

**EL ESTUDIO SOBRE  
SISTEMA DE MONITOREO Y ALERTA TEMPRANA  
PARA DESLIZAMIENTOS E INUNDACIONES  
EN ÁREAS SELECCIONADAS EN EL DISTRITO  
CAPITAL DE BOGOTÁ Y EL MUNICIPIO DE SOACHA  
EN LA REPÚBLICA DE COLOMBIA**

**INFORME FINAL**

**VOLUMEN 4 LIBROS DE DATOS 3**

**OBRAS TEMPORALES Y TALLERES  
DE TRABAJO COMUNITARIOS**

**MARZO 2008**

**AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL  
DEL JAPÓN (JICA)**

---

**PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL  
OYO INTERNATIONAL CORPORATION**

<b>GE</b>
<b>JR</b>
<b>08-042</b>

**Distrito Capital de Bogotá y Municipio de Soacha  
En la República de Colombia**

**EL ESTUDIO SOBRE  
SISTEMA DE MONITOREO Y ALERTA TEMPRANA  
PARA DESLIZAMIENTOS E INUNDACIONES  
EN ÁREAS SELECCIONADAS EN EL DISTRITO  
CAPITAL DE BOGOTÁ Y EL MUNICIPIO DE SOACHA  
EN LA REPÚBLICA DE COLOMBIA**

**INFORME FINAL**

**VOLUMEN 4 LIBROS DE DATOS 3**

**OBRAS TEMPORALES Y TALLERES  
DE TRABAJO COMUNITARIOS**

**MARZO 2008**

**AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL  
DEL JAPÓN (JICA)**

---

**PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL  
OYO INTERNATIONAL CORPORATION**

## CONTENIDOS DEL LIBRO DE DATOS 3 TRABAJOS TEMPORALES Y TALLERES DE LA COMUNIDAD

### D3.1 Imágenes estereoscópicas del Talud empinado en DIVINO NINO

- 1 Ubicación de las imágenes estereoscópicas
- 2 Ubicación de las rocas detectadas en el Talud

### D3.2 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LA PARED DE PROTECCIÓN TEMPORAL

- 1 General
- 2 Método de Análisis de Estabilidad
- 3 Análisis de la Estabilidad de la Pared de Protección Temporal (Pared de gavión)

### D3.3 PLANOS DE LOS TRABAJOS TEMPORALES

- 1 Mapa de Ubicación del Proyecto
- 2 Plan General del Proyecto
- 3 Pared de Protección Temporal
- 4 Instalación de la Pared de Protección Temporal
- 5 Instalación de la Pared de Protección Temporal
- 6 Pozo de drenaje, señal de valla y Canal convencional

