



2. La muestra representativa húmeda se deberá colocar en el recipiente. Para ello, se debe registrar el peso del recipiente y del material húmedo colocados en la balanza electrónica.



Figura 36: Pesado del recipiente con el material húmedo y su respectivo registro

Fuente: Elaboración propia

3. Seguidamente, el recipiente con el material húmedo debe ser colocados en el horno a una temperatura específica que es a $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta que el material alcance una masa y apariencia constante que se da en un periodo de 12 a 16 horas.

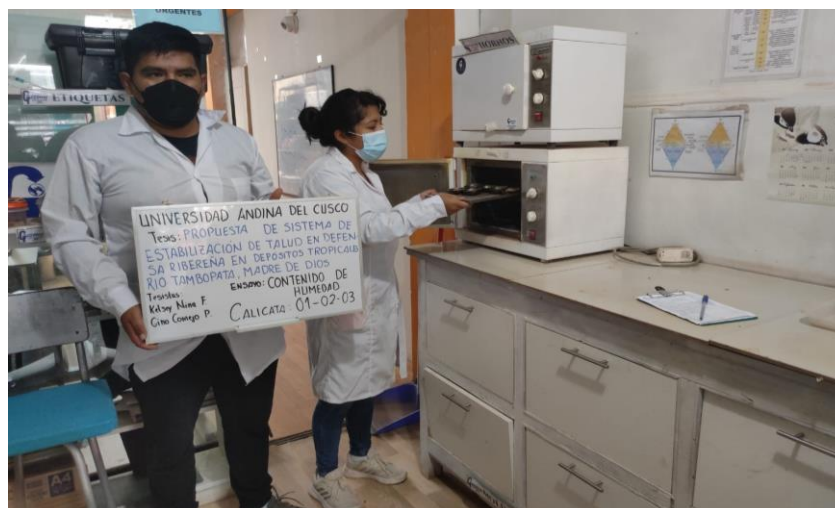


Figura 37: Colocado de la muestra en el horno a temperatura constante para secado

Fuente: Elaboración propia

4. Finalmente se retira el recipiente con el material y se dejará al enfriamiento hasta que se pueda manipular de forma confortable manualmente y así no éste no afecte en su peso. Luego debe ser pesado el recipiente con la muestra secado al horno usando la misma balanza electrónica.



Figura 38: Pesado final de las muestras secas retiradas del horno
Fuente: Elaboración propia

c) Toma de datos

Tabla 48: Toma de Datos para Ensayo de "Contenido de Humedad" C-01

ENSAYO: "CONTENIDO DE HUMEDAD" PARA MUESTRAS DE SUELO			
NTP-339.127 - ASTM-D2216			
Técnicos:	Kelsey Kamila Nina Farfan	<u>Calicata:</u>	C-01
	Gino Cornejo Pimentel	<u>Profundidad:</u>	0.10 - 1.50
Ubicación:	Tramo Río Tambopata - Madre de Dios	<u>Fecha:</u>	Febrero - 2022
MUESTRA <u>1</u>		ESTRATO: <u>E-02</u>	
Muestra N°	1	2	
Peso de la Cápsula (gr)	18.65	18.69	
Peso de la Cápsula+Suelo Húmedo (gr)	39.81	36.4	
Peso de la Cápsula+ Suelo Seco (gr)	36.94	34.13	
Peso del Suelo Seco (gr)			
Contenido de humedad (%)			
PROMEDIO			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 49: Toma de Datos para Ensayo de "Contenido de Humedad" C-02

ENSAYO: "CONTENIDO DE HUMEDAD" PARA MUESTRAS DE SUELO			
NTP-339.127 - ASTM-D2216			
Técnicos:	Kelsey Kamila Nina Farfan	<u>Calicata:</u>	C-02
	Gino Cornejo Pimentel	<u>Profundidad:</u>	0.10 - 1.50
Ubicación:	Tramo Río Tambopata - Madre de Dios	<u>Fecha:</u>	Febrero - 2022
MUESTRA <u>2</u>		ESTRATO: <u>E-02</u>	
Muestra N°	1	2	
Peso de la Cápsula (gr)	18.53	18.00	
Peso de la Cápsula+Suelo Húmedo (gr)	40.21	38.07	
Peso de la Cápsula+ Suelo Seco (gr)	37.56	35.47	
Peso del Suelo Seco (gr)			
Contenido de humedad (%)			
PROMEDIO			

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 50: Toma de Datos para Ensayo de "Contenido de Humedad" C-03

ENSAYO: "CONTENIDO DE HUMEDAD" PARA MUESTRAS DE SUELO			
NTP-339.127 - ASTM-D2216			
Tesisistas:	Kelsey Kamila Nina Farfan	Calicata:	C-03
	Gino Comejo Pimentel	Profundidad:	0.10 - 1.50
Ubicación:	Tramo Río Tambopata - Madre de Dios	Fecha:	Febrero - 2022
MUESTRA <u>3</u>		ESTRATO: <u>E-02</u>	
Muestra N°	1	2	
Peso de la Cápsula (gr)	18.3	14.34	
Peso de la Cápsula+Suelo Húmedo (gr)	37.53	37.73	
Peso de la Cápsula+ Suelo Seco (gr)	35.12	34.63	
Peso del Suelo Seco (gr)			
Contenido de humedad (%)			
PROMEDIO			

Fuente: Elaboración Propia

3.5.5. Ensayo de Análisis Granulométrico por tamizado

a) Equipos utilizados en la prueba

- Juego de Tamices con malla cuadrada según la NTP-339.128 - ASTM-D4318 para el análisis granulométrico
- Balanza electrónica con sensibilidad de 0.10gr
- Horno eléctrico para secado
- Recipientes plásticos, cepillo metálico y brochas
- Muestra representativa y cuarteada de suelo

Muestra

- La muestra de suelo debe ser lavada y secada al aire libre
- Cuartear cierta cantidad de suelo para obtener la muestra representativa.

b) Procedimiento

1. Pesar la muestra previamente cuarteada y dejarla secar al horno por un periodo de 24 horas.



Figura 39: Pesaje de muestra representativa

Fuente: Elaboración propia

2. Se lava haciendo pasar chorros de agua haciendo pasar por la malla N°200, luego el material retenido debe ser secado en el horno eléctrico. Pasado este lavado se procede a pesar la muestra fría y así obtener el peso lavado y seco de la muestra representativa.



Figura 40: Lavado de material por la malla N° 200

Fuente: Elaboración propia

3. A continuación, la muestra total se echa por la parte superior del juego de tamices y se empieza a sacudir alrededor de diez minutos. Al proceder con el zarandeo se debe tener sumo cuidado de no perder material.



Figura 41: Puesta de muestra pesada en juego de tamices

Fuente: Elaboración propia

4. Finalmente se obtendrá una cantidad de muestra retenido en cada malla las que deben ser pesadas y registradas.



Figura 42: Zarandeo y Pesaje de muestras retenidas en cada malla

Fuente: Elaboración propia

c) Toma de Datos



Tabla 51: Toma de Datos para Ensayo de "Análisis Granulométrico" C-01

ENSAYO: "ANALISIS GRANULOMETRICO" DE SUELO POR TAMIZADO					
NTP-339.128 - ASTM-D4318					
Tesisistas:	Kelsey Kamila Nina Farfan			Estrato:	E-02
	Gino Cornejo Pimentel			Fecha:	Febrero - .2022
Ubicación:	Tramo Río Tambopata - Madre de Dios				
MUESTRA:	<u>1</u>				
Código:	<u>C-01</u>		Peso de la muestra: (gr.)		CLASIFICACIÓN SUCS:
			inicial:	725.00	
Prof.(m)	<u>0.10 - 1.50</u>		desp de lavar:	88.78	
Abertura del Tamiz		Peso Retenido	Peso	Retenido	Pasante
Tamiz	mm	(gr)	Corregido (gr)	%	%
3"	76.2	0.00			
2"	50.8	0.00			
1"	25.4	0.00			
3/4"	19.05	0.00			
3/8"	9.53	0.00			
1/4"	6.35	0.00			
# 4	4.75	0.00			
# 8	2.38	0.00			
# 16	1.19	0.20			
# 30	0.59	0.10			
# 50	0.3	0.12			
# 100	0.15	37.68			
# 200	0.07	48.79			
cazuela	0.0	1.89			
		88.78			

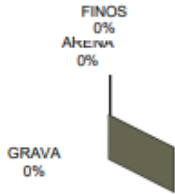
Tabla 52: Toma de Datos para Ensayo de "Análisis Granulométrico" C-02

ENSAYO: "ANALISIS GRANULOMETRICO" DE SUELO POR TAMIZADO					
NTP-339.128 - ASTM-D4318					
Tesisistas:	Kelsey Kamila Nina Farfan			Estrato:	E-02
	Gino Cornejo Pimentel			Fecha:	Febrero - .2022
Ubicación:	Tramo Río Tambopata - Madre de Dios				
MUESTRA:	<u>2</u>				
Código:	<u>C-02</u>		Peso de la muestra: (gr.)		CLASIFICACIÓN SUCS:
			inicial:	751.00	
Prof.(m)	<u>0.10 - 1.50</u>		desp de lavar:	146.44	
Abertura del Tamiz		Peso Retenido	Peso	Retenido	Pasante
Tamiz	mm	(gr)	Corregido (gr)	%	%
3"	76.2	0.00			
2"	50.8	0.00			
1"	25.4	0.00			
3/4"	19.05	0.00			
3/8"	9.53	0.00			
1/4"	6.35	0.00			
# 4	4.75	0.00			
# 8	2.38	0.27			
# 16	1.19	0.06			
# 30	0.59	0.16			
# 50	0.3	0.95			
# 100	0.15	64.17			
# 200	0.07	79.27			
cazuela	0.0	1.56			
		146.44			

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 53: Toma de Datos para Ensayo de "Análisis Granulométrico" C-03

ENSAYO: "ANALISIS GRANULOMETRICO" DE SUELO POR TAMIZADO					
NTP-339.128 - ASTM-D4318					
Tesisistas:	Kelsey Kamila Nina Farfan Gino Cornejo Pimentel	<u>Estrato:</u>	E-02		
		<u>Fecha:</u>	Febrero - .2022		
Ubicación:	Tramo Río Tambopata - Madre de Dios				
MUESTRA:	<u>3</u>	<u>Peso de la muestra: (gr.)</u>		CLASIFICACIÓN SUCS: 	
Código:	<u>C-03</u>	inicial:	740.00		
Prof.(m)	<u>0.10 - 1.50</u>	desp de lavar:	142.54		
Abertura del Tamiz		Peso Retenido	Peso	Retenido	Pasante
Tamiz	mm	(gr)	Corregido (gr)	%	%
3"	76.2	0.00			
2"	50.8	0.00			
1"	25.4	0.00			
3/4"	19.05	0.00			
3/8"	9.53	0.00			
1/4"	6.35	0.00			
# 4	4.75	0.00			
# 8	2.38	0.00			
# 16	1.19	0.03			
# 30	0.59	0.13			
# 50	0.3	0.45			
# 100	0.15	68.23			
# 200	0.07	71.63			
cazuela	0.0	2.07			
		142.54			

Fuente: Elaboración Propia

3.5.6. Ensayo de Límites de Consistencia

a) Equipos utilizados en la prueba

▪ Límite Líquido

- Copa Casagrande
- Tamiz N°40
- Recipientes de porcelana
- Taras o recipientes metálicos
- Espátula
- Acanalador
- Pipeta



- Horno eléctrico
- Balanza electrónica
- **Límite Plástico**
 - Vidrio Esmerillado
 - Balanza de precisión
 - Taras o recipientes metálicos
 - Horno eléctrico

b) Procedimiento

▪ **Límite Líquido**

1. Pulverizar la cantidad suficiente de muestra seca y obtener una muestra representativa del material el cual ha de haber pasado el tamiz N°40 obteniendo una cantidad de 250 ± 20 gr.



Figura 43: Preparación de la muestra convertida en pasta

Fuente: Elaboración propia

2. Agregar agua con una pipeta a la muestra hasta conseguir una pasta uniforme de consistencia plástica, removiendo y agregando agua.



Figura 44: Colocado de la pasta en la cuchara de la Copa Casagrande

Fuente: Elaboración propia

3. Montar la Copa de Casagrande, teniendo en cuenta que debe estar limpia, seca y funcional para iniciar con el ensayo.
4. Colocar la pasta uniforme en la cuchara de la Copa Casagrande, alisando a una altura uniforme con la ayuda de la espátula, evitando generar espacios en la masa de suelo, finalmente con el acanalador separar la pasta de suelo en dos mitades simétricas y de un solo movimiento.



Figura 45: División simétrica con el acanalador

Fuente: Elaboración propia

5. Girar la manivela de la Copa de Casagrande a una velocidad estimada de dos revoluciones por segundo 2rev/sg; hasta que el surco se cierre aproximadamente $\frac{1}{2}$ " en la muestra.



6. Se procede a revolver la pasta de la Copa de Casagrande con ayuda de la espátula seguidamente se procede con los pasos 5. Y 6.



Figura 46: Revoluciones en la Copa Casagrande hasta juntar las partes separadas

Fuente: Elaboración propia

7. Tomar una muestra de suelo de 5gr aproximadamente en la zona donde se cerró el surco y proceder a pesarla, y así obtener el gráfico semi logarítmico de humedad vs número de golpes, luego colocar en el horno durante 24 horas a temperatura constante de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ y obtener el peso seco.
8. Vaciar el suelo de la cápsula de la Copa Casagrande Continuar revolviendo el suelo en el recipiente de porcelana con la ayuda de la espátula seguidamente repetir los pasos del 2. al 8.
9. Finalmente pesar la muestra sacado del horno y calcular el contenido de humedad respectivo.

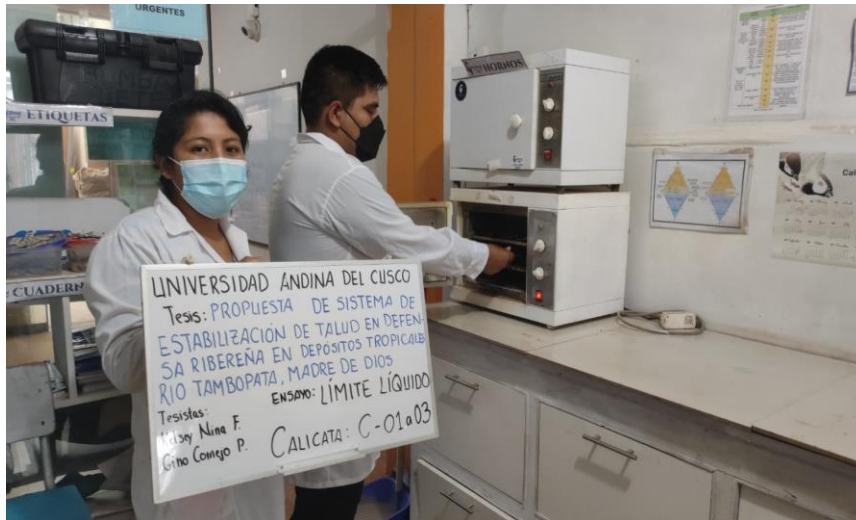


Figura 47: Secado de las muestras en el horno a temperatura constante

Fuente: Elaboración propia

▪ **Límite Plástico**

1. Tomar una muestra de pasta de suelo preparado en el ensayo del límite líquido.
2. Al tener la pasta uniforme preparada se debe moldear la muestra en forma de rollos o tubos cilíndricos de unos 3mm de diámetro y de 5cm de longitud aproximadamente, sobre una placa de vidrio esmerillado.



Figura 48: Muestra en forma de tubos cilíndricos de 3mm de diámetro y 5cm de longitud

Fuente: Elaboración propia

3. Los rollos ya hechos son colocados en recipientes pequeños metálicos identificados y son pesados para luego ser enviados al horno para secado durante 24 horas a temperatura

constante de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ y obtener el peso de cada muestra seca, finalmente repetir desde las etapas 1. A 3. Y luego promediarlos.



Figura 49: Recipientes identificados y colocados en horno para luego ser pesados

Fuente: Elaboración propia

c) Toma de Datos

Tabla 54: Toma de Datos para Ensayo de “Límites de Consistencia” C-01

ENSAYO: "LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR EL MÉTODO SUCS"						
NTP-339.129 - ASTM-D4318						
Tesistas:	Kelsey Kamila Nina Farfan Gino Cornejo Pimentel	Ensayo:	CALICATA 1			
		Fecha:	Febrero - 2022			
Ubicación:	Tramo Río Tambopata - Madre de Dios					
MUESTRA:	<u>1</u>	Estrato:	<u>E-02</u>			
Pozo:	<u>C - 01</u>	PROF. (m):	<u>0.10 - 1.50</u>			
LIMITE LÍQUIDO - ASTM 423-66						
PESOS	MUESTRA	1	2	3	4	LÍMITE LIQUIDO (%)
Peso de la Capsula (gr)		8.50	8.82	8.66	18.88	
Peso de la Capsula + Suelo Húmedo (gr)		23.54	23.82	23.76	33.88	
Peso de la Capsula (gr) + Suelo Seco (gr)		20.28	20.92	20.99	31.25	
Número de golpes		4	13	23	32	
Peso del Suelo Seco (gr)						
Contenido de Humedad (w)						
LIMITE PLÁSTICO - ASTM D424-59						
PESOS	MUESTRA	1	2			
Peso de la Capsula (gr)		18.76	18.46			
Peso de la Capsula + Suelo Húmedo (gr)		26.38	26.38			
Peso de la Capsula (gr) + Suelo Seco (gr)		25.22	25.43			
Peso del Suelo Seco (gr)						
Contenido de Humedad (w)						
LIMITE PLÁSTICO (%)						
INDICE PLÁSTICO IP=						

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 55: Toma de Datos para Ensayo de "Límites de Consistencia" C-02

ENSAYO: "LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR EL MÉTODO SUCS"						
NTP-339.129 - ASTM-D4318						
Tesisistas:	Kelsey Kamila Nina Farfan	<u>Ensayo:</u>	CALICATA 02			
	Gino Cornejo Pimentel	<u>Fecha:</u>	Febrero - 2022			
Ubicación:	Tramo Río Tambopata - Madre de Dios					
<p>MUESTRA: <u>2</u> Estrato: <u>E-02</u> PROF. (m): <u>0.10 - 1.50</u></p> <p>Pozo: <u>C - 02</u></p>						
LIMITE LÍQUIDO - ASTM 423-66						
PESOS	MUESTRA	1	2	3	4	LÍMITE LIQUIDO (%)
Peso de la Capsula (gr)		18.54	8.88	14.88	19.28	
Peso de la Capsula + Suelo Húmedo (gr)		33.64	23.60	30.24	34.80	
Peso de la Capsula (gr) + Suelo Seco (gr)		29.74	20.74	27.37	31.98	
Número de golpes		3	13	25	38	
Peso del Suelo Seco (gr)						
Contenido de Humedad (w)						
LIMITE PLÁSTICO - ASTM D424-59						
PESOS	MUESTRA	1	2			
Peso de la Capsula (gr)		15.38	15.66			
Peso de la Capsula + Suelo Húmedo (gr)		22.68	23.36			
Peso de la Capsula (gr) + Suelo Seco (gr)		21.46	22.06			
Peso del Suelo Seco (gr)						
Contenido de Humedad (w)						
LIMITE PLÁSTICO (%)						
INDICE PLÁSTICO IP=						

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 56: Toma de Datos para Ensayo de "Límites de Consistencia" C-03

ENSAYO: "LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR EL MÉTODO SUCS"						
NTP-339.129 - ASTM-D4318						
Tesisistas:	Kelsey Kamila Nina Farfan	<u>Ensayo:</u>	CALICATA 03			
	Gino Cornejo Pimentel	<u>Fecha:</u>	Febrero - 2022			
Ubicación:	Tramo Río Tambopata - Madre de Dios					
<p>MUESTRA: <u>3</u> Estrato: <u>E-02</u> PROF. (m): <u>0.10 - 1.50</u></p> <p>Pozo: <u>C - 03</u></p>						
LIMITE LÍQUIDO - ASTM 423-66						
PESOS	MUESTRA	1	2	3	4	LÍMITE LIQUIDO (%)
Peso de la Capsula (gr)		19.59	18.83	18.35	19.08	
Peso de la Capsula + Suelo Húmedo (gr)		34.27	33.42	33.40	34.18	
Peso de la Capsula (gr) + Suelo Seco (gr)		30.99	30.67	30.91	31.91	
Número de golpes		2	11	23	38	
Peso del Suelo Seco (gr)						
Contenido de Humedad (w)						
LIMITE PLÁSTICO - ASTM D424-59						
PESOS	MUESTRA	1	2			
Peso de la Capsula (gr)		18.71	17.88			
Peso de la Capsula + Suelo Húmedo (gr)		29.64	28.48			
Peso de la Capsula (gr) + Suelo Seco (gr)		27.86	26.77			
Peso del Suelo Seco (gr)						
Contenido de Humedad (w)						
LIMITE PLÁSTICO (%)						
INDICE PLÁSTICO IP=						

Fuente: Elaboración Propia



3.5.7. Ensayo de Peso Específico

a) Equipos utilizados en la prueba

- Horno eléctrico a temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Probeta de 500cm^3 de volumen
- Balanza precisión 0.1 gr
- Embudo de absorción, varilla de apisonado metálico
- Bomba de vacíos
- Bandejas, taras, brocha, espátula metálica

Muestra

- La muestra debe estar cuarteada en una cantidad de cien gramos (100) aproximadamente, secar en el horno a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ luego enfriar.

b) Procedimiento

1. Se coloca la muestra fina en un recipiente con agua y dejar reposar un tiempo de 24 hr.
2. Se procede a decantar el agua del recipiente y se extiende el agregado fino en una bandeja y se deja secar en la estufa a temperatura constante.

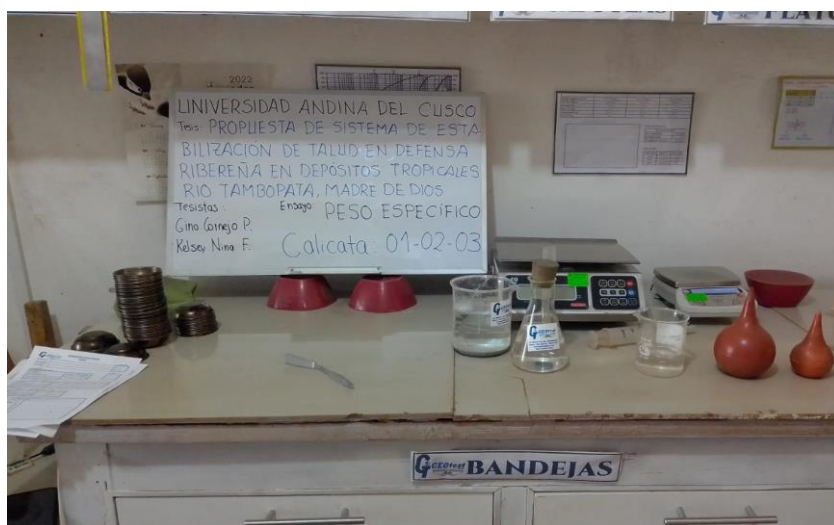


Figura 50: Vista de materiales de ensayo Peso Específico

Fuente: Elaboración propia



3. Seguidamente se coloca en un molde cónico y golpea aproximadamente 25 veces con la varilla de apisonado, luego se introduce en el recipiente la muestra de 100gr de material aproximadamente con agua destilada.

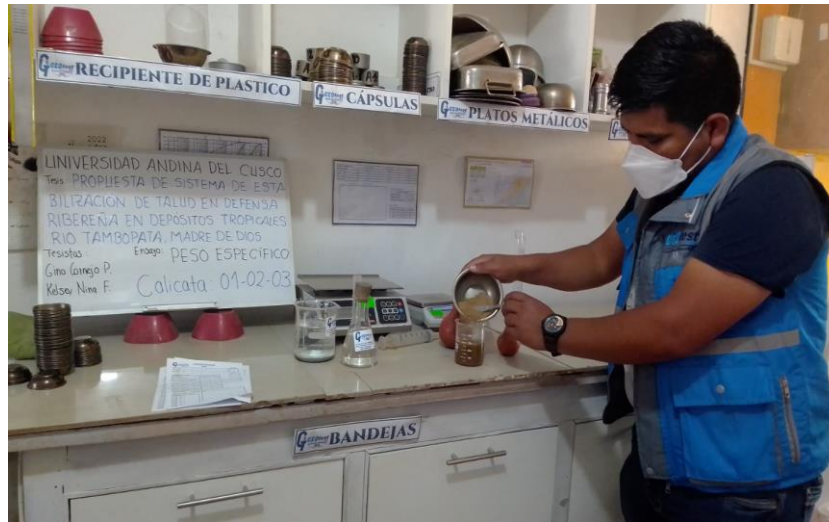


Figura 51: Se introduce la muestra de 100gr al recipiente con agua destilada

Fuente: Elaboración propia

4. A continuación, se agita el frasco hasta eliminar los espacios vacíos en este caso las burbujas manualmente, y mecánicamente con la bomba de vacíos.
5. Al eliminar el aire, se llena el frasco hasta los 100cm³ de capacidad y se procede a pesar.

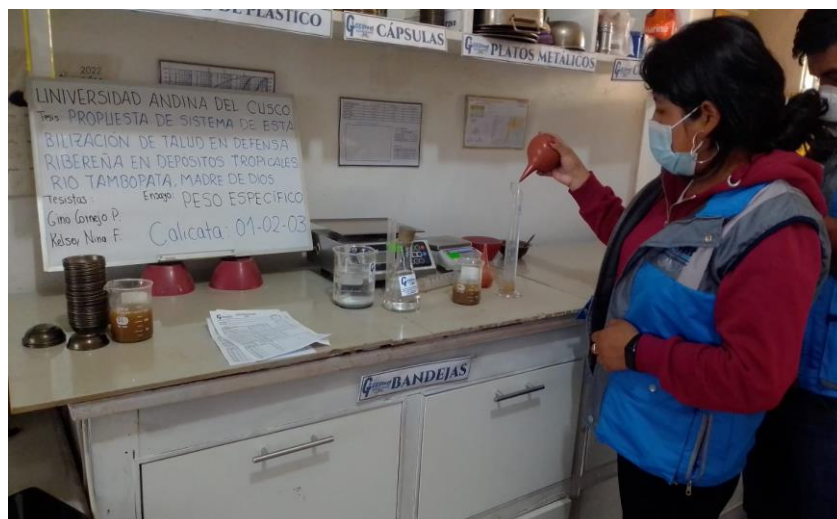


Figura 52: Se llena la probeta hasta los 100cm³ y se procede a pesar.

Fuente: Elaboración propia



6. Finalmente se elimina el agua y se saca el material fino para luego ponerlo a secar en un bowl a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ por un lapso de 24 hrs luego se pesa y anota.





Figura 53: Material introducido en el horno por un lapso de 24 horas para luego ser pesado.

Fuente: Elaboración propia

c) Toma de Datos



Tabla 57: Toma de Datos para Ensayo de “Peso Específico” Calicata 01

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
TESIS: “EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SISTEMA DE ESTABILIZACIÓN DE TALUD PARA DEFENSA RIBEREÑA EN SUELOS FINOS, RIO TAMBOPATA - MADRE DE DIOS 2022”					
ENSAYO: "PESO ESPECÍFICO"					
NTP 400.021					
Tesisistas:		Kelsey Kamila Nina Farfan Gino Cornejo Pimentel		Calicata:	Calicata 01
Ubicación:		Tramo Río Tambopata - Madre de Dios		Fecha:	febrero - 202
MUESTRA:		1		PROF. (m):	0.10 - 1.50
Pozo:		C01		Estrato:	E-02
AGREGADO FINO				Unidad	
Peso de Muestra Seca		109.51		gr	
Peso (fiola+muestra sss+agua)		345		gr	
Peso (fiola + agua)		220		gr	
Volumen de la muestra		58		cm3	
Peso Específico					

Fuente: Elaboración Propia





Tabla 58: Toma de Datos para Ensayo de "Peso Especifico" Calicata 02

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p> <p style="text-align: center;">TESIS: "EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SISTEMA DE ESTABILIZACIÓN DE TALUD PARA DEFENSA RIBEREÑA EN SUELOS FINOS, RIO TAMBOPATA - MADRE DE DIOS 2022"</p> 			
ENSAYO: "PESO ESPECÍFICO"			
NTP 400.021			
Tesistas:	Kelsey Kamila Nina Farfan Gino Cornejo Pimentel	<u>Calicata:</u>	Calicata 02
Ubicación:	Tramo Río Tambopata - Madre de Dios	<u>Fecha:</u>	Febrero - 2022
MUESTRA:	<u>2</u>	<u>PROF. (m):</u>	10 - 1.50
Pozo:	<u>C02</u>	Estrato:	<u>E-02</u>
AGREGADO FINO		Unidad	
Peso de Muestra Seca	110.89	gr	
Peso (fiola+muestra sss+agua)	366	gr	
Peso (fiola + agua)	221	gr	
Volumen de la muestra	60	cm3	
Peso Específico			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 59: Toma de Datos para Ensayo de "Peso Especifico" Calicata 03

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p> <p style="text-align: center;">TESIS: "EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SISTEMA DE ESTABILIZACIÓN DE TALUD PARA DEFENSA RIBEREÑA EN SUELOS FINOS, RIO TAMBOPATA - MADRE DE DIOS 2022"</p> 			
ENSAYO: "PESO ESPECÍFICO"			
NTP 400.021			
Tesistas:	Kelsey Kamila Nina Farfan Gino Cornejo Pimentel	<u>Calicata:</u>	Calicata 03
Ubicación:	Tramo Río Tambopata - Madre de Dios	<u>Fecha:</u>	Febrero - 2022
MUESTRA:	<u>3</u>	<u>PROF. (m):</u>	10 - 1.50
Pozo:	<u>C03</u>	Estrato:	<u>E-02</u>
AGREGADO FINO		Unidad	
Peso de Muestra Seca	111.46	gr	
Peso (fiola+muestra sss+agua)	368	gr	
Peso (fiola + agua)	220	gr	
Volumen de la muestra	61	cm3	
Peso Específico			

Fuente: Elaboración Propia



3.5.8. Ensayo de DPL (Penetración Dinámica Ligera)

a) Equipos utilizados en la prueba

- Equipo de Cono Sowers
- Equipo de protección (chales, casco, pala, pico)
- Cámara Fotográfica

Terreno

Consiste en una prueba in situ en campo, el terreno debe quedar nivelado y limpio en el fondo de las calicatas excavadas en el tramo del embarcadero Botafogo del Río Tambopata – Madre de Dios.

b) Procedimiento

1. Se debe tener lista la calicata excavada a 1.00m aproximadamente por debajo del nivel de terreno, de ahí se extrajo las muestras para los ensayos correspondientes y se debe dejar la calicata con la base nivelada y limpia.



Figura 54: Calicata excavada a 1.00 m para ensayo DPL

Fuente: Elaboración propia

2. Se identifica las calicatas para realizar el ensayo de Penetración Dinámica Ligera. Ubicado el equipo dentro de la zona a auscultar se procede a levantar el martillo el n°

de veces necesarias y llegar a hincar el equipo 10cm en la base de la calicata, se debe anotar el n° de golpes por c/10cm de penetración.



Figura 55: Auscultación de suelo con equipo penetrómico ligero

Fuente: Elaboración propia

c) Toma de Datos

Tabla 60: Toma de Datos para Ensayo "DPL" Perfil C-01, C-02, C-03

ENSAYO: "PENETROMÉTRICO DINÁMICO - DPL"					
Tesisistas:	Kelsey Kamila Nina Farfan			<u>Calicata:</u>	C - 01, 02, 03
	Gino Cornejo Pimentel			<u>Profundidad:</u>	0.10 - 1.00
Ubicación:	Tramo Río Tambopata - Madre de Dios			<u>Fecha:</u>	Febrero - .2022
ESTIMA PARÁMETROS GEOTÉCNICOS					
<u>Calicata N°01</u>		<u>Calicata N°02</u>		<u>Calicata N°03</u>	
PROFUNDIDAD D (m)	N° DE GOLPES	PROFUNDIDAD (m)	N° DE GOLPES	PROFUNDIDAD D (m)	N° DE GOLPES
0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.10	3	0.10	2	0.10	2
0.20	5	0.20	5	0.20	5
0.30	6	0.30	7	0.30	5
0.40	7	0.40	6	0.40	6
0.50	5	0.50	6	0.50	5
0.60	5	0.60	4	0.60	4
0.70	6	0.70	5	0.70	4
0.80	3	0.80	3	0.80	2
0.90	2	0.90	3	0.90	1

Fuente: Elaboración Propia

3.5.9. Estudio Hidrológico

3.5.9.1. Caracterización Fisiográfica de Cuenca

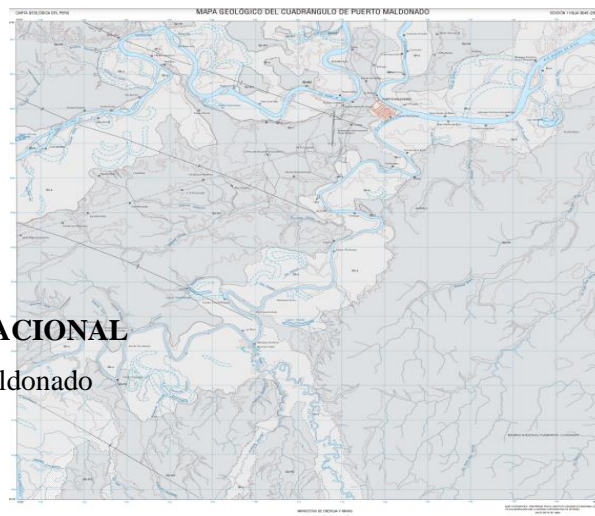
a) Equipos utilizados en el estudio



- Datos Hidrometeorológicos proporcionados por SENAMHI Zona 12
- Información Cartográfica de: Instituto Nacional (ING) y INGEMMET (Ministerio de Energía y Minas)

b) Procedimiento

- **Cartografía:** Se identifica la cuenca hidrográfica para el estudio hidrológico, correspondiente a la zona Río Tambopata – Madre de Dios.



CARTA NACIONAL

Nombre: Puerto Maldonado
Código: 26 –Y
Zona: 19
Cuadrícula: L
Hemisferio: Sur

Figura 56: Carta Nacional-Puerto Maldonado Escala 1:100 000

Fuente: INGEMMET (Ministerios de Energía y Minas)

- **Identificación de Cuenca:** Se realiza la identificación de la cuenca del Puerto Botafogo del Río Tambopata – Madre de Dios para lo cual se utilizó la Carta Nacional del departamento de Madre de Dios que nos permitirá identificar el área de estudio, posteriormente se georreferenció en el software Google Earth poligonizando el área luego abrir el archivo kmz en Global Mapper la cual nos proporcionará las curvas de nivel y alturas de la zona para su delimitación seguidamente abrimos el software WMS que nos permitió determinar los parámetros geomorfológicos como el área de la cuenca, perímetro, longitud de cauce etc por ser un área de diseño para defensa ribereña se delimitó el río Tambopata con todos sus afluentes.

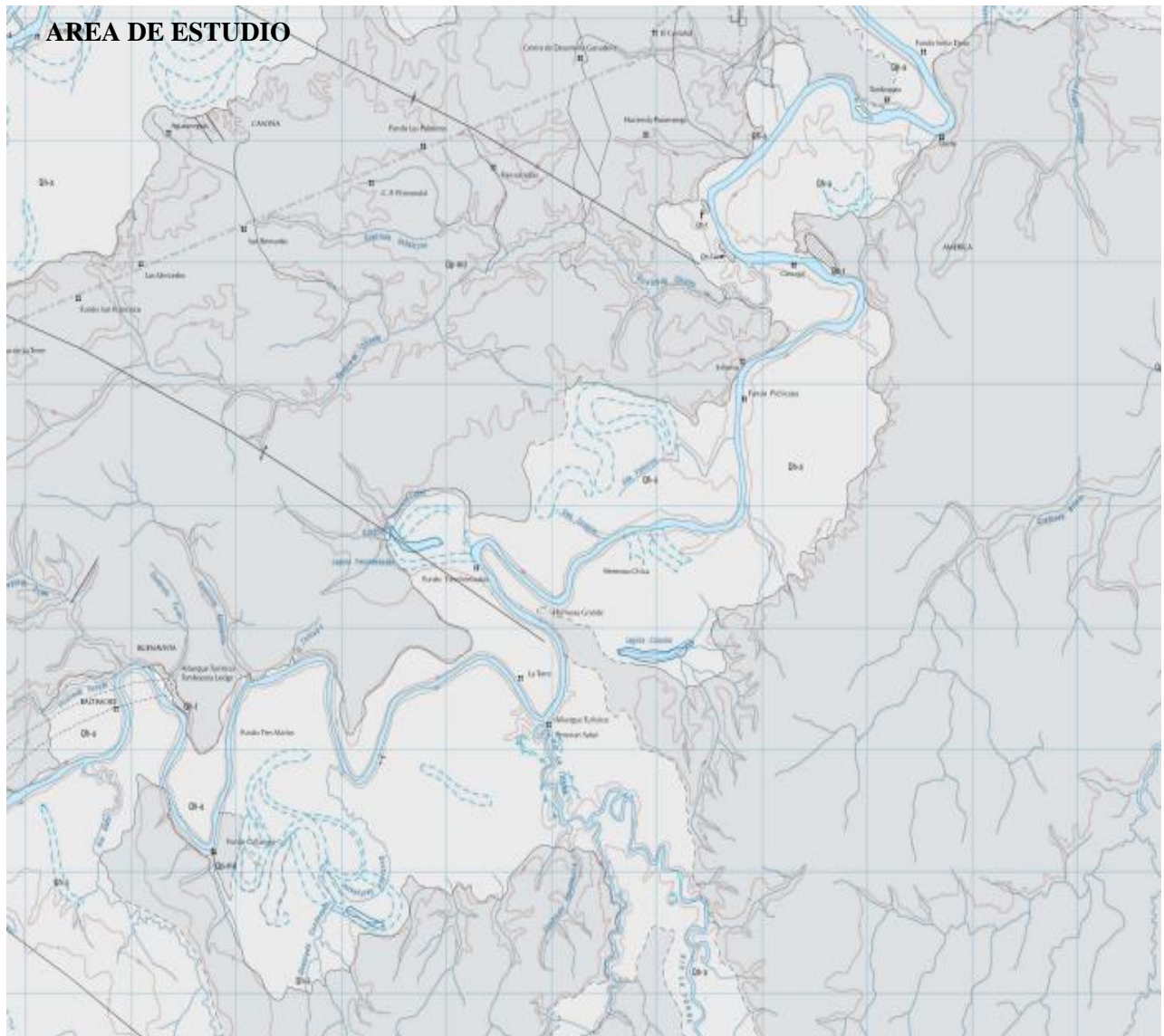


Figura 57: Cuenca C-01 – Puerto Botafogo

Fuente: INGEMMET (Ministerios de Energía y Minas)-Departamento Madre de Dios

- **Procedimiento preliminar para delimitación de cuenca de área de estudio:** Para ello iniciamos identificando las coordenadas de un punto representativo del área a estudiar utilizando el software Google Earth Pro para guardarlo en formato (kmz) luego se procede a abrirlo en el software Global Mapper en donde se configuró las unidades en (m) y se determinó el tipo de coordenadas en (UTM) en la zona “-19S correspondiente al hemisferio sur”.

