



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y DE LA CONSTRUCCIÓN CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

**“DISEÑO HIDRÁULICO DE PRESAS DE GAVIONES PARA CONTROL DE
ALUVIONES EN LA QUEBRADA LA COMUNA DEL DMQ”**

TUTOR: ING. MARCO VINICIO MASABANDA Ph.D.

AUTORES:
Parra Fuelpez Luis Ancelmo
Pogo Chafía Kevin Adrián
Sanipatín Páez Juan Pablo
Viteri Ansatuña Galo David

Agosto - 2022

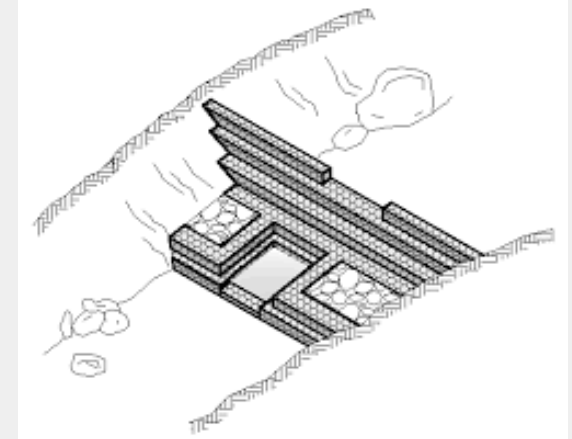


01. OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño hidráulico de presas de gaviones para el control de aluviones en la quebrada “La Comuna”, del Distrito Metropolitano de Quito.



Objetivo General



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



02. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Objetivos Específicos

Realizar el levantamiento topográfico de la zona en estudio a fin de obtener las curvas de nivel y el perfil del cauce de la quebrada.

Elaborar el estudio morfológico de la cuenca, en el sector de la quebrada “La Comuna”.

Determinar la condición hidrológica de la cuenca y el cálculo de caudales máximos de diseño.

Determinar las propiedades del terreno y la profundidad de la roca mediante los ensayos correspondientes en campo.



03. PROBLEMA

El aluvión vivido en Quito la tarde del lunes 31 de enero de 2022 se quedará grabado en la memoria de los vecinos y de la ciudad entera, ya que en este percance fallecieron 27 personas las cuales fueron alcanzadas por la fuerza del desastre natural, muchos de ellos luchaban por sus vidas, pero la fuerza de la naturaleza fue mayor, además se obtuvo un total de 53 personas heridas y daños materiales.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



04. JUSTIFICACIÓN

En vista de estos acontecimientos y con la finalidad de precautelar la seguridad de las personas que residen en La Comuna y en la Gasca surgió la necesidad de realizar un proyecto que comprenda el diseño de presas de gaviones, para la mitigación de daños colaterales cuando se genere un evento extraordinario como el suscitado en La Gasca, para aprovechar los materiales que se generaron dentro del aluvión se ha optado por la utilización de gaviones los cuales estarán compuestos de malla de triple torsión y rellenos con material granular de la zona, haciendo así más económica su elaboración y facilitando la construcción de los mismos.



05. METODOLOGIA

Levantamiento Topográfico

Existen varios métodos de estudio para realizar un levantamiento topográfico; como es conocido son los métodos directos e indirectos. El proyecto se desarrolló mediante un método indirecto por medio del uso de dron, cubriendo un área de 1,6 km² que comprendió toda la longitud de la quebrada.



05. METODOLOGIA

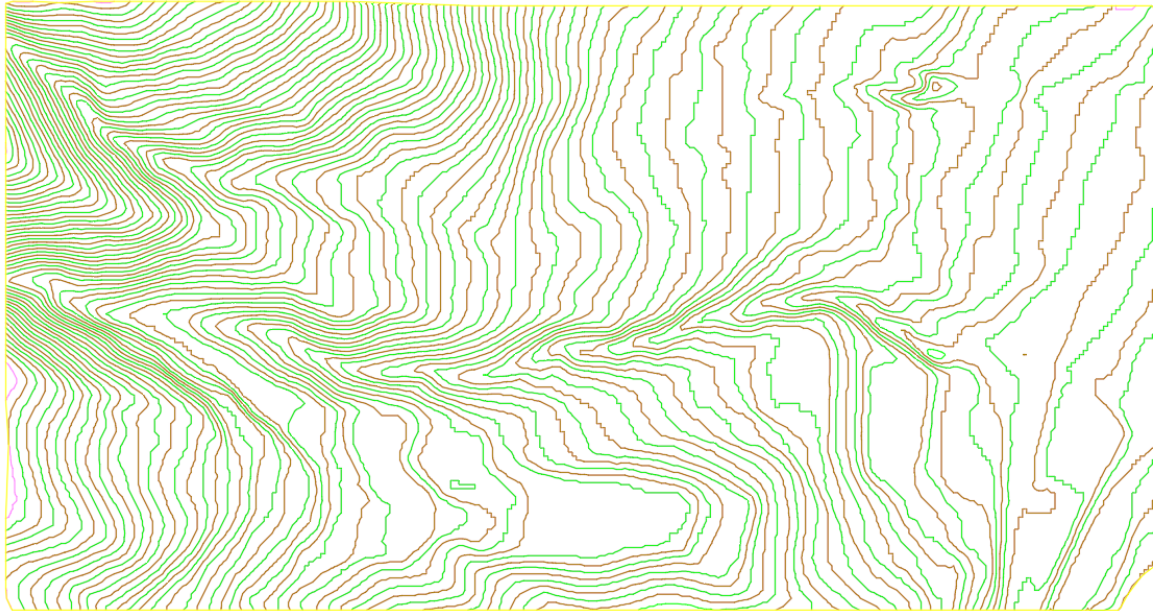
Levantamiento Topográfico



Una vez que se obtiene la ortofoto, los puntos de las líneas de vuelo pueden ser exportados a un software de dibujo (AUTOCAD) y de esta manera se comenzó con la definición de curvas de nivel necesarias para encontrar la pendiente en porcentaje del terreno dato que se utiliza para calcular la velocidad del caudal del proyecto que en este caso se obtuvieron curvas de nivel cada 5 m.

05. METODOLOGIA

Levantamiento Topográfico

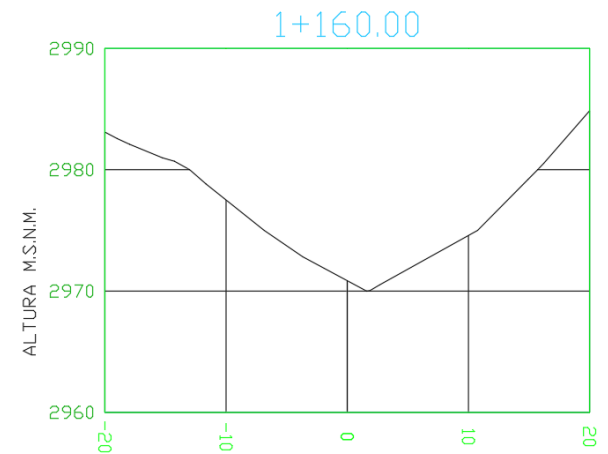
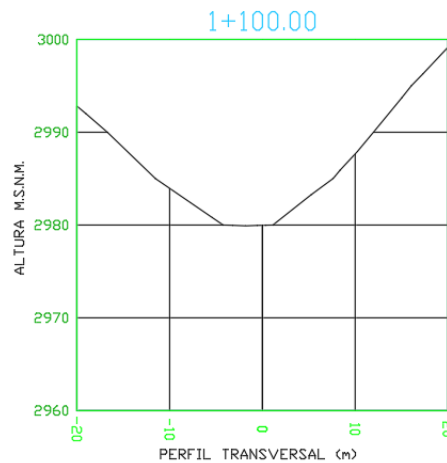
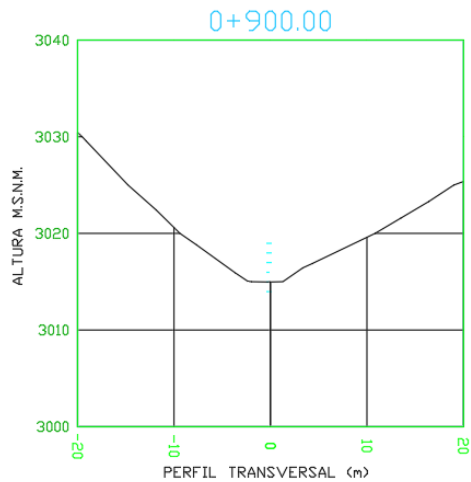
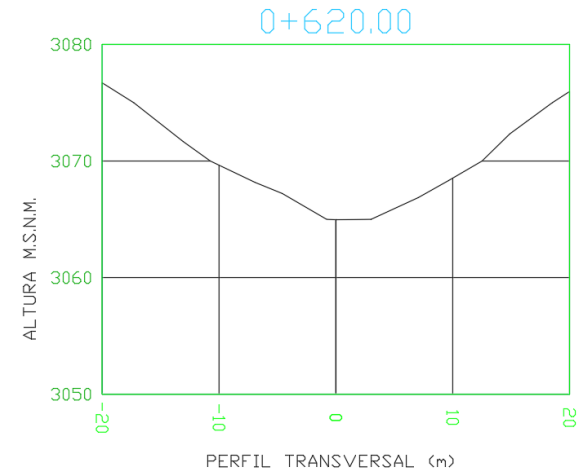
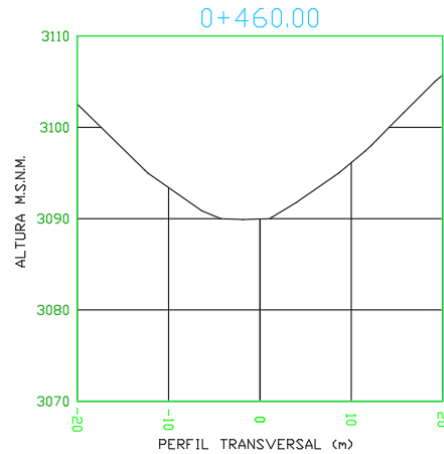
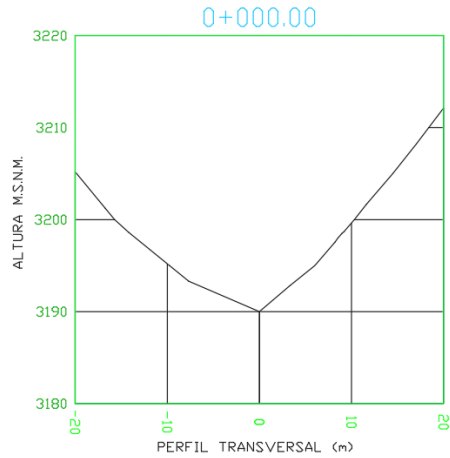


Una vez generada la superficie se realizó el cálculo de la pendiente del terreno y se sacaron los cortes transversales cada 20 metros para encontrar las secciones de menor área donde se colocaron los puntos de cálculo para el diseño de los muros de gaviones.