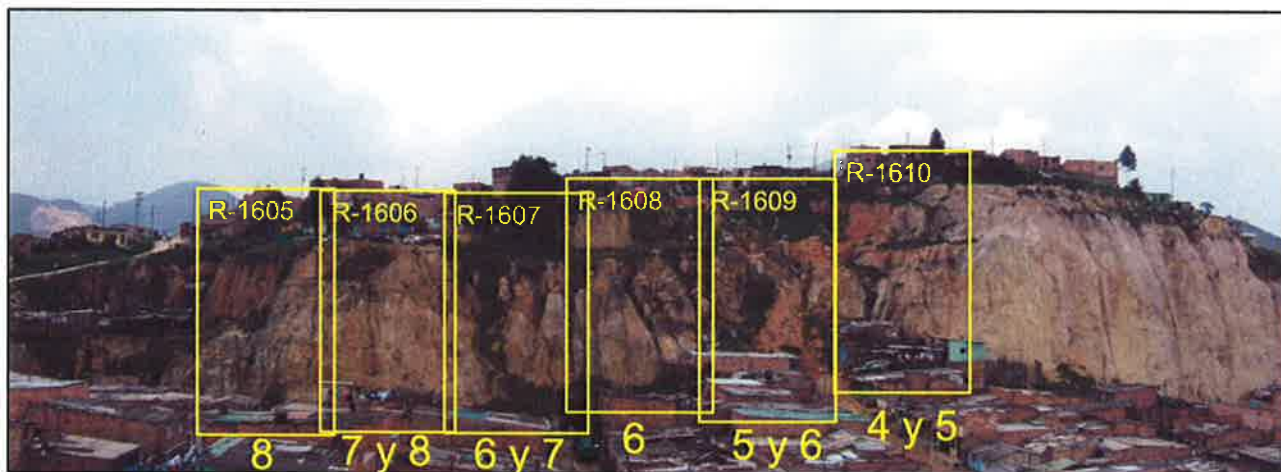
### D3.4 PROCEDIMIENTOS DE LOS TALLERES COMUNITARIOS

- 1 Deslizamiento
- 2 Inundación
- 3 Seminarios

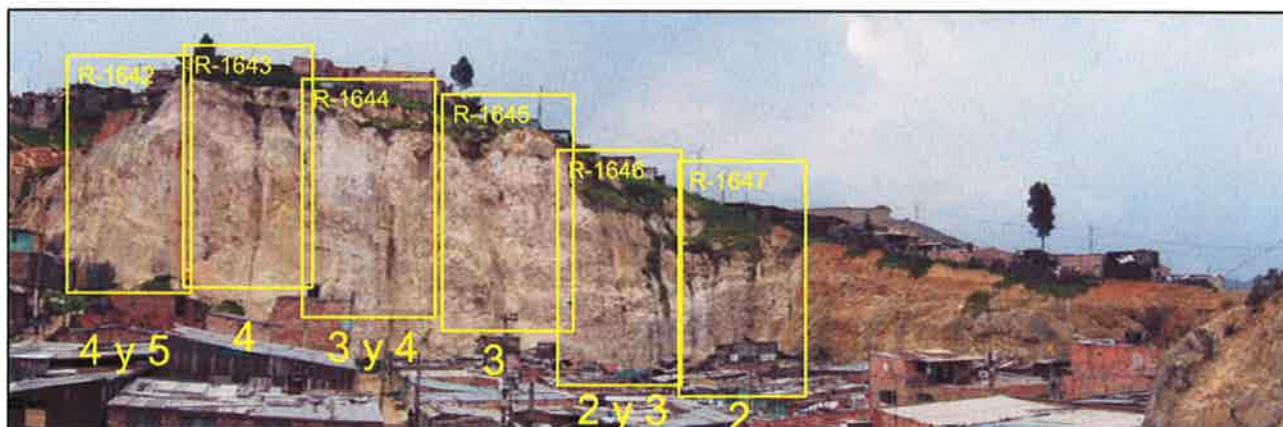
## D3.1 IMAGENES ESTEREOSCÓPICAS DE TALUD EMPINADO EN DIVINO NIÑO



**UBICACION DE LAS MANZANAS DEL TALUD**

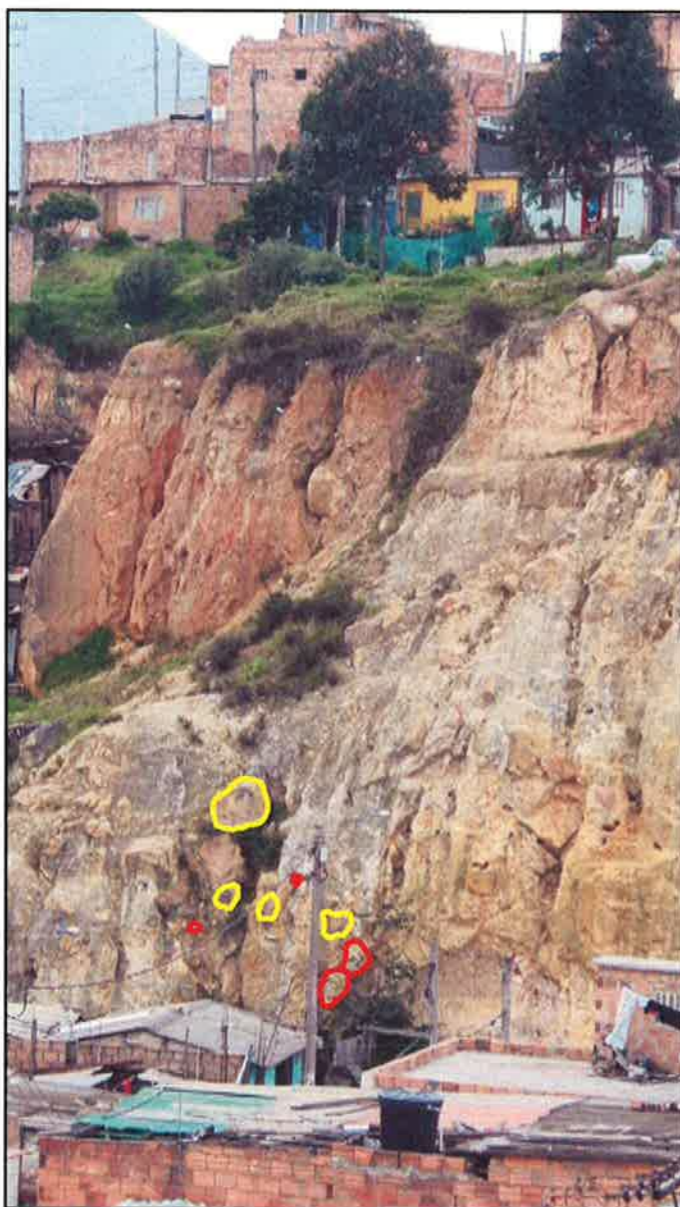


**UBICACION ZONA IZQUIERDA**



**UBICACION ZONA DERECHA**

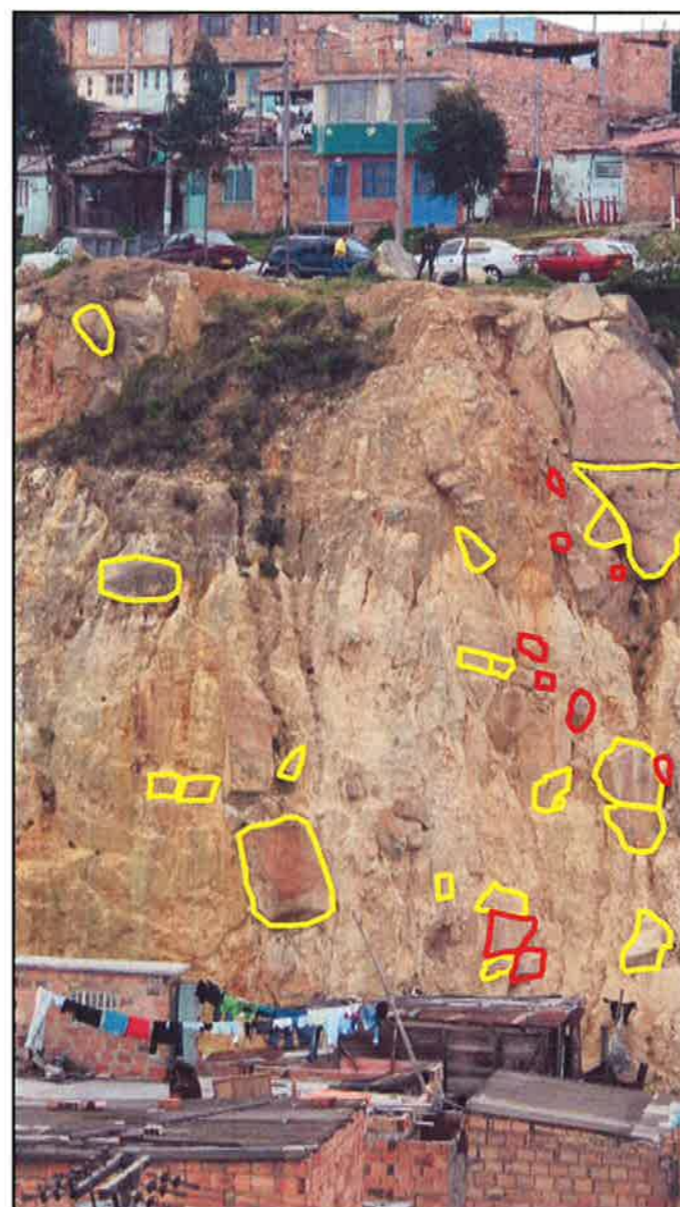
R-1605



PIEDRAS POR MARCAR

MANZANAS AFECTADAS	TIPO	CANTIDAD
8	A	4
	B	4

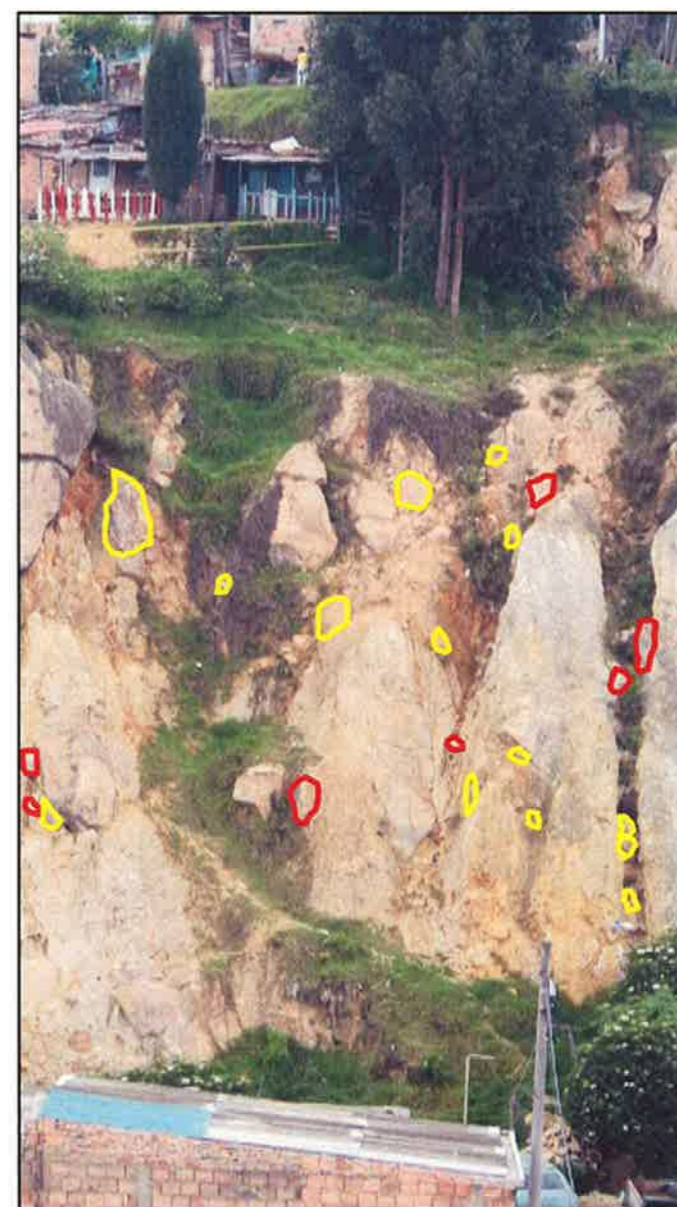
R-1606



PIEDRAS POR MARCAR

MANZANAS AFECTADAS	TIPO	CANTIDAD
7 y 8	A	9
	B	19

R-1607



PIEDRAS POR MARCAR

MANZANAS AFECTADAS	TIPO	CANTIDAD
6 y 7	A	8
	B	14

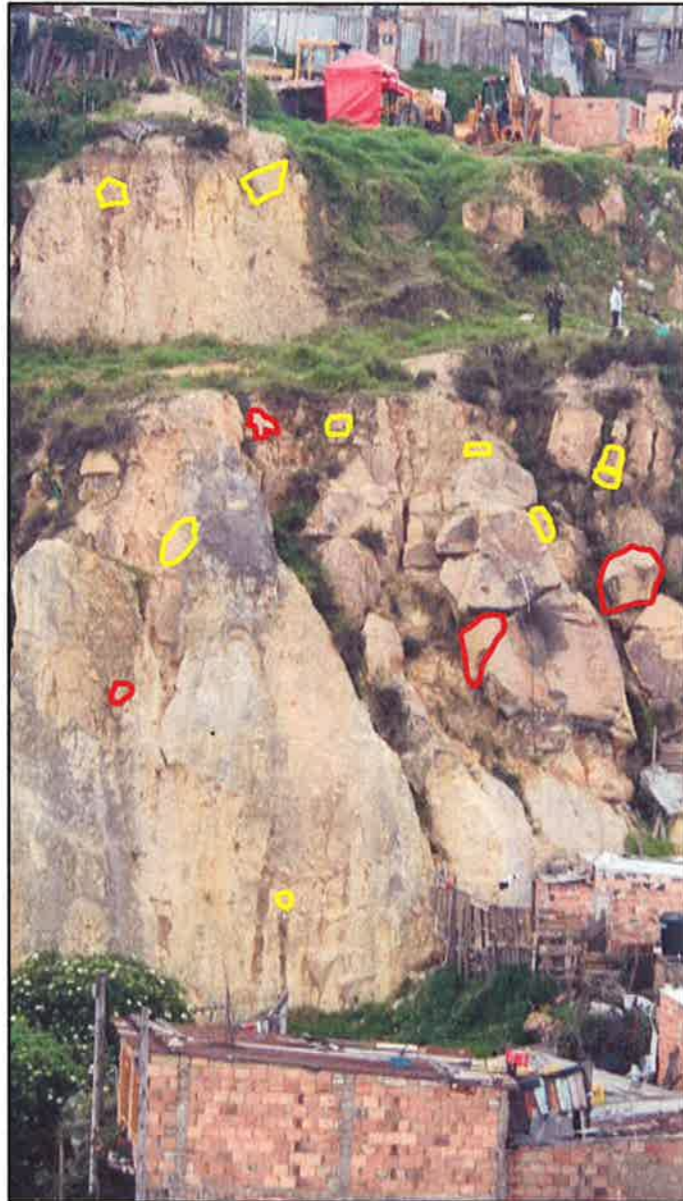
TIPO A: ■ (Rojo)

Bloques con alta posibilidad de caída total a futuro cercano

TIPO B: ■ (Amarillo)

Bloques con alguna posibilidad de caída a futuro cercano

R-1608



PIEDRAS POR MARCAR

MANZANAS AFECTADAS	TIPO	CANTIDAD
6	A	4
	B	9

R-1609



PIEDRAS POR MARCAR

MANZANAS AFECTADAS	TIPO	CANTIDAD
5 y 6	A	2
	B	6

R-1610



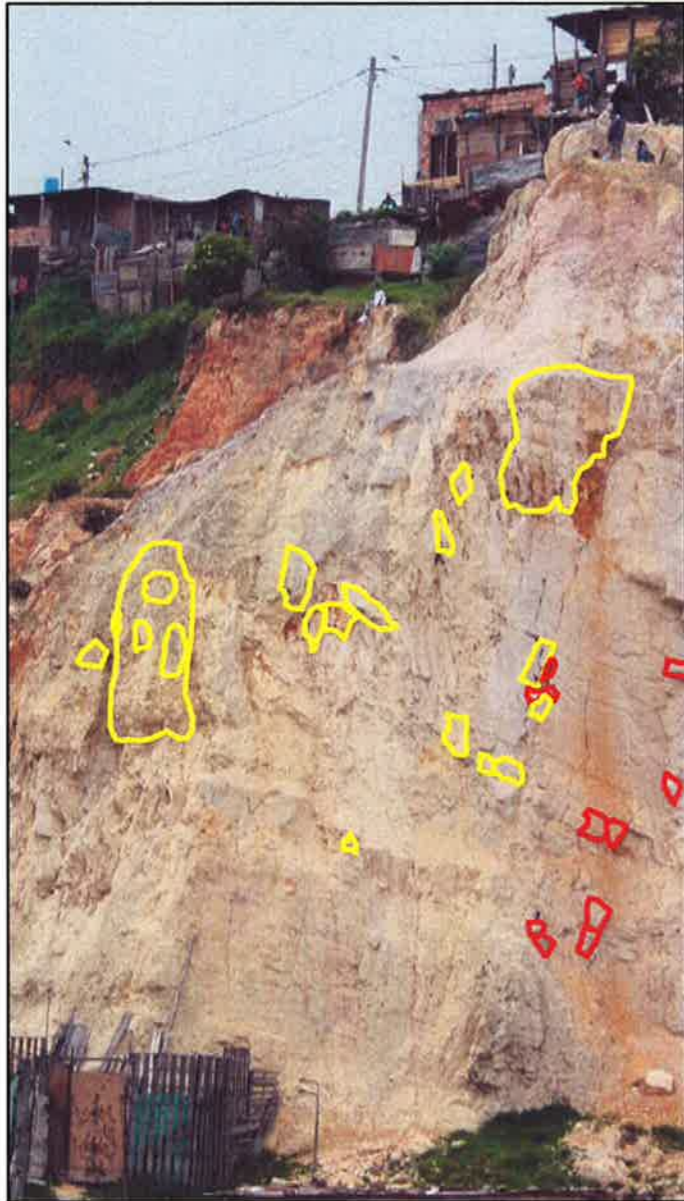
PIEDRAS POR MARCAR

MANZANAS AFECTADAS	TIPO	CANTIDAD
4 y 5	A	1
	B	2

TIPO A: ■ (Rojo)  
Bloques con alta posibilidad de caída total a futuro cercano

TIPO B: ■ (Amarillo)  
Bloques con alguna posibilidad de caída a futuro cercano

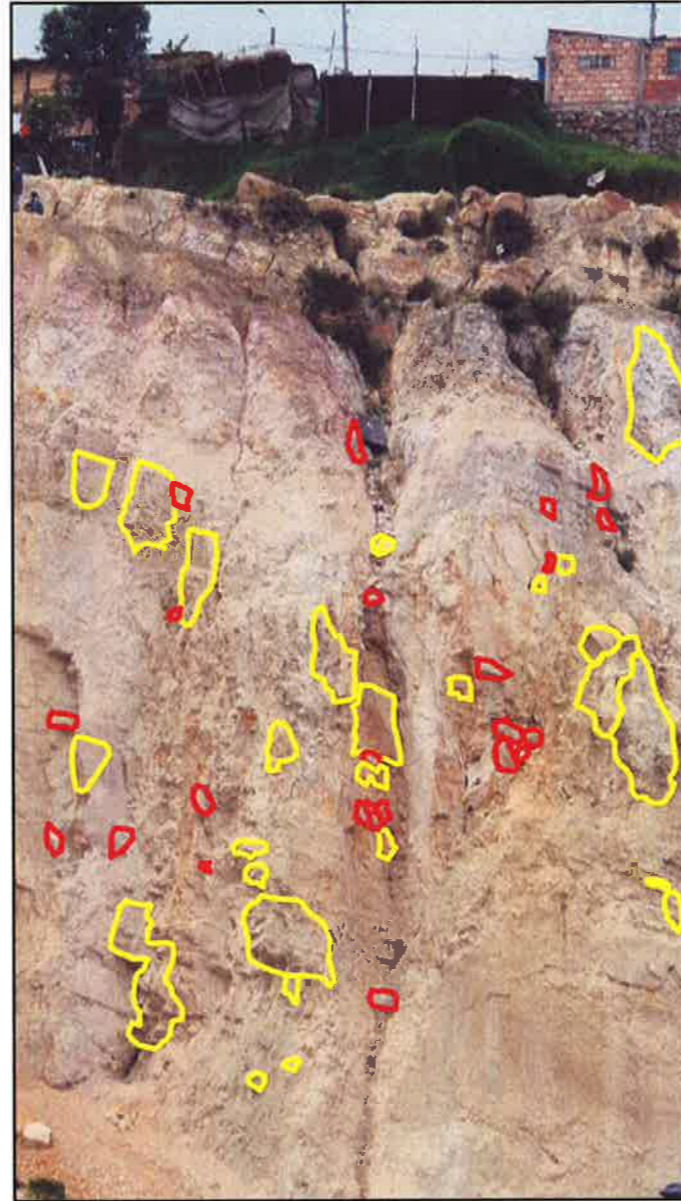
R-1642



PIEDRAS POR MARCAR

MANZANAS AFECTADAS	TIPO	CANTIDAD
4 y 5	A	11
	B	19

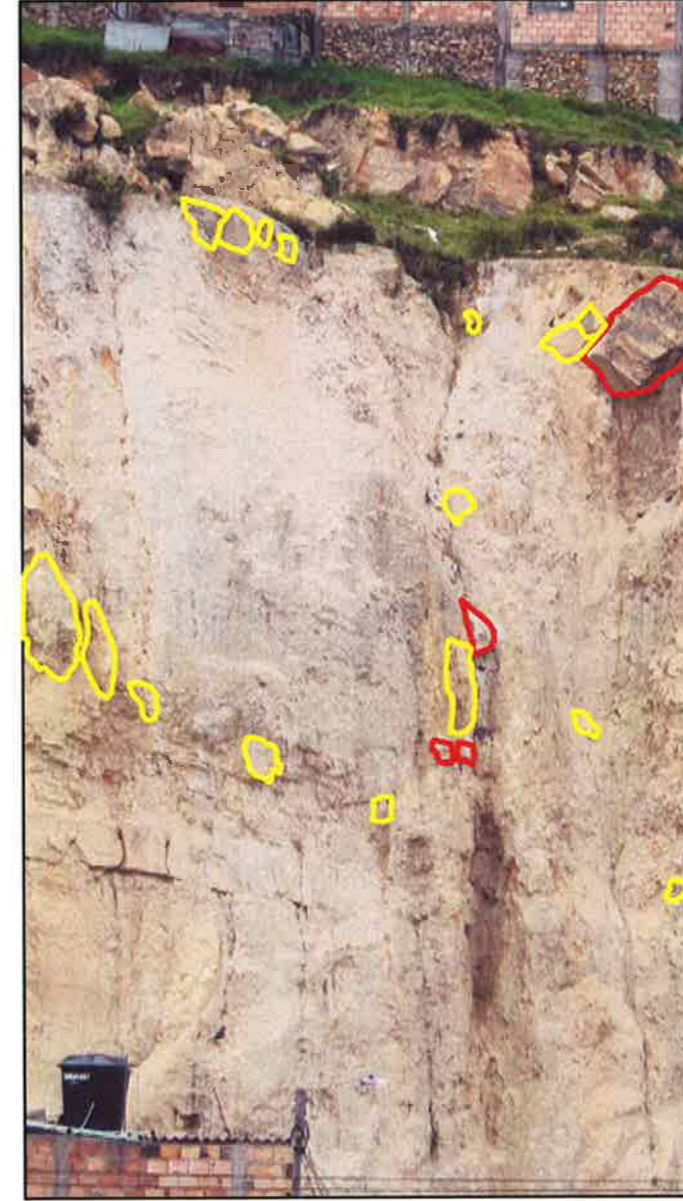
R-1643



PIEDRAS POR MARCAR

MANZANAS AFECTADAS	TIPO	CANTIDAD
4	A	23
	B	27

R-1644



PIEDRAS POR MARCAR

MANZANAS AFECTADAS	TIPO	CANTIDAD
3 y 4	A	4
	B	16

TIPO A: ■ (Rojo)

Bloques con alta posibilidad de caída total a futuro cercano

TIPO B: ■ (Amarillo)