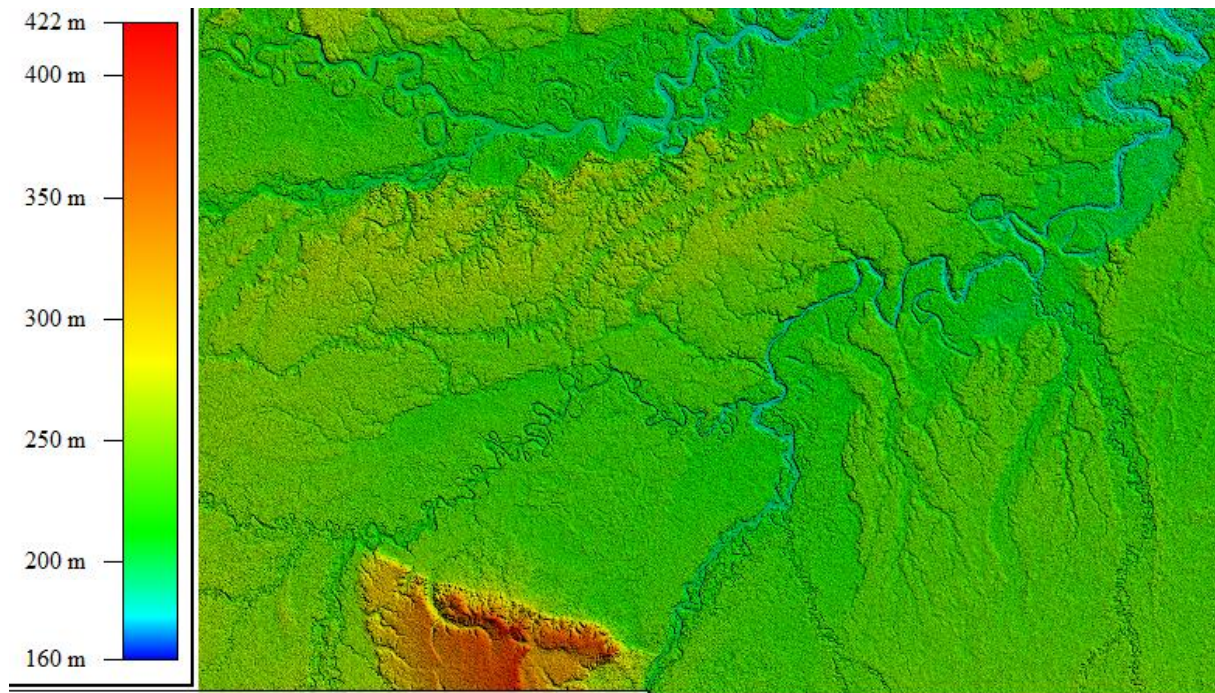


Figura 58: Cuenca C-01– Río Tambopata

Fuente: Elaboración Propia en software Global Mapper

- **Delimitación de cuenca de área de estudio en software WMS:** Se procede a cargar el archivo en el programa WMS 9.1 la cual por sus funciones prácticas permite la simulación del flujo de drenaje de la cuenca del río Tambopata y la delimitación de la cuenca seleccionada desde la cabecera hasta la zona de estudio para el diseño.
- El programa mediante la función DEM permitió generar el flujo del río Tambopata, luego seleccionamos la línea de influencia del área de estudio y procedemos a delimitar la cuenca, el mencionado programa nos permite obtener todos los parámetros de la cuenca del área de estudio como: área de cuenca, pendiente media, longitud y perímetro de la cuenca, elevación media etc.

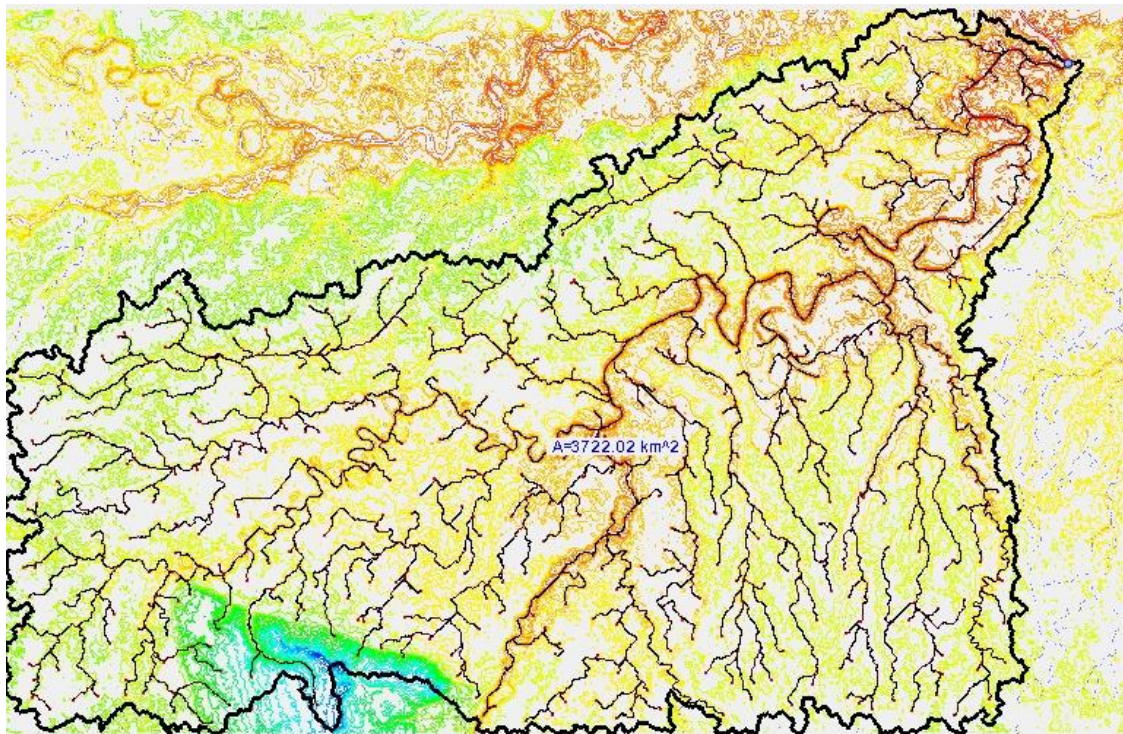


Figura 59: Delimitación de Cuenca C-01

Fuente: Elaboración Propia en software WMS

- Finalmente se muestra una delimitación limpia de la micro cuenca también la simbología de los parámetros hallados que serán definidos a continuación:

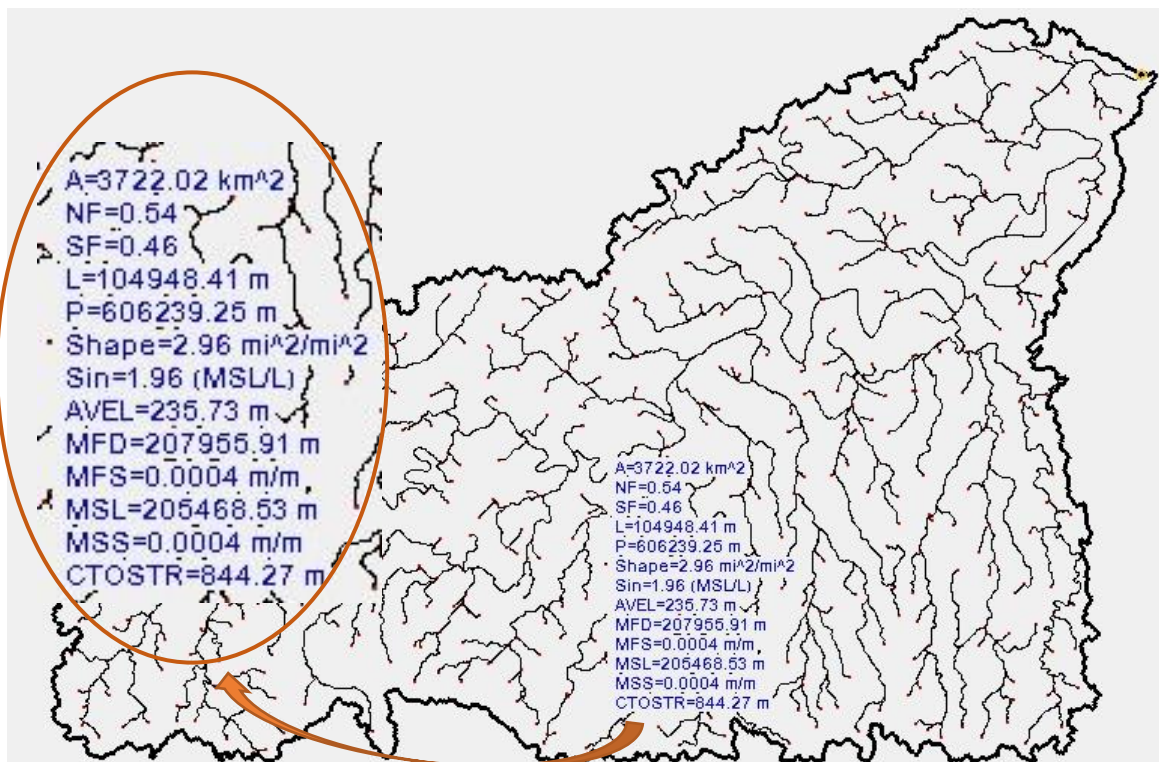


Figura 60: Parámetros obtenidos de la cuenca C-01, Río Tambopata

Fuente: Elaboración Propia en software WMS



c) Toma de datos

Tabla 61: Parámetros de cuenca obtenidos de software WMS

PARÁMETROS DE LA CUENCA				
Descripción	Símbolo	Unidad	Micro Tambopata	Cuenca
Área de cuenca	A	km ²	3722.02	
Pendiente media de la cuenca	BS	m/m	0.0581	
Distancia media del flujo superficial en la cuenca	AOFD	m/m	1076.55	
Porcentaje de cuenca cuyo aspecto se dirige al Norte	NF	%	0.54	
Porcentaje de cuenca cuyo aspecto se dirige al Sur	SF	%	0.46	
Longitud de la cuenca	L	m	104948.41	
Perímetro de la cuenca	P	m	606239.25	
Factor de forma de cuenca	Forma		2.96	
Factor de sinuosidad de la cuenca	Sin		1.96	
Elevación media de la cuenca	AVEL	m.s.n.m	235.73	
Distancia máxima de caudal de la cuenca, incluye tanta tierra flujo de canal	MFD	m	207955.91	
Pendiente del MFD	MFS	m	0.0004	
Longitud de río principal	MSL	m	205468.53	
Pendiente del río principal	MSS	m/m	0.0004	
Distancia desde el centroide de la cuenca hasta el punto más cercano asociado con el MFD	CTOSTR	m	844.27	

Fuente: Elaboración Propia

3.5.9.2. Regionalización de Datos Pluviométricos

a) Equipos Utilizados

- Información Hidrometeorológica proporcionada por SENAMHI – Filial Cusco Zona 12

b) Procedimiento

- El departamento de Puerto Maldonado cuenta con más de tres estaciones Meteorológicas de las cuales se usaron las siguientes estaciones de Puerto Maldonado (Madre de Dios), Tambopata (Puno) y Quincemil (Cusco) que se encuentran ubicados en un rango de 9km entre ellos.

- También se cuenta con información de la estación meteorológica de Tambopata perteneciente al departamento de Puno ya que se cuenta con la información y es pertinente a la cuenca de Madre de Dios las cuales son adecuadas para el presente estudio hidrológico.
- La obtención de información hidrológica de los datos meteorológicos es proporcionada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú-SENAMHI y MINAG-ALA MALDONADO-Perú con la finalidad de obtener las precipitaciones máximas diarias de 24 hrs registradas en cada Estación Pluviométrica con un registro de 42 años.



Figura 61: Ubicación de Estación Meteorológica, Puerto Maldonado, Tambopata y Quincemil

Fuente: Elaboración Propia mediante software Google Earth

c) Toma de Datos

Tabla 62: Red Hidrometeorológica utilizada

Estación	Altitud(msnm)	Coordenadas geográficas		Años de registro
		Latitud(°c)	Longitud (°c)	
Puerto Maldonado	209	12°35'14.28"	69°12'31.85"	42
Tambopata	1373	14°13'31.03"	69°9'42.42"	42
Quincemil	651	13°13'44.15"	70°45'15.84"	42

Fuente: Elaboración Propia



Precipitación máxima 24 horas:

A continuación, se muestra el registro de precipitaciones proporcionado por SENAMHI- Zona 12 Cusco en las tablas a continuación:

Tabla 63: "Precipitación Máxima 24 horas"- ESTACIÓN PUERTO MALDONADO

PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS EN (mm)													
ESTACION: PUERTO MALDONADO	LAT: 12°35'14.28"			DIST: Tambopata									
CÓDIGO: 100109	LONG: 69°12'31.85"			PRO: Tambopata									
	ALT: 209 msnm			DEPT: Madre de Dios									
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAX
1980													0.00
1981													0.00
1982		220					127						220.00
1983													0.00
1984				182						169			182.00
1985	167										124		167.00
1986													0.00
1987	113.00	65.50	100.50	48.00	37.30	42.70	5.90	6.50	30.50	25.00	70.50	65.60	113.00
1988	95.30	58.30	113.30	53.40	88.40	60.00	21.00	54.50	34.80	67.40	73.60	141.90	141.90
1989	56.00	68.00	37.30	53.50	40.50	56.40	66.50	27.00	10.20	84.50	84.40	77.20	84.50
1990	114.30	143.20	78.40	71.40	18.50	35.80	2.60	45.30	32.40	48.20	50.60	61.20	143.20
1991	81.00	54.50	33.40	81.00	7.10	12.70	61.20	43.40	20.80	20.60		107.00	107.00
1992	69.00	72.10	48.20	53.10	25.20	17.00	18.30	7.10	21.40	45.90	73.40	57.60	73.40
1993	10.00	30.00	70.50	121.70		48.60	6.20		50.00	39.40	26.10	36.60	121.70
1994	67.30	74.30	28.00			1.40		8.70					74.30
1995													0.00
1996													0.00
1997													0.00
1998							4.80	51.30	40.50	76.90		52.00	76.90
1999	56.90	75.80	60.50		26.30	23.20	8.00	1.70	71.40	50.00	66.80	41.70	75.80
2000	44.00	65.50	107.50	48.00	37.30	42.70	5.90	6.50	30.50	25.00	70.50	65.60	107.50
2001	158.30	58.30	113.30	53.40	88.40	60.00	21.00	54.50	34.80	67.40	73.60	158.90	158.90
2002	32.00	68.00	37.30	53.50	40.50	56.40	66.50	27.00	10.20	94.00	94.70	77.20	94.70
2003	117.40	153.80	78.40	71.40	18.50	35.80	2.60	45.30	32.40	48.20	50.60	61.20	153.80
2004	92.00	54.50	33.40	81.00	7.10	12.70	61.20	43.40	20.80	20.60		113.00	113.00
2005	78.00	72.10	48.20	53.10	25.20	17.00	18.30	7.10	21.40	45.90	73.40	57.60	78.00
2006	110.00	30.00	70.50	120.30		48.60	6.20		50.00	39.40	26.10	36.60	120.30
2007	64.30	70.60	28.00			1.40		8.70					70.60
2008	145.00	111.80	53.30	27.00	21.20	0.00	11.20	22.30	16.00	25.00	53.00	58.60	145.00
2009	82.20	45.50	55.10	58.00	63.50	35.60	50.20	25.20	18.20				82.20
2010									42.50				42.50
2011		121.60	80.30	67.00	50.00	47.90	7.20	12.60	26.60	65.00	22.00	123.30	123.30
2012	28.20	119.70	55.00	57.10	28.00	53.60	1.20	6.50	67.00	47.20	18.40	46.80	119.70
2013	34.20	40.10	77.80	32.20	26.00	31.40	23.90	56.50	41.40	96.40	56.70	84.10	96.40
2014	108.80	141.80	67.60	54.60	46.40	32.00	27.10	42.60	38.60	56.50	90.90	35.40	141.80
2015	75.00	115.50	67.00	52.30	72.60	14.30	51.00	63.00	34.30	29.30	67.80	75.00	115.50
2016	97.00	50.00	134.30	70.40			12.50	8.10	31.20	35.20	106.20	92.80	134.30
2017	38.20	78.20	112.50	66.00	45.30	58.10	0.00	22.00	8.00	38.00	134.20	71.00	134.20
2018	87.70	62.40	213.80	27.00	111.30	42.80	68.60	84.80	31.80	62.20	56.60	72.40	213.80
2019	58.30	36.40	98.00	106.30	52.40	3.20	28.80	0.00	19.00	35.80	64.00	67.00	106.30
2020	52.00	49.20									61.00	143.20	143.20
2021	47.20	150.80	62.00	156.20									156.20

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 64: "Precipitación Máxima 24 horas"- ESTACIÓN TAMBOPATA

PRECIPITACIÓN MÁXIMA PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS EN (mm)													
ESTACION: TAMBOPATA		LAT: 14°13'31.03"				DIST: San Juan del Oro							
CÓDIGO: 114043		LONG: 69°9'42.42"				PRO: Sandía							
		ALT: 1373 msnm				DEPT: Puno							
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAX
2010													
2011													
2012													
2013													
2014						21.60	16.00	12.80	35.00	8.50	14.20	60.40	60.40
2015	39.30	71.00	40.60	32.00	19.00	13.80	23.00	39.60	20.40	36.00	30.50	25.00	71.00
2016	20.00	38.00	33.00	25.80	13.00	7.00	6.80	17.50	18.00	18.40	10.70	13.00	38.00
2017	22.50												22.50
2018													
2019							7.50	7.50	45.20	27.40	112.50	28.00	112.50
2020	13.00	64.70	5.80	0.00	0.00	10.50	8.70	10.60	25.00	22.60	36.00	41.10	64.70
2021	28.20	36.40	23.00	15.80	11.80	49.00	42.00	21.50	27.00	41.00	44.60	57.00	57.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 65: "Precipitación Máxima 24 horas"- ESTACIÓN QUINCEMIL

PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS EN (mm)													
ESTACION: QUINCEMIL		LAT: 13°13'44.15"				DIST: Camanti							
CÓDIGO: 100114		LONG: 70°45'15.84"				PRO: Quispicanchi							
		ALT: 651 msnm				DEPT: Cusco							
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAX
1997									58.5	117.0	139.5	165.5	165.50
1998	128.1	162.2	172.2	165.0	66.7	59.6	86.9	127.8	38.0	142.0	117.0	80.5	172.20
1999	145.0	134.5	141.2	65.8	52.7	100.0	102.0	67.2	124.4	29.2	224.0	132.2	224.00
2000	122.0	76.5	127.0	153.2	33.9	179.2	107.9	198.9	123.4	108.1	107.3	140.6	198.90
2001	148.8	146.0	139.9	133.9	116.5	91.5	145.0	67.5	158.4	83.0	119.1	175.4	175.40
2002	110.2	160.0	134.0	50.0	155.2	97.5	95.2	111.3	77.5	83.1		112.5	160.00
2003	235.5	124.6	131.1	115.0	55.2	67.9	89.9	60.9	33.2	102.8	88.3	98.3	235.50
2004	75.1	80.0	90.3	102.0	76.1	80.8	83.0	73.1	58.5	133.5	136.6	166.1	166.10
2005	113.0	137.0	83.8	76.4	115.2	89.0	47.0	116.2	60.3	120.0	89.2	61.2	137.00
2006	153.7	50.9		75.9	28.6	50.5	80.7	16.4	59.5	95.2	104.4	124.9	153.70
2007	103.8	98.5	136.9	99.9	56.6	14.5	187.4	47.6	32.0	100.8	243.9	90.9	243.90
2008	236.6	170.8	110.7	200.2	83.6	101.3	149.7	136.1	168.1	205.9	80.9		236.60
2009	252.4	105.0	138.0	92.9		48.3	171.7	90.5	205.2	90.8	140.2	81.6	252.40
2010	98.5	81.8	98.4	46.0	115.0	53.0	69.6	19.8	68.5		87.1	141.6	141.60
2011	119.5	146.2	102.9	57.9	19.8	58.2	58.2	129.1	99.8	130.9	67.0	95.6	146.20
2012	240.8	72.4	97.8	85.2	90.8	75.9	41.6	26.8	43.5	98.4	101.1		240.80
2013	66.3	86.0	68.0	98.4	47.0	112.3	69.3	65.4	66.0	90.5	69.3	263.6	263.60
2014	184.3	208.2	125.6	111.4	141.7	78.3	86.1	48.9	70.4	41.7	57.2	114.2	208.20
2015	228.4	124.6	89.1	50.0	117.8	91.2	185.2	156.8	124.9	93.4	109.3	203.0	228.40
2016	98.9	124.9	155.2	91.1	111.4	77.0	77.9	71.3	67.8				155.20
2017	76.2	77.0	155.5	60.8	161.7	174.9	82.9	91.0	69.5	128.8	89.6	124.9	174.90
2018	67.8	90.6	191.3	47.2	86.2	125.6	86.2	134.5	47.1	97.0	116.0	270.8	270.80
2019	151.3	159.0	90.7	196.3	97.2	146.1	89.1	33.1	71.0	139.6	122.7	112.8	196.30
2020	91.3	175.5	61.9			153.4	112.0	85.3	103.7	107.5	112.4	239.0	239.00
2021	171.7	122.1	67.1	112.1	48.5	137.9	99.4	41.0	70.5	128.0	182.5	139.0	182.50

Fuente: Elaboración Propia



3.5.10. Modelamiento Hidráulico utilizando el software HecGeoRas

a) Instrumentos utilizados

- Software Civil 3D
- Software Hec-Geo Ras
- Previamente a la realización del modelamiento hidráulico, se realizó el levantamiento topográfico del área donde se diseñará la propuesta del sistema de estabilización de defensa ribereña, de las cuales se delimitó el área perteneciente a la cuenca del río Tambopata con una longitud de estudio de km5+400 como eje principal.
- El cauce principal de río de estudio para la modelación hidráulica corresponde desde la progresiva km 0+200 a la progresiva km5+400, con una longitud total de 5400 metros.
- En los tramos donde se identificó descriptivamente el tramo más crítico y se realizaron estudios de mecánica de suelos, se plantea una propuesta de sistema de estabilización y así prevenir y mitigar el riesgo de deslizamientos, inundaciones y erosionabilidad causada por las avenidas del río.

b) Procedimiento

1. **Acciones previas realizadas en software AutoCAD Civil 3D:** Los puntos tomados en el levantamiento topográfico de la zona fueron ingresados en el AutoCAD Civil 3D georreferenciado en su respectiva zona y se crea previamente la superficie y genera las respectivas curvas de nivel. Se utilizan las herramientas de

En donde se crea las siguientes capas:

- La capa EJE, que se constituye en eje central del río.
 - La capa MARGEN, constituye los márgenes del cauce del río.
 - La capa SECCION, constituye las líneas seccionadas transversalmente del río
2. **A continuación,** trazamos los márgenes o bordes del río tanto derecha o izquierda con las capas ya creadas luego trazamos el eje central del cauce del río utilizando la opción “offset” aproximándolo siempre al centro. Continuamos realizando el alineamiento de la siguiente forma: Home>Alignment>Create Alignment from Objects> seleccionamos el “eje” y presionamos enter asignando el sentido del cauce de Río, para finalizar presionamos “Ok”.
 3. **Para generar las secciones:** se sigue con los siguientes pasos Home>Sample lines asignando a Name: SECCIONES, luego cambiamos el rango a>range “by range of stations> en Sampling Increments Along Tangents, Curves and Spirals (=150 m)> en Left Swath Width(=200m)>Right Swath Width(=200m), para finalizar presionamos “Ok” y al seccionarse ya el eje central se corrigen en caso se lleguen a cruzar.

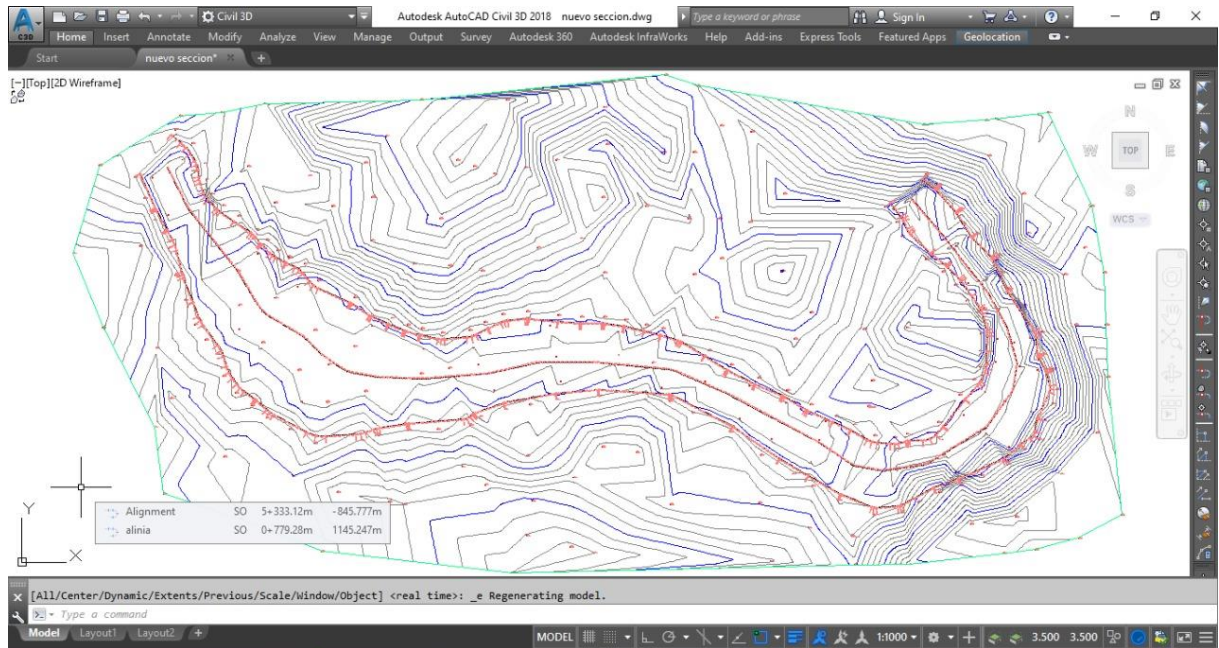


Figura 62: Superficie y curvas de nivel del Levantamiento topográfico del Río Tambopata y área de diseño.

Fuente: Elaboración Propia

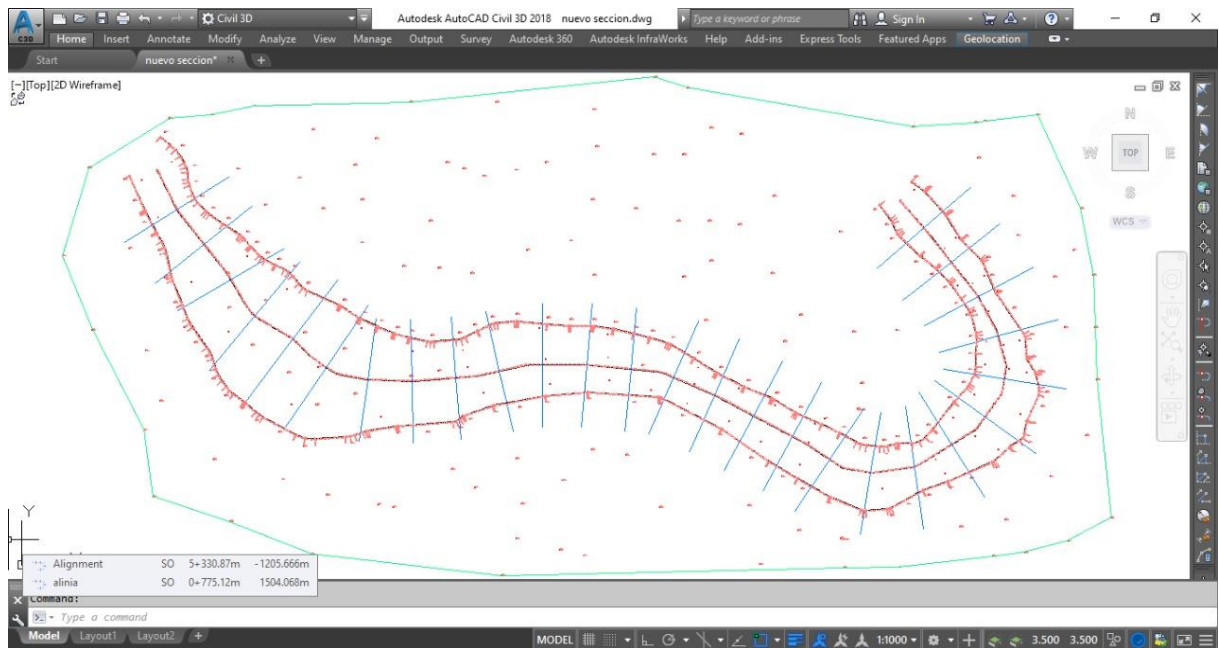


Figura 63: Alineamiento y seccionamiento del eje de Río Tambopata

Fuente: Elaboración Propia

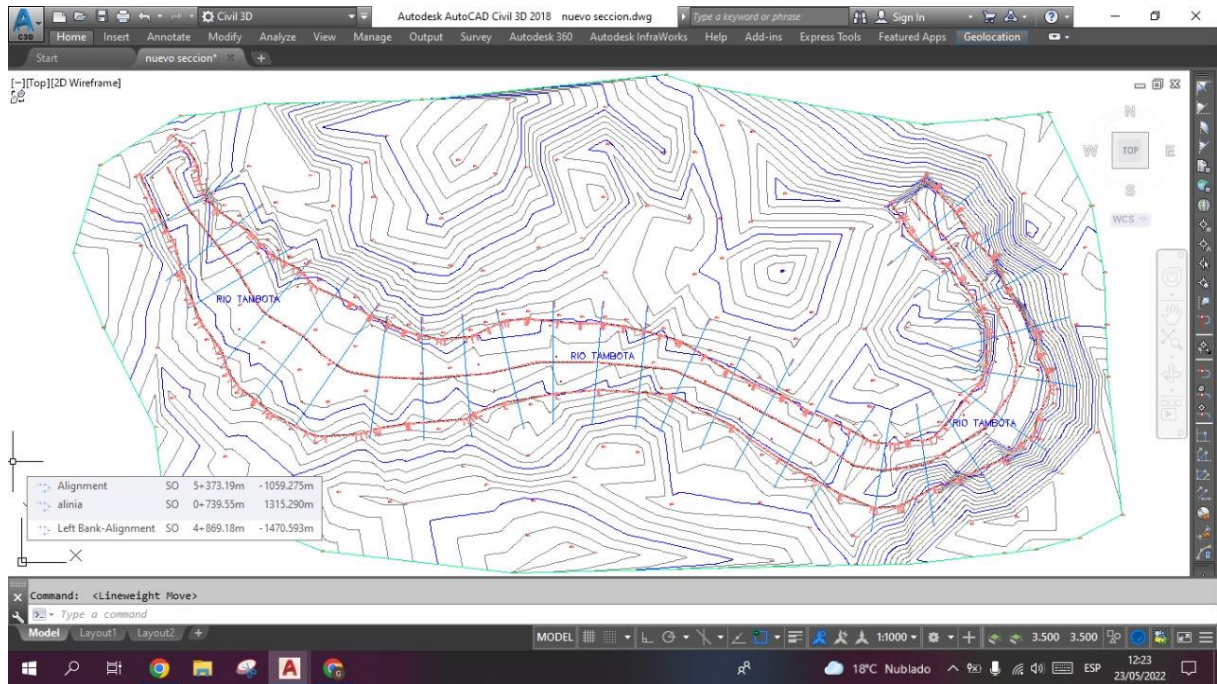


Figura 64: Representación final de para exportación de secciones al software HecGeoRas

Fuente: Elaboración Propia

4. Parámetros intervinientes en software Hec-Ras: Al exportar a la extensión Hec-Ras a través del civil 3D, se considera los siguientes parámetros.

- **Caudal de diseño:** Se asigna al tramo de cauce del río Tambopata el valor de caudal de diseño para un periodo de retorno de 50 años.
- **Secciones Transversales:** Contempla las secciones transversales a lo largo del cauce cada 200 m, los que definen los límites de los márgenes de las orillas derecha e izquierda trazados en el eje principal.
- **Coefficiente de Manning(N):** Característico por ser un valor que representa la rugosidad y resistencia del flujo de agua a lo largo del cauce o llanuras de inundación. Este valor “n” Manning, en el modelamiento hidráulico de un caudal abierto tiene relación directa en la precisión de los cálculos de los perfiles hidráulicos.

Para el modelamiento hidráulico del cauce del Río Tambopata se tomaron los siguientes valores de coeficiente de rugosidad Manning, para los tramos seccionados.

Para n#1: corresponde 0.050, para margen izquierda por presencia densa de vegetación.

Para n#2: corresponde 0.035, para el cauce de río Tambopata que corresponde a la granulometría y textura de suelo y materiales.

Para n#3: corresponde 0.050, para margen izquierda por presencia densa de vegetación.

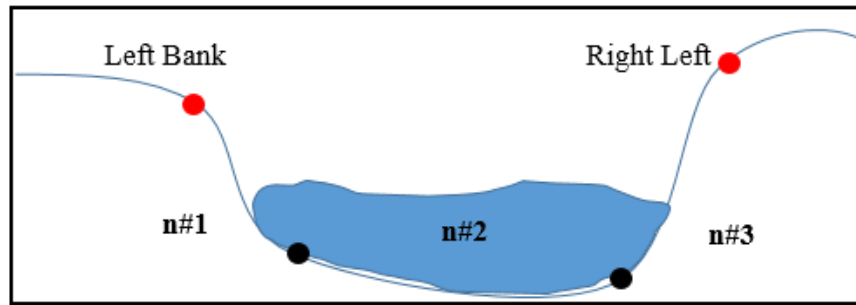


Figura 65: Representación final de para exportación de secciones al software HecGeoRas

Fuente: Elaboración Propia

- 5. Proceso de exportación a Hec-Ras:** Al tener listo el alineamiento y seccionamiento del río Tambopata se procede con la exportación del Civil, nos dirigimos a Output>export to Hec Ras, asignamos el nombre del Río “Río Tambopata” >checkk this to use river banks (left and right) y presionamos>export>creamos una carpeta>RIO BOTAFOGO finalmente seleccionamos Ok.

Procedemos a abrir Hec-Ras con New Project>Modelamiento >Ok> Importamos >Secciones> Finished.

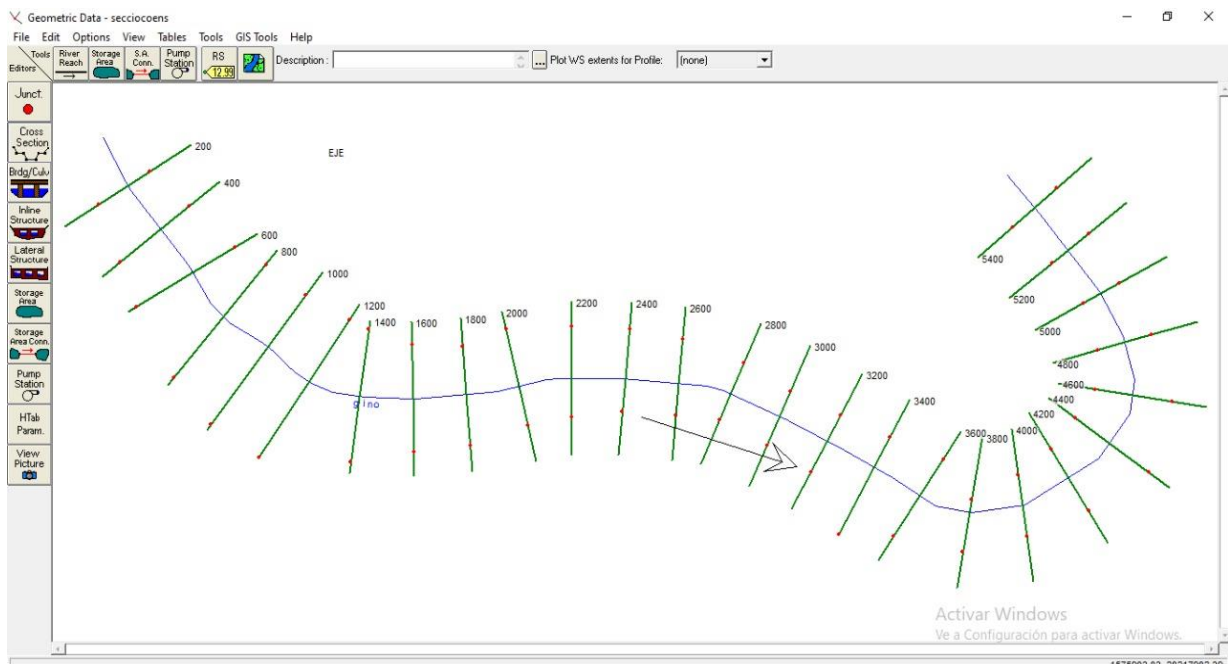


Figura 66: Representación final de exportación al software HecRas de secciones del Río Tambopata

Fuente: Elaboración Propia

6. Para complementar la exportación se debe ingresar los valores de los coeficientes de Manning siguiendo los pasos Tables>Mannings>completamos los valores de n tanto para el eje central y para las orillas. Presionamos River>All Rivers>de esa forma se multiplican y aparecen en todas las secciones.

Edit Manning's n or k Values

River: gino Edit Interpolated XS's Channel n Values have a light green background

Reach: EJE All Regions

Selected Area Edit Options: Add Constant ... Multiply Factor ... **Set Values** ... Replace ... Reduce to L Ch R ...

