DE VIDA			und	0.10	30.0	3.00
0301370	RESPIRADOR			und	2.00	6.0	1
0301370	CHALECOS			und	1.00	35.0	3
0301370	UNIFORME DE OBRA			und	1.00	35.0	3
0301370	LENTES DE			und	2.00	10.0	2
0301370	GUANTES DE JEBE			par	1.00	8.0	8.00
							<b>25</b>
	<b>DIA</b>	<b>1.0000</b>	<b>1.0000</b>				

## DE PROTECCIÓN COLECTIVA

Rendim

iento

<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unid</b>	<b>Cuadr</b>	<b>Cantid</b>	<b>Precio</b>	<b>Parci</b>
		<b>ad</b>	<b>illa</b>	<b>ad</b>	<b>S/.</b>	<b>al S/.</b>
<b>Materiales</b>						
02620500	INTERRUPTOR	u		0.500	266.4	13
02670800	LINEAS DE VIDA	u		2.000	50.00	10
02670800	LINEAS DE VIDA	u		3.000	150.0	45
02670800	ACORDONAMIENTO PARA	u		2.000	250.0	50
						<b>1,18</b>

**E**

03013700	PUNTOS DE ANCLAJE	u		4.000	15.00	60
03013700	SISTEMA DE ENTIBADOS	u		1.000	1,000.0	1,00
						<b>1,06</b>

<b>und/</b>	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : und
<b>DIA</b>	<b>1.0000</b>	<b>1.0000</b>	<b>2,243.20</b>

Partida		<b>02.03</b>	<b>SEÑALIZACION DE SEGURIDAD</b>		
Rendim	<b>glb/</b>	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : glb	
iento	<b>DIA</b>	<b>1.0000</b>	<b>1.0000</b>	<b>2,700.00</b>	

Código	Descripción Recurso	Unida	Cuadri	Cantid	Precio	Parci
02671100	SEÑALES DE INFORMACIÓN	un		20.000	30.00	600
02671100	RÓTULOS EN ÁREAS DE	un		15.000	30.00	450
02671100	SEÑALES DE ADVERTENCIA	un		10.000	30.00	300
02671100	SEÑALES DE PROHIBICIÓN	un		20.000	30.00	600
02671100	SEÑALES DE OBLIGACIÓN	un		10.000	30.00	300
02671100	SEÑALES EN LAS	un		10.000	30.00	300
02671100	SEÑALES DE CONSERVACIÓN	un		5.000	30.00	150
						<b>2,70</b>

S10

Página :

**1**

Código	Descripción Recurso	Unida	Cuadril	Cantid	Precio	Parci
	<b>Equi</b>					
030137000	CHARLAS DE	und		3.000	1,000.00	3,00
030137000	CHARLAS DE	und		3.000	1,000.00	3,00
						<b>6,00</b>
						<b>0.00</b>

Partida

**02.05**

**RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIA**

**EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

Rendim	glb/	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : glb
iento	<b>DIA</b>	<b>1.0000</b>	<b>1.0000</b>	<b>3,600.00</b>

Partida **03.01** **MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIAS**

Rendim	vje/	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : vje
iento	DIA	1.0000	1.0000	6,324.16

Partida **03.02** **TRAZO Y REPLANTEO TOPOGRÁFICO**

Rendim	m/	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : m
iento	DI	400.000	400.000	2.34
	A	0	0	

							023104000	ESTACAS
							024002000	PINTURA
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unida</b>	<b>Cuadril</b>	<b>Cantid</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcia</b>	029201000	WINCHA
	<b>Mano de</b>	<b>d</b>	<b>la</b>	<b>ad</b>	<b>S/.</b>	<b>I S/.</b>		
010101000	PEON	hh	2.0000	0.040	14.33	0.57		
010103000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.020	23.08	0.46		
	<b>Materi</b>						030100000	NIVEL
							030100001	TEODOL
	<b>ales</b>						030100002	MIRA TO
021303000		bol		0.005	6.78	0.03	030101000	HERRAM

**Mano de Obra**

010101000	PEON	hh	3.0000	0.3200	14.33	4.5
010103000	TOPOG	hh	1.0000	0.1067	23.08	2.4
						<b>7.0</b>

**Materiales**

021303000	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0800	6.7	0.5
024002000	PINTURA ESMALTE	gal		0.0200	29.66	0.5
						<b>1.1</b>

