

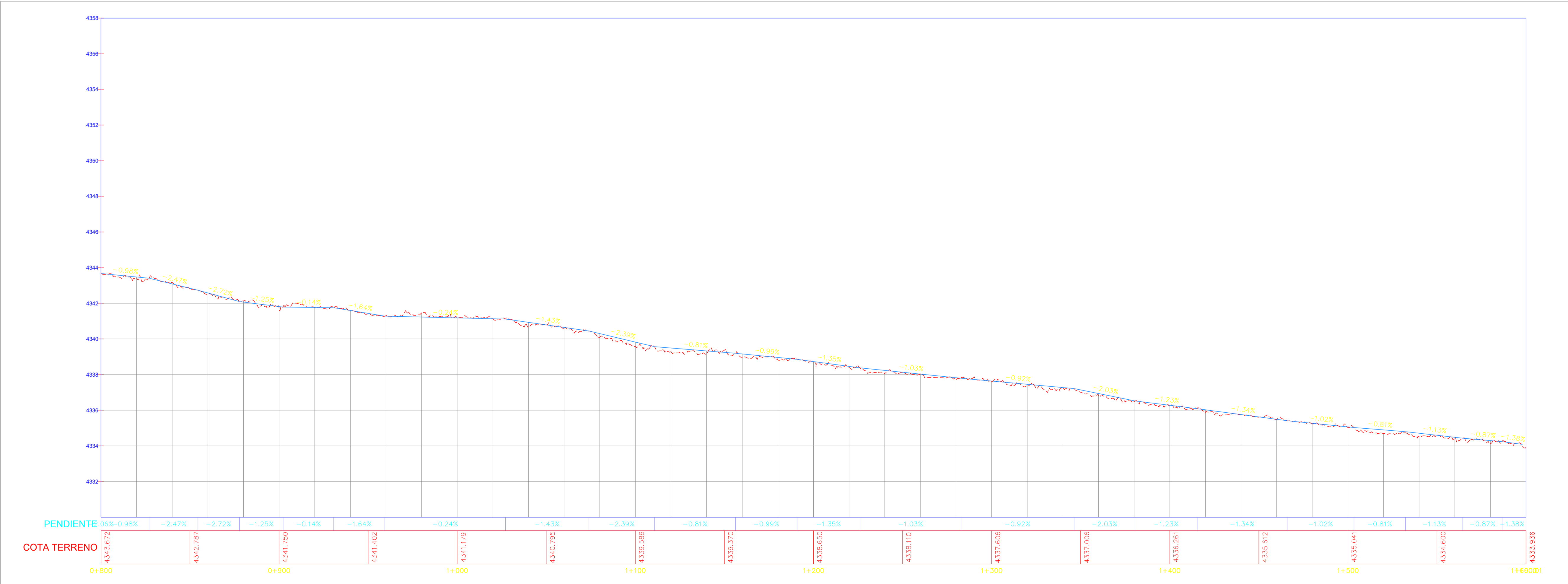
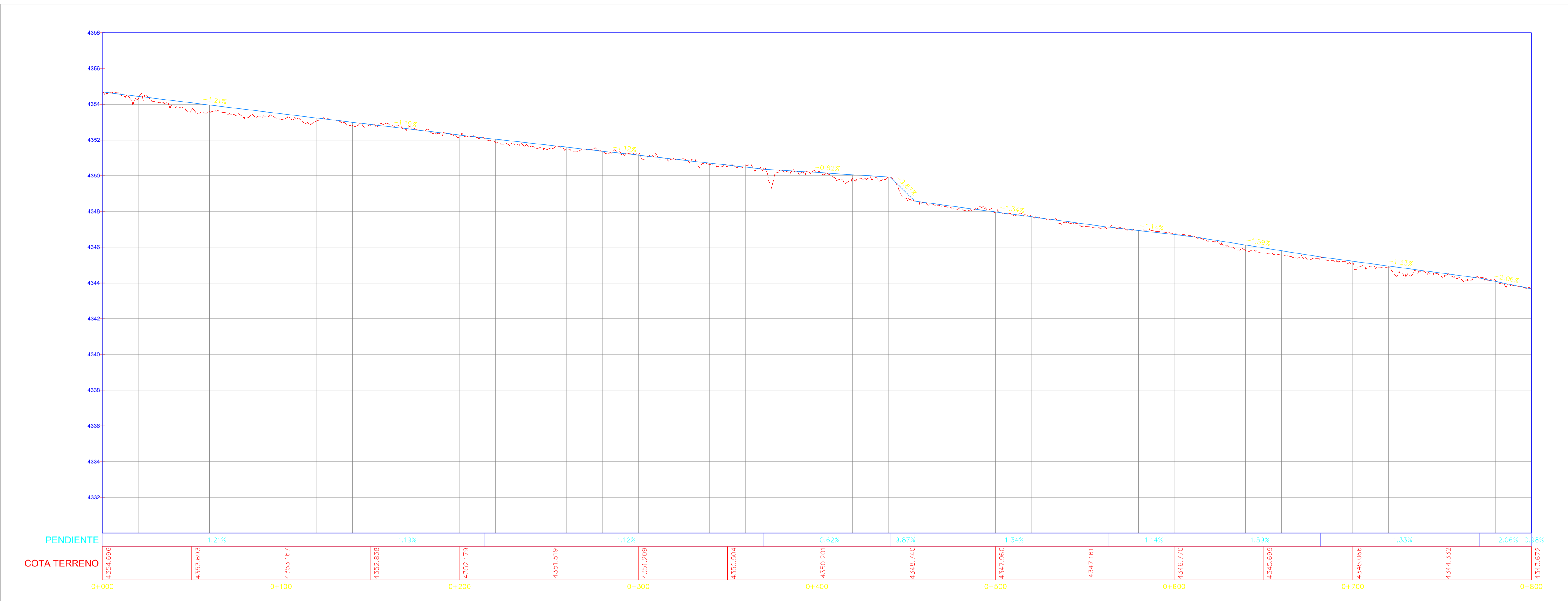
ANEXO A.
INFORMACIÓN
TOPOGRÁFICA

ANEXO A.1.

Plano topográfico –
vista en planta.

ANEXO A.1.


Plano topográfico –
vista perfil.



VISTA PERFIL

Esc: 1/1250

Datos Generales



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO

PROYECTO:

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE Puentes, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021.

TESISTA:

BACH. MAMANI AQUINO, LILIAN KATERIN

UBICACIÓN:

DEPARTAMENTO: PUNO
 PROVINCIA : CARABAYA
 DISTRITO : MACUSANI

PLANO:

PLANO TOPOGRÁFICO - VISTA PERFIL

VISTA PERFIL	Plano:
Fecha: ABRIL	PT-02
Escala: INDICADA	

ANEXO B.
INFORMACIÓN
GEOTÉCNICA

ANEXO B.1.
Resultados de
ensayos de
laboratorio –
clasificación.

**CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D 2216)**

TÍTULO DE LA TESIS	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE PUENTES, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021.		
TESISTA	BACH. LILIAN KATERIN MAMANI AQUINO		
UBICACIÓN	MACUSANI - CARABAYA - PUNO.		
ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD		
NORMA DE REFERENCIA	ASTM D 2216		
FECHA	FEBRERO DE 2022		
DATOS DE LA MUESTRA:			
UBICACIÓN	: PUENTE BERROA AGUAS ARRIBA	NIVEL F.	: 0.00 m
CALICATA	: C-01		
ESTRATO	: E-01		

Nro De Tara	C-19	C-08	C-67
Peso de Tara	21.00	20.30	20.60
Peso de Tara + M. Humeda	95.50	85.60	95.80
Peso de Tara + M. Seca	82.30	73.50	82.30
Peso de Agua	13.20	12.10	13.50
Peso Muestra Seca	61.30	53.20	61.70
Contenido de humedad W%	21.53	22.74	21.88
Promedio cont. Humedad W%	22.05 %		

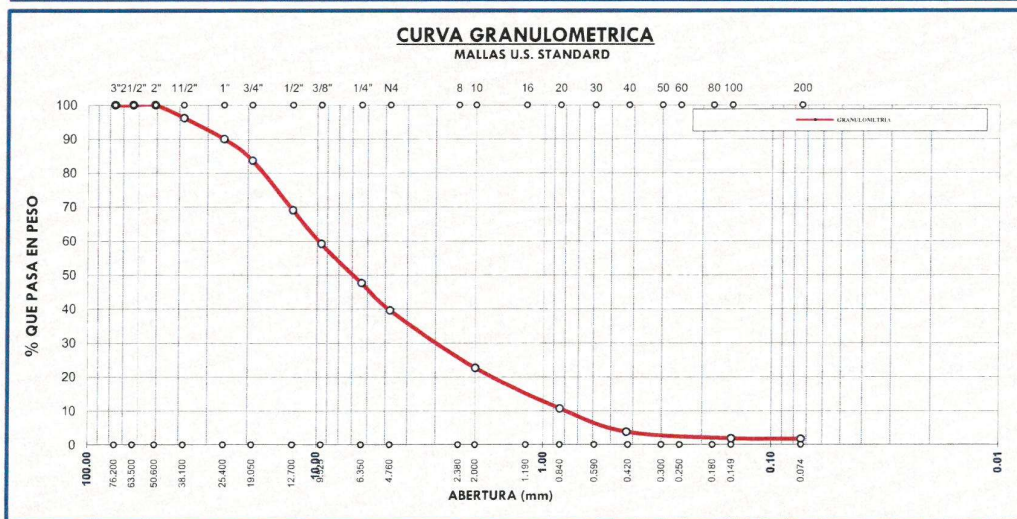
OBSERVACIONES: Muestreo, ensayo e identificación realizado por el tesista.

LAIA CONSUL E.I.R.L.
RUC: 20602559000
Eulalia Silva Fur
TITULAR - GERENTE
DNI. 70321126

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D 422)**

TÍTULO DE LA TESIS :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE PUENTES, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021.		
TESISTA :	BACH. LILIAN KATERIN MAMANI AQUINO		
UBICACIÓN :	MACUSANI - CARABAYA - PUNO.		
ENSAYO :	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		
NORMA DE REFERENCIA :	ASTM D 422		
FECHA :	FEBRERO DE 2022		
DATOS DE LA MUESTRA:			
UBICACIÓN :	PUENTE BERROA AGUAS ARRIBA		NIVEL F. : 0.00 m
CALICATA :	C-01		
ESTRATO :	E-01		

Nº DE MALLAS	ABERT. DE MALL. (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMUL	% QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial : 1447.0 gr
2 1/2"	63.500						CLASIFICACION DEL SUELO
2"	50.800				100.00		Limite Liquido : --
1 1/2"	38.100	55.05	3.80	3.80	96.20		Limite Plastico : --
1"	25.400	89.28	6.17	9.97	90.03		Indice Plastico : --
3/4"	19.050	92.60	6.40	16.37	83.63		
1/2"	12.700	210.84	14.57	30.94	69.06		CLASIFICACION DEL SUELO
3/8"	9.525	144.09	9.96	40.90	59.10		AASHTO : A-1-a (0)
1/4"	6.350	166.62	11.51	52.42	47.58		SUCS : GW
Nº 4	4.760	116.07	8.02	60.44	39.56		
Nº 6	3.360						% de Grava : 60.44 %
Nº 8	2.380	207.62	14.35	74.79	25.21		% de Arena : 37.90 %
Nº 10	2.000	38.02	2.63	77.42	22.58		% Pasa Nº 200 : 1.66 %
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	173.19	11.97	89.38	10.62		D85 : 20.45 mm
Nº 30	0.590						D75 : 15.44 mm
Nº 40	0.426	99.18	6.85	96.24	3.76		D50 : 7.08 mm
Nº 50	0.297						D30 : 2.38 mm
Nº 80	0.177	26.29	1.82	98.06	1.94		D25 : 2.34 mm
Nº 100	0.149	1.66	0.11	98.17	1.83		D15 : 1.37 mm
Nº 200	0.074	2.50	0.17	98.34	1.66		D10 : 0.75 mm
-200	24.0	1.66	100.00	0.00			Dm : 8.85 mm



OBSERVACIONES: Muestreo, ensayo e identificación realizado por el tesista.

LAI CONSULT E.I.R.L.
RUC-20602559000
Eulalia Silva Fur
TITULAR - GERENTE
DNI 70321126

**LIMITES DE CONSISTENCIA
(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

TITULO DE LA TESIS :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE PUENTES, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021.
TESISTA	BACH. LILIAN KATERIN MAMANI AQUINO
UBICACIÓN	MACUSANI - CARABAYA - PUNO.
ENSAYO	LIMITES DE CONSISTENCIA
NORMA DE REFERENCIA	ASTM D 4318
FECHA	FEBRERO DE 2022

DATOS DE LA MUESTRA:			
UBICACIÓN	: PUENTE BERROA AGUAS ARRIBA	NIVEL F.	: 0.00 m
CALICATA	: C-01		
ESTRATO	: E-01		

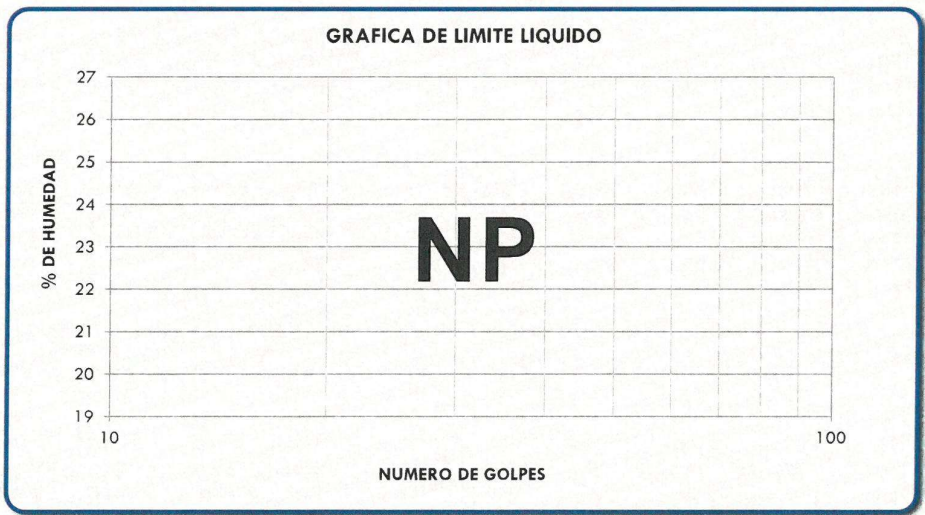
LIMITE LIQUIDO

# Tara				
Peso de la Tara gr.		NP		
T. + Suelo Húmedo gr.				
T. + Suelo Seco gr.				
Peso del Agua gr.				
Suelo Seco gr.				
% de Humedad				
Nro. De Golpes				

LIMITE PLASTICO

# Tara				
Peso de la Tara gr.		NP		
T. + Suelo Húmedo gr.				
T. + Suelo Seco gr.				
Peso del Agua gr.				
Suelo Seco gr.				
% de Humedad				
Nro. De Golpes				

LIMITE LIQUIDO L.L. = 0.00 %
 LIMITE PLASTICO L.P. = 0.00 %
 INDICE DE PLASTICIDAD L.P. = 0.00 %



OBSERVACIONES: Muestreo, ensayo e identificación realizado por el tesista.

LAIA CONSUL E.I.R.L
 RUC: 20602559000
 Eulalia Silva F...
 TITULAR - GERENTE
 DNI 70321126

**CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D 2216)**

TITULO DE LA TESIS :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE PUENTES, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021.		
TESISTA :	BACH. LILIAN KATERIN MAMANI AQUINO		
UBICACIÓN :	MACUSANI - CARABAYA - PUNO.		
ENSAYO :	CONTENIDO DE HUMEDAD		
NORMA DE REFERENCIA :	ASTM D 2216		
FECHA :	FEBRERO DE 2022		
DATOS DE LA MUESTRA:			
UBICACIÓN :	PUENTE BERROA ESTRIBO DERECHO	NIVEL F.	0.00 m
CALICATA :	C-02		
ESTRATO :	E-01		

Nro De Tara	C-34	C-200	C-30
Peso de Tara	26.50	25.60	25.10
Peso de Tara + M. Humeda	192.20	175.00	172.50
Peso de Tara + M. Seca	160.30	150.30	145.10
Peso de Agua	31.90	24.70	27.40
Peso Muestra Seca	133.80	124.70	120.00
Contenido de humedad W%	23.84	19.81	22.83
Promedio cont. Humedad W%	22.16 %		

OBSERVACIONES: Muestreo, ensayo e identificación realizado por el tesista.

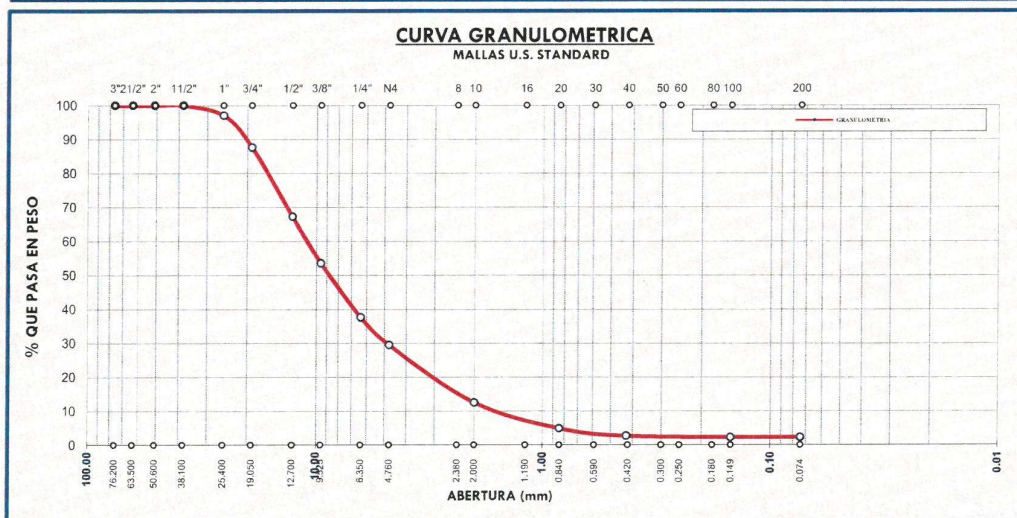
LAIA CONSUL E.I.R.L.
RUC: 20602559000

Eulalia Silva Fur
TITULAR - GERENTE
DNI 70321126

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D 422)**

TÍTULO DE LA TESIS :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE PUENTES, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021.		
TESISTA :	BACH. LILIAN KATERIN MAMANI AQUINO		
UBICACIÓN :	MACUSANI - CARABAYA - PUNO.		
ENSAYO :	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		
NORMA DE REFERENCIA :	ASTM D 422		
FECHA :	FEBRERO DE 2022		
DATOS DE LA MUESTRA:			
UBICACIÓN :	PUENTE BERROA ESTRIBO DERECHO	NIVEL F. :	0.00 m
CALICATA :	C-02		
ESTRATO :	E-01		

Nº DE MALLAS	ABERT. DE MALL. (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMUL	% QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial : 1764.1 gr
2 1/2"	63.500						CLASIFICACION DEL SUELO
2"	50.800						Limite Liquido : --
1 1/2"	38.100				100.00		Limite Plastico : --
1"	25.400	52.97	3.00	3.00	97.00		Indice Plastico : --
3/4"	19.050	164.68	9.34	12.34	87.66		
1/2"	12.700	360.30	20.42	32.76	67.24		CLASIFICACION DEL SUELO
3/8"	9.525	241.81	13.71	46.47	53.53		AASHTO : A-1-a (0)
1/4"	6.350	281.65	15.97	62.43	37.57		SUCS : GW
Nº 4	4.760	143.58	8.14	70.57	29.43		
Nº 6	3.360						% de Grava : 70.57 %
Nº 8	2.380	257.82	14.61	85.19	14.81		% de Arena : 27.20 %
Nº 10	2.000	41.28	2.34	87.53	12.47		% Pasa Nº 200 : 2.22 %
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	134.55	7.63	95.16	4.84		D85 : 17.11 mm
Nº 30	0.590						D75 : 15.32 mm
Nº 40	0.426	38.49	2.18	97.34	2.66		D50 : 8.57 mm
Nº 50	0.297						D30 : 4.89 mm
Nº 80	0.177	6.35	0.36	97.70	2.30		D25 : 4.19 mm
Nº 100	0.149	0.46	0.03	97.72	2.28		D15 : 2.41 mm
Nº 200	0.074	0.94	0.05	97.78	2.22		D10 : 1.73 mm
-200		39.2	2.22	100.00	0.00		Dm : 10.72 mm



OBSERVACIONES: Muestreo, ensayo e identificación realizado por el tesista.

LAIA CONSUL E.I.R.L.
RUC: 20602559000
Eulalia Silva Fur
TITULAR - GERENTE
DNI. 70321126

**LIMITES DE CONSISTENCIA
(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

TITULO DE LA TESIS :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE PUENTES, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021.		
TESISTA :	BACH. LILIAN KATERIN MAMANI AQUINO		
UBICACIÓN :	MACUSANI - CARABAYA - PUNO.		
ENSAYO :	LIMITES DE CONSISTENCIA		
NORMA DE REFERENCIA :	ASTM D 4318		
FECHA :	FEBRERO DE 2022		

DATOS DE LA MUESTRA:			
UBICACIÓN :	PUENTE BERROA ESTRIBO DERECHO	NIVEL F. :	0.00 m
CALICATA :	C-02		
ESTRATO :	E-01		

LIMITE LIQUIDO

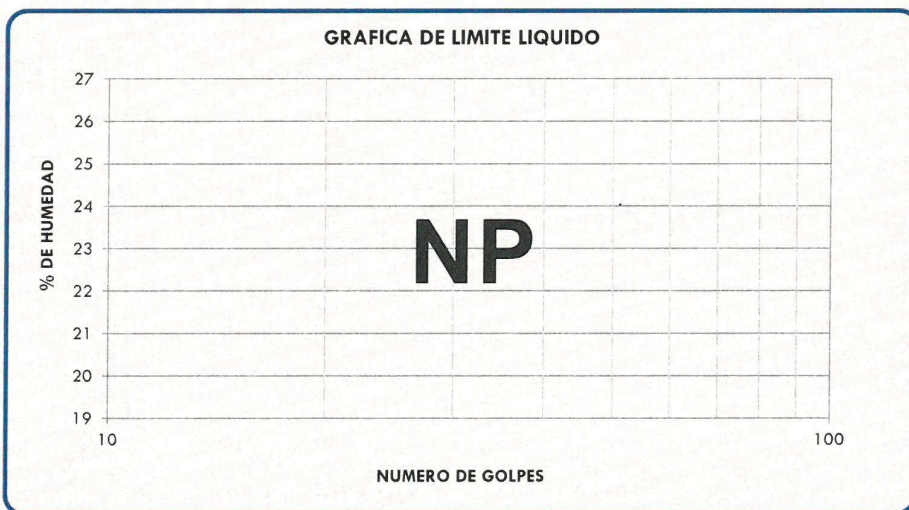
# Tara				
Peso de la Tara gr.				
T. + Suelo Húmedo gr.		NP		
T. + Suelo Seco gr.				
Peso del Agua gr.				
Suelo Seco gr.				
% de Humedad				
Nro. De Golpes				

LIMITE PLASTICO

# Tara				
Peso de la Tara gr.				
T. + Suelo Húmedo gr.		NP		
T. + Suelo Seco gr.				
Peso del Agua gr.				
Suelo Seco gr.				
% de Humedad				

LIMITE LIQUIDO L.L. = 0.00 %
 LIMITE PLASTICO L.P. = 0.00 %
 INDICE DE PLASTICIDAD L.P. = 0.00 %

GRAFICA DE LIMITE LIQUIDO



OBSERVACIONES: Muestreo, ensayo e identificación realizado por el tesista.