	River Station	Frctn (n/K)	n #1	n #2	n #3
1	5400	n	0.05	0.035	0.05
2	5200	n	0.05	0.035	0.05
3	5000	n	0.05	0.035	0.05
4	4800	n	0.05	0.035	0.05
5	4600	n	0.05	0.035	0.05
6	4400	n	0.05	0.035	0.05
7	4200	n	0.05	0.035	0.05
8	4000	n	0.05	0.035	0.05
9	3800	n	0.05	0.035	0.05
10	3600	n	0.05	0.035	0.05
11	3400	n	0.05	0.035	0.05
12	3200	n	0.05	0.035	0.05
13	3000	n	0.05	0.035	0.05
14	2800	n	0.05	0.035	0.05
15	2600	n	0.05	0.035	0.05
16	2400	n	0.05	0.035	0.05
17	2200	n	0.05	0.035	0.05
18	2000	n	0.05	0.035	0.05
19	1800	n	0.05	0.035	0.05
20	1600	n	0.05	0.035	0.05
21	1400	n	0.05	0.035	0.05
22	1200	n	0.05	0.035	0.05
23	1000	n	0.05	0.035	0.05
24	800	n	0.05	0.035	0.05
25	600	n	0.05	0.035	0.05
26	400	n	0.05	0.035	0.05
27	200	n	0.05	0.035	0.05

OK Cancel Help

Figura 67: Número de Manning asignado al eje central y márgenes de Río Tambopata

Fuente: Elaboración Propia

7. **Para apreciar las secciones** identificadas como críticas presionamos>Cross Section> se puede apreciar las secciones como km 3+000, km 3+000, km 3+200, km 3+400, km 3+600, km 3+800.

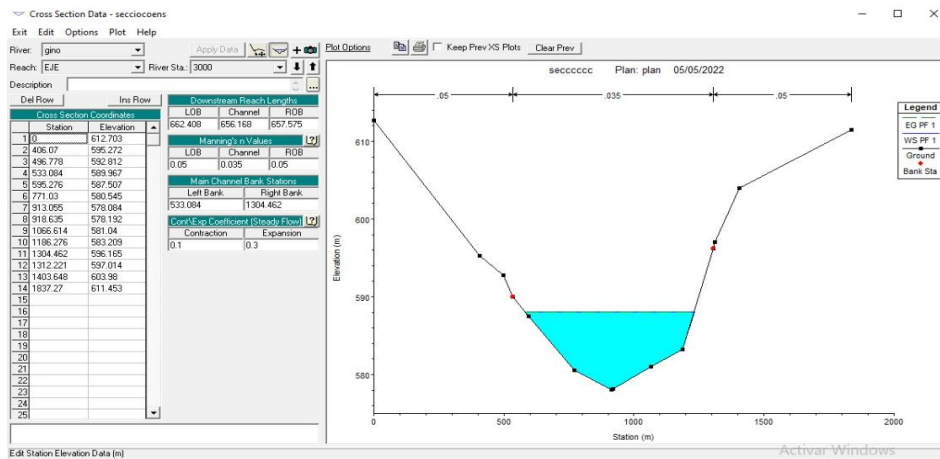


Figura 68: Sección de Río Tambopata en la progresiva km 3+000

Fuente: Elaboración Propia

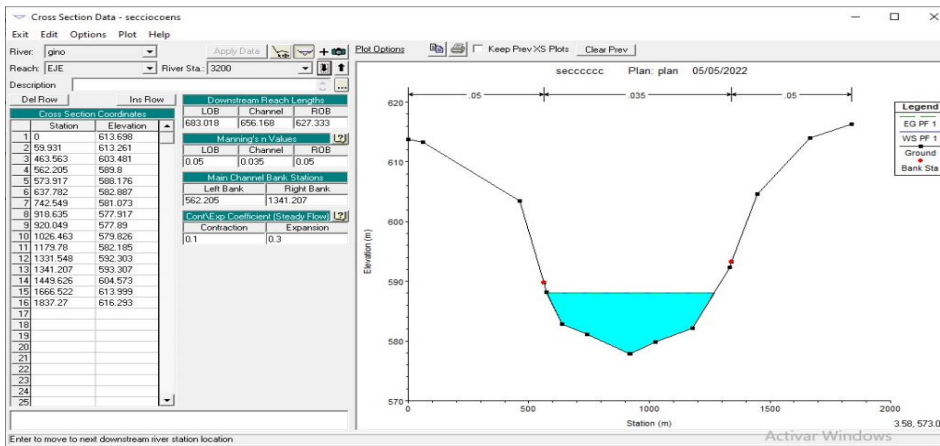


Figura 69: Sección de Río Tambopata en la progresiva km 3+200

Fuente: Elaboración Propia

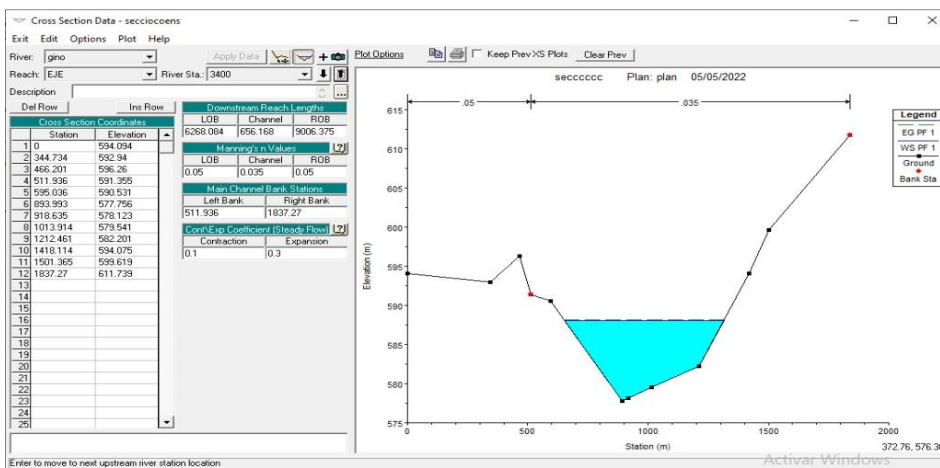


Figura 70: Sección de Río Tambopata en la progresiva km 3+400

Fuente: Elaboración Propia

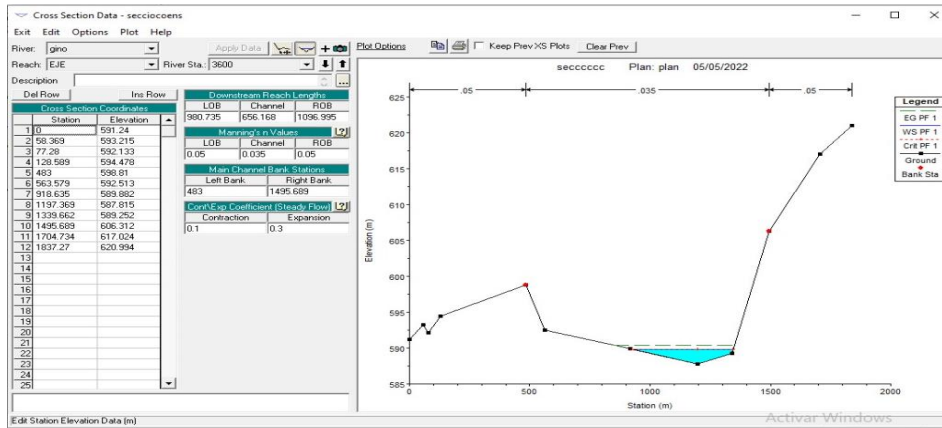


Figura 71: Sección de Río Tambopata en la progresiva km 3+600

Fuente: Elaboración Propia

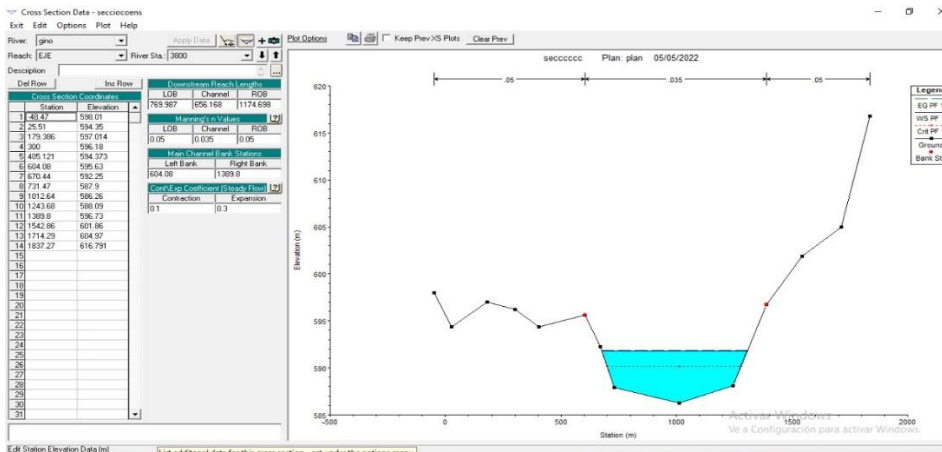


Figura 72: Sección de Río Tambopata en la progresiva km 3+800

Fuente: Elaboración Propia

c) Toma de Datos

- 8. Finalmente,** para procesar el modelamiento hidráulico se procede a proporcionar datos hidrológicos de la cuenca del Río Tambopata para procesar los niveles de aguas máximas e ingresar las velocidades de flujo de agua a partir del cálculo previo de los caudales máximos de diseño para un tiempo de retorno de 50 años.

El valor de Tiempo de retorno 50 años: Valores predeterminados, se procede con los siguientes pasos Edit>Steady Flow Data y se ingresa el caudal para el tiempo de retorno requerido.

Seguidamente se ingresa las condiciones hidráulicas haciendo clic en “Reach Boundary Conditions” en donde se proporcionan las condiciones aguas arriba y aguas abajo. En el caso

de este modelamiento se consideró el borde de profundidad considerado normal >Normal Depth> e ingresamos la pendiente del cauce de la cuenca.

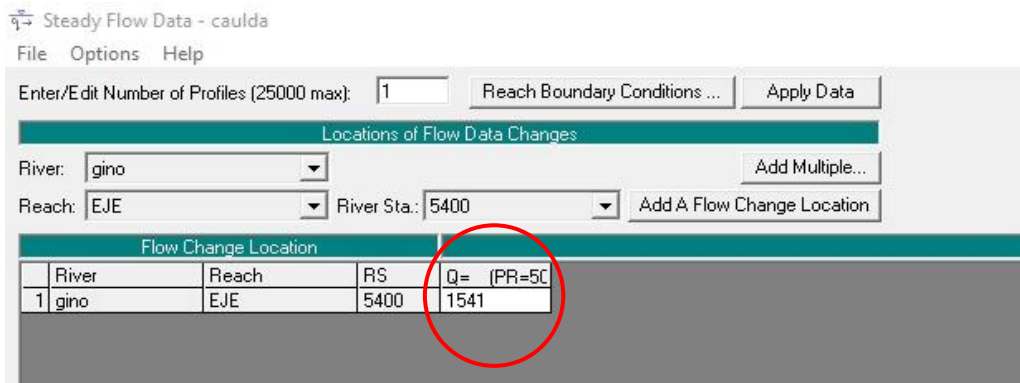


Figura 73: Ingreso de Caudal para tiempo de retorno de 50 años

Fuente: Elaboración Propia

9. Terminando todo el pre proceso de datos, se procede a generar el denominado Plan que se encarga del análisis y procesamiento del modelamiento hidráulico de la cuenca del Río Tambopata. Cuyos resultados se verán en el siguiente ítem y serán utilizados para diferentes cálculos.

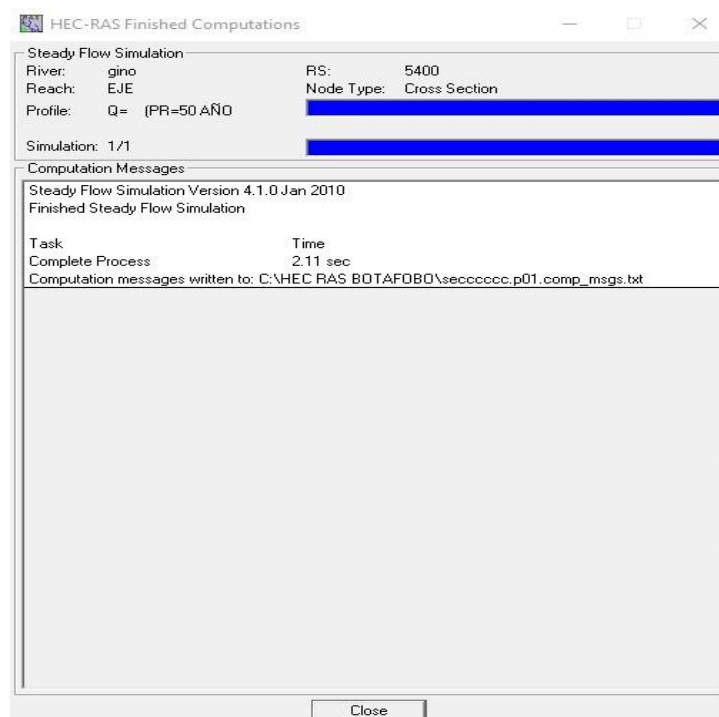


Figura 74: Plan de simulación con ingreso de caudal para un periodo de retorno de 50 años corrido

Fuente: Elaboración Propia



3.5.11. Diseño de Gavión

a) Instrumentos utilizados

El software utilizado para la elaboración del diseño de gavión es el GawacWin 1.0 considerado como un sistema de análisis de estabilidad de muros de contención de gaviones presentados en diversas situaciones. Considerada como una herramienta de ayuda a proyectistas de estructuras de contención. Para el diseño de gavión se considera la existencia de un solo estrato como se evidencia en el estudio obtenido por INGEMMET por la presencia en la margen izquierda del Río Tambopata y además por el estudio de calicatas y su clasificación de suelos se evidencia un suelo homogéneo ML - CL arcillo limoso de baja plasticidad a lo largo de la zona de estudio y diseño.

b) Procedimiento

1. Abrimos el programa y se comienza con la introducción de los datos del muro referentes a las características geométricas del muro de gaviones y del material del que va constituir se coloca en las opciones del submenú >muro>del menú principal del programa. Especificar que la camada número 1 es la camada de base del muro. En la figura se determinó la utilización de gavión caja de 1.00 m de altura constituida en la base demás camadas hasta los 7.00m de altura estos son tipo caja en forma de prisma rectangular. Estos gaviones son de naturaleza con paneles de red metálica en malla hexagonal de doble torsión, 8x10 cm 3.0mm (ABNT 10.514), confeccionados a partir de alambres de acero galvanizado de bajo tenor de carbono.

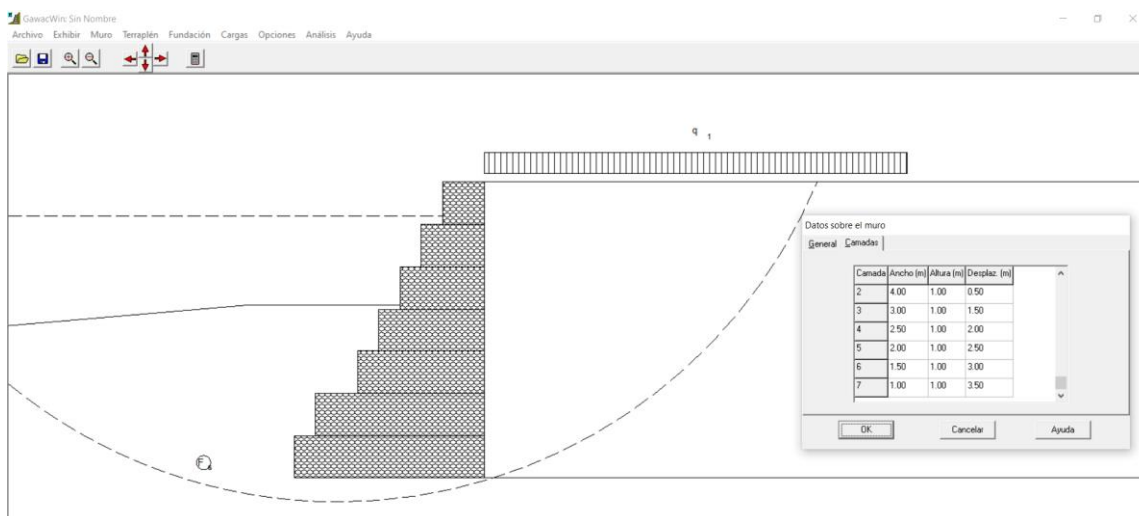


Figura 75: Ingreso de dimensiones de cada camada del muro

Fuente: Elaboración Propia



2. Se coloca la malla y diámetro del alambre a utilizar en la fabricación para los gaviones. En este proyecto se utiliza la malla de 8x10 con un diámetro de ϕ 3.00 mm. Considerando geotextil en la base y en el terraplén.

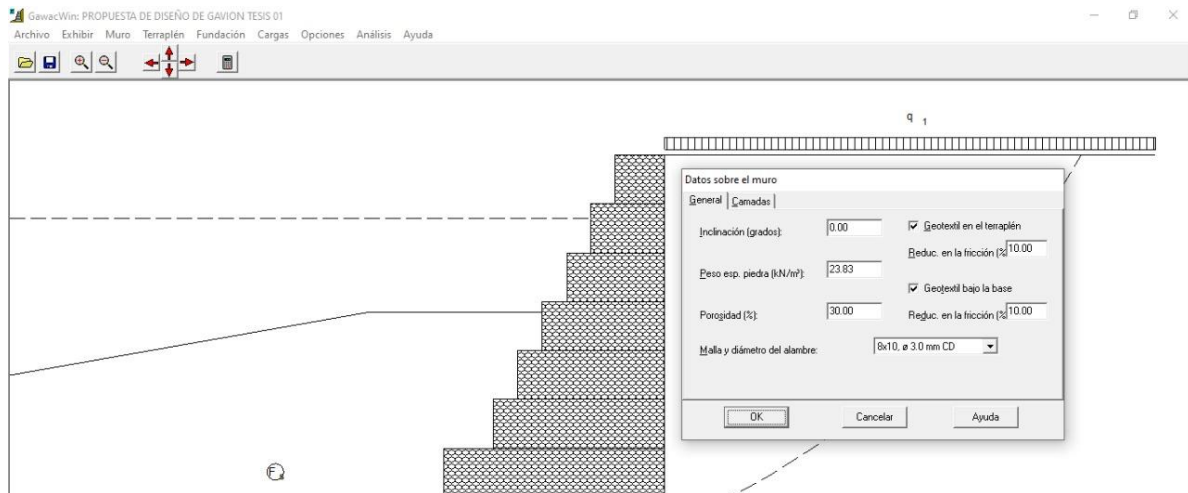


Figura 76: Ingreso de malla y diámetro de alambre del muro

Fuente: Elaboración Propia

3. A continuación, se contempla los datos del terraplén indicando los siguientes datos como la inclinación del primer trazo su largo y las propiedades del suelo como el peso específico(kN/m³), Ángulo de fricción(grados), Cohesión(kN/m²).

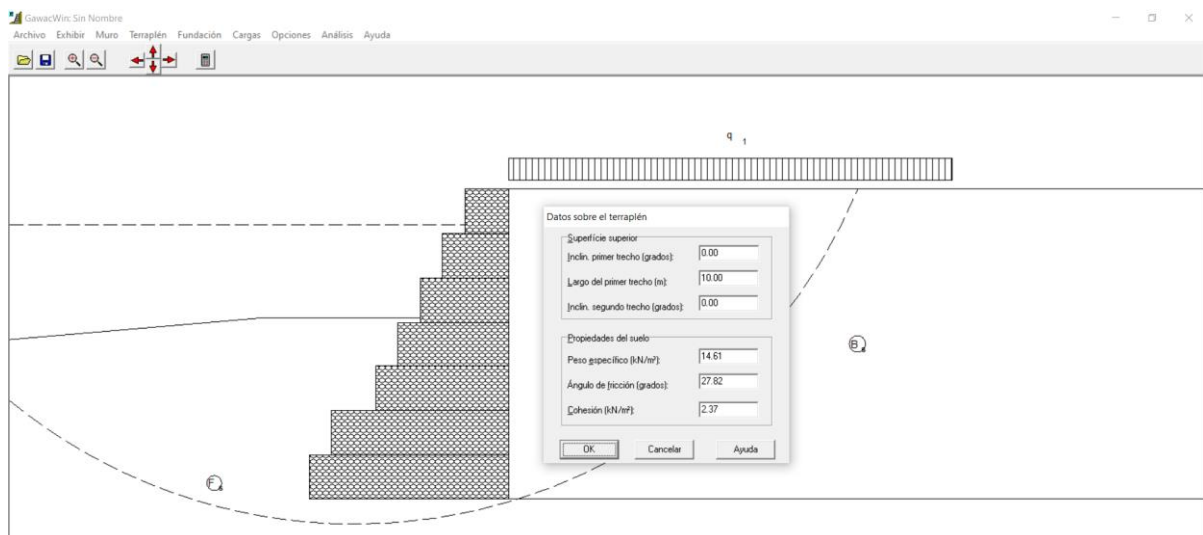


Figura 77: Ingreso de datos del terraplén

Fuente: Elaboración Propia

4. A continuación, se contempla los datos del suelo de fundación indicando los siguientes datos como la altura inicial o profundidad, el largo horizontal o la inclinación y las propiedades del suelo como el peso específico de 14.61 kN/m³, Ángulo de fricción 27.82°,



Cohesión 2.37kN/m² como datos adicionales insertamos la máxima presión admisible el cual indica el valor de la máxima presión vertical de 82.38 kN/m² soportada por el suelo de fundación del muro y la altura del nivel de agua de 6.20 visualizada en la parte izquierda del muro.

Si se considera como altura de fundación el valor de 4.10 m obtenido según la tabla 99 que es el cálculo de socavación por consiguiente ésta será la profundidad de cimentación.

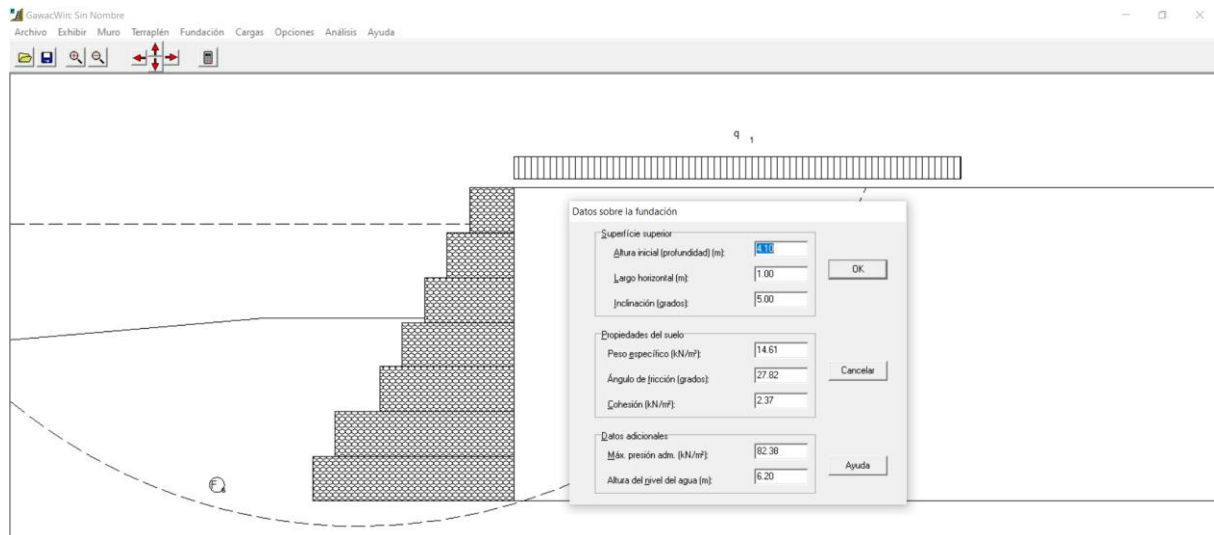


Figura 78: Datos de suelo de fundación y diseño de Gavión Tipo Caja para un caudal máximo con un periodo de retorno de 50 años

Fuente: Elaboración Propia

5. Especificaciones Técnicas para el sistema Gavión tipo Colchón y Caja:

Según las tablas 20,21,22 de la normativa ASTM 975, INVIAS E-506, ABNT 10.514 y comercialmente de la ficha técnica de Prodac para Gavión Tipo Caja y Colchón de materiales se utilizaron las siguientes:

Tabla 66: Especificaciones técnicas para el sistema tipo gavión y caja

Especificaciones Técnicas de los materiales		Justificación de uso
Peso específico de las piedras =	23.83 kN/m ³	De canto rodado existente de la zona más cercana
Geotextil en el terraplén y talud =	Si	Geotextil no tejido de 300 gr, para evitar la infiltración de finos ubicado en la base y en contacto con el talud.
Malla y Diámetro de alambre =	8x10, ø 3.0 mm + PVC	Ofrece resistencia adecuada a la tracción de 400-500Mpa, con revestimiento de PVC para protegerlo la corrosión del río para todo el sistema gavión.



Altura total de muro =	7.00 m	Según la altura del muro del talud, la socavación y el tirante de agua existente.
Altura de Gavión Colchón =	0.30 m	Existente en ficha técnica comercial, y adecuado para la altura de socavación
Altura de Gavión Caja =	1.00 m	Existente en ficha técnica comercial, y adecuado para la altura de fundación y altura del talud.

Fuente: *Elaboración Propia*

c) Toma de Datos

DATOS INICIALES

Datos sobre el muro

Inclinación del muro	: 0.00 grad.	Camada	Largo	Altura	Distancia
Peso esp. de las piedras	: 23.83 kN/m ³		m	m	m
Porosidad de los gaviones	: 30.00 %	1	4.50	1.00	-
Geotextil en el terraplén	: Si	2	4.00	1.00	0.50
Reducción en la fricción	: %	3	3.00	1.00	1.50
Geotextil en la base	: Si	4	2.50	1.00	2.00
Reducción en la fricción	: %	5	2.00	1.00	2.50
Malla y diám. del alamb.:	8x10, ø 3.0 mm CD	6	1.50	1.00	3.00
		7	1.00	1.00	3.50

Datos sobre el suelo del terraplén

Inclinación del primer trecho	: 0.00 grad.
Largo del primer trecho	: 10.00 m
Inclinación del segundo trecho	: 0.00 grad.
Peso específico del suelo	: 14.61 kN/m ³
Ángulo de fricción del suelo	: 27.82 grad.
Cohesión del suelo	: 2.37 kN/m ²

Datos sobre la fundación

Profundidad de la fundación	: 4.10 m
Largo horiz. en la fundación	: 1.00 m
Inclinación de la de fundación	: 5.00 grad.
Peso específico del suelo	: 14.61 kN/m ³
Ángulo de fricción del suelo	: 27.82 grad.
Cohesión del suelo	: 2.37 kN/m ²
Presión aceptable en la fundación	: 82.38 kN/m ²
Nivel del agua	: 6.20 m

Datos sobre las cargas

Cargas distribuidas sobre el terraplén	Primer trecho	: 2.00 kN/m ²
	Segundo trecho	: kN/m ²

3.6. Procedimientos de Análisis de datos

3.6.1. Levantamiento Topográfico

a) Proceso de Cálculo

Los datos del Levantamiento Topográfico son obtenidos del equipo Estación Total la cual mide distancias y ángulos cada vez sea necesario, los resultados que aparecen en la pantalla es el resultado del promedio de veces que el operador selecciona. Algunas características de la



TOPCON S-105 es su velocidad de disparo aproximadamente 1sg y precisión con un ángulo de 5".

Los cálculos son obtenidos directamente del equipo y son registrados en la memoria del mismo como son las coordenadas de cada punto capado por el prisma.

b) Análisis del Levantamiento Topográfico

En función a los puntos obtenidos se conoce las dimensiones del talud del estudio como sus diferentes características geométricas del talud como es la altimetría, planimetría, socavación y perfil.

3.6.2. Ensayo Contenido de Humedad

a) Proceso de Cálculo

Para Muestra 01

Cálculo del peso de agua para la Calicata 01

$$\text{PesoAgua} = (\text{PesoCápsula} + \text{Suelo Húmedo}) - (\text{PesoCápsula} + \text{Suelo Seco})$$

$$\text{PesoAgua} = 39.81\text{gr} - 36.94\text{gr}$$

$$\text{PesoAgua} = 2.87\text{gr}$$

Cálculo de contenido de humedad para la Calicata 01

$$\% \text{ C. de humedad} = \frac{\text{PesoAgua}}{\text{Peso del Suelo Seco}} * 100$$

$$\% \text{ C. de humedad} = \frac{2.87\text{gr}}{18.29\text{gr}} * 100\%$$

$$\% \text{ C. de humedad} = 0.1569 * 100\%$$

$$\% \text{ C. de humedad} = 15.69\%$$

Para Muestra 02

Cálculo del peso de agua para la Calicata 02

$$\text{PesoAgua} = (\text{PesoCápsula} + \text{Suelo Húmedo}) - (\text{PesoCápsula} + \text{Suelo Seco})$$

$$\text{PesoAgua} = 36.40\text{gr} - 34.13\text{gr}$$



$$\text{PesoAgua} = 2.27\text{gr}$$

Cálculo de contenido de humedad para la Calicata 01

$$\% \text{ C. de humedad} = \frac{\text{PesoAgua}}{\text{Peso del Suelo Seco}} * 100$$

$$\% \text{ C. de humedad} = \frac{2.27\text{gr}}{15.44\text{gr}} * 100\%$$

$$\% \text{ C. de humedad} = 0.1470 * 100\%$$

$$\% \text{ C. de humedad} = \mathbf{14.70\%}$$

Promedio del cálculo de contenido de humedad, se toma las cantidades de humedad de las dos muestras distintas y se calcula el valor promedio de ambas.

$$\% \text{Contenido de Humedad} = \frac{\% \text{HMuestra 01} + \% \text{HMuestra 02}}{2}$$

$$\% \text{Contenido de Humedad} = \frac{15.69\% + 14.70\%}{2}$$

$$\% \text{Contenido de Humedad} = \frac{30.39\%}{2}$$

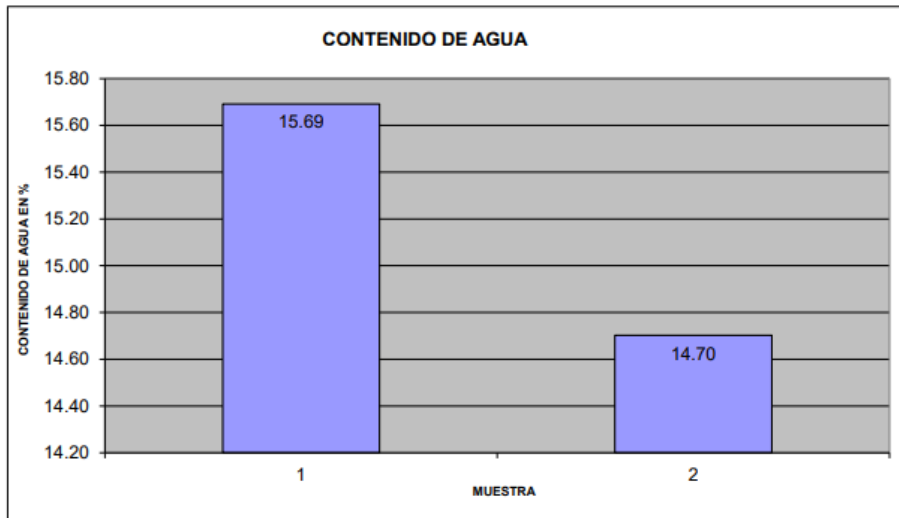
$$\% \text{Contenido de Humedad} = \mathbf{15.20\%}$$

b) Diagramas o tablas

Tabla 67: Análisis de Datos Ensayo de “Contenido de Humedad” C-01



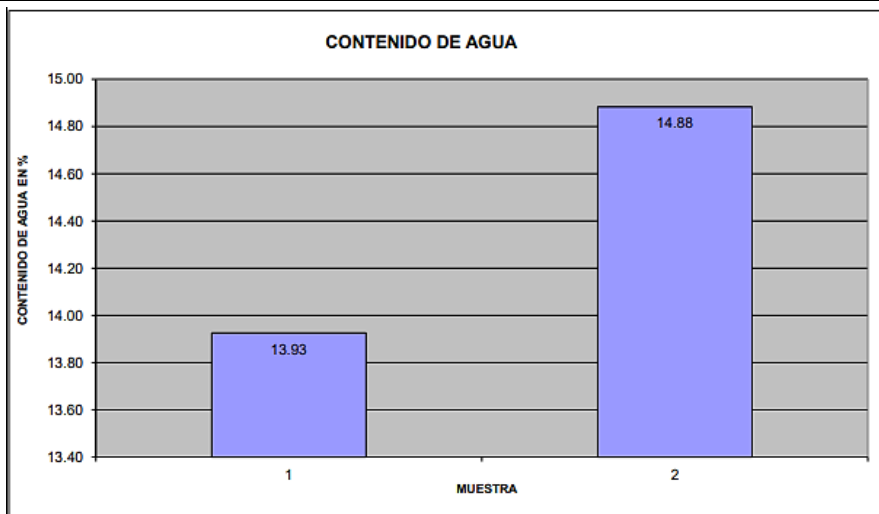
Muestra N°	1	2
Peso de la Cápsula (gr)	18.65	18.69
Peso de la Cápsula+Suelo Húmedo (gr)	39.81	36.40
Peso de la Cápsula+ Suelo Seco (gr)	36.94	34.13
Peso del Suelo Seco (gr)	18.29	15.44
Contenido de humedad (%)	15.69	14.70
PROMEDIO	15.20	



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 68: Análisis de Datos Ensayo de "Contenido de Humedad" C-02

Muestra N°	1	2
Peso de la Cápsula (gr)	18.53	18.00
Peso de la Cápsula+Suelo Húmedo (gr)	40.21	38.07
Peso de la Cápsula+ Suelo Seco (gr)	37.56	35.47
Peso del Suelo Seco (gr)	19.03	17.47
Contenido de humedad (%)	13.93	14.88
PROMEDIO	14.40	



Fuente: Elaboración Propia



Tabla 69: Análisis de Datos Ensayo de “Contenido de Humedad” C-03

Muestra N°	1	2
Peso de la Cápsula (gr)	18.30	14.34
Peso de la Cápsula+Suelo Húmedo (gr)	37.53	37.73
Peso de la Cápsula+ Suelo Seco (gr)	35.12	34.63
Peso del Suelo Seco (gr)	16.82	20.29
Contenido de humedad (%)	14.33	15.28
PROMEDIO	14.80	

The bar chart displays the water content percentage for two samples. The vertical axis is labeled 'CONTENIDO DE AGUA EN %' and ranges from 13.80 to 15.40 in increments of 0.20. The horizontal axis is labeled 'MUESTRA' and has two categories: 1 and 2. The bar for sample 1 reaches the 14.33 mark, and the bar for sample 2 reaches the 15.28 mark.

Fuente: Elaboración Propia

c) Análisis del ensayo

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que los contenidos de humedad de las calicatas C-01, C-02, C-03 son relativamente bajos ya que no se evidencia un nivel freático alto en profundidades pequeñas.