**Equip**

030100000	<b>OS</b>	hm	1.0000	0.1067	7.5	0.8
030100001	TEODOLITO	hm	1.0000	0.1067	9.8	1.0
030100002	MIRA TOPOGRAFICA DE 4	he	1.0000	0.1067	4.2	0.4
030101000	HERRAMIENTAS	%mo		5.0000	7.0	0.3
						<b>2.6</b>

Partida **04.01** **DESCOLMATACION DE CAUCE Y**

**CONFORMACION DE DIQUE**

Rendim	<b>m3/</b>	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : m3
iento	<b>DIA</b>	<b>900.000</b>	<b>900.000</b>	<b>4.36</b>
		<b>0</b>	<b>0</b>	

<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantid</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcia</b>	
	<b>Mano de Obra</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>ad</b>	<b>S/.</b>	<b>1 S/.</b>	
010101000	CAPATA	h	0.5000	0.004	23.08	0.10
010101000	PEON	h	0.5000	0.004	14.33	0.06
010103000	CONTRO	h	1.0000	0.008	15.94	0.14
						<b>0.30</b>
	<b>Equipos</b>					
030101000	HERRAMIENTAS	%mo		3.000	0.30	0.01
030118000	TRACTOR DE ORUGAS DE	hm	1.0000	0.008	455.49	4.05
						<b>4.06</b>

Partida **04.02** **PERFILADO DE TALUD DE DIQUE**

Rendim **m2/** MO.

iento **DIA** **1,800.000**

**0**

<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unida</b>	<b>Cuadril</b>	<b>Cantid</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcia</b>
	<b>Mano de Obra</b>	<b>d</b>	<b>la</b>	<b>ad</b>	<b>S/.</b>	<b>1 S/.</b>
01010100	CAPATA	h	0.1000	0.000	23.08	0.01
01010100	PEON	h	0.5000	0.002	14.33	0.03
01010300	CONTRO	h	1.0000	0.004	15.94	0.07
						<b>0.11</b>
	<b>Equipos</b>					
03010100	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.000	0.11	
03011700	EXCAVADORA SOBRE	h	1.0000	0.004	418.82	1.84
						<b>1.84</b>

Partida **04.03** **NIVELACION DE CORONA DE DIQUE O LASTRADO**

**Y ACABADO**

Rendim	<b>m2/</b>	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : m2
iento	<b>DIA</b>	<b>1,400.000</b>	<b>1,400.000</b>	<b>2.74</b>
		<b>0</b>	<b>0</b>	

<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unida</b>	<b>Cuadril</b>	<b>Cantid</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcia</b>
		<b>d</b>	<b>la</b>	<b>ad</b>	<b>S/.</b>	<b>1 S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
010101000	CAPATA	h	0.1000	0.000	23.08	0.01
010101000	PEON	h	0.5000	0.002	14.33	0.04
010103000	CONTRO	h	1.0000	0.005	15.94	0.09
						<b>0.14</b>
	<b>Equipos</b>					
030101000	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.000	0.14	
030118000	TRACTOR DE ORUGAS DE	hm	1.0000	0.005	455.49	2.60

Partida **05.06** **ACOMODO DE ROCA EN TALUD DE DIQUE**

Rendim	<b>m3/</b>	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : m3
iento	<b>DIA</b>	<b>150.000</b>	<b>150.000</b>	<b>24.62</b>
		<b>0</b>	<b>0</b>	

<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unida</b>	<b>Cuadril</b>	<b>Cantid</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcia</b>
010101000	PEON	h	1.0000	0.053	14.33	0.76

01010300	CONTRO	h	1.0000	0.053	15.94	0.85
						<b>2.23</b>
	<b>Ferros</b>					
03010100	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	3.000		2.23	0.07
03011700	EXCAVADORA SOBRE	h	1.0000	0.053	418.82	22.
						<b>22.</b>

Partida	<b>06.01</b>	<b>LIMPIEZA GENERAL DE OBRA</b>				
Rendim	<b>m2/</b>	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : m2		
imiento	<b>DIA</b>	<b>1,200.000</b>	<b>1,200.000</b>	<b>0.17</b>		
		<b>0</b>	<b>0</b>			

Código	Descripción Recurso	Unida	Cuadril	Cantid	Precio	Parcia
01010100	CAPAT	hh	0.1000	0.000	23.08	0.02
01010100	PEON	hh	1.5000	0.010	14.33	0.14
						<b>0.16</b>
	<b>Ferros</b>					
03010100	HERRAMIENTAS	%mo		5.000	0.16	0.01
						<b>0.01</b>