LAIA CONSUL E.I.R.L.
 RUC: 20602559000

 Eulalia Silva Fur
 TITULAR - GERENTE
 DNI. 70321126

**CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D 2216)**

TITULO DE LA TESIS :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE PUENTES, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021.		
TESISTA :	BACH. LILIAN KATERIN MAMANI AQUINO		
UBICACIÓN :	MACUSANI - CARABAYA - PUNO.		
ENSAYO :	CONTENIDO DE HUMEDAD		
NORMA DE REFERENCIA :	ASTM D 2216		
FECHA :	FEBRERO DE 2022		
DATOS DE LA MUESTRA:			
UBICACIÓN :	PUENTE BERROA ESTRIBO IZQUIERDO	NIVEL F.	: 0.00 m
CALICATA :	C-03		
ESTRATO :	E-01		

Nro De Tara	C-18	C-28	C-21
Peso de Tara	26.40	27.80	28.00
Peso de Tara + M. Humeda	183.90	183.60	168.20
Peso de Tara + M. Seca	158.70	157.00	143.50
Peso de Agua	25.20	26.60	24.70
Peso Muestra Seca	132.30	129.20	115.50
Contenido de humedad W%	19.05	20.59	21.39
Promedio cont. Humedad W%	20.34 %		

OBSERVACIONES: Muestreo, ensayo e identificación realizado por el tesista.

LAIA CONSUL E. I. R. L.
RUC: 20602559000

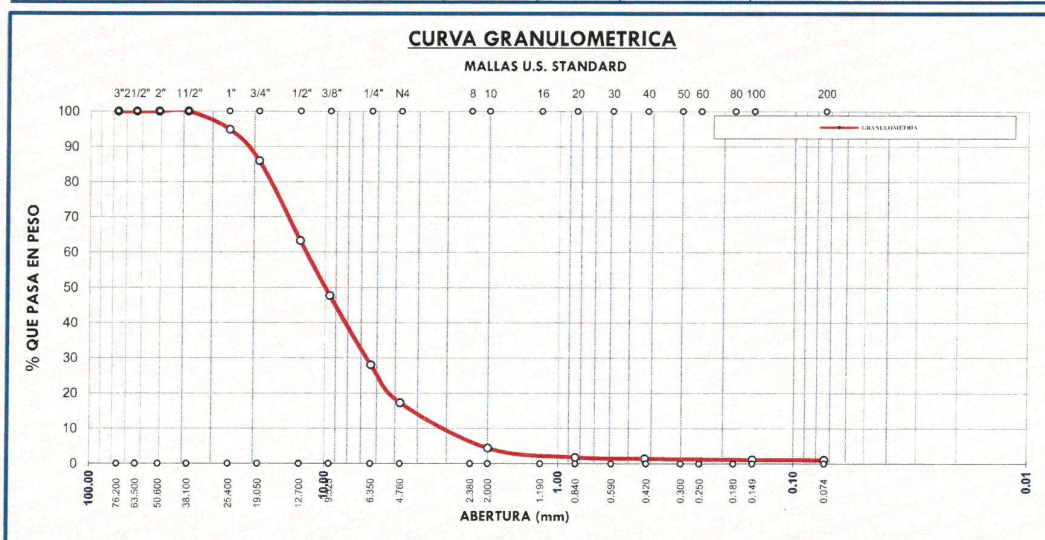
Eulalia Silva Fur
TITULAR - GERENTE
DNI. 70321126

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D 422)**

TÍTULO DE LA TESIS :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE PUENTES, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021.
TESISTA :	BACH. LILIAN KATERIN MAMANI AQUINO
UBICACIÓN :	MACUSANI - CARABAYA - PUNO.
ENSAYO :	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMA DE REFERENCIA :	ASTM D 422
FECHA :	FEBRERO DE 2022

DATOS DE LA MUESTRA:		
UBICACIÓN :	PUENTE BERROA ESTRIBO IZQUIERDO	NIVEL F. : 0.00 m
CALICATA :	C-03	
ESTRATO :	E-01	

Nº DE MALLAS	ABERT. DE MALL. (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMUL	% QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial : 1256.0 gr
2 1/2"	63.500						CLASIFICACION DEL SUELO
2"	50.800						Limite Liquido : --
1 1/2"	38.100				100.00		Limite Plastico : --
1"	25.400	63.97	5.09	5.09	94.91		Indice Plastico : --
3/4"	19.050	112.38	8.95	14.04	85.96		CLASIFICACION DEL SUELO
1/2"	12.700	284.30	22.64	36.68	63.32		AASHTO : A-1-a (0)
3/8"	9.525	195.90	15.60	52.27	47.73		SUCS : GW
1/4"	6.350	246.99	19.66	71.94	28.06		% de Grava : 82.73 %
Nº 4	4.760	135.59	10.80	82.73	17.27		% de Arena : 16.14 %
Nº 6	3.360						% Pasa Nº 200 : 1.12 %
Nº 8	2.380	144.07	11.47	94.20	5.80		D85 : 18.82 mm
Nº 10	2.000	17.32	1.38	95.58	4.42		D75 : 16.22 mm
Nº 16	1.190						D50 : 9.80 mm
Nº 20	0.840	32.38	2.58	98.16	1.84		D30 : 6.57 mm
Nº 30	0.590						D25 : 5.57 mm
Nº 40	0.426	5.00	0.40	98.56	1.44		D15 : 4.45 mm
Nº 50	0.297						D10 : 3.08 mm
Nº 80	0.177	2.92	0.23	98.79	1.21		Dm : 12.25 mm
Nº 100	0.149	0.35	0.03	98.82	1.18		
Nº 200	0.074	0.74	0.06	98.88	1.12		
-200		14.1	1.12	100.00	0.00		



OBSERVACIONES: Muestreo, ensayo e identificación realizado por el tesista.

LAIA CONSUL E.I.R.L.
RUC: 20602559000
Eulalia Silva Fur
Eulalia Silva Fur
TITULAR - GERENTE
DNI: 70321126

**LIMITES DE CONSISTENCIA
(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

TITULO DE LA TESIS :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE PUENTES, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021.		
TESISTA :	BACH. LILIAN KATERIN MAMANI AQUINO		
UBICACIÓN :	MACUSANI - CARABAYA - PUNO.		
ENSAYO :	LIMITES DE CONSISTENCIA		
NORMA DE REFERENCIA :	ASTM D 4318		
FECHA :	FEBRERO DE 2022		
DATOS DE LA MUESTRA:			
UBICACIÓN :	PUENTE BERROA ESTRIBO IZQUIERDO	NIVEL F. :	0.00 m
CALICATA :	C-03		
ESTRATO :	E-01		

LIMITE LIQUIDO

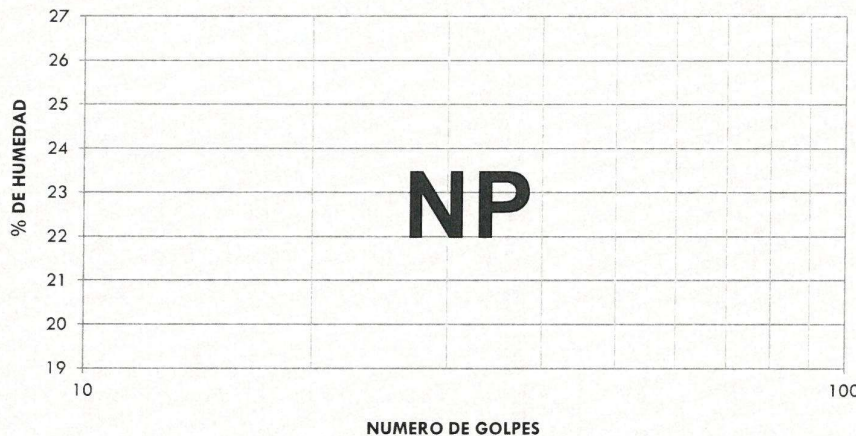
# Tara				
Peso de la Tara gr.				
T. + Suelo Húmedo gr.		NP		
T. + Suelo Seco gr.				
Peso del Agua gr.				
Suelo Seco gr.				
% de Humedad				
Nro. De Golpes				

LIMITE PLASTICO

# Tara				
Peso de la Tara gr.				
T. + Suelo Húmedo gr.		NP		
T. + Suelo Seco gr.				
Peso del Agua gr.				
Suelo Seco gr.				
% de Humedad				

LIMITE LIQUIDO	L.L. = 0.00 %
LIMITE PLASTICO	L.P. = 0.00 %
INDICE DE PLASTICIDAD	L.P. = 0.00 %

GRAFICA DE LIMITE LIQUIDO



OBSERVACIONES: Muestreo, ensayo e identificación realizado por el tesista.

LAIA CONSUL E.I R.L.
RUC: 20602559000

Eulalia Silva Fur
TITULAR - GERENTE
DNI. 70321126

**CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D 2216)**

TITULO DE LA TESIS :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE PUENTES, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021.		
TESISTA :	BACH. LILIAN KATERIN MAMANI AQUINO		
UBICACIÓN :	MACUSANI - CARABAYA - PUNO.		
ENSAYO :	CONTENIDO DE HUMEDAD		
NORMA DE REFERENCIA :	ASTM D 2216		
FECHA :	FEBRERO DE 2022		
DATOS DE LA MUESTRA:			
UBICACIÓN :	PUENTE TUPAC AMARU AGUAS ARRIBA	NIVEL F.	0.00 m
CALICATA :	C-01		
ESTRATO :	E-01		

Nro De Tara	C-40	C-03	C-39
Peso de Tara	26.70	28.00	24.40
Peso de Tara + M. Humeda	148.10	143.20	136.00
Peso de Tara + M. Seca	126.00	121.40	114.40
Peso de Agua	22.10	21.80	21.60
Peso Muestra Seca	99.30	93.40	90.00
Contenido de humedad W%	22.26	23.34	24.00
Promedio cont. Humedad W%	23.20 %		

OBSERVACIONES: Muestreo, ensayo e identificación realizado por el tesista. LAIA CONSUL E.I.R.L
RUC: 20602559000

Eulalia Silva Fur
TITULAR - GERENTE
DNI. 70321126

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D422)**

TÍTULO DE LA TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE PUENTES, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021.

TESISTA : BACH. LILIAN KATERIN MAMANI AQUINO

UBICACIÓN : MACUSANI - CARABAYA - PUNO.

ENSAYO : ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA DE REFERENCIA : ASTM D 422

FECHA : FEBRERO DE 2022

DATOS DE LA MUESTRA:

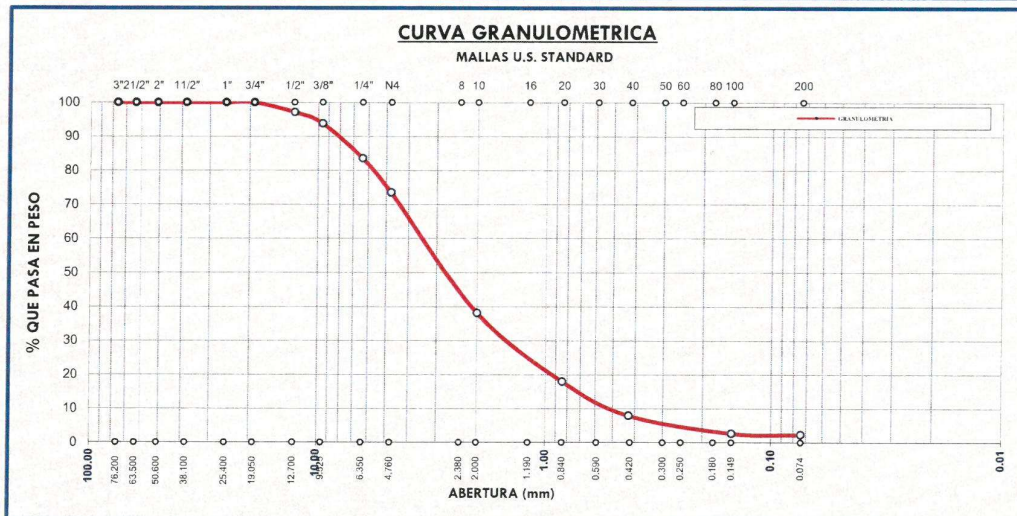
UBICACIÓN : PUENTE TUPAC AMARU AGUAS ARRIBA

CALICATA : C-01

ESTRATO : E-01

NIVEL F. : 0.00 m

Nº DE MALLAS	ABERT. DE MALL. (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial : 992.1 gr
2 1/2"	63.500						CLASIFICACION DEL SUELO
2"	50.800						Limite Liquido : --
1 1/2"	38.100						Limite Plastico : --
1"	25.400						Indice Plastico : --
3/4"	19.050				100.00		CLASIFICACION DEL SUELO
1/2"	12.700	28.84	2.91	2.91	97.09		AASHTO : A-1-a (0)
3/8"	9.525	32.55	3.28	6.19	93.81		SUCS : SP
1/4"	6.350	101.50	10.23	16.42	83.58		% de Grava : 26.45 %
Nº 4	4.760	99.50	10.03	26.45	73.55		% de Arena : 71.26 %
Nº 6	3.360						% Pasa Nº 200 : 2.29 %
Nº 8	2.380	291.55	29.39	55.84	44.16		D85 : 6.81 mm
Nº 10	2.000	60.34	6.08	61.92	38.08		D75 : 4.85 mm
Nº16	1.190						D50 : 2.96 mm
Nº 20	0.840	200.09	20.17	82.09	17.91		D30 : 1.63 mm
Nº 30	0.590						D25 : 1.35 mm
Nº 40	0.426	99.06	9.98	92.07	7.93		D15 : 0.75 mm
Nº 50	0.297						D30 : 1.63 mm
Nº 80	0.177	48.91	4.93	97.00	3.00		D25 : 1.35 mm
Nº 100	0.149	3.15	0.32	97.32	2.68		D15 : 0.75 mm
Nº 200	0.074	3.90	0.39	97.71	2.29		D10 : 0.54 mm
-200		22.7	2.29	100.00	0.00		Dm : 3.70 mm



OBSERVACIONES: Muestreo, ensayo e identificación realizado por el tesista.

LAIA CONSUL E.I.R.L.
RUC: 20602559000
Eulalia Silva Fur
TITULAR - GERENTE
DNI 70321126

**LIMITES DE CONSISTENCIA
(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

TITULO DE LA TESIS :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE PUENTES, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021.
TESISTA :	BACH. LILIAN KATERIN MAMANI AQUINO
UBICACIÓN :	MACUSANI - CARABAYA - PUNO.
ENSAYO :	LIMITES DE CONSISTENCIA
NORMA DE REFERENCIA :	ASTM D 4318
FECHA :	FEBRERO DE 2022

DATOS DE LA MUESTRA:			
UBICACIÓN :	PUENTE TUPAC AMARU AGUAS ARRIBA	NIVEL F. :	0.00 m
CALICATA :	C-01		
ESTRATO :	E-01		

LIMITE LIQUIDO

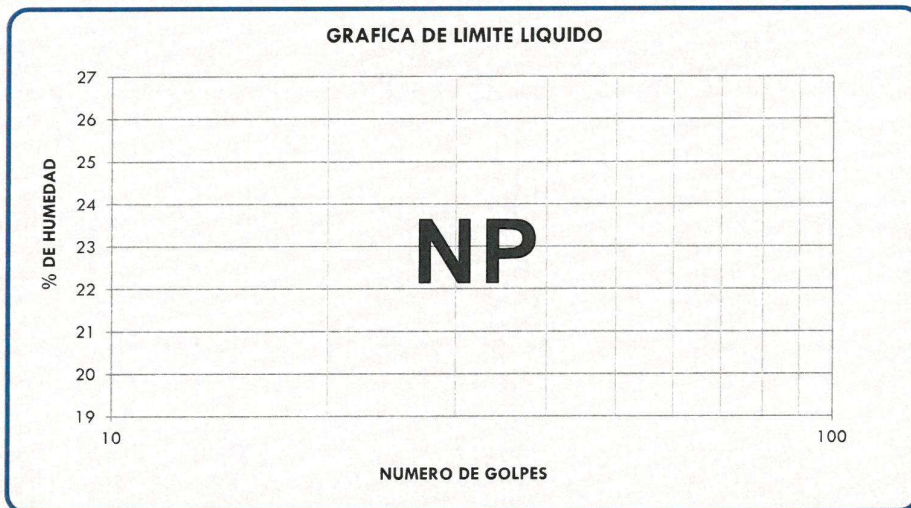
# Tara				
Peso de la Tara gr.				
T. + Suelo Húmedo gr.		NP		
T. + Suelo Seco gr.				
Peso del Agua gr.				
Suelo Seco gr.				
% de Humedad				
Nro. De Golpes				

LIMITE PLASTICO

# Tara				
Peso de la Tara gr.				
T. + Suelo Húmedo gr.		NP		
T. + Suelo Seco gr.				
Peso del Agua gr.				
Suelo Seco gr.				
% de Humedad				

LIMITE LIQUIDO	L.L. = 0.00 %
LIMITE PLASTICO	L.P. = 0.00 %
INDICE DE PLASTICIDAD	L.P. = 0.00 %

GRAFICA DE LIMITE LIQUIDO



OBSERVACIONES: Muestreo, ensayo e identificación realizado por el tesista.

LATA CONSUL E.I.R.L.
RUC: 20602559000
Eulalia Silva Fur
Eulalia Silva Fur
TITULAR - GERENTE
DNI 70321126

**CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D 2216)**

TITULO DE LA TESIS	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE PUENTES, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021.		
TESISTA	BACH. LILIAN KATERIN MAMANI AQUINO		
UBICACIÓN	MACUSANI - CARABAYA - PUNO.		
ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD		
NORMA DE REFERENCIA	ASTM D 2216		
FECHA	FEBRERO DE 2022		
DATOS DE LA MUESTRA:			
UBICACIÓN	: PUENTE TUPAC AMARU ESTRIBO DERECHO	NIVEL F.	: 0.00 m
CALICATA	: C-02		
ESTRATO	: E-01		

Nro De Tara	C-19	C-17	C-16
Peso de Tara	26.40	25.80	25.90
Peso de Tara + M. Humeda	117.60	113.00	112.80
Peso de Tara + M. Seca	100.60	95.30	96.30
Peso de Agua	17.00	17.70	16.50
Peso Muestra Seca	74.20	69.50	70.40
Contenido de humedad W%	22.91	25.47	23.44
Promedio cont. Humedad W%	23.94 %		

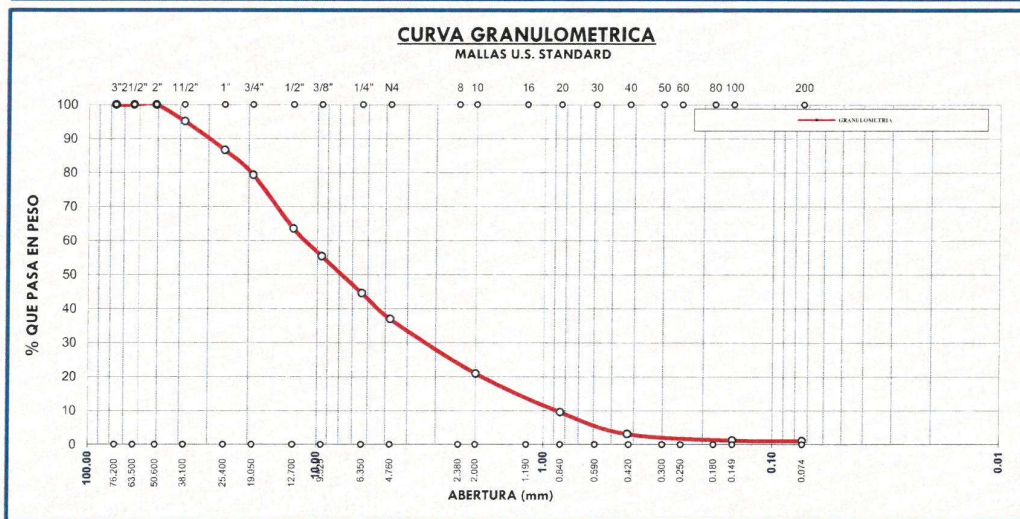
OBSERVACIONES: Muestreo, ensayo e identificación realizado por el tesista.

LAIA CONSUL E I R. L.
RUC: 20602559000
Eulalia Silva
Eulalia Silva Bur
TITULAR - GERENTE
DNI. 70321126

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D 422)**

TÍTULO DE LA TESIS :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE PUENTES, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021.		
TESISTA	BACH. LILIAN KATERIN MAMANI AQUINO		
UBICACIÓN	MACUSANI - CARABAYA - PUNO.		
ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		
NORMA DE REFERENCIA	ASTM D 422		
FECHA	FEBRERO DE 2022		
DATOS DE LA MUESTRA:			
UBICACIÓN	PUENTE TUPAC AMARU ESTRIBO DERECHO		NIVEL F. : 0.00 m
CALICATA	C-02		
ESTRATO	E-01		

Nº DE MALLAS	ABERT. DE MALL. (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMUL	% QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial : 1470.7 gr
2 1/2"	63.500						CLASIFICACION DEL SUELO
2"	50.800				100.00		Limite Liquido : --
1 1/2"	38.100	72.16	4.91	4.91	95.09		Limite Plastico : --
1"	25.400	124.31	8.45	13.36	86.64		Indice Plastico : --
3/4"	19.050	108.27	7.36	20.72	79.28		CLASIFICACION DEL SUELO
1/2"	12.700	231.58	15.75	36.47	63.53		AASHTO : A-1-a (0)
3/8"	9.525	119.32	8.11	44.58	55.42		SUCS : GP
1/4"	6.350	160.21	10.89	55.47	44.53		% de Grava : 63.06 %
Nº 4	4.760	111.61	7.59	63.06	36.94		% de Arena : 35.86 %
Nº 6	3.360						% Pasa Nº 200 : 1.08 %
Nº 8	2.380	199.63	13.57	76.64	23.36		D ₈₅ : 24.03 mm
Nº 10	2.000	36.56	2.49	79.12	20.88		D ₇₅ : 17.46 mm
Nº 16	1.190						D ₅₀ : 8.03 mm
Nº 20	0.840	166.53	11.32	90.45	9.55		D ₃₀ : 2.99 mm
Nº 30	0.590						D ₂₅ : 2.73 mm
Nº 40	0.426	95.37	6.48	96.93	3.07		D ₁₅ : 1.51 mm
Nº 50	0.297						D ₁₀ : 0.91 mm
Nº 80	0.177	25.28	1.72	98.65	1.35		D _m : 10.04 mm
Nº 100	0.149	1.60	0.11	98.76	1.24		
Nº 200	0.074	2.40	0.16	98.92	1.08		
-200		15.9	1.08	100.00	0.00		



OBSERVACIONES: Muestreo, ensayo e identificación realizado por el tesista.

LAIA CONSUL E.I.R.L.
RUC: 20602559000
Eulalia Silva Far
TITULAR - GERENTE
DNI: 70321126

**LIMITES DE CONSISTENCIA
(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

TITULO DE LA TESIS :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE PUENTES, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021.		
TESISTA :	BACH. LILIAN KATERIN MAMANI AQUINO		
UBICACIÓN :	MACUSANI - CARABAYA - PUNO.		
ENSAYO :	LIMITES DE CONSISTENCIA		
NORMA DE REFERENCIA :	ASTM D 4318		
FECHA :	FEBRERO DE 2022		

DATOS DE LA MUESTRA:			
UBICACIÓN :	PUENTE TUPAC AMARU ESTRIBO DERECHO	NIVEL F. :	0.00 m
CALICATA :	C-02		
ESTRATO :	E-01		

LIMITE LIQUIDO

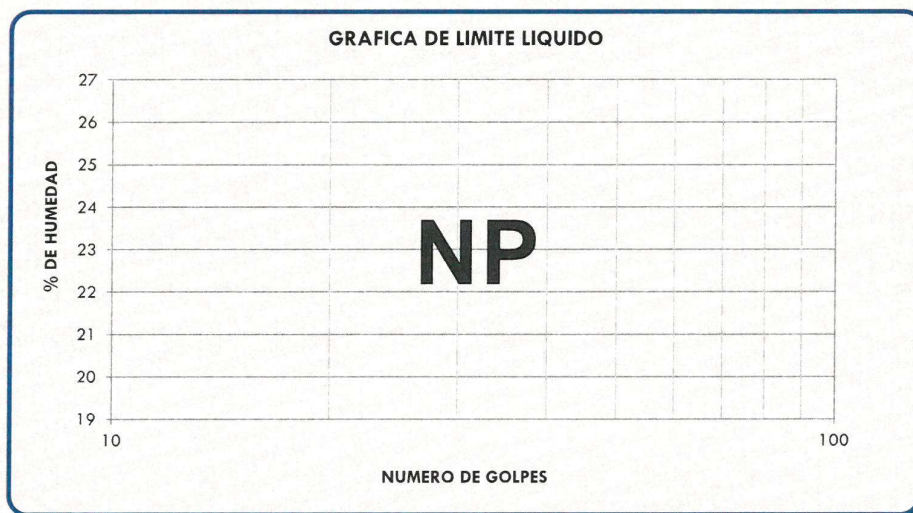
# Tara				
Peso de la Tara gr.		NP		
T. + Suelo Húmedo gr.				
T. + Suelo Seco gr.				
Peso del Agua gr.				
Suelo Seco gr.				
% de Humedad				
Nro. De Golpes				

LIMITE PLASTICO

# Tara				
Peso de la Tara gr.		NP		
T. + Suelo Húmedo gr.				
T. + Suelo Seco gr.				
Peso del Agua gr.				
Suelo Seco gr.				
% de Humedad				

LIMITE LIQUIDO L.L. = 0.00 %
LIMITE PLASTICO L.P. = 0.00 %
INDICE DE PLASTICIDAD L.P. = 0.00 %

GRAFICA DE LIMITE LIQUIDO



OBSERVACIONES: Muestreo, ensayo e identificación realizado por el tesista.