3.6.3. Ensayo Análisis Granulométrico por tamizado

a) Proceso de Cálculo

Se realizaron los siguientes cálculos de porcentaje que se muestra mediante las fórmulas siguientes:

$$\%Retenido = \frac{\text{Peso Retenido en el Tamiz}(gr)}{\text{Peso Total inicial}(gr)} \times 100\%$$

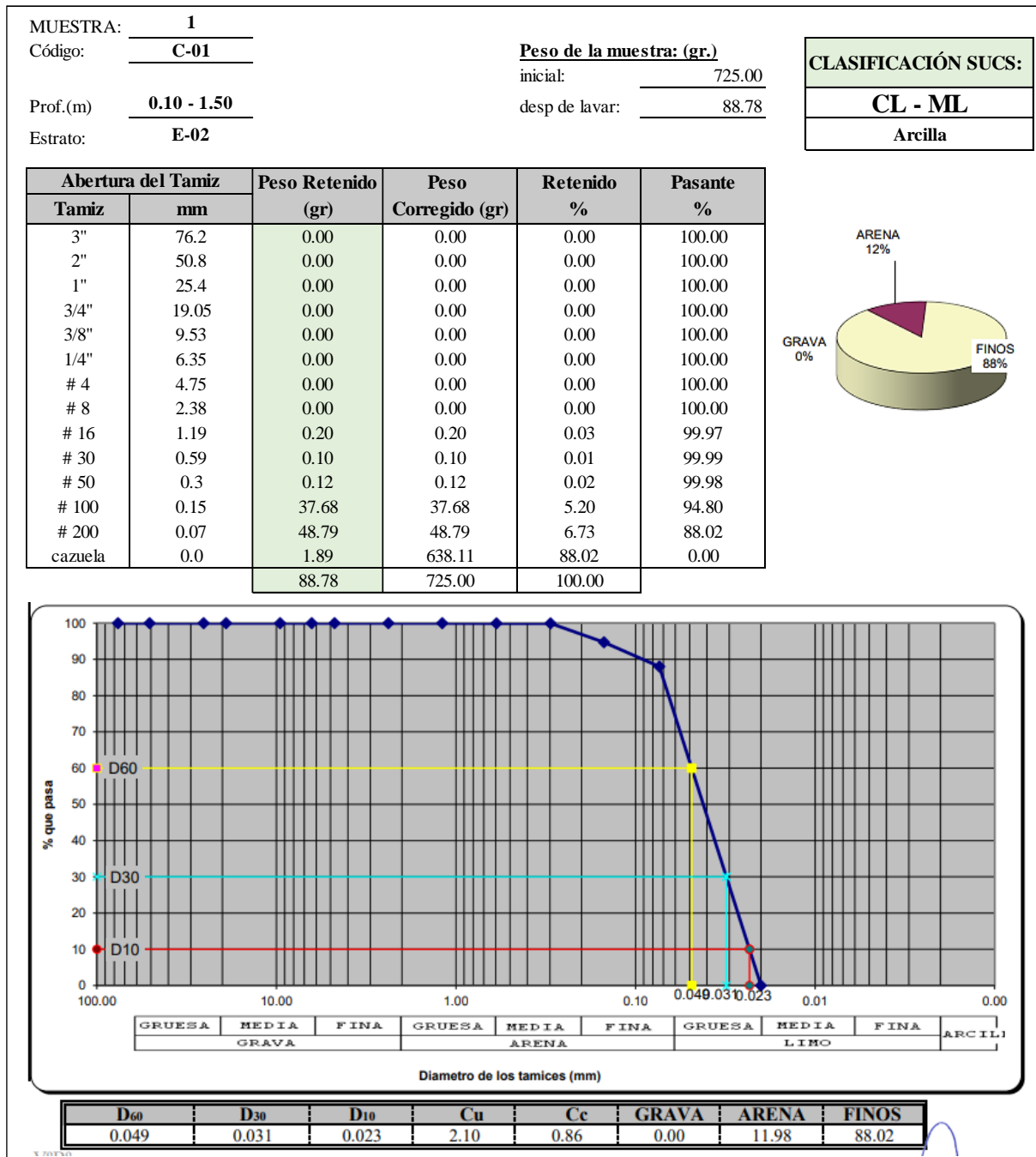
$$\%Retenido\ acumulado = \%Retenido + Retenido\ anterior\%$$

$$\%Pasa = 100\% - \%Retenido\ Acumulado$$

b) Diagramas o tablas



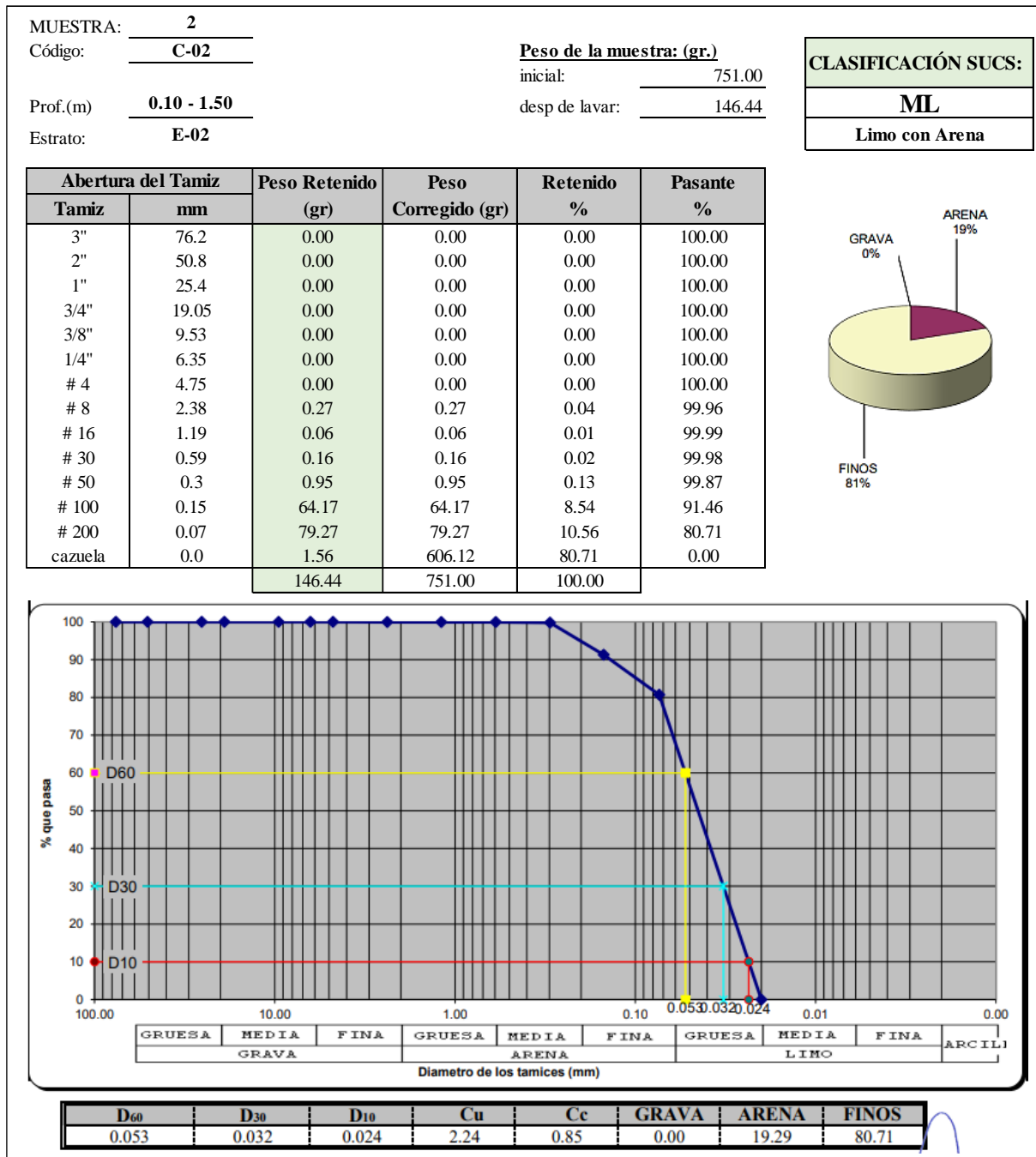
Tabla 70: Análisis de Datos Ensayo de "Análisis Granulométrico" C-01



Fuente: Elaboración Propia



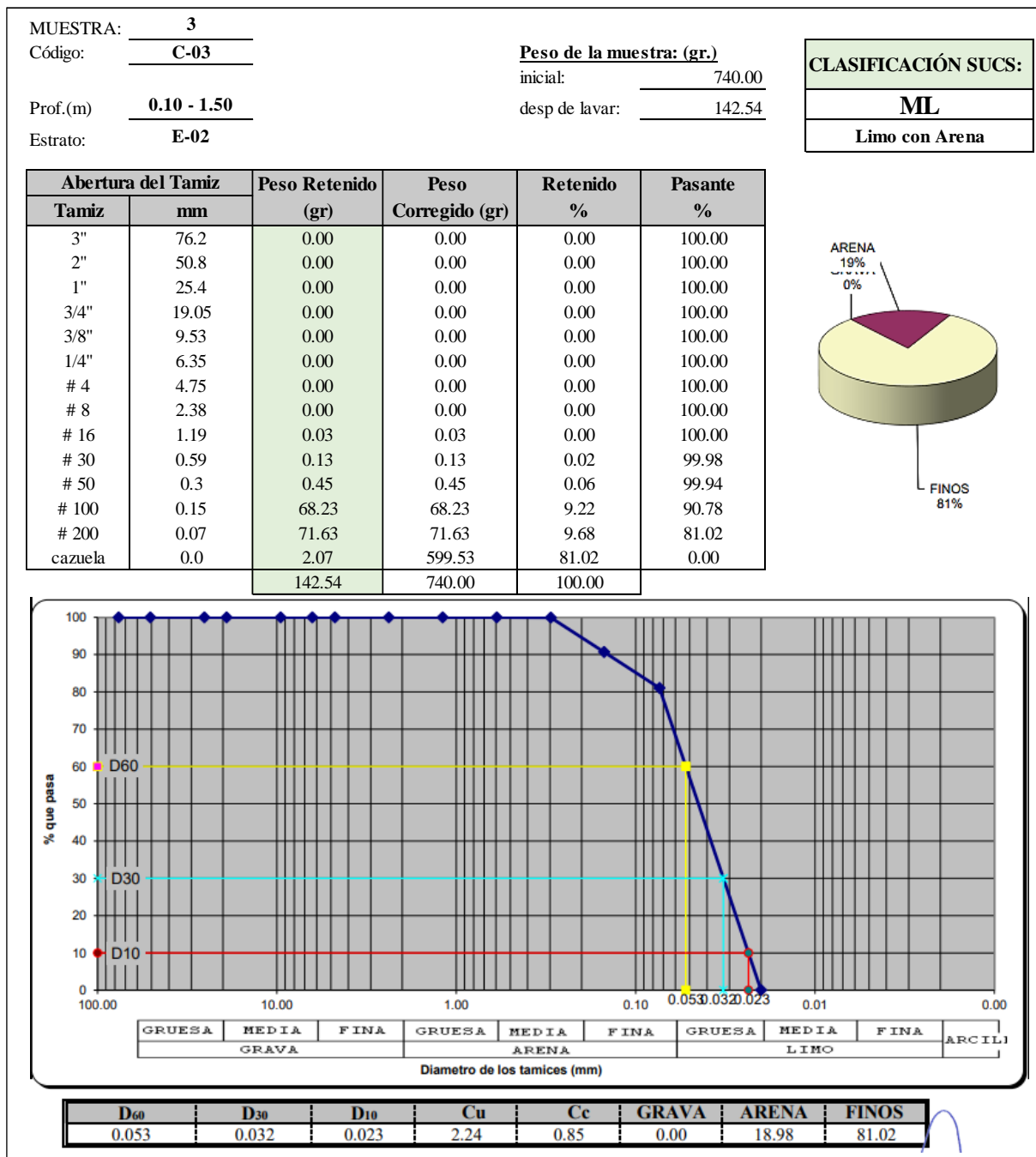
Tabla 71: Análisis de Datos Ensayo de "Análisis Granulométrico" C-02



Fuente: Elaboración Propia



Tabla 72: Análisis de Datos Ensayo de "Análisis Granulométrico" C-03



Fuente: Elaboración Propia

c) Análisis del ensayo

De las tres calicatas del tramo del talud se puede apreciar las distribuciones del suelo. En las tablas anteriores se muestra el resumen de datos, con los límites de la norma NTP-339.128 – ASTM-D4318 para el agregado fino con tamaño máximo nominal N°16 con un promedio de 80% de suelo que pasa la malla N°200 caracterizando al material como limo arcilloso (CL-ML).



3.6.4. Ensayo de Límites de Consistencia y clasificación SUCS

a) Proceso de Cálculo

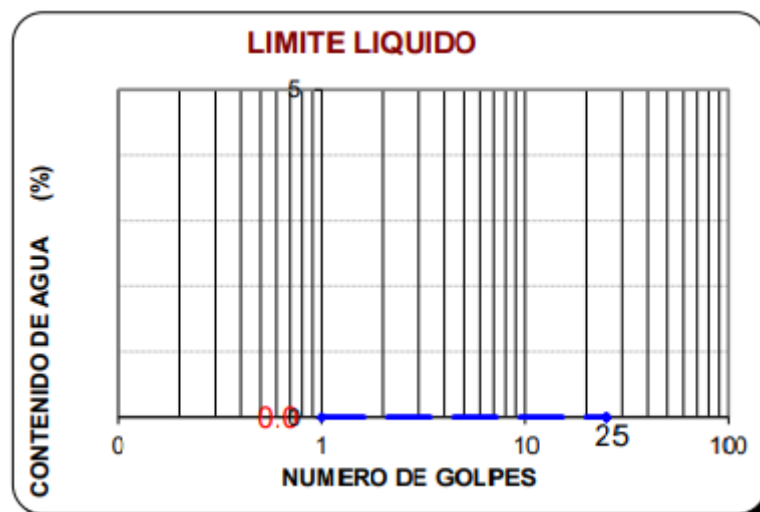
▪ Para Límite Líquido:

A continuación, se obtiene los contenidos de humedad de las muestras para los ensayos de límite líquido y plástico:

- ❖ $Peso\ muestra\ Seca = Peso(cápsula + Mseca) - Peso\ cápsula$
- ❖ $Peso\ Agua = Peso(cápsula + Mhúmeda) - Peso(cápsula + Mseca)$
- ❖ $W^n = Contenido\ de\ Humedad\ del\ Suelo(\%)$
- ❖ $N = Número\ de\ golpes\ para\ cerrar\ ranura$

$$LL = W^n \left(\frac{N}{25} \right)^{0.121}$$

Tabla 73: Cálculo de Límite líquido en función de Contenido de agua y Número de golpes



Fuente: Elaboración Propia

▪ Para Límite Plástico:

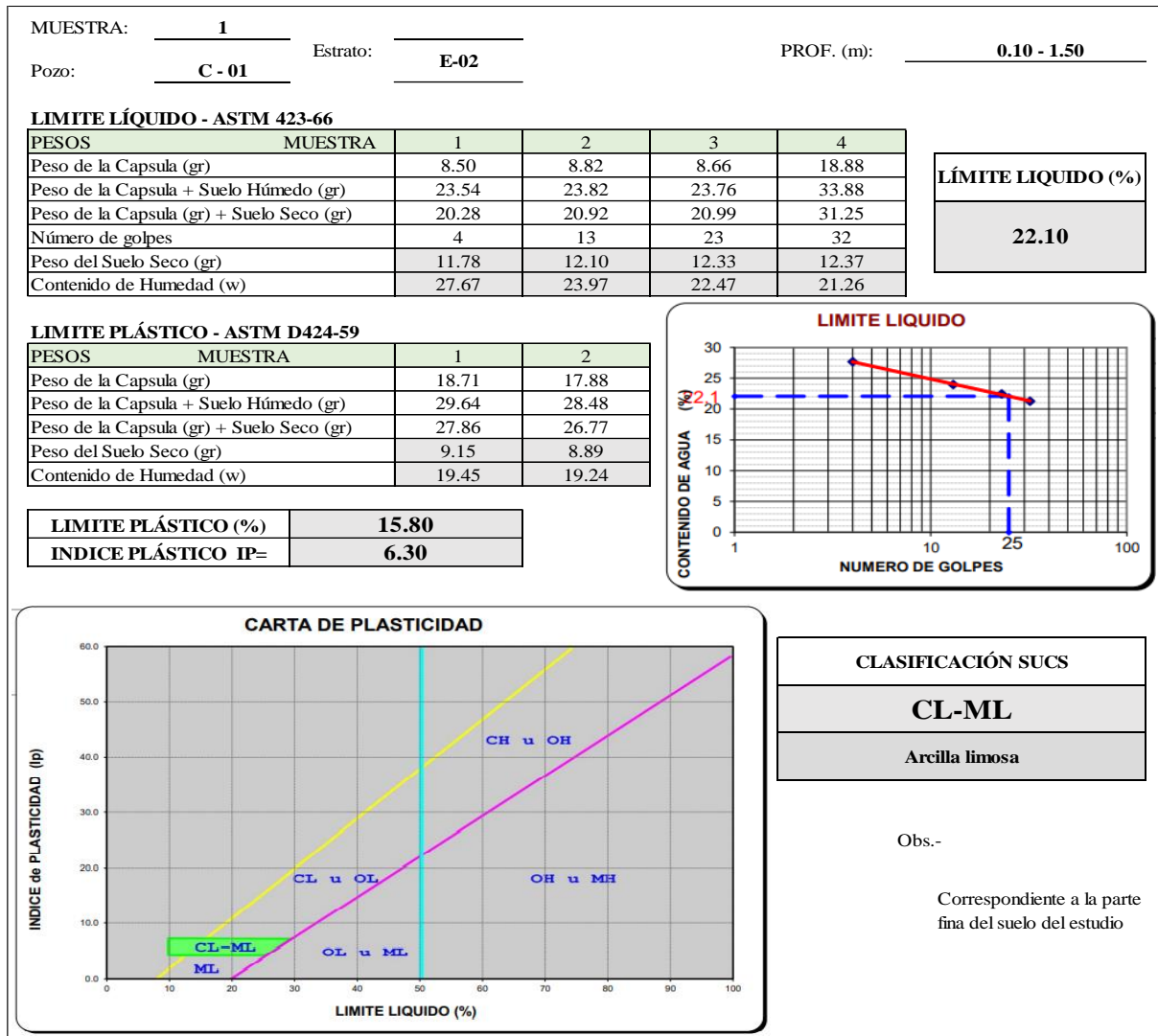
$$LP = \frac{Peso\ del\ agua\ gr}{Peso\ de\ Suelo\ Seco} * 100$$

$$IP = LL - LP (\%)$$

b) Diagramas o tablas



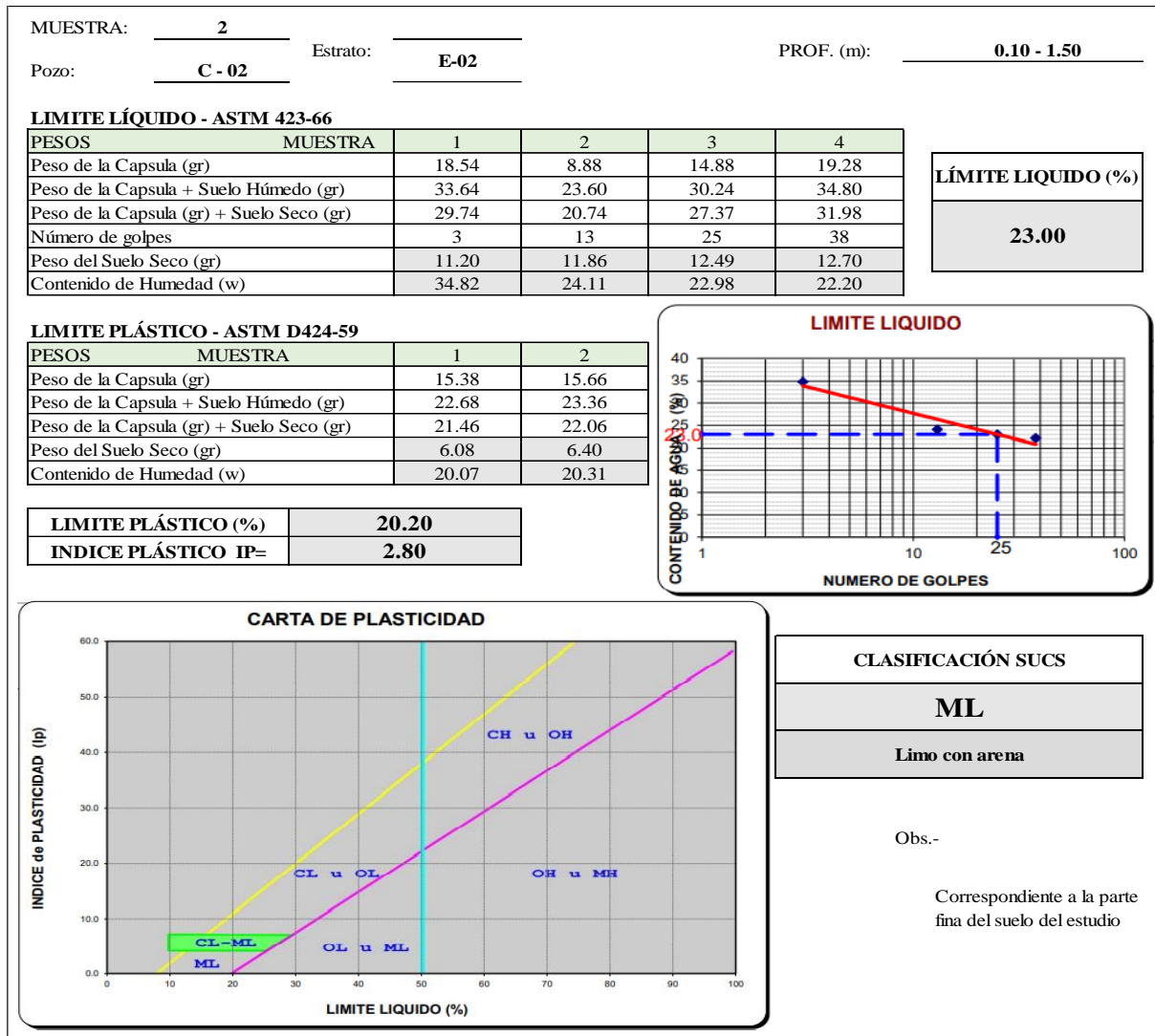
Tabla 74: Análisis de Datos Ensayo de “Límite líquido y Límite Plástico” C-01



Fuente: Elaboración Propia



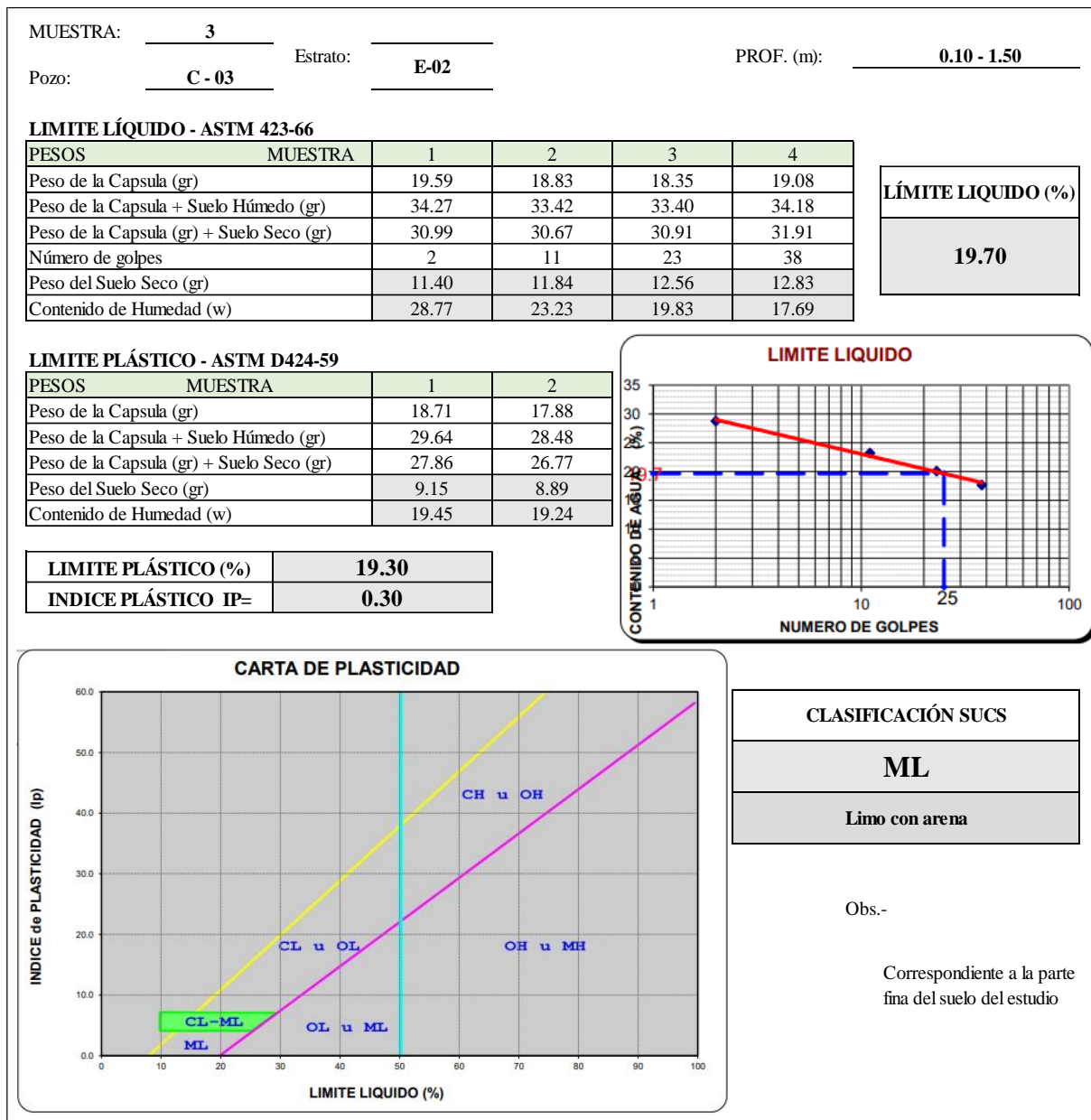
Tabla 75: Análisis de Datos Ensayo de “Límite líquido y Límite Plástico” C-02



Fuente: Elaboración Propia



Tabla 76: Análisis de Datos Ensayo de “Límite líquido y Límite Plástico” C-03



Fuente: Elaboración Propia

c) Análisis del ensayo

Según los valores del ensayo de Límites de Consistencia (límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad), se entiende como límite líquido al número de golpes en función al contenido de Humedad en promedio se tiene un IP menor al 10 % en el tramo de estudio Río Tambopata – Madre de Dios, estos valores nos permiten clasificar el suelo y escoger el tipo de estabilizador. Según a la Carta de plasticidad se tiene un suelo relativamente homogéneo clasificando al suelo como “ML” Limo arenoso con características plásticas variadas.



3.6.5. Ensayo de Peso Específico

a) Proceso de Cálculo

El cálculo del peso específico se obtiene con la fórmula siguiente:

$$P_s = \frac{W_0 * K}{(W_0 + W_2 - W_1)}$$

En donde:

- $W_1 = \text{Peso de fiola}(\text{gr}) + \text{Peso de suelo}(\text{gr}) + \text{Peso de agua}(\text{gr})$
- $W_2 = \text{Peso de fiola}(\text{gr}) + \text{Peso de agua}(\text{gr})$
- $K = \text{Factor de corrección}$

b) Diagramas o tablas

Tabla 77: Análisis de Datos Ensayo de "Peso Específico" C-01

MUESTRA: <u>1</u>	Estrato: _____	PROF. (m): <u>0.10 - 1.50</u>
Pozo: <u>C01</u>	<u>E-02</u>	
AGREGADO FINO		Unidad
Peso de Muestra Seca	109.51	gr
Peso (fiola+muestra sss+agua)	345	gr
Peso (fiola + agua)	220	gr
Volumen de la muestra	58	cm3
Peso Específico	1.49	g/cm3

Tabla 78: Análisis de Datos Ensayo de "Peso Específico" C-02

MUESTRA: <u>2</u>	Estrato: _____	PROF. (m): <u>10 - 1.50</u>
Pozo: <u>C02</u>	<u>E-02</u>	
AGREGADO FINO		Unidad
Peso de Muestra Seca	110.89	gr
Peso (fiola+muestra sss+agua)	366	gr
Peso (fiola + agua)	221	gr
Volumen de la muestra	60	cm3
Peso Específico	1.50	g/cm3

Tabla 79: Análisis de Datos Ensayo de "Peso Específico" C-03

MUESTRA: <u>3</u>	Estrato: _____	PROF. (m): <u>10 - 1.50</u>
Pozo: <u>C03</u>	<u>E-02</u>	
AGREGADO FINO		Unidad
Peso de Muestra Seca	111.46	gr
Peso (fiola+muestra sss+agua)	368	gr
Peso (fiola + agua)	220	gr
Volumen de la muestra	61	cm3
Peso Específico	1.51	g/cm3

Fuente: Elaboración Propia



c) Análisis del ensayo

En el ensayo de peso específico de suelo se obtuvo el valor mínimo de 1.49g/cm^3 para utilizarlo en el cálculo y diseño de gaviones como estabilizador del talud Río Tambopata - Madre de Dios. Para el cálculo de las propiedades físico mecánicas del suelo procesadas en laboratorio se excavaron tres calicatas de dimensiones $1\text{m} \times 1\text{m} \times 1.50\text{m}$ de profundidad de las que se extrajeron muestras para su análisis.

3.6.6. Estimación de Factor de seguridad de talud en estado natural

a) Proceso de Cálculo

Para la estimación de factor de seguridad se utilizó los datos obtenidos del estudio de mecánica de suelos y se utilizó el software Geo5.

b) Diagramas o tablas

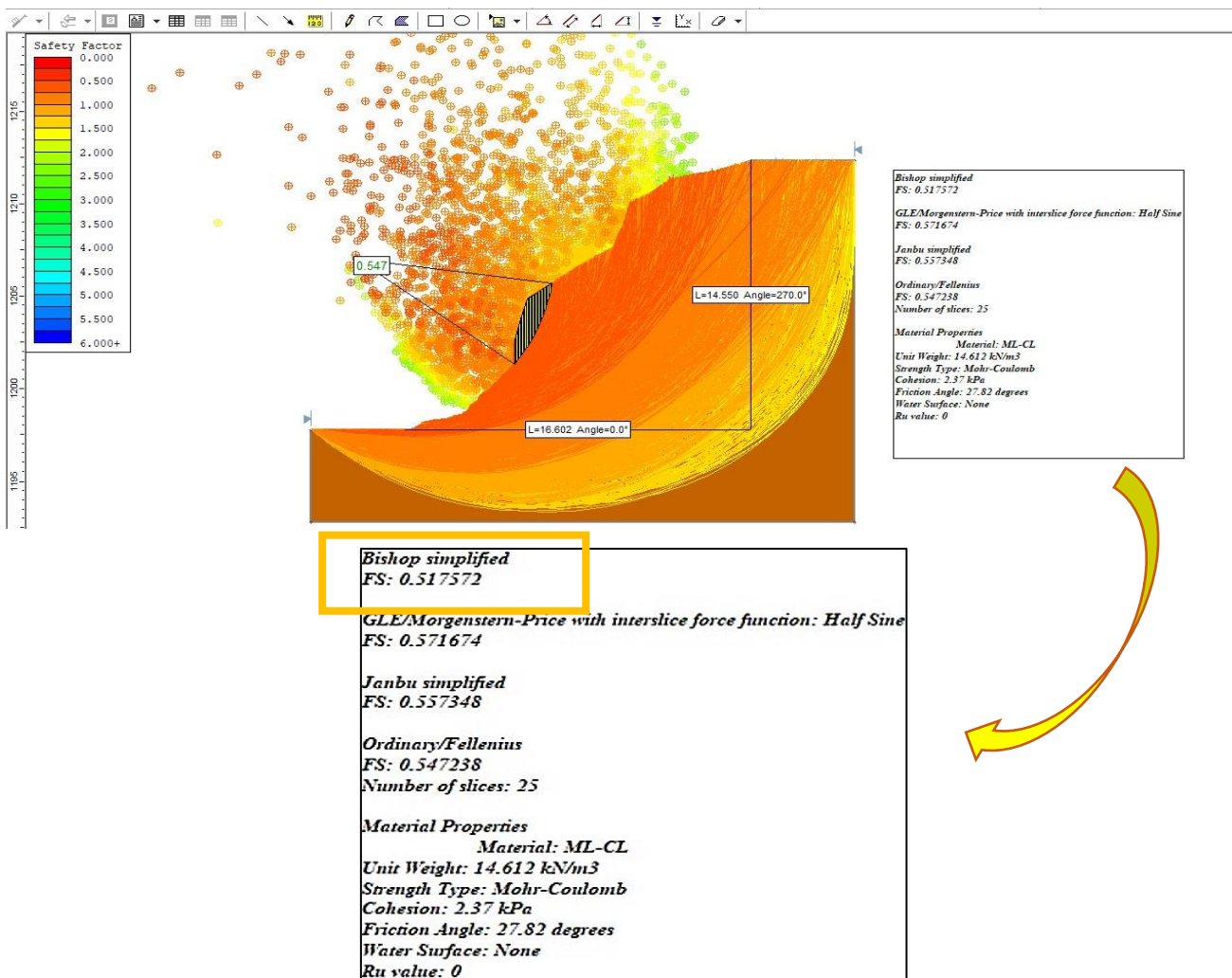


Figura 79: Estimación de Factor de seguridad Sección de Talud de Río Tambopata en la progresiva km 3+600 a km 3+800

Fuente: Elaboración Propia



c) Análisis de estimación

En función a la estratigrafía de suelo de material ML – CL, y cohesión de suelo de 2.37 kPa y el levantamiento topográfico se introdujo en el software Geo5, método Bishop de la cual se obtuvo un factor de seguridad de 0.517 menor al límite de factor de seguridad de 1.50(valor de talud estable) la cual indica que el talud de la progresiva km 3+600 a km 3+800 es inestable y tiene condiciones desfavorables.

3.6.7. Ensayo de DPL

a) Proceso de Cálculo

En el proceso de análisis de los datos obtenidos para en ensayo de Penetración Dinámica Ligera se utilizó la normativa NTP-339.159 que asimila a la normativa DIN-4094 la cual mediante el procedimiento de funcionamiento se deja caer un martillo a una altura de caída libre de 0.50m en que se registra el número de golpes cada 10 cm de penetración.

Tabla 80: Datos del Penetrómetro ensayo “DPL - SPT”

Penetrómetro	DPL	SPT
Peso Martillo (W) (kg)	10	63.50
Altura de caída (H) (cm)	58	76
Área de fondo punta (A)	4.99	20.27
Penet. Espesor (e) (cm)	10	30

Fuente: Elaboración Propia

Se utiliza la equivalencia entre “Número de golpes N” del DPL y “Número de golpes N” del SPT: para poder determinar el ángulo de fricción por diferentes métodos.

$$N_1 = N_2 \frac{W_1 * H_1 * A_1 * e_1}{W_2 * H_2 * A_2 * e_2}$$

Donde:

N_2 = Número de golpes obtenidos en DPL

N_1 = Número de golpes equivalente en SPT

A continuación, se presentan métodos según autores para determinar el ángulo de fricción interna de nuestro suelo a la profundidad “Nspt” determinada por el cálculo de equivalencia de golpes:

Cálculo para Perfil “C-01”:

- ϕ (ángulo fricción interna) método: Hatanaka-Uchida

$$\phi = \sqrt{20 * Nspt} + 15$$



$$\phi = \sqrt{20 * 9.58} + 15$$

$$\phi = 28.84^\circ$$

- ϕ (ángulo fricción interna) método: Muromach

$$\phi = 3.5 * \sqrt{Nspt} + 20$$

$$\phi = 3.5 * \sqrt{9.58} + 20$$

$$\phi = 30.83^\circ$$

- ϕ (ángulo fricción interna) método: Peck

$$\phi = 26.25 * (2 - (e^{-\frac{Nspt}{62}}))$$

$$\phi = 26.25 * (2 - (e^{-\frac{9.58}{62}}))$$

$$\phi = 52.28^\circ$$

- ϕ (ángulo fricción interna) método: Terzaghi

$$\phi = Nspt * 0.25 + 28.5$$

$$\phi = 9.58 * 0.25 + 28.5$$

$$\phi = 30.90^\circ$$

Para el diseño de gavión necesitamos el cálculo de la capacidad portante del suelo por lo que utilizamos las siguientes fórmulas:

PROPIEDADES MECANICAS Y CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS

T A B L A D-1

Peso específico γ y capacidad portante σ_{adm}

CLASE DE SUELO	PESO ESPECIFICO γ (Kg/m ³)	CAPACIDAD PORTANTE σ_{adm} (Kg/cm ²)		OBS.
		Suelo seco	Suelo inundado	
Arena arcillosa mediana y densa	1.900	2 a 3	0.5 a 1	
Arena arcillosa seca y suelta	1.700	1 a 2	-	
Arcilla dura compacta	1.800	4	-	
Arcilla muy firme	1.800	2 a 3	-	
Arcilla semidura	1.750	1 a 2	-	
Arcilla mediana	1.700	0.5 a 1	-	
Arcilla blanda	1.700	<0.5	-	
Limos	1.700	<0.4	-	(3)
Fango, lodo o turba inorgánica	900	-	-	(3)
Suelos orgánicos	1.600	-	-	(3)
Tierra vegetal seca	1.700	-	-	(3)
Rellenos sin consolidar	1.700	-	-	(3)

Teoria de Terzagui

$$Nc = 6.96$$

$$Nq = 1.00$$

$$Ny = 0.00$$

$$\gamma = 1.49 \text{ ton/m}^3$$

$$qc = cNc + \gamma DfNq + 0.5\gamma BNy$$

$$qc = 25.20 \text{ ton/m}^2$$

$$qc = 2.52 \text{ kg/cm}^2$$

$$qa = 0.84 \text{ kg/cm}^2$$



Tabla 83: Análisis de Datos Ensayo de “PDL”, Perfil C-03

Proyecto: "EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SISTEMA DE ESTABILIZACIÓN DE TALUD PARA DEFENSA RIBEREÑA EN SUELOS FINOS, RIO TAMBOPATA, MADRE DE DIOS 2022"					
Ubicación: Río Tambopata - Madre de Dios				CALICATA	3
Fecha: Febrero de 2022				MUESTRA	3
Cota nivel = 184 m.s.n.m				ESTRATO	2

Profund. M.	Nº de golpes	Grafico de Penetracion PDL <p>Cota(mts)</p> <p>Nº de golpes PDL</p> <th>Cota msnm</th> <th>N PDL</th> <th>N SPT</th>	Cota msnm	N PDL	N SPT	
0	0		184.1	184	0	0
0.1	2		184	183.9	12	8.22
0.2	5		183.9	183.8	15	10.27
0.3	5		183.9	183.7	15	10.27
0.4	6		183.9	183.6	15	10.27
0.5	5		183.9	183.5	7	4.79
0.6	4		183.9	183.4		
0.7	4		183.9	183.3		
0.8	2		183.9	183.2		
0.9	1		183.9	183.1		
			183.8			
			183.7			
			183.6			
			183.5			

Penemetro	Sub Índice	Peso W(kg)	Caida H (cm)	Af (cm2)	Penet. E (cm)
PDL	2	10	58	4.99	10

Fuente: Elaboración Propia



c) Análisis del ensayo

En función a la profundidad de auscultación de las calicatas se consideró calicatas en el tramo crítico auscultadas hasta 0.90m de profundidad en el número de golpes a registrar ya que según la norma E-050 Suelos y cimentaciones y NTP339.159 (DIN 4094) no es recomendable utilizarse en el fondo de calicatas, debido a la pérdida de confinamiento en los suelos, incluso como se puede observar para realizar el ensayo se retira la parte orgánica de la zona y luego se procede a auscultar el suelo realizando anotaciones del número de golpes cada diez centímetros. Teniendo conocimiento que la altura del penetrómetro es de 1m y la estratigrafía del suelo es uniforme de acuerdo a la geología de la zona concluimos que este registro es significativo para la obtención de valores del número de golpes.

Seguidamente se realizó la equivalencia del número de golpes se obtuvo los valores del ángulo de fricción identificando al menor valor de 27.82° para el cálculo de la capacidad portante del suelo obteniéndose un $q_a = 0.84 \text{ kg/cm}^2$

Justificación de ensayo: El ensayo de penetración dinámica ligera normativa DIN 4094 y NTP 339.159:2001, en el capítulo de E-050 de Suelos y Cimentaciones constituye para la presente tesis uno de los ensayos de mecánica de suelos más apropiados por su practicidad y accesibilidad en ésta zona y también para el análisis geotécnico permitiendo la estimación del ángulo de fricción que posteriormente determinará la resistencia del suelo, tomando en cuenta el número de golpes aplicado y por ser una zona de estudio poco accesible se determinó realizar éste tipo de análisis de suelo y poder caracterizarlo. Estratigráficamente el suelo por la presencia en la margen izquierdo del Río Tambopata y representado geológicamente, en la zona se evidencia dos estratos, primero el estrato orgánico y luego un nivel de conglomerados fluviales de color grisáceo con manchas rojizas por la oxidación de la hematita, conformado por areniscas y arcillas las mismas que se evidencian en el ensayo de clasificación de suelo y obtenerse un suelo homogéneo también obtenidas de las muestras extraídas en el presente estudio y así mismo evidenciado en el estudio geológico de INGEMMET (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico) por tal motivo ya no se tuvo la necesidad de realizar algún ensayo de mecánica de suelos adicional.