05. METODOLOGIA

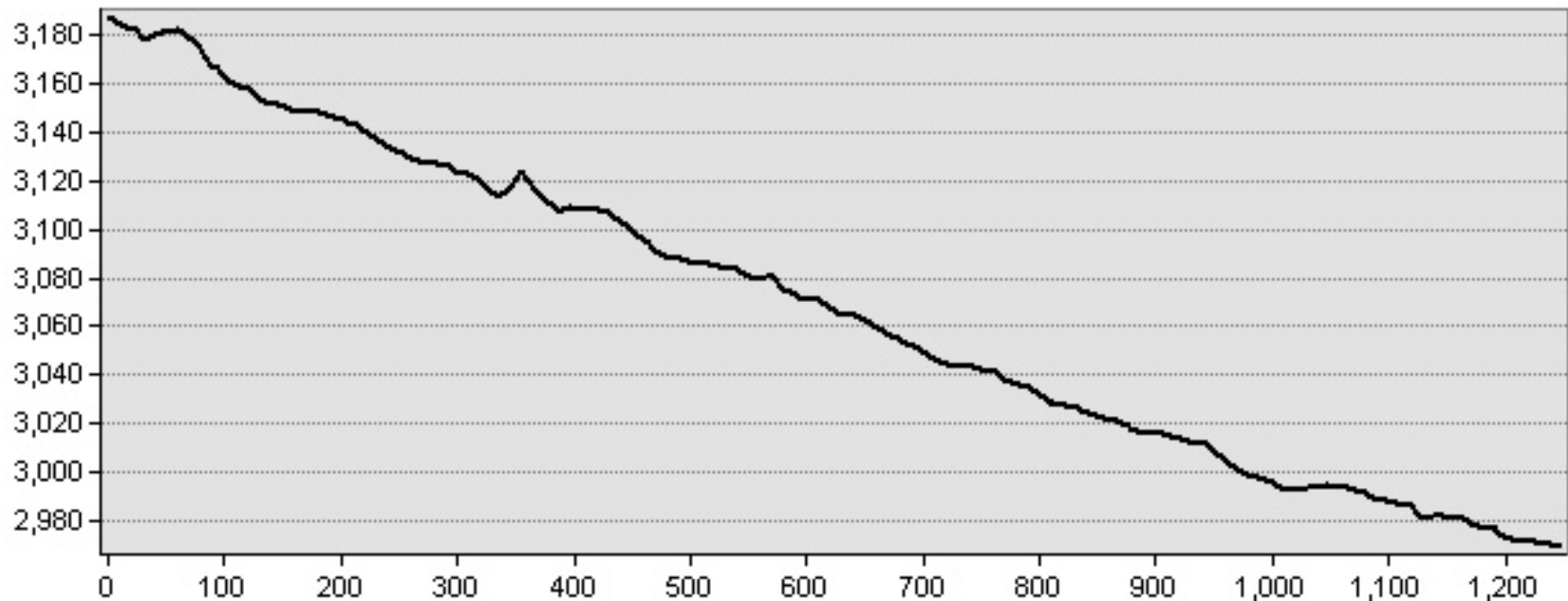
Levantamiento Topográfico – Secciones transversales



05. METODOLOGIA

Levantamiento Topográfico – Perfil Longitudinal

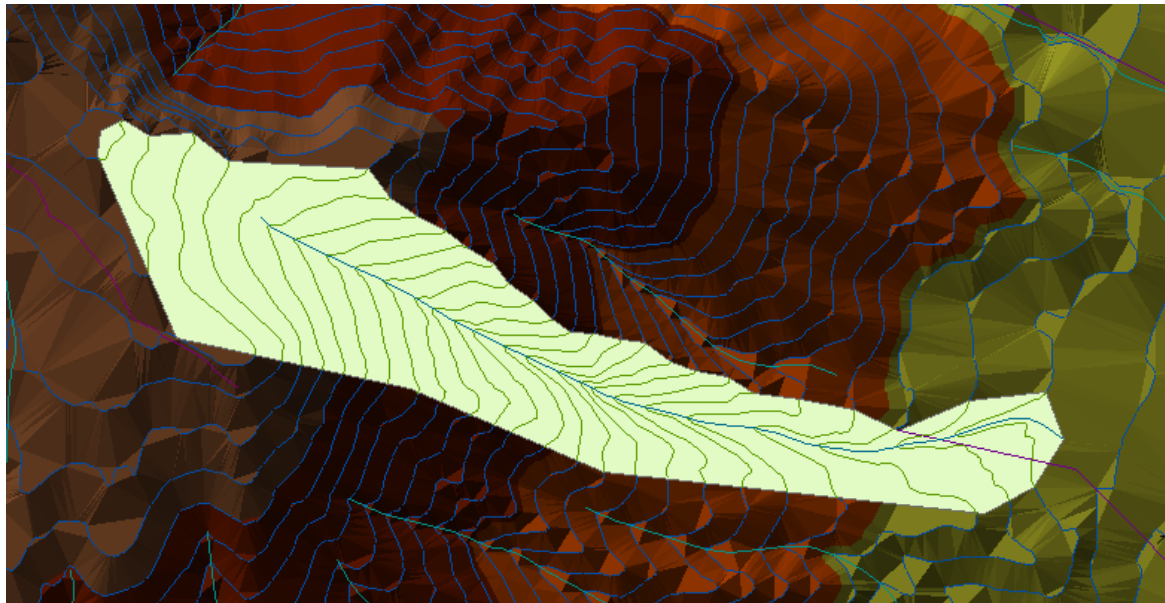
Perfil obtenido de la topografía realizada en la zona de estudio que va desde la cota 3190 msnm a la cota 2960 msnm.



05. METODOLOGIA

Delimitación Hidrológica

Con la ayuda del programa ArcGIS se ha podido determinar el área de la cuenca hidrográfica, esta área se definirá como la totalidad de la superficie de drenaje proyectada sobre un plano horizontal el mismo que contribuye directamente con el flujo de escorrentía dirigido directa o indirectamente al cauce natural, este parámetro esta expresado en km² y corresponde a la superficie que contribuye con la recolección de aguas dirigido a un mismo cauce

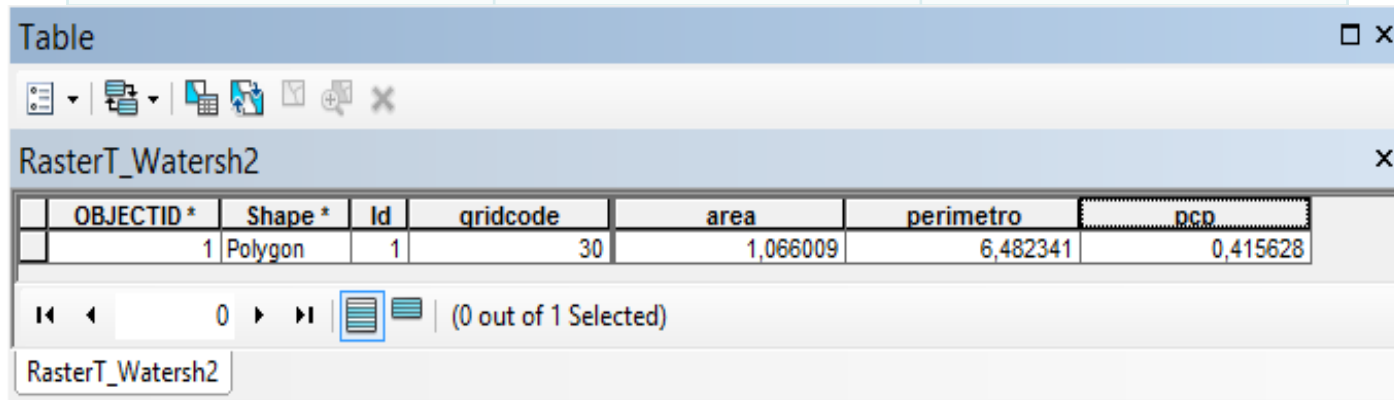


05. METODOLOGÍA

Parámetros

Con la ayuda del programa ArcGIS obtenemos los siguientes resultados de la cuenca:

PARAMETRO	CANTIDAD	UNIDADES
Área	1,066009	km^2
Perímetro	6,482341	km
Pendiente	0,4156	(m/m)



The screenshot shows the ArcGIS Table window for the feature class 'RasterT_Watersh2'. The table contains one record with the following data:

OBJECTID *	Shape *	Id	gridcode	area	perimetro	DGD
1	Polygon	1	30	1,066009	6,482341	0,415628

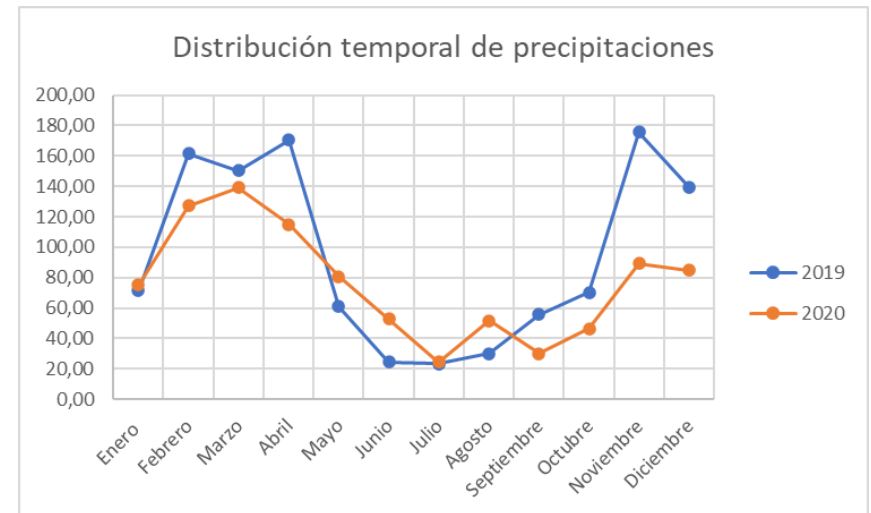
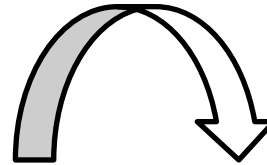
The window also shows navigation controls and a status bar indicating '(0 out of 1 Selected)'.