Partida	<b>06.02</b>	<b>INSTALACIÓN Y DESINSTALACIÓN DE LETRINAS</b>				
---------	--------------	---	--	--	--	--

Rendimiento

S10

Página :

1

<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unida</b>	<b>Cuadril</b>	<b>Cantid</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcia</b>
	<b>Mano de</b>	<b>d</b>	<b>la</b>	<b>ad</b>	<b>S/.</b>	<b>I S/.</b>
010101000	OPERA	hh	1.0000	4.000	19.23	76.
010101000	PEON	hh	2.0000	8.000	14.33	114.
						<b>191.</b>
<b>Materiales</b>						
026711000	LETRINA SANITARIA	und		1.000	350.00	350.
						<b>350.</b>
<b>Equi</b>						
030101000	HERRAMIENTAS	%mo		3.000	191.56	5.75
						<b>5.75</b>

Partida **06.03** **REFORESTACION TALUD SECO DE DIQUE**

Rendim **und/** MO. EQ. Costo unitario directo por : und  
iento **DIA** **10.0000** **10.000** **25.71**  
**0**

<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unida</b>	<b>Cuadril</b>	<b>Cantid</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcia</b>
01010100	CAPAT	hh	0.1000	0.080	23.08	1.85
						131

01010100	PEON	hh	1.0000	0.800	14.33	11. <b>13.</b>
	<b>Materiales</b>					
02160200	ESQUEJE DE SAUCE	und		1.000	12.00	12. <b>12.</b>
	<b>Equi</b>					
03010100	HERRAMIENTAS	%mo		3.000	13.31	0.40 <b>0.40</b>

Partida **07.01** **CAPACITACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN DE BENEFICIARIOS**

Rendim	mes/	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : mes
iento	<b>DIA</b>	<b>1.0000</b>	<b>1.0000</b>	<b>10,017.96</b>

Código	Descripción Recurso	Unid	Cuadril	Canti	Precio	Parcia
	<b>Mano de</b>	<b>ad</b>	<b>la</b>	<b>dad</b>	<b>S/.</b>	<b>1 S/.</b>
	<b>Materiales</b>					<b>6,000</b>
029201000	MANUALES	un		50.000	25.00	1,250
029201000	MATERIALES PARA	gl		1.000	2,000.00	2,000
						<b>4,017</b>

## REPORTE DE INSUMOS DESAGREGADO POR TIPO

### CREACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN DE ÁREAS AGRICOLAS CONTRA INUNDACIONES EN LA LOCALIDAD DE CHOCAS, SECTOR CASA BLANCA, MARGEN IZQUIERDA DEL RIO CHILLON

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial S/.
<b>MANO DE OBRA</b>					
01010100	CAPATAZ	hh	534.60	23.0	12,338.60
01010100	OPERARIO	hh	1,148.89	19.2	22,093.17
01010100	OFICIAL	hh	1,104.89	15.9	17,611.96
01010100	PEON	hh	3,234.29	14.3	46,347.40
01010300	TOPOGRAFO	hh	126.70	23.0	2,924.24
01010300	GUARDIAN DE DIA	hh	400.00	14.3	5,732.00
01010300	GUARDIAN DE NOCHE	hh	400.00	14.3	5,732.00
01010300	CONTROLADOR	hh	1,779.08	15.9	28,358.67
01020200	ALMACENERO	hh	400.00	15.9	6,376.00
01030100	INGENIERO AGRONOMO,	mes	1.000	6,000	6,000.00
13	AMBIENTAL, OTROS		0	.00	
					<b>153,514.04</b>

<b>MATERIAL</b>					
02010400	PETROLEO D-2	gal	151.87	10.5	1,594.69
02040100	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO	kg	20.000	2.3	46.80
02041200	CLAVOS PARA MADERA CON	kg	1.000	2.8	2.89
02041200	CLAVOS PARA MADERA CON	kg	1.000	2.8	2.89
02041200	CLAVOS PARA MADERA CON	kg	1.000	2.8	2.89
02070700	AGUA DE MESA	bid	10.000	21.1	211.70
02070700	FRAZADA (ECONOMICA)	und	10.000	21.1	211.90
02070700	COLCHON DE ESPUMA 1 1/2	und	5.000	101.	508.50