3.6.8. Estudio Hidrológico

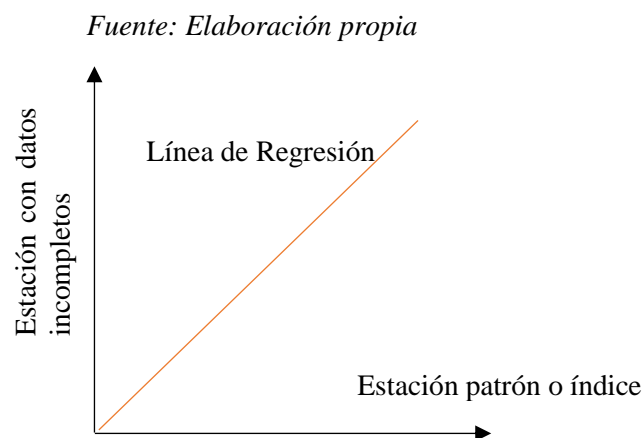
a) Proceso de Cálculo



- **Extensión del registro de Datos Hidrometeorológicos:** En la recolección de registros de las estaciones se tiene falta de información en algunos puntos, por lo tanto, se utilizó la información de otros registros (llamados estaciones patrones o estación índice), de las cuales se realizaron relaciones para completar el periodo de registro. Para esto se aplicó el “Método de la Recta de Regresión”.
- **MÉTODO DE RECTA DE REGRESIÓN:** Se tiene a las estaciones con datos incompletos como “Y i Z”, y a la estación índice como “X” consistente en:
 - a. Dibujar el diagrama de dispersión (puntos coordinados (X,Y) y (X,Z)).
 - b. Ajustar la recta a este diagrama de dispersión.
 - c. Esta recta llamada “línea de regresión”, se usa para completar la información faltante.

Para los datos recopilados la Estación Patrón fue la estación de Puerto Maldonado como se muestra de la que se tienen registros desde 1980 hasta el 2021 de la precipitación máxima en 24 hrs.

Figura 80: Representación Gráfica de Línea de Regresión para completación de datos



- Completación de Datos de las precipitaciones máximas en 24 horas de las estaciones de Puerto Maldonado, Tambopata y Quincemil utilizando el software Easyfit para Completación y Extensión de las precipitaciones.

Procedimiento de completación de datos:

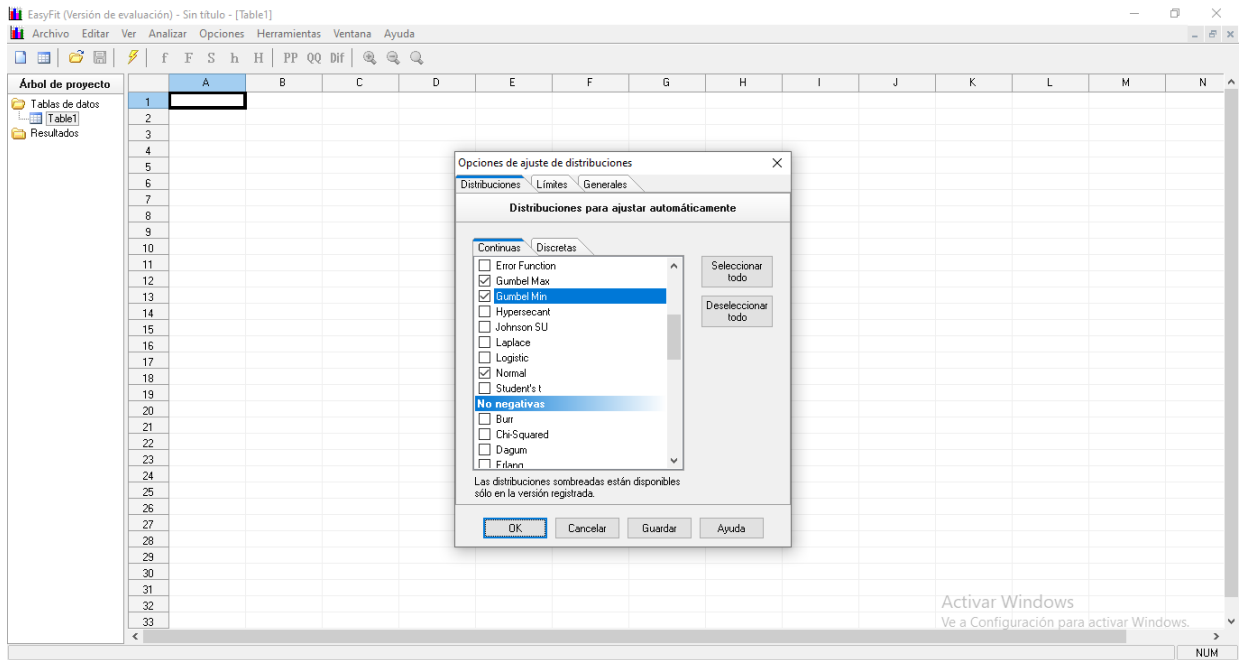


Figura 81: Ventana software EasyFit con sus respectivos ajustes de distribuciones
Fuente: Elaboración propia

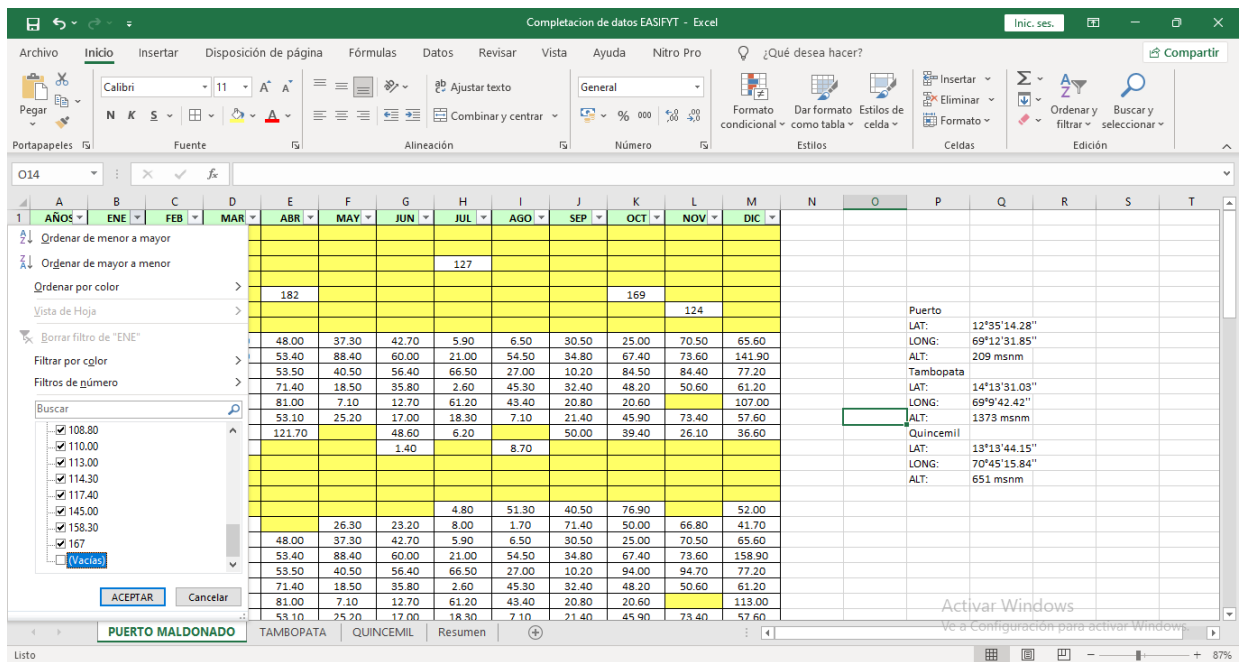


Figura 82: Seleccionamos los datos completos para llevar a software EasyFit
Fuente: Elaboración propia

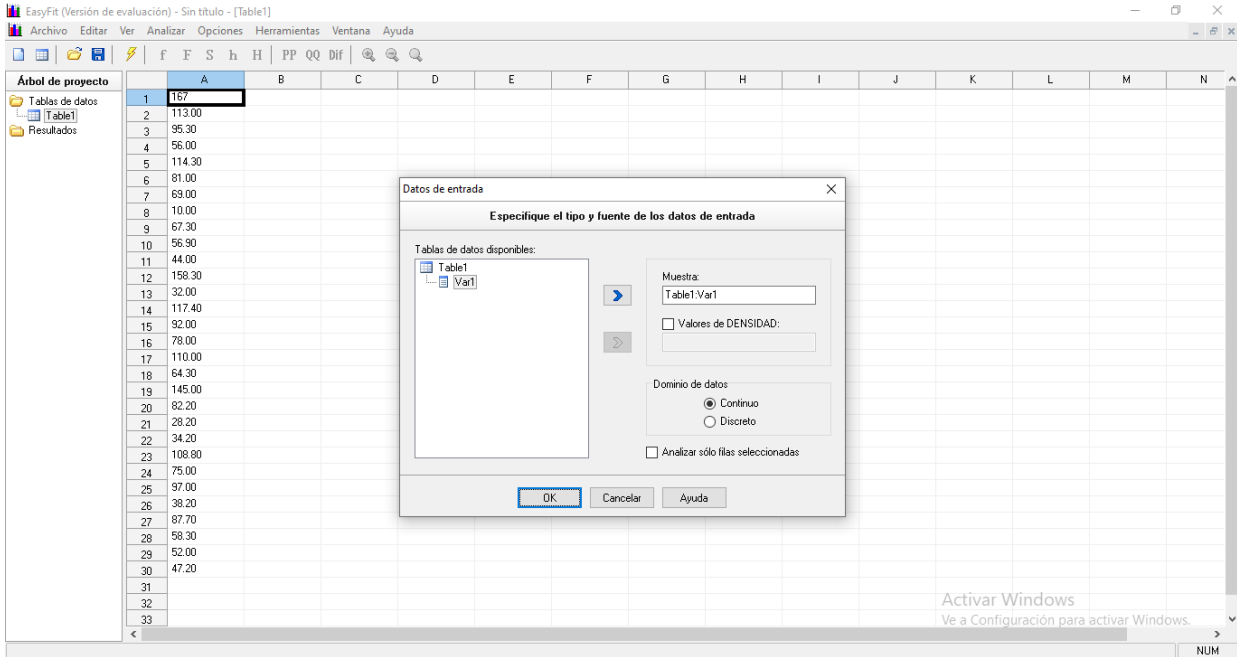


Figura 83: Datos colocados y procesados
Fuente: Elaboración propia

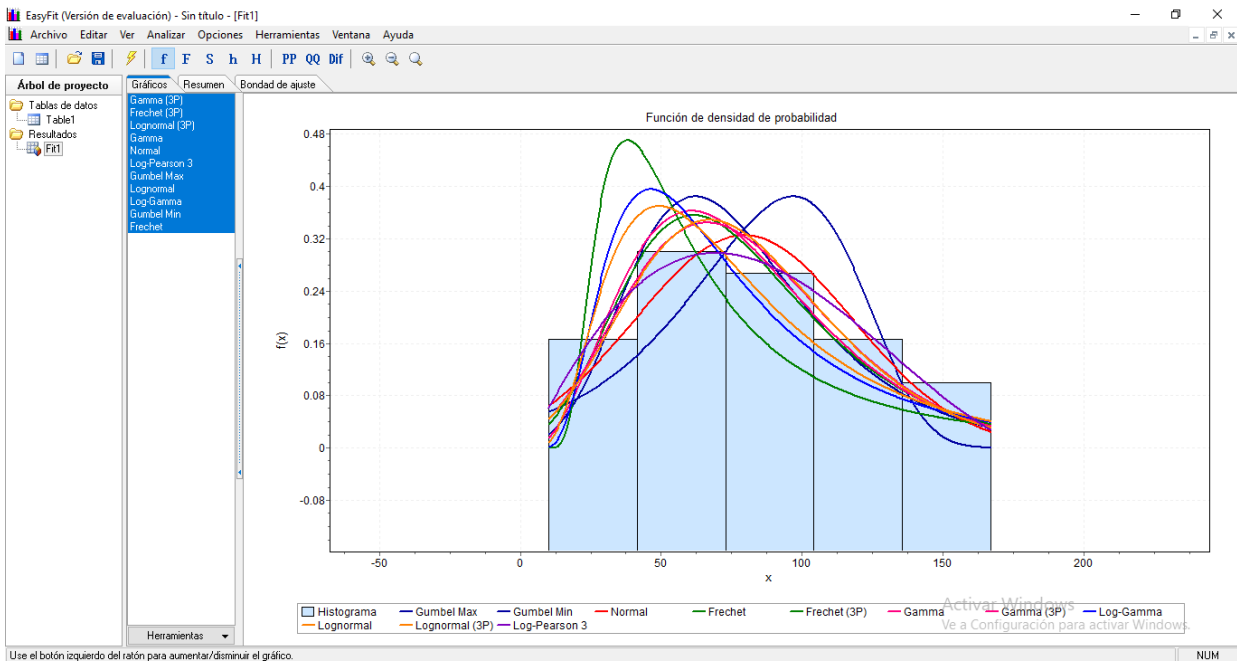


Figura 84: Ajuste Gamma es el que se ajusta más a los datos del mes de enero de la estación Puerto Maldonado
Fuente: Elaboración propia

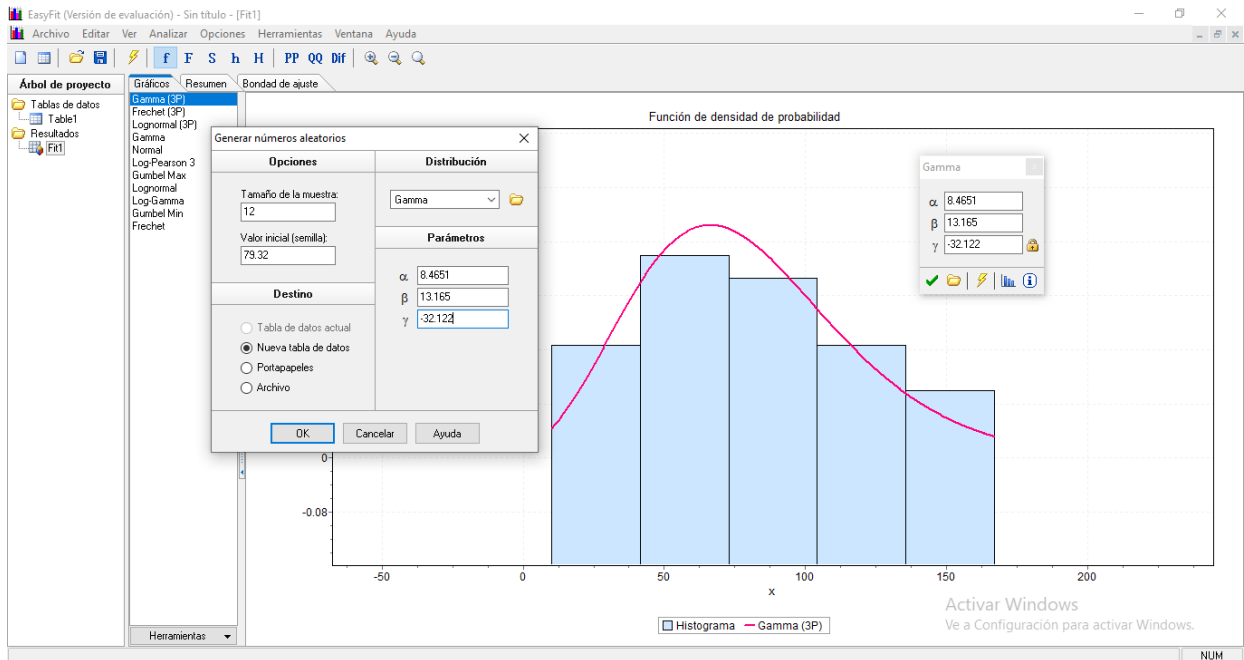


Figura 85: Completamos con los datos Gamma para generar números aleatorios
Fuente: Elaboración propia

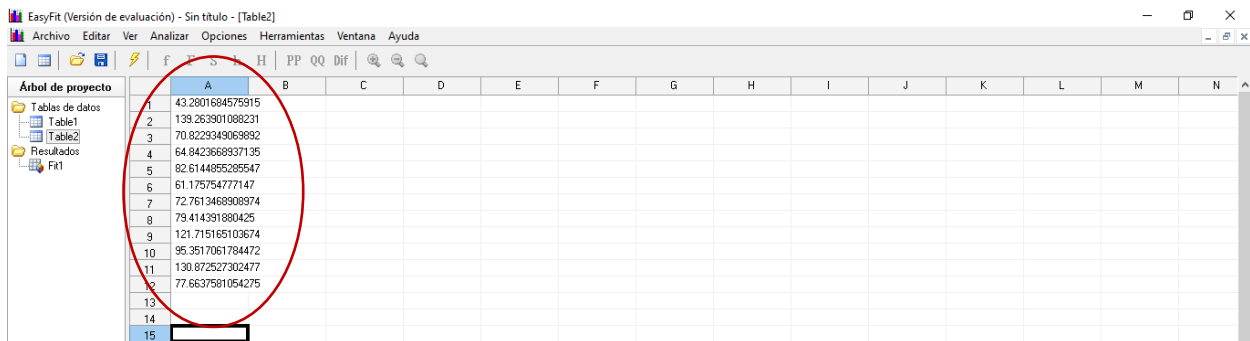


Figura 86: Datos generados para completar los registros vacíos de las precipitaciones de la Estación Puerto Maldonado
Fuente: Elaboración propia



Tabla 84: Datos completos de Estación Puerto Maldonado- software Easyfit

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1980	43.280168	91.660428	124.85883	60.863204	41.418965	36.698767	6.7700406	4.5997176	24.266483	43.526129	51.093377	66.537667
1981	139.2639	36.286656	21.318118	87.185251	31.372982	63.717871	50.694363	20.357989	40.425551	49.300745	37.201752	69.714656
1982	70.822935	220	98.713795	104.44355	35.31924	4.9126168	127	11.928985	33.459252	47.658549	33.348768	71.407536
1983	64.842367	129.19476	210.2678	93.66625	81.992123	23.536504	59.078527	179.36871	47.207497	78.773761	163.36417	96.307748
1984	82.614486	75.381271	54.469645	182	48.523763	27.471216	70.249485	72.18498	23.072023	169	68.799363	48.357607
1985	167	32.474018	107.99342	53.567109	30.824549	57.110236	7.807239	88.910214	14.637017	39.788244	124	61.161156
1986	61.175755	52.723084	58.969975	51.860102	67.414746	32.905644	56.495578	10.116396	50.226997	43.831873	81.680649	33.515465
1987	113.00	65.50	100.50	48.00	37.30	42.70	5.90	6.50	30.50	25.00	70.50	65.60
1988	95.30	58.30	113.30	53.40	88.40	60.00	21.00	54.50	34.80	67.40	73.60	141.90
1989	56.00	68.00	37.30	53.50	40.50	56.40	66.50	27.00	10.20	84.50	84.40	77.20
1990	114.30	143.20	78.40	71.40	18.50	35.80	2.60	45.30	32.40	48.20	50.60	61.20
1991	81.00	54.50	33.40	81.00	7.10	12.70	61.20	43.40	20.80	20.60	49.44	107.00
1992	69.00	72.10	48.20	53.10	25.20	17.00	18.30	7.10	21.40	45.90	73.40	57.60
1993	10.00	30.00	70.50	121.70	77.49	48.60	6.20	238.59	50.00	39.40	26.10	36.60
1994	67.30	74.30	28.00	122.03	28.09	1.40	116.44	8.70	47.84	84.90	122.32	63.79
1995	72.761347	32.491415	183.14729	44.401849	45.324176	22.635763	1.7173387	4.5487728	26.969129	17.34699	39.53926	79.972373
1996	79.414392	73.491772	108.99037	35.089108	19.768059	35.452311	12.107821	14.880854	19.253539	40.115438	84.895573	71.173049
1997	121.71517	99.706905	48.378629	87.861467	46.05321	40.116469	12.889899	10.682561	49.773362	104.76805	22.603286	50.009004
1998	95.35	118.38	73.19	126.62	19.51	12.25	4.80	51.30	40.50	76.90	130.66	52.00
1999	56.90	75.80	60.50	65.86	26.30	23.20	8.00	1.70	71.40	50.00	66.80	41.70
2000	44.00	65.50	107.50	48.00	37.30	42.70	5.90	6.50	30.50	25.00	70.50	65.60
2001	158.30	58.30	113.30	53.40	88.40	60.00	21.00	54.50	34.80	67.40	73.60	158.90
2002	32.00	68.00	37.30	53.50	40.50	56.40	66.50	27.00	10.20	94.00	94.70	77.20
2003	117.40	153.80	78.40	71.40	18.50	35.80	2.60	45.30	32.40	48.20	50.60	61.20
2004	92.00	54.50	33.40	81.00	7.10	12.70	61.20	43.40	20.80	20.60	56.94	113.00
2005	78.00	72.10	48.20	53.10	25.20	17.00	18.30	7.10	21.40	45.90	73.40	57.60
2006	110.00	30.00	70.50	120.30	9.41	48.60	6.20	10.98	50.00	39.40	26.10	36.60
2007	64.30	70.60	28.00	39.03	20.80	1.40	49.36	8.70	67.72	75.08	50.28	94.09
2008	145.00	111.80	53.30	27.00	21.20	0.00	11.20	22.30	16.00	25.00	53.00	58.60
2009	82.20	45.50	55.10	58.00	63.50	35.60	50.20	25.20	18.20	77.32	22.92	97.89
2010	130.87	39.31	58.27	77.01	12.83	21.26	3.20	5.93	42.50	19.43	56.67	58.21
2011	77.66	121.60	80.30	67.00	50.00	47.90	7.20	12.60	26.60	65.00	22.00	123.30
2012	28.20	119.70	55.00	57.10	28.00	53.60	1.20	6.50	67.00	47.20	18.40	46.80
2013	34.20	40.10	77.80	32.20	26.00	31.40	23.90	56.50	41.40	96.40	56.70	84.10
2014	108.80	141.80	67.60	54.60	46.40	32.00	27.10	42.60	38.60	56.50	90.90	35.40
2015	75.00	115.50	67.00	52.30	72.60	14.30	51.00	63.00	34.30	29.30	67.80	75.00
2016	97.00	50.00	134.30	70.40	53.68	6.64	12.50	8.10	31.20	35.20	106.20	92.80
2017	38.20	78.20	112.50	66.00	45.30	58.10	0.00	22.00	8.00	38.00	134.20	71.00
2018	87.70	62.40	213.80	27.00	111.30	42.80	68.60	84.80	31.80	62.20	56.60	72.40
2019	58.30	36.40	98.00	106.30	52.40	3.20	28.80	0.00	19.00	35.80	64.00	67.00
2020	52.00	49.20	59.15	43.28	89.89	61.49	16.22	11.12	16.48	35.62	61.00	143.20
2021	47.20	150.80	62.00	156.20	59.35	33.43	25.21	9.96	43.60	56.64	88.19	38.52

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 85: Datos completos de Estación Tambopata - software Easyfit

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2014	12.00	36.02	5.95	20.83	19.94	21.60	16.00	12.80	35.00	8.50	14.20	60.40
2015	39.30	71.00	40.60	32.00	19.00	13.80	23.00	39.60	20.40	36.00	30.50	25.00
2016	20.00	38.00	33.00	25.80	13.00	7.00	6.80	17.50	18.00	18.40	10.70	13.00
2017	22.50	51.52	47.92	32.14	10.07	13.43	30.21	16.44	28.16	38.46	64.04	44.20
2018	11.99	27.90	5.61	23.04	1.89	16.04	12.52	14.73	42.71	21.69	31.55	49.57
2019	12.00	20.97	53.91	4.28	1.48	23.68	7.50	7.50	45.20	27.40	112.50	28.00
2020	13.00	64.70	5.80	0.00	0.00	10.50	8.70	10.60	25.00	22.60	36.00	41.10
2021	28.20	36.40	23.00	15.80	11.80	49.00	42.00	21.50	27.00	41.00	44.60	57.00

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 86: Datos completos de Estación Quincemil - software Easyfit

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1997	172.4	88.8	239.7	182.9	181.4	179.5	89.8	139.6	58.5	117.0	139.5	165.5
1998	128.1	162.2	172.2	165.0	66.7	59.6	86.9	127.8	38.0	142.0	117.0	80.5
1999	145.0	134.5	141.2	65.8	52.7	100.0	102.0	67.2	124.4	29.2	224.0	132.2
2000	122.0	76.5	127.0	153.2	33.9	179.2	107.9	198.9	123.4	108.1	107.3	140.6
2001	148.8	146.0	139.9	133.9	116.5	91.5	145.0	67.5	158.4	83.0	119.1	175.4
2002	110.2	160.0	134.0	50.0	155.2	97.5	95.2	111.3	77.5	83.1	162.4	112.5
2003	235.5	124.6	131.1	115.0	55.2	67.9	89.9	60.9	33.2	102.8	88.3	98.3
2004	75.1	80.0	90.3	102.0	76.1	80.8	83.0	73.1	58.5	133.5	136.6	166.1
2005	113.0	137.0	83.8	76.4	115.2	89.0	47.0	116.2	60.3	120.0	89.2	61.2
2006	153.7	50.9	153.1	75.9	28.6	50.5	80.7	16.4	59.5	95.2	104.4	124.9
2007	103.8	98.5	136.9	99.9	56.6	14.5	187.4	47.6	32.0	100.8	243.9	90.9
2008	236.6	170.8	110.7	200.2	83.6	101.3	149.7	136.1	168.1	205.9	80.9	101.2
2009	252.4	105.0	138.0	92.9	137.7	48.3	171.7	90.5	205.2	90.8	140.2	81.6
2010	98.5	81.8	98.4	46.0	115.0	53.0	69.6	19.8	68.5	123.9	87.1	141.6
2011	119.5	146.2	102.9	57.9	19.8	58.2	58.2	129.1	99.8	130.9	67.0	95.6
2012	240.8	72.4	97.8	85.2	90.8	75.9	41.6	26.8	43.5	98.4	101.1	89.6
2013	66.3	86.0	68.0	98.4	47.0	112.3	69.3	65.4	66.0	90.5	69.3	263.6
2014	184.3	208.2	125.6	111.4	141.7	78.3	86.1	48.9	70.4	41.7	57.2	114.2
2015	228.4	124.6	89.1	50.0	117.8	91.2	185.2	156.8	124.9	93.4	109.3	203.0
2016	98.9	124.9	155.2	91.1	111.4	77.0	77.9	71.3	67.8	116.5	154.7	197.2
2017	76.2	77.0	155.5	60.8	161.7	174.9	82.9	91.0	69.5	128.8	89.6	124.9
2018	67.8	90.6	191.3	47.2	86.2	125.6	86.2	134.5	47.1	97.0	116.0	270.8
2019	151.3	159.0	90.7	196.3	97.2	146.1	89.1	33.1	71.0	139.6	122.7	112.8
2020	91.3	175.5	61.9	98.8	82.9	153.4	112.0	85.3	103.7	107.5	112.4	239.0
2021	171.7	122.1	67.1	112.1	48.5	137.9	99.4	41.0	70.5	128.0	182.5	139.0

Fuente: Elaboración Propia

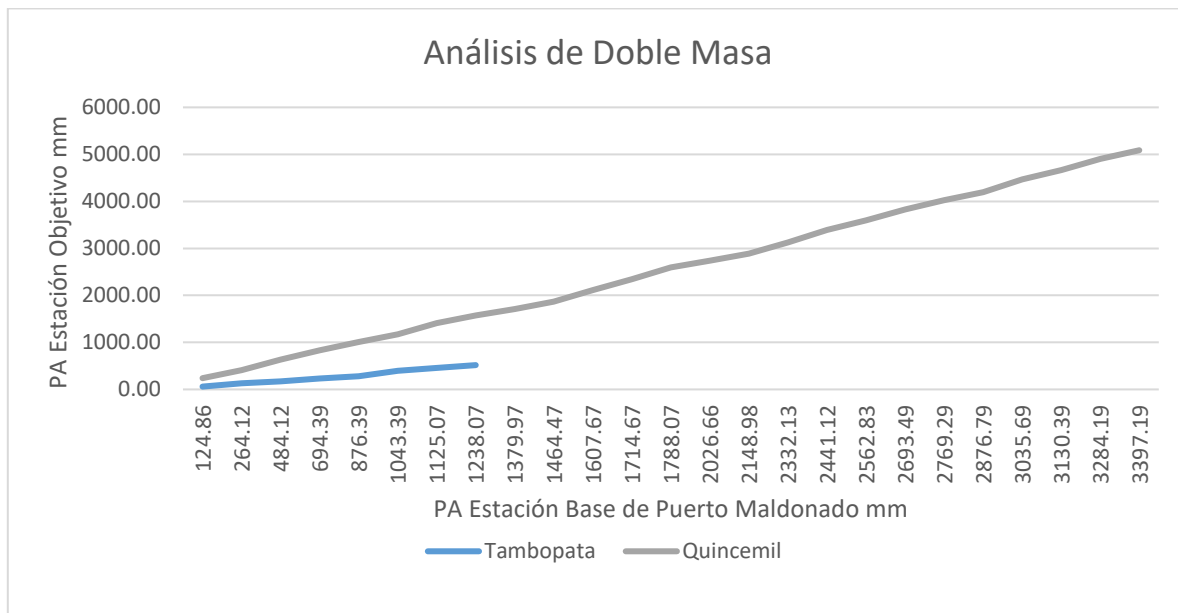


Figura 87: Análisis de Doble Masa de las estaciones Puerto Maldonado, Tambopata y Quincemil

Fuente: Elaboración propia

- **Periodo de Retorno:** Se entiende por periodo de retorno (T), al intervalo de tiempo medio en años para lo cual un evento de magnitud “x” puede llegar a ser igual o mayor, significa que puede ocurrir una vez cada cierto periodo de años.



Tabla 87: Valores de periodo de retorno de diseño “T” recomendado para estructuras menores

Tipo de Estructura	T(años)
Puente sobre carretera importante	50 a 100
Puente s/ carretera menos importante o alcantarillas s/ carretera importante	25
Alcantarillas sobre camino secundario	5 a 10
Drenaje lateral de los pavimentos, donde se puede tolerar encharcamiento con lluvia de corta duración	1 a 2
Drenaje de aeropuertos	5
Drenaje urbano	2 a 10
Drenaje agrícola	5 a 10
Muros de encauzamiento (obra de defensa ribereña)	2 a 50

Fuente: (Villón, 2002)

Para el presente estudio elegimos el valor de $T = 50$ años según la tabla 87 por ser un muro de encauzamiento de obra de defensa ribereña para un embarcadero.

- **Tiempo de Concentración (Tc):** El tiempo de concentración es un parámetro que nos servirá para calcular los caudales máximos.

Se determinó el Tc con las siguientes fórmulas:

❖ **Fórmula de Ventura Heras:**

$$Tc = \alpha \sqrt{\frac{A}{S}} * 60$$

$$0.03 \leq \alpha \leq 0.15$$

Donde:

Tc = Tiempo de concentración en minutos.

A = Área de la cuenca en Km²

S = Pendiente media del cauce en (m/m)

$\alpha = 0.1272$ (Valor recomendado por muchos autores)

❖ **Fórmula de Passini:**

$$Tc = \alpha \frac{\sqrt[3]{A * L}}{\sqrt{S}} * 60$$

$$0.04 \leq \alpha \leq 0.13$$

Donde:

Tc = Tiempo de concentración en minutos

A = Área de la cuenca en Km²

L = Longitud del cauce en Km

S = Pendiente media del cauce en (m/m)



- **Intensidad de precipitación:** Considerado como un parámetro fundamental, para la obtención del caudal de diseño, la cual varía según las condiciones geográficas y meteorológicas de la zona de estudio.

❖ Fórmula de Intensidad

$$I = \frac{P}{t}$$

Donde:

I = Intensidad en mm/h

P = Precipitación en altura de agua en mm

t = Tiempo en horas

- **Generación de Caudal Máximo:** El objetivo de la generación es la determinación de las máximas avenidas en un punto determinado. Estos datos nos servirán para el dimensionamiento de las obras de drenaje.

Para el cálculo de máximas avenidas se consideraron los siguientes métodos:

❖ **Método Racional Modificado según el método unitario triangular SCS**

$$P = tc * C * I$$

Donde:

P = Precipitación mm

I = Intensidad Máxima de la lluvia mm/hr

tc = Tiempo de Concentración hrs

C = Coeficiente de reducción

$$Q = \frac{P * A}{5.4 * Tc}$$

Donde:

Q = Caudal Máximo m³/s

P = Precipitación mm

A = Área de la cuenca km²

Tc = Tiempo de Concentración hrs



b) Diagramas o tablas

Tabla 88: Análisis De Datos Dudosos Estación Meteorológica - PUERTO MALDONADO

ANALISIS DE DATOS DUDOSOS ESTACION METEOROLÓGICA DE PUERTO MALDONADO

DATOS ENTRADA

N°	Año	Pmáx 24hrs	y=ln(Pmáx 24hrs)
1	1980		
2	1981		
3	1982	220	5.394
4	1983		
5	1984	182	5.204
6	1985	167	5.118
7	1986		
8	1987	113	4.727
9	1988	141.9	4.955
10	1989	84.5	4.437
11	1990	143.2	4.964
12	1991	107	4.673
13	1992	73.4	4.296
14	1993	121.7	4.802
15	1994	74.3	4.308
16	1995		
17	1996		
18	1997		
19	1998	76.9	4.343
20	1999	75.8	4.328
21	2000	107.5	4.677
22	2001	158.9	5.068
23	2002	94.7	4.551
24	2003	153.8	5.036
25	2004	113	4.727
26	2005	78	4.357
27	2006	120.3	4.790
28	2007	70.6	4.257
29	2008	145	4.977
30	2009	82.2	4.409
31	2010	42.5	3.750
32	2011	123.3	4.815
33	2012	119.7	4.785
34	2013	96.4	4.569
35	2014	141.8	4.954
36	2015	115.5	4.749
37	2016	134.3	4.900
38	2017	134.2	4.899
39	2018	213.8	5.365
40	2019	106.3	4.666
41	2020	143.2	4.964
42	2021	156.2	5.051
Media =			4.74
Desviación Estandar =			0.35

CÁLCULO DE CUANTILES

Valor del estadista Grubbs y Beck:

$$Kn_{.36} = 2.639$$

Umbral de dato dudoso alto:

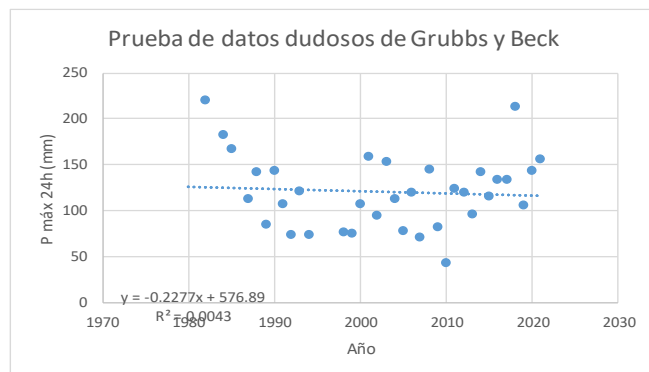
$$X_H = e^{(y + Kn \cdot Sy)}$$

$$X_H = 286.96 \text{ mm}$$

Umbral de dato dudoso bajo:

$$X_L = e^{(y - Kn \cdot Sy)}$$

$$X_L = 45.54 \text{ mm}$$



Valor Kn se muestran en la siguiente tabla

Valores K_n para la prueba de datos dudosos

Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

EVALUACIÓN DE DATOS

Año	Pmáx 24hrs	Confiabilidad
1980		
1981		
1982	220.00	Confiable
1983		
1984	182.00	Confiable
1985	167.00	Confiable
1986		
1987	113.00	Confiable
1988	141.90	Confiable
1989	84.50	Confiable
1990	143.20	Confiable
1991	107.00	Confiable
1992	73.40	Confiable
1993	121.70	Confiable
1994	74.30	Confiable
1995		
1996		
1997		
1998	76.90	Confiable

1999	75.80	Confiable
2000	107.50	Confiable
2001	158.90	Confiable
2002	94.70	Confiable
2003	153.80	Confiable
2004	113.00	Confiable
2005	78.00	Confiable
2006	120.30	Confiable
2007	70.60	Confiable
2008	145.00	Confiable
2009	82.20	Confiable
2010	42.50	Dudoso
2011	123.30	Confiable
2012	119.70	Confiable
2013	96.40	Confiable
2014	141.80	Confiable
2015	115.50	Confiable
2016	134.30	Confiable
2017	134.20	Confiable
2018	213.80	Confiable
2019	106.30	Confiable
2020	143.20	Confiable
2021	156.20	Confiable

Fuente: Elaboración Propia



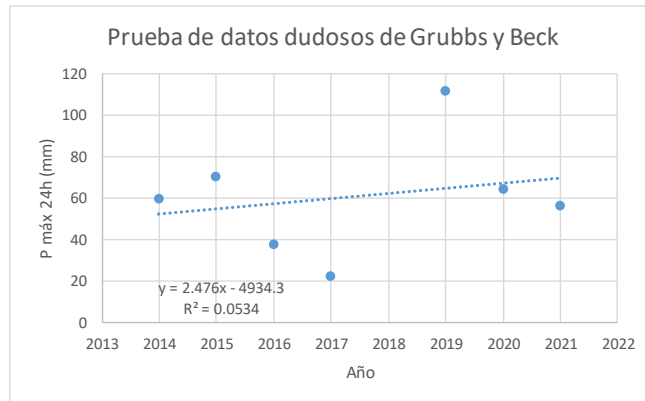
Tabla 89: Análisis De Datos Dudosos Estación Meteorológica - **TAMBOPATA**

ANALISIS DE DATOS DUDOSOS ESTACION METEOROLÓGICA DE TAMBOPATA

DATOS ENTRADA

N°	Año	Pmáx 24hrs	y=ln(Pmáx 24hrs)
35	2014	60.4	4.10
36	2015	71	4.26
37	2016	38	3.64
38	2017	22.5	3.11
39	2018		
40	2019	112.5	4.72
41	2020	64.7	4.17
42	2021	57	4.04
Media =			4.01
Desviación Estandar =			0.51

CÁLCULO DE CUANTILES



Valor del estadista Grubbs y Beck:

$$K_{n,10} = 2.036$$

Umbral de dato dudoso alto:

$$X_H = e^{(\bar{y} + K_{n,10} \cdot S_y)}$$

$$X_H = 154.75 \text{ mm}$$

Umbral de dato dudoso bajo:

$$X_L = e^{(\bar{y} - K_{n,10} \cdot S_y)}$$

$$X_L = 19.54 \text{ mm}$$

Fuente: Elaboración Propia

EVALUACIÓN DE DATOS

Año	Pmáx 24hrs	Confiabilidad
2014	60.4	Confiable
2015	71	Confiable
2016	38	Confiable
2017	22.5	Confiable
2018		
2019	112.5	Confiable
2020	64.7	Confiable
2021	57	Confiable

Tabla 90: Análisis De Datos Dudosos Estación Meteorológica – **QUINCENIL**

ANALISIS DE DATOS DUDOSOS ESTACION METEOROLÓGICA DE QUINCENIL

DATOS ENTRADA

N°	Año	Pmáx 24hrs	y=ln(Pmáx 24hrs)
18	1997	165.5	5.109
19	1998	172.2	5.149
20	1999	224	5.412
21	2000	198.9	5.293
22	2001	175.4	5.167
23	2002	160	5.075
24	2003	235.5	5.462
25	2004	166.1	5.113
26	2005	137	4.920
27	2006	153.7	5.035
28	2007	243.9	5.497
29	2008	236.6	5.466
30	2009	252.4	5.531
31	2010	141.6	4.953
32	2011	146.2	4.985
33	2012	240.8	5.484
34	2013	263.6	5.574
35	2014	208.2	5.338
36	2015	228.4	5.431
37	2016	155.2	5.045
38	2017	174.9	5.164
39	2018	270.8	5.601
40	2019	196.3	5.280
41	2020	239	5.476
42	2021	182.5	5.207
Media =			5.27
Desviación Estandar =			0.21

EVALUACIÓN DE DATOS

Año	Pmáx 24hrs	Confiabilidad
1997	165.5	Confiable
1998	172.2	Confiable
1999	224	Confiable
2000	198.9	Confiable
2001	175.4	Confiable
2002	160	Confiable
2003	235.5	Confiable
2004	166.1	Confiable
2005	137	Confiable
2006	153.7	Confiable
2007	243.9	Confiable
2008	236.6	Confiable
2009	252.4	Confiable
2010	141.6	Confiable
2011	146.2	Confiable
2012	240.8	Confiable
2013	263.6	Confiable
2014	208.2	Confiable
2015	228.4	Confiable
2016	155.2	Confiable
2017	174.9	Confiable
2018	270.8	Confiable
2019	196.3	Confiable
2020	239	Confiable
2021	182.5	Confiable



CÁLCULO DE CUANTILES

Valor del estadista Grubbs y Beck:

$K_{n,42} = 2.486$

Umbral de dato dudoso alto:

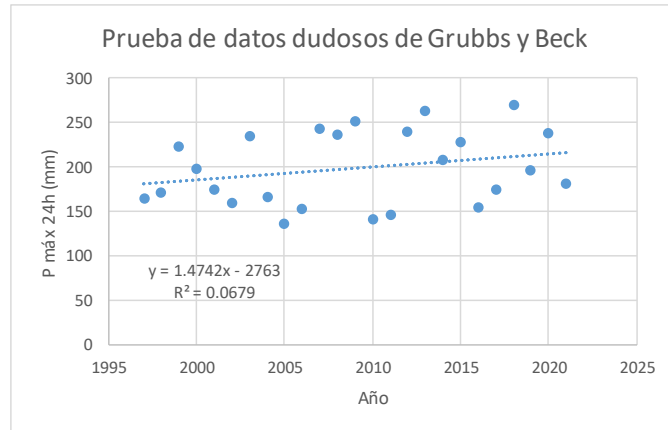
$$X_H = e^{(\bar{y} + K_{n,42} * S_y)}$$

$$X_H = 329.37 \text{ mm}$$

Umbral de dato dudoso bajo:

$$X_L = e^{(\bar{y} - K_{n,42} * S_y)}$$

$$X_L = 114.91 \text{ mm}$$



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 91: Resumen de datos del Análisis de Confiabilidad de datos dudosos de Estación **Puerto Maldonado - Tambopata - Quincemil**

DATOS DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA

AÑOS	PUERTO MALDONADO	TAMBOPATA	QUINCE MIL
1982	220.0		
1984	182.0		
1985	167.0		
1987	113.0		
1988	141.9		
1989	84.5		
1990	143.2		
1991	107.0		
1992	73.4		
1993	121.7		
1994	74.3		
1997			165.5
1998	76.9		172.2
1999	75.8		224.0
2000	107.5		198.9
2001	158.9		175.4
2002	94.7		160.0
2003	153.8		235.5
2004	113.0		166.1
2005	78.0		137.0
2006	120.3		153.7
2007	70.6		243.9
2008	145.0		236.6
2009	82.2		252.4
2010	RETIRADO		141.6
2011	123.3		146.2
2012	119.7		240.8
2013	96.4		263.6
2014	141.8	60.4	208.2
2015	115.5	71.0	228.4
2016	134.3	38.0	155.2
2017	134.2	22.5	174.9
2018	213.8		270.8
2019	106.3	112.5	196.3
2020	143.2	64.7	239.0
2021	156.2	57.0	182.5

Fuente: Elaboración Propia



Para la eliminación de datos dudosos no se debe completar los datos faltantes ya que solo se usan datos registrados debidamente mas no los estimados por ese se realiza análisis de confiabilidad de datos dudosos.