LAIA CONSUL E.I.R.L.
RUC: 20602559000
Eulalia Silva Fur
TITULAR - GERENTE
DNI: 70321126

**CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D 2216)**

TÍTULO DE LA TESIS :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE PUENTES, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021.
TESISTA :	BACH. LILIAN KATERIN MAMANI AQUINO
UBICACIÓN :	MACUSANI - CARABAYA - PUNO.
ENSAYO :	CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA DE REFERENCIA :	ASTM D 2216
FECHA :	FEBRERO DE 2022

DATOS DE LA MUESTRA:			
UBICACIÓN :	PUENTE TUPAC AMARU ESTRIBO IZQUIERDO	NIVEL F. :	0.00 m
CALICATA :	C-03		
ESTRATO :	E-01		

Nro De Tara	C-33	C-14	C-02
Peso de Tara	25.90	26.40	26.40
Peso de Tara + M. Humeda	137.90	149.30	158.30
Peso de Tara + M. Seca	116.80	125.30	133.80
Peso de Agua	21.10	24.00	24.50
Peso Muestra Seca	90.90	98.90	107.40
Contenido de humedad W%	23.21	24.27	22.81
Promedio cont. Humedad W%	23.43 %		

OBSERVACIONES: Muestreo, ensayo e identificación realizado por el tesista.

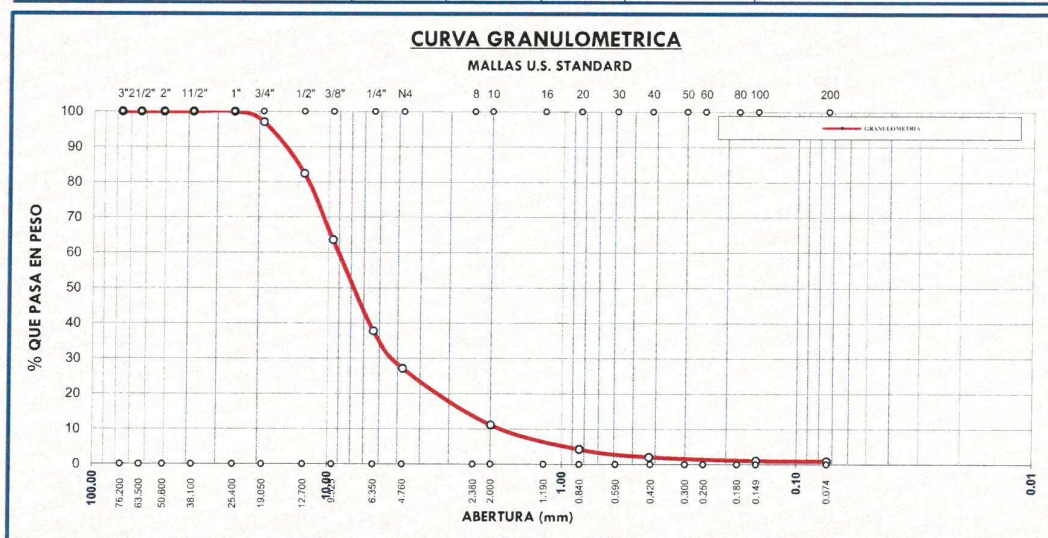
LAIA CONSUL E I R. L
RUC: 20602559000
Eulalia Silva Fur
TITULAR - GERENTE
DNI. 70321126

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D 422)**

TÍTULO DE LA TESIS :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE PUENTES, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021.
TESISTA :	BACH. LILIAN KATERIN MAMANI AQUINO
UBICACIÓN :	MACUSANI - CARABAYA - PUNO.
ENSAYO :	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMA DE REFERENCIA :	ASTM D 422
FECHA :	FEBRERO DE 2022

DATOS DE LA MUESTRA:		
UBICACIÓN :	PUENTE TUPAC AMARU ESTRIBO IZQUIERDO	NIVEL F. : 0.00 m
CALICATA :	C-03	
ESTRATO :	E-01	

Nº DE MALLAS	ABERT. DE MALL. (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial : 1455.0 gr
2 1/2"	63.500						CLASIFICACION DEL SUELO
2"	50.800						Limite Liquido : --
1 1/2"	38.100						Limite Plastico : --
1"	25.400				100.00		Indice Plastico : --
3/4"	19.050	42.87	2.95	2.95	97.05		CLASIFICACION DEL SUELO
1/2"	12.700	212.17	14.58	17.53	82.47		AASHTO : A-1-a (0)
3/8"	9.525	273.74	18.81	36.34	63.66		SUCS : GW
1/4"	6.350	376.24	25.86	62.20	37.80		% de Grava : 72.78 %
Nº 4	4.760	153.99	10.58	72.78	27.22		% de Arena : 26.24 %
Nº 6	3.360						% Pasa Nº 200 : 0.97 %
Nº 8	2.380	203.57	13.99	86.78	13.22		D85 : 13.88 mm
Nº 10	2.000	30.33	2.08	88.86	11.14		D75 : 11.54 mm
Nº 16	1.190						D50 : 8.05 mm
Nº 20	0.840	99.72	6.85	95.71	4.29		D30 : 5.23 mm
Nº 30	0.590						D25 : 4.48 mm
Nº 40	0.426	32.10	2.21	97.92	2.08		D15 : 2.80 mm
Nº 50	0.297						D10 : 1.87 mm
Nº 80	0.177	13.53	0.93	98.85	1.15		Dm : 10.07 mm
Nº 100	0.149	0.92	0.06	98.91	1.09		
Nº 200	0.074	1.64	0.11	99.03	0.97		
-200		14.2	0.97	100.00	0.00		



OBSERVACIONES: Muestreo, ensayo e identificación realizado por el tesista.

LAIA CONSUL E.I.R.L.
RUC: 20602559000
Eulalia Silva Nur
Eulalia Silva Nur
TITULAR - GERENTE
DNI 70321126

**LIMITES DE CONSISTENCIA
(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

TITULO DE LA TESIS :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE PUENTES, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021.		
TESISTA :	BACH. LILIAN KATERIN MAMANI AQUINO		
UBICACIÓN :	MACUSANI - CARABAYA - PUNO.		
ENSAYO :	LIMITES DE CONSISTENCIA		
NORMA DE REFERENCIA :	ASTM D 4318		
FECHA :	FEBRERO DE 2022		

DATOS DE LA MUESTRA:			
UBICACIÓN :	PUENTE TUPAC AMARU ESTRIBO IZQUIERDO	NIVEL F. :	0.00 m
CALICATA :	C-03		
ESTRATO :	E-01		

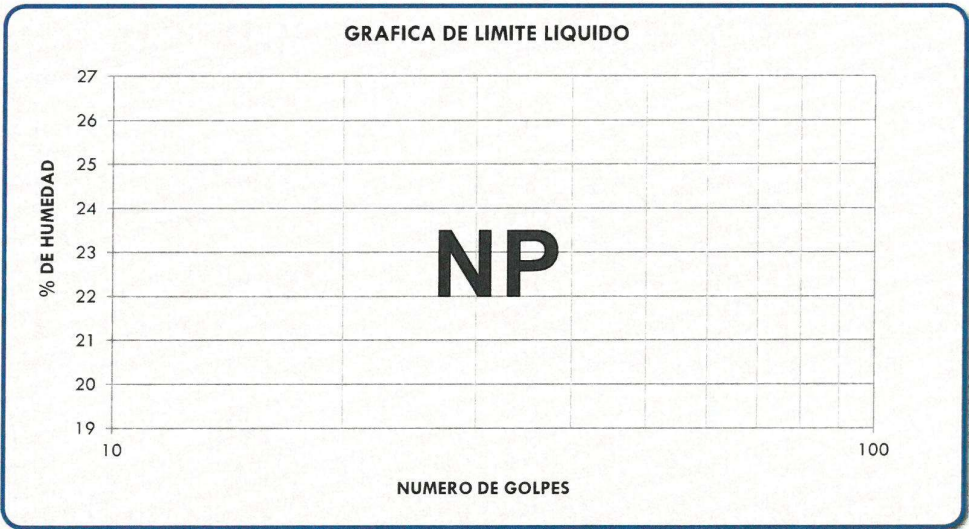
LIMITE LIQUIDO

# Tara				
Peso de la Tara gr.		NP		
T. + Suelo Húmedo gr.				
T. + Suelo Seco gr.				
Peso del Agua gr.				
Suelo Seco gr.				
% de Humedad				
Nro. De Golpes				

LIMITE PLASTICO

# Tara				
Peso de la Tara gr.		NP		
T. + Suelo Húmedo gr.				
T. + Suelo Seco gr.				
Peso del Agua gr.				
Suelo Seco gr.				
% de Humedad				

LIMITE LIQUIDO L.L. = 0.00 %
LIMITE PLASTICO L.P. = 0.00 %
INDICE DE PLASTICIDAD L.P. = 0.00 %



OBSERVACIONES: Muestreo, ensayo e identificación realizado por el tesista.

LAIA CONSUL E.I.R.L.
RUC: 20602559000
Eulalia Silva Sur
TITULAR - GERENTE
DNI 70321126

**CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D 2216)**

TITULO DE LA TESIS :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE PUENTES, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021.		
TESISTA :	BACH. LILIAN KATERIN MAMANI AQUINO		
UBICACIÓN :	MACUSANI - CARABAYA - PUNO.		
ENSAYO :	CONTENIDO DE HUMEDAD		
NORMA DE REFERENCIA :	ASTM D 2216		
FECHA :	FEBRERO DE 2022		
DATOS DE LA MUESTRA:			
UBICACIÓN :	PUENTE TUPAC AMARU AGUAS ABAJO	NIVEL F.	: 0.00 m
CALICATA :	C-04		
ESTRATO :	E-01		

Nro De Tara	C-22	C-37	C-13
Peso de Tara	27.50	26.40	27.90
Peso de Tara + M. Humeda	144.60	152.40	138.70
Peso de Tara + M. Seca	121.80	127.90	115.50
Peso de Agua	22.80	24.50	23.20
Peso Muestra Seca	94.30	101.50	87.60
Contenido de humedad W%	24.18	24.14	26.48
Promedio cont. Humedad W%	24.93 %		

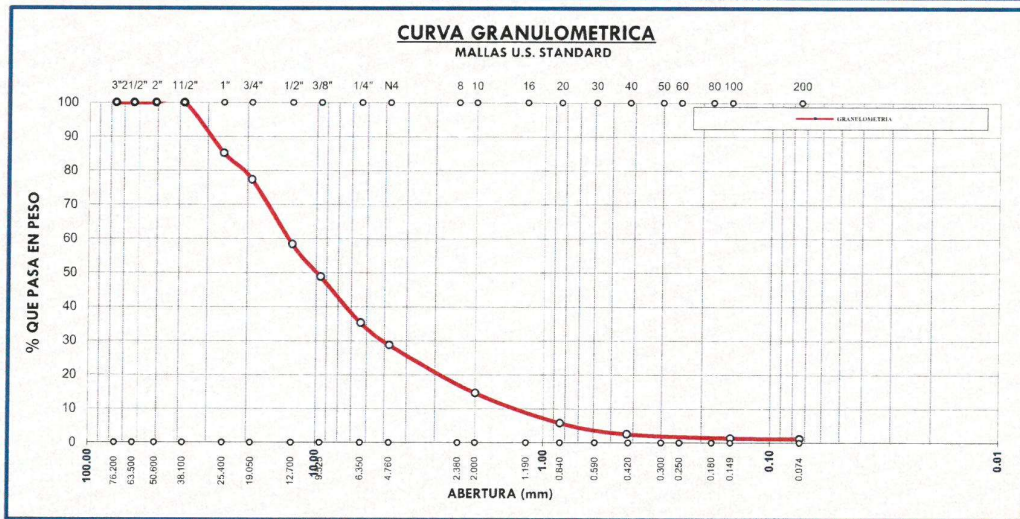
OBSERVACIONES: Muestreo, ensayo e identificación realizado por el tesista

LAIA CONSUL E.I.R.L.
RUC: 20602559000
Eulalia Silva Par
TITULAR - GERENTE
DNI: 70321126

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D 422)**

TÍTULO DE LA TESIS :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE PUENTES, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021.		
TESISTA :	BACH. LILIAN KATERIN MAMANI AQUINO		
UBICACIÓN :	MACUSANI - CARABAYA - PUNO.		
ENSAYO :	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		
NORMA DE REFERENCIA :	ASTM D 422		
FECHA :	FEBRERO DE 2022		
DATOS DE LA MUESTRA:			
UBICACIÓN :	PUENTE TUPAC AMARU AGUAS ABAJO	NIVEL F. :	0.00 m
CALICATA :	C-04		
ESTRATO :	E-01		

Nº DE MALLAS	ABERT. DE MALL. (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial : 1450.9 gr
2 1/2"	63.500						CLASIFICACION DEL SUELO
2"	50.800						Limite Liquido : --
1 1/2"	38.100				100.00		Limite Plastico : --
1"	25.400	215.07	14.82	14.82	85.18		Indice Plastico : --
3/4"	19.050	113.23	7.80	22.63	77.37		
1/2"	12.700	275.59	18.99	41.62	58.38		CLASIFICACION DEL SUELO
3/8"	9.525	139.44	9.61	51.23	48.77		AASHTO : A-1-a (0)
1/4"	6.350	197.08	13.58	64.82	35.18		SUCS : GW
Nº 4	4.760	94.08	6.48	71.30	28.70		% de Grava : 71.30 %
Nº 6	3.360						% de Arena : 27.46 %
Nº 8	2.380	170.11	11.72	83.02	16.98		% Pasa Nº 200 : 1.24 %
Nº 10	2.000	33.76	2.33	85.35	14.65		
Nº 16	1.190						D85 : 25.26 mm
Nº 20	0.840	128.57	8.86	94.21	5.79		D75 : 18.35 mm
Nº 30	0.590						D50 : 9.97 mm
Nº 40	0.426	46.38	3.20	97.41	2.59		D30 : 5.11 mm
Nº 50	0.297						D25 : 4.13 mm
Nº 80	0.177	16.47	1.14	98.54	1.46		D15 : 2.06 mm
Nº 100	0.149	1.19	0.08	98.63	1.37		D10 : 1.52 mm
Nº 200	0.074	1.90	0.13	98.76	1.24		Dm : 12.46 mm
-200		18.0	1.24	100.00	0.00		



OBSERVACIONES: Muestreo, ensayo e identificación realizado por el tesista.

LAIA CONSUL E.I.R.L.
RUC: 20602559000
Eutalia Silva Pur
TITULAR - GERENTE
DNI 70321126

**LIMITES DE CONSISTENCIA
(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

TITULO DE LA TESIS :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE PUENTES, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021.		
TESISTA :	BACH. LILIAN KATERIN MAMANI AQUINO		
UBICACIÓN :	MACUSANI - CARABAYA - PUNO.		
ENSAYO :	LIMITES DE CONSISTENCIA		
NORMA DE REFERENCIA :	ASTM D 4318		
FECHA :	FEBRERO DE 2022		
DATOS DE LA MUESTRA:			
UBICACIÓN :	PUENTE TUPAC AMARU AGUAS ABAJO	NIVEL F.	: 0.00 m
CALICATA :	C-04		
ESTRATO :	E-01		

LIMITE LIQUIDO

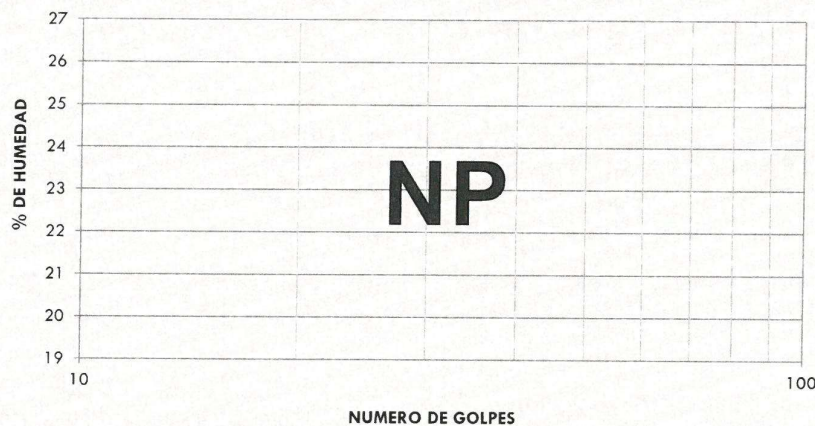
# Tara				
Peso de la Tara gr.				
T. + Suelo Húmedo gr.		NP		
T. + Suelo Seco gr.				
Peso del Agua gr.				
Suelo Seco gr.				
% de Humedad				
Nro. De Golpes				

LIMITE PLASTICO

# Tara				
Peso de la Tara gr.				
T. + Suelo Húmedo gr.		NP		
T. + Suelo Seco gr.				
Peso del Agua gr.				
Suelo Seco gr.				
% de Humedad				

LIMITE LIQUIDO	L.L. = 0.00 %
LIMITE PLASTICO	L.P. = 0.00 %
INDICE DE PLASTICIDAD	L.P. = 0.00 %

GRAFICA DE LIMITE LIQUIDO



OBSERVACIONES: Muestreo, ensayo e identificación realizado por el tesista.

LAIA CONSUL E I R.L
RUC: 20602559000
Eulalia Silva Fur
TITULAR - GERENTE
DNI 70321126

**CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D 2216)**

TÍTULO DE LA TESIS :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE Puentes, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021.		
TESISTA :	BACH. LILIAN KATERIN MAMANI AQUINO		
UBICACIÓN :	MACUSANI - CARABAYA - PUNO.		
ENSAYO :	CONTENIDO DE HUMEDAD		
NORMA DE REFERENCIA :	ASTM D 2216		
FECHA :	FEBRERO DE 2022		
DATOS DE LA MUESTRA:			
UBICACIÓN :	PUENTE CARROZABLE AGUAS ARRIBA	NIVEL F.	: 0.00 m
CALICATA :	C-01		
ESTRATO :	E-01		

Nro De Tara	C-01	C-11	C-10
Peso de Tara	26.40	26.20	25.60
Peso de Tara + M. Humeda	109.50	108.00	120.20
Peso de Tara + M. Seca	92.90	91.70	101.50
Peso de Agua	16.60	16.30	18.70
Peso Muestra Seca	66.50	65.50	75.90
Contenido de humedad W%	24.96	24.89	24.64
Promedio cont. Humedad W%	24.83 %		

OBSERVACIONES: Muestreo, ensayo e identificación realizado por el tesista.

LAIA CONSUL E.I.R.L
RUC: 20602559000

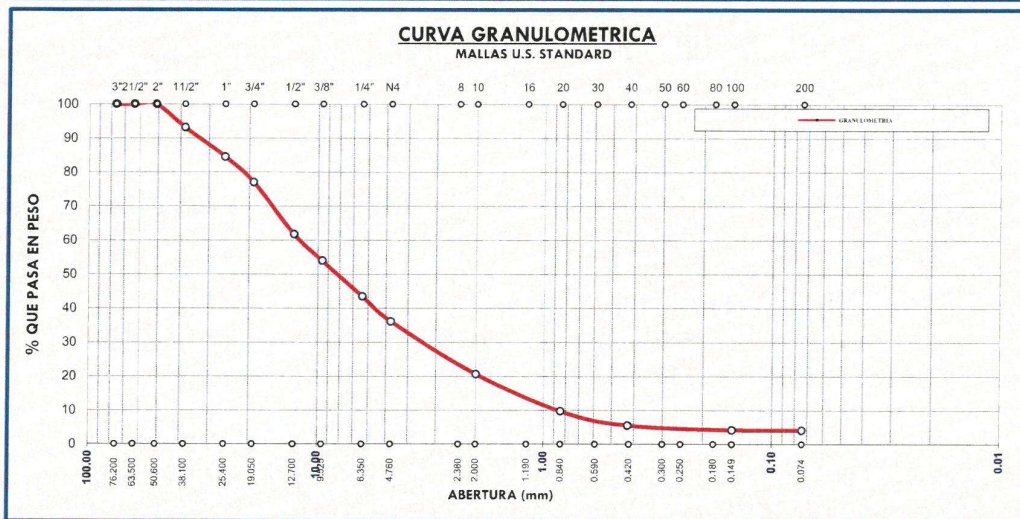
Eulalia Silva Fur
TITULAR - GERENTE
DNI. 70321126

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D 422)**

TÍTULO DE LA TESIS :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE PUENTES, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021.
TESISTA :	BACH. LILIAN KATERIN MAMANI AQUINO
UBICACIÓN :	MACUSANI - CARABAYA - PUNO.
ENSAYO :	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMA DE REFERENCIA :	ASTM D 422
FECHA :	FEBRERO DE 2022

DATOS DE LA MUESTRA:	
UBICACIÓN :	PUENTE CARROZABLE AGUAS ARRIBA
CALICATA :	C-01
ESTRATO :	E-01
NIVEL F. :	0.00 m

Nº DE MALLAS	ABERT. DE MALL. (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMUL	% QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial : 1466.6 gr
2 1/2"	63.500						CLASIFICACION DEL SUELO
2"	50.800				100.00		Limite Liquido : --
1 1/2"	38.100	100.90	6.88	6.88	93.12		Limite Plastico : --
1"	25.400	126.48	8.62	15.50	84.50		Indice Plastico : --
3/4"	19.050	109.93	7.50	23.00	77.00		CLASIFICACION DEL SUELO
1/2"	12.700	223.54	15.24	38.24	61.76		AASHTO : A-1-a (0)
3/8"	9.525	114.64	7.82	46.06	53.94		SUCS : GP
1/4"	6.350	154.31	10.52	56.58	43.42		% de Grava : 63.89 %
Nº 4	4.760	107.17	7.31	63.89	36.11		% de Arena : 31.97 %
Nº 6	3.360						% Pasa Nº 200 : 4.14 %
Nº 8	2.380	192.55	13.13	77.02	22.98		D85 : 25.81 mm
Nº 10	2.000	34.37	2.34	79.36	20.64		D75 : 18.29 mm
Nº 16	1.190						D50 : 8.41 mm
Nº 20	0.840	160.44	10.94	90.30	9.70		D30 : 3.16 mm
Nº 30	0.590						D25 : 2.82 mm
Nº 40	0.426	61.41	4.19	94.49	5.51		D15 : 1.51 mm
Nº 50	0.297						D10 : 0.89 mm
Nº 80	0.177	18.43	1.26	95.74	4.26		Dm : 10.52 mm
Nº 100	0.149	0.46	0.03	95.77	4.23		
Nº 200	0.074	1.23	0.08	95.86	4.14		
-200		60.8	4.14	100.00	0.00		



OBSERVACIONES: Muestreo, ensayo e identificación realizado por el tesista.