Bloques con alguna posibilidad de caída a futuro cercano



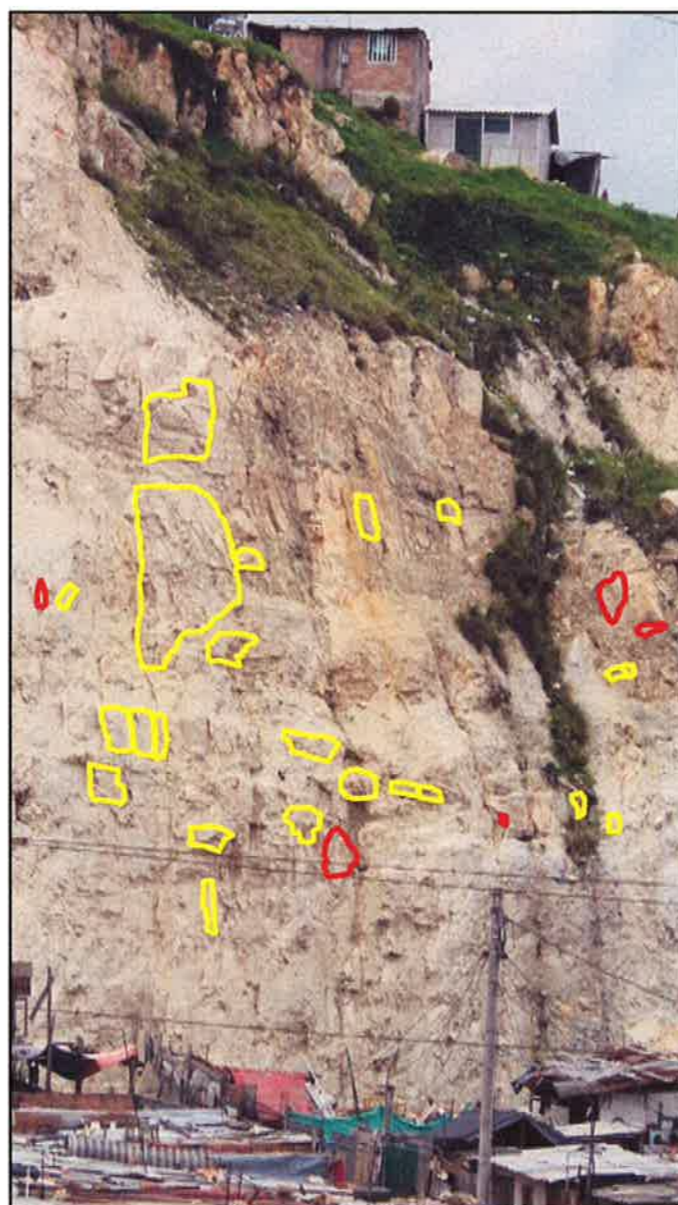
R-1645



PIEDRAS POR MARCAR

MANZANAS AFECTADAS	TIPO	CANTIDAD
3	A	10
	B	39

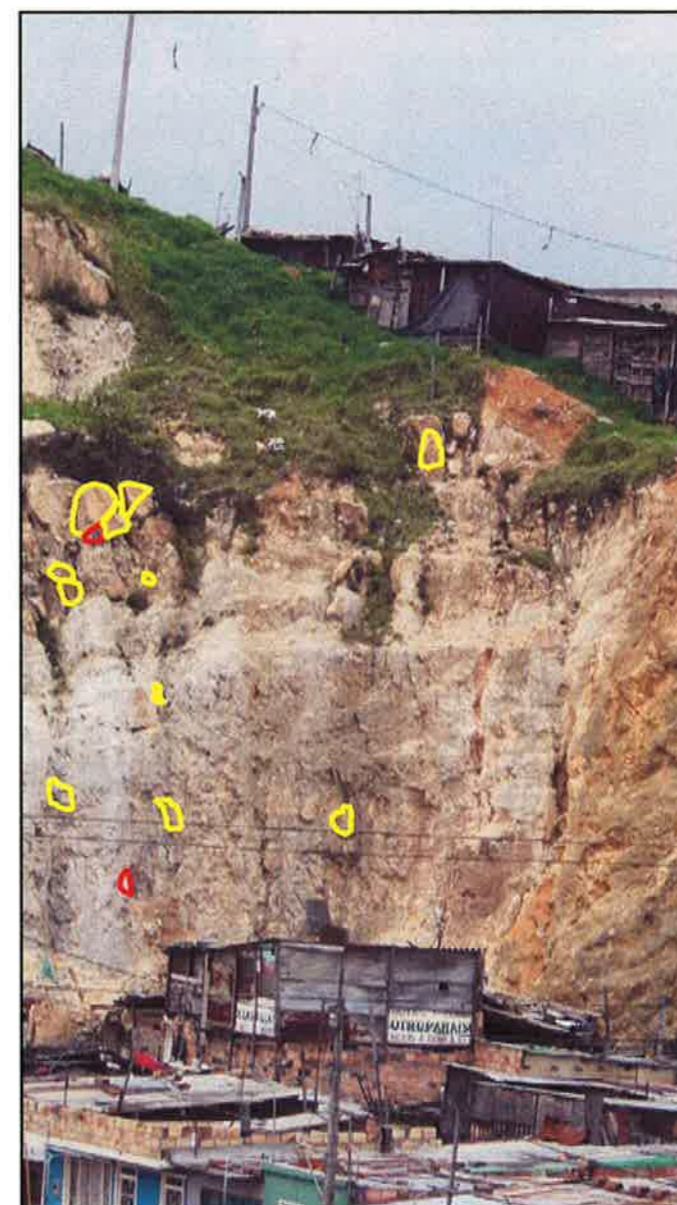
R-1646



PIEDRAS POR MARCAR

MANZANAS AFECTADAS	TIPO	CANTIDAD
2 y 3	A	5
	B	22

R-1647



PIEDRAS POR MARCAR

MANZANAS AFECTADAS	TIPO	CANTIDAD
2	A	2
	B	11

TIPO A: ■ (Rojo)

Bloques con alta posibilidad de caída total a futuro cercano

TIPO B: ■ (Amarillo)

Bloques con alguna posibilidad de caída a futuro cercano

D3.2 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD  
DEL MURO DE PROTECCIÓN TEMPORAL

## ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LA PARED TEMPORAL DE PROTECCIÓN

### 1. General

La pared de gavión fue recomendada como una pared temporal de protección para caída de roca de pequeña escala del talud. La pared es instalada después del programa de reubicación, incluyendo los trabajos de demolición de las casas existentes en la zona de emergencia en el área del Divino Niño.

Así como el material, la red del gavión es de 1.0m (ancho) x 1.0m (alto) x 4.0m (longitud) puede ser usado, debido a su fácil adquisición en el área. De acuerdo con la altura de rebote de las rocas caídas en un conocimiento empírico y el tamaño de roca ( $D_{100}$ ), la pared consiste de tres (3) capas o niveles de gavión, como se muestra en la Figura 1- 1. Con el fin de minimizar los costos de transporte de los escombros producidos en los trabajos de demolición, los escombros que estén disponibles como material de construcción se utilizan en el bloque de gavión “g02” ubicado en el centro del colchón blando, detrás de la pared.

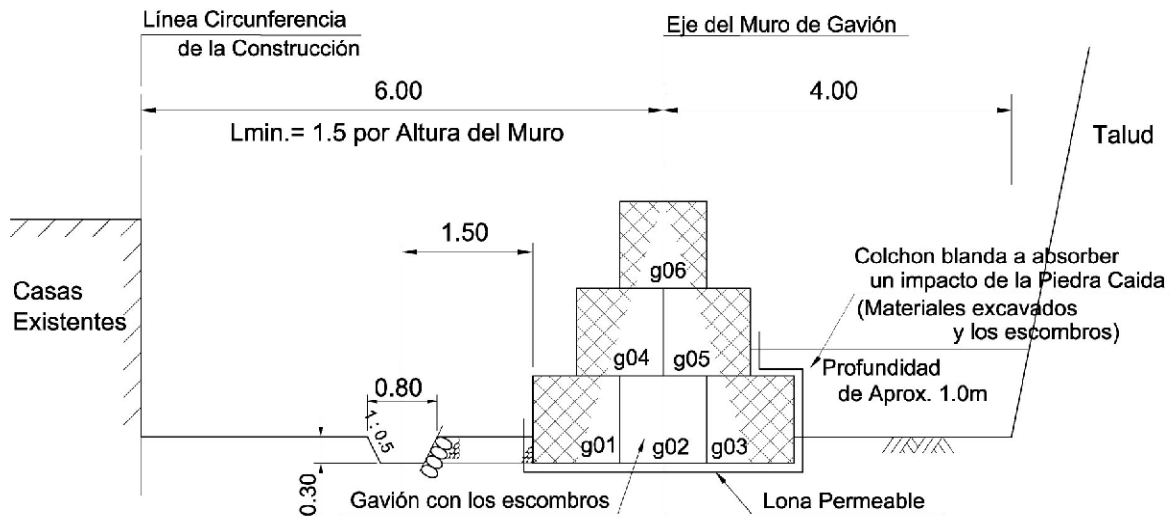


Figura 1- 1 Dimensiones de la Pared de Gavión

### 2. Método de Análisis de Estabilidad

#### 2.1 Condiciones Existentes en el Talud

Allí hay nueve (9) manzanas residenciales en la zona de emergencia en el área del Divino Niño. Del levantamiento topográfico realizado en Diciembre de 2006, para confirmar las condiciones del talud detrás de las manzanas residenciales, los ángulos del talud y la altura varía de 39 a 75 grados y de 7 a 36m respectivamente como se muestra en la Tabla 2- 1.

Tabla 2- 1 Condiciones del Talud

No. Perfiles	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10
No. Manzanas	9	8	7	6	5	4	3	2 & 3	2	1
Altura Talud: H	7.2	8.6	22.0	18.9	10.6	29.1	33.8	35.9	16.7	14.6
Ángulo Talud: $\Theta$	53.0°	39.2°	65.7°	58.2°	56.5°	68.4°	66.6°	72.3°	71.5°	75.1°

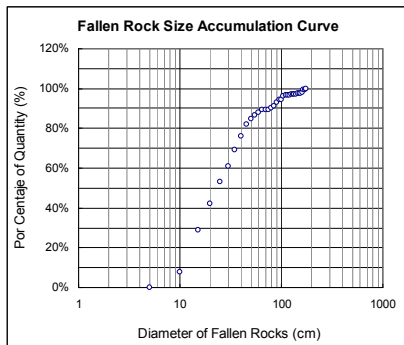
(Fuente: Equipo de Estudio JICA)

Como hay rocas en el talud detrás de las manzanas, 271 rocas en total pueden caer en el futuro y se

confirmó esto, usando interpretación de fotografías del talud con estereoscopio de agrimensura, por el Equipo de Estudio. En la medición de la existencia de caída de rocas, las medidas de las rocas existentes fueron convertidas a esféricas usando la formula 2.1.1 y siguiendo la distribución de tamaño de las rocas que se obtuvo, como se muestra en la Figura 2- 1.

$$W = \gamma \cdot \pi \cdot D^3 / 6 \dots\dots\dots 2.1.1$$

Donde,  $W$ : Masa del material (kN),  $\gamma$ : Masa específica del material (kN/m<sup>3</sup>),  $\pi$ : Radio de la circunferencia de un círculo con este diámetro (m),  $D$ : Diámetro del material (m)



Distribución	Diámetro (cm)
D <sub>50</sub>	20
D <sub>60</sub>	25
D <sub>70</sub>	35
D <sub>80</sub>	40
D <sub>90</sub>	80
D <sub>100</sub>	175

Figura 2- 1 Distribución de Tamaño de las Rocas Caídas Existentes

## 2.2 Método de Análisis de Estabilidad de la Pared de Protección Temporal

(1) Concepto del análisis de Estabilidad (Capacidad de Resistencia de la Pared de Protección Temporal)

La fuerza de una roca que cae, la cual amenaza la estabilidad de la pared de protección, se expresa por la multiplicación de la masa de la roca ( $m$ ) y la velocidad de caída ( $V_0$ ).

La velocidad de una caída de roca para ser aplicada al análisis de estabilidad, se controla por la altura del talud, como se muestra en la fórmula 2.3.1. Y la velocidad de rotación de la pared después de recibir la fuerza del impacto se estima utilizando la velocidad ( $V_0$ ) como se muestra en la fórmula 2.3.2.

La velocidad ( $V_0$ ) para esta ecuación se materializa sobre la presunción de la trayectoria de la roca del talud y las condiciones del talud, como son 1) rugosidad de la superficie del talud y, 2) protuberancias o salientes sobre el talud y los ángulos del talud que no son considerados.

$$V_0 = \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \dots\dots\dots 2.2.1$$

Donde,  $V_0$ : Velocidad de caída de las rocas (m/sec),  $g$ : Aceleración gravitacional (m/s<sup>2</sup>),  $H$ : Altura del Talud (m)

$$V = \frac{2 \cdot m'}{m' + \alpha' \cdot m'} \cdot V_0 \dots\dots\dots 2.2.2$$

Donde,  $V$ : Velocidad de rotación de la pared (m/sec),  $m'$ : Peso de la pared (ton),  $\alpha'$ : coeficiente de la forma de la pared y la longitud del centro de la fundación del rebote,  $V_0$ : Velocidad de caída de las rocas (m/sec)

Como se muestra en la Tabla 2- 2, los movimientos de caída de las rocas se controla con los ángulos del talud, y la velocidad de las rocas que caen será reducida por el rebote y giros, debido a las condiciones del talud. Incluso, si la altura del talud se incrementa, la velocidad es mayor y no siempre en proporción al ángulo de talud sino por las condiciones del talud. Por lo tanto, la velocidad estimada por la ecuación es sobre-estimada para la pared de protección temporal desde el punto de vista de los objetivos de esta.

Tabla 2- 2 Condición de Caída de las Rocas, de acuerdo con los Ángulos del Talud

Ángulo del Talud $\theta$	Condiciones de Caída de Rocas	Condiciones de Caída por los ángulos del talud
$75^\circ < \theta$	Las rocas tienden a caer cerca de la pata del talud.	
$55^\circ < \theta < 75^\circ$	Las rocas tienden a rebotar y girar, con el resultado de una mayor distancia de la pata del talud y una zanja o espacio es requerida.	
$40^\circ < \theta < 55^\circ$	Las rocas pueden tender a rodar cuesta abajo y fuera de la zanja y un se requiere prevenir un posible rebote y rodamiento posterior hacia el exterior. .	

(Fuente: *Landslides Investigation and Mitigation Special Report 247, Transportation Research Board National Research Council, National Academy Press Washington, D.C. 1996*)

Como las condiciones del talud no pueden ser consideradas en el análisis de velocidad de caída, esto no es adecuado para la pared temporal de protección para realizar el análisis de estabilidad de la pared con base en el tamaño de la roca y la altura del talud. Por lo tanto, la capacidad de resistencia de la pared temporal de protección es evaluada usando los tamaños de muchas rocas y la altura del talud.

## (2) Método de Análisis de Estabilidad

Como se menciona arriba, a) condiciones de dirección de choque como se muestra en la Figura 2- 2, es seleccionada para el análisis de estabilidad. Más aún, la función del colchón blando instalado detrás de la pared no es considerada.

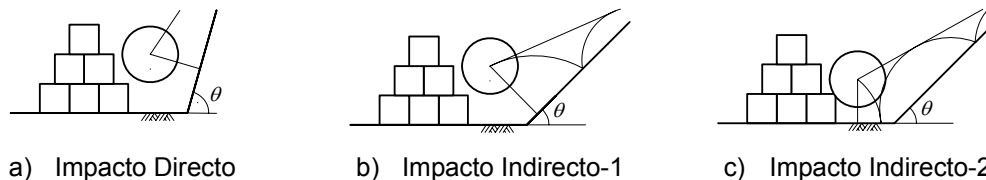


Figura 2- 2 Condiciones de Choque o Impacto de la Roca Caída

La pared de gavión tiene un cuerpo flexible el cual se deforma de acuerdo con las condiciones de fundación. En este trabajo de diseño, asumiendo que la pared de gavión es de cuerpo rígido como se muestra en la Figura 2- 3 el modelo para el análisis es planteado como sigue;

- la pared de protección se asume como un cuerpo rígido soportado por una fundación elástica consistente de 1) repartición y 2) rotación de salto
- La energía cinética producida por la caída de roca será transmitida al cuerpo de la pared.
- La pared intenta moverse y rotar hasta que la energía cinética sea equivalente a la energía de deformación producida por una respuesta elástica de esta fundación.
- La estabilidad de la pared es segura cuando la energía de deformación producida por una respuesta elástica de la fundación, es menor que la energía posible absorbida determinada por el desplazamiento admisible de la pared.