06. PARAMETROS HIDRÓLOGICOS

Datos históricos estación meteorológica mas cercana a la zona de estudio

Precipitación histórica mensual 2019 y 2020 (mm) Estación Rumihurco		
Mes	Precipitación 2019 (mm)	Precipitación 2020 (mm)
Enero	71,20	75,20
Febrero	161,30	127,20
Marzo	150,30	139,20
Abril	170,40	115,10
Mayo	61,00	80,70
Junio	24,60	52,80
Julio	23,30	24,50
Agosto	3,00	51,70
Septiembre	55,90	30,20
Octubre	70,20	46,50
Noviembre	175,80	89,40
Diciembre	139,00	84,60
Anual	1106,00	917,10



Nota: Tomado de (EMAPS, 2020)

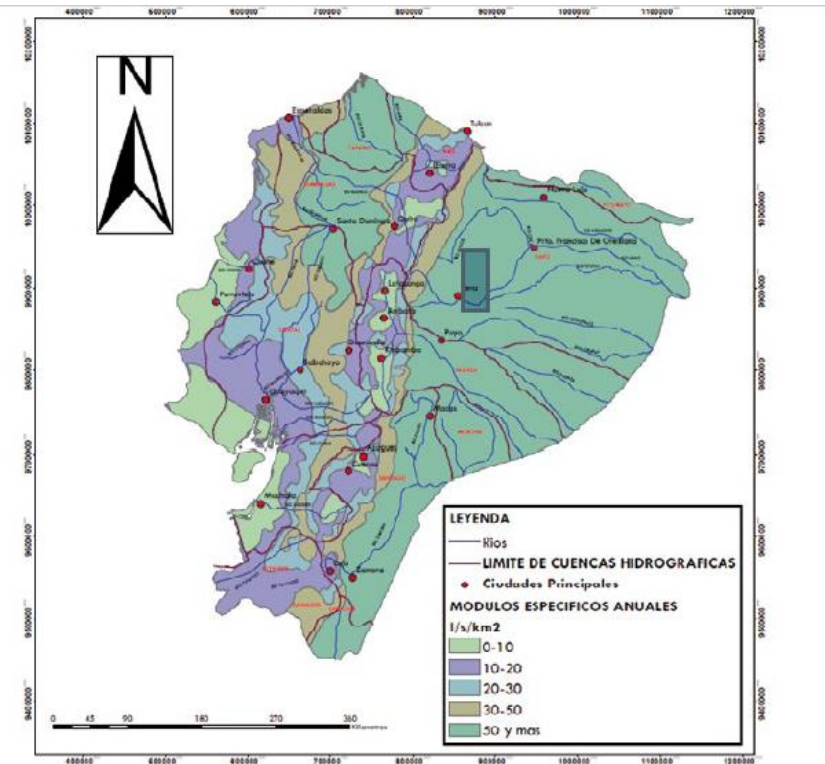
Precipitación promedio anual = 1011,5 mm

Distribución temporal, estación meteorológica "Rumihurco"



06. PARAMETROS HIDROLÓGICOS

Módulo específico de escorrentía



Módulos específicos anuales para las distintas regiones de Ecuador.



Para el Distrito Metropolitano de Quito

$$M_o = 0,015 \text{ m}^3 / \text{s} / \text{km}^2$$



Coeficiente específico de escorrentía

$$C = \frac{M_o * 10^6}{31,71 * P}$$

$$C = \frac{0,015 * 10^6}{31,71 * 1011,5}$$

$$C = 0,467636$$



06. PARAMETROS HIDROLÓGICOS

Caudal medio anual

$$Q_o = \frac{31,71 * C * P * A}{10^6}$$



El caudal medio anual esta definido en función de la precipitación media anual, el área de la cuenca y el coeficiente de escorrentía

$$Q_o = \frac{31,71 * 0,467636 * 1011,5 * 1,06}{10^6}$$

$$Q_o = 15,90 \frac{l}{s}$$

Al ser una cuenca de apenas 1,06 km², se obtiene un caudal mínimo

Parámetros morfológicos		
Nº	Parámetro	Valor
1	Área (Km ²)	1,06
2	Perímetro (km)	6,48
3	Longitud de la quebrada (km)	1,20
4	Pendiente (m/m)	0,415626
5	Cota máxima (m)	3190
6	Cota mínima (m)	2960



06. PARAMETROS HIDROLÓGICOS

Caudal máximo de diseño

$$Q_{m\acute{a}x} = \alpha 1 \frac{P * A}{10^3} (0,5 \ln T - 0,7)$$



Como el área de la cuenca es menor a 45 km², se utilizó la fórmula que sugiere (Sandoval & Aguilera) en su estudio “Determinación de caudales en cuencas con poca información”

$$Q_{m\acute{a}x} = 1,8 \frac{1011,5 * 1,06}{10^3} (0,5 \ln(25) - 0,7)$$

$$Q_{m\acute{a}x} = 1,755 \frac{m^3}{s}$$

Se estableció un periodo de retorno de 25 años al ser una obra de prevención y mitigación.



06. PARAMETROS HIDROLÓGICOS

Tiempo de concentración

Kirpich

$$T_c = 0,06635 \frac{L^{0,77}}{J^{0,385}}$$

$$T_c = 0,06635 \frac{1,20^{0,77}}{0,41562^{0,385}}$$

$$T_c = 0,10649 \text{ horas}$$

$$T_c = 383,3676 \text{ segundos}$$



Sandoval

$$T_c = 0,28L \frac{n^{0,75}}{k_c Q^{0,25} J^{0,375}}$$

Goroshkov propone la siguiente fórmula para el cálculo de coeficiente de velocidad de escorrentía (K_c)

$$k_c = 0,75(0,5 - 0,023 \ln A)$$

$$k_c = 0,3740$$

$$T_c = 0,5677 \text{ horas}$$



06. PARAMETROS HIDROLÓGICOS

Velocidad e Intensidad

Velocidad

$$V = \frac{L}{Tc}$$

$$V = \frac{1,20 * 1000}{383,3676}$$

$$V = 3,13 \frac{m}{s}$$

Intensidad

$$I = \frac{615 * Tr^{0,18}}{(D + 5)^{0,685}}$$

$$I = \frac{615 * 25^{0,18}}{((0,10649 * 60) + 5)^{0,685}}$$

$$I = 101,0048 \frac{mm}{hora}$$

Se calcula la velocidad con el menor tiempo de concentración, porque es una obra con un periodo de retorno bajo de 25 años.



06. PARAMETROS HIDROLÓGICOS

Resultados:

Parámetros hidrológicos		
Nº	Parámetro	Valor
1	Módulo específico de escorrentía (l/s/Km ²)	15,00
2	Coeficiente específico de escorrentía	0,467636
3	Caudal medio anual (l/s)	15,90
4	Caudal máximo (m ³ /s)	1,755
5	Tiempo de concentración Kirpich (horas)	0,10649
6	Coeficiente de velocidad de escorrentía	0,374
7	Tiempo de concentración Sandoval (horas)	0,5677
8	Velocidad (m/s)	3,13
9	Intensidad de precipitación (mm/hora)	101,0048

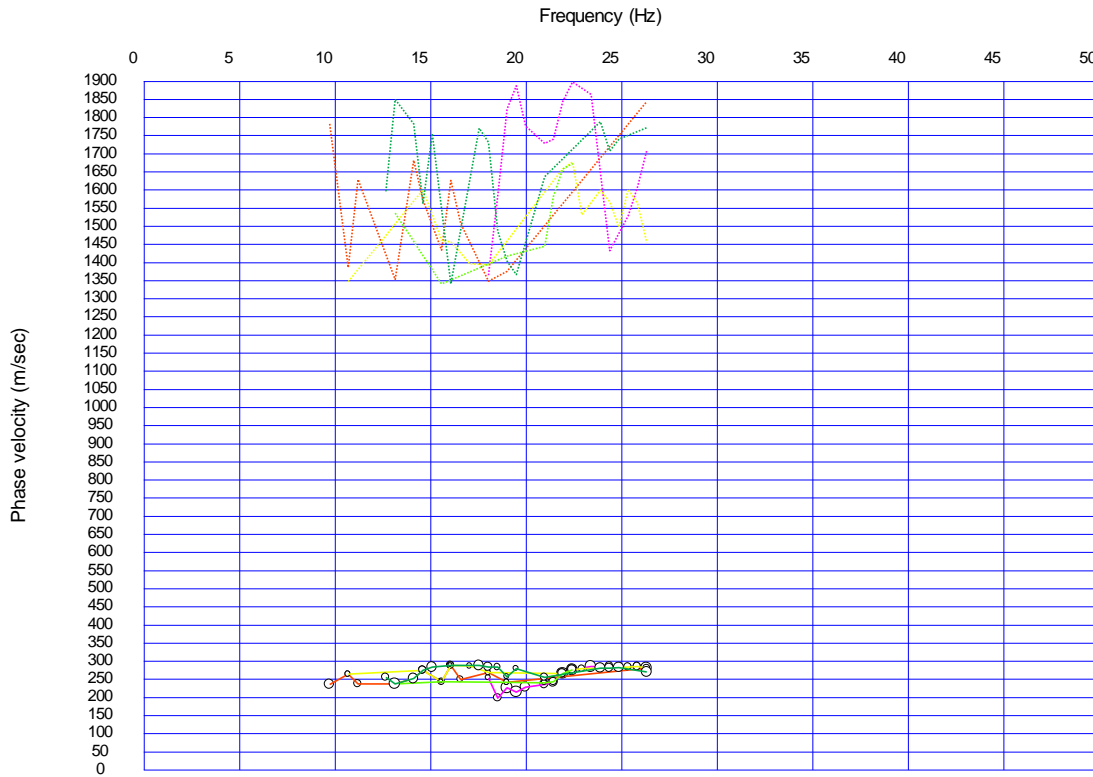
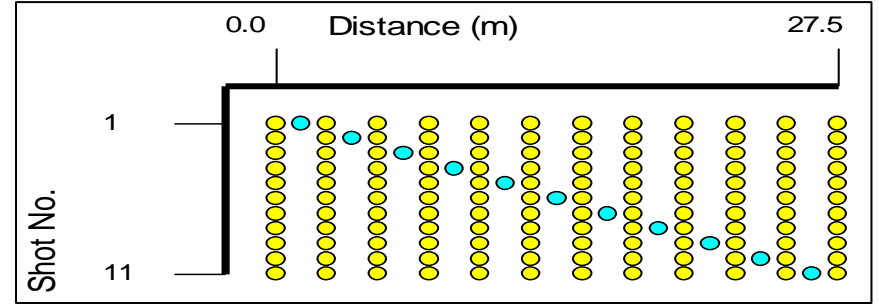