LAIA CONSUL E.I.R.L.
RUC: 20602559000
Eulalia Silva Fur
TITULAR - GERENTE
DNI. 70321126

**LIMITES DE CONSISTENCIA
(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

TITULO DE LA TESIS :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE PUENTES, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021.		
TESISTA	: BACH. LILIAN KATERIN MAMANI AQUINO		
UBICACIÓN	: MACUSANI - CARABAYA - PUNO.		
ENSAYO	: LIMITES DE CONSISTENCIA		
NORMA DE REFERENCIA	: ASTM D 4318		
FECHA	: FEBRERO DE 2022		

DATOS DE LA MUESTRA:			
UBICACIÓN	: PUENTE CARROZABLE AGUAS ARRIBA	NIVEL F.	: 0.00 m
CALICATA	: C-01		
ESTRATO	: E-01		

LIMITE LIQUIDO

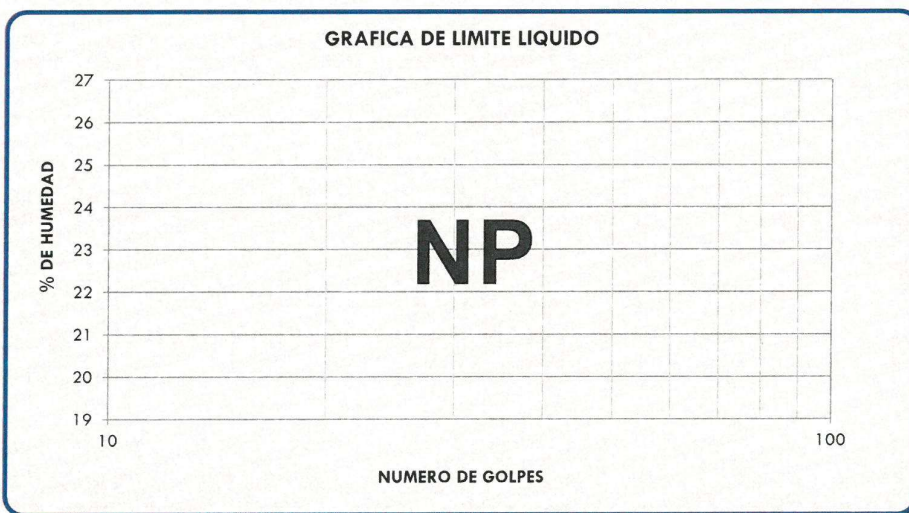
# Tara				
Peso de la Tara gr.				
T. + Suelo Húmedo gr.		NP		
T. + Suelo Seco gr.				
Peso del Agua gr.				
Suelo Seco gr.				
% de Humedad				
Nro. De Golpes				

LIMITE PLASTICO

# Tara				
Peso de la Tara gr.				
T. + Suelo Húmedo gr.		NP		
T. + Suelo Seco gr.				
Peso del Agua gr.				
Suelo Seco gr.				
% de Humedad				

LIMITE LIQUIDO	L.L. = 0.00 %
LIMITE PLASTICO	L.P. = 0.00 %
INDICE DE PLASTICIDAD	L.P. = 0.00 %

GRAFICA DE LIMITE LIQUIDO



OBSERVACIONES: Muestreo, ensayo e identificación realizado por el tesista.

LAIA CONSUL E I R. L.
RUC: 20602559000
Eulalia Silva Fur
TITULAR - GERENTE
DNI. 70321126

**CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D 2216)**

TITULO DE LA TESIS :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE PUENTES, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021.		
TESISTA	BACH. LILIAN KATERIN MAMANI AQUINO		
UBICACIÓN	MACUSANI - CARABAYA - PUNO.		
ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD		
NORMA DE REFERENCIA	ASTM D 2216		
FECHA	FEBRERO DE 2022		
DATOS DE LA MUESTRA:			
UBICACIÓN	: PUENTE CARROZABLE ESTRIBO DERECHO	NIVEL F.	: 0.00 m
CALICATA	: C-02		
ESTRATO	: E-01		

Nro De Tara	C-18	C-25	C-08
Peso de Tara	25.70	25.20	25.40
Peso de Tara + M. Humeda	191.40	174.60	172.80
Peso de Tara + M. Seca	158.50	145.80	144.30
Peso de Agua	32.90	28.80	28.50
Peso Muestra Seca	132.80	120.60	118.90
Contenido de humedad W%	24.77	23.88	23.97
Promedio cont. Humedad W%	24.21 %		

OBSERVACIONES: Muestreo, ensayo e identificación realizado por el tesista.

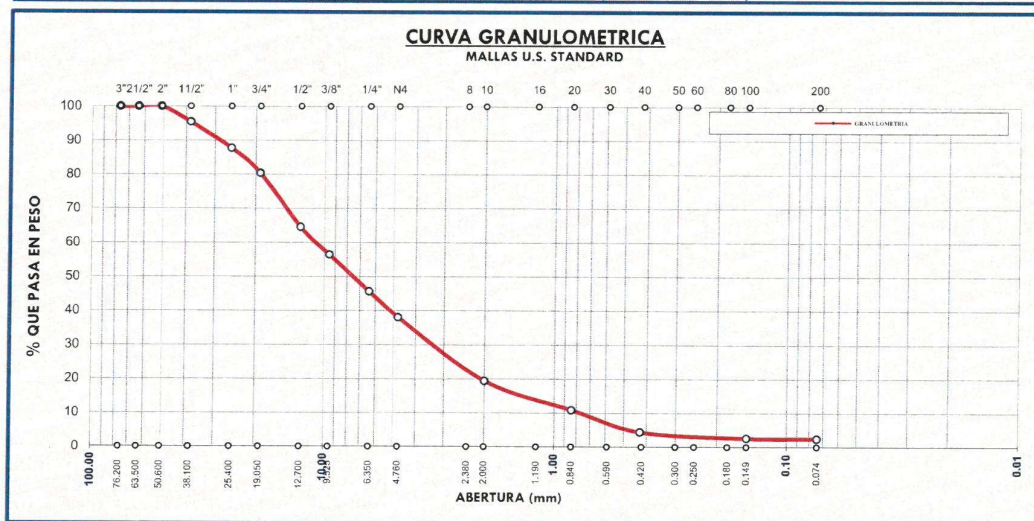
LAIA CONSUL E.I.R.L.
RUC: 20602559000

Eulalia Silva Pur
TITULAR - GERENTE
DNI. 70321126

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D421)**

TÍTULO DE LA TESIS :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE PUENTES, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021.		
TESTISTA	BACH. LILIAN KATERIN MAMANI AQUINO		
UBICACIÓN	MACUSANI - CARABAYA - PUNO.		
ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		
NORMA DE REFERENCIA	ASTM D 421		
FECHA	FEBRERO DE 2022		
DATOS DE LA MUESTRA:			
UBICACIÓN	PUENTE CARROZABLE ESTRIBO DERECHO	NIVEL F.	0.00 m
CALICATA	C-02		
ESTRATO	E-01		

Nº DE MALLAS	ABERT. DE MALL (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial : 1480.5 gr
2 1/2"	63.500						CLASIFICACION DEL SUELO
2"	50.800				100.00		Limite Liquido : --
1 1/2"	38.100	68.16	4.60	4.60	95.40		Limite Plastico : --
1"	25.400	114.31	7.72	12.32	87.68		Indice Plastico : --
3/4"	19.050	108.27	7.31	19.64	80.36		
1/2"	12.700	235.58	15.91	35.55	64.45		CLASIFICACION DEL SUELO
3/8"	9.525	119.32	8.06	43.61	56.39		AASHTO : A-1-a (0)
1/4"	6.350	160.21	10.82	54.43	45.57		SUCS : GW
Nº 4	4.760	111.61	7.54	61.97	38.03		
Nº 6	3.360						% de Grava : 61.97 %
Nº 8	2.380	199.63	13.48	75.45	24.55		% de Arena : 35.62 %
Nº 10	2.000	76.56	5.17	80.62	19.38		% Pasa Nº 200 : 2.41 %
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	126.53	8.55	89.17	10.83		D ₈₅ : 20.66 mm
Nº 30	0.590						D ₇₅ : 17.06 mm
Nº 40	0.426	95.37	6.44	95.61	4.39		D ₅₀ : 7.73 mm
Nº 50	0.297						D ₃₀ : 2.67 mm
Nº 80	0.177	25.28	1.71	97.32	2.68		D ₂₅ : 2.48 mm
Nº 100	0.149	1.60	0.11	97.43	2.57		D ₁₅ : 1.59 mm
Nº 200	0.074	2.40	0.16	97.59	2.41		D ₁₀ : 0.68 mm
-200		35.7	2.41	100.00	0.00		D _m : 9.67 mm



OBSERVACIONES: Muestreo, ensayo e identificación realizado por el testista.

LAIA CONSUL E. I. R. L.
RUC: 20602559000
Eulalia Silva Fur
TITULAR - GERENTE
DNI. 70321126

**LIMITES DE CONSISTENCIA
(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

TITULO DE LA TESIS :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE PUENTES, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021.		
TESISTA	BACH. LILIAN KATERIN MAMANI AQUINO		
UBICACIÓN	MACUSANI - CARABAYA - PUNO.		
ENSAYO	LIMITES DE CONSISTENCIA		
NORMA DE REFERENCIA	ASTM D 4318		
FECHA	FEBRERO DE 2022		

DATOS DE LA MUESTRA:			
UBICACIÓN	: PUENTE CARROZABLE ESTRIBO DERECHO	NIVEL F.	: 0.00 m
CALICATA	: C-02		
ESTRATO	: E-01		

LIMITE LIQUIDO

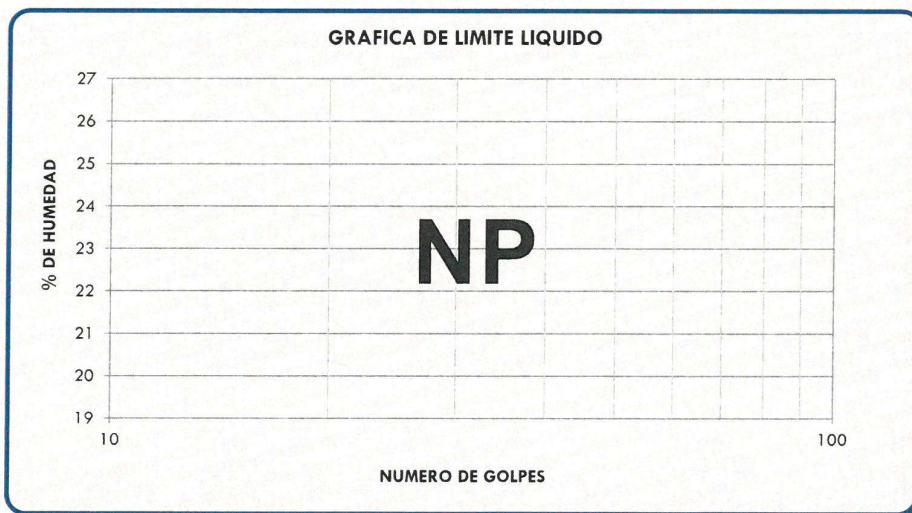
# Tara				
Peso de la Tara gr.				
T. + Suelo Húmedo gr.		NP		
T. + Suelo Seco gr.				
Peso del Agua gr.				
Suelo Seco gr.				
% de Humedad				
Nro. De Golpes				

LIMITE PLASTICO

# Tara				
Peso de la Tara gr.				
T. + Suelo Húmedo gr.		NP		
T. + Suelo Seco gr.				
Peso del Agua gr.				
Suelo Seco gr.				
% de Humedad				

LIMITE LIQUIDO L.L. = 0.00 %
LIMITE PLASTICO L.P. = 0.00 %
INDICE DE PLASTICIDAD L.P. = 0.00 %

GRAFICA DE LIMITE LIQUIDO



OBSERVACIONES: Muestreo, ensayo e identificación realizado por el tesista.

LAIA CONSUL E.I.R.L.
RUC: 20602559000
Eulalia Silva Fur
Eulalia Silva Fur
TITULAR - GERENTE
DNI. 70321126

**CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D 2216)**

TÍTULO DE LA TESIS :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE Puentes, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021.		
TESISTA :	BACH. LILIAN KATERIN MAMANI AQUINO		
UBICACIÓN :	MACUSANI - CARABAYA - PUNO.		
ENSAYO :	CONTENIDO DE HUMEDAD		
NORMA DE REFERENCIA :	ASTM D 2216		
FECHA :	FEBRERO DE 2022		
DATOS DE LA MUESTRA:			
UBICACIÓN :	PUENTE CARROZABLE ESTRIBO IZQUIERDO	NIVEL F.	: 0.00 m
CALICATA :	C-03		
ESTRATO :	E-01		

Nro De Tara	C-15	C-09	C-32
Peso de Tara	24.60	26.40	26.30
Peso de Tara + M. Humeda	181.20	183.30	168.60
Peso de Tara + M. Seca	151.80	153.50	141.20
Peso de Agua	29.40	29.80	27.40
Peso Muestra Seca	127.20	127.10	114.90
Contenido de humedad W%	23.11	23.45	23.85
Promedio cont. Humedad W%	23.47 %		

OBSERVACIONES: Muestreo, ensayo e identificación realizado por el tesista.

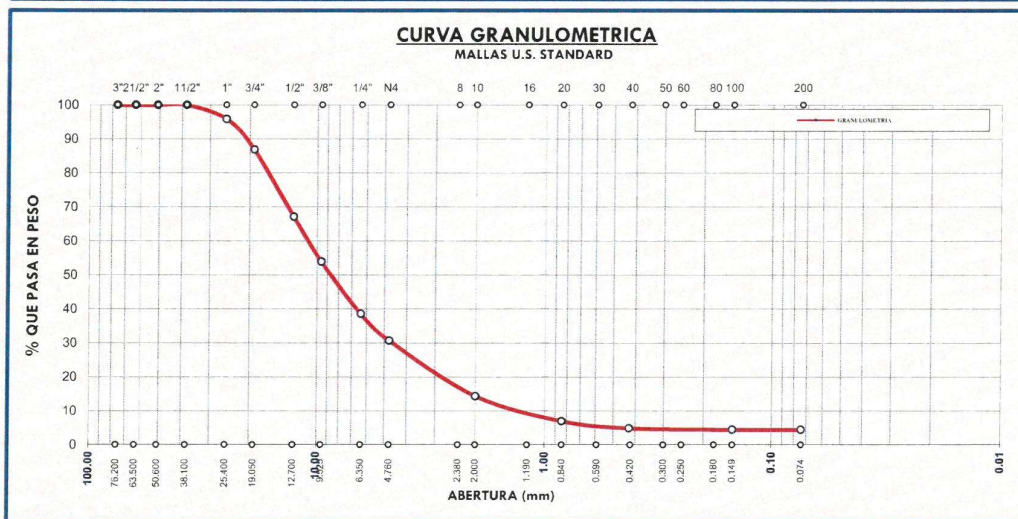
LAIA CONSUL E.I.R.L
RUC: 20602559000

Eulalia Silva Fur
TITULAR - GERENTE
DNI: 70321126

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D 422)**

TÍTULO DE LA TESIS :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE PUENTES, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021.		
TESISTA :	BACH. LILIAN KATERIN MAMANI AQUINO		
UBICACIÓN :	MACUSANI - CARABAYA - PUNO.		
ENSAYO :	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		
NORMA DE REFERENCIA :	ASTM D 422		
FECHA :	FEBRERO DE 2022		
DATOS DE LA MUESTRA:			
UBICACIÓN :	PUENTE CARROZABLE ESTRIBO IZQUIERDO	NIVEL F. :	0.00 m
CALICATA :	C-03		
ESTRATO :	E-01		

Nº DE MALLAS	ABERT. DE MALL. (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMUL	% QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial : 1580.0 gr
2 1/2"	63.500						CLASIFICACION DEL SUELO
2"	50.800						Limite Liquido : --
1 1/2"	38.100				100.00		Limite Plastico : --
1"	25.400	65.77	4.16	4.16	95.84		Indice Plastico : --
3/4"	19.050	142.28	9.01	13.17	86.83		
1/2"	12.700	311.30	19.70	32.87	67.13		CLASIFICACION DEL SUELO
3/8"	9.525	208.92	13.22	46.09	53.91		AASHTO : A-1-a (0)
1/4"	6.350	243.35	15.40	61.49	38.51		SUCS : GW
Nº 4	4.760	124.05	7.85	69.35	30.65		
Nº 6	3.360						% de Grava : 69.35 %
Nº 8	2.380	222.76	14.10	83.44	16.56		% de Arena : 26.24 %
Nº 10	2.000	35.67	2.26	85.70	14.30		% Pasa Nº 200 : 4.41 %
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	116.25	7.36	93.06	6.94		D85 : 17.68 mm
Nº 30	0.590						D75 : 15.44 mm
Nº 40	0.426	33.26	2.10	95.16	4.84		D50 : 8.82 mm
Nº 50	0.297						D30 : 4.61 mm
Nº 80	0.177	5.49	0.35	95.51	4.49		D25 : 3.97 mm
Nº 100	0.149	0.40	0.03	95.54	4.46		D15 : 2.08 mm
Nº 200	0.074	0.81	0.05	95.59	4.41		D10 : 1.43 mm
-200		69.7	4.41	100.00	0.00		Dm : 11.02 mm



OBSERVACIONES: Muestreo, ensayo e identificación realizado por el tesista.

LAIA CONSUL EIRL
RUC: 20602559000

Eatalia Silva Fur
TITULAR - GERENTE
DNI. 70321126

**LIMITES DE CONSISTENCIA
(LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)**

TITULO DE LA TESIS :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE Puentes, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021.		
TESISTA	BACH. LILIAN KATERIN MAMANI AQUINO		
UBICACIÓN	MACUSANI - CARABAYA - PUNO.		
ENSAYO	LIMITES DE CONSISTENCIA		
NORMA DE REFERENCIA	ASTM D 4318		
FECHA	FEBRERO DE 2022		

DATOS DE LA MUESTRA:			
UBICACIÓN	: PUENTE CARROZABLE ESTRIBO IZQUIERDO	NIVEL F.	: 0.00 m
CALICATA	: C-03		
ESTRATO	: E-01		

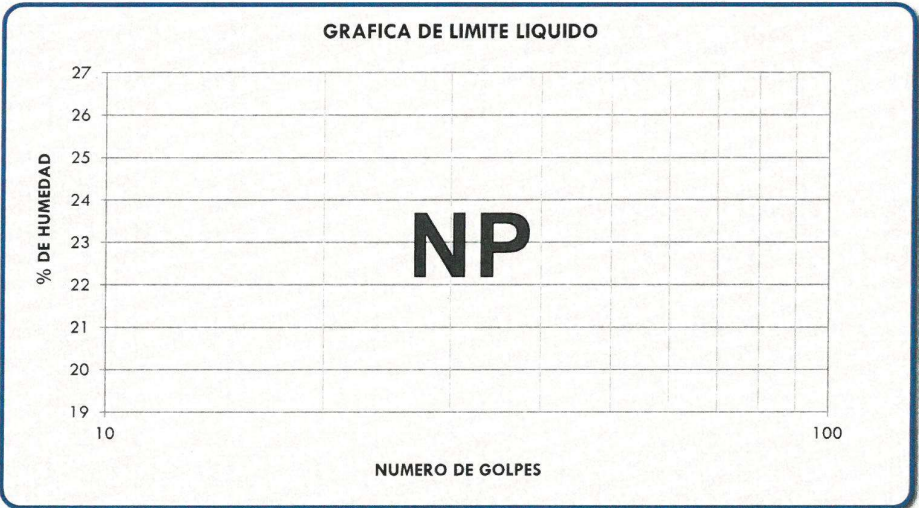
LIMITE LIQUIDO

# Tara				
Peso de la Tara gr.		NP		
T. + Suelo Húmedo gr.				
T. + Suelo Seco gr.				
Peso del Agua gr.				
Suelo Seco gr.				
% de Humedad				
Nro. De Golpes				

LIMITE PLASTICO

# Tara				
Peso de la Tara gr.		NP		
T. + Suelo Húmedo gr.				
T. + Suelo Seco gr.				
Peso del Agua gr.				
Suelo Seco gr.				
% de Humedad				

LIMITE LIQUIDO L.L. = 0.00 %
LIMITE PLASTICO L.P. = 0.00 %
INDICE DE PLASTICIDAD L.P. = 0.00 %



OBSERVACIONES: Muestreo, ensayo e identificación realizado por el tesista.

LAIA CONSUL E.I.R.L.
RUC: 20602559000

Eulalia Silva Far
TITULAR - GERENTE
DNI: 70321126

ANEXO B.2.
**Certificados de
calibración**

Laboratorio de Masa

Pág. 1 de 3

Expediente 20270
Solicitante LAIA CONSUL EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Dirección MZA. E LOTE. 8A URB. MANTO DOS MIL (A 2 CDRAS DE LAS TORRES DE SAN CARLOS) PUNO - PUNO - PUNO

Instrumento de Medición **BALANZA NO AUTOMÁTICA**

Marca (o Fabricante) JOANLAB
Modelo B
Número de Serie 20210312318
Procedencia CHINA
Tipo ELECTRÓNICA
Identificación NO INDICA
Alcance de Indicación 0 gr a 3000 gr
División de escala (d) o resolución 0,01 gr
Div. verific. de escala (e) 0,1 gr
Capacidad Mínima 0,2 gr
Clase de exactitud III

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Ubic. Del Instrumento LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
Lugar de Calibración URB. MANTO 2000, MZA. E LOTE 8A – PUNO-PUNO- PUNO.

Fecha de Calibración 2021-09-18

Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001, "Procedimiento de calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI. Edición Tercera- enero 2009.

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Patrones utilizados:

LM-184-2020; LM-C-115-2021; M-0184-2021; T-3308-2020

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración



2021-09-20

CEM INDUSTRIAL

JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	17,8 °C	Final	17,5 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Medición Nº	Carga L1 = 1500 g			Carga L2 = 3000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	1499,99	0,010	0,030	2999,98	0,010	0,020
2	1500,02	0,010	0,060	2999,99	0,010	0,030
3	1500,03	0,010	0,070	3000,00	0,010	0,040
4	1500,03	0,010	0,070	3000,00	0,010	0,040
5	1500,02	0,010	0,060	2999,98	0,010	0,020
6	1500,02	0,010	0,060	3000,01	0,010	0,050
7	1500,01	0,010	0,050	3000,02	0,010	0,060
8	1500,03	0,010	0,070	3000,05	0,010	0,090
9	1500,02	0,010	0,060	3000,03	0,010	0,070
10	1500,02	0,010	0,060	3000,01	0,010	0,050

Carga (gr)	Emax - Emin (gr)	e.m.p (gr)
1500	0,040	0,2
3000	0,070	0,3

2	5
1	
3	4

Posición
de las
Cargas

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

Temperatura	Inicial	17,5 °C	Final	17,6 °C
-------------	---------	---------	-------	---------



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					e.m.p ± gr
	Carga min. (g)	I (g)	ΔL (g)	E0 (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	0,1	0,11	0,010	0,050	1000	1000,01	0,010	0,050	0,000	0,2
2		0,10	0,010	0,040		999,92	0,010	-0,040	-0,080	0,2
3		0,09	0,010	0,030		999,99	0,010	0,030	0,000	0,2
4		0,10	0,010	0,040		1000,11	0,010	0,150	0,110	0,2
5		0,10	0,010	0,040		1000,04	0,010	0,080	0,040	0,2

Solicitante LAIA CONSUL EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA**Dirección** MZA. E LOTE. 8A URB. MANTO DOS MIL (A 2 CDRAS DE LAS TORRES DE SAN CARLOS) PUNO - PUNO - PUNO**Laboratorio de temperatura**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados del presente certificado son válidos sólo para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Cem Industrial.

Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Cem Industrial no se responsabiliza de los perjuicios del uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.