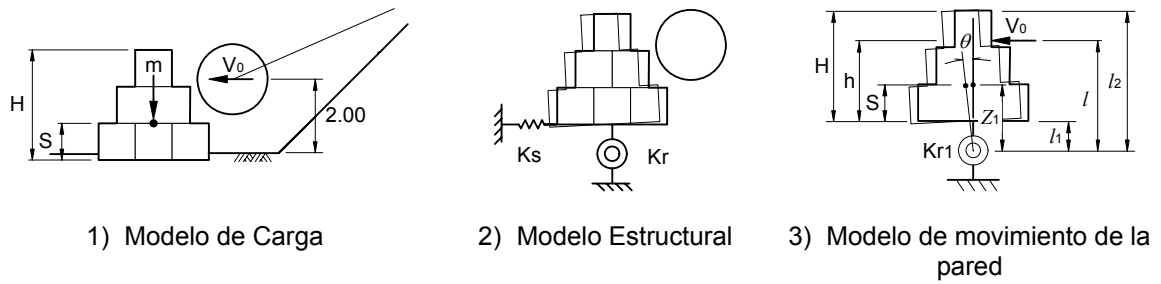


Figura 2- 3                      Modelo Estructural de la Pared de Protección Temporal

Las condiciones para el análisis de estabilidad, se describen a continuación.

- i) Uno (1) Caída de roca que colisiona la pared es considerada para el análisis de estabilidad.
- ii) Longitud efectiva de la pared para la estabilización de la misma, se considera cuatro (4) veces la altura de la pared ( $4H$ ). Si la longitud de la pared es mas corta de  $4H$ , la longitud presente de la pared deberá ser considerada.
- iii) La fuerza de caída de la roca actúa de manera horizontal a la pared.
- iv) La altura de la pared del piso donde la roca que cae golpea la pared, se considera para el diseño de la altura del rebote ( $= 2.0m$ )

(3) Análisis de Flujo

Como se menciona arriba, la estimación de los ítems requeridos para el análisis de estabilidad se muestra en la Figura 2- 4

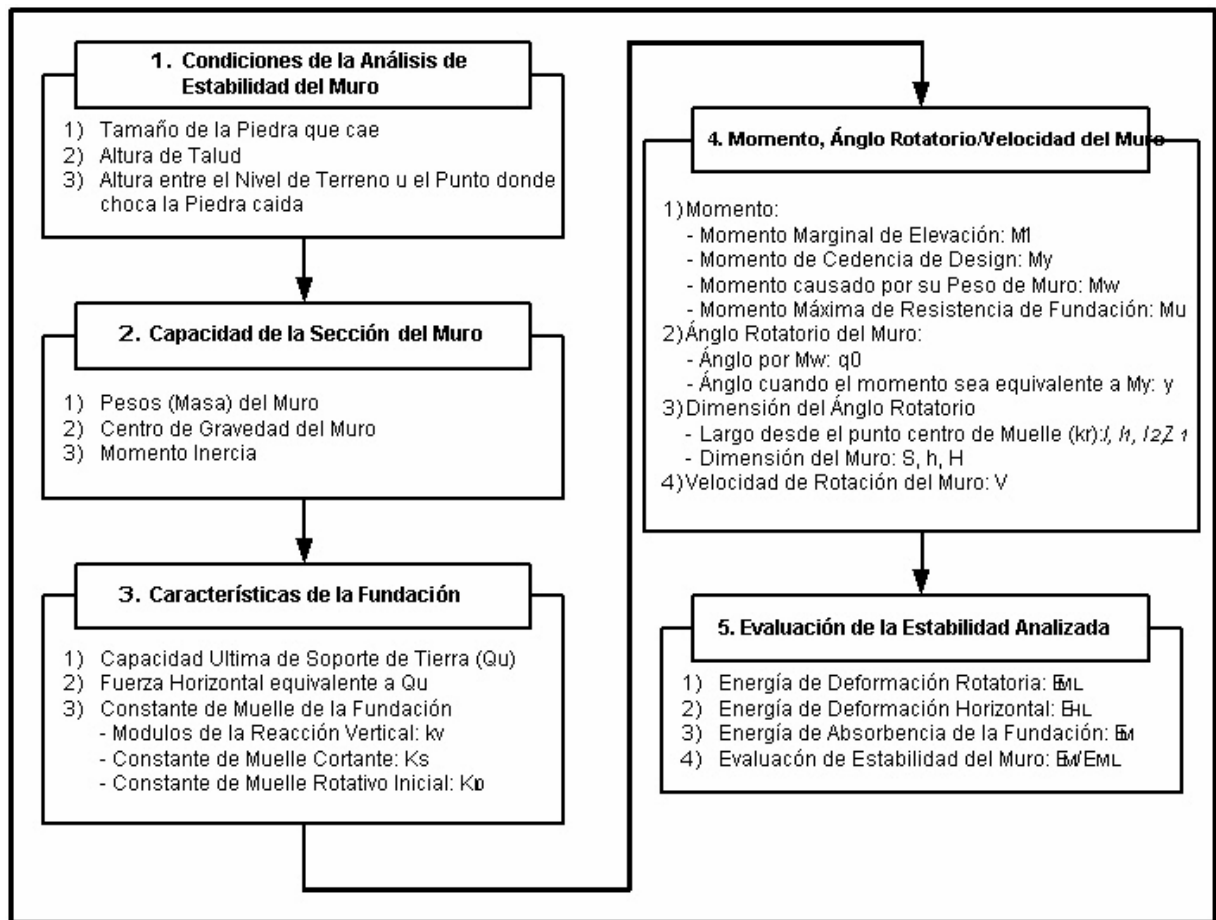


Figura 2- 4 Flujo de la Estimación de Estabilidad

### 3. Análisis de Estabilidad de la Pared Temporal de Protección (Pared de Gavión)

Con el fin de confirmar la capacidad de resistencia de la pared temporal de protección, se realizó la combinación de 98 casos de seguimiento. Más aún, una roca que colisiona en una dirección con la pared, sin rebote y/o rotación, y la función del colchón blando instalado detrás de la pared, no son considerados en este análisis.

- Tamaño de roca de 50 a 180cm cada 10cm
- Altura del talud de 10 a 40m cada 5m

Del resultado del análisis, la pared temporal de protección está disponible dentro de las siguientes condiciones, y la pared soporta satisfactoriamente en caso de caída de roca clasificada ( $D_{90}$ ).

Tabla 3- 1 Resultado del Análisis de Estabilidad

Altura del Talud (m)	10	15	20	25	30	35	40
Tamaño de Roca (m)	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0

Como un ejemplo, en caso de que una roca con diámetro de 80cm ( $D_{90}$ ) sobre el talud de 40m de altura colisione directamente con la pared de protección, el análisis de estabilidad de la pared de protección se

muestra a continuación.

### 3.1 Criterio de Diseño

(1) Criterio de Diseño

1) Peso específico del Material a ser usado

Masa específica del material a ser usado para la pared temporal de protección se muestra en la Tabla 3- 1.

Tabla 3- 2                      Masa Específica del Material

Material	Masa (kN/m <sup>3</sup> )	Material	Masa (kN/m <sup>3</sup> )
1. Roca/Piedra	26.5	5. Concreto	23.0
2. Piedra de Adobe	18.0	6. Concreto Reforzado	25.0
3. Arena	18.0	7. Gavión*	18.6
4. Ladrillos	14.0		

*Nota: La masa del gavión considera el 70% de la porosidad de la masa de rocas.*

2) Características de la Fundación

Asumiendo que el suelo de la fundación se clasifica como limoso-arenoso, las características de la fundación para el diseño son como se establecen a continuación:

Masa específica del suelo $\gamma$ :	18.0 kN/m <sup>3</sup>
Estimado N Valor N:	30
Ángulo de resistencia compartida $\phi$ :	30°
Cohesión c (= 12.5N):	10 kN/m <sup>2</sup>

(2) Cargas a ser consideradas

1) Carga Muerta

Solamente el peso del cuerpo de la pared se considera como carga o peso muerto. La presión horizontal del colchón blando detrás de la pared no se considera, ya que este colchón se instala sin compactación.

2) Carga Viva

Carga viva y sobrecarga las cuales actúan sobre la pared de protección no son consideradas, debido al objetivo de la pared de protección.

(3) Combinación de Cargas

La combinación de las cargas para el análisis de estabilidad de la pared, se muestran en la Tabla 3- 3. Como las condiciones sísmicas, dado la fuerza horizontal producida por el coeficiente sísmico ( $k_h$ ) es muy pequeño, el análisis en esta condición es omitido.



Tabla 3- 3 Combinación de las Cargas

Ítem	Condición Normal	Condición Sísmica
1. Condición		
2. Cargas		
(1) Carga Muerta	O	O
(2) Carga Sísmica	-	kh = 0.15
(3) Carga Viva	-	-
(4) Presión de la Tierra*	-	-
(5) Fuerza de caída de roca	1) Dia.: 50 ~ 180cm 2) Posición de Colisión: 2.30m	-
3. Condiciones de Estabilidad		
(1) Sobregiro	-	$e = 1/3 B$ (B: A de Pared)
(2) Deslizamiento	$\delta a = 0.05m$	$F_s = \Sigma V / \Sigma H = 1.2$
(3) Capacidad de rodamiento		$Q_{max} \leq Q_a$
(4) Ángulo de Rotación	$\theta a = 3^\circ \pi / 180 = 0.052rad$	-

Nota: \*Presión de la tierra es del material en el espacio entre la pared y el talud.

### 3.2 Capacidad de Sección de la Pared de Gavión

La capacidad de sección del gavión es estimada con la siguiente fórmula.

i) Área:

$$A = \frac{1}{2} \sum (x_{i+1} \cdot y_i - x_i \cdot y_{i+1}) \dots\dots\dots 3.2.1$$

ii) Momento Geométrico de Área:

$$G_y = \frac{1}{2} \sum (y_{i+1} - y_i) \left\{ x_i^2 + \frac{1}{3} (x_{i+1} - x_i) \cdot (x_{i+1} + 2x_i) \right\} \dots\dots\dots 3.2.2$$

$$G_x = \frac{1}{2} \sum (x_{i+1} - x_i) \left\{ y_i^2 + \frac{1}{3} (y_{i+1} - y_i) \cdot (y_{i+1} + 2y_i) \right\} \dots\dots\dots 3.2.3$$

$$x_G = \frac{G_y}{A} \dots\dots\dots 3.2.4$$

$$y_G = \frac{G_x}{A} \dots\dots\dots 3.2.5$$

iii) Momento Geométrico de Inercia:

$$I_x = \frac{1}{3} \sum (x_{i+1} - x_i) \left\{ y_i^3 + \frac{3}{2} y_i^2 (y_{i+1} - y_i) + y_i (y_{i+1} - y_i)^2 + \frac{1}{4} (y_{i+1} - y_i)^3 \right\} \dots\dots\dots 3.2.6$$

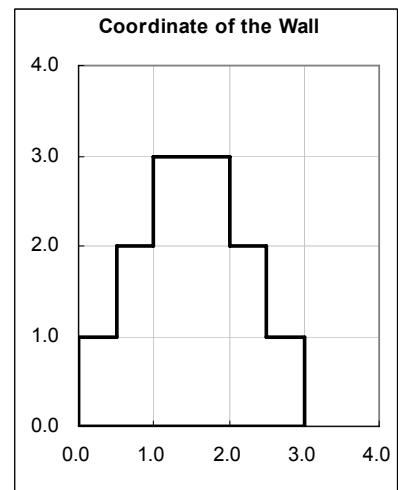
$$I_y = -\frac{1}{3} \sum (y_{i+1} - y_i) \left\{ x_i^3 + \frac{1}{6} (x_{i+1} - x_i) \cdot (x_{i+1} + 2x_i)^2 + \frac{1}{12} (x_{i+1} - x_i)^3 \right\} \dots\dots\dots 3.2.7$$

iv) Momento de Inercia

$$I_G = M \left( \frac{I_x + I_y}{A} - x_G^2 - y_G^2 \right) \dots\dots\dots 3.2.8$$

Tabla 3- 4 Momento Geométrico de la Pared de Gavión

No. i	x (m)	y (m)	A (m <sup>2</sup> )	Gy (m <sup>3</sup> )	Gx (m <sup>3</sup> )	Iy (m <sup>4</sup> )	Ix (m <sup>4</sup> )
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
1	0.00	1.00	0.25	0.00	0.25	0.000	0.167
2	0.50	1.00	-0.25	-0.13	0.00	-0.042	0.000
3	0.50	2.00	0.50	0.00	1.00	0.000	1.333
4	1.00	2.00	-0.50	-0.50	0.00	-0.333	0.000
5	1.00	3.00	1.50	0.00	4.50	0.000	9.000
6	2.00	3.00	1.00	2.00	0.00	2.667	0.000
7	2.00	2.00	0.50	0.00	1.00	0.000	1.333
8	2.50	2.00	1.25	3.13	0.00	5.208	0.000
9	2.50	1.00	0.25	0.00	0.25	0.000	0.167
10	3.00	1.00	1.50	4.50	0.00	9.000	0.000
11	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000
<b>Total</b>			<b>6.00</b>	<b>9.00</b>	<b>7.00</b>	<b>16.50</b>	<b>12.00</b>



De la Tabla 3- 4, la capacidad de sección del gavión se muestra a continuación:

i) Peso Toral del Gavión:

$$m = A \cdot \gamma \cdot L = 6.00 \times 18.6 \times 12.00 = 1,335.6kN$$

ii) Masa del Gavión:

$$m' = m/g = 1,335.6/9.8 = 136.29t$$

iii) Centro de Gravedad:

$$x_G = G_y/A = 9.00/6.00 = 1.500m$$

$$y_G = G_x/A = 7.00/6.00 = 1.167m = S$$

iv) Momento de Inercia:

$$I_G = m' \left( \frac{Ix + Iy}{A} - x_G^2 - y_G^2 \right)$$

$$= 136.29 \times \left( \frac{12.00 + 16.50}{6} - 1.500^2 - 1.167^2 \right)$$

$$= 115.11 \text{tm} = 1,520.1 \text{kNm}$$

### 3.3 Características específicas de la Fundación

Como se mencionó en 2.2 Método de Análisis de Estabilidad de la Pared Temporal de Protección, la pared se asume como un cuerpo rígido soportado por la distribución de compartir y rotar de su fundación.

La fuerza horizontal producida por la colisión de las rocas que caen se transmite al cuerpo de la pared, y el momento incluyendo el peso de la propia pared al fondo de la pared es producido de acuerdo con la intensidad de la fuerza. Allí es un punto en que la fuerza horizontal actúa y el cuerpo de la pared viene a igualar la capacidad extrema de rotación de la fundación. El momento cuando la fuerza alcanza la capacidad última de rotación se expresa como el diseño de momento de rendimiento.

En esta sección, la fuerza horizontal la cual produce el momento de rendimiento, es calculada a través de la capacidad de rotación extrema. Más aún, la constante de resorte de la fundación es además estimada de las características de la Fundación.