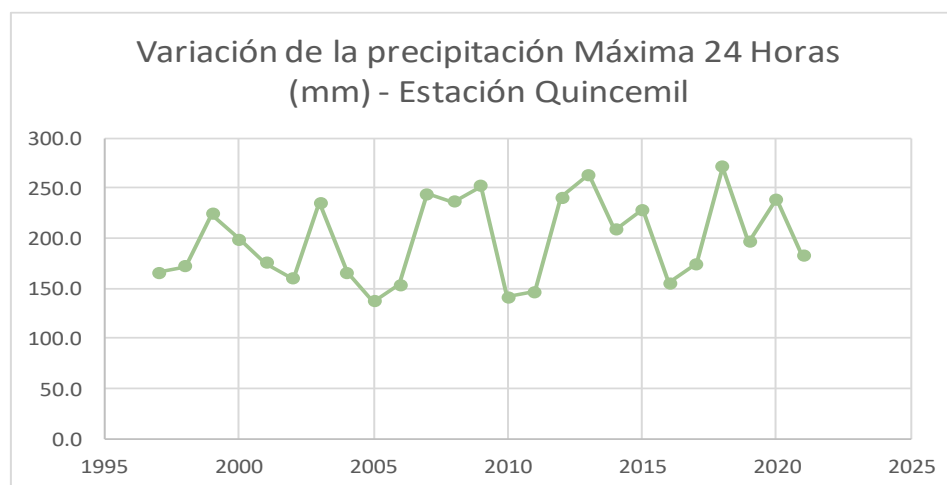
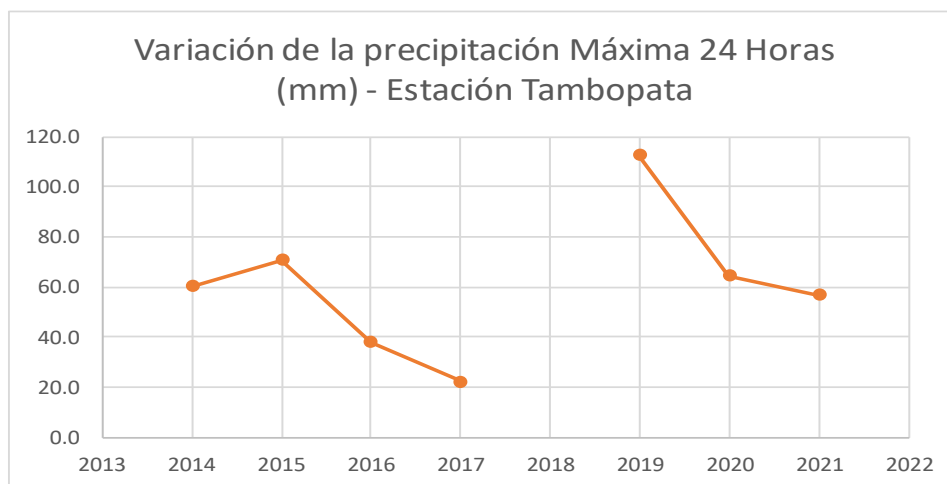
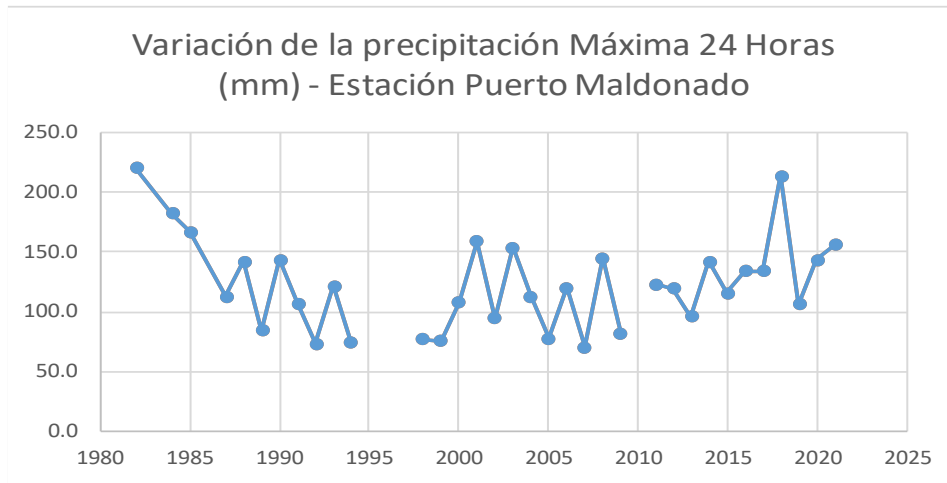


Figura 88: Variación de la precipitación Máxima 24 horas de las estaciones, Puerto Maldonado, Tambopata y Quincemil
Fuente: Elaboración Propia



▪ **Cálculo de Caudal de diseño Método Racional Modificado según el método unitario triangular SCS.**

a) Se procede a realizar el análisis de distribución de las precipitaciones máximas de 24 horas en el software HIDROESTA 2.0 en donde analizamos el delta teórico y tabular de las distribuciones, Normal, Log normal 2 parámetros, Log normal 3 parámetros, Gamma 2 parámetros, Gamma 3 parámetros, Log Pearson tipo III, Gumbel y Log Gumbel, seguidamente se procede hallar la precipitación en función del periodo de retorno de 5, 10, 20, 50, 100 y 200 años.

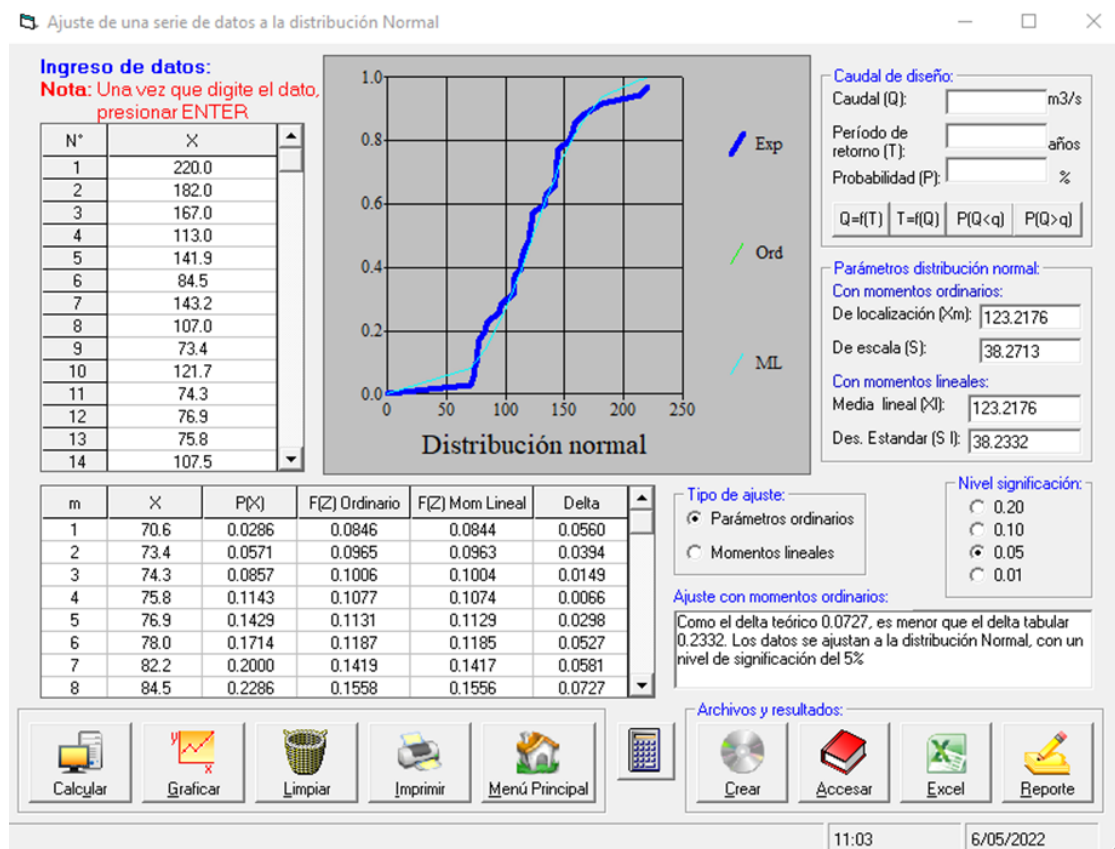


Figura 89: Distribución normal en software HIDROESTA de las precipitaciones máximas de Puerto Maldonado obteniendo $\Delta_{teórico} = 0.0727$ y $\Delta_{tabular} = 0.2332$

Fuente: Elaboración Propia

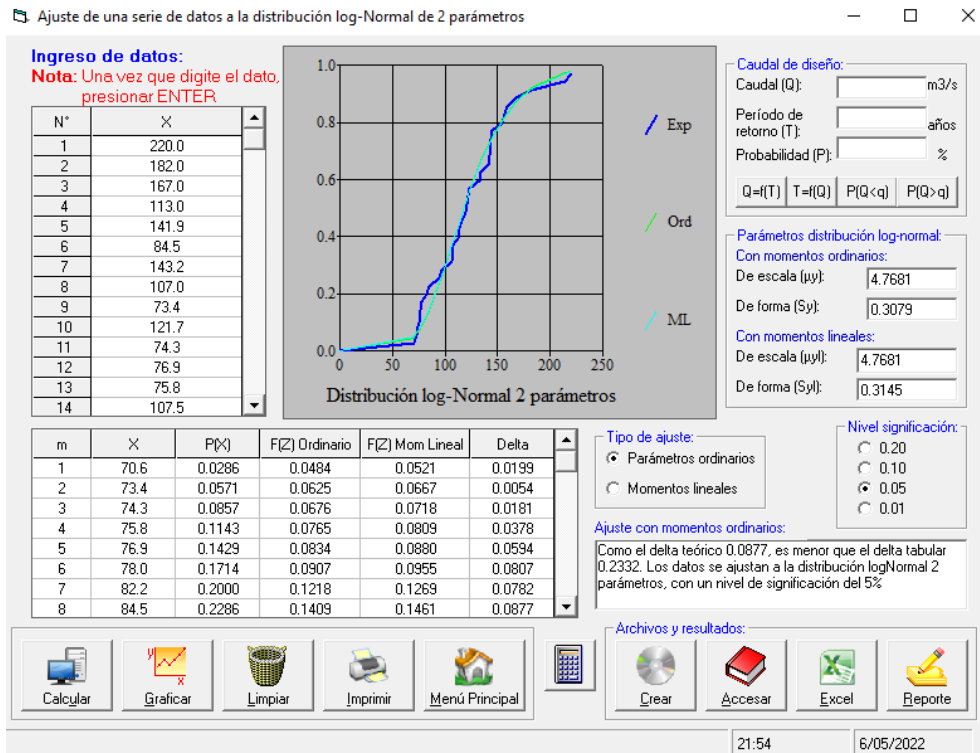


Figura 90: Distribución log-normal 2 parámetros en software HIDROESTA de precipitaciones máximas de Pto. Maldonado obteniendo Δ teórico = 0.0877 y Δ tabular = 0.2332

Fuente: Elaboración Propia

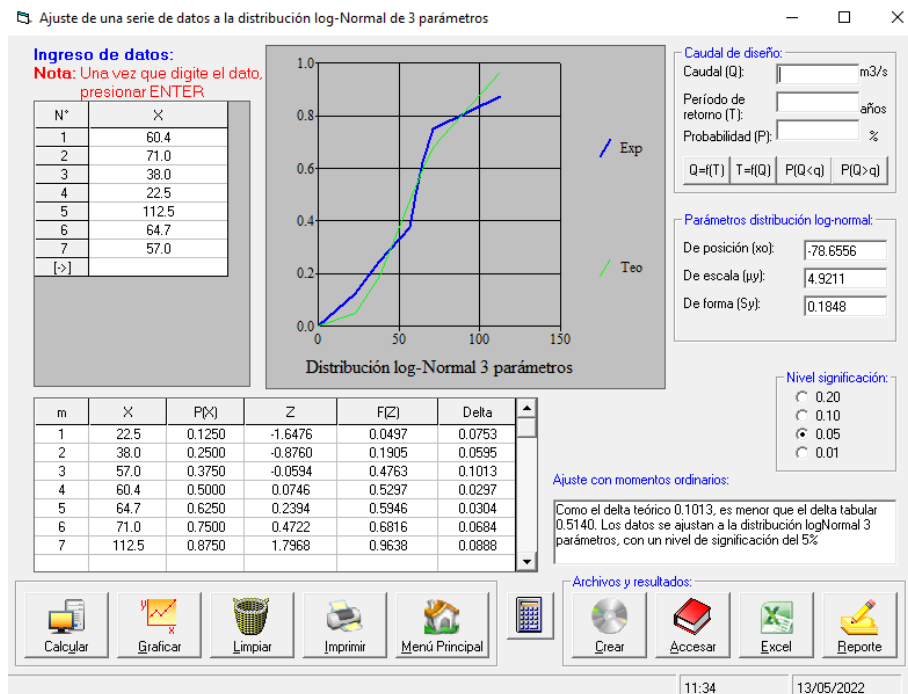


Figura 91: Distribución log-normal 3 parámetros en software HIDROESTA de las precipitaciones máximas de Tambopata obteniendo Δ teórico = 0.1013 y Δ tabular = 0.5140

Fuente: Elaboración Propia

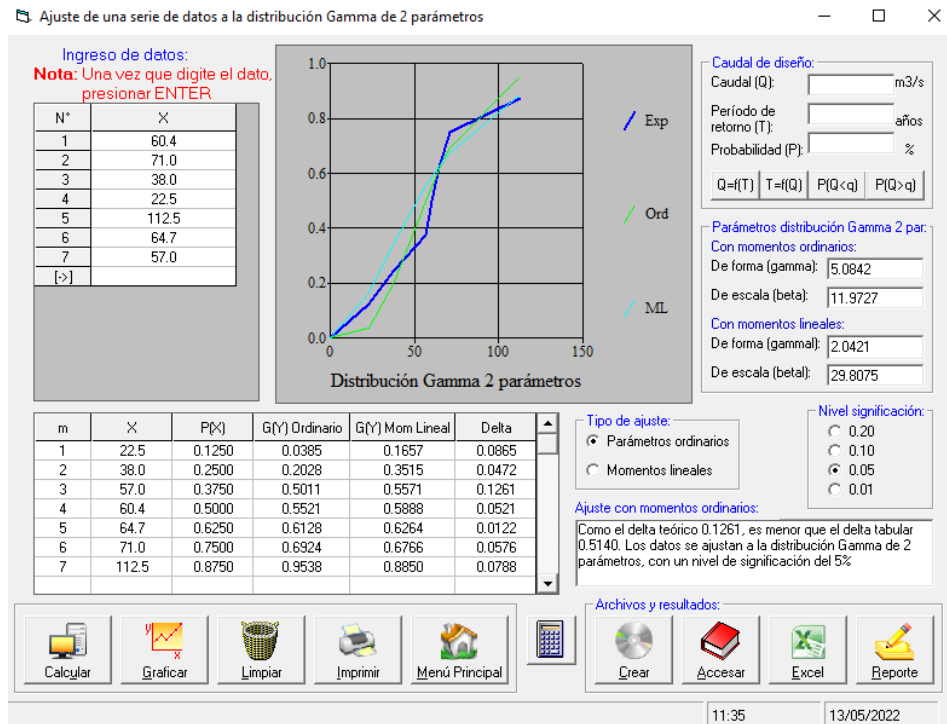


Figura 92: Distribución Gamma 2 parámetros en software HIDROESTA de precipitaciones máximas de Tambopata obteniendo $\Delta_{teórico} = 0.1261$ y $\Delta_{tabular} = 0.5140$

Fuente: Elaboración Propia

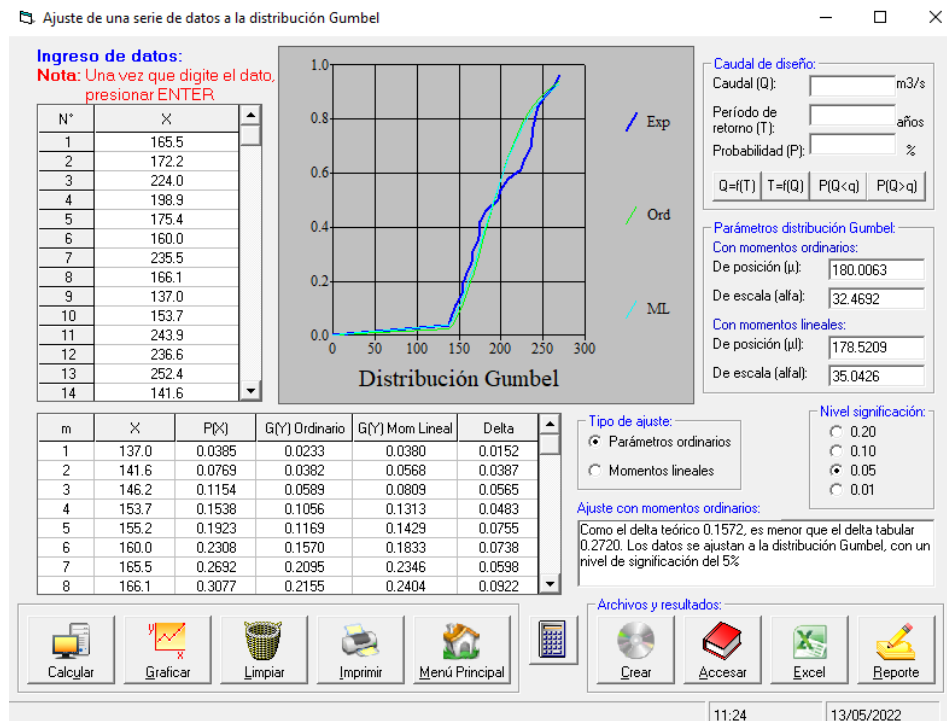


Figura 93: Distribución Gumbel en software HIDROESTA de precipitaciones máximas de Quincemil obteniendo $\Delta_{teórico} = 0.1572$ y $\Delta_{tabular} = 0.2720$

Fuente: Elaboración Propia

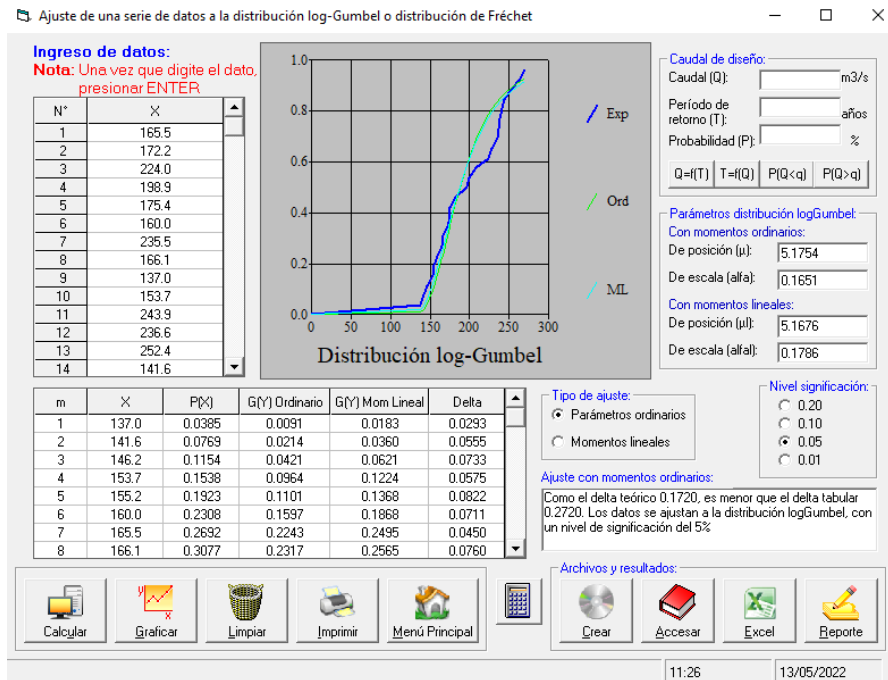


Figura 94: Distribución log-Gumbel en software HIDROESTA de precipitaciones máximas de Quincemil obteniendo $\Delta_{teórico} = 0.1720$ y $\Delta_{tabular} = 0.2720$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 92: Análisis de Distribución de Precipitación máxima de las Estaciones Meteorológicas de Puerto Maldonado - Tambopata - Quincemil

ANÁLISIS DE DISTRIBUCION DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA

con nivel de significación del 5%

ESTACION METEOROLOGICA	DISTRIBUCION	$\Delta_{Teórico}$	$\Delta_{Tabular}$	5	10	20	50	100	200	
PUERTO MALDONADO	Normal	0.0727	0.2332	155.42	172.27	186.18	201.83	212.27	221.81	
	Log normal 2 parámetro	0.0877	0.2332	152.5	174.63	195.31	221.51	240.9	260.13	
	Log normal 3 parámetro	0.0913	0.2332	151.69	175.17	197.73	227.14	249.42	271.93	
	Gamma 2 parámetros	0.0879	0.2332	152.82	172.41	189.76	210.58	225.21	239.08	
	Gamma 3 parámetros	0.08016	0.2332	153.45	174.22	192.8	215.28	231.19	246.35	
	Log Pearson tipo III	no se ajustan								
	Gumbel	0.1005	0.2332	150.75	173.14	194.62	222.43	243.26	264.02	
	Log Gumbel	0.1271	0.2332	146.87	175.86	209.03	261.42	309.12	365.29	
TAMBOPATA	Normal	0.1100	0.5140	84.66	97.1	107.37	118.93	126.64	133.69	
	Log normal 2 parámetro	0.1531	0.514	84.34	105.48	126.88	156.19	179.4	203.64	
	Log normal 3 parámetro	0.1013	0.514	81.57	95.15	107.22	121.81	132.17	142.11	
	Gamma 2 parámetros	0.1261	0.514	81.67	97	110.96	128.11	140.4	152.21	
	Gamma 3 parámetros	0.11799	0.514	83.13	98.56	112.41	129.19	141.09	152.45	
	Log Pearson tipo III	no se ajustan								
	Gumbel	0.1371	0.514	81.21	97.74	113.61	134.14	149.53	164.86	
	Log Gumbel	0.2237	0.514	79.27	106.71	141.93	205.31	270.74	356.66	
QUINCEMIL	Normal	0.1356	0.272	233.79	252.12	267.26	284.29	295.64	306.03	
	Log normal 2 parámetro	0.1318	0.272	232.5	255.22	275.64	300.58	318.45	335.72	
	Log normal 3 parámetro	0.1308	0.272	232.04	252.7	270.74	292.16	307.13	321.34	
	Gamma 2 parámetros	0.1302	0.272	232.13	252.67	270.5	291.51	306.07	319.73	
	Gamma 3 parámetros	0.12923	0.272	233.43	252.78	269.1	287.84	300.53	312.22	
	Log Pearson tipo III	no se ajustan								
	Gumbel	0.1572	0.272	228.71	253.07	276.45	306.7	329.37	351.96	
	Log Gumbel	0.172	0.272	226.57	256.46	288.83	336.86	378.03	424.05	



RESUMEN DE RESULTADOS

ESTACION METEOROLOGICA	DISTRIBUCION	Δ Teórico	Δ Tabular	5	10	20	50	100	200
PUERTO MALDONADO	Normal	0.073	0.233	155.420	172.270	186.180	201.830	212.270	221.810
TAMBOPATA	Log normal 3 parámetros	0.101	0.514	81.570	95.150	107.220	121.810	132.170	142.110
QUINCEMIL	Gamma 3 parámetros	0.129	0.272	233.430	252.780	269.100	287.840	300.530	312.220

*escoger el mínimo valor

CALCULO DE INTENSIDAD YANCE TUERO

Donde:

$$I = aP_{24}^b$$

parámetros establecidos

a = 0.4602

b = 0.876

ESTACION METEOROLOGICA	DISTRIBUCION	Δ Teórico	Δ Tabular	5	10	20	50	100	200
PUERTO MALDONADO	Normal	0.073	0.233	38.257	41.866	44.813	48.097	50.269	52.243
TAMBOPATA	Log normal 3 parámetros	0.101	0.514	21.749	24.890	27.636	30.903	33.194	35.371
QUINCEMIL	Gamma 3 parámetros	0.129	0.272	54.633	58.580	61.880	65.639	68.167	70.485

Fuente: Elaboración Propia

CALCULO DE TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

❖ **Fórmula de Ventura Heras:**

$$T_c = \alpha \sqrt{\frac{A}{S}} * 60$$

Tc = 23280.7902 min

Tc = 388.013 h

$$0.03 \leq \alpha \leq 0.15$$

Tc = Tiempo de concentración en minutos.

A = Área de la cuenca en Km²

3722.02

S = Pendiente media del cauce en (m/m)

0.0004

α = 0.1272 (Valor recomendado por muchos autores)

0.1272

❖ **Fórmula de Passini:**

$$T_c = \alpha \frac{\sqrt[3]{A * L}}{\sqrt{S}} * 60$$

Tc = 34896.5938 min

Tc = 581.610 h

$$0.04 \leq \alpha \leq 0.13$$

Tc = Tiempo de concentración en minutos

A = Área de la cuenca en Km²

3722.02

L = Longitud del cauce en Km

205.46853

S = Pendiente media del cauce en (m/m)

0.0004

0.1272



Tabla 93: Cálculo de Caudal para un periodo de retorno de 50 años por el Método Racional

CALCULO DE CAUDAL PARA UN PERIODO DE RETORNO POR EL METODO RACIONAL

$$P = tc * C * I$$

	5	10	20	50	100	200
Intensidad (mm/h)	38.26	41.87	44.81	48.10	50.27	52.24
Tiempo Concentración (h)	581.610	581.610	581.610	581.610	581.610	581.610
Coefficiente de reducción	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
P (mm)	1001.269	1095.748	1172.876	1258.805	1315.665	1367.321

$$Q = \frac{P * A}{5.4 * Tc}$$

P (mm)	1001.269	1095.748	1172.876	1258.805	1315.665	1367.321
Área de la cuenca (km2)	3722.02	3722.02	3722.02	3722.02	3722.02	3722.02
Tiempo Concentración (h)	581.610	581.610	581.610	581.610	581.610	581.610
Constante	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
Q (m3/s)	1186.599	1298.565	1389.970	1491.803	1559.188	1620.405

Fuente: Elaboración Propia

Análisis del estudio

Se obtiene mediante el método racional un valor de caudal de 1491.8m³/s para un periodo de retorno de 50 años, este método es utilizado por que según el reglamento nacional de edificaciones permite el cálculo de caudal de diseño utilizando Métodos de Hidrograma unitario o modelos de Simulación para áreas de cuencas mayores de 13 km² porque se tiene los registros pluviométricos de precipitaciones máximas en 24 horas.

▪ Cálculo de Caudal de diseño Método Creager

La fórmula empleada es la siguiente:

$$Q_{max} = (c1 + C2) * \log(T) * A^{mA^{-n}}$$

Donde:

Q_{max}: Caudal máximo para un periodo de retorno T seleccionado, en m³/s

A : Área de la cuenca aportante, en km²

T : Periodo de retorno, en años

C1, C2: "coeficientes adimensionales de escala, por regiones hidráulicas"

m, n : "exponentes adimensionales, por regiones hidráulicas"



Tabla 94: Exponentes adimensionales, por regiones hidráulicas

Región	C ₁	C ₂	m	n
1	1.01	4.37	1.02	0.04
2	0.10	1.28	1.02	0.04
3	0.27	1.48	1.02	0.04
4	0.09	0.36	1.24	0.04
5	0.11	0.26	1.24	0.04
6	0.18	0.31	1.24	0.04
7	0.22	0.37	1.24	0.04



Figura 95: Mapa del Perú distribuido por regiones hidráulicas

Fuente: Método Creager

Identificamos la región correspondiente a Puerto Maldonado que es la región 7, y aplicamos la fórmula de Creager utilizando los coeficientes y se procede hallar el caudal de diseño para un periodo de retorno de 50 años.

Tabla 95: Aplicación Método Creager, cálculo de caudal para periodo de retorno de 50 años

Región	C ₁	C ₂	m	n
1	1.01	4.37	1.02	0.04
2	0.10	1.28	1.02	0.04
3	0.27	1.48	1.02	0.04
4	0.09	0.36	1.24	0.04
5	0.11	0.26	1.24	0.04
6	0.18	0.31	1.24	0.04
7	0.22	0.37	1.24	0.04



A: 3722.02 km²
 T: 50 años
 C1: 0.22
 C2: 0.37
 m: 1.24
 n: 0.04

$$Q_{max} = (c1 + C2) * \log(T) * A^{mA^{-n}}$$

$$Q_{max} = 1541.08972 \text{ m}^3/\text{s}$$

Se obtiene mediante el método Creager un valor de caudal de 1541.09m³/s para un periodo de retorno de 50 años

3.6.9. Modelamiento Hidráulico utilizando la extensión HEC-GEORAS

a) Proceso de Cálculo

- **Obtención de Secciones hidráulicas** obtenidas del modelamiento hidráulico en software HECRAS de las siguientes progresivas.