02070700	CARPA DE LONA FAMILIAR	und	2.000	1,525	3,050.84
02070700	BATERIA AA	und	50.000	4.2	212.00
02130300	YESO BOLSA 28 kg	bol	85.000	6.7	576.30
02160200	ESQUEJE DE SAUCE	und	100.00	12.0	1,200.00
02310100	MADERA TORNILLO	p2	360.00	5.4	1,965.60
02310400	ESTACAS DE MADERA	und	250.00	3.3	847.50
02400200	PINTURA ESMALTE	gal	21.000	29.6	622.86
02450200	BARRENO DE PERFORACION	pza	7.593	321.	2,437.61
02551000	DINAMITA AL 65%	kg	1,898.43	10.4	19,743.75
02551000	FULMINANTE N°8	pza	15,187.5	3.4	51,637.50
02551000	MECHA LENTA	m	11,390.6	3.4	38,728.13
02551000	TRANSPORTE Y CUSTODI A DE	est	7,593.75	2.5	18,984.38
02551000	NITRATO DE AMONIO AL 33%	kg	303.75	6.7	2,059.43
02620500	INTERRUPTOR DIFERENCIAL	und	0.500	266.	133.20
02670800	LINEAS DE VIDA VERTICALES	und	2.000	50.0	100.00
02670800	LINEAS DE VIDA	und	3.000	150.	450.00
02670800	ACORDONAMIENTO PARA	und	2.000	250.	500.00
02671100	SEÑALES DE INFORMACIÓN	und	20.000	30.0	600.00
02671100	RÓTULOS EN ÁREAS DE	und	15.000	30.0	450.00
02671100	SEÑALES DE ADVERTENCIA	und	10.000	30.0	300.00
02671100	SEÑALES DE PROHIBICIÓN	und	20.000	30.0	600.00
02671100	SEÑALES DE OBLIGACIÓN	und	10.000	30.0	300.00
02671100	SEÑALES EN LAS	und	10.000	30.0	300.00
02671100	SEÑALES DE CONSERVACIÓN	und	5.000	30.0	150.00
02671100	LETRINA SANITARIA	und	3.000	350.	1,050.00
02901300	FRANELA, TELAS, TRAPOS	und	5.000	21.1	105.85
02901300	TRAPOS ABSORVENTES	kg	4.000	20.0	80.00
02902300	LINTERNAS	und	5.000	21.1	105.85
02903200	GIGANTOGRAFIA DE 3.60 x 4.80	und	2.000	423.	847.46
02903200	GIGANTOGRAFIA (SEGUN	und	2.000	383.	767.96
02920100	WINCHA DE LONA DE 100 m	und	1.000	101.	101.70
02920100	MANUALES	und	50.000	25.0	1,250.00
02920100	MATERIALES PARA	glb	1.000	2,000	2,000.00

---

**154,840**

**REPORTE DE INSUMOS**  
**DESAGREGADO POR TIPO**

**1101      CREACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN DE ÁREAS AGRICOLAS**  
**004        CONTRA INUNDACIONES EN LA LOCALIDAD DE CHOCAS, SECTOR**  
**CASA BLANCA, MARGEN IZQUIERDA DEL RIO CHILLON**

<b>Código</b>	<b>Uni</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	
<b>Recurso</b>	<b>dad</b>	<b>Parcial S/.</b>		
030100000 NIVEL	hm	116.70	7.5	882.
030100001 TEODOLITO	hm	116.70	9.8	1,14
030100002 MIRA TOPOGRAFICA DE 4 m	he	126.70	4.2	538.
030101000 HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			4,25
030114000 MARTILLO NEUMATICO DE 24 kg	hm	1,104.8	5.7	6,33
030114000 COMPRESORA NEUMATICA 125-	hm	552.06	61.3	33,86
030117000 EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	hm	1,141.4	418.	478,06
030118000 TRACTOR DE ORUGAS DE 300-350	hm	321.07	455.	146,24
030118000 TRANSPORTE DE EXCAVADORA	vje	3.000	2,181.	6,54
030118000 TRANSPORTE DE TRACTOR DE	vje	2.000	1,381.	2,76
030122001 CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	924.05	244.	226,03
030134000 CAMILLAS RIGIDAS	und	2.000	400.	800.
030134000 TOPICO DE PRIMEROS AUXILIOS	und	1.000	2,000.	2,00
030134001 EXTINTORES	und	4.000	120.	480.
030134001 MANTAS IGNIFUGAS	und	1.000	180.	180.
030134001 CILINDROS DE ARENA	und	2.000	30.0	60.00
030137000 ARNES DE SEGURIDAD	und	2.000	90.0	180.
030137000 CASCO DE PROTECCION	und	20.00	45.0	900.
030137000 TAPONES AUDITIVOS	par	20.00	8.0	160.