Equipo	HORNO
Marca / Fabricante	PYS EQUIPOS
Modelo	STHX-1A
Serie / Identificación	11828 / NO INDICA
Procedencia	NO INDICA
Instrumento de medición	TERMÓMETRO CON INDICACIÓN DIGITAL
Marca / Fabricante	AUTCOMP
Modelo	NO INDICA
Alcance / Resolución	300 °C / 0,1 °C
Identificación	NO INDICA
Selector	DIGITAL
Marca / Fabricante	AUTCOMP
Modelo	NO INDICA
Alcance / Resolución	300 °C / 0,1 °C
Ubicación del instrumento	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

Lugar de calibración URB. MANTO 2000, MZA. E LOTE 8A - PUNO- PUNO- PUNO.**Fecha de calibración** 2021-12-22**Sello****Fecha de emisión****Jefe del laboratorio de calibración**

2021-12-28

CEM INDUSTRIAL
JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Método de calibración

Se determina la temperatura de distintos puntos internos del Medio Isotermo siguiendo el "Procedimiento para la calibración o caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" INDECOPI-SNM PC-018

Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	14,1 °C	14,5 °C
HUMEDAD RELATIVA	54 %	51 %

Patrones usados

TRAZABILIDAD	INSTRUMENTO PATRÓN UTILIZADO	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
INACAL	Termómetro digital	LT-304-2021
INACAL	Termómetro digital	LT-305-2021
METROIL	Termohigrómetro	T-3787-2021

Puntos de calibración

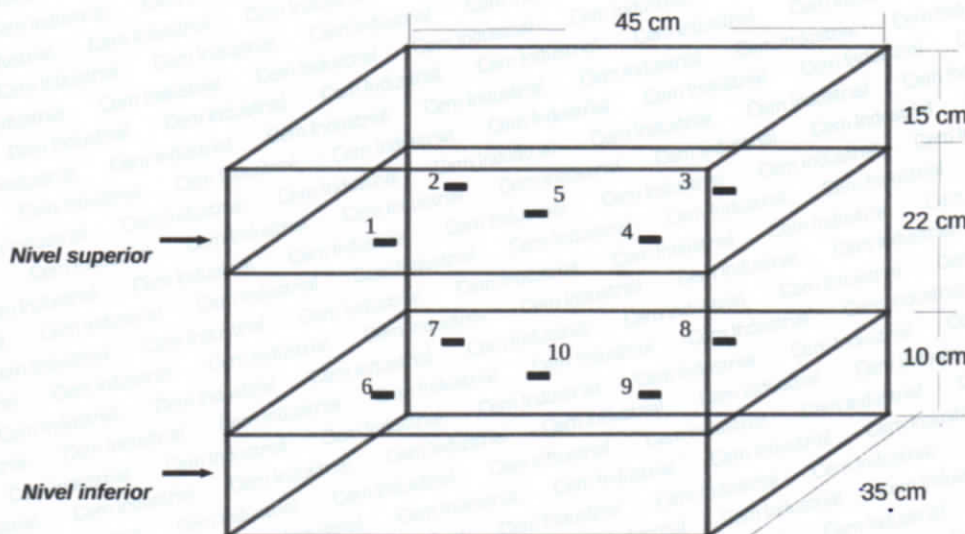
Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivas parrillas.

Los termopares del 1 al 5 están ubicados a 2 cm por encima de la parrilla superior.

Los termopares del 6 al 10 están ubicados a 2 cm por debajo de la parrilla inferior.

Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 15 cm de las paredes 9 cm del frente y fondo del horno respectivamente.

Los escalones indican las posiciones de las parrillas.



Resultados de Medición

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C:

Periodo = 2 minutos

Tiempo (min)	T ind. (°C) (Termómetro o estufa)	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	Difer. de Temp. (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Sensor 5	Sensor 6	Sensor 7	Sensor 8	Sensor 9	Sensor 10		
0	110	109,1	112,3	108,2	105,7	107,2	115,2	113,9	110,2	111,5	114,1	110,7	9,5
2	110	109,2	112,3	108,2	106,0	107,6	115,1	114,0	110,6	111,8	113,5	110,8	9,1
4	110	109,7	112,9	108,8	106,7	108,0	116,4	114,3	111,0	112,1	114,1	111,4	9,7
6	110	109,8	113,3	108,9	106,8	108,3	115,8	114,5	111,3	112,4	113,7	111,5	9,0
8	110	109,7	113,5	108,6	106,3	108,2	115,8	114,7	111,2	112,4	113,7	111,4	9,5
10	110	109,5	113,2	108,7	106,5	108,3	115,4	113,5	111,1	112,1	113,8	111,2	8,9
12	110	109,5	113,2	108,7	106,7	108,2	115,2	114,3	111,0	112,3	113,4	111,3	8,5
14	110	110,1	113,7	109,1	107,1	108,6	116,1	115,6	111,3	112,7	114,9	111,9	9,0
16	110	110,6	113,9	109,5	107,2	109,0	116,4	115,5	112,0	112,9	114,9	112,2	9,2
18	110	110,3	114,4	109,7	107,4	109,1	116,5	115,9	112,0	113,1	115,3	112,4	9,1
20	110	110,6	114,1	109,1	107,1	109,0	115,8	115,1	111,8	112,8	114,6	112,0	8,7
22	110	110,2	114,0	109,2	107,2	108,9	115,9	115,4	111,5	112,7	113,8	111,9	8,7
24	110	110,1	114,0	109,1	107,5	108,8	116,2	115,7	111,5	112,6	114,2	112,0	8,7
26	110	110,5	114,4	109,4	107,5	109,1	116,7	115,4	111,8	113,0	115,4	112,3	9,2
28	110	110,9	114,7	109,8	107,9	109,6	117,6	115,8	112,4	113,5	115,9	112,8	9,7
30	110	110,9	114,9	109,9	107,9	109,6	116,6	116,3	112,6	113,5	115,1	112,7	8,7
32	110	110,8	114,9	109,5	107,6	109,3	116,1	115,4	112,0	113,2	114,1	112,3	8,5
34	110	110,6	114,3	109,5	107,8	109,2	115,6	115,5	111,8	112,8	114,2	112,1	7,8
36	110	110,4	114,5	109,3	107,7	109,2	116,6	115,8	112,0	113,0	115,1	112,4	8,9
38	110	110,7	114,9	109,6	107,9	109,6	117,1	116,3	112,6	113,4	115,9	112,8	9,2
40	110	111,0	115,0	110,2	108,0	109,8	117,5	115,7	112,7	113,8	115,4	112,9	9,5
42	110	111,2	115,1	109,9	108,2	109,9	117,2	117,2	112,8	113,7	115,3	113,1	9,0
44	110	111,0	115,1	109,7	107,8	109,7	116,7	115,7	112,4	113,4	114,6	112,6	8,9
46	110	110,7	114,5	109,7	107,7	109,5	116,1	115,0	112,1	113,0	114,3	112,3	8,4
48	110	110,6	114,1	109,1	107,1	109,0	115,8	115,1	111,8	112,8	114,6	112,0	8,7
50	110	110,9	114,7	109,8	107,9	109,6	117,6	115,8	112,4	113,5	115,9	112,8	9,7
52	110	111,0	115,0	110,2	108,0	109,8	117,5	115,7	112,7	113,8	115,4	112,9	9,5
54	110	111,2	115,1	109,9	108,2	109,9	117,2	117,2	112,8	113,7	115,3	113,1	9,0
56	110	111,0	115,0	110,2	108,0	109,8	117,5	115,7	112,7	113,8	115,4	112,9	9,5
58	110	110,9	114,9	109,9	107,9	109,6	116,6	116,3	112,6	113,5	115,1	112,7	8,7
60	110	110,8	114,9	109,5	107,6	109,3	116,1	115,4	112,0	113,2	114,1	112,3	8,5
T. PROM	110,0	110,4	114,2	109,4	107,4	109,1	116,4	115,4	111,9	113,0	114,7	112,2	9,0
T. MAX	110,0	111,2	115,1	110,2	108,2	109,9	117,6	117,2	112,8	113,8	115,9		
T. MIN	110,0	109,1	112,3	108,2	105,7	107,2	115,1	113,5	110,2	111,5	113,4		
DTT	110,0	2,1	2,8	2,0	2,5	2,7	2,5	3,7	2,6	2,3	2,5		



Resultados de Medición

PARÁMETROS	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima temperatura medida	117,6	0,3
Mínima temperatura medida	105,7	0,3
Desviación de temperatura en el tiempo	3,7	0,1
Desviación de temperatura en el espacio	9,0	0,3
Estabilidad medida (\pm)	1,85	0,04
Uniformidad medida	9,7	0,3

- T. PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T. prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
T. MAX: Temperatura máxima.
T. MIN: Temperatura mínima.
DTT: Desviación de Temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedio de temperaturas registradas en ambas posiciones.
La estabilidad es considerada igual a $\pm \frac{1}{2}$ máx. DTT.

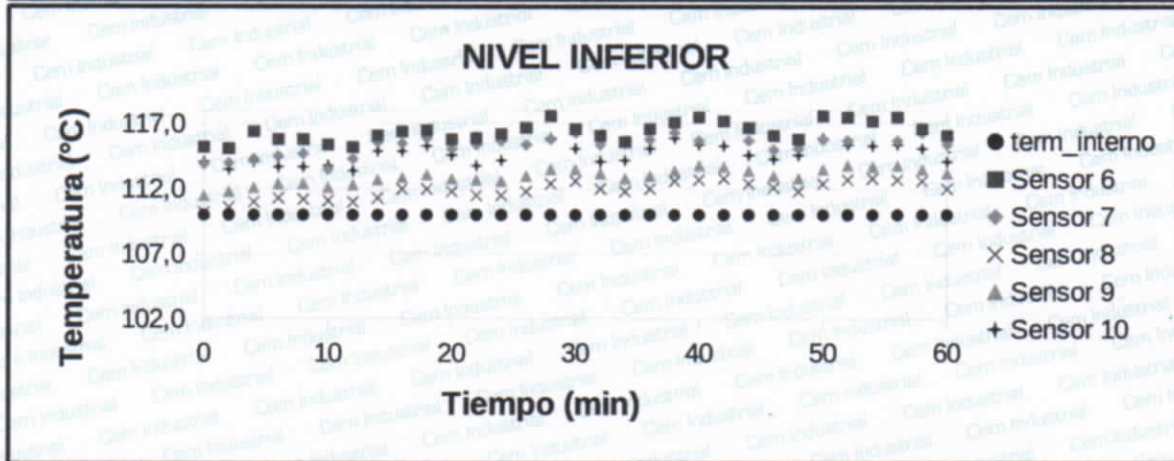
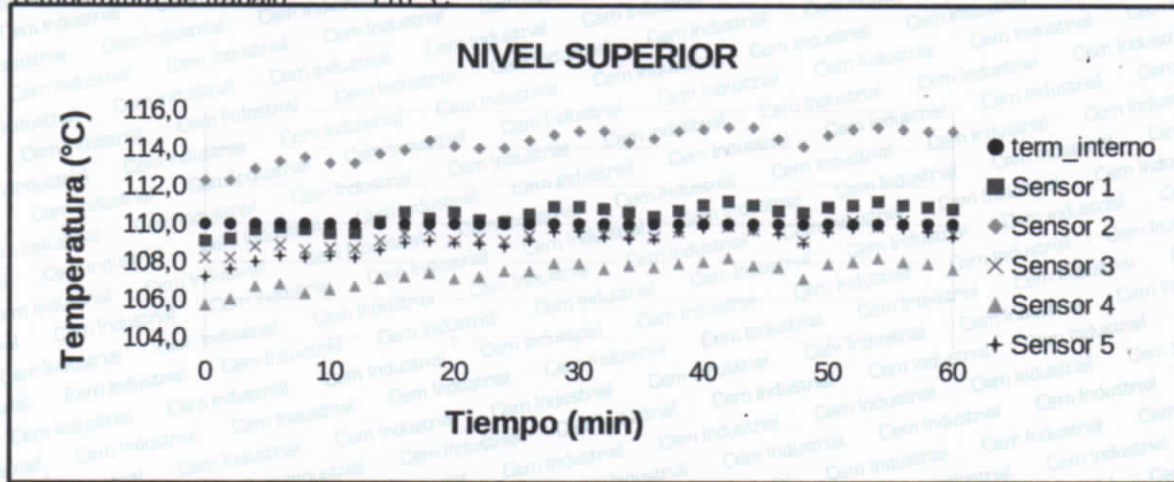
Durante la calibración y bajo las condiciones en que esta ha sido hecha, el medio isoterma cumple con los límites especificados de temperatura.

Observaciones

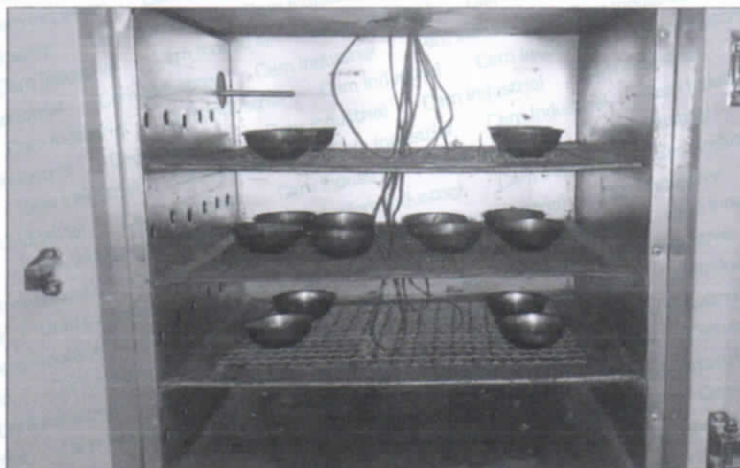
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, para una distribución normal de aproximadamente 95%.
- Los resultados obtenidos corresponde al promedio de 31 lecturas por punto de medición, luego del tiempo de estabilización
- La calibración se efectuó después de un precalentamiento de noventa minutos y treinta minutos de estabilización del medio isoterma.



Temperatura de trabajo: 110 °C



Fotografía mostrando la ubicación de los sensores de temperatura en el medio isoterma.

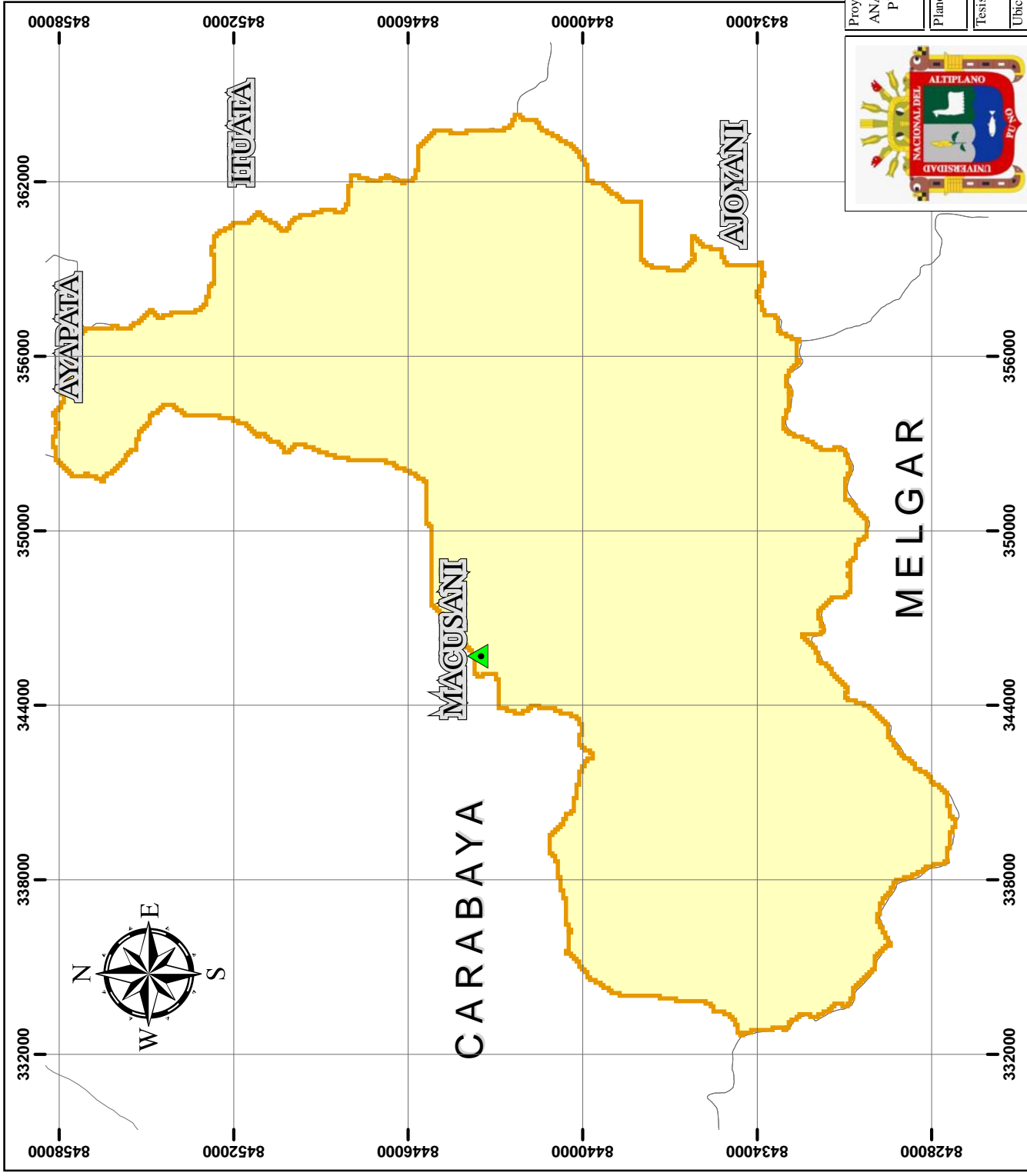


Fin del documento.

ANEXO C.
INFORMACIÓN
HIDROLÓGICA

ANEXO C.1.
Planos de la cuenca
Macusani

DELIMITACIÓN DE LA CUENCA MACUSANI



Legenda

- Punto de Estudio
- Delimitación_Macusani_poly

CUADRO RESUMEN DE LOS PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS		
DESCRIPCIÓN	UND	VALOR
1. Geometría de la cuenca		
Área	km ²	423.08
Perímetro de la cuenca	km	161.73
Cotas		
Cota máxima	m	4785.910
Cota mínima	m	4355.910
Centroide		
X centroide	m	349483.582
Y centroide	m	8439895.654
2. Parámetros geomorfológicos referidos a la forma de la cuenca		
Pendiente media de la cuenca	m/m	12.27
Pendiente del cauce principal	m/km	14.62
Pendiente media del cauce principal		
Coefficiente de compacidad (Cc)		2.202
Factor de forma (Ft)		0.49
Relación de masividad (Cm)	l/km	0.011
Radio de Circularidad (Rc)		0.203
3. Parámetros geomorfológicos referidos a la altitud de la cuenca		
Altitud más frecuente (Curva hipsométrica)	m	4684
Altitud de frecuencia media (Curva hipsométrica)	m	4684.34
Rectángulo equivalente		
L (lado mayor)	km	5.62
l (lado menor)	km	75.26
4. Parámetros geomorfológicos referidos a la red hídrica		
Longitud del curso principal	km	29.41
Orden de la red hídrica	und	4
longitud de la red hídrica	km	223.104
Densidad de drenaje	km ² /km	0.527

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCACAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE PUNTES, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021

Plano : Delimitación de la Cuenca Macusani

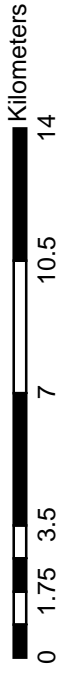
Tesisista: Mamani Aquino, Lilian Katerin

Ubicación: Macusani - Carabaya - Puno - Perú.

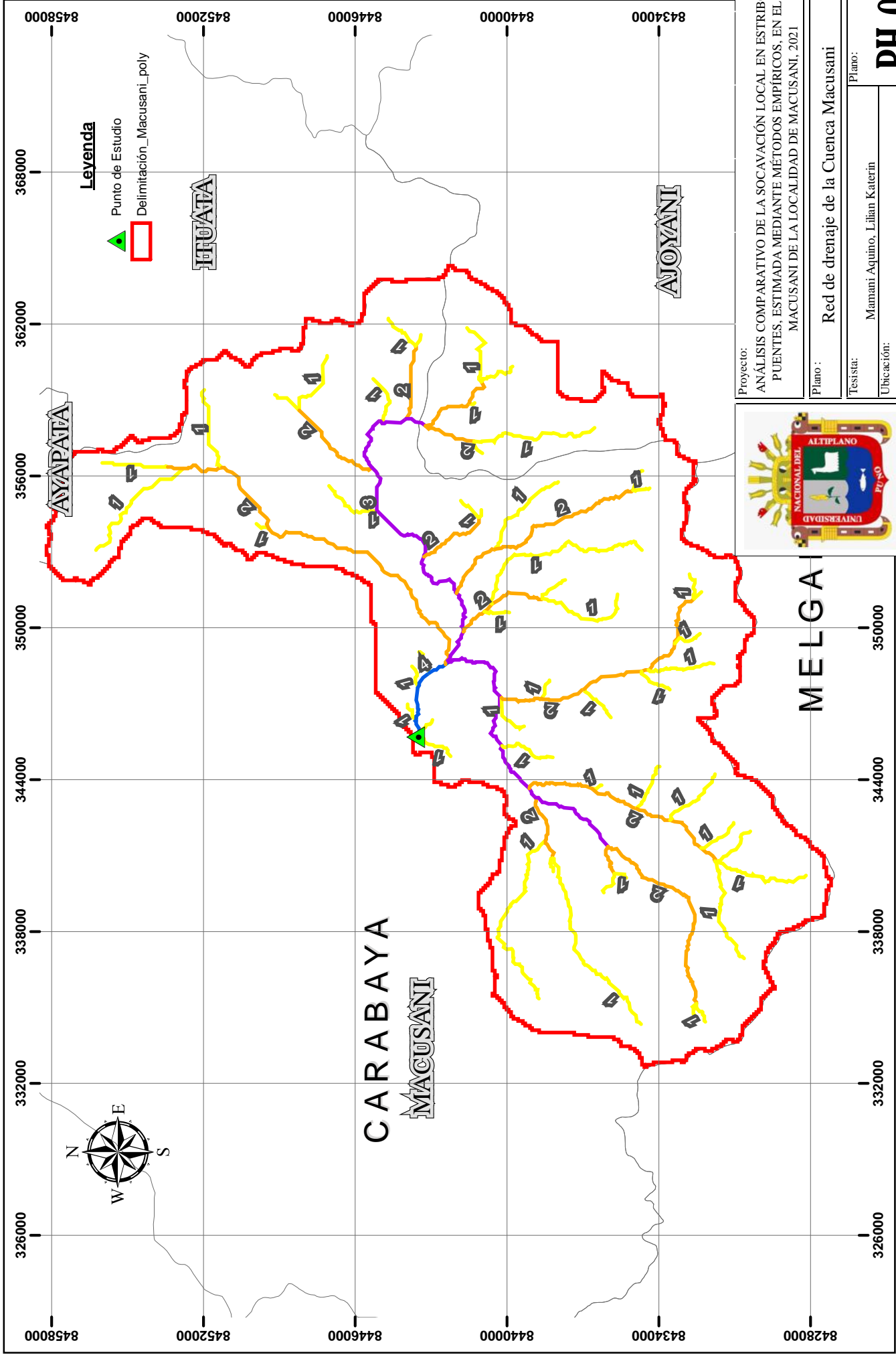
Escala: 1/250 000

Fecha: Junio del 2022

PH-01



RED DE DRENAJE DE LA CUENCA MACUSANI



Proyecto:

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL EN ESTRIBOS DE PUENTES, ESTIMADA MEDIANTE MÉTODOS EMPÍRICOS, EN EL RÍO MACUSANI DE LA LOCALIDAD DE MACUSANI, 2021

Plano :

Red de drenaje de la Cuenca Macusani

Tesisista:

Mamani Aquino, Lilian Katerin

Ubicación:

Macusani - Carabaya - Puno - Perú.

Escala:

1/250 000

Fecha:

Junio del 2022

Plano:

PH-02



Universidad Nacional del Altiplano Puno

0 1.75 3.5 7 10.5 14 Kilometers

ANEXO C.2.