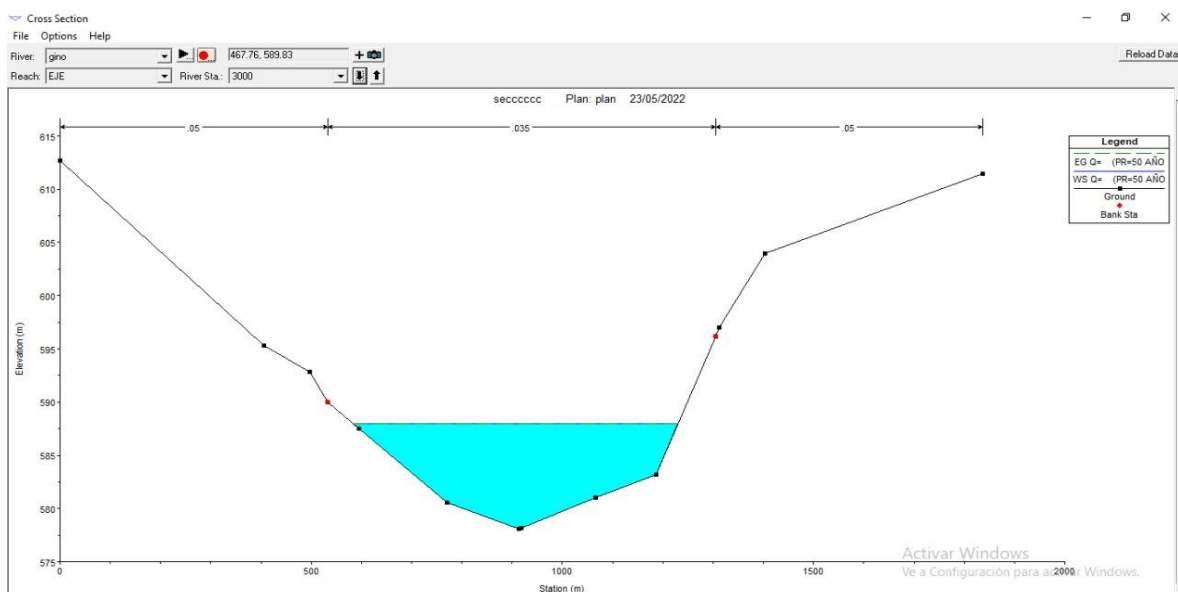


Figura 96: Sección Hidráulica Río Tambopata del plan de TR: 50 años progresiva km 3+000
 Fuente: Elaboración Propia

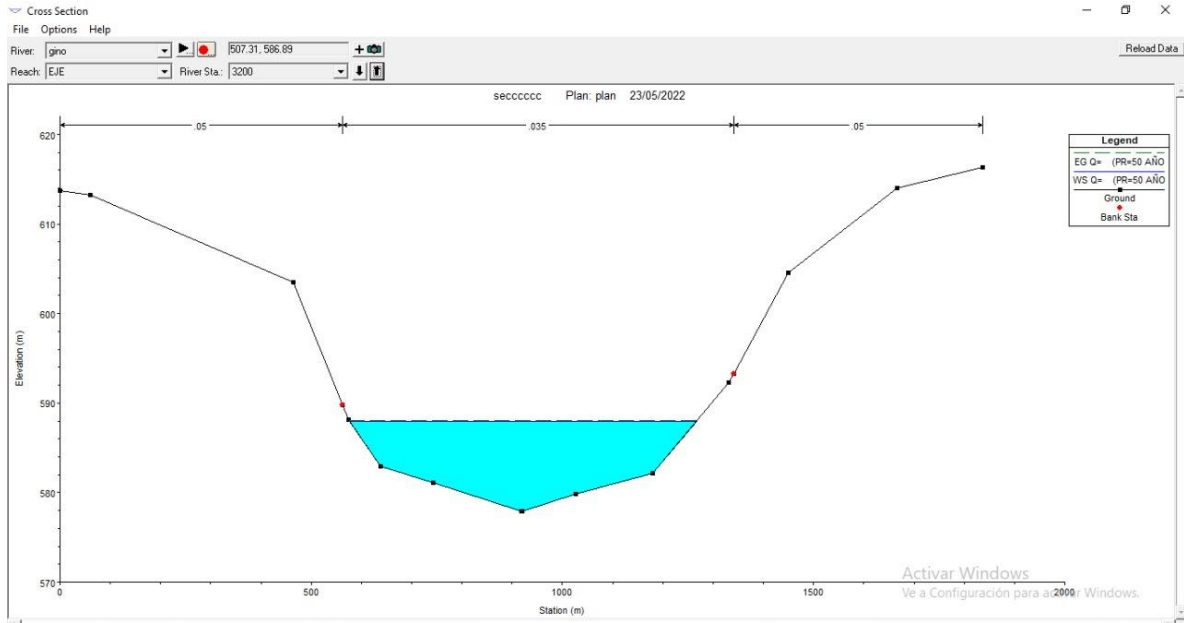


Figura 97: Sección Hidráulica Río Tambopata del plan de TR: 50 años progresiva km 3+200

Fuente: Elaboración Propia

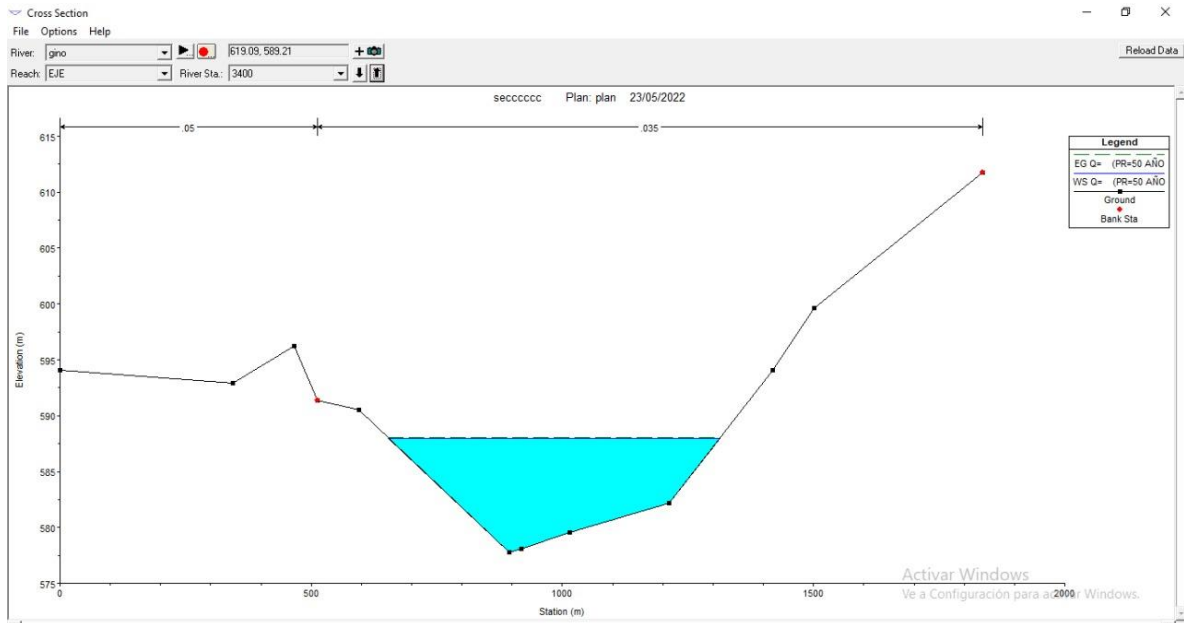


Figura 98: Sección Hidráulica Río Tambopata del plan de TR: 50 años progresiva km 3+400

Fuente: Elaboración Propia

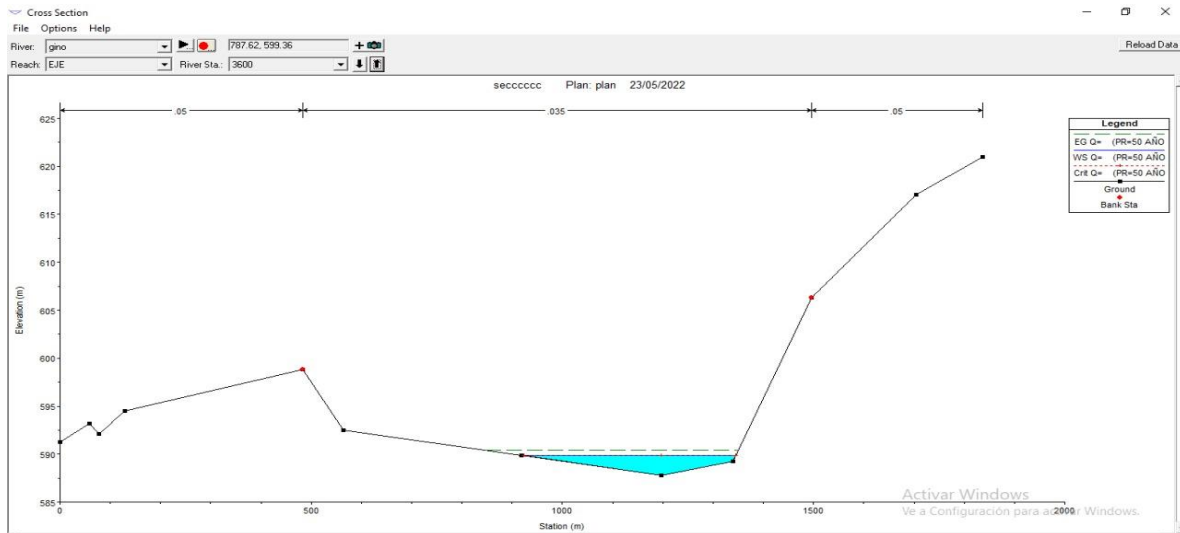


Figura 99: Sección Hidráulica Río Tambopata del plan de TR: 50 años progresiva km 3+600

Fuente: Elaboración Propia

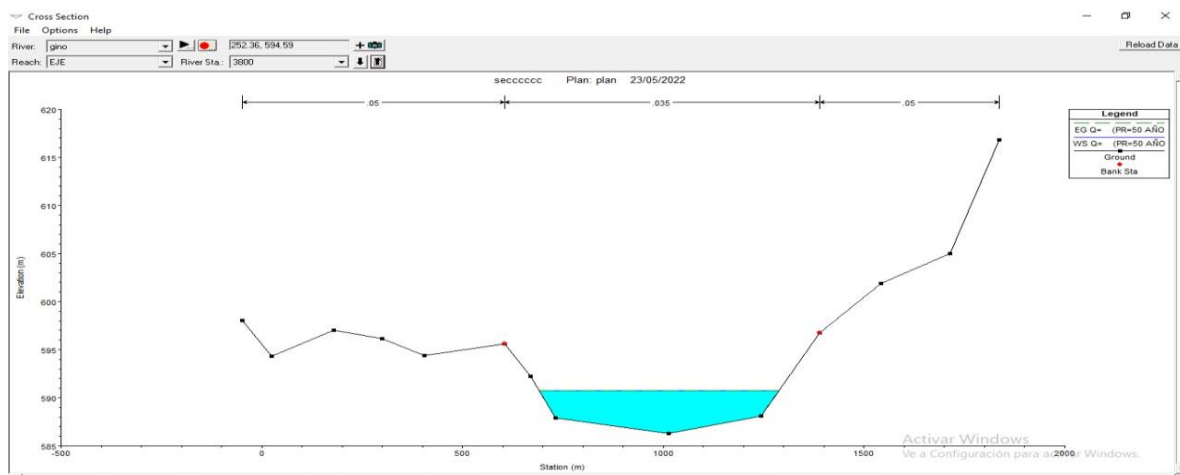


Figura 100: Sección Hidráulica Río Tambopata del plan de TR: 50 años progresiva km 3+800

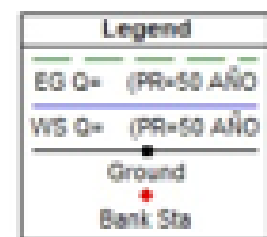
Fuente: Elaboración Propia

Identificamos la leyenda con líneas o franjas:

- Franja celeste: muestra la línea de agua en un tiempo de retorno de 50 años
- Franja verde: comprende el gradiente hidráulico como valor de energía específica del tirante

Figura 101: Leyenda del Modelamiento Hidráulico Río Tambopata, periodo de retorno 50 años

Fuente: Elaboración Propia





- Obtención del perfil hidráulico del modelamiento hidráulico en software HECRAS con periodo de retorno de 50 años.

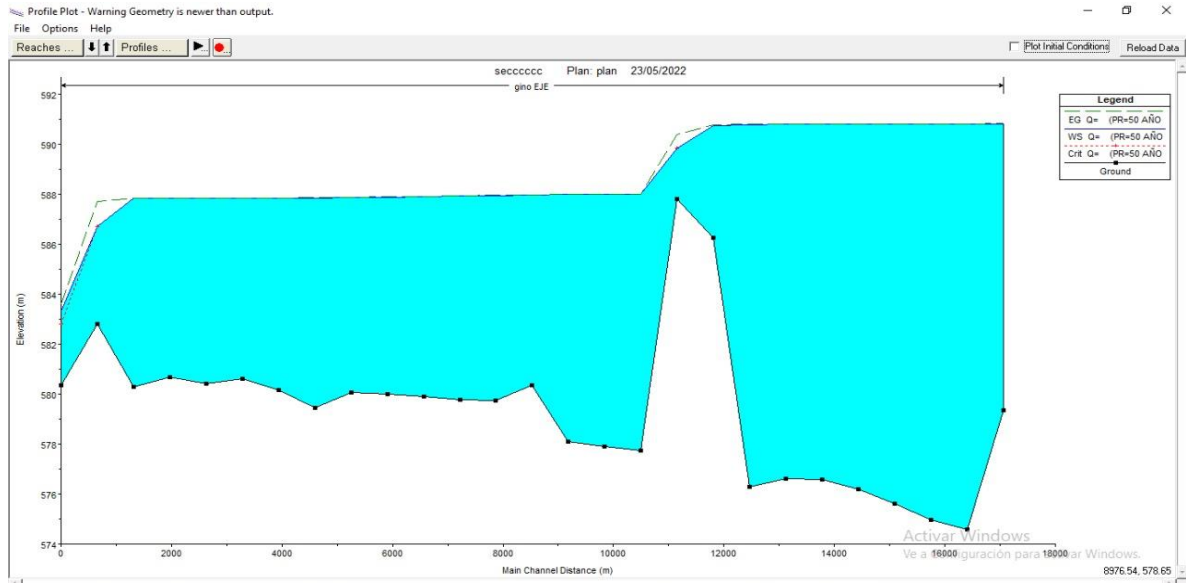


Figura 102: Perfil Hidráulico Río Tambopata, periodo de retorno 50 años

Fuente: Elaboración Propia

Se muestra un ahorcamiento de agua el cual se produce por el cambio de orientación del río es decir por una curva producida a lo largo del cauce.

Tabla 96: Resumen de Resultados de modelamiento hidráulico para un tiempo de retorno de 50 años, Cuenca Río Tambopata

Profile Output Table - Standard Table 1													
HEC-RAS Plan: plan River: gno Reach: EJE Profile: Q= (PR=50 AÑO)													
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl	Max Chl Dpth (m)
EJE	5400	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	579.36	590.82		590.83	0.000027	0.50	3072.42	489.48	0.06	11.46
EJE	5200	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	574.58	590.81		590.82	0.000016	0.50	3061.48	331.24	0.05	16.22
EJE	5000	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	574.95	590.80		590.81	0.000012	0.44	3510.23	377.24	0.05	15.85
EJE	4800	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	575.61	590.80		590.80	0.000003	0.25	6183.16	529.09	0.02	15.19
EJE	4600	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	576.21	590.80		590.80	0.000002	0.18	8772.99	823.75	0.02	14.59
EJE	4400	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	576.59	590.80		590.80	0.000002	0.16	9413.24	970.50	0.02	14.21
EJE	4200	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	576.60	590.80		590.80	0.000003	0.24	6470.90	681.97	0.02	14.20
EJE	4000	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	576.30	590.79		590.80	0.000010	0.39	4109.73	503.24	0.04	14.49
EJE	3800	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	586.26	590.75		590.78	0.000152	0.78	1971.67	597.03	0.14	4.49
EJE	3600	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	587.82	589.85	589.85	590.40	0.011650	3.30	466.96	421.78	1.00	2.03
EJE	3400	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	577.76	588.01		588.02	0.000016	0.38	4061.24	658.96	0.05	10.25
EJE	3200	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	577.89	588.00		588.01	0.000011	0.34	4599.66	690.98	0.04	10.11
EJE	3000	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	578.08	587.99		588.00	0.000016	0.38	4032.21	646.83	0.05	9.91
EJE	2800	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	580.35	587.96		587.98	0.000054	0.59	2612.44	551.24	0.09	7.61
EJE	2600	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	579.75	587.94		587.95	0.000029	0.50	3104.70	534.65	0.07	8.19
EJE	2400	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	579.78	587.92		587.93	0.000033	0.43	3548.18	818.36	0.07	8.14
EJE	2200	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	579.90	587.90		587.91	0.000025	0.37	4136.05	984.51	0.06	8.01
EJE	2000	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	579.99	587.88		587.89	0.000030	0.45	3413.71	695.02	0.07	7.89
EJE	1800	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	580.05	587.86		587.87	0.000030	0.45	3432.44	705.15	0.06	7.81
EJE	1600	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	579.44	587.85		587.86	0.000021	0.39	3908.74	743.53	0.05	8.41
EJE	1400	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	580.17	587.85		587.85	0.000004	0.20	7582.75	1206.29	0.03	7.68
EJE	1200	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	580.61	587.85		587.85	0.000003	0.16	9506.87	1674.25	0.02	7.24
EJE	1000	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	580.41	587.84		587.84	0.000006	0.21	7254.94	1335.20	0.03	7.43
EJE	800	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	580.69	587.84		587.84	0.000006	0.23	6825.58	1179.75	0.03	7.15
EJE	600	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	580.30	587.83		587.84	0.000008	0.26	5917.03	1042.45	0.03	7.54
EJE	400	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	582.80	586.72	586.72	587.72	0.009757	4.42	348.90	177.98	1.01	3.92
EJE	200	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	580.36	583.31	582.79	583.60	0.004004	2.37	650.66	433.87	0.62	2.95

Fuente: Elaboración Propia



Las traducciones de los indicadores de la tabla de resultados, en donde:

Q Total(m³/s) → Caudal total de la sección

Min Ch El(m) → Como la cota inferior de cauce de la sección

W.S.Elv(m) → Altura de lámina de agua

Crt W.S.(m) → Cota de profundidad. de agua crítica

E.G.Elv(m) → Altura de energía

E.G.Slope(m/m) → Pendiente de la línea de energía

Vel Chnl(m/s) → Velocidad del agua en cauce

Flow Area(m²) → Superficie mojada en la sección

Top Width(m) → Ancho de la superficie libre del flujo en la sección

Froude #Chl → #Número de Froude

Max Chl Dpth(m) → Nivel de agua máxima

▪ **Cálculo socavación de suelo de la cuenca Río Tambopata**

En la elaboración del proyecto se realizó la calicata ubicada en el lado lateral de puerto Botafogo, de la cual se determinará la altura de socavación que produce dicho río por influencia de su caudal.

Se utiliza la fórmula de socavación Método de Lischvan-Levediev para suelos cohesivos.

$$H_S = \left[\frac{Q_d h^{5/3}}{B_e H_m^{5/3} 0.60 \beta \mu \varphi \gamma_s^{1.18}} \right]^{1/x}$$

Donde:

H_S = Profundidad de socavación (m)

h = Tirante de agua (m)

H_m = Tirante medio (m)

γ_s = Peso específico del sedimento de lecho (t/m³)

Q_d = Caudal de diseño (m³/s)

β = Coef. de frecuencia

μ = Coef. de contracción

φ = Factor corrección por forma de transporte de sedimentos

x = Exponente variable que depende del peso volumétrico de material cohesivo seco

Se reemplaza los factores en las siguientes fórmulas:



Con $\gamma_m =$ Peso específico de la muestra agua sedimento (t/m³)

$$\varphi = -0.54 + 1.51343\gamma_m, \text{ si } \gamma_m > 1.0 \text{ t/m}^3$$

$$\beta = 0.7929 + 0.0973 \log Tr$$

$$x = 0.892619 - 0.58073\gamma_m + 0.136275\gamma_m^2$$

Tabla 97: Factor μ por contracción del cauce

V (m/s)	Luz libre (m)												
	10	13	16	18	21	25	30	42	52	63	106	124	200
<1.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.0	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.5	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00
2.0	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00
2.5	0.90	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00
3.0	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
3.5	0.87	0.90	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
>4.0	0.85	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99

Fuente: Juárez Badillo – Rico Rodríguez, 1992

V = Velocidad media en sección transversal (m/s)

$\mu = 1.0$ al no haber obstáculos

b) Diagramas o tablas

Tabla 98: Resultados de modelamiento hidráulico para un tiempo de retorno de 50 años

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: plan River: gino Reach: EJE Profile: Q= (PR=50 AÑO)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl	Max Chl Dpth (m)
EJE	5400	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	579.36	590.82		590.83	0.000027	0.50	3072.42	489.48	0.06	11.46
EJE	5200	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	574.58	590.81		590.82	0.000016	0.50	3061.48	331.24	0.05	16.22
EJE	5000	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	574.95	590.80		590.81	0.000012	0.44	3510.23	377.24	0.05	15.85
EJE	4800	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	575.61	590.80		590.80	0.000003	0.25	6183.16	529.09	0.02	15.19
EJE	4600	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	576.21	590.80		590.80	0.000002	0.18	8772.99	823.75	0.02	14.59
EJE	4400	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	576.59	590.80		590.80	0.000002	0.16	9413.24	970.50	0.02	14.21
EJE	4200	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	576.60	590.80		590.80	0.000003	0.24	6470.90	681.97	0.02	14.20
EJE	4000	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	576.30	590.79		590.80	0.000010	0.39	4109.73	503.24	0.04	14.49
EJE	3800	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	586.26	590.75		590.78	0.000152	0.78	1971.67	597.03	0.14	4.49
EJE	3600	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	587.82	589.85	589.85	590.40	0.011650	3.30	466.96	421.78	1.00	2.03
EJE	3400	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	577.76	588.01		588.02	0.000016	0.38	4061.24	658.96	0.05	10.25
EJE	3200	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	577.89	588.00		588.01	0.000011	0.34	4599.66	690.98	0.04	10.11
EJE	3000	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	578.08	587.99		588.00	0.000016	0.38	4032.21	646.83	0.05	9.91
EJE	2800	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	580.35	587.96		587.98	0.000054	0.59	2612.44	551.24	0.09	7.61
EJE	2600	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	579.75	587.94		587.95	0.000029	0.50	3104.70	534.65	0.07	8.19
EJE	2400	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	579.78	587.92		587.93	0.000033	0.43	3548.18	818.36	0.07	8.14
EJE	2200	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	579.90	587.90		587.91	0.000025	0.37	4136.05	984.51	0.06	8.01
EJE	2000	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	579.99	587.88		587.89	0.000030	0.45	3413.71	695.02	0.07	7.89
EJE	1800	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	580.05	587.86		587.87	0.000030	0.45	3432.44	705.15	0.06	7.81
EJE	1600	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	579.44	587.85		587.86	0.000021	0.39	3908.74	743.53	0.05	8.41
EJE	1400	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	580.17	587.85		587.85	0.000004	0.20	7582.75	1206.29	0.03	7.68
EJE	1200	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	580.61	587.85		587.85	0.000003	0.16	9506.87	1674.25	0.02	7.24
EJE	1000	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	580.41	587.84		587.84	0.000006	0.21	7254.94	1335.20	0.03	7.43
EJE	800	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	580.69	587.84		587.84	0.000006	0.23	6825.58	1179.75	0.03	7.15
EJE	600	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	580.30	587.83		587.84	0.000008	0.26	5917.03	1042.45	0.03	7.54
EJE	400	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	582.80	586.72	586.72	587.72	0.009757	4.42	348.90	177.98	1.01	3.92
EJE	200	Q= (PR=50 AÑO)	1541.00	580.36	583.31	582.79	583.60	0.004004	2.37	650.66	433.87	0.62	2.95

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 99: Cálculo de profundidad de socavación Cuenca Río Tambopata

Cálculo de profundidad de socavación Cuenca Río <i>Tambopata</i>	
Progresiva de la calicata de estudio (km)	3+600
$h =$ Tirante de agua (m)	2.03
$H_m =$ Tirante medio (m)(A/Be)	1.11
$B_e =$ Ancho efectivo del río (m)	421.78
$Q_d =$ Caudal de diseño (m ³ /s)	1541.09
$A =$ Área hidráulica (m ²)	466.96
$\gamma_s =$ Peso específico del sedimento de lecho (t/m ³)	1.39
$x =$ Coeficiente	0.33
$\beta =$ Coef. de frecuencia	0.96
$\mu =$ Coef. de contracción	1
$\varphi =$ Factor corrección	1.73
$H_S =$ Profundidad de socavación (m)	4.02

Fuente: Elaboración Propia

c) Análisis de estudio

El cálculo de la profundidad de socavación se realizó en función a los resultados del plan del modelamiento hidráulico del Río Tambopata y se utilizó como zona crítica a la sección ubicada en la progresiva km 3+600 hallando una profundidad de socavación de $H_S = 4.02$ m. fijando una dimensión de 4.10 metros para efectos de ejecución.

Para el cálculo de tirante y diseño de altura de gavión se sometió a un análisis de caudal de río mediante software HecRas obteniéndose un tirante de 2.10m para la progresiva de tramo crítico de 3+600, para la profundidad de fundación se realizó el cálculo de socavación de río obteniéndose 4.10m se acuerdo a la tabla 99 finalmente se sumó ambos valores y se obtuvo 6.20m como altura de nivel freático calculado para un periodo de retorno de 50 años.

3.6.10. Diseño de Gavión

a) Proceso de Cálculo

Como proceso de propuesta de diseño de gavión ante los caudales máximos de periodo de retorno de 50 años en la cuenca del Río Tambopata se procede a diseñar el Gavión tipo Colchón y Gavión tipo Caja considerando las siguientes especificaciones y utilizando el programa GawacWin 1.0.



- **Gavión Tipo Caja y Colchón:** Fabricados con paños de red metálica en malla hexagonal de doble torsión, tipo 8x10 (ABNT 10.514) confeccionados a partir de alambres de acero de bajo tenor de carbono (ABNT 8964). Los alambres utilizados para la fabricación de los gaviones son revestidos con la liga Galmac = zinc/5% aluminio- (ASTM 856 e ABNT 10.514), obtenido por extrusión y con espesor mínimo de 0.4 mm.
- Cálculo del peso propio de la estructura de gaviones, calculado con base en la sección del muro y en el peso específico del material de relleno.

$$\gamma_g = \gamma_p * (1 - n)$$

Donde:

γ_g = Peso específico de los gaviones(kN/m³)

γ_p = Peso específico de las piedras que llenan los gaviones (material de relleno) (kN/m³)

n = Porosidad (índice de vacíos)

- **Cálculo de empuje activo**

$$Ea = \frac{1}{2} \gamma_p H^2 Ka$$

$$Ka = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\theta}{2} \right)$$

Donde:

Ea = Empuje activo

γ_{suelo} = Peso específico del suelo(kN/m³)

θ = Ángulo de fricción del suelo

- **Momento de Volcamiento(Mva)**
- **Momento estabilizante(Me):** desde el punto de aplicación del cálculo
- **Factor de Seguridad al Volcamiento**

$$FSv = \frac{Me}{Mva}$$

- **Factor de Seguridad al Deslizamiento**



$$FSd = \frac{u \times N}{Ea}$$

Donde:

N = Peso normal de gavión kg

Ea = Empuje activo

- **Punto de aplicación de la normal:**

$$X * N = Me - Mva$$

b) Diagramas o tablas

3.6.10.1. Verificación de Estabilidad de Talud con Gaviones



RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE ESTABILIDAD

Empuje Activo y Pasivo

Empuje Activo	:	0.00 kN/m
Punto de aplicación con ref. al eje X	:	0.00 m
Punto de aplicación con ref. al eje Y	:	0.00 m
Dirección del empuje con ref. al eje X	:	27.82 grad.
Empuje Pasivo	:	185.92 kN/m
Punto de aplicación con ref. al eje X	:	0.00 m
Punto de aplicación con ref. al eje Y	:	1.48 m
Dirección del empuje con ref. al eje X	:	-4.26 grad.

Deslizamiento

Fuerza normal en en la base	:	242.70 kN/m
Punto de aplicación con ref. al eje X	:	4.25 m
Punto de aplicación con ref. al eje Y	:	0.00 m
Fuerza de corte en la base	:	-185.41 kN/m
Fuerza resistente en la base	:	318.81 kN/m

Coef. de Seg. Contra el Deslizamiento : **OK***

*No aplicable. Empuje activo muy pequeño

Vuelco

Momento Activo	:	0.00 kN/m x m
Momento Resistente	:	1030.60 kN/m x m

Coef. de Seg. Contra el Vuelco : **OK***

*No aplicable. Momento activo negativo

Tensiones Actuantes en la Fundación

Excentricidad	:	-2.00 m
Tensión normal a la izquierda	:	38.10 kN/m ²
Tensión normal a la derecha	:	0.00 kN/m ²
Máx. Tensión aceptable en la Fundación	:	82.38 kN/m ²

Cuidado!!: La base no es totalmente utilizada!

Estabilidad Global

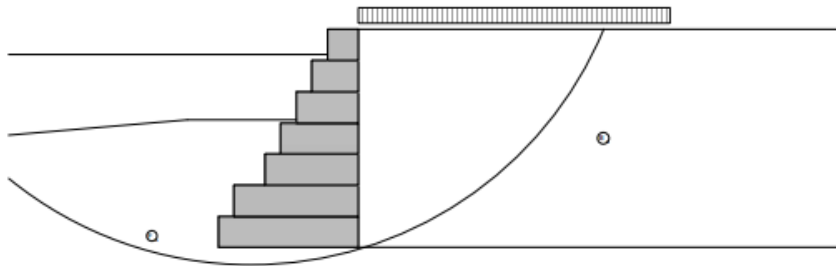
Distancia inicial a la izquierda	:	m
Distancia inicial a la derecha	:	m
Profundidad inicial con ref. a la base	:	m
Máx. profundidad aceptable para el cálculo	:	m
Centro del arco con referencia al eje X	:	1.04 m
Centro del arco con referencia al eje Y	:	11.73 m
Radio del arco	:	12.30 m
Número de superficies analizadas	:	55

Coef. de Seg. Contra la Rotura Global : **3.01**



Estabilidad Interna

Camada	H m	N kN/m	T kN/m	M kN/m x m	τ Máx. kN/m ²	τ Adm. kN/m ²	σ Máx. kN/m ²	σ Adm. kN/m ²
1	6.00	194.70	0.00	517.90	0.00	57.03	36.60	
2	5.00	139.74	0.00	266.77	0.00	55.69	36.60	
3	4.00	98.53	0.00	154.71	0.00	51.12	31.37	539.84
4	3.00	64.18	0.00	78.82	0.00	46.45	26.13	
5	2.00	36.82	0.23	32.29	0.15	41.64	20.99	
6	1.00	16.68	1.11	8.36	1.11	36.62	16.64	



DATOS SOBRE EL SUELO

Suelo	γ kN/m ³	c kN/m ²	ϕ grad.	Suelo	γ kN/m ³	c kN/m ²	ϕ grad.
B _s	14.61	2.37	27.82	F _s	14.61	2.37	27.82

CARGAS

Carga	Valor kN/m ²	Carga	Valor kN/m
q ₁	2.00	Q ₁	10.00

VERIFICACIONES DE ESTABILIDAD

Coef. de seg. contra el Desliz.	OK*	Tensión en la base (izq.)	38.10kN/m ²
Coef. de seg. contra el Vuelco	OK*	Tensión en la base (der.)	0.00kN/m ²
Coef. de seg. contra la Rot. Global	3.01	Máx. tensión aceptable	82.38kN/m ²

c) Análisis de estudio

Los factores de seguridad mínimos que deberán tener las cimentaciones son los siguientes:

- a) Para cargas estáticas: 3,0
- b) Para sollicitación máxima de sismo o viento (la que sea más desfavorable): 2,5

Por lo que se admite dicho diseño al obtener un coeficiente de seguridad contra la rotura Global de 3.01.



Capítulo IV: Resultados

Determinación de las propiedades físico mecánicas del suelo, estudio hidrológico e hidráulico y diseño de gavión:

4.1. Topografía del terreno:

En función al levantamiento topográfico se pudo obtener las características de la superficie del talud presentando el tipo de deslizamiento según anexo 2.

4.2. Ensayo “Contenido de Humedad”:

Se tiene como promedio un contenido de humedad de 14.80 % para el talud de estudio en el estrato E-02.

Tabla 100: Resultado ensayo “Contenido de Humedad”

Contenido de Humedad			
Calicata	Profundidad(m)	Tramo	W%
C1	0.10 – 1.50	Tramo 1	15.20 %
C2	0.10 – 1.50		14.40 %
C3	0.10 – 1.50		14.80 %

Fuente: Elaboración Propia

4.3. Ensayo “Análisis Granulométrico por tamizado”

Con el ensayo de análisis granulométrico permite clasificar al suelo, y muestra las diferentes distribuciones granulométricas obtenidas.

Tabla 101: Resultado de “Material Pasante”

Malla		% Material Pasante		
Tamices	mm	C1	C2	C3
3”	76.2	100.0%	100.0%	100.0%
2”	50.8	100.0%	100.0%	100.0%
1”	25.4	100.0%	100.0%	100.0%
¾”	19.05	100.0%	100.0%	100.0%
3/8”	9.53	100.0%	100.0%	100.0%
¼”	6.35	100.0%	100.0%	100.0%
#4	4.75	100.0%	100.0%	100.0%
#8	2.38	100.0%	99.96%	100.0%
#16	1.19	99.97%	99.99%	100.0%
#30	0.59	99.99%	99.98%	99.98%
#50	0.3	99.98%	99.87%	99.94%
#100	0.15	94.80%	91.46%	90.78%
#200	0.07	88.02%	88.71%	81.02%

Fuente: Elaboración Propia



De la tabla 101 se aprecia, que en el estudio del primer tramo donde se ubican la calicata n°1, calicata n°2, calicata n°3. Se muestra que en promedio un 85.92% pasa la malla #200(0.07 mm) representando un material limo inorgánico y a continuación se muestra la tabla con porcentaje de material encontrado en las muestras,

Tabla 102: Porcentaje de existencia del material

Material	C1	C2	C3
Grava	0.00 %	0.00 %	0.00 %
Arena	11.98 %	19.29 %	18.98 %
Limo y Arcilla	88.02 %	80.71 %	81.02 %

Fuente: Elaboración Propia

4.4. Ensayo “Límite Líquido” – “Límite Plástico – Índice de Plasticidad”

A continuación, se muestra los límites de consistencia

Tabla 103: Características de plasticidad presentes en el suelo

CALICATA	Muestra	LL	LP	IP
C1	M-01	22.10 %	15.80 %	6.30 %
C2	M-02	23.00 %	20.20 %	2.80 %
C3	M-03	19.70 %	19.30 %	0.30 %

Fuente: Elaboración Propia

4.5. Clasificación “SUCS”

Para clasificar el suelo se toma en cuenta los ensayos ya realizados como son el análisis granulométrico, y los porcentajes del material pasante de las mallas N°4 y N°200 así también las características de plasticidad del suelo.

Tabla 104: Resultado “Clasificación SUCS”

CALICATA 1	CALICATA 2	CALICATA 3
CLASIFICACIÓN SUCS:	CLASIFICACIÓN SUCS:	CLASIFICACIÓN SUCS:
CL - ML	ML	ML
Arcilla Limosa	Limo con arena	Limo con arena

Fuente: Elaboración Propia

Se concluye con la clasificación SUCS como un suelo limo inorgánico con arcilla de baja plasticidad (ML - CL).

4.6. Ensayo “Peso Específico” de suelo



Tabla 105: Resultado ensayo “Peso Específico”

CALICATA	Profundidad	PE
C1	0.10 – 1.50	1.49 g/cm ³
C2	0.10 – 1.50	1.50 g/cm ³
C3	0.10 – 1.50	1.51 g/cm ³
Peso Específico utilizado de:		1.49 g/cm³

Fuente: Elaboración Propia

4.7. Ensayo “Penetración Dinámica Ligera”

Tabla 106: Resultado ensayo “DPL”

CALICATA	C1	C2	C3
Cota msnm	184.7 – 184.6	184.7 – 184.6	183.7 – 183.6
N _{pd}	14	13	12
N _{spt}	9.58	8.9	8.22
Ángulo de fricción			
∅ Hatanaka	28.84	28.34	27.82
∅ Muromach	30.83	30.44	30.03
∅ Peck	30.01	29.76	29.51
∅ Terzaghi	30.90	30.73	30.56
∅ Crítico	28.84	28.34	27.82
Capacidad Portante	0.84 kg/cm²		

Fuente: Elaboración Propia

4.8. Resumen de resultados de estudio de Mecánica de Suelos

Tabla 107: Resumen de resultados de Mecánica de suelos

MUESTRA	Nº	ESTRATO	PROF.	C.A. %	LP %	LL %	IP	SUCS	PESO ESP. g/cm ³	∅ FRICCION	CAPACIDAD PORTANTE
1	C-01	E-02	0.10 -1.50	15.20	15.80	22.10	6.30	CL-ML	1.49	28.84°	0.84 kg/cm ²
2	C-02	E-02	0.10 -1.50	14.40	20.20	23.00	2.80	ML	1.50	28.34°	
3	C-03	E-02	0.10 -1.50	14.80	19.30	19.70	0.30	ML	1.51	27.82°	

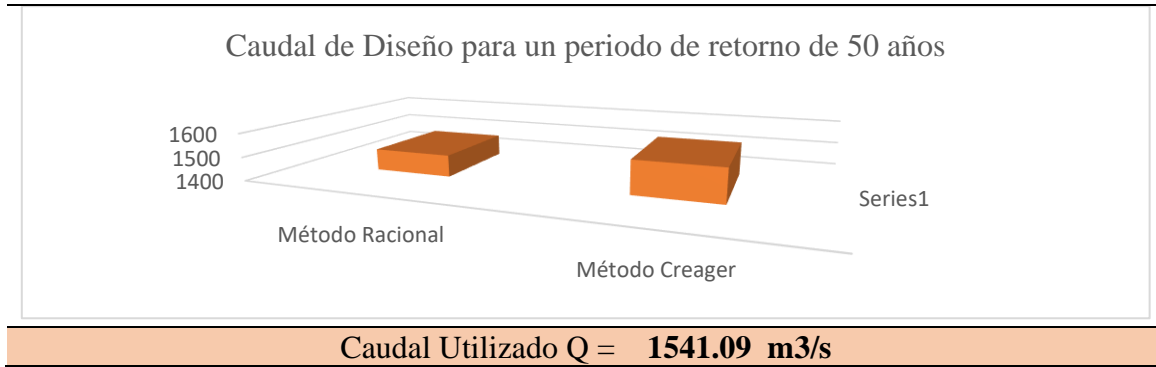
Fuente: Elaboración Propia

4.9. Estudio “Hidrológico”

Tabla 108: Resultados Estudio Hidrológico determinación de Caudal de diseño

Estudio Hidrológico – Cálculo de Caudal de diseño	
Método Racional Modificado según el método unitario triangular SCS	Método Creager
Q_{MRM} = 1491.80 m³/s	Q_{MC} = 1541.09 m³/s

Caudal para un tiempo de retorno de 50 años solicitado para obras de defensa ribereña



4.10. Modelamiento Hidráulico “Extensión Hec-GeoRas”

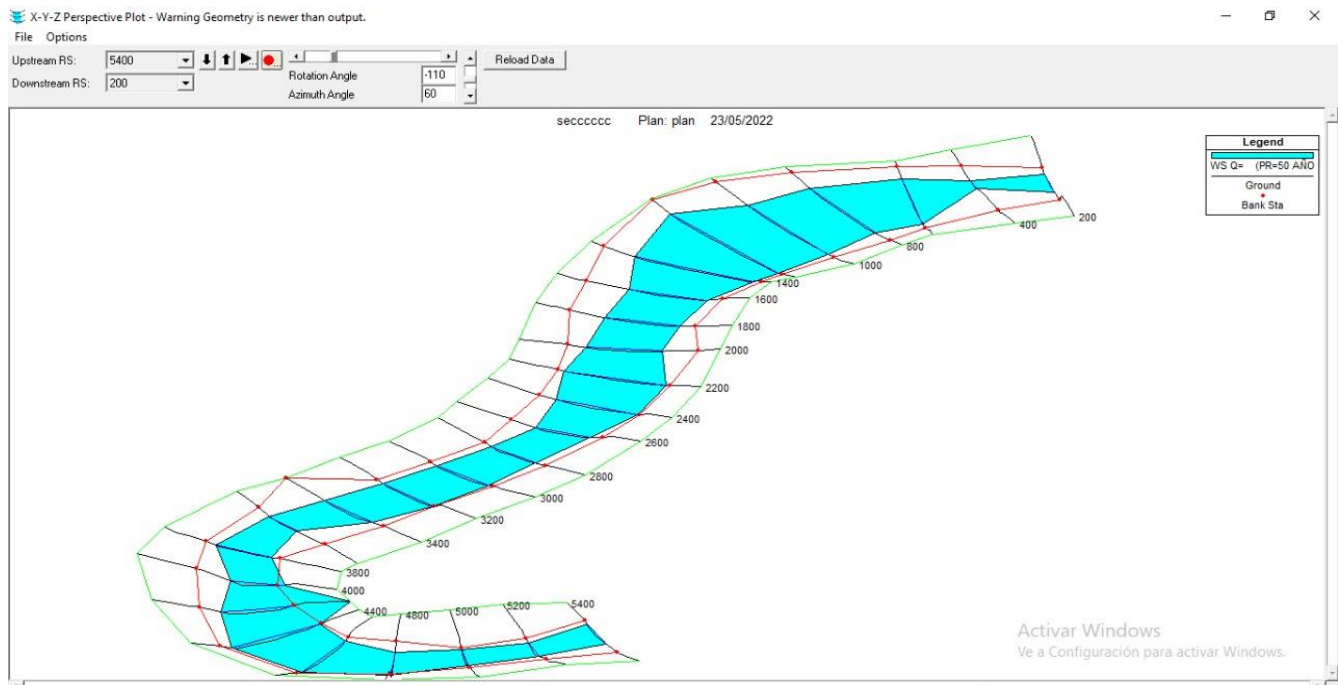


Figura 103: Vista 3D, Río Tambopata Periodo de retorno 50 años

Fuente: Elaboración Propia

4.10.1. Socavación General del Río Tambopata

Tabla 109: Cálculo de profundidad de socavación Cuenca Río Tambopata

Cálculo de profundidad de socavación Cuenca Río <i>Tambopata</i>	
Progresiva de la calicata de estudio (km)	3+600
$h =$ Tirante de agua (m)	2.03
$H_m =$ Tirante medio (m)(A/Be)	1.11
$B_e =$ Ancho efectivo del río (m)	421.78
$Q_d =$ Caudal de diseño (m ³ /s)	1541.09



$A =$ Área hidráulica (m ²)	466.96
$\gamma_s =$ Peso específico del sedimento de lecho (t/m ³)	1.39
$x =$ Coeficiente	0.33
$\beta =$ Coef. de frecuencia	0.96
$\mu =$ Coef. de contracción	1
$\varphi =$ Factor corrección	1.73
$H_S =$ Profundidad de socavación (m)	4.02

Fuente: Elaboración Propia

4.11. Resumen de resultados de estudio de hidrología e hidráulica

Tabla 110: Resultados de resultados de estudio Hidrológico e Hidráulico

MÉTODO	CAUDAL	MÉTODO	CAUDAL
Racional Modificado según el método unitario triangular SCS	1491.80 m ³ /s	CREAGER	1541.09 m ³ /s
MODELAMIENTO	VELOCIDAD DEL AGUA DE CAUCE m/s	FROUDE	NIVEL DE AGUA MÁXIMA
EJE 3+600km TR=50	3.30 m/s	1.00	2.03 m

Fuente: Elaboración Propia

4.12. Diseño de Gavión

Propuesta de diseño de gavión para la cuenca Tambopata: Gavión Tipo Caja, donde los parámetros de diseño son los siguientes:

Tabla 111: Resultados de datos de suelo de fundación y terraplén, talud río Tambopata- Puerto Botafogo

PROPUESTA DE DISEÑO DE GAVIÓN TIPO CAJA PARA CUENCA RIO TAMBOPATA			
DATOS SOBRE LA FUNDACIÓN		DATOS SOBRE EL SUELO DEL TERRAPLÉN	
Profundidad de la fundación =	4.10 m	Largo del primer trecho =	10.0 m
Inclinación de la fundación =	10.0°	Peso específico del suelo =	14.61 kN/m ³
Peso específico del suelo =	14.61 kN/m ³	Ángulo de fricción de suelo =	27.82°
Ángulo de fricción de suelo =	27.82°	Cohesión del suelo =	2.37 kN/m ²
Cohesión del suelo =	2.37 kN/m ²		
Presión aceptable en la fund =	82.38 kN/m ²		
Nivel de agua =	6.20 m		

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 112: Especificaciones técnicas de la propuesta de diseño de Gavión Tipo Caja, río Tambopata- Puerto Botafogo

DATOS SOBRE EL SISTEMA DE ESTABILIZACIÓN	
Peso específico de las piedras =	23.83 kN/m ³
Geotextil en el terraplén =	Si
Malla y Diámetro de alambre =	8x10, ø 3.0 mm
Altura total de muro =	7.00 m
Altura de Gavión Colchón =	0.30 m
Altura de Gavión Caja =	1.00 m

Fuente: Elaboración Propia

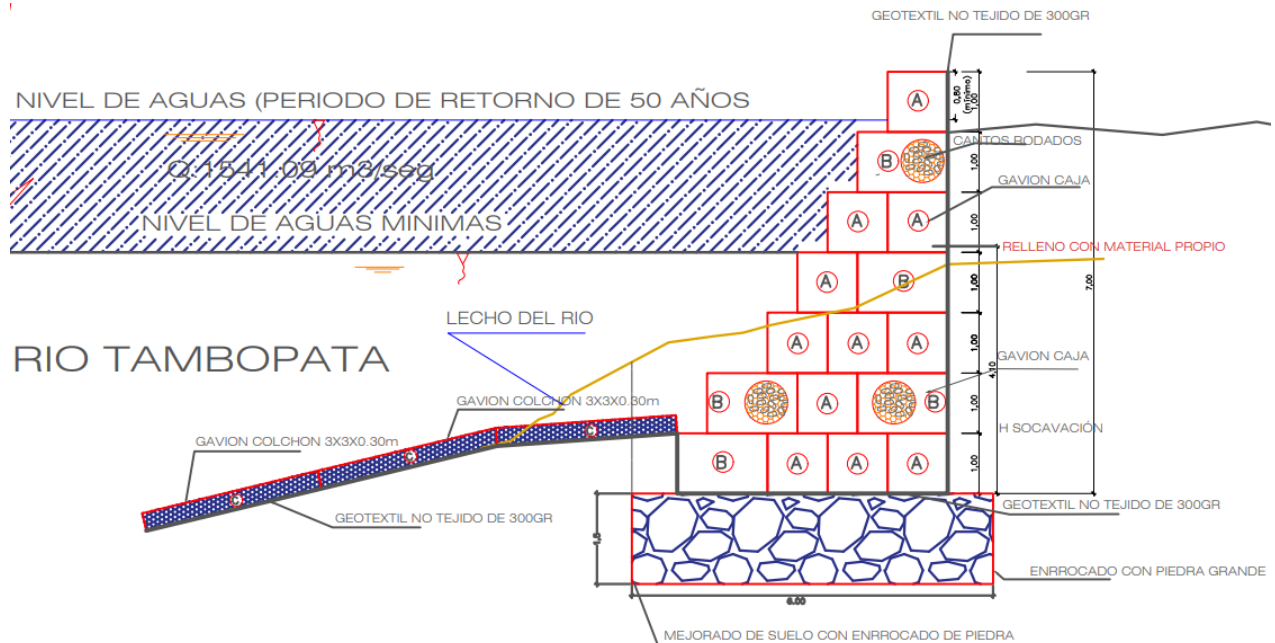
Tabla 113: Estabilidad de talud de propuesta de Gavión tipo Colchón y Caja, río Tambopata- Puerto Botafogo

VERIFICACIONES DE ESTABILIDAD			
Coef. de seg. contra el Desliz.	OK*	Tensión en la base (izq.)	38.10kN/m ²
Coef. de seg. contra el Vuelco	OK*	Tensión en la base (der.)	0.00kN/m ²
Coef. de seg. contra la Rot. Global	3.01	Máx. tensión aceptable	82.38kN/m ²

Se tiene un factor de seguridad de 3.01 superior a 2.50 considerado factor límite por lo tanto el talud es considerado estable y sus características cumple las solicitudes de estabilidad.



Diseño de sistema Gavión Tipo Caja y Colchón



Datos sobre el muro

Inclinación del muro	: 0.00 grad.
Peso esp. de las piedras	: 23.83 kN/m ³
Porosidad de los gaviones	: 30.00 %
Geotextil en el terraplén	: Si
Reducción en la fricción	: %
Geotextil en la base	: Si
Reducción en la fricción	: %
Malla y diám. del alamb.:	8x10, ø 3.0 mm CD

Camada	Largo m	Altura m	Distancia m
1	4.50	1.00	-
2	4.00	1.00	0.50
3	3.00	1.00	1.50
4	2.50	1.00	2.00
5	2.00	1.00	2.50
6	1.50	1.00	3.00
7	1.00	1.00	3.50

Se observa en la descripción del sistema de gavión Caja y Colchón las dimensiones para cada una de ella, así como detalla la figura. Por lo que se cumple que el gavión tipo Caja tiene función contra el deslizamiento del talud y el gavión tipo Colchón con una altura de 0.30m cuya función es la de contrarrestar la erosión y socavación del suelo del talud se ubica en el lecho del río, adicionalmente se diseñó un enrocado en la base del sistema gavión tipo caja de 1.50 m de ancho y 4.00 m que le aporta estabilidad frente a las fuerzas del caudal de río y a su propio peso.

Figura 104: Diseño de gavión tipo Colchón y Caja en la progresiva km3+600 del río Tambopata, Puerto Botafogo

Fuente: Elaboración Propia



Capítulo V: Discusión

5.1. Contraste de resultados referentes del marco teórico

Discusión N°01: ¿Los resultados del cálculo de caudal máximo de diseño en un periodo de retorno de 50 años serán confiables por el método Racional Modificado según el método unitario triangular SCS o por el método de Creager?

Al ser una cuenca de gran magnitud y evaluada desde la cabecera aguas arriba y aguas debajo de la zona de estudio se procedió con la triangulación de las estaciones meteorológicas de Puerto Maldonado, Quincemil y Tambopata de las cuales se obtuvo los registros pluviométricos máximos de 24 horas a través de los cuales se determina la intensidad, tiempo de concentración y para hallar el caudal máximo para un periodo de retorno de 50 años por el método racional según el método unitario triangular SCS se utiliza un factor de corrección debido a la gran magnitud de la cuenca por lo que se procedió al cálculo del caudal por el Método de Creager que por sus condiciones utiliza el mapa del Perú dividido en zonas y se identifica la zona de estudio de las cuales a través de tablas obtiene el caudal máximo para un periodo de retorno de 50 años, según el autor se garantiza los resultados como precisos ya que es fuente de recolección de conocimientos y datos.

5.2. Interpretación de los resultados encontrados en la investigación

Discusión N°02: ¿Cómo las propiedades físico mecánicas del suelo del talud intervinieron en el hallazgo del ángulo de fricción y capacidad portante?

Previamente se realizó las calicatas en la zona de estudio de los cuales se realizaron ensayos físico mecánicos como son la granulometría, contenido de humedad, límites de consistencia, peso específico, los cuales evidenciaron un suelo según clasificación SUCS (ML-CL) limo inorgánico con arcilla de baja plasticidad este tipo de suelo evidencia según el ensayo de auscultación DPL un ángulo de fricción de 27.82° y capacidad portante de 0.84kg/cm^2 el cual es característico del mismo.

5.3. Comentario de la demostración de la hipótesis

Discusión N°03: ¿La evaluación y propuesta de sistema de estabilización de talud para defensa ribereña es el sistema de gavión?

Según el dinamismo que ofrece el gavión tipo colchón y caja se caracteriza por ser de naturaleza rectangular de malla metálica y relleno de piedra los cuales según su condición ofrecen protección contra la erosionabilidad y contra el deslizamiento los cuales vistos en el presente



proyecto cubren el análisis de estabilidad presentados en el talud ofreciendo un coeficiente de seguridad de 3.01 el cual es mayor a los parámetros establecidos según la norma E050 de cimentaciones.

5.4. Aporte de la investigación

Discusión N°04: ¿Por qué el sistema gavión tipo caja y colchón es la mejor solución para la estabilización frente a la socavación obtenida del Río Tambopata y a la crecida de sus aguas máximas?

De acuerdo al cálculo El sistema gavión tipo caja y colchón ofrecen mayor dinamismo porque al ser diseñados solucionan el alto valor de socavación que es de 4.10 m Por ello se hizo un análisis de estabilidad según los parámetros establecidos del gavión que es 7.00 metros de altura total constituida por 7 niveles y gavión tipo colchón de 0.30 m en la base sobre el lecho de río para la erosión de suelo. Estos parámetros ofrecieron dentro de la estabilidad interna del talud un coeficiente de seguridad contra la rotura global de 3.01 superior al factor de seguridad mínimo establecido por la norma E 050 cimentaciones, también se obtuvo un esfuerzo admisible de 539.84 kN/m² el cual ofrece resistencia contra el empuje erosionabilidad y deslizamiento del talud.

5.5. Incorporación de temas nuevos presentados durante el proceso de la investigación

Discusión N°05: ¿Existen nuevas guías de referencia nacional o local para el diseño de propuestas de estabilización en diferentes tipos de suelos y en diferentes zonas climáticas?

En la presente tesis se utilizó referencias Cómo son las normas En estructura de gaviones el manual Invías E-506 y de estructura de contención en gaviones de la corporación de desarrollo tecnológico de la cámara chilena de la construcción el cual menciona las obras de contención estructuras y su diseño, considerando especificaciones técnicas generales cómo son el tipo, dimensiones, el alambre, revestimiento del alambre recubrimiento con plástico características de la malla y el material de relleno finalmente nos ayuda con la situación en control de los procedimientos de instalación. Cabe recalcar que estos términos son generales y no específica en un tipo de suelo o en una zona climática determinada, pero si son de gran apoyo en cuanto a la naturaleza y especificaciones de los gaviones.



Glosario

- **Ángulo de Fricción:** Parámetro primordial en la evaluación de la resistencia al corte y en el cálculo de la capacidad portante última y admisible del suelo.
- **Capacidad Portante:** Es el resultado de las fuerzas que ejercen máxima presión de contacto entre la cimentación y terreno la cual no debe evidenciar el fallo por corte o asentamiento en el suelo.
- **Cuenca:** Considerada como la unión de todas las corrientes de agua de un área determinada dirigidas hacia un río, lago, laguna o mar.
- **Datos Hidrometeorológicos:** Proveniente de la rama de la Hidrometeorología e Hidrografía que se encarga del estudio de la interacción entre el agua y energía como son los factores atmosféricos como las precipitaciones, temperatura, humedad o viento.
- **DPL:** Ensayo de Penetración Dinámica Ligera utilizado en mecánica de suelos para medir la resistencia de la penetración de la puntaza cónica en función al número de golpes registradas en el suelo.
- **Estabilización de talud:** Referido a la mitigación del deslizamiento o erosión producido por las presiones actuantes sobre el suelo la que se evidencia en roturas o grietas de tracción.
- **Embarcadero:** Sección de río que se utiliza en el embarque, desembarque de cosas o personas.
- **Gavión Tipo Caja:** Considerados como paralelepípedos de forma rectangular conformados por una malla tejida forma hexagonal a torsión con secciones pre dimensionados como la base, paredes y tapa tienen la principal función de estabilizar taludes.
- **Gavión Tipo Colchón:** Son prismas de forma rectangular constituidos por una malla hexagonal tejido a torsión con secciones pre dimensionados como la base, paredes y tapa cuya principal función es la prevención de la erosión.
- **Suelos Finos:** Llamados así a los suelos en donde más del 50% de sus partículas pasan por el tamiz N°200(0.075mm) según ASTM, conformados principalmente por limos y partículas de arcilla.



Conclusiones

Conclusión N°01:

Se logró comprobar la hipótesis general que indica: "La evaluación y propuesta del sistema gavión tipo colchón y caja es adecuada para la estabilización del talud para defensa ribereña en suelos finos, río Tambopata - Madre de Dios 2022". Concluyéndose que, en base a la evaluación del suelo con capacidad portante de 0.84 kg/cm^2 , evaluación hidráulica obteniéndose un caudal de $Q = 1541.09 \text{ m}^3/\text{s}$ se pudo establecer la propuesta con un pre dimensionamiento de la tabla 112 se evidencia la altura total de muro de 7.00m conformado por el gavión tipo Caja de 1.00m de altura y largo de 6m en la base y por el gavión tipo colchón de 0.30m de altura tendido sobre el lecho del río con su principal función contra la erosión y socavación del suelo. En el análisis de la estabilidad se evidencia que el coeficiente de seguridad contra el deslizamiento siendo el empuje activo y coeficiente de seguridad contra el vuelco es de 3.01 en verificaciones de estabilidad la cual es mayor a 2.5 valor estimado en la normativa E050 de cimentaciones profundas como valor mínimo por lo tanto se evidencia una estabilización adecuada del talud para defensa ribereña.

Conclusión N°02:

Se logra demostrar la sub hipótesis N°1 que indica: "Las propiedades físico mecánicas del suelo serán deficientes la cual propician la inestabilidad del talud favoreciendo el deslizamiento del talud del río Tambopata - Madre de Dios 2022". Al realizar los ensayos de caracterización y mecánica de suelos Identificamos al suelo del talud del Río Tambopata – Madre de Dios como un suelo limo inorgánico con arcilla de baja plasticidad (ML - CL) según clasificación SUCS por tener una granulometría predominantemente fina y un peso específico de 1.49 g/cm^3 equivalente a 14.61 KN/m^3 y principalmente basándonos en el cálculo de estimación del factor de seguridad del talud natural entre las progresivas $\text{km } 3+600\text{m}$ a $\text{km } 3+800\text{m}$ zona crítica de estudio se obtuvo un valor de 0.517 mediante software Geo5 método Bishop la cual es menor a 1.50 (factor de seguridad de talud estable) el valor que indica que es un talud inestable según figura 79 también se realizó el ensayo DPL mediante el método de Terzagui se obtuvo el valor de 0.84 kg/cm^2 de capacidad portante también considerado como un valor característico de éste tipo de suelo.



Conclusión N°03:

Se logra demostrar la sub hipótesis N°2 que indica: “Las condiciones hidrológicas son desfavorables para la estabilidad del talud del río Tambopata - Madre de Dios 2022” mediante el cálculo hidrológico al ser un río de gran magnitud y mediante el cálculo de caudal se obtuvo el valor de $Q_{\text{máx}} = 1541.09 \text{ m}^3/\text{s}$ para un periodo de 50 años por el método de Creager la cual representa un caudal de gran escala y mediante el modelamiento hidráulico a través del software HEC-RAS se representó el caudal en el cauce del río la cual en la tabla 98 muestra un valor de desbordamiento de río de Número de Froude=1 la cual corresponde al estado de flujo crítico del río en el tramo comprendido entre las progresivas km 3+600m a km 3+800m zona crítica donde se realizará la propuesta de diseño de la defensa ribereña por lo tanto muestra condiciones desfavorables para la estabilidad del talud del río Tambopata.

Conclusión N°04:

Se logra demostrar la sub hipótesis N°3 que indica: “La socavación general es mayor a cuatro metros y genera la inestabilidad en la base del talud del río Tambopata - Madre de Dios 2022” según el cálculo de la socavación por el Método de Lischtvan-Levediev de socavación general para suelos cohesivos se obtuvo una profundidad de 4.10m lo que indica ser un índice de inestabilidad y en función a la misma se diseña la altura del gavión.

Conclusión N°05:

Se logra demostrar la sub hipótesis N°4 que indica: “Las especificaciones técnicas son pre dimensionadas y escogidas adecuadamente para el sistema de gavión tipo colchón y caja en el talud para defensa ribereña en suelos finos, río Tambopata - Madre de Dios 2022” Según la figura 104 se tiene el sistema de estabilización conformado por gavión colchón de 0.30m de altura con un largo de 3.00 sobre distribuido sobre el lecho del río que constituye protección contra la erosión y socavación, gavión tipo caja de 1.0m de altura que constituyen los siete niveles siguientes haciendo un total de 7.00m de altura. Ambos tipos de gavión de malla metálica de doble torsión revestido con PVC para una mayor protección y relleno con piedra de canto rodado como se puede observar en la siguiente tabla. Éste pre dimensionamiento fue probado mediante el software Gawacwin 1 y se sabe que cumple con las verificaciones al obtener un coeficiente de seguridad

DATOS SOBRE EL SISTEMA DE ESTABILIZACIÓN	
Peso específico de las piedras =	23.83 kN/m ³
Geotextil en el terraplén =	Si



Malla y Diámetro de alambre =	8x10, ϕ 3.0 mm
Altura total de muro =	7.00 m
Altura de Gavión Colchón =	0.30 m
Altura de Gavión Caja =	1.00 m

Adicionalmente presentamos como aporte de la Investigación: Un plan de Gestión Ambiental que se utilizará para la probable ejecución de la propuesta de sistema de gavión.

PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL POR LA EJECUCIÓN DE OBRA DE: EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SISTEMA DE ESTABILIZACIÓN DE TALUD PARA DEFENSA RIBEREÑA EN SUELOS FINOS, RIO TAMBOPATA - MADRE DE DIOS 2022

I. OBJETIVO:

Identificar desde un enfoque descriptivo los impactos ambientales que generará la ejecución de la propuesta del sistema de estabilización de Talud para defensa Ribereña en Suelos Finos, Río Tambopata – Madre de Dios 2022.

II. ANTECEDENTES:

Se tiene el “Proyecto de Implementación de Defensas Ribereñas y Control de Caudales en la Cuenca Media del Río Yucca” con la finalidad de implementar muros de concreto armado y defensa ribereña para prevenir el desborde del río Yucca.

III. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL:

En la región de Puerto Maldonado caracterizado por ser una zona tropical se ubica el tramo de la carretera Chapajal hacia el Embarcadero Botafogo donde se evidencia deslizamientos del talud a causa de las máximas avenidas del río Tambopata para la que se diseñó una propuesta de mitigación de deslizamientos y estabilización de talud de defensa ribereña la que es una problemática frente a los pobladores que viven en la zona ya que éstas se dedican al comercio e intercambio de mercadería por la presencia de un embarcadero.

IV. ALCANCE DEL PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL:

Ubicación Geográfica del Proyecto

Región: Puerto Maldonado
Provincia: Tambopata
Distrito: Tambopata embarcadero Botafogo





V. NORMATIVA AMBIENTAL:

- ✓ Artículo 32 del D.S. N° 005-2016-MINAM
- ✓ "Manual de Fuentes de Estudios Ambientales cuya Evaluación está a cargo del Senace" (R.J. N° 055-2016-SENACE/J)
- ✓ "D.S. N° 003-2017-MINAM (ECA Aire)"
- ✓ "D.S. N° 085-2003-PCM (ECA Ruido)"
- ✓ "D.S. N° 034-2006-MINAGRI (Flora amenazada)"
- ✓ "D.S. N° 004-2014-MINAGRI (Fauna amenazada)"

VI. IMPACTOS AMBIENTALES/ MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL:

Etapa	Impactos	Si(x)/No	Naturaleza (+/-)	Importancia			Ambiental (Código MMA)
				Baja	Moderada	Alta	
Construcción	Alteración de calidad del aire	x	-	x			AG01, AG02, AG03, AG04
	Incremento de nivel sonoro	x	-		x		AG02, AG07, AG08, AG041
	Alteración de calidad del recurso hídrico	x	-	x			
	Modificación del relieve	x	-			x	AG10, AG11, AG13, AG14
	Afectación de la calidad del suelo			x			AG45, AG47, AG48
	Alteración del paisaje natural	x	-			x	
	Potencial Contaminación del Suelo	x	-			x	Por la presencia de personal
Operación y mantenimiento	Alteración de calidad del aire						
	Incremento de nivel sonoro						
	Alteración de calidad del recurso hídrico						
	Modificación del relieve						
	Alteración de la calidad del suelo						
	Erosión del suelo						
Cierre	Alteración de la calidad de aire						
	Incremento de nivel sonoro	x	-	x			
	Alteración de calidad del suelo						
	Erosión del suelo						

VII. CONCLUSIONES

- Se generó un plan de gestión ambiental para la ejecución de la propuesta del sistema de estabilización de Talud para defensa Ribereña en Suelos Finos, Río Tambopata – Madre de Dios 2022.
- Identificamos los impactos ambientales se presentan por cada actividad de la ejecución de la propuesta del sistema de estabilización de Talud para defensa Ribereña en Suelos Finos, Río Tambopata – Madre de Dios 2022.



Recomendaciones

Recomendación N°01:

Se recomienda realizar más número de calicatas a lo largo del talud identificando las zonas más críticas donde se evidencie erosión habilidad y deslizamiento, así como el seguimiento de Aguas máximas producidas en el río Tambopata este análisis nos proporcionará datos más exactos para el estudio de diferentes propuestas de estabilización.

Recomendación N°02:

Es recomendable realizar otros ensayos in situ como es el SPT para conocer las propiedades físico mecánicas del suelo como es la obtención del ángulo de fricción y cohesión interna del suelo sumamente más preciso utilizado para obtener la resistencia al corte del suelo y capacidad portante admisible y última.

Recomendación N°03:

Se recomienda ahondar la investigación aplicando otras propuestas de solución que contribuyan con la mitigación y erosión del talud en el tramo Entrada Chapajal a Embarcadero Botafogo que se ubica a lado del Río Tambopata-Madre de Dios como son las geobolsas, geotextiles, muros de contención, gaviones tipo saco, entre otros.

Recomendación N°04:

Es recomendable identificar las zonas más críticas en cuanto a socavación del río y así realizar su estudio de mecánica de suelos y desarrollar investigaciones de nuevas medidas de mitigación para así reducir los riesgos materiales y humanos.

Recomendación N°05:

Se recomienda colocar una estación meteorológica que cuente con el registro de caudales máximos del río Tambopata los cuales nos permitirán un mejor estudio hidrológico y correcto modelamiento hidráulico para un mejor manejo de las avenidas y así reducir el peligro inminente que este ocasiona.



Referencias

- Badillo, J. (2010). *Mecánica de suelos tomo I*. México, DF:: Limusa.
- Bannister, A. (2008). *Técnicas modernas en topografía*. México: DF: Representaciones y servicios.
- Bejar, M. V. (Febrero, 2002). *Hidrología*.
- Borselli, L. (s.f.). *Geotecnia I*. 2017.
- Bowles, J. (1981). *Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil*. México DF.
- C, K. C. (1988). *Geomecánica en zonas tropicales*. EEUU.
- Casas, F. G. (2016). *DETERMINACIÓN DEL CAUDAL MÁXIMO PARA DISEÑO DEL PUENTE EN LA*. Bogotá: UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS.
- CONIC. (2009). Curvas Intensidad Duración Frecuencia. (pág. 27). Lambayeque: Congreso Nacional de Ingeniería Civil.
- CUENCAS, M. D. (1997).
- Diaz, J. S. (1998). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales*.
- E-506, I. (2012). Gaviones de Malla de Alambre de Acero Entrelazado. *INVIAS*, Artículo 681-7.
- Espartel, L. (1980). *Curso de Topografía*. Brasil, Río de Janeiro: GLOBO.
- Geotexan. (16 de Octubre de 2016). *Geosintéticos de alta Calidad*. Obtenido de <https://geotexan.com/geotextiles-para-la-formacion-de-geobolsas/>
- Hernandez Sampieri, R. (2010). *Metodología de la investigación*. Mexico: Interamericana editores, S.A. DE C.V.
- Hernandez, R., Fernandez, & Baptista. (2010). *Metodología de la investigación*. México:: The McGraw-Hill.
- Lucas, L. (2014). *Taller básico de mecánica de suelos*. Lima, Perú: Universidad Nacional.



- Marccomac, J. (2003). *Topografía*. Bogotá, Colombia: LIMUSA.
- Matteis, A. F. (2003). *Geología y Geotécnica Tema: ESTABILIDAD DE TALUDES*. Argentina.
- MTC. (2000). *Análisis granulométrico de suelos por tamizado MTC E 107*. Lima, Perú:: MTC.
- Pampas, C. d. (Lima, Perú). *Autoridad Nacional del agua*. Obtenido de <https://www.ana.gob.pe/2019/consejo-de-cuenca/pampas/F>
- Pérez, M. d. (18 de Octubre de 2017). *Parque y Grama*. Obtenido de <https://www.parqueygrama.com/tipos-de-gaviones/>
- Pinzuar. (s.f.). *Penetración Dinámica Ligera*. Colombia.
- Ponte, H. J. (2017). *Defensa ribereña con gaviones y la estabilidad del talud en* . Lima: UPC.
- Revista Construye, P. (s.f.). Geobolsas: Solución Eficiente. *CIDELSA*, 5.
- SerchJiménez. (13 de Julio de 2016). *Hidráulica Fácil*. Obtenido de Generalidades de la Hidráulica fluvial.
- Tamayo, M. (2012). *El Proceso de la Investigación Científica*. México: Limusa, p.180.
- Tecnológico, C. d. (2004). *Estructuras de contención en Gaviones*. Santiago de Chile: Domus S.A.
- Trujillo, R. B. (2010). *Gaviones*. DRIM.
- Vide, J. M. (2003). *Ingeniería de ríos*. Barcelona: Alfaomega.
- Villón, M. B. (2002). *Hidrología General*.



Anexos

Anexo 1: Matriz de consistencia

TÍTULO DE TESIS

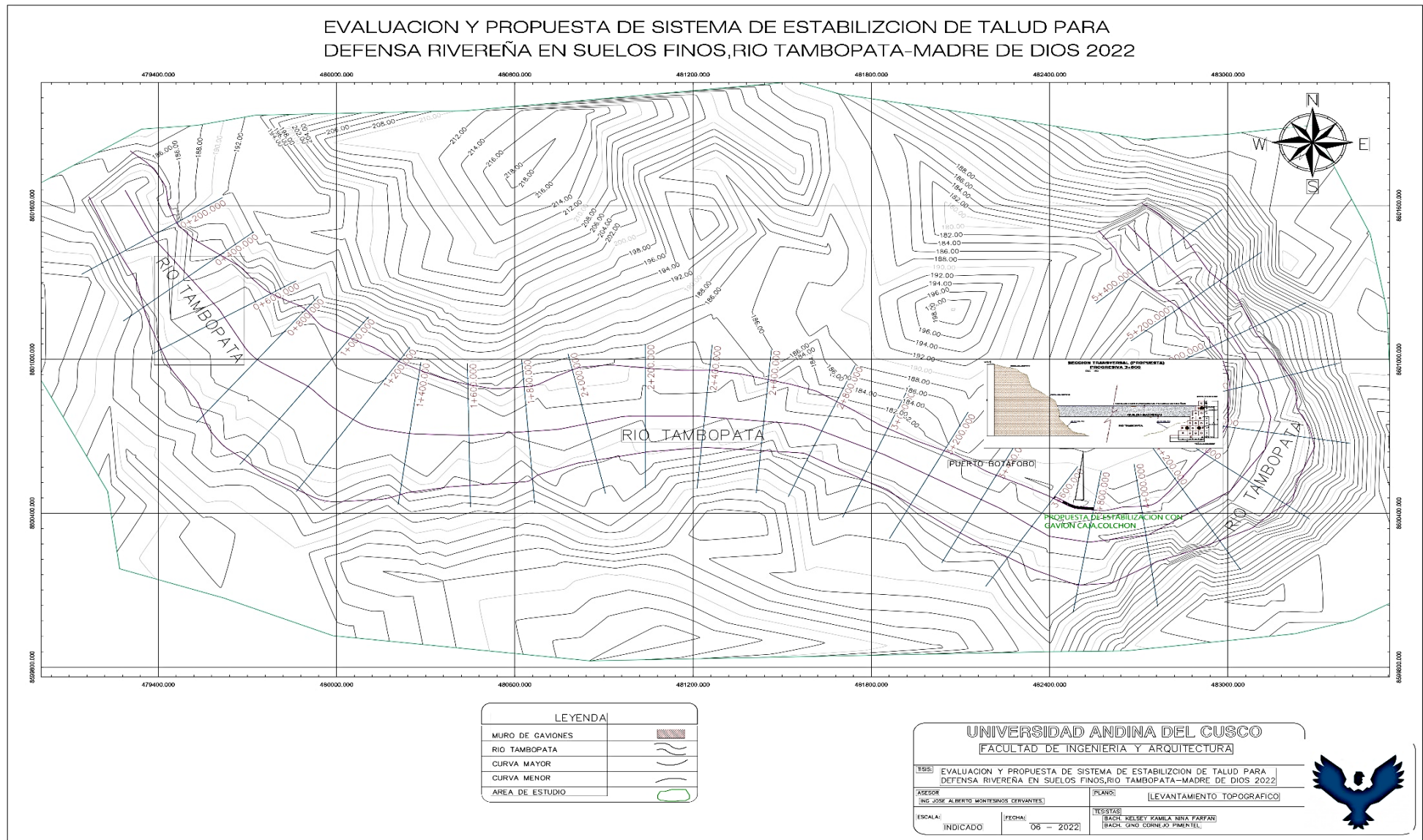
“EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE SISTEMA DE ESTABILIZACIÓN DE TALUD PARA DEFENSA RIBEREÑA EN SUELOS FINOS, RIO TAMBOPATA - MADRE DE DIOS 2022”

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	INDICADOR	INSTRUMENTO
¿Cuál será la evaluación y propuesta del sistema de estabilización de talud para defensa ribereña en suelos finos, río Tambopata - Madre de Dios 2022?	Evaluar y proponer el sistema de estabilización de talud para defensa ribereña en suelos finos, río Tambopata - Madre de Dios 2022.	La evaluación y propuesta del sistema gavión tipo colchón y caja es adecuada para la estabilización del talud para defensa ribereña en suelos finos, río Tambopata - Madre de Dios 2022.	INDEPENDIENTES X1: Sistema de Estabilización Gavión tipo Colchón y Caja	X1: X1: Largo, Ancho y Alto (m), Abertura de la malla (cm)	Normas y Fichas Técnicas para Gaviones: - ASTM A641M-98 - NBR 8964 - INVIAS E-506
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	SUB HIPÓTESIS			
¿Cuáles serán las propiedades físico mecánicas del suelo del talud para defensa ribereña en suelos finos, río Tambopata - Madre de Dios 2022?	Determinar las propiedades físico mecánicas del suelo del talud para defensa ribereña en suelos finos, río Tambopata - Madre de Dios 2022.	Las propiedades físico mecánicas del suelo serán deficientes la cual propician la inestabilidad del talud favoreciendo el deslizamiento del talud del río Tambopata - Madre de Dios 2022	DEPENDIENTES Y1: Propiedades Físico Mecánicas del suelo, Y2: Estudio Hidrológico, Y3: Socavación General	Y1: Peso de suelo (gr) - Y2: Latitud y Longitud (°C), Altitud (m) - Precipitación Máxima Diaria (mm) - Periodo de Retorno (años) - Y3: Peso específico de suelo (t/m ³) - Tirante de agua (m) - Ancho efectivo de río (m)	Guías de observación de Laboratorio - Cartas Nacionales - Datos Pluviométricos - Método Racional, Método Creager - Método de Lischtván, Levediev
¿Cuáles serán las condiciones hidrológicas que condicionan la estabilidad del talud para defensa ribereña en suelos finos, río Tambopata - Madre de Dios 2022?	Determinar las condiciones hidrológicas que condicionan la estabilidad del talud para defensa ribereña en suelos finos, río Tambopata - Madre de Dios 2022.	Las condiciones hidrológicas son desfavorables para la estabilidad del talud del río Tambopata - Madre de Dios 2022.			
¿Cuál será la socavación general en la base del talud para defensa ribereña en suelos finos, río Tambopata - Madre de Dios 2022?	Determinar la socavación general en la base del talud para defensa ribereña en suelos finos, río Tambopata - Madre de Dios 2022.	La socavación general es mayor a cuatro metros y genera la inestabilidad en la base del talud del río Tambopata - Madre de Dios 2022.			
¿Cuáles serán las especificaciones técnicas adecuadas para la propuesta de un sistema de estabilización del talud para defensa ribereña en suelos finos, río Tambopata - Madre de Dios 2022?	Especificar las características técnicas adecuadas para la propuesta de un sistema de estabilización del talud para defensa ribereña en suelos finos, río Tambopata - Madre de Dios 2022.	Las especificaciones técnicas son pre dimensionadas y escogidas adecuadamente para el sistema de gavión tipo colchón y caja en el talud para defensa ribereña en suelos finos, río Tambopata - Madre de Dios 2022.			

Elaboración Propia



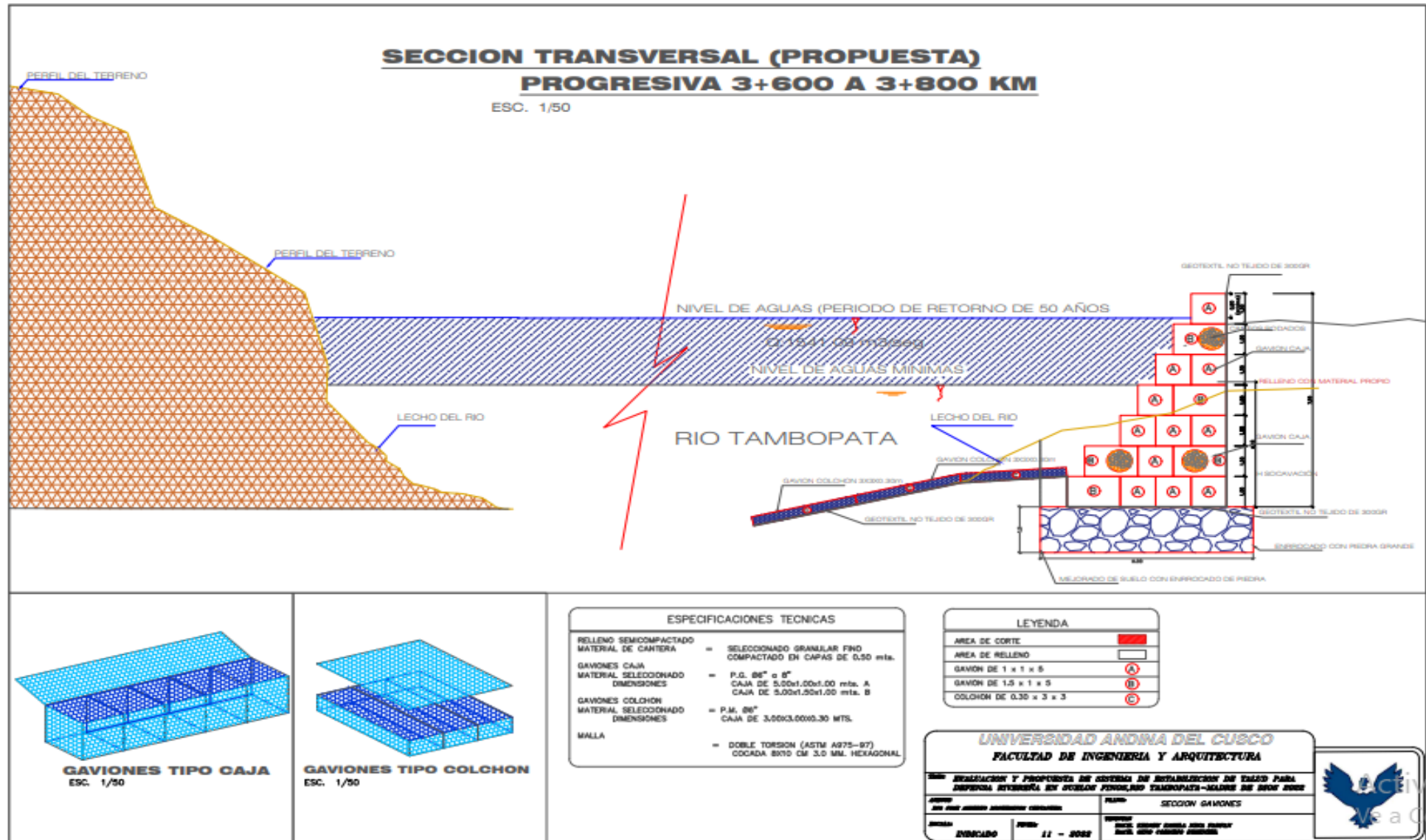
Anexo 2: Levantamiento Topográfico de la zona de Estudio



Elaboración Propia



Anexo 3: Plano Sección de Sistema Gavión



Elaboración Propia