030137000	BOTINES DE CUERO	par	20.00	60.0	1,20
030137000	GUANTES DE CUERO	par	40.00	9.0	360.
030137000	LINEA DE VIDA	und	2.000	30.0	60.00
030137000	RESPIRADOR CONTRA POLVO	und	40.00	6.0	240.
030137000	CHALECOS REFLECTIVOS	und	20.00	35.0	700.
030137000	UNIFORME DE OBRA	und	20.00	35.0	700.
030137000	LENTES DE PROTECCION	und	40.00	10.0	400.
030137000	GUANTES DE JEBE	par	20.00	8.0	160.
030137000	PUNTOS DE ANCLAJE	und	4.000	15.0	60.00
030137000	SISTEMA DE ENTIBADOS	und	1.000	1,000.	1,00
030137000	CHARLAS DE SENSIBILIZACION	und	3.000	1,000.	3,00
030137000	CHARLAS DE INSTRUCCION	und	3.000	1,000.	3,00
					<b>922,31</b>
			<b>To</b>	<b>S/.</b>	<b>1,230,6</b>

**PANEL FOTOGRAFICO: ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION DEL PROYECTO: "CREACION DEL SERVICIO DE PROTECCION DE AREAS AGRICOLAS CONTRA INUNDACIONES EN LA LOCALIDAD DE CHOCAS, SECTOR CASABLANCA DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RIO CHILLON, DISTRITO DE CARABAYLLO – LIMA - LIMA"**



**FOTO N° 01.- PERFIL ESTRATIGRAFICO Y VISTA CALICATA C - 1, UBICADO EN LA LOCALIDAD DE CHOCAS, SECTOR CASABLANCA, MARGEN IZQUIERDA DEL RIO CHILLON, DISTRITO DE CARABAYLLO, LIMA – LIMA**



**FOTO N° 02.- PERFIL ESTRATIGRAFICO Y VISTA CALICATA C - 2, UBICADO EN LA LOCALIDAD DE CHOCAS, SECTOR CASABLANCA, MARGEN IZQUIERDA DEL RIO CHILLON, DISTRITO DE CARABAYLLO, LIMA – LIMA**



**FOTO N° 03.- PERFIL ESTRATIGRAFICO Y VISTA CALICATA C - 3,  
UBICADO EN LA LOCALIDAD DE CHOCAS, SECTOR CASABLANCA,  
MARGEN IZQUIERDA DEL RIO CHILLON, DISTRITO DE  
CARABAYLLO, LIMA – LIMA**



**FOTO N° 04.- VISTA CALICATA C - 1 Y C - 3, UBICADO EN LA  
LOCALIDAD DE CHOCAS, SECTOR CASABLANCA, MARGEN  
IZQUIERDA DEL RIO CHILLON, DISTRITO DE CARABAYLLO, LIMA –  
LIMA.**

## **TRAMO DEL PROYECTO: DE LA PROGRESIVA 27+585 A LA PROGRESIVA 28+585**

### **INFRAESTRUCTURA EXISTENTE**

Existe un Canal de Riego principal denominado CABALLERO, el cual actualmente es de tierra, con una sección hidráulica de 1.00 de ancho y 1.00 m de altura, tiene una longitud aproximada de 4.5 Km con un caudal de 400 Lt/seg. Comienza desde la Bocatoma Caballero y llega hasta la Bocatoma Torreblanca. Sus aguas provienen del Río Chillón. De esta Longitud 2.0 Km están expuestos al peligro de inundaciones por el desborde del río.



Además existen canales secundarios y terciarios, que se estiman suman una longitud 11 Km. El Canal Principal CABALLERO que comienza en la Bocatoma Caballero es de concreto armado, el cual está en buenas condiciones y riega un promedio de 200 Has. Sus características es de sección Trapezoidal con una caja de 1.00 de ancho.



En la zona de influencia del proyecto existen Instalaciones de 2 Torres de Alta Tensión, 3 Torres de distribución y Postes de Energía Eléctrica domiciliaria (Centro Poblado de Casa Blanca) cuya distancia respecto a la Ribera del río es de unos 50 m. Además existen postes de Red Eléctrica Primaria.