Datos

pluviométricos de la
estación Macusani
según SENAMHI

1 **C.2. DATOS PLUVIOMETRICOS**

2 **Tabla C.01.**

3 *Precipitaciones máximas en 24 horas desde 1963 hasta 2021.*

REGISTRO HISTÓRICO													
MACUSANI													
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (mm)													
14.4°4'0.3"				DEPARTAMENTO:				PUNO					
70°25'19.4"				PROVINCIA:				CARABAYA					
4363 m.s.n.m.				DISTRITO:				MACUSANI					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Pmax24
1963	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	11	11
1964	25	16	S/D	S/D	S/D	0	0	2	10	4	6	17	25
1965	29	29	13	12	7	0.5	5	3	13	S/D	10.5	24	29
1966	14	40	18.5	10	15.2	0	0	4	9.6	15.7	15.2	22.8	40
1967	21	19.3	16.3	4	20	2.5	4.5	6.3	14.5	15	12	19.8	21
1968	21	21.4	13.5	7.4	0	0	21	18	10.9	19.8	17	25	25
1969	21.5	25.3	16	15.5	0	11.5	11	0	4.5	18.5	8.5	16.5	25.3
1970	13.9	19.4	17.9	18.5	1.8	5.3	4.6	0	24.5	16.3	9	S/D	24.5
1971	S/D	25.2	20.9	11.5	7.3	3.5	S/D	S/D	2	24.6	12.8	18.2	25.2
1972	17	23.9	20.9	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	24.6	S/D	S/D	24.6
1973	17	S/D	S/D	S/D	9.3	0	2.6	6	S/D	S/D	S/D	S/D	17
1974	31.8	34	20.9	6.5	7.3	0	5.4	28.4	0	0	2	15	34
1975	17.5	26.5	8.5	4.5	15.5	0	6	6	13	17.5	9	16	26.5
1976	16.5	25.9	20.9	1.5	3.5	3.5	1.5	15.5	4	24.6	10.8	21	25.9
1977	11	19.3	20.9	15.5	3.5	3.5	5.5	1.5	9	24.6	10.6	21	24.6
1978	15	30	20.9	26	5.5	2	2	0	12	4.5	10.6	21	30
1979	21	25.9	20.4	26	5.5	2	2	0	8	7.5	15.9	21	26
1980	17	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	17
1989	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	4.5	S/D	2.5	11.5	11.5
1990	16.5	6	5.5	S/D	S/D	2	1	2	3	2	2.5	2.5	16.5
1991	7	4.5	6.5	2.5	2	2	1	2	S/D	S/D	S/D	S/D	7
1992	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	2.6	9.7	0	S/D	19.5	11	19.5
1993	10	10.2	21.2	6.7	4	0	2.2	11	9.2	5.7	20.6	15.7	21.2
1994	11	20.1	12.3	7.7	7.4	0	0	0	27.5	27.5	11.6	12.7	27.5
1995	12.1	10.8	18.8	13	8.5	0	0	0	0	6.6	6.6	10.7	18.8

REGISTRO HISTÓRICO													
MACUSANI													
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (mm)													
14.4°4'0.3"				DEPARTAMENTO:				PUNO					
70°25'19.4"				PROVINCIA:				CARABAYA					
4363 m.s.n.m.				DISTRITO:				MACUSANI					
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Pmax24
1996	11.5	30	20	9.5	6.8	0	2.2	14.6	3.2	8	23	14	30
1997	13	15.1	21.3	6.5	16.5	0	0	5.6	3	10	11	13	21.3
1998	13	34	43.5	7	0	4.6	0	0.5	1	8	16.5	11	43.5
1999	23	27.5	57	17	5	0	1.5	0	10	8	7	23	57
2000	27.5	13	14.5	3	0	4.5	0	2	5	35.5	9	S/D	35.5
2001	30	13	10.5	7.5	2	1.5	17	9.5	14	9.5	10	10	30
2002	29.5	25	21	5	3.5	3	7	1	2.2	16	11	18	29.5
2003	21	12	32	20	3	5.5	0	7	6	14	5	23	32
2004	21.5	31	11.6	16	1.8	2.5	8.5	4.5	8.4	8.2	15	19	31
2005	16	S/D	23.9	9.8	7	0	0	7.5	0.5	11	14.3	24	24
2006	16	22.2	13.5	15.1	0	1.6	0	2	S/D	11	12	47.5	47.5
2007	23	10	13.4	7.5	4	0	1	0	1.8	13.5	15.3	18.3	23
2008	18	26.3	32	10	5	4	0	4	4	13.5	10	17	32
2009	29.5	30	14	5	4	0	1	0	6.5	4.5	21.7	17.1	30
2010	25	20	26	8.5	3.7	0	2	0	0.3	13	12	26.5	26.5
2011	14	25.7	31	12	5	0.5	2	5	10.5	17.2	10	15	31
2012	16.5	20	18	15	1	3	1.2	1.4	6	8	7.6	17	20
2013	21.5	13	17	10	15	3	2	24.5	6	18	17	20	24.5
2014	30	15	10	13	7	0.5	1.5	1.5	28	9.5	9	16	30
2015	34	21.5	14	24	7	7	1	10.5	4	10.5	10	18	34
2016	12	10	15	10.4	4	0	S/D	1	7	19	36	8	36
2017	26.5	13	20	16.5	8.5	2	0.5	3	6.6	18	13	18	26.5
2018	19	15	30.5	2.5	2.5	18	20	4.5	11	21	13	13	30.5
2019	19	18	30	22	17	1	0.5	0	10	12.2	24	20	30
2020	16	26	S/D	S/D	S/D	S/D	2.5	0	8	16	9	18	26
2021	20	18	16	16	5.5	1.5	0.5	0	6	5	30	22	30
2022	17	20	20	2.5	1	0.5	0	1.5	2.5	11			20

4 S/D: Sin dato.

5 Nota: Datos extraídos del SENAMHI

ANEXO C.3.

Memoria de cálculo hidrológico.

C.3. MEMORIA DE CÁLCULO HIDROLÓGICO

C.3.1. PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS

Las propiedades geomorfológicas más estudiadas de una cuenca son:

a) PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LA CUENCA SEGÚN LA GEOMETRÍA

✓ Área de la cuenca:

Superficie drenada por la red hidrográfica aguas arriba del punto emisor.

$$A = 423.08 \text{ km}^2$$

Según la clasificación de tamaños de cuencas según Campos Aranda (1992):

Tabla C.2.

Clasificación de tamaños de cuencas

Rango áreas (km ²)	Clasificación
< 25	Microcuenca
25 a 250	Pequeña
250 a 500	Intermedia - Pequeña
500 a 2500	Intermedia -Grande
2500 a 5000	Grande
> 5000	Muy grande

Nuestra cuenca se clasifica como: Intermedia – pequeña.

✓ PERÍMETRO DE LA CUENCA

Longitud de la línea de divortium Aquarium:

$$P = 161.73 \text{ km}$$

✓ COTAS

Cotas máxima y mínima del cauce principal de la cuenca

$$\text{Cota máxima} = 4785.91 \text{ msnm}$$

$$\text{Cota mínima} = 4355.91 \text{ msnm}$$

b) PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS REFERIDOS A LA FORMA DE LA CUENCA

✓ PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA

Es el promedio de las pendientes de la cuenca.

$$S_c = 12.27 \text{ m/m}$$

✓ PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL

La pendiente del cauce principal está dada por la relación de la diferencia de cotas entre la longitud.

$$S = \frac{C_m - C_p}{L_d} \quad (\text{C.1})$$

$$S = \frac{4785.91 \text{ m} - 4355.91 \text{ m}}{29.41 \text{ k}}$$

$$S = 14.6 \text{ m/k}$$

✓ COEFICIENTE DE COMPACIDAD (Cc)

O índice de Gravelius, mide el grado de circularidad de la cuenca.

$$C = \frac{0.2 \times P}{\sqrt{A}} \quad (\text{C.2})$$

$$C = \frac{0.2821 \times 161.73}{\sqrt{423.08}}$$

$$C = 2.218$$

Por lo tanto, tenemos una cuenca del tipo alargada.

✓ FACTOR DE FORMA (F)

Parámetro adimensional que relaciona el ancho promedio y la longitud del cauce principal.

$$F = \frac{A}{L^2} \quad (C.3)$$

$$F = \frac{423.08}{29.41^2}$$

$$F = 0.49$$

✓ COEFICIENTE DE MASIVIDAD (Cm)

Es la relación entre la altitud media del relieve y la superficie proyectada.

$$C = \frac{H}{A} \quad (C.4)$$

$$C = \frac{4684.34}{423.08}$$

$$C = 0.0111 \text{ 1/k}$$

✓ RADIO DE CIRCULARIDAD (Rc)

Es la relación entre la altitud media del relieve y la superficie proyectada.

$$R = \frac{4\pi}{p^2} \quad (C.5)$$

$$R = \frac{4\pi(423.08)}{161.73^2}$$

$$R = 0.203$$

**c) PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS REFERIDOS A LA
ALTITUD DE LA CUENCA**

✓ ALTITUD DE FRECUENCIA MEDIA (H)

Este parámetro es de suma utilidad para la generación de datos en regiones sin información.

$$H = \frac{h_i \times A}{A} \quad (C.6)$$

Donde:

hi = Altura correspondiente al área parcial Ai

Ai = Áreas parciales

A = Área de la cuenca

Tabla C.3.

Altitud media.

Cota	Área Parcial (km ²)	hi*Ai	Área sobre cota	%(Ai/At)
4355.91 - 4400.00	3.806	16660.48	423.087	0.90%
4400.00 - 4500.00	43.321	192780.67	419.28	10.24%
4500.00 - 4600.00	56.448	256837.90	375.96	13.34%
4600.00 - 4700.00	110.171	512296.93	319.51	26.04%
4700.00 - 4800.00	141.827	673678.53	209.34	33.52%
4800.00 - 4900.00	48.511	235277.30	67.51	11.47%
4900.00 - 5000.00	16.932	83813.06	19.00	4.00%
5000.00 - 5100.00	1.402	7082.55	2.07	0.33%
5100.00 - 5200.00	0.571	2938.33	0.67	0.13%
5200.00 - 5300.00	0.091	477.10	0.10	0.02%
5300.00 - 5357.91	0.007	39.94	0.01	0.00%
Sumatoria	423.087	1981882.78	-	100%

Por lo tanto, la altitud de frecuencia media es:

$$H = \frac{1981882.782}{423.08}$$

$$H = 4684.34 \text{ m}$$

Y la altitud más frecuente es 4684 msnm.

Figura C.1.

Curva hipsométrica.

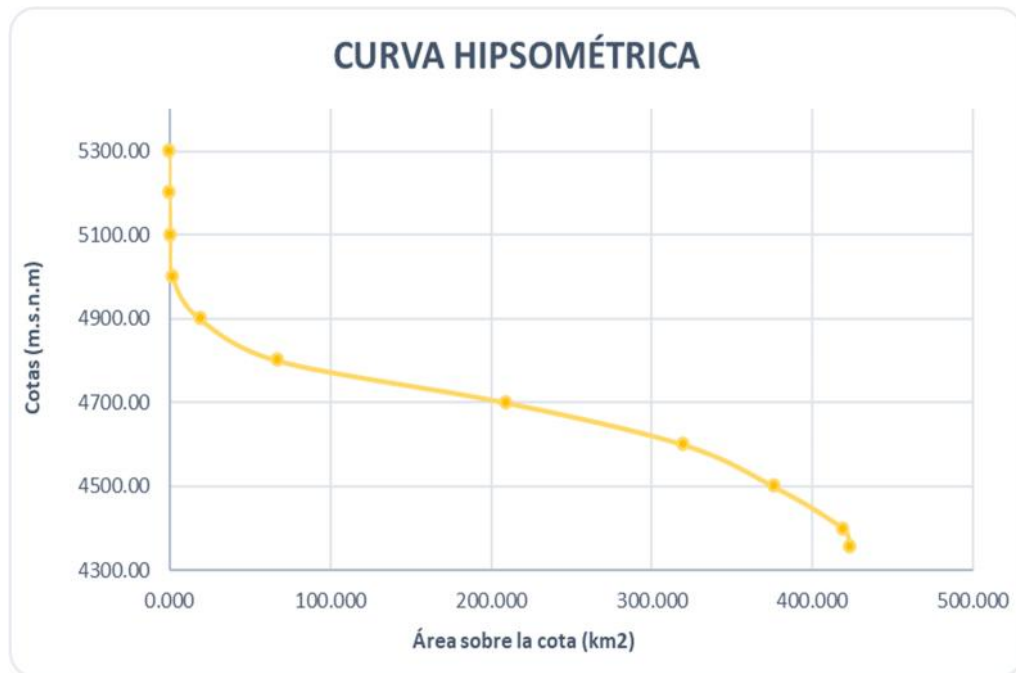
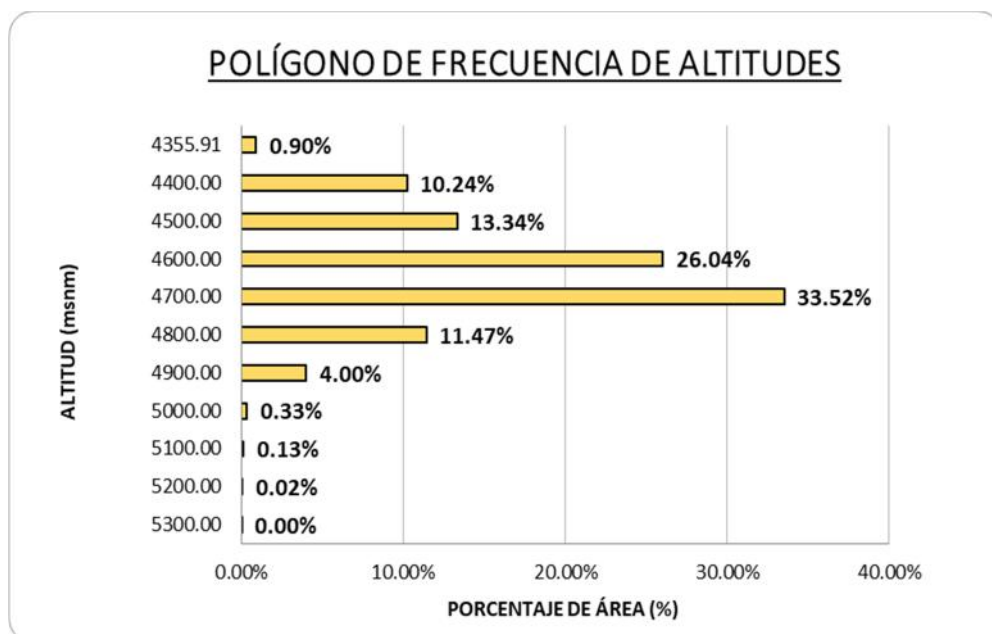


Figura C.2.

Polígono de frecuencia de altitudes.



✓ RECTÁNGULO EQUIVALENTE.

Se define el rectángulo equivalente, como aquel que tiene el mismo perímetro y superficie que la cuenca. Se hará uso de las siguientes fórmulas:

$$a = \frac{C \times A^{\frac{1}{2}}}{1.1} x \left(1 - \frac{1.1}{C} x \sqrt{\left(\frac{C}{1.1}\right)^2 - 1} \right) \quad (C.7)$$

$$a = \frac{2.218 \times 423.08^{\frac{1}{2}}}{1.12} x \left(1 - \frac{1.12}{2.218} x \sqrt{\left(\frac{2.218}{1.12}\right)^2 - 1} \right)$$

$$a = 5.62$$

$$b = \frac{C \times A^{\frac{1}{2}}}{1.1} x \left(1 + \frac{1.1}{C} x \sqrt{\left(\frac{C}{1.1}\right)^2 - 1} \right) \quad (C.8)$$

$$b = \frac{2.218 \times 423.08^{\frac{1}{2}}}{1.12} x \left(1 + \frac{1.12}{2.218} x \sqrt{\left(\frac{2.218}{1.12}\right)^2 - 1} \right)$$

$$b = 75.26$$

d) PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS REFERIDOS A LA RED HÍDRICA

- ✓ LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL (Lcp)

$$Lcp = 29.410 \quad \text{Km}$$

- ✓ ORDEN DE RED HÍDRICA

$$\text{Orden} = 4$$

- ✓ LONGITUD DE RED HÍDRICA

$$Lrh = 223.104 \quad \text{Km}$$

- ✓ DENSIDAD DE DRENAJES (Dd)

$$D = \frac{\sum_{i=1}^N L}{A} \quad (C.9)$$

Donde:

D: Densidad de drenaje.

Li: Longitud total de los cursos de cada orden.

A: Área de la cuenca.

N: Orden del cauce principal.

Por lo tanto:

$$D = \frac{223.104}{423.08}$$

$$D = 0.527 \text{ k } / \text{k}^2$$

A continuación, se presenta un cuadro resumen de los parámetros geomorfológicos de la cuenca:

Tabla C.4.*Cuadro resumen de los parámetros geomorfológicos de la cuenca*

DESCRIPCIÓN	UND	VALOR
1. Parámetros geomorfológicos referidos a la geometría de la cuenca		
Área	km ²	423.08
Perímetro de la cuenca	km	161.73
Cotas		
Cota máxima	msnm	4785.910
Cota mínima	msnm	4355.910
Centroide		
X centroide	m	349483.582
Y centroide	m	8439895.654
2. Parámetros geomorfológicos referidos a la forma de la cuenca		
Pendiente media de la cuenca	m/m	12.47
Pendiente del cauce principal	m/km	14.62
Coefficiente de compacidad (Cc)		2.202
Factor de forma (Ft)		0.49
Relación de masividad (Cm)	1/km	0.011
Radio de Circularidad (Rc)		0.203
3. Parámetros geomorfológicos referidos a la altitud de la cuenca		
Altitud más frecuente (Curva hipsométrica)	msnm	4684
Altitud de frecuencia media (Curva hipsométrica)	msnm	4684.34
Rectángulo equivalente		
L (lado mayor)	km	5.62
I (Lado menor)	km	75.26
4. Parámetros geomorfológicos referidos a la red hídrica		
Longitud del curso principal	km	29.41
Orden de la red hídrica	und	4
longitud de la red hídrica	km	223.104
Densidad de drenaje	km/km ²	0.527

C.3.2. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.

El cálculo del tiempo de concentración, se realizó con las ecuaciones (14), (15), (17), (18), (19) y (20), presentadas en el ítem 3.7.2. Estudio Hidrológico.

Tabla C.5.

Tiempo de concentración.

FÓRMULA	CONDICIÓN		DATOS			RESULTADO
	Condiciones	Cumple condiciones	Longitud del cauce principal (L)	Pendiente de la cuenca (S)	Pendiente del cauce principal (S)	Diámetro del círculo de área equivalente a la superficie de la cuenca (D)
Kirpich	Cuenca pequeña pendientes entre 3 - 10%	NO	29410.00 m	12.470 m/m		0.339 hrs
Témez	Cuencas con área de 1 km ² hasta 3000 km ²	SI				
	Tc se encuentre dentro de 15 minutos hasta 24 horas	SI	29.41 km		0.01 m/m	8.746 hrs
Johnstone y Cross	Cuencas con área de 64.7 km ² hasta 4206.1 km ²	SI	29.41 km		14.62 m/km	7.211 hrs

FÓRMULA	CONDICIÓN		DATOS			RESULTADO	
	Condiciones	Cumple condiciones	Longitud del cauce principal (L)	Pendiente de la cuenca (S)	Pendiente del cauce principal (S)	Diámetro del círculo de área equivalente a la superficie de la cuenca (D)	Tiempo de Concentración (tc)
	Cuencas menores a 20 km ²	NO					
Giandotti	Cumple relación (L/3.6 tc L/5.4)	SI	29.41 km	0.01	m/m		7.618 hrs
Bransby-Williams	Cuencas menores a 75 km ²	NO	29.41 km	1.46	%	23.210 km ²	8.797 hrs
U.S Corps of Engineers	Desarrollada en cuencas de hasta 12 km ²	NO	29.41 km	0.01	m/m		8.746 hrs
Williams	Cuencas menores de 129.5 km ² .	NO	29.41 km	1.46	%	23.210 km ²	8.842 hrs

Según la tabla presentada, nuestra cuenca solo cumple las condiciones para dos de las fórmulas, como son la fórmula de Témez y Johnstone y Cross. Para los cálculos correspondientes se trabajará con la condición más crítica, es decir, un Tc = 8.746 horas.

C.3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE PRECIPITACIÓN.

Para realizar el análisis de distribución de frecuencias, se trabaja con las P_{máx} de 24 horas, presentados en la tabla C.1.

a) ANÁLISIS DE DATOS DUDOSOS

A los datos de P_{máx}, se les realizara una prueba de datos dudosos (Método Water Roureces Council).

El método de Water Roureces Council recomienda la realización de ajustes de datos dudosos. Los datos dudosos (outliers) son puntos de la información que se alejan significativamente de la tendencia de la información restante. (Ven Te Chow et al, 1994)

Tabla C.6.

Análisis de datos dudosos.

ESTACIÓN MACUSANI				
Nº	AÑO	ORDEN	P24	log(P24)
1	1963	50	11.0	1.0414
2	1964	32	25.0	1.3979
3	1965	22	29.0	1.4624
4	1966	4	40.0	1.6021
5	1967	42	21.0	1.3222
6	1968	33	25.0	1.3979
7	1969	30	25.3	1.4031
8	1970	36	24.5	1.3892
9	1971	31	25.2	1.4014
10	1972	34	24.6	1.3909
11	1973	46	17.0	1.2304
12	1974	7	34.0	1.5315
13	1975	24	26.5	1.4232
14	1976	29	25.9	1.4133

ESTACIÓN MACUSANI

Nº	AÑO	ORDEN	P24	log(P24)
15	1977	35	24.6	1.3909
16	1978	14	30.0	1.4771
17	1979	27	26.0	1.4150
18	1980	47	17.0	1.2304
19	1989	49	11.5	1.0607
20	1990	48	16.5	1.2175
21	1991	51	7.0	0.8451
22	1992	44	19.5	1.2900
23	1993	41	21.2	1.3263
24	1994	23	27.5	1.4393
25	1995	45	18.8	1.2742
26	1996	15	30.0	1.4771
27	1997	40	21.3	1.3284
28	1998	3	43.5	1.6385
29	1999	1	57.0	1.7559
30	2000	6	35.5	1.5502
31	2001	16	30.0	1.4771
32	2002	21	29.5	1.4698
33	2003	9	32.0	1.5051
34	2004	11	31.0	1.4914
35	2005	38	24.0	1.3802
36	2006	2	47.5	1.6767
37	2007	39	23.0	1.3617
38	2008	10	32.0	1.5051
39	2009	17	30.0	1.4771
40	2010	25	26.5	1.4232
41	2011	12	31.0	1.4914
42	2012	43	20.0	1.3010
43	2013	37	24.5	1.3892
44	2014	18	30.0	1.4771
45	2015	8	34.0	1.5315

ESTACIÓN MACUSANI

Nº	AÑO	ORDEN	P24	log(P24)
46	2016	5	36.0	1.5563
47	2017	26	26.5	1.4232
48	2018	13	30.5	1.4843
49	2019	19	30.0	1.4771
50	2020	28	26.0	1.4150
51	2021	20	30.0	1.4771

Numero de datos n	51	51
Suma	1384.9	71.9146
Máximo	57.0	1.7559
Mínimo	7.0	0.8451
Promedio x	27.2	1.4101
Desviación estándar (s)	8.6342	0.1534
Coefficiente asimetría (Cs)	0.7168	-1.1821
Cs/6 (k)	0.1195	-0.1970

Para realizar los cálculos se selecciona un valor de “Kn”, de la siguiente tabla:

Tabla C.7.

Valores de “Kn”.

Valores Kn para la prueba de datos dudosos							
Tamaño de Muestra n	Kn	Tamaño de Muestra n	Kn	Tamaño de Muestra n	Kn	Tamaño de Muestra n	Kn
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

Valores Kn para la prueba de datos dudosos							
Tamaño de Muestra n	Kn	Tamaño de Muestra n	Kn	Tamaño de Muestra n	Kn	Tamaño de Muestra n	Kn
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		

Nota: U.S. Water Resources Council, 1981. Esta tabla contiene valores de Kn de un lado con un nivel de significancia de 10% para la distribución normal. (Chow, 2000)

Del cuadro anterior, se concluye que el valor de Kn, para un n=51, es:

$$K = 2.768$$

Por consiguiente:

- El umbral de datos dudosos altos (x_H : Unid. Logarítmicas).

$$x_H = \bar{x} + K \cdot s \quad (C.10)$$

$$x_H = 1.84$$

Precipitación máxima aceptada:

$$P = 10^{x_H} \quad (C.11)$$

$$P = 68.5 \text{ m}$$

- El umbral de datos dudosos bajos (x_L : Unid. Logarítmicas).

$$x_L = \bar{x} + K \cdot s \quad (C.12)$$

$$x_L = 0.98$$

Precipitación mínima aceptada:

$$P = 10^{x_L} \quad (C.13)$$

$$P = 9.6 \text{ m}$$

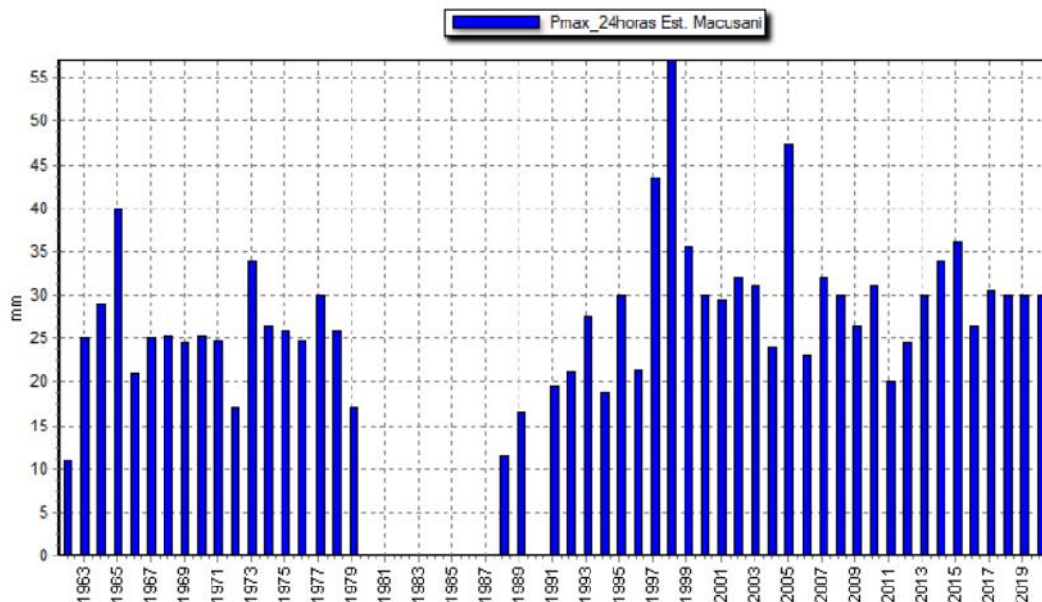
Los valores de $P_{\text{máx}}$ que se encuentren dentro de los límites de PH y PL, se encuentran entre 68.5 mm y 9.6 mm.

b) ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS.

Para realizar el análisis de distribución de frecuencias, se trabajará con los datos que se encuentren entre los límites de PH y PL, vistos en el análisis de datos dudosos.

Figura C.3.

Gráfica de datos de $P_{\text{máx}}$ de 24 horas.



Para realizar el análisis de distribución de frecuencias, se hizo uso del programa Hydrognomon, con el fin de estimar precipitaciones máximas para T_r iguales a 140 y 500 años.

Tabla C.8.*Prueba de bondad de ajuste.*

FUNCION	DMax Smirnov-Kolgomorov
Distrib. Normal	0.12571
Distrib. Log Normal	0.11986
Distrib. Gamma	0.10891
Distrib. Pearson III	0.12989
Distrib. Log Pearson III	0.15735
Distrib. Gumbel	0.12577
Distrib. Log Gumbel	0.17178

De la tabla C.8, prueba de bondad de ajuste, con un nivel de significancia 0.05, se puede concluir que los datos se ajustan satisfactoriamente a la **distribución Gamma**.

Tabla C.9.*Precipitaciones máximas para los Tr.*

Periodo de Retorno T (años)	Precipitaciones Máximas						
	DISTRIB. NORMAL	DISTRIB. LOG NORMAL	DISTRIB. GAMMA	DISTRIB. PEARSON III	DISTRIB. LOG PEARSON III	DISTRIB GUMBEL	DISTRIB LOG GUMBEL
2	27.638	26.489	26.826	26.320	25.774	26.286	28.990
5	34.562	33.851	34.219	33.893	33.813	33.559	34.396
10	38.181	38.480	38.566	38.663	39.579	38.375	36.694
25	42.041	44.117	43.579	44.396	47.387	44.459	38.844
50	44.534	48.190	47.029	48.465	53.595	48.973	40.095
100	46.777	52.173	50.278	52.376	60.149	53.453	41.142
140	47.794	54.087	51.797	54.230	63.473	55.621	41.594
200	48.829	56.107	53.372	56.167	67.108	57.917	42.041

500	51.316	61.274	57.280	61.036	77.016	63.807	43.065
1000	53.061	65.179	60.125	64.633	85.110	68.258	43.744

La tabla C.9, se presenta la precipitación máxima en 24 horas en función de distintos periodos de retorno. Estos valores se multiplican por el factor de ajuste igual a 1.13, el cual fue recomendado por la OMM.

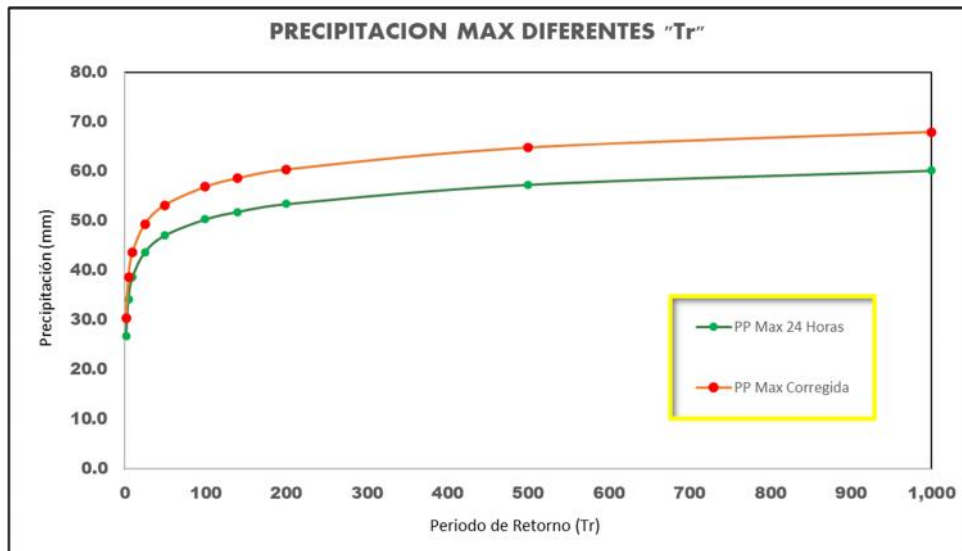
Tabla C.10.

Precipitación máxima ajustada.

Periodo de Retorno T (años)	Pmax	Pmax Corregido (mm)
2	26.826	30.313
5	34.219	38.667
10	38.566	43.579
25	43.579	49.244
50	47.029	53.143
100	50.278	56.814
140	51.797	58.530
200	53.372	60.311
500	57.280	64.726
1000	60.125	67.941

Figura C.4.

Precipitación máxima vs Precipitación máxima ajustada.



c) TORMENTA DE DISEÑO.

Dado que en la zona de estudio no se cuenta con pluviógrafos que nos permitan obtener las intensidades máximas horarias. Éstas pueden ser calculas a partir de las lluvias máximas en 24 horas aplicando el modelo de Dick y Peschke el cual permite calcular la lluvia máxima en función de la precipitación máxima.

$$P = P_2 \left(\frac{d}{1} \right)^{0.2} \quad (C.14)$$

Donde:

P_d : Precipitación máxima de duración d (mm).

D : Duración de la precipitación (minutos).

P_2 : Precipitación máxima en 24 horas (mm).

Tabla C.11.*Precipitación máxima de duración d.*

Duración (Min)	Precipitación en 24 horas (mm)									
	30.31	38.67	43.58	49.24	53.14	56.81	58.53	60.31	64.73	67.94
	Periodo de Retorno (Años)									
	2	5	10	25	50	100	140	200	500	1000
Precipitación (mm)										
5	7.36	9.39	10.58	11.95	12.90	13.79	14.21	14.64	15.71	16.49
10	8.75	11.16	12.58	14.22	15.34	16.40	16.90	17.41	18.68	19.61
15	9.68	12.35	13.92	15.73	16.98	18.15	18.70	19.27	20.68	21.71
20	10.41	13.27	14.96	16.91	18.24	19.50	20.09	20.70	22.22	23.32
25	11.00	14.04	15.82	17.88	19.29	20.62	21.25	21.89	23.49	24.66
30	11.52	14.69	16.56	18.71	20.19	21.58	22.24	22.91	24.59	25.81
35	11.97	15.27	17.21	19.44	20.98	22.43	23.11	23.81	25.56	26.83
40	12.38	15.79	17.79	20.10	21.70	23.19	23.89	24.62	26.42	27.74
45	12.75	16.26	18.32	20.70	22.34	23.89	24.61	25.36	27.21	28.57
50	13.09	16.69	18.81	21.26	22.94	24.52	25.27	26.03	27.94	29.33
55	13.40	17.09	19.27	21.77	23.49	25.12	25.88	26.66	28.61	30.04
60	13.70	17.47	19.69	22.25	24.01	25.67	26.44	27.25	29.24	30.70
120	16.29	20.78	23.41	26.46	28.55	30.53	31.45	32.40	34.78	36.50
180	18.02	22.99	25.91	29.28	31.60	33.78	34.80	35.86	38.49	40.40
240	19.37	24.71	27.84	31.46	33.96	36.30	37.40	38.54	41.36	43.41
300	20.48	26.12	29.44	33.27	35.90	38.38	39.54	40.75	43.73	45.90
360	21.43	27.34	30.82	34.82	37.58	40.17	41.39	42.65	45.77	48.04
420	22.28	28.42	32.03	36.19	39.05	41.75	43.01	44.32	47.57	49.93
480	23.03	29.38	33.11	37.42	40.38	43.17	44.47	45.83	49.18	51.62
540	23.72	30.26	34.10	38.54	41.59	44.46	45.80	47.20	50.65	53.17
600	24.35	31.07	35.01	39.56	42.70	45.65	47.02	48.46	52.00	54.59
660	24.94	31.82	35.86	40.52	43.73	46.75	48.16	49.62	53.26	55.90
720	25.49	32.52	36.65	41.41	44.69	47.77	49.22	50.71	54.43	57.13
780	26.01	33.17	37.39	42.25	45.59	48.74	50.21	51.74	55.53	58.29
840	26.49	33.79	38.09	43.04	46.44	49.65	51.15	52.71	56.57	59.38
900	26.95	34.38	38.75	43.78	47.25	50.52	52.04	53.62	57.55	60.41
960	27.39	34.94	39.38	44.50	48.02	51.34	52.89	54.50	58.49	61.39
1020	27.81	35.47	39.98	45.18	48.75	52.12	53.70	55.33	59.38	62.33

Duración (Min)	Precipitación en 24 horas (mm)									
	30.31	38.67	43.58	49.24	53.14	56.81	58.53	60.31	64.73	67.94
	Periodo de Retorno (Años)									
	2	5	10	25	50	100	140	200	500	1000
	Precipitación (mm)									
1080	28.21	35.98	40.55	45.83	49.46	52.87	54.47	56.13	60.23	63.23
1140	28.59	36.47	41.11	46.45	50.13	53.59	55.21	56.89	61.05	64.09
1200	28.96	36.94	41.64	47.05	50.78	54.28	55.92	57.62	61.84	64.91
1260	29.32	37.40	42.15	47.63	51.40	54.95	56.61	58.33	62.60	65.71
1320	29.66	37.84	42.64	48.18	52.00	55.59	57.27	59.01	63.33	66.48
1380	29.99	38.26	43.12	48.72	52.58	56.21	57.91	59.67	64.04	67.22
1440	30.31	38.67	43.58	49.24	53.14	56.81	58.53	60.31	64.73	67.94

Utilizando los datos de la precipitación máxima según tabla C.11., se procede a determinar la intensidad máxima, con la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{T_D} \quad (C.15)$$

Donde:

I : Intensidad de precipitación.

P : Precipitación máxima de duración d (mm).

T_D : Duración de la precipitación (horas).

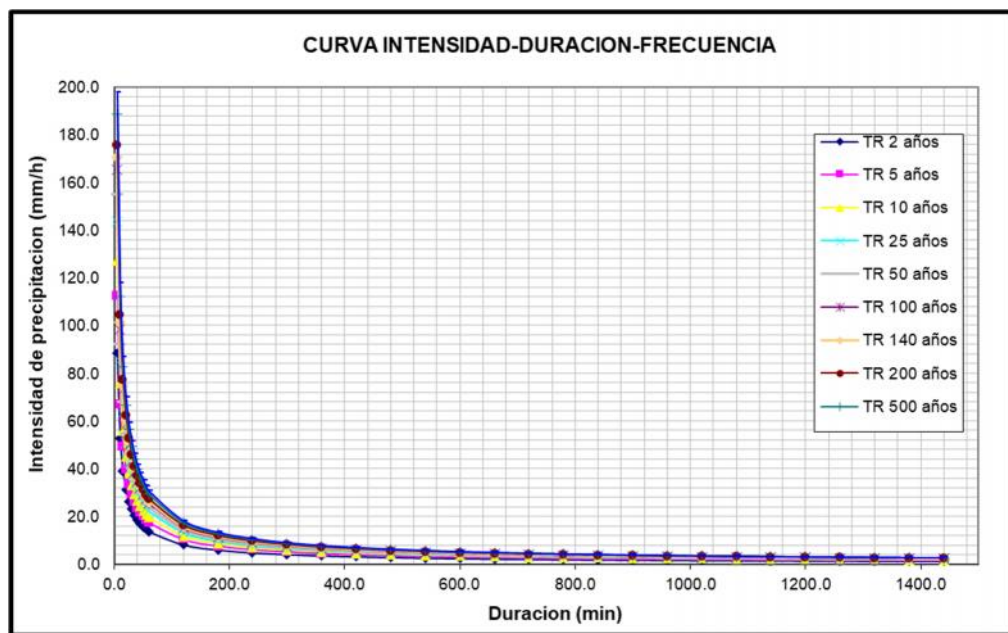
Tabla C.12.*Intensidad de precipitación para diferentes Tr.*

Duración (Horas)	Periodo de Retorno (Años)									
	2	5	10	25	50	100	140	200	500	1000
0.083	88.30	112.64	126.94	143.45	154.80	165.50	170.50	175.68	188.54	197.91
0.167	52.50	66.97	75.48	85.29	92.05	98.40	101.38	104.46	112.11	117.68
0.250	38.74	49.41	55.69	62.93	67.91	72.60	74.80	77.07	82.71	86.82
0.333	31.22	39.82	44.88	50.72	54.73	58.51	60.28	62.11	66.66	69.97
0.417	26.41	33.69	37.96	42.90	46.30	49.49	50.99	52.54	56.39	59.19
0.500	23.03	29.38	33.11	37.42	40.38	43.17	44.47	45.83	49.18	51.62
0.583	20.52	26.17	29.50	33.33	35.97	38.46	39.62	40.82	43.81	45.99
0.667	18.56	23.68	26.69	30.16	32.54	34.79	35.84	36.93	39.64	41.61
0.750	16.99	21.68	24.43	27.61	29.79	31.85	32.81	33.81	36.29	38.09
0.833	15.70	20.03	22.57	25.51	27.53	29.43	30.32	31.24	33.53	35.19
0.917	14.62	18.65	21.02	23.75	25.63	27.40	28.23	29.09	31.22	32.77
1.000	13.70	17.47	19.69	22.25	24.01	25.67	26.44	27.25	29.24	30.70
2.000	8.14	10.39	11.71	13.23	14.28	15.26	15.72	16.20	17.39	18.25
3.000	6.01	7.66	8.64	9.76	10.53	11.26	11.60	11.95	12.83	13.47
4.000	4.84	6.18	6.96	7.87	8.49	9.08	9.35	9.63	10.34	10.85
5.000	4.10	5.22	5.89	6.65	7.18	7.68	7.91	8.15	8.75	9.18
6.000	3.57	4.56	5.14	5.80	6.26	6.70	6.90	7.11	7.63	8.01
7.000	3.18	4.06	4.58	5.17	5.58	5.96	6.14	6.33	6.80	7.13
8.000	2.88	3.67	4.14	4.68	5.05	5.40	5.56	5.73	6.15	6.45
9.000	2.64	3.36	3.79	4.28	4.62	4.94	5.09	5.24	5.63	5.91
10.000	2.44	3.11	3.50	3.96	4.27	4.56	4.70	4.85	5.20	5.46
11.000	2.27	2.89	3.26	3.68	3.98	4.25	4.38	4.51	4.84	5.08
12.000	2.12	2.71	3.05	3.45	3.72	3.98	4.10	4.23	4.54	4.76
13.000	2.00	2.55	2.88	3.25	3.51	3.75	3.86	3.98	4.27	4.48
14.000	1.89	2.41	2.72	3.07	3.32	3.55	3.65	3.76	4.04	4.24
15.000	1.80	2.29	2.58	2.92	3.15	3.37	3.47	3.57	3.84	4.03
16.000	1.71	2.18	2.46	2.78	3.00	3.21	3.31	3.41	3.66	3.84
17.000	1.64	2.09	2.35	2.66	2.87	3.07	3.16	3.25	3.49	3.67

Duración (Horas)	Periodo de Retorno (Años)									
	2	5	10	25	50	100	140	200	500	1000
18.000	1.57	2.00	2.25	2.55	2.75	2.94	3.03	3.12	3.35	3.51
19.000	1.50	1.92	2.16	2.44	2.64	2.82	2.91	2.99	3.21	3.37
20.000	1.45	1.85	2.08	2.35	2.54	2.71	2.80	2.88	3.09	3.25
21.000	1.40	1.78	2.01	2.27	2.45	2.62	2.70	2.78	2.98	3.13
22.000	1.35	1.72	1.94	2.19	2.36	2.53	2.60	2.68	2.88	3.02
23.000	1.30	1.66	1.87	2.12	2.29	2.44	2.52	2.59	2.78	2.92
24.000	1.26	1.61	1.82	2.05	2.21	2.37	2.44	2.51	2.70	2.83

Figura C.5.

Curva Intensidad – Duración – Frecuencia.



De acuerdo a los gráficos de las curvas IDF, se observa que la intensidad tiende a aumentar al disminuir la duración, es por ello que la probabilidad de encontrar intensidades mayores aumenta a medida que las duraciones disminuyen, y que las menores intensidades se vinculan a duraciones mayores.

Para determinar la intensidad máxima para cualquier periodo de retorno y de duración, se utiliza la siguiente ecuación:

$$I = \frac{KT^m}{t^n} \quad (C.16)$$

Donde:

I : Intensidad máxima (mm/h).

K,m,n : Factores característicos de la zona de estudio.

T : Periodo de retorno.

T : Duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min)

Luego, a partir de la tabla C.11., y con un análisis de regresión múltiple ejecutado con el programa HIDROESTA, se determina los valores de K, m y n.

Figura C.6.

Regresión lineal para determinar los factores característicos de la zona de estudio.



En la figura C.6., se observan los valores de K, m y n, los cuales son 305.6837, 0.122 y -0.750 respectivamente, reemplazando los valores en la ecuación C.16. se obtiene:

$$I = \frac{305.684 T^{0.1}}{t^{0.7}}$$

Seguidamente se aplicó el método del bloque alterno para dibujar los hietogramas de precipitación de diseño para los Tr igual a 140 y 500 años.

Tabla C.13.

Método del bloque alterno para Tr=140 años.

METODO DEL BLOQUE ALTERNO PARA Tr= 140 años					
DURACION	INTENSIDAD	PROF ACUMULADA	PROF INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
60	25.917	25.917	25.917	0-60	0.607
120	15.410	30.820	4.904	60-120	0.649
180	11.369	34.108	3.288	120-180	0.698
240	9.163	36.652	2.543	180-240	0.757
300	7.751	38.754	2.103	240-300	0.830
360	6.760	40.562	1.807	300-360	0.920
420	6.022	42.155	1.594	360-420	1.038
480	5.448	43.586	1.431	420-480	1.198
540	4.988	44.889	1.303	480-540	1.431
600	4.609	46.087	1.198	540-600	1.807
660	4.291	47.198	1.111	600-660	2.543
720	4.020	48.236	1.038	660-720	4.904
780	3.785	49.211	0.975	720-780	25.917
840	3.581	50.131	0.920	780-840	3.288
900	3.400	51.004	0.872	840-900	2.103
960	3.240	51.833	0.830	900-960	1.594
1020	3.096	52.625	0.792	960-1020	1.303
1080	2.966	53.382	0.757	1020-1080	1.111

1140	2.848	54.109	0.726	1080-1140	0.975
1200	2.740	54.807	0.698	1140-1200	0.872
1260	2.642	55.480	0.673	1200-1260	0.792
1320	2.551	56.129	0.649	1260-1320	0.726
1380	2.468	56.756	0.627	1320-1380	0.673
1440	2.390	57.363	0.607	1380-1440	0.627

Tabla C.14.

Método del bloque alterno para $Tr=500$ años.

METODO DEL BLOQUE ALTERNO PARA $Tr= 500$ años					
DURACION	INTENSIDAD	PROF ACUMULADA	PROF INCREMENTAL	TIEMPO	PRECIPITACION
min	mm/hr	mm	mm	min	mm
60	30.272	30.272	30.272	0-60	0.709
120	18.000	36.000	5.728	60-120	0.758
180	13.280	39.841	3.841	120-180	0.816
240	10.703	42.812	2.971	180-240	0.885
300	9.054	45.268	2.456	240-300	0.969
360	7.897	47.379	2.111	300-360	1.075
420	7.034	49.241	1.862	360-420	1.212
480	6.364	50.912	1.672	420-480	1.399
540	5.826	52.433	1.521	480-540	1.672
600	5.383	53.833	1.399	540-600	2.111
660	5.012	55.131	1.298	600-660	2.971
720	4.695	56.343	1.212	660-720	5.728
780	4.422	57.482	1.139	720-780	30.272
840	4.183	58.557	1.075	780-840	3.841
900	3.972	59.576	1.019	840-900	2.456
960	3.784	60.545	0.969	900-960	1.862
1020	3.616	61.470	0.925	960-1020	1.521
1080	3.464	62.354	0.885	1020-1080	1.298
1140	3.326	63.203	0.849	1080-1140	1.139
1200	3.201	64.019	0.816	1140-1200	1.019

1260	3.086	64.804	0.786	1200-1260	0.925
1320	2.980	65.562	0.758	1260-1320	0.849
1380	2.882	66.295	0.733	1320-1380	0.786
1440	2.792	67.004	0.709	1380-1440	0.733

Figura C.7.

Hietograma de diseño para TR=140 años.

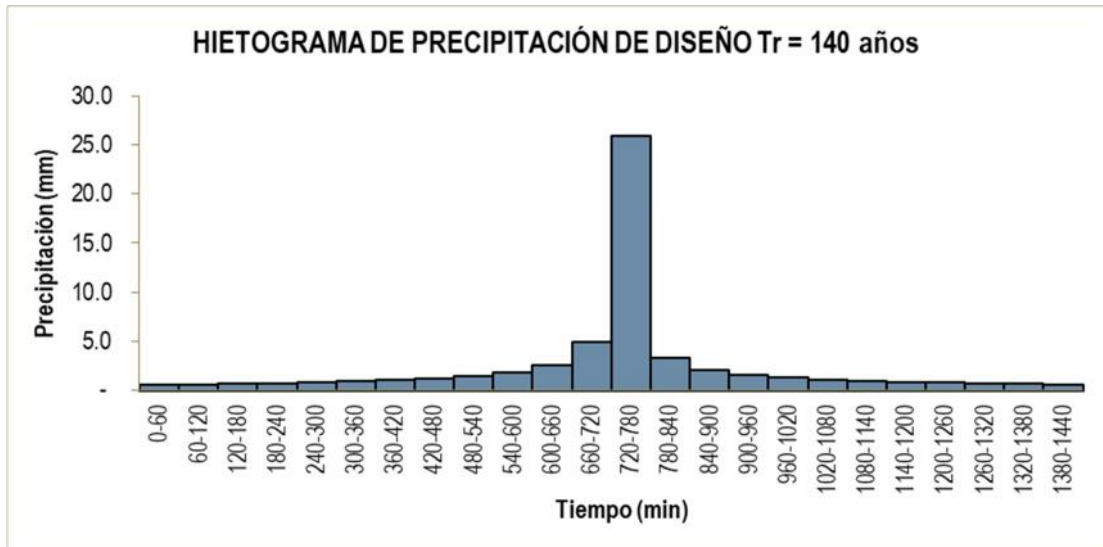
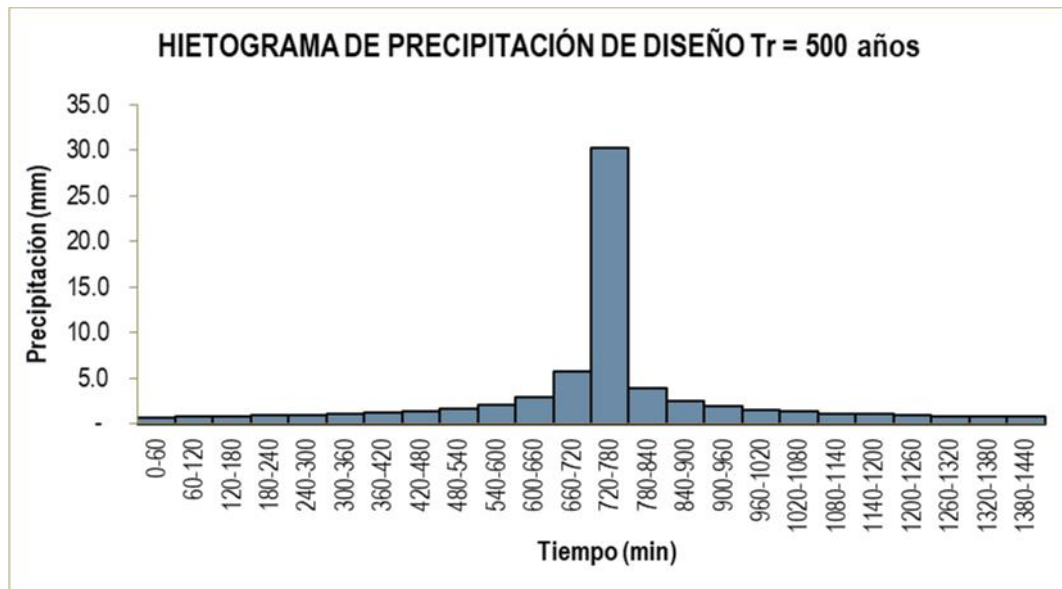


Figura C.8.

Hietograma de diseño para TR=500 años.



d) CÁLCULO DE MÁXIMAS AVENIDAS.

Para determinar la máxima avenida, se hizo uso de la aplicación HEC HMS, para lo cual, se necesita conseguir el valor de CN.

Los números de curva son aplicables a las condiciones de humedad antecedente. Otras condiciones de humedad antecedente (AMC, antecedent moisture conditions) son las siguientes:

- AMC I: Donde los suelos están secos, pero no hasta el punto de marchitez, de manera que el cultivo se puede realizar satisfactoriamente.
- AMC II: Suelen ser las condiciones más comunes en muchas cuencas antes de una crecida anual
- AMC III: Si un episodio de fuertes lluvias o lluvias suaves con bajas temperaturas han ocurrido los cinco días previos a la tormenta y el suelo está próximo a la saturación.

Tabla C.15.

Rangos para la clasificación de las condiciones antecedentes de humedad.

Clasificación de las Condiciones de Humedad		
GRUPO AMC	Lluvia antecedente de 5 días (mm)	
	Estación Latente	Estación de Crecimiento
I	< 12.7	< 35.6
II	12.7 - 27.9	35.6 - 53.3
III	> 27.9	> 53.3

Para seleccionar el tipo de condición antecedente de humedad se analizó el comportamiento de las precipitaciones diarias durante el periodo lluvioso, especialmente en el mes de marzo (Información descargada de la página web del SENAMHI)

Figura C.9.

Precipitación diaria del mes de marzo del 2021.

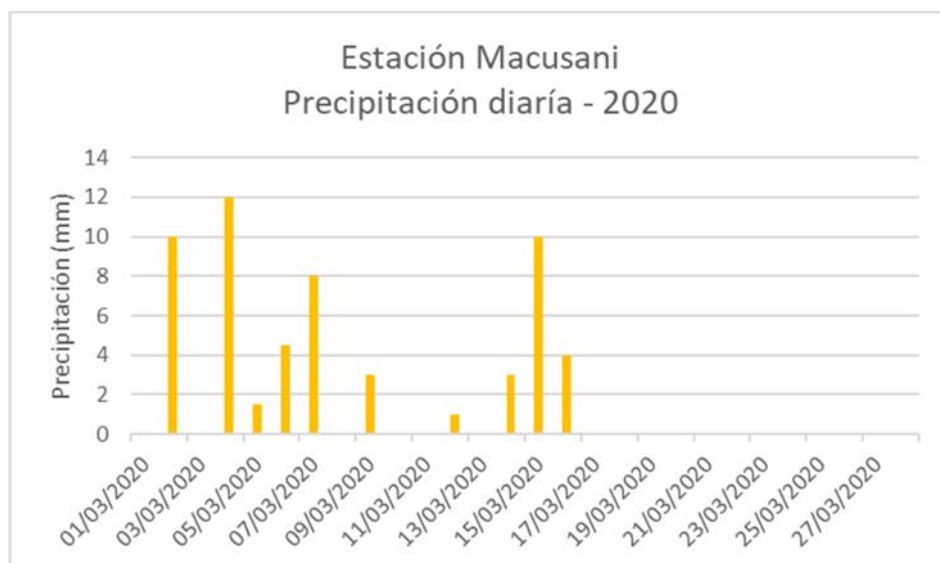


Nota: Información extraída del SENAMHI.

Como se puede ver en la figura C.9, el 18 de marzo del 2021 la precipitación máxima registrada fue de 16mm, el acumulado de los 05 días antecedentes es de 34.5mm.

Figura C.10.

Precipitación diaria del mes de marzo del 2020.

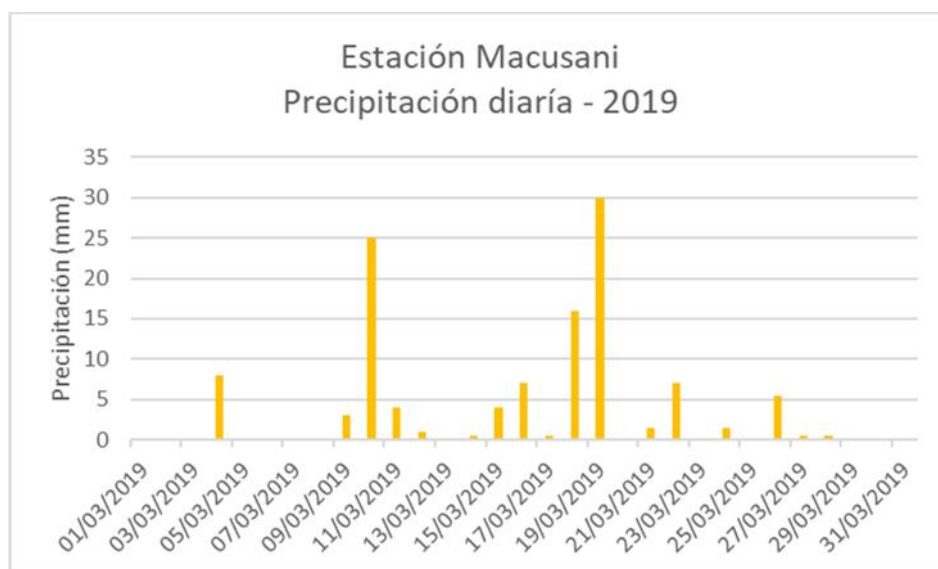


Nota: Información extraída del SENAMHI.

Como se puede ver en la figura C.10, el 14 de marzo del 2020 la precipitación máxima registrada fue de 10.0mm, el acumulado de los 05 días antecedentes es de 7.0mm.

Figura C.11.

Precipitación diaria del mes de marzo del 2021.



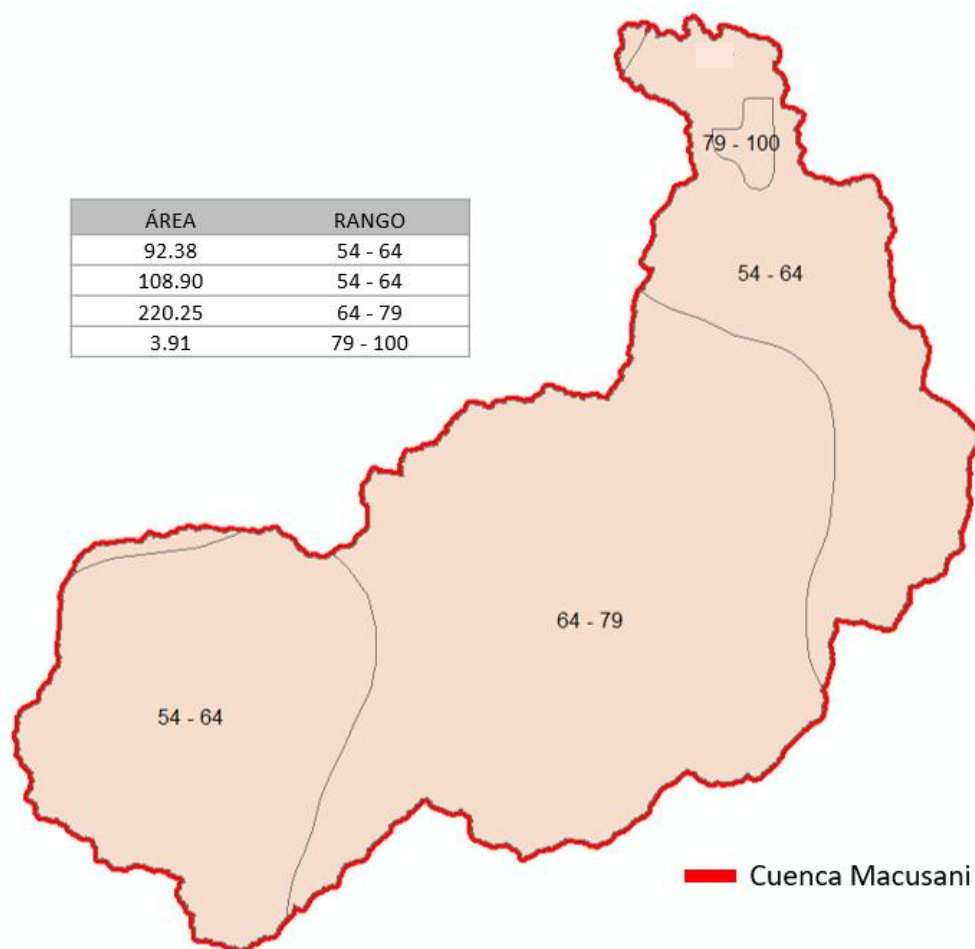
Nota: Información extraída del SENAMHI.

Como se puede ver en la figura C.11, el 19 de marzo del 2019 la precipitación máxima registrada fue de 28.0mm, el acumulado de los 05 días antecedentes es de 30.0mm.

De los datos analizados, se concluye que nuestra condición de humedad es el tipo AMC I.

Figura C.12.

Número de Curva para la cuenca delimitada.



Luego con apoyo de la figura C.12. que fue realizado en base a datos brindados por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), hallamos el CN ponderado.

Tabla C.16.

CN promedio.

ÁREA	RANGO	CN medio	Área x CN
Condiciones Normales			
92.38	54 - 64	64	5912.54
108.90	54 - 64	64	6969.92
220.25	64 - 79	79	17399.78
3.91	79 - 100	100	390.82
CN PONDERADO			72.10

Con la información presentada en los ítems anteriores, y mediante el programa HEC-HMS, se determinó los caudales de avenida.

Figura C.13.

Resumen de la simulación para un $Tr = 140$ años.

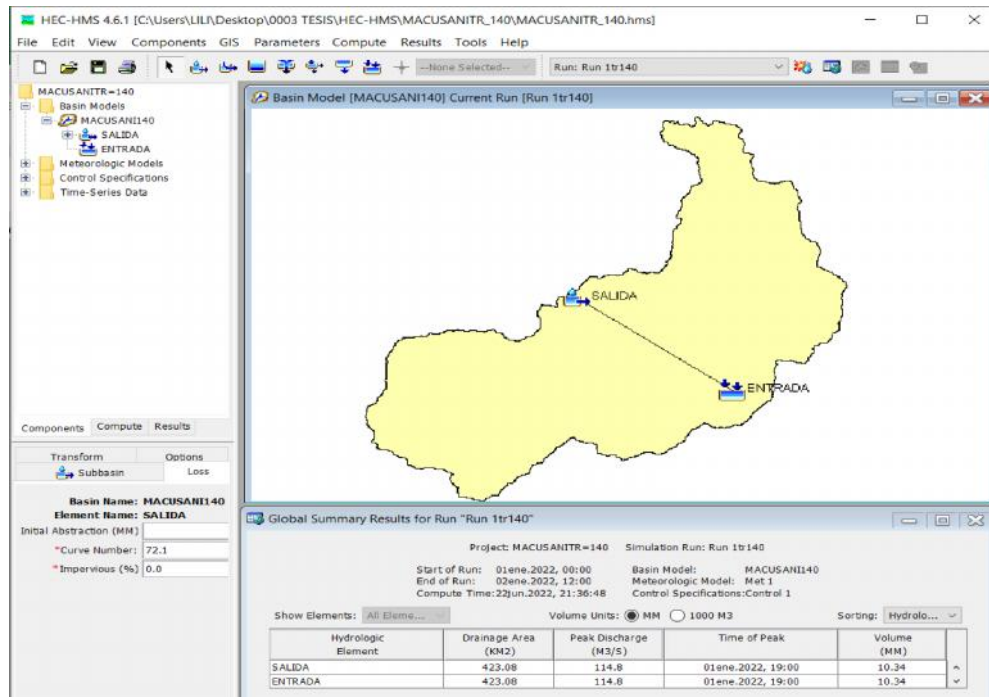
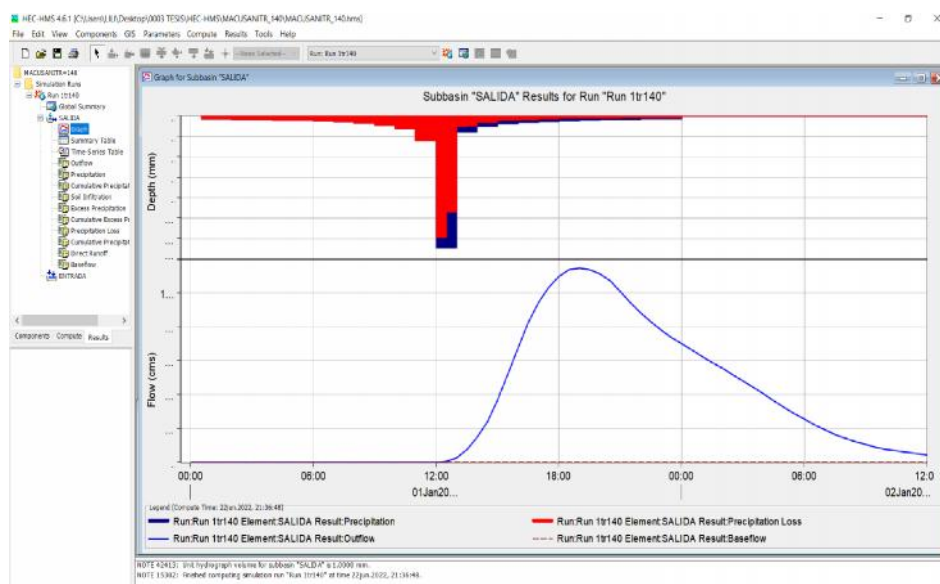


Figura C.14.

Hietograma e hidrograma de caudal máximo para un periodo de retorno de 140 años.



Fuente: Elaboración propia con HEC – HMS.

Figura C.15.

Resumen de la simulación para un $Tr = 500$ años.

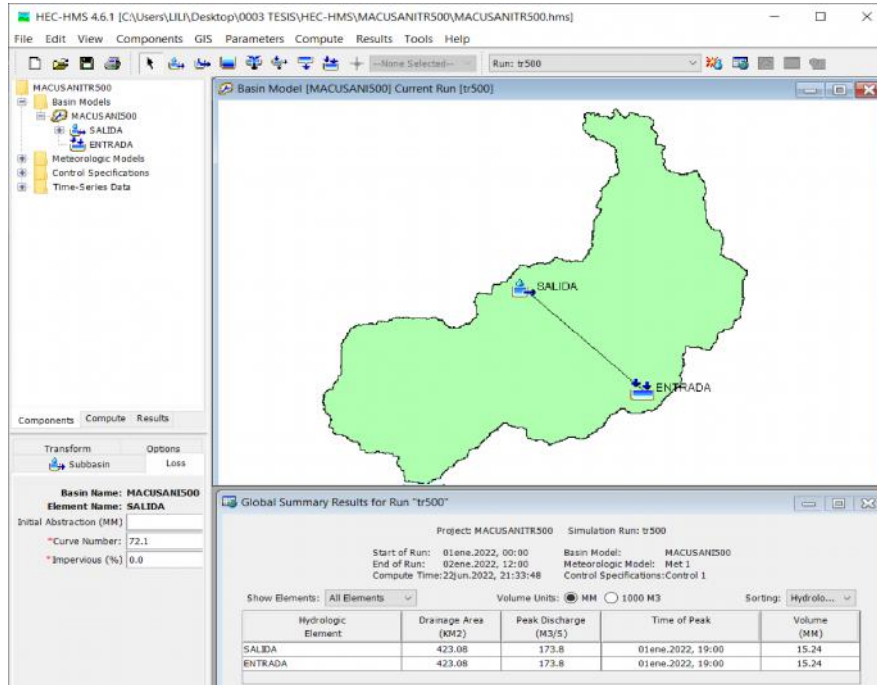
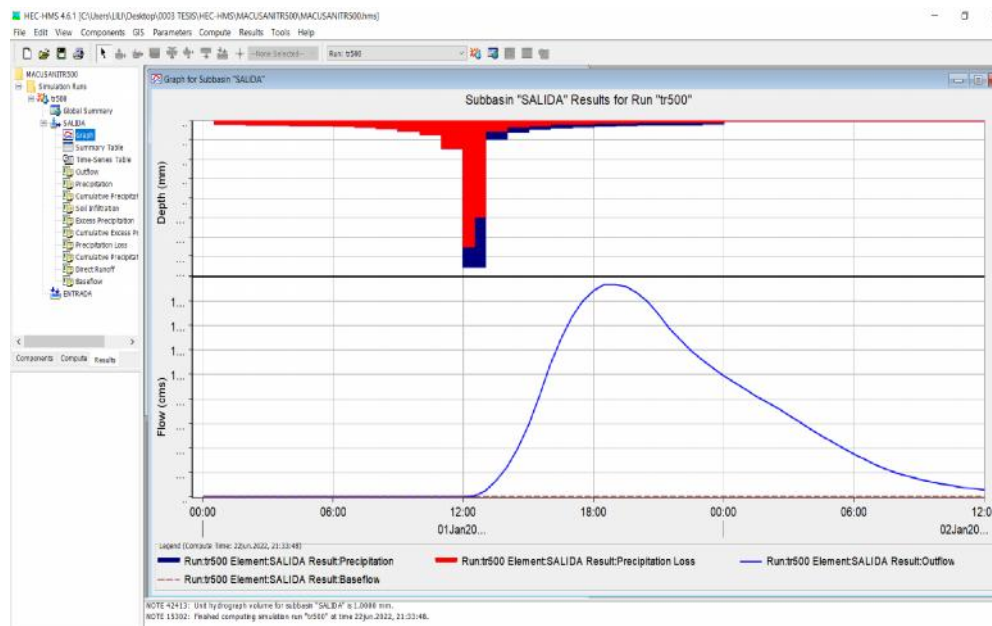


Figura C.16.

Hietograma e hidrograma de caudal máximo para un periodo de retorno de 500 años.



De lo anterior se obtiene como resultado lo siguiente:

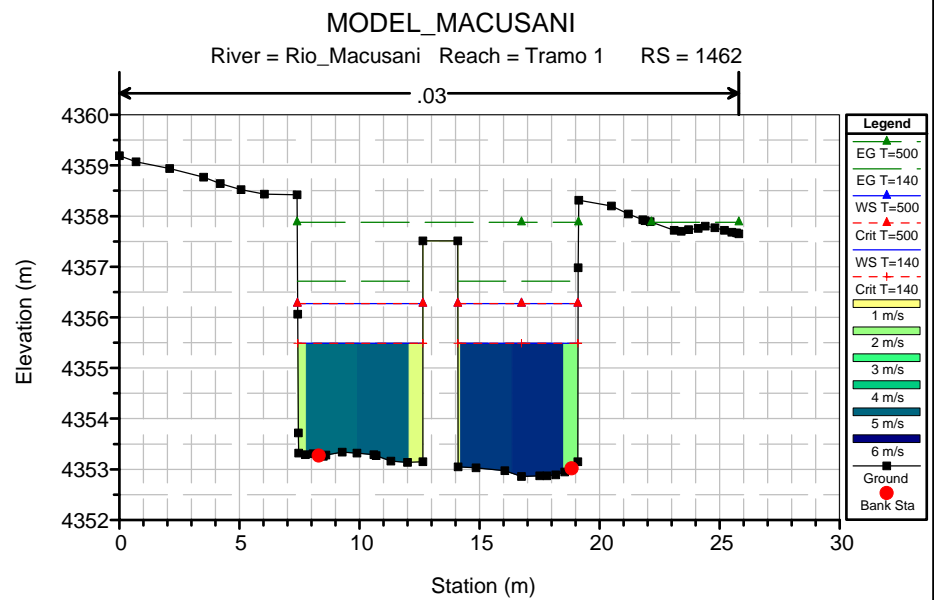
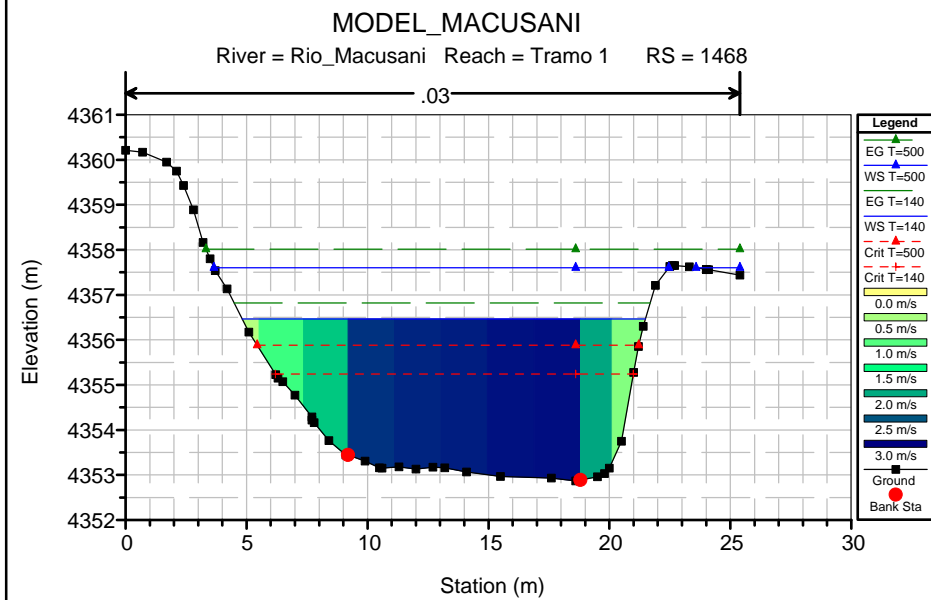