#### 1) Capacidad Última o extrema de Rodamiento de la Fundación

La capacidad última de Retardo de la fundación se estima utilizando la siguiente formula, la cual considera el talud excéntrico de las cargas (Fuerza Horizontal/Peso Vertical).

$$Q_u = Ae \left\{ \alpha \cdot k \cdot c \cdot Nc + k \cdot q \cdot Nq + \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot \beta \cdot Be \cdot Nr \right\} \dots\dots\dots 3.2.9$$

Donde,  $Q_u$ : Capacidad última de Retardo considerando carga excéntrica (kN),  $Ae$ : Área efectiva de equilibrio de la pared, considerando la carga excéntrica ( $m^2$ ),  $\alpha$ ,  $\beta$ : Coeficiente de forma de equilibrio ( $\alpha = \beta = 1.0$ ),  $k$ : Coeficiente adicional de profundidad de eficacia de equilibrio ( $k = 1.0$ ),  $c$ : Cohesión de la Fundación ( $kN/m^2$ ),  $q$ : Aplicación de carga ( $kN/m^2$ ),  $\gamma_1$ ,  $\gamma_2$ : Peso específico de la Fundación ( $kN/m^3$ ),  $Be$ : Ancho efectivo de equilibrio de la pared, considerando carga excéntrica (m),  $Nc$ ,  $Nq$ ,  $Nr$ : Factor de capacidad de Retardo considerando carga excéntrica

Asumiendo que la fuerza horizontal por caída de roca es **610kN**, el ítem requerido para la capacidad de carga de Retardo de la fundación se estima como sigue:

#### i) Distancia Excéntrica eB

$$e_B = B / 2 - (m \cdot X_G - H_R \cdot h) / m = 3.00 / 2 - (1,335.6 \times 1.50 - 610.0 \times 2.30) / 1,335.6 = 1.050m$$

Donde,  $e_B$ : Distancia excéntrica (m),  $B$ : Anchura de retención de la pared (m),  $m$ : masa de la pared (kN),  $X_G$ : Centro de gravedad de la pared (m),  $H_R$ : Fuerza horizontal de roca caída (kN),  $h$ : Altura desde el suelo al punto de impacto de la roca caída (m)

#### ii) Ancho Efectivo de la Pared, considerando la Carga Excéntrica Be

$$Be = B - 2e_B = 3.00 - 2 \times 1.050 = 0.900m$$

Donde,  $Be$ : Ancho efectivo de la pared (m),  $B$ : Ancho de contención de la pared (m),  $e_B$ : Distancia Excéntrica (m)

iii) Área Efectiva de Equilibrio de la Pared

$$Ae = Be \cdot L = 0.900 \times 12.00 = 10.80m^2$$

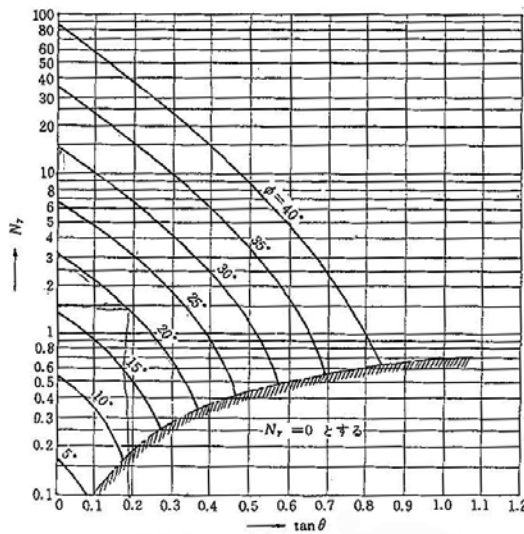
Donde,  $Ae$ : Área efectiva de equilibrio de la pared ( $m^2$ ),  $Be$ : Ancho efectivo de la pared (m),  $L$ : Longitud efectiva de la pared (m)

iv) Factor de Capacidad de Retardo

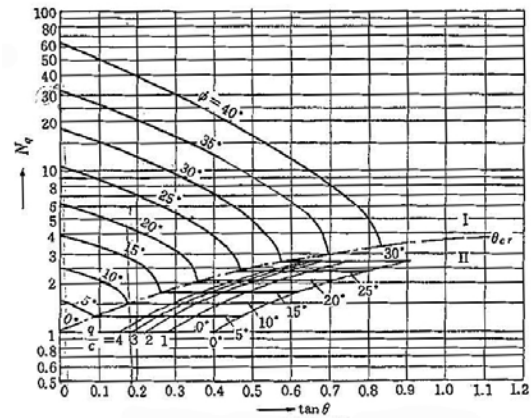
El Factor de Capacidad de retardo se estima considerando el ángulo excéntrico de las cargas. El ángulo de excentricidad de carga se estima como sigue:

$$\tan \theta = H_R / m = 610.0 / 1,335.6 = 0.46 \quad (\theta = 24.55^\circ)$$

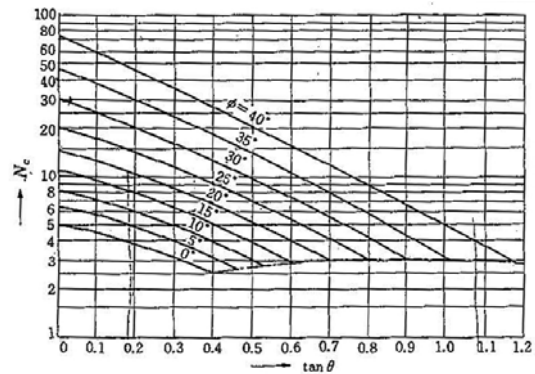
Con base en la inclinación excéntrica de las cargas y la Figura 3- 1, los factores de capacidad de retardo son  $N_r$ : 1.60,  $N_q$ : 5.75 y  $N_c$ : 11.10 respectivamente.



Gráfica para Factor  $N_r$



Gráfica para Factor  $N_q$



Gráfica para Factor  $N_c$

Figura 3- 1 Gráfico de Factor Capacidad de Retardo

De esos factores, la capacidad última de retardo se computa como sigue,

$$\begin{aligned}
Qu &= Ae \left\{ \alpha \cdot k \cdot c \cdot Nc + k \cdot q \cdot Nq + \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot \beta \cdot Be \cdot Nr \right\} \\
&= 10.80 \times \left\{ 1.0 \times 1.0 \times 10 \times 11.10 + 1.0 \times 0 \times 5.75 + \frac{1}{2} \times 18 \times 1.0 \times 0.900 \times 1.60 \right\} \\
&= 1,338.8 \approx m = 1,335.6kN
\end{aligned}$$

2) Constante de Elasticidad de la Fundación

Como constante de elasticidad de la fundación, las siguientes constantes son estimadas.

- Reacción vertical módulo de Fundación kv
- Constante de Resorte compartido de la Fundación: Ks
- Constante de Rotación Inicial de la Fundación: Kr<sub>0</sub>

i) Módulo de Reacción Vertical de la Fundación: kv

$$kv = \frac{1}{0.3} \cdot \alpha \cdot E_0 \cdot \left( \frac{B_v}{0.3} \right)^{-3/4} \dots\dots\dots 3.2.10$$

Donde, Kv: Módulo de Reacción Vertical de la Fundación (kN/m<sup>3</sup>), E<sub>0</sub>: Módulo de deformación de la Fundación (kN/m<sup>2</sup>), B<sub>v</sub>: Ancho Equivalente de Carga (m)  
 $B_v = \sqrt{B \cdot L}$ , α: Coeficiente relacionado para la deformación del módulo con base en un valor N (Condición Normal = 1.0), B: Ancho de Pared de Retención (m), L(= min 4H): Longitud efectiva de la pared (m)

Asumiendo que el valor N de la fundación de la pared es 30, el modulo de deformación de la Fundación (E<sub>0</sub>) está dado por la siguiente fórmula.

$$E_0 = 2,800 \cdot N = 2,800 \times 30 = 84,000kN / m^2$$

Por lo tanto, la reacción vertical del modulo de fundación está dada como sigue.

$$kv = \frac{1}{0.3} \cdot \alpha \cdot E_0 \cdot \left( \frac{B_v}{0.3} \right)^{-3/4} = \frac{1}{0.3} \times 1.0 \times 84,000 \times \left( \frac{\sqrt{3.00 \times 12.00}}{0.3} \right)^{-3/4} = 29,606kN / m^3$$

ii) Constante de Elasticidad Compartida de la Fundación: Ks

$$Ks = \frac{B \cdot L}{4} \cdot kv \dots\dots\dots 3.2.11$$

Donde, Ks: constante de elasticidad compartida (kN/m), B: ancho de la pared de retención (m), L: Longitud efectiva de la pared (m), kv: Módulo de reacción vertical de la fundación (kN/m<sup>3</sup>)

Usando el modulo kv estimado antes, la constante de elasticidad compartida ks, es como sigue.

$$Ks = \frac{B \cdot L}{4} \cdot kv = \frac{3.00 \times 12.00}{4} \times 29,606 = 266,454kN / m$$

iii) Constante de Rotación Elástica Inicial: Kr<sub>0</sub>

$$K_{r_0} = \frac{B^3 \cdot L}{12} \cdot kv \dots\dots\dots 3.2.12$$

Donde, Kr<sub>0</sub>: Constante de rotación elástica inicial de la fundación (kNm/rad), B: Ancho

de la pared de retención ( $m$ ),  $L$ : Longitud efectiva de la pared ( $m$ ),  $k_v$ : Módulo de reacción vertical de la fundación ( $kN/m^3$ )

Usando el modelo  $k_v$  estimado antes, la constante inicial de rotación elástica de la fundación se da como sigue.

$$K_{ro} = \frac{B^3 \cdot L}{12} \cdot k_v = \frac{3.00^3 \times 12.00}{12} \times 29,606 = 799,362 kNm / rad$$

### 3.4 Rotación de la Pared Temporal de Protección

#### (1) Momentos de la Pared

##### i) Momento de Levantamiento Marginal: $M_l$

$$M_l = m \cdot B/6 = 1,335.6 \times 3.00/6 = 667.8 kN \cdot m$$

Donde,  $M_l$ : Momento de Levantamiento Marginal ( $kNm$ ),  $m$ : Masa de la pared de retención ( $kN$ ),  $B$ : Ancho de la Pared ( $m$ )

##### ii) Momento de Rendimiento del Diseño: $M_y$

$$M_y = H_R \cdot h = 610.0 \times 2.30 = 1,403.0 kN \cdot m$$

##### iii) Momento producido por el peso de Equilibrio de la Pared: $M_w$

$$M_w = m \cdot (B/2 - X_G) = 1,335.6 \times (3.00/2 - 1.50) = 0 kN \cdot m$$

##### iv) Momento de Resistencia Máxima de la Fundación: $M_u$

$$M_u = M_y + M_w = 1,403.0 + 0 = 1,403.0 kN \cdot m$$

#### (2) Ángulo de Rotación de la Pared

$$\theta_y = \left( \frac{2M_u}{M_l} - 1 \right) \cdot \frac{M_l}{K_{ro}} = \left( \frac{2 \times 1,403.0}{667.8} - 1 \right) \times \frac{667.8}{799,362} = 0.00267 rad = 0.15^\circ$$

$$\theta_0 = \frac{M_w}{K_{ro}} = \frac{0}{799,362} = 0$$

$$K_r = \frac{M_y}{\theta_y - \theta_0} = \frac{1,403.0}{0.00267 - 0} = 525,468 kNm$$

#### (3) Dimensiones de la Pared Rotada

$$Z_1 = \frac{1}{2S} \cdot (S^2 + e_0^2 - i_0^2) + \sqrt{\frac{1}{4 \cdot S^2} \cdot (S^2 + e_0^2 - i_0^2)^2 + i_0^2} \dots\dots\dots 3.2.13$$

$$l_1 = Z_1 - S \dots\dots\dots 3.2.14$$

$$l_2 = l_1 + H \dots\dots\dots 3.2.15$$

$$l = l_1 + h \dots\dots\dots 3.2.16$$

Aquí,

$$e_0^2 = \frac{K_r}{K_s} = \frac{525,468}{266,454} = 1.972$$

$$i_0^2 = \frac{I_G}{m} = \frac{1,520.1}{1,335.6} = 1.138$$

Por lo tanto,

$$\begin{aligned} Z_1 &= \frac{1}{2S} \cdot (S^2 + e_0^2 - i_0^2) + \sqrt{\frac{1}{4 \cdot S^2} \cdot (S^2 + e_0^2 - i_0^2)^2 + i_0^2} \\ &= \frac{1}{2 \times 1.167} \times (1.167^2 + 1.972 - 1.138) + \sqrt{\frac{1}{4 \times 1.167^2} \times (1.167^2 + 1.972 - 1.138)^2 + 1.138} \\ &= 2.363m \end{aligned}$$

$$l_1 = Z_1 - S = 2.363 - 1.167 = 1.196m$$

$$l_2 = l_1 + H = 1.196 + 3.000 = 4.196m$$

$$l = l_1 + h = 1.196 + 2.300 = 3.496m$$

(4) Velocidad de Rotación de la Pared

$$V = \frac{2 \cdot m'}{m' + \alpha' \cdot m'} \cdot V_0 \dots\dots\dots 3.2.17$$

$$\alpha' = \frac{4 \cdot (b_2 \cdot l_2 - b_1 l_1) \cdot (l_2^2 + l_1 \cdot l_2 + l_1^2) - 3 \cdot (b_2 - b_1) \cdot (l_2 + l_1) \cdot (l_2^2 + l_1^2)}{6 \cdot l^2 \cdot (b_1 + b_2) \cdot H} \dots\dots\dots 3.2.18$$

Donde, *V*: Velocidad de Rotación de la pared (m/sec), *m'*: Peso de la Pared (ton), *α'*: coeficiente de la pared, forma y longitud de brazo del centro de resorte de la fundación, *V<sub>0</sub>*: Velocidad de caída de las rocas (m/sec)

Aquí,

$$\begin{aligned} \alpha' &= \frac{4 \cdot (b_2 \cdot l_2 - b_1 l_1) \cdot (l_2^2 + l_1 \cdot l_2 + l_1^2) - 3 \cdot (b_2 - b_1) \cdot (l_2 + l_1) \cdot (l_2^2 + l_1^2)}{6 \cdot l^2 \cdot (b_1 + b_2) \cdot H} \\ &= \frac{4 \times (3.00 \times 4.196 - 1.00 \times 1.196) \times (4.196^2 + 1.196 \times 4.196 + 1.196^2) - 3 \times (3.00 - 1.00) \times (4.196 + 1.196) \times (4.196^2 + 1.196^2)}{6 \times 3.496^2 \times (1.00 + 3.00) \times 3.00} \\ &= 0.546 \end{aligned}$$