## INFRAESTRUCTURA EN CONSTRUCCIÓN

Actualmente se viene ejecutando la Obra: “Mejoramiento de Defensa Ribereña Margen Izquierda del Río Chillón Sector Caballero Puente Caído, Distrito de Carabayllo – Lima - Lima”. Este proyecto tiene como meta la construcción de 500.00 ml en la margen izquierda del Río Chillón, en el Sector Caballero altura del Puente Caído, desde la Progresiva 27+085 hasta la Progresiva 27+585.



**Vistas Fotográficas de las Obras en  
Ejecución**



**Excavación de la Uña en  
Ejecución**



**Progresiva Final del Proyecto en  
Ejecución**



**Inicio del Nuevo Proyecto**



**Margen Izquierda del Río Chillón, en la zona donde se desarrollará en proyecto.**





**Cauce del Río Chillón, en la zona donde se desarrollará la investigación**

# DETALLE CONSTRUCTIVO

## SECCION TIPICA DE DIQUE Y TIRANTE DE AGUA

ESC: 1/100



## SECCION TIPICA DE DIQUE

ESC: 1/100



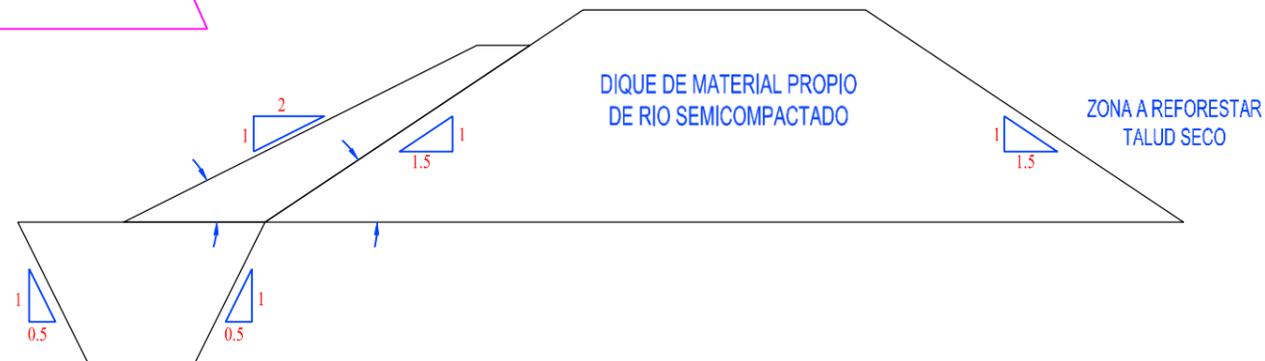
## SECCION TIPICA DE DIQUE ENROCADO (A-A)