Con los caudales de diseño obtenidos y la velocidad del agua del cauce, se procede a diseñar la presa de gaviones.



07. ANÁLISIS DEL SUELO

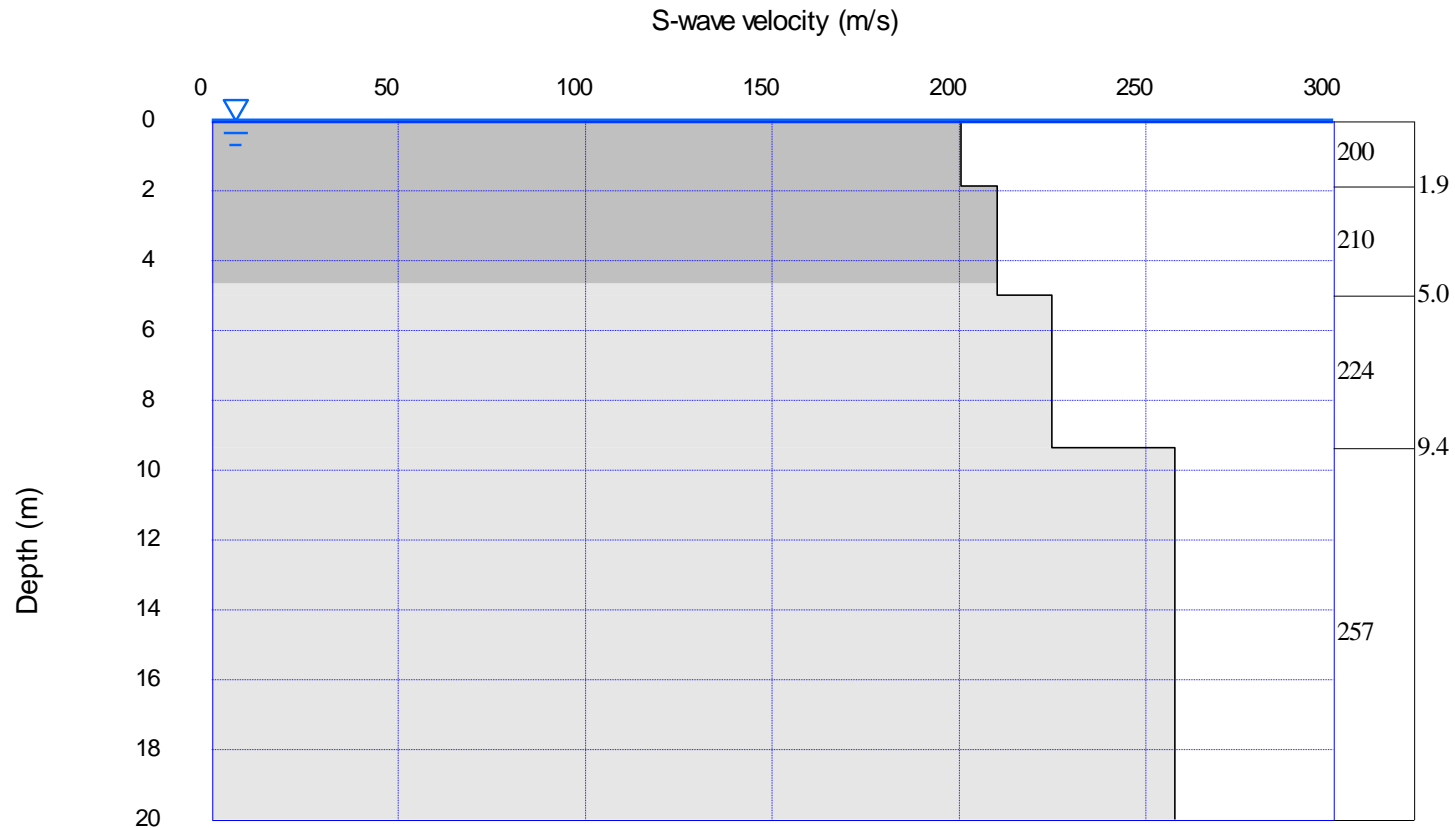
Línea 1 Análisis Activo Ubicación: Quebrada "La Comuna" Sector: La Gasca