Por lo tanto,

$$\begin{aligned} V &= \frac{2 \cdot Ws'}{Ws' + \alpha' \cdot m'} \cdot V_0 \\ &= \frac{2 \times 0.72}{0.72 + 0.546 \times 136.29} \times 28.0 = 0.54m / sec \end{aligned}$$

**3.5 Evaluación de Estabilidad**

(1) Ángulo de Rotación y Distancia de Desplazamiento

1) Ángulo de Rotación de la Pared y Distancia de Desplazamiento

$$Kr_1 = Ks \cdot (e_0^2 + l_1^2) = 266,454 \times (1.972 + 1.196^2) = 906,587kNm$$

$$\begin{aligned}\delta d &= \sqrt{\frac{\alpha \cdot m^3 \cdot l^2 \cdot V^2}{Kr_1}} \\ &= \sqrt{\frac{0.546 \times 136.29 \times 3.496^2 \times 0.54^2}{906,587}} \\ &= 0.017m\end{aligned}$$

Aquí,

$$\theta_L = \frac{\delta d}{l} = \frac{0.017}{3.496} = 0.0049 = 0.28^\circ$$

$$\delta_L = \delta d - h \cdot \theta_L = \delta d \cdot \left(1 - \frac{h}{l}\right) = 0.017 \times \left(1 - \frac{2.300}{3.496}\right) = 0.0058m$$

- 2) Energía de Deformación de Rotación:  $E_{ML}$  y Energía de Deformación Horizontal:  $E_{HL}$

$$E_{ML} = \frac{1}{2} \cdot kr \cdot \theta_L^2 = \frac{1}{2} \times 525,468 \times 0.0049^2 = 6.31kJ$$

$$E_{HL} = \frac{1}{2} \cdot Ks \cdot \delta_L^2 = \frac{1}{2} \times 266,454 \times 0.0058^2 = 4.48kJ$$

- 3) Energía de Absorción:  $E_M$

$$E_M = \frac{My \cdot (\theta_y - \theta_0)}{2} + My \cdot (\theta_a - \theta_y) \dots\dots\dots 3.2.19$$

$$\theta_a = \mu \cdot \theta_y \dots\dots\dots 3.2.20$$

Aquí,

$$\theta_a = \mu \cdot \theta_y = 5.0 \times 0.00267 = 0.0134rad = 0.76^\circ \leq 2.0^\circ$$

$$\begin{aligned}E_M &= \frac{My \cdot (\theta_y - \theta_0)}{2} + My \cdot (\theta_a - \theta_y) \\ &= \frac{1,403.0 \times (0.00267 - 0)}{2} + 1,403.0 \times (0.0134 - 0.00267) \\ &= 16.93kJ\end{aligned}$$

- 4) Evaluación de Estabilidad

La condición de estabilidad de la pared es la energía de deformación de rotación  $E_{ML}$  deberá ser menor que la energía de absorción de la fundación  $E_M$ .

$$E_{ML} = 6.31kJ$$

$$E_M = 16.93kJ$$

Por lo tanto,

$$F_s = \frac{E_M}{E_{ML}} = \frac{16.93}{6.31} = 2.68 \geq F_s = 1.00 \quad \text{OK}$$



### 3.6 Resultados del Análisis de Estabilidad

Los resultados del análisis de estabilidad se muestran en la Tabla 3- 5.

		Tabla 3- 5 Resultados del Análisis de Estabilidad (1/3)							
Dia. Rock	Peso (kN)	Álura Talud (H)	10	15	20	25	30	35	40
		Velocidad (V <sub>0</sub> )	14.00	17.15	19.80	22.14	24.25	26.19	28.00
0.5	1.73 (0.18)	V	0.07	0.08	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14
		$\theta_L$	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
		$\delta_L$	0.0007	0.0009	0.0010	0.0012	0.0013	0.0014	0.0015
		E <sub>ML</sub>	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.39
		E <sub>HL</sub>	0.07	0.11	0.14	0.18	0.21	0.25	0.29
		E <sub>M</sub>	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89
		F <sub>s</sub>	171.25	114.17	85.63	68.50	57.08	48.93	42.81
0.6	3.00 (0.31)	V	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.22	0.23
		$\theta_L$	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002
		$\delta_L$	0.0013	0.0015	0.0018	0.0020	0.0022	0.0024	0.0025
		E <sub>ML</sub>	0.29	0.44	0.58	0.73	0.87	1.02	1.17
		E <sub>HL</sub>	0.21	0.32	0.42	0.53	0.63	0.74	0.84
		E <sub>M</sub>	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89
		F <sub>s</sub>	57.94	38.63	28.97	23.18	19.31	16.55	14.48
0.7	4.76 (0.49)	V	0.18	0.22	0.26	0.29	0.32	0.34	0.37
		$\theta_L$	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003
		$\delta_L$	0.0020	0.0024	0.0028	0.0031	0.0034	0.0037	0.0040
		E <sub>ML</sub>	0.72	1.09	1.45	1.81	2.17	2.54	2.90
		E <sub>HL</sub>	0.52	0.79	1.05	1.31	1.57	1.84	2.10
		E <sub>M</sub>	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89
		F <sub>s</sub>	23.30	15.53	11.65	9.32	7.77	6.66	5.83
0.8	7.10 (0.72)	V	0.27	0.33	0.38	0.42	0.47	0.50	0.54
		$\theta_L$	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005	0.005
		$\delta_L$	0.0029	0.0036	0.0041	0.0046	0.0050	0.0054	0.0058
		E <sub>ML</sub>	1.56	2.33	3.11	3.89	4.67	5.44	6.22
		E <sub>HL</sub>	1.13	1.69	2.25	2.81	3.38	3.94	4.50
		E <sub>M</sub>	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89
		F <sub>s</sub>	10.86	7.24	5.43	4.34	3.62	3.10	2.71
0.9	10.12 (1.03)	V	0.38	0.47	0.54	0.60	0.66	0.72	0.77
		$\theta_L$	0.003	0.004	0.005	0.005	0.006	0.006	0.007
		$\delta_L$	0.0041	0.0051	0.0059	0.0065	0.0072	0.0077	0.0083
		E <sub>ML</sub>	3.16	4.73	6.31	7.89	9.47	11.05	12.63
		E <sub>HL</sub>	2.28	3.43	4.57	5.71	6.85	8.00	9.14
		E <sub>M</sub>	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89
		F <sub>s</sub>	5.35	3.57	2.68	2.14	1.78	1.53	1.34

Tabla 3- 6 Resultado del Análisis de Estabilidad (2/3)

Dia. Rock	Peso (kN)	Altura Talud (H)	10	15	20	25	30	35	40
		Velocidad (V0)	14.00	17.15	19.80	22.14	24.25	26.19	28.00
1.0	13.88 ( 1.42 )	V	0.52	0.64	0.74	0.83	0.91	0.98	1.05
		$\theta_L$	0.005	0.006	0.007	0.008	0.008	0.009	0.010
		$\delta_L$	0.0057	0.0070	0.0080	0.0090	0.0098	0.0106	0.0114
		$E_{ML}$	5.94	8.91	11.88	14.84	17.81	20.78	23.75
		$E_{HL}$	4.30	6.45	8.60	10.74	12.89	15.04	17.19
		$E_M$	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89
		Fs	2.84	1.90	1.42	1.14	0.95	0.81	0.71
1.1	18.47 ( 1.88 )	V	0.69	0.85	0.98	1.09	1.20	1.29	1.38
		$\theta_L$	0.006	0.008	0.009	0.010	0.011	0.012	0.013
		$\delta_L$	0.0075	0.0092	0.0106	0.0118	0.0129	0.0140	0.0149
		$E_{ML}$	10.28	15.42	20.57	25.71	30.85	35.99	41.13
		$E_{HL}$	7.44	11.16	14.89	18.61	22.33	26.05	29.77
		$E_M$	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89
		Fs	1.64	1.09	0.82	0.66	0.55	0.47	0.41
1.2	23.98 ( 2.45 )	V	0.89	1.09	1.26	1.41	1.55	1.67	1.79
		$\theta_L$	0.008	0.010	0.011	0.013	0.014	0.015	0.016
		$\delta_L$	0.0097	0.0118	0.0137	0.0153	0.0167	0.0181	0.0193
		$E_{ML}$	17.21	25.81	34.41	43.01	51.62	60.22	68.82
		$E_{HL}$	12.45	18.68	24.91	31.13	37.36	43.59	49.81
		$E_M$	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89
		Fs	0.98	0.65	0.49	0.39	0.33	0.28	0.25
1.3	30.48 ( 3.11 )	V	1.12	1.38	1.59	1.78	1.95	2.10	2.25
		$\theta_L$	0.010	0.012	0.014	0.016	0.018	0.019	0.020
		$\delta_L$	0.0122	0.0149	0.0172	0.0192	0.0211	0.0228	0.0243
		$E_{ML}$	27.25	40.88	54.51	68.13	81.76	95.39	109.01
		$E_{HL}$	19.73	29.59	39.45	49.32	59.18	69.04	78.90
		$E_M$	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89
		Fs	0.62	0.41	0.31	0.25	0.21	0.18	0.15
1.4	38.07 ( 3.88 )	V	1.39	1.70	1.96	2.20	2.41	2.60	2.78
		$\theta_L$	0.013	0.015	0.018	0.020	0.022	0.024	0.025
		$\delta_L$	0.0150	0.0184	0.0213	0.0238	0.0260	0.0281	0.0301
		$E_{ML}$	41.59	62.38	83.18	103.97	124.76	145.56	166.35
		$E_{HL}$	30.10	45.15	60.20	75.25	90.31	105.36	120.41
		$E_M$	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89
		Fs	0.41	0.27	0.20	0.16	0.14	0.12	0.10

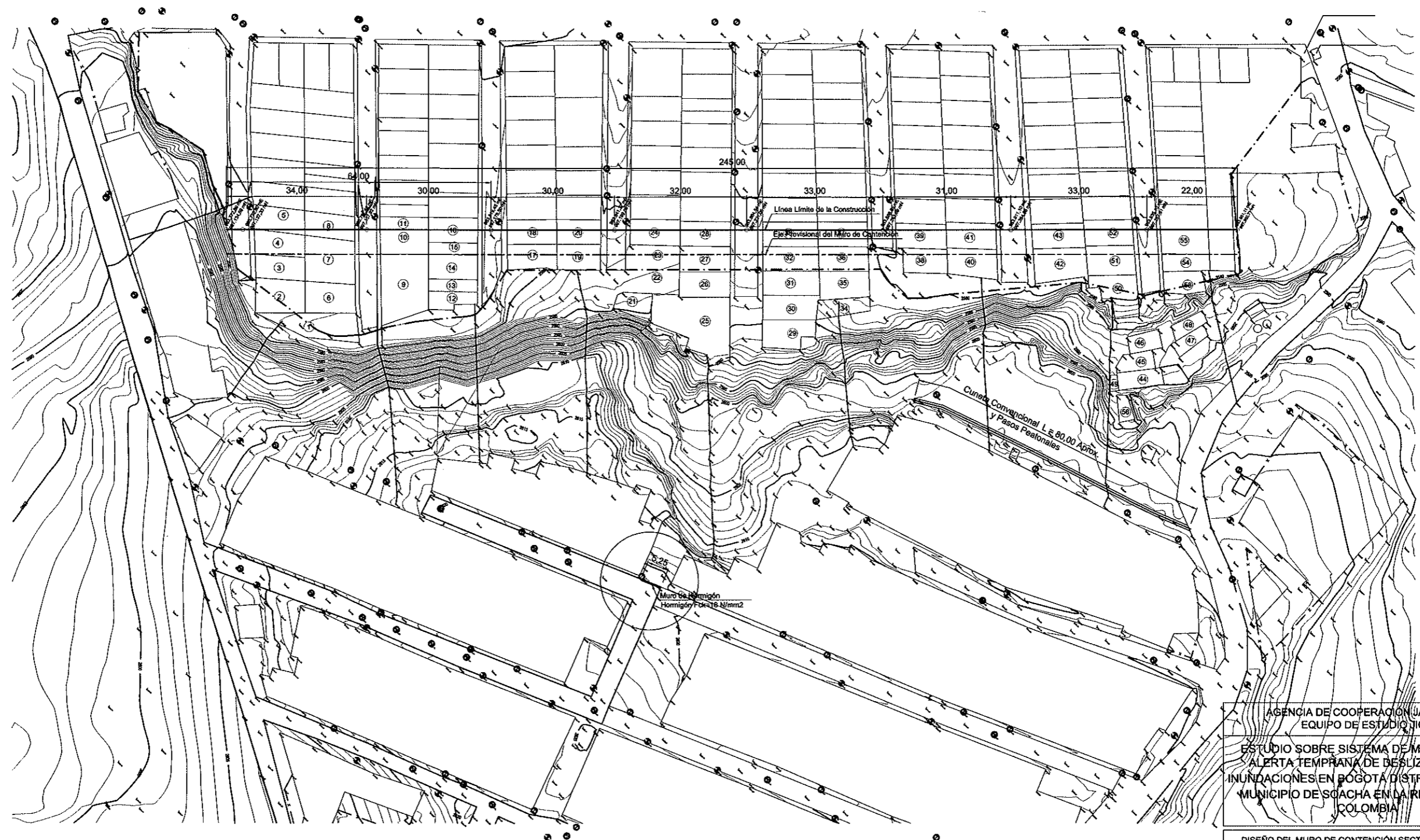
**Tabla 3- 7** Resultado del Análisis de Estabilidad (3/3)

Dia. Rock	Peso (kN)	Altura Talud (H) Velocidad (V0)	10	15	20	25	30	35	40
			14.00	17.15	19.80	22.14	24.25	26.19	28.00
1.5	46.83 ( 4.78 )	V	1.69	2.07	2.39	2.67	2.93	3.16	3.38
		$\theta_L$	0.015	0.019	0.022	0.024	0.027	0.029	0.031
		$\delta_L$	0.0183	0.0224	0.0259	0.0289	0.0317	0.0342	0.0366
		$E_{ML}$	61.69	92.54	123.38	154.23	185.07	215.92	246.77
		$E_{HL}$	44.65	66.98	89.31	111.63	133.96	156.29	178.61
		$E_M$	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89
		Fs	0.27	0.18	0.14	0.11	0.09	0.08	0.07
1.6	56.83 ( 5.80 )	V	2.03	2.48	2.87	3.20	3.51	3.79	4.05
		$\theta_L$	0.018	0.023	0.026	0.029	0.032	0.034	0.037
		$\delta_L$	0.0219	0.0269	0.0310	0.0347	0.0380	0.0410	0.0439
		$E_{ML}$	88.53	132.80	177.06	221.33	265.60	309.86	354.13
		$E_{HL}$	64.08	96.12	128.16	160.20	192.24	224.28	256.32
		$E_M$	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89
		Fs	0.19	0.13	0.10	0.08	0.06	0.05	0.05
1.7	68.17 ( 6.96 )	V	2.40	2.94	3.39	3.79	4.15	4.48	4.79
		$\theta_L$	0.022	0.027	0.031	0.034	0.038	0.041	0.043
		$\delta_L$	0.0259	0.0318	0.0367	0.0410	0.0449	0.0485	0.0519
		$E_{ML}$	123.88	185.81	247.75	309.69	371.63	433.56	495.50
		$E_{HL}$	89.66	134.49	179.32	224.16	268.99	313.82	358.65
		$E_M$	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89
		Fs	0.14	0.09	0.07	0.05	0.05	0.04	0.03
1.8	80.92 ( 8.26 )	V	2.80	3.43	3.96	4.43	4.85	5.24	5.60
		$\theta_L$	0.025	0.031	0.036	0.040	0.044	0.047	0.051
		$\delta_L$	0.0303	0.0371	0.0429	0.0479	0.0525	0.0567	0.0606
		$E_{ML}$	169.02	253.54	338.05	422.56	507.07	591.59	676.10
		$E_{HL}$	122.34	183.51	244.68	305.85	367.02	428.20	489.37
		$E_M$	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89	16.89
		Fs	0.10	0.07	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02

### D3.3 DIBUJOS DE LAS OBRAS TEMPORALES



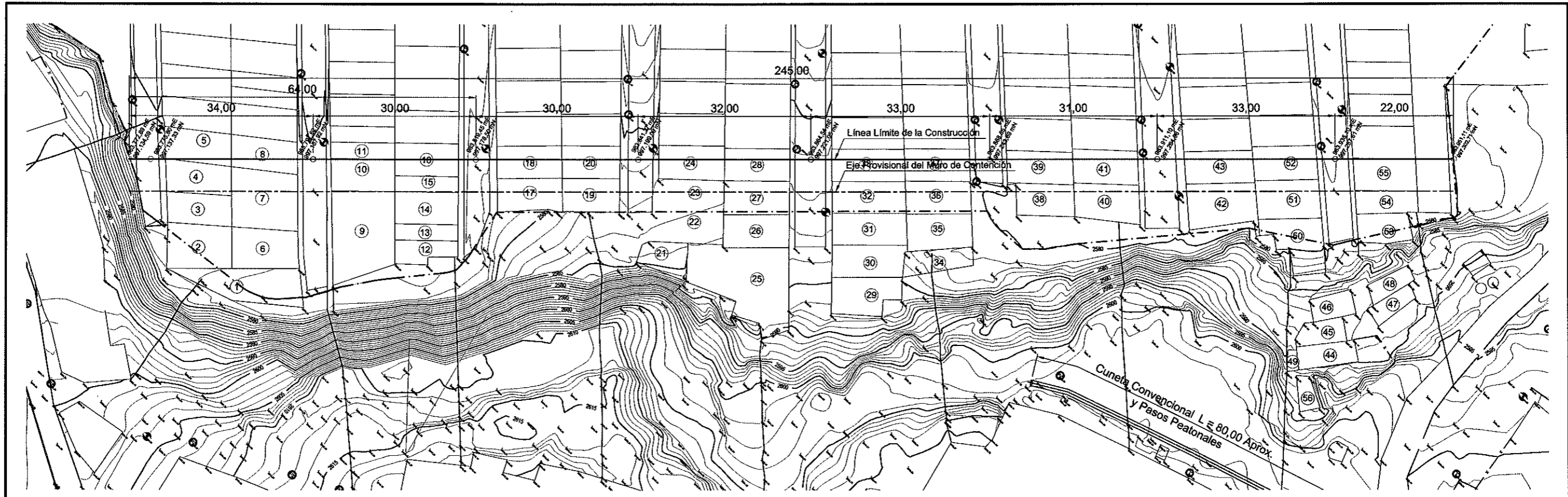
AGENCIA DE COOPERACIÓN JAPONESA - EQUIPO DE ESTUDIO JICA		
ESTUDIO SOBRE SISTEMA DE MONITOREO Y ALERTA TEMPRANA DE DESLIZAMIENTOS E INUNDACIONES EN BOGOTÁ DISTRITO CAPITAL Y MUNICIPIO DE SOACHA EN LA REPÚBLICA DE COLOMBIA		
DISEÑO DEL MURO DE CONTENCIÓN SECTOR DIVINO NIÑO, MUNICIPIO DE SOACHA		
Título del Plano: MAPA DE UBICACION DEL PROYECTO		
Plano No. 01	Escala 1:10.000	
Diseño	Revisión	Aprobación
Bogotá, 2007		



Plano General

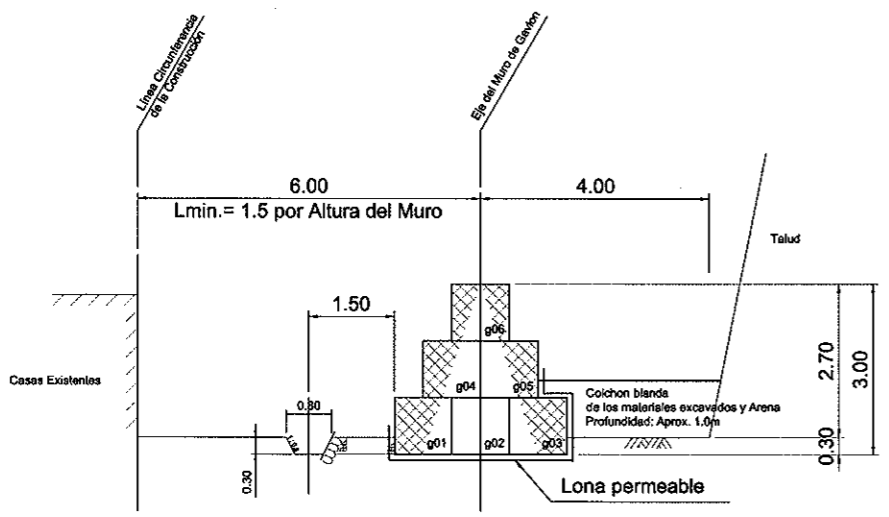
Esc: 1/1000

AGENCIA DE COOPERACIÓN JAPONESA EQUIPO DE ESTUDIO JICA		
ESTUDIO SOBRE SISTEMA DE MONITOREO Y ALERTA TEMPRANA DE DESLIZAMIENTO E INUNDACIONES EN BOGOTÁ, DISTRITO CAPITAL Y MUNICIPIO DE SOACHA EN LA REPÚBLICA DE COLOMBIA		
DISEÑO DEL MURO DE CONTENCIÓN SECTOR DIVINO NIÑO, MUNICIPIO DE SOACHA		
Título del Plano: PLANTA GENERAL DEL PROYECTO		
Plano No.	02	
Diseño	Revisión	Aprobación



Pianta General del Muro de Contención

Esc: 1/750



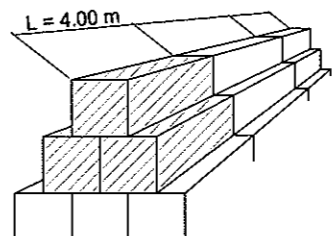
Sección Estandar del Muro de Contención de Manera Provisional

Esc: 1/125

**Gavión**  
El gavión No. g01 y g03 a g06 son de tipos convencionales que consisten en las piedras. Respecto al gavión No. g02 el material interno consiste en los escombros de lotes abandonados. Por lo tanto hay que poner una lona o saco propileno a ambos lados verticales para que no haya desprendimiento de dichos materiales.

**Colchon detrás del muro**  
El colchon detrás del muro se instala a todos los muros para absorber la energía de las piedras caídas. El material de colchon se configura en los materiales excavados. En el caso de usar los escombros de lotes abandonados como el material, hay que informar al Equipo de Estudio de JICA. No es necesario compactar esta parte debido a su funcionamiento.

**Lona Permeable**  
En las partes de detrás del muro, la lona permeable debe cubrir la parte entre el gavión y colchon blanda

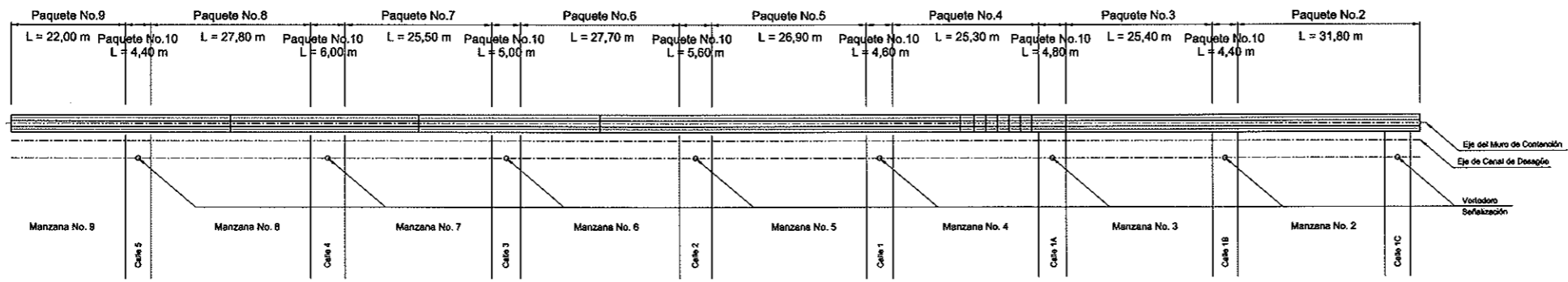


**Cuerpo del Muro**  
Para aguantar bien el choque de las piedras que caen, los gaviones marcados en el Plano debe ser combinados por cualquier manera del Contratista como ser un cuerpo.

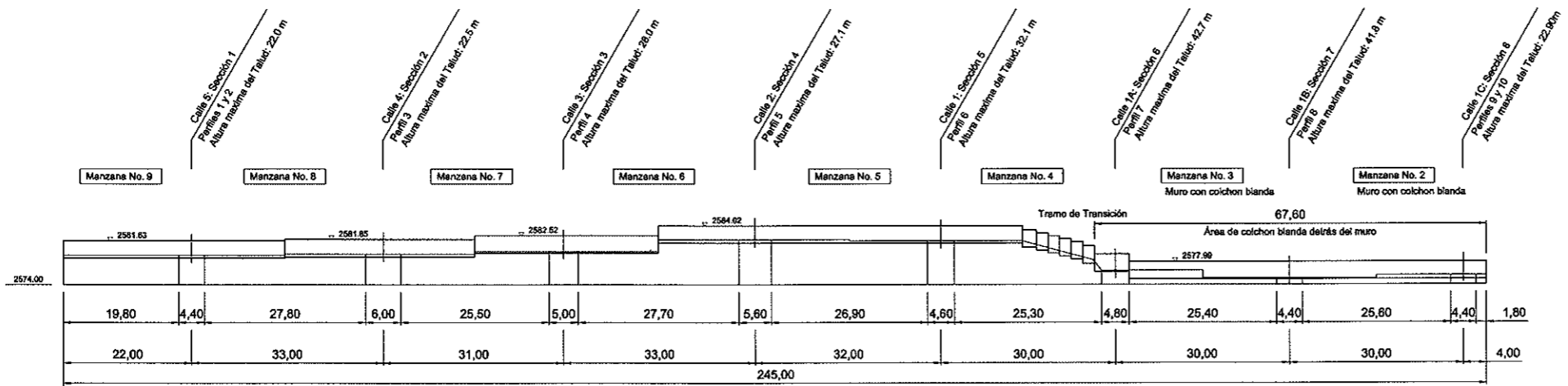
**Largo del Muro**  
El muro tiene que tener por lo menos largo de 6.00 m como su cuerpo. Por lo que el contratista tiene que elegir los gaviones adecuados en el mercado. Si no se lo encuentran en el mercado, se puede aplicar los gaviones convencionales combinando por el alambre que se aplican al borde del gavión.

- Nota:**
1. El área de la construcción que se indica en el Plano debe estar disponible con la Autorización por la Alcaldía de Soacha. Sin el documento de Autorización dado por la Alcaldía de Soacha, el contratista no puede ejecutar ninguna de las obras del Contrato.
  2. Bajo la autorización de la Alcaldía de Soacha, el eje del Muro que se indica en el Plano se puede modificar y/o cambiar según el procedimiento de la reubicación por la Alcaldía de Soacha. Por lo que el Contratista debe informar al Equipo de Estudio JICA la posibilidad de construcción.
  3. El período de la Construcción es de 89 días calendario desde el 3ro de Septiembre hasta el 30 de Noviembre del año 2007. En caso que se presente cualquier inconveniente sobre su ejecución, el Contratista debe informar siempre al Equipo de Estudio JICA la posibilidad de la ejecución de la obra.

AGENCIA DE COOPERACIÓN JAPONESA EQUIPO DE ESTUDIO JICA		
ESTUDIO SOBRE SISTEMA DE MONITOREO Y ALERTA TEMPRANA DE DESLIZAMIENTO E INUNDACIONES EN BOGOTÁ DISTRITO CAPITAL Y MUNICIPIO DE SOACHA EN LA REPÚBLICA DE COLOMBIA		
DISEÑO DEL MURO DE CONTENCIÓN SECTOR DIVINO NIÑO, MUNICIPIO DE SOACHA		
Titulo del Plano: Plano del Muro de Contención de Manera Provisional		
Plano No.	03	
Diseño	Revisión	Aprobación



Ubicación de las Estructuras  
Esc: 1/ 1,000

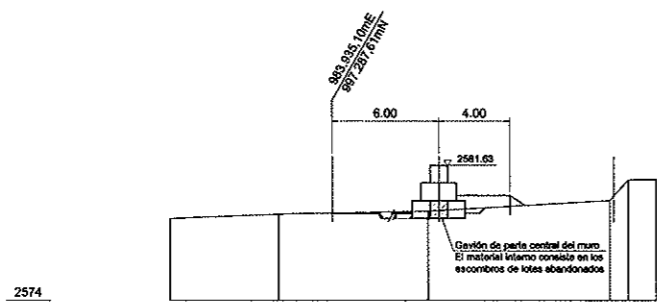


Vista Frontal del Muro de Contención  
Esc: 1/ 1,000

**Nota:**  
El nivel medio del terreno de cada manzana debe ser aplanado o nivelado para instalarlos de acuerdo al basamento. Para definir dichos niveles, el Contratista debe averiguar las cotas actuales de las manzanas mediante su levantamiento topográfico in situ. Respecto a dichos niveles, la aprobación del Equipo de Estudio de JICA debe ser necesaria antes de iniciar la construcción.  
  
Los niveles toques del muro que se muestran en el plano se puede cambiar según el nivel medio de terreno aprobado por el Equipo de Estudio de JICA.

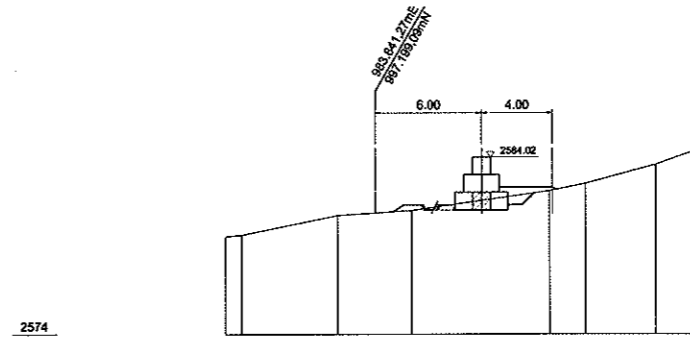
AGENCIA DE COOPERACIÓN JAPONESA EQUIPO DE ESTUDIO JICA		
ESTUDIO SOBRE SISTEMA DE MONITOREO Y ALERTA TEMPRANA DE DESLIZAMIENTO E INUNDACIONES EN BOGOTÁ DISTRITO CAPITAL Y MUNICIPIO DE SOACHA EN LA REPÚBLICA DE COLOMBIA		
DISEÑO DEL MURO DE CONTENCIÓN SECTOR DIVINO NIÑO, MUNICIPIO DE SOACHA		
Título del Plano: Instalación del Muro de Contención de Manera Provisional		
Plano No.	04	
Diseño	Revisión	Aprobación





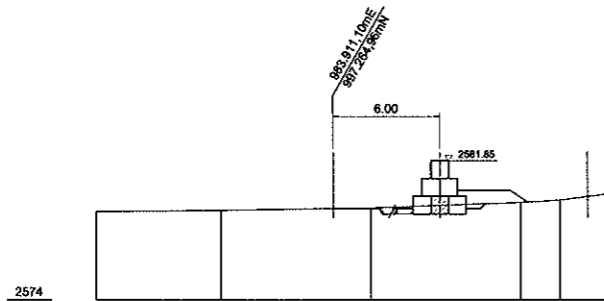
Calle 5

2574



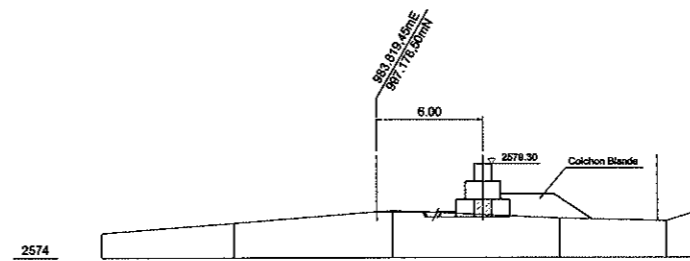
Calle 1

2574



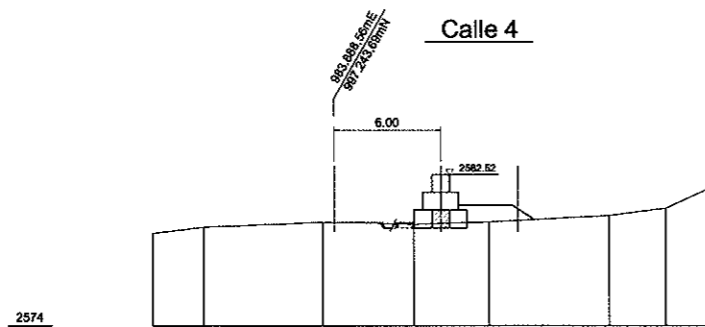
Calle 4

2574



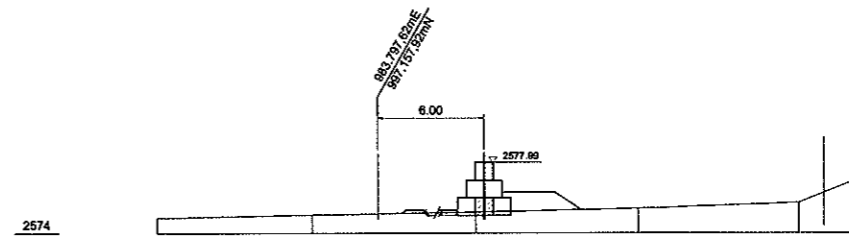
Calle 1A

2574



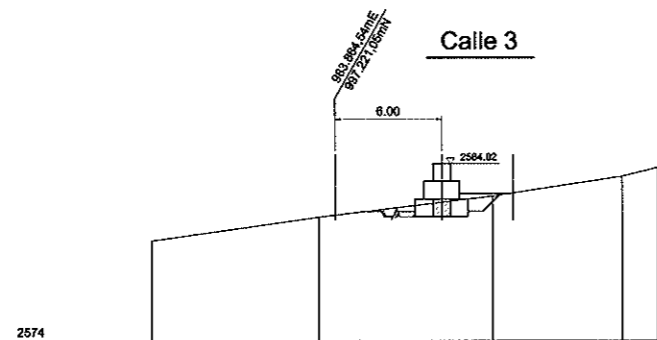
Calle 3

2574



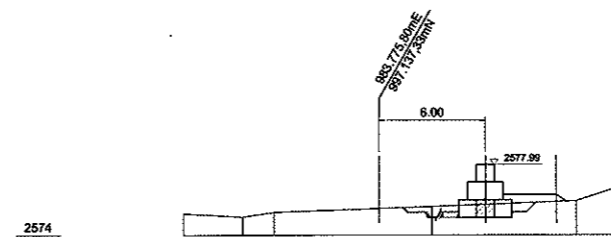
Calle 1B

2574



Calle 2

2574



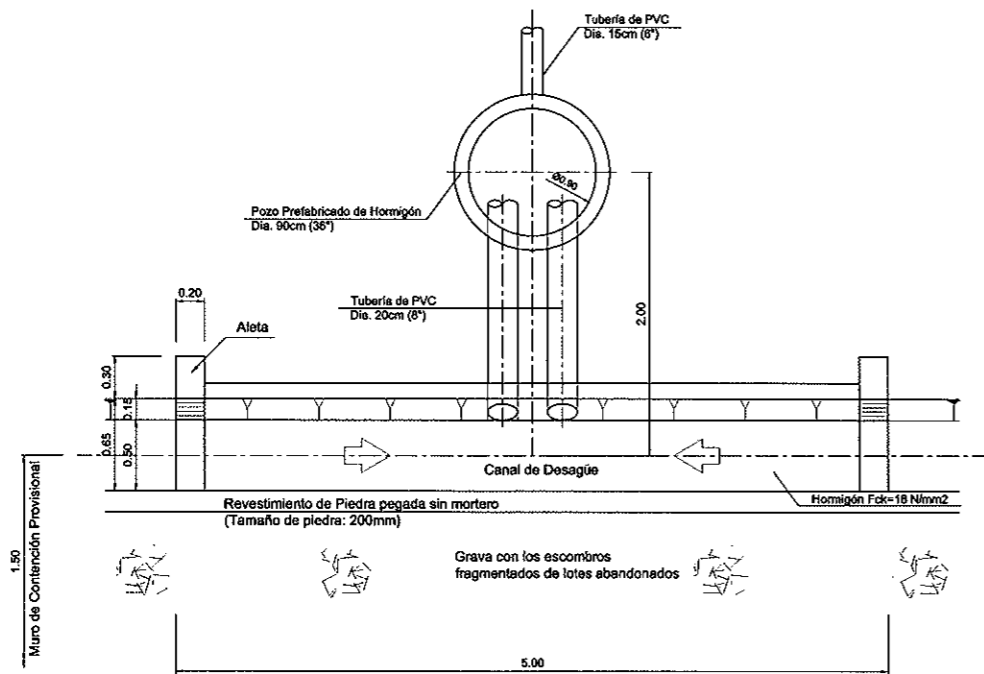
Calle 1C

2574

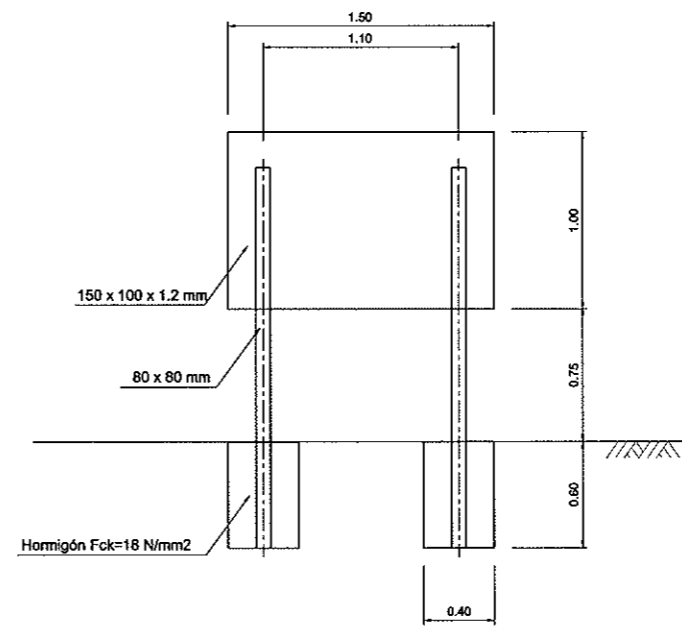
Secciones Transversales

Esc: 1/400

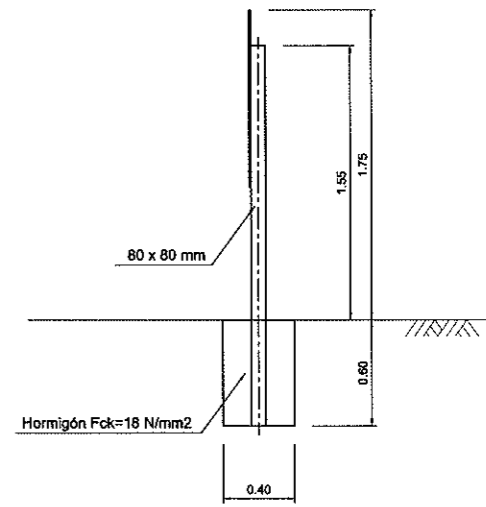
AGENCIA DE COOPERACIÓN JAPONESA EQUIPO DE ESTUDIO JICA		
ESTUDIO SOBRE SISTEMA DE MONITOREO Y ALERTA TEMPRANA DE DESLIZAMIENTO E INUNDACIONES EN BOGOTÁ DISTRITO CAPITAL Y MUNICIPIO DE SOACHA EN LA REPÚBLICA DE COLOMBIA		
DISEÑO DEL MURO DE CONTENCIÓN SECTOR DIVINO NIÑO, MUNICIPIO DE SOACHA		
Título del Plano: Instalación del Muro de Contención de Manera Provisional		
Plano No.	05	
Diseño	Revisión	Aprobación



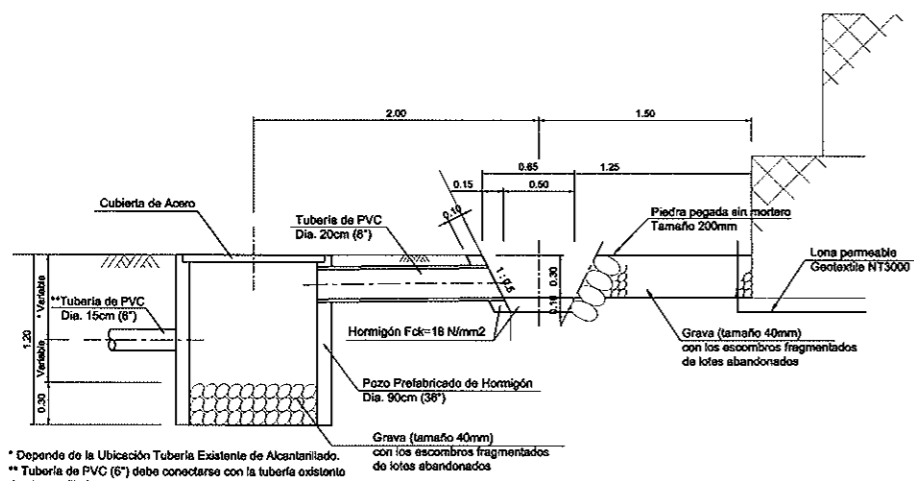
Planta: Vertedero  
Esc: 1/50



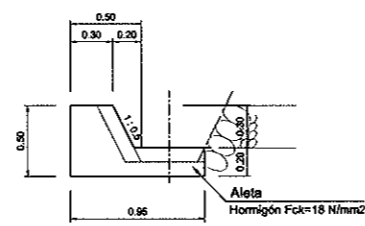
Señalización  
Esc: 1/40



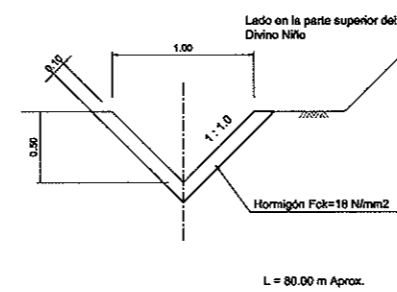
Nota:  
Respecto a las letras de señalización, el Propietario se las pasa al Contratista bajo la aprobación del Alcaldía Soacha.



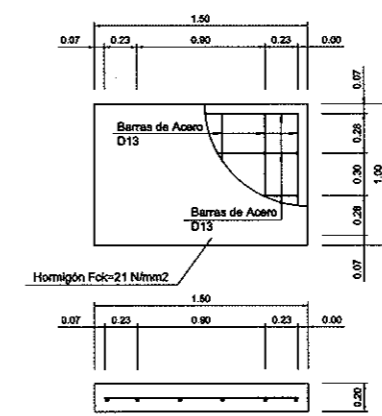
Sección Transversal: Vertedero  
Esc: 1/50



Aleta del Canal de Desagüe  
Esc: 1/50



Cuneta Convencional  
Esc: 1/50



Pasos Peatonales  
Esc: 1/50

Nota:  
1) Son 10 pasos peatonales, que van en el frente de cada vivienda.  
2) Fck = f'c

AGENCIA DE COOPERACIÓN JAPONESA  
EQUIPO DE ESTUDIO JICA  
ESTUDIO SOBRE SISTEMA DE MONITOREO Y  
ALERTA TEMPRANA DE DESLIZAMIENTO E  
INUNDACIONES EN BOGOTÁ DISTRITO CAPITAL Y  
MUNICIPIO DE SOACHA EN LA REPÚBLICA DE  
COLOMBIA

DISEÑO DEL MURO DE CONTENCIÓN SECTOR DIVINO NIÑO, MUNICIPIO DE SOACHA		
Título del Plano: Plano de Vertedero, Señalización y Cuneta Convencional		
Plano No.	06	
Diseño	Revisión	Aprobación