ESC: 1/100



## SECCION TIPICA DE DIQUE CON TALUDES

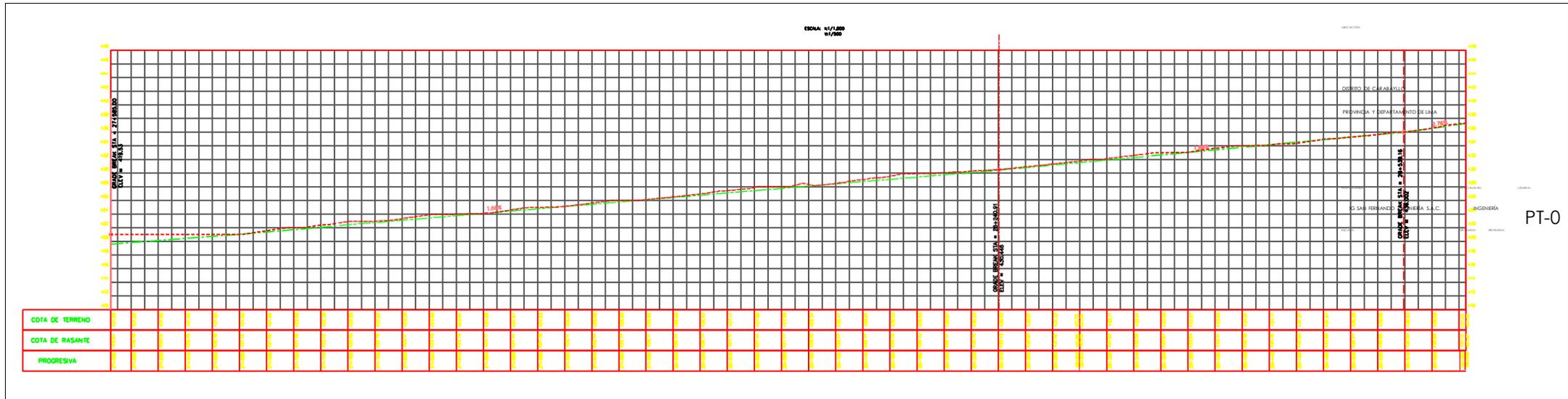
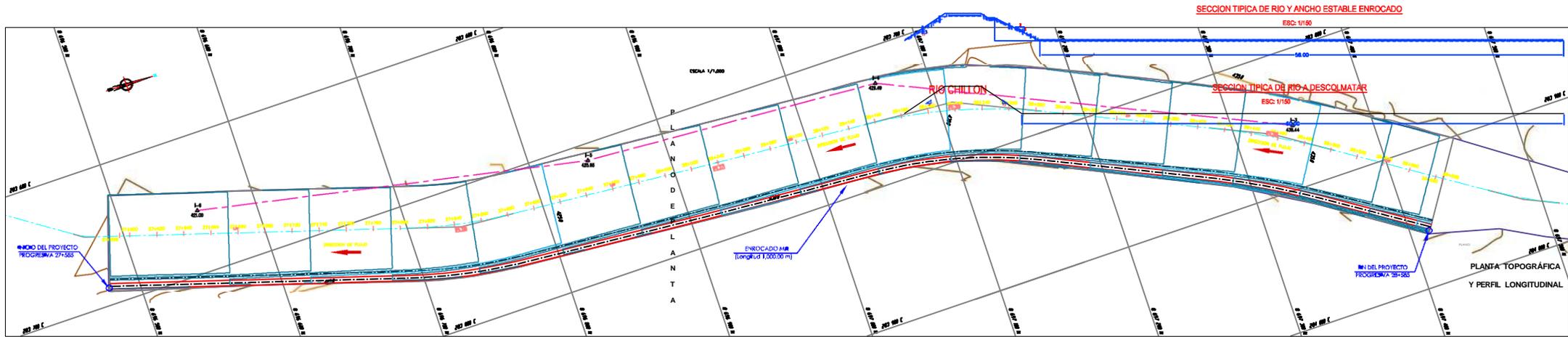
ESC: 1/100



CREACIÓN DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN DE ÁREAS AGRÍCOLAS CONTRA INUNDACIONES EN LA LOCALIDAD DE CHOCAS SECTOR CASA BLANCA MARGEN IZQUIERDA DEL RIO CHILLÓN DISTRITO DE CARABAYLLO – LIMA – LIMA

LOCALIDAD DE CHOCAS SECTOR CASA BLANCA

DETALLE CONSTRUCTIVO



SISTEMA DE REFERENCIA WGS 84

HITO (BM)	COORDENADAS BM		
	NORTE	ESTE	COTA
H-3	8697345.869	283854.204	435.440
H-4	8697061.489	283726.003	429.490
H-5	8696842.095	283712.109	425.850
H-6	8696556.538	283854.812	421.000

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA

CURVAS	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI-36	N10° 55' 13"E	12.4339	365.990	39.87	79.42	79.27	2.17	2.15	27+845.26	27+805.38	27+884.80	8696736.06	283728.22
PI-37	N4° 18' 30"E	0.7905	468.428	3.23	6.46	6.46	0.01	0.01	28+039.80	28+036.57	28+043.04	8696932.28	283744.19
PI-38	N14° 17' 31"E	20.7581	378.285	69.29	137.05	136.30	6.29	6.19	28+218.67	28+149.39	28+286.44	8697110.73	283756.40
PI-39	N28° 54' 40"E	8.4802	812.308	43.40	90.83	90.54	1.88	1.88	28+455.21	28+408.81	28+500.44	8697327.05	283855.77

CREACION DEL SERVIDIO DE PROTECCION DE AREAS AGROECOLAS CONTRA INUNDACIONES EN LA LOCALIDAD DE CHOICAS SECTOR CASA BLANCA, MARGEN IZQUIERDA DEL RIO CHILLON, DISTRITO DE CHARABALLO - IMA - IMA

LOCALIDAD DE CHOICAS SECTOR CASA BLANCA


PT-0