Dispersion curves : ACTIVOok.rst



Modelo Vs30 régimen activo

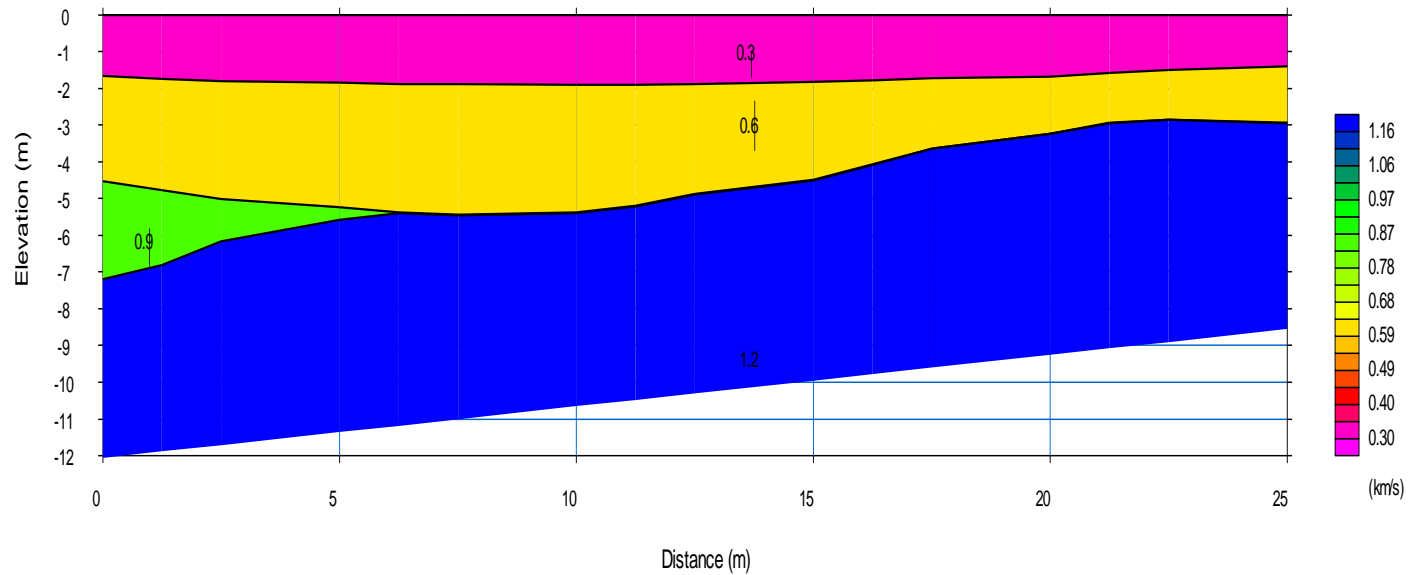


S-wave velocity model (inverted): ACTIVOok.rst

Average V_s 30m = 245.7 m/sec



Ondas P

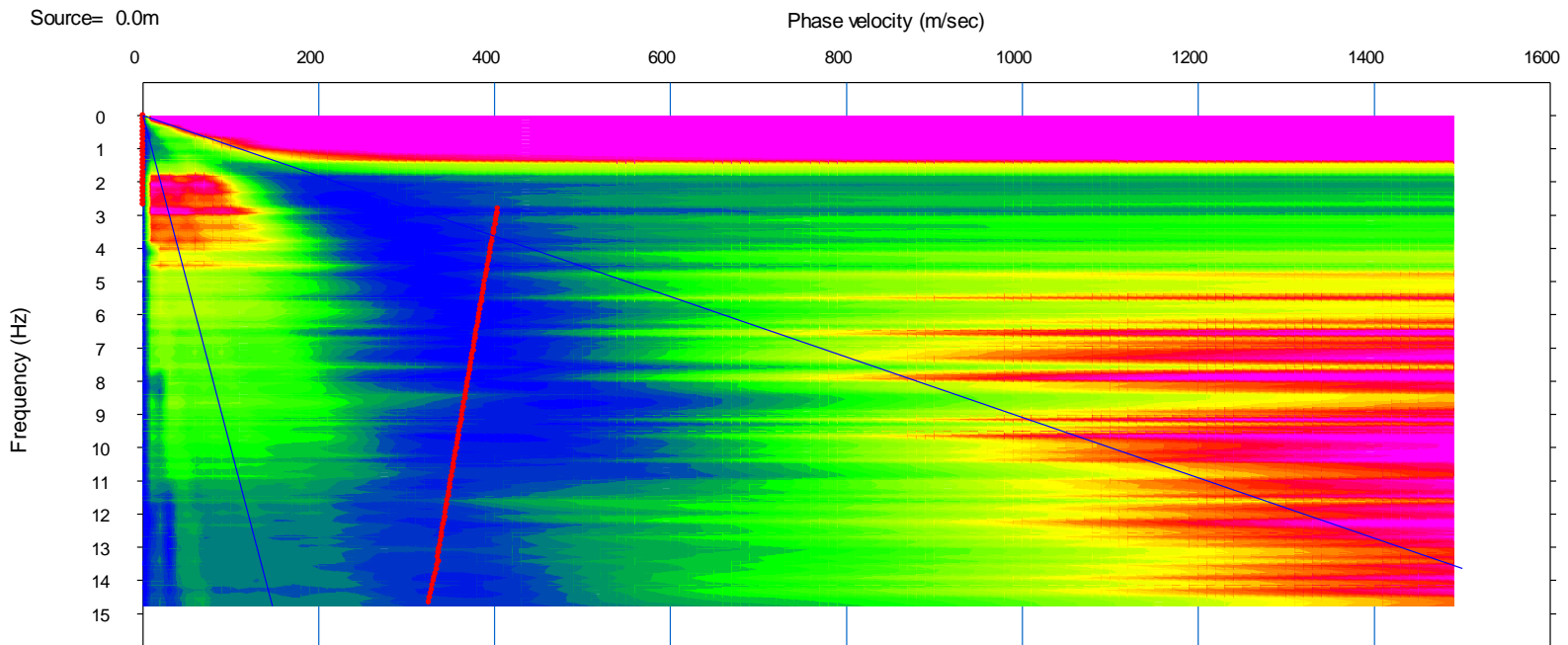
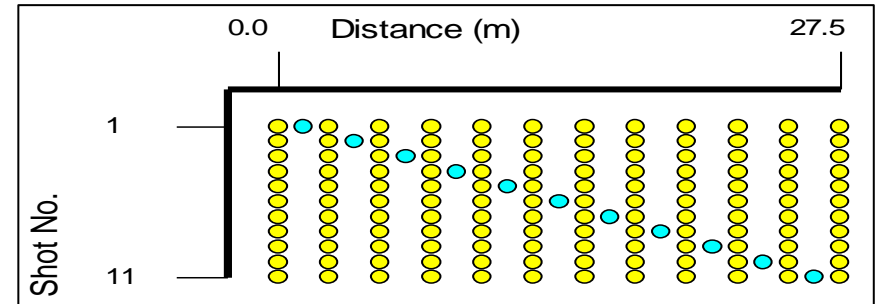


Tipo de suelos	Velocidad (KM/s)	Distancia Vertical (m)
Suelos finos	0,3	0,0 - 1,5
Suelos Gruesos	0,6	1,8 - 5,0
Depósitos de talud	1,2	5,0 – 12,0



08. ANÁLISIS DEL SUELO

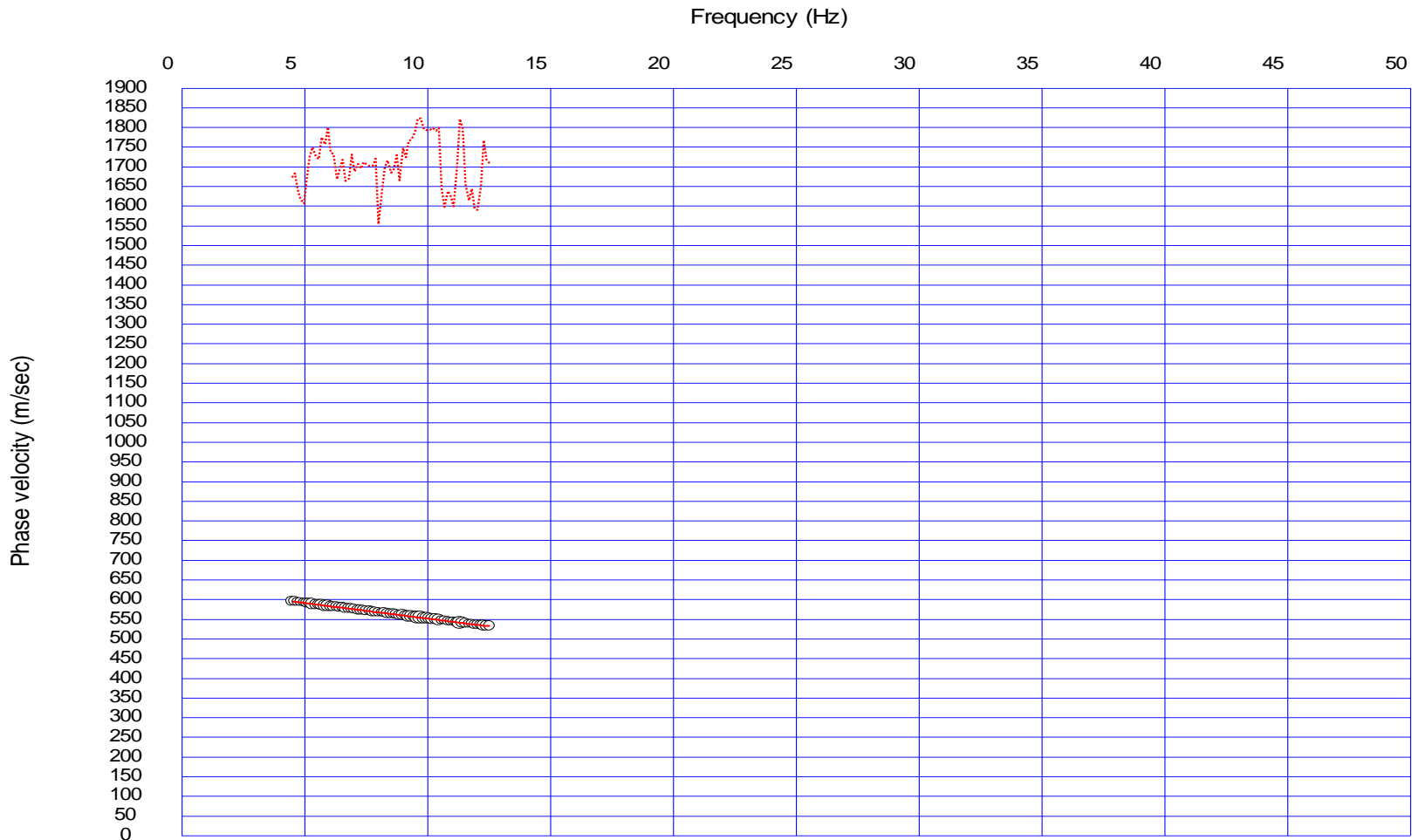
Línea 1 Análisis Pasivo Ubicación: Quebrada "La Comuna" Sector: La Gasca



Dispersion curve : 2000-07-24_00-08_0193_M_0001.dat-2000-07-24_00-08_0193_M_0030.dat



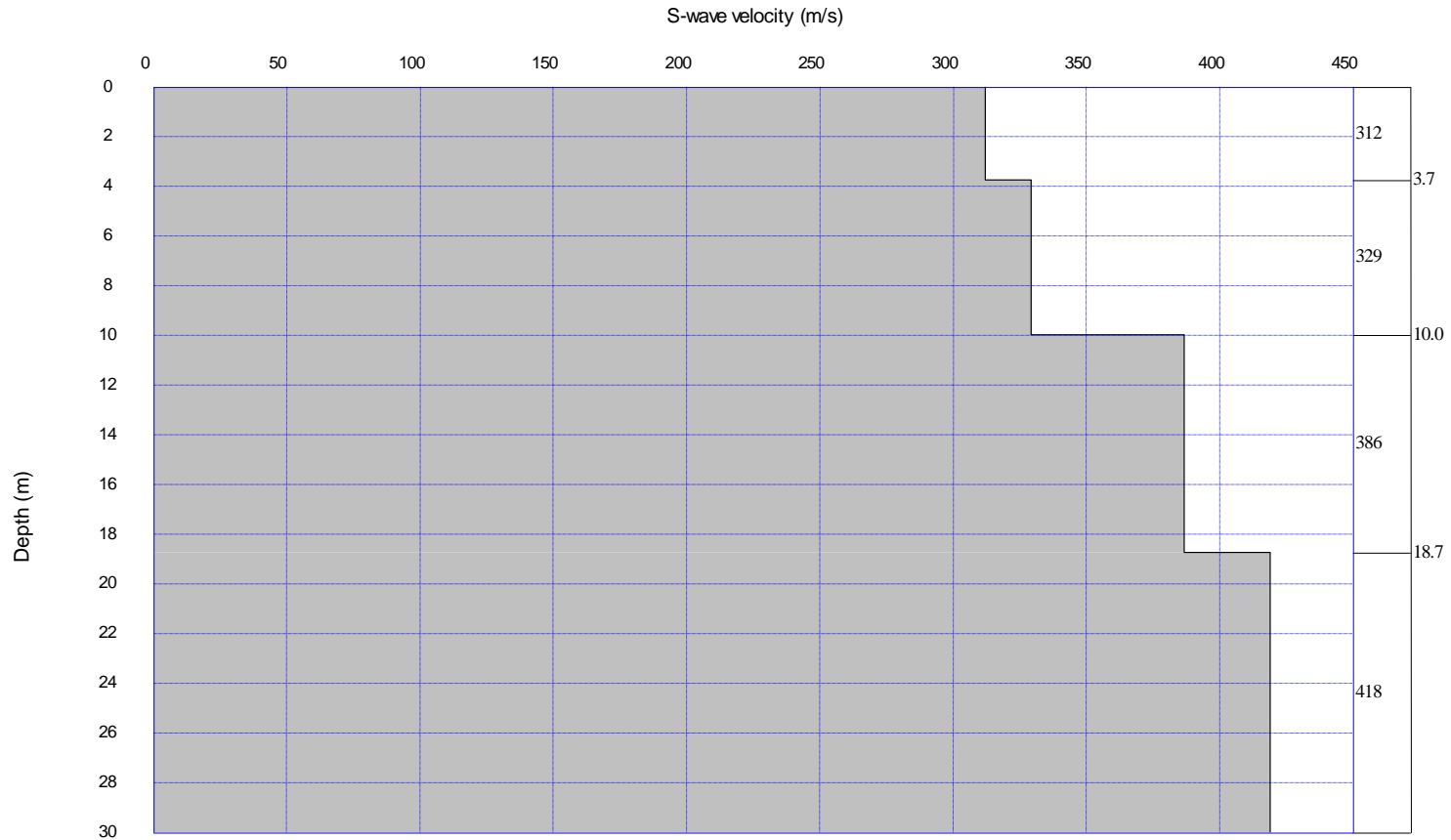
Diagrama de pseudo velocidades



Dispersion curve : 2000-07-24_01-58_0205_M_0001.dat-2000-07-24_01-58_0205_M_0030.dat



Modelo Vs30 régimen pasivo

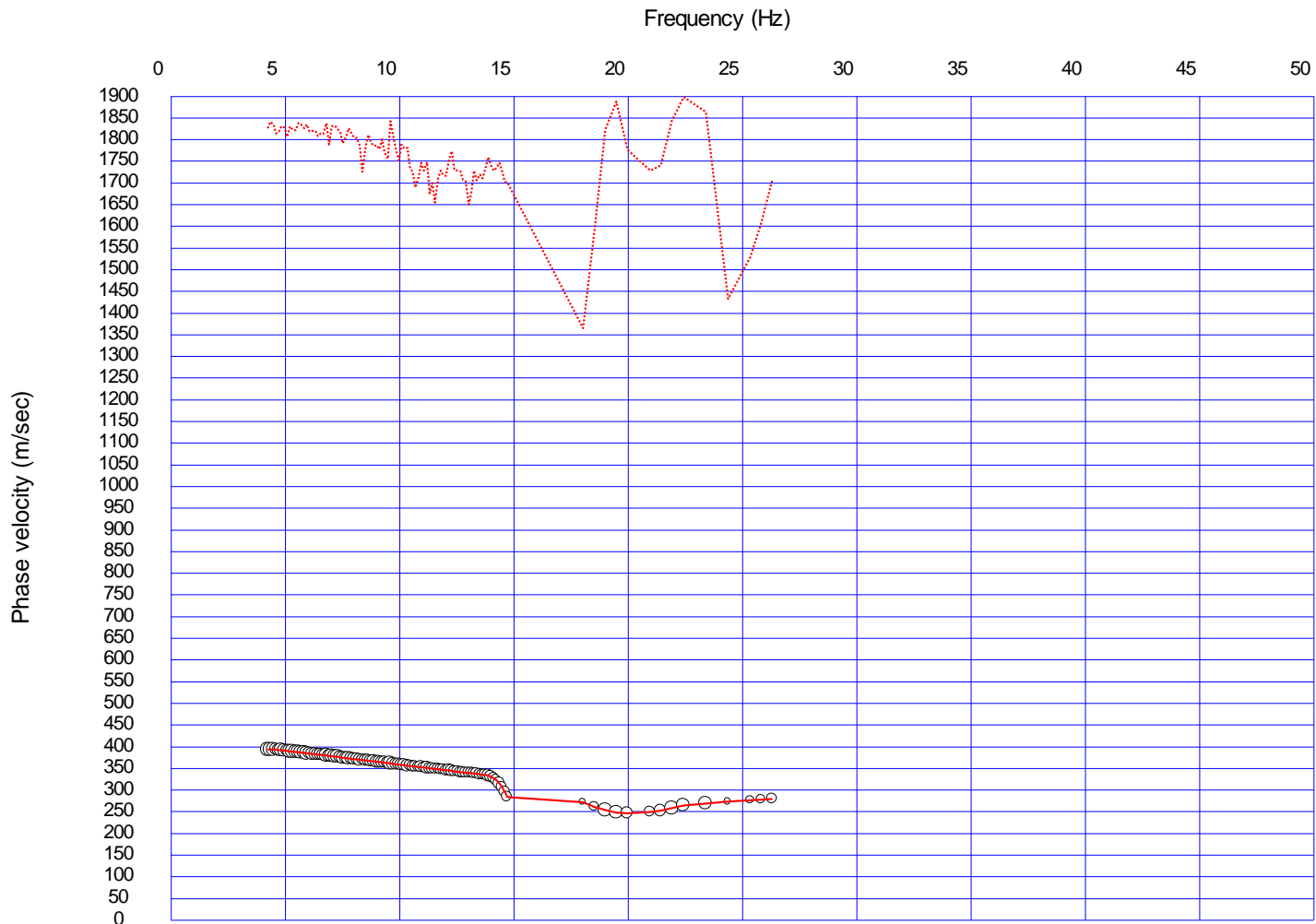


S-wave velocity model (inverted): PASV/Ook.rst

Average Vs 30m=372.8 m/sec



Diagrama de pseudo velocidades combinado

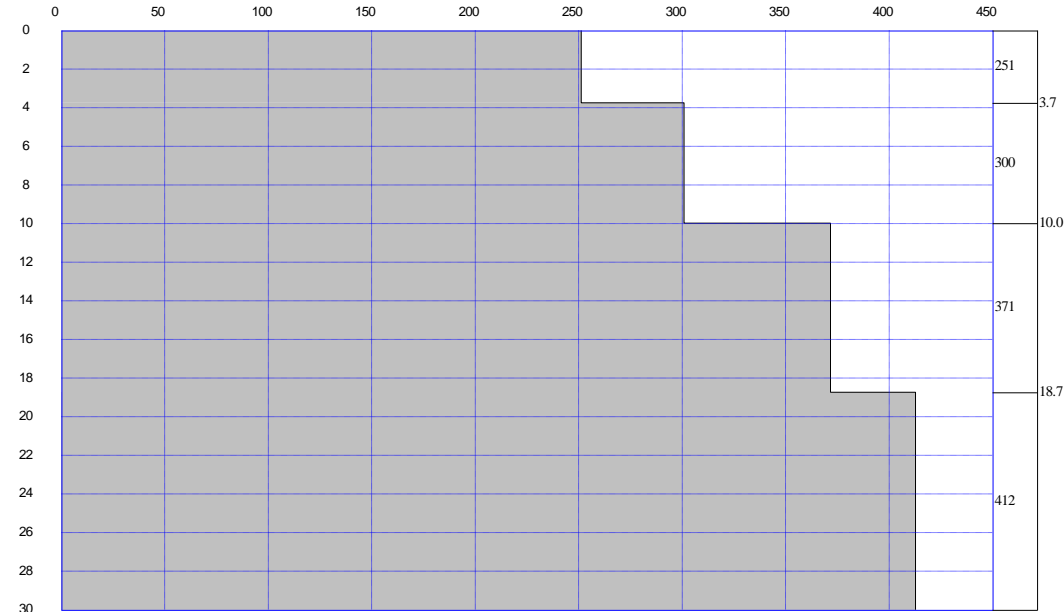


Dispersion curve : COMBINADO.rst



Modelo Vs30 régimen combinado

S-wave velocity (m/s)



S-wave velocity model (inverted): PASIV0ok.rst

Average Vs 30m = 346.8 m/sec

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s $> V_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s $> V_s \geq 360$ m/s
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50,0$ $S_u \geq 100$ KPa
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s $> V_s \geq 180$ m/s
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15,0$ 100 kPa $> S_u \geq 50$ kPa



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Resultados Finales



Línea 1: El dato obtenido de la aceleración del Vs30 es de 346,8 m/s. Luego del análisis se concluye que es un suelo tipo D.

Línea 2: El dato obtenido de Vs30 es de 405,90 m/s. Luego del análisis se concluye que es un suelo tipo C.

Línea 3: El dato obtenido de Vs30 es de 348,40 m. Luego del análisis se concluye que es un suelo tipo D.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



08. DISEÑO DE GAVIONES

Espaciamiento entre presas

Fórmula:

$$E = \frac{H}{-P_s} * 100$$

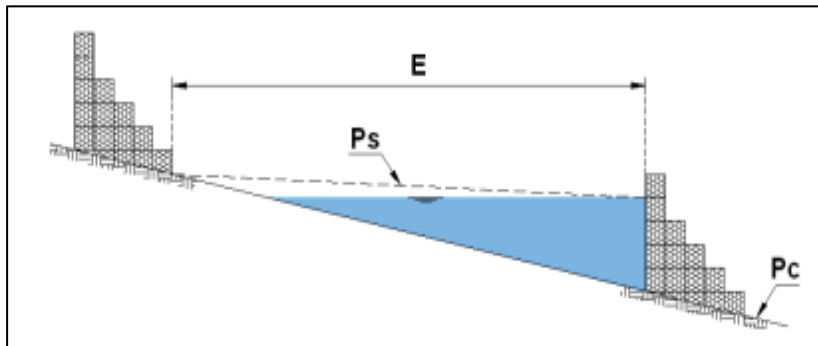
Donde:

E= Espaciamiento entre presas

H= Altura efectiva de la presa

P_s= Pendiente de compensación

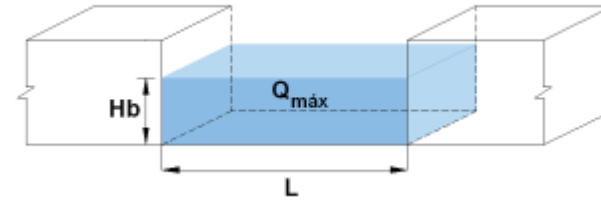
$$E = 350 \text{ m}$$



Caudal máximo de diseño

$$Q_{max} = 1,76 \frac{m^3}{s}$$

Diseño del Vertedero



Fórmula:

$$Hd = \left[\frac{Q_{máx}}{Cv * L} \right]^{\frac{2}{3}}$$

Donde:

Q_{max} = Caudal máximo

C_v = Coeficiente del vertedero

L = Longitud del vertedero

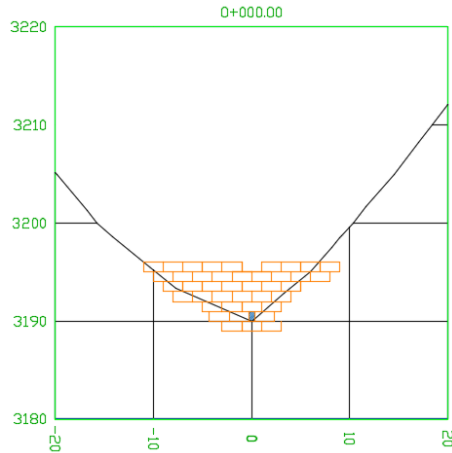
$$Hd = 0,72 \text{ m}$$



08. DISEÑO DE GAVIONES

Colocación de los Gaviones

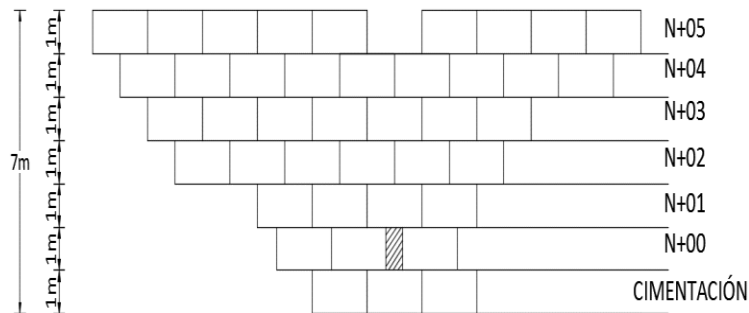
Forma del cauce:



Cálculo del volumen de la presa:

NIVEL	Número de Gaviones	Tamaño de Gavión	Vol. Unit. m^3	Vol. Tot. m^3
Cimentación	21	2,00X1,00X1,00	2	42
N+00	18	2,00X1,00X1,00	2	36
N+01	20	2,00X1,00X1,00	2	40
N+02	24	2,00X1,00X1,00	2	48
N+03	21	2,00X1,00X1,00	2	42
N+04	18	2,00X1,00X1,00	2	36
N+05 D	4	2,00+1,00+1,00	2	8
N+05 I	5	2,00X1,00X1,00	2	10
TOTAL	131			262

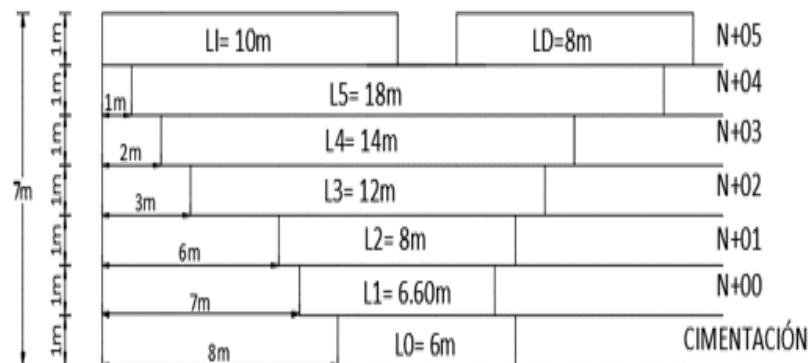
Distribución de los elementos:



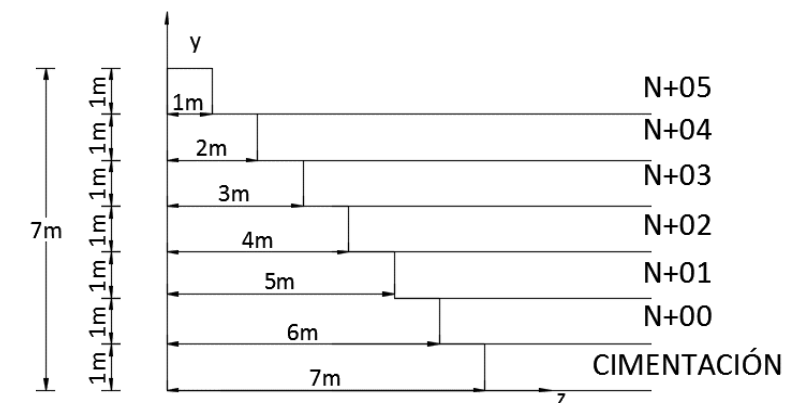
08. DISEÑO DE GAVIONES

Centro de gravedad

Dimensiones de los gaviones
(Vista frontal)



Dimensiones de los gaviones
(Vista lateral)



Cálculo de centros de gravedad por niveles:

TENDIDO	V m ³	Xm m	Ym m	Zm m	V*Xm m ⁴	V*Ym m ⁴	V*Zm m ⁴
L0	42	11	0,5	3,5	462	21	147
L1	36	10,3	1,5	3	370,8	54	108
L2	40	10	2,5	2,5	400	100	100
L3	48	9	3,5	2	432	168	96
L4	42	9	4,5	1,5	378	189	63
L5	36	10	5,5	1	360	198	36
LD	8	16	6,5	0,5	128	52	4
LI	10	5	6,5	0,5	50	65	5
TOTALES	262				2580,8	847	559

Las coordenadas del centroide se calculan así:

$$X_c = \frac{\sum V * X}{V} = 9,85 \text{ m}$$

$$Y_c = \frac{\sum V * Y}{V} = 3,23 \text{ m}$$

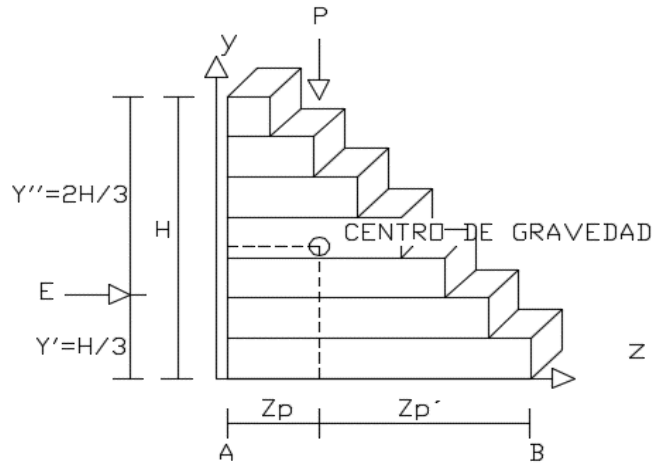
$$Z_c = \frac{\sum V * Z}{V} = 2,13 \text{ m}$$



08. DISEÑO DE GAVIONES

Línea de Acción del Peso

Fuerzas actuantes en la sección crítica



Centros de gravedad por niveles de sección crítica:

TENDIDO	V m ³	Ym _{cu} m	Zm _{cu} m	V*Ym _{cu} m ⁴	V*Zm _{cu} m ⁴
L0	7	0,5	3,5	3,5	24,5
L1	6	1,5	3	9	18
L2	5	2,5	2,5	12,5	12,5
L3	4	3,5	2	14	8
L4	3	4,5	1,5	13,5	4,5
L5	2	5,5	1	11	2
TOTALES	27			63,5	69,5

La línea de acción se calcula así:

$$Z_p = \frac{\sum V * Ym_{cu}}{V}$$

$$Z_p = 2,35 \text{ m}$$

$$Z_{p'} = 7 - 2,35 \text{ m} = 4,65 \text{ m}$$

Donde:

P= Peso de la sección crítica unitaria

E= Empuje Hidrostático sobre el parámetro de mojado

H= Altura de la presa

Z_p= Distancia de P respecto al punto A

Z_{p'}= Distancia de P respecto al punto B



08. DISEÑO DE GAVIONES

Cálculo del peso de la lámina de agua vertiente (q)

Utilizamos la fórmula:

$$q = h' * b * a * w$$

Donde:

q= Peso de la lámina de agua máxima vertiente

h'=Altura máxima del vertedor

b= Ancho de corona de la presa

a=ancho de la sección crítica unitaria

w= Peso específico del agua con sedimentos

$$q = 2,40 t$$

Cálculo de la superficie de mojado (S)

Utilizamos la fórmula:

$$S = H * a$$

Donde:

S= Superficie de mojado

H= Altura de la presa

a= Ancho de la sección crítica unitaria

$$S = 6m^2$$



08. DISEÑO DE GAVIONES

Cálculo del centro de gravedad de la superficie de mojado (H')

Utilizamos la fórmula:

$$H' = H/2$$

Donde:

H'= Centro de gravedad superficie mojada

H= Altura de la presa

$$H' = 3 \text{ m}$$

Cálculo del empuje hidrostático (E)

Utilizamos la fórmula:

$$E = S * H' * w$$

$$E = \frac{1}{2} * w * H^2$$

Donde:

E= Empuje hidrostático

S= Superficie de mojado

H'= Centro de gravedad superficie mojada

H= Altura de la presa

w= Peso específico del agua con sedimentos

$$E = 21,60 \text{ t}$$

Cálculo del peso de la sección unitaria (P)

Utilizamos la fórmula:

$$P = V_{SCU} * \gamma_0$$

Donde:

P= Peso de la sección crítica unitaria

V_{SCU} = Volumen de la sección crítica unitaria

γ_0 = Peso específico aparente

$$P = 32,40 \text{ t}$$



08. DISEÑO DE GAVIONES

Cálculo de la condición de seguridad al deslizamiento (FSD)

Utilizamos la fórmula:

$$FSD = (q + P) * \mu \geq E$$

Donde:

FSD= Condición de seguridad al deslizamiento

q= Peso de la lámina de agua vertiente

μ = Coeficiente de rozamiento

P= Peso de la sección crítica unitaria

E= Empuje hidrostático

$$FSD = 26,10 t$$

$$26,10 t \geq 21,60$$

\therefore Cumple

Cálculo de la condición de seguridad al volteo (FSV)

Utilizamos la fórmula:

$$FSV = \frac{MP_B}{ME_B} = \frac{P * Zp'}{E * Y'} \geq 1$$

Donde:

FSV= Condición de seguridad al volteo

MP= Momento de (P) respecto al punto de apoyo (B)

ME= Momento de (E) respecto al punto de apoyo (B)

$$FSV = 3,49 t$$

$$3,49 \geq 1$$

\therefore Cumple



08. DISEÑO DE GAVIONES

Cálculo del Colchón de aguas

Ecuación de Pavlovsky:

$$l_p = (0,8 \text{ a } 1,0) l_s$$

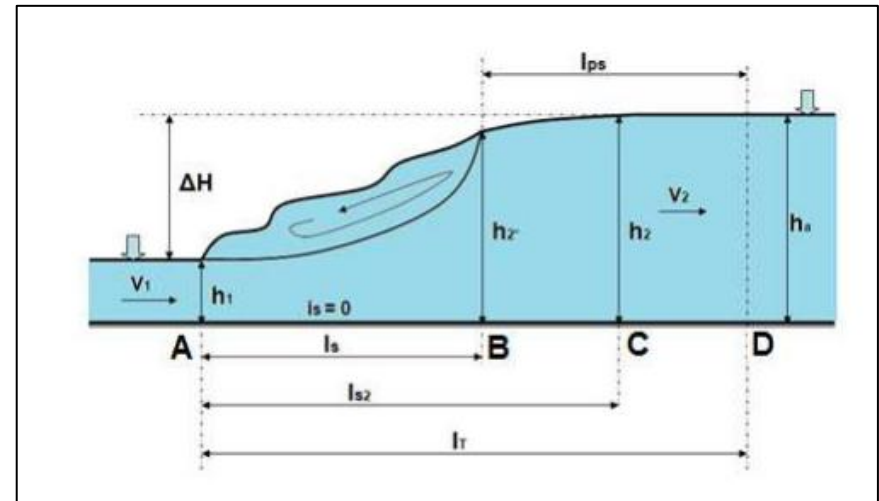
Donde:

l_p = longitud del colchón de amortiguamiento

l_s = longitud de resalto

El USBR recomienda tomar igual a la longitud l_{s2} en la siguiente ecuación:

$$l_{s2} = 6,1 h_2$$



08. DISEÑO DE GAVIONES

Cálculo del Colchón de aguas

Programa Flowmaster

Worksheet: Rectangular Channel - 1

Uniform Flow | Gradually Varied Flow | Messages

Solve For: Normal Depth | Friction Method: Manning Formula

Roughness Coefficient: 0,032	Flow Area: 0,5 m ²
Channel Slope: 0,080 m/m	Wetted Perimeter: 2,4 m
Normal Depth: 89,7 cm	Hydraulic Radius: 22,5 cm
Bottom Width: 0,60 m	Top Width: 0,60 m
Discharge: 1,76 m ³ /s	Critical Depth: 95,7 cm
	Critical Slope: 0,069 m/m
	Velocity: 3,27 m/s
	Velocity Head: 0,54 m
	Specific Energy: 1,44 m
	Froude Number: 1,102
	Flow Type: Supercritical

Calculation Successful.

Cross Section: Rectangular Channel - 1

Print Preview | Options

Diagram: Rectangular channel with bottom width 0,60 m and normal depth 89,7 cm. Velocity triangle: V: 1, H: 1.

Worksheet: Rectangular Channel - 1

Uniform Flow | Gradually Varied Flow | Messages

Solve For: Normal Depth | Friction Method: Manning Formula

Roughness Coefficient: 0,032	Flow Area: 0,5 m ²
Channel Slope: 0,080 m/m	Wetted Perimeter: 2,0 m
Normal Depth: 50,1 cm	Hydraulic Radius: 25,0 cm
Bottom Width: 1,00 m	Top Width: 1,00 m
Discharge: 1,76 m ³ /s	Critical Depth: 68,1 cm
	Critical Slope: 0,036 m/m
	Velocity: 3,51 m/s
	Velocity Head: 0,63 m
	Specific Energy: 1,13 m
	Froude Number: 1,583
	Flow Type: Supercritical

Calculation Successful.

Cross Section: Rectangular Channel - 1

Print Preview | Options

Diagram: Rectangular channel with bottom width 1,00 m and normal depth 50,1 cm. Velocity triangle: V: 1, H: 1.



08. DISEÑO DE GAVIONES

Cálculo del Colchón de aguas

Analizados ya las dos secciones se opta por la longitud h_2 del vertedero tipo cajón (inferior), la longitud l_{s_2} se obtendrá de la siguiente manera:

$$l_{s_2} = 6,1 h_2$$

$$l_{s_2} = 6,1 (0,897) [m]$$

$$l_{s_2} = 5,477 [m]$$

$$l_{s_2} = 5,50 [m]$$



08. DISEÑO DE GAVIONES

Tablas resumen presas de gaviones N° 0+000

PRESA DE GAVIONES N° 0+000			
	Detalle	Unidades	Resultados
1	Espaciamiento entre presas	m	250,00
2	Caudal máximo de diseño	m ³ /s	1,76
3	Diseño del vertedero	m	0,72
4	Número de gaviones	U	131
5	Tamaño de gavión	-	2,00x1,00x1,00
6	Volumen total	m ³	262
7	Coordenada centroide (Xc)	m	9,85
8	Coordenada centroide (Yc)	m	3,22
9	Coordenada centroide (Zc)	m	2,14
10	Distancia de posición de P respecto al punto A (Zp)	m	2,35
11	Distancia de posición de P respecto al punto B (Zp')	m	4,65
12	Peso de la lámina de agua vertiente (q)	t	2,40
13	Superficie de mojado S (m ²)	m ²	6,00
14	Centro de gravedad de la superficie de mojado (H')	m	3,00
15	Empuje hidrostático (E)	t	21,60
16	Peso de la sección unitaria aguas arriba (P)	t	32,40
17	Factor de seguridad al deslizamiento (FSD) Cumple	t	26,10
18	Factor de seguridad al volteamiento (FSV) Cumple	t	3,49



09. PRESUPUESTO

Luego de haber realizado el análisis de precios unitarios, se ha obtenido el siguiente presupuesto referencial para una presa de gaviones.

PRESUPUESTO REFERENCIAL					
CONSTRUCCIÓN DE PRESA DE GAVIONES					
Tabla de descripción de rubros, unidades y precios					
ITEM	Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
PRELIMINARES:					
1	Limpieza y desalojo de escombros	m3	299	1,436	429,24
2	Replanteo y Nivelación	m2	250	1,453	363,35
3	Excavación para estructura	m3	262	4,521	1184,57
4	Cama de Piedra	m3	48	17,645	846,95
5	Malla de triple torsión	m2	1310	4,733	6200,08
6	Gaviones	u	131	71,249	9333,59
7	Relleno compactado	m3	200	7,308	1461,55
				Subtotal	19819,32
				IVA 12%	2378,32
				TOTAL (\$)	22197,64



10. CONCLUSIONES

- La última ocurrencia de un desastre natural similar en la zona de estudio fue en el año 1995, por lo que se consideró un periodo de retorno de 25 años con el cual se llevó a cabo el cálculo del caudal máximo de diseño, esperando un evento de grandes magnitudes en el caso más extremo.
- Mediante los datos históricos de la estación meteorológica “Rumihurco”, se estableció que la precipitación media anual de la cuenca es de 1011,55 mm/año, se determinó el tiempo de concentración con la fórmula de Kirpich en 0,1049 horas.
- Se utilizó el software ArcGIS para obtener los parámetros morfométricos de la zona de estudio, la longitud de la quebrada es de 1,20 kilómetros y su pendiente es de 0,4156%. Se determinó que el área de la cuenca es de 1,06 km² de superficie y una forma oval redonda.
- El caudal medio anual es relativamente bajo, pero el evento ocurrido el 31 de enero de 2022 nos demostró que el caudal puede aumentar significativamente por las precipitaciones ocurridas, dando como resultado la generación de un evento extraordinario como el aluvión ocurrido.



10. CONCLUSIONES

- Debido a la falta de información hidrométrica los caudales máximos y medio anual se obtuvieron con el método de Sandoval y Aguilera, dando valores de 15,90 l/s y 1,756 m³/s respectivamente.
- No se considero la fuerza sísmica en el cálculo estructural, debido a que la presa de gaviones es una estructura flexible.
- Dentro del estudio se tiene una clasificación de suelo TIPO D, TIPO C, TIPO D en cada una de las líneas ensayadas lo que nos da como resultado un SUELO TIPO D, que según la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción), es un tipo de suelo que está compuesto por perfiles de suelos rígidos que cumplen con el criterio de velocidad de onda cortante, lo que lo hace óptimo para la construcción del proyecto.



10. CONCLUSIONES

- Las presas de gaviones son una solución confiable y eficaz para estabilizar y proteger taludes debido a su fácil construcción, además de ser una obra permeable que permitiendo que no se generen presiones hidrostáticas haciendo de estas obras duraderas y económicas.
- Para evitar que los gaviones puedan llegar a fallar por factores como: deslizamiento de la base, volcamiento, o inestabilidad se ha considerado el peso propio de los gaviones para cumplir con las condiciones de seguridad.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



11. RECOMENDACIONES

- Para mejorar la precisión de las secciones transversales del cauce de la quebrada se recomienda obtener cartas topográficas de menor escala para generar curvas de nivel cada 5 metros.
- En vista de construcciones cercanas al cauce de la quebrada, se recomienda realizar el ensayo de sísmica de refracción lo más alejado posible para evitar interferencias con las ondas de corte.
- Para evitar otro evento como el ocurrido en enero del 2022, se recomienda no construir cerca del cauce de la quebrada como lo indica la normativa vigente
- Llevar a cabo un análisis de riesgo de pérdidas tanto humanas como económicas para de esta forma determinar un factor de seguridad que permita mitigar los daños ocurridos por el aluvión.



11. RECOMENDACIONES

- Realizar un plan de mantenimiento de las obras hidráulicas para evitar futuras catástrofes.
- Seleccionar las secciones transversales de menor área para la implantación de las presas de gaviones debido a que si el área de la sección es excesiva, tendremos un gasto excesivo de material, lo que implica el aumento del presupuesto del proyecto.
- Inspeccionar el terreno para poder extender las líneas de la sísmica, una mayor extensión en los puntos de ensayo da mejores resultados que líneas cortas.



¡GRACIAS!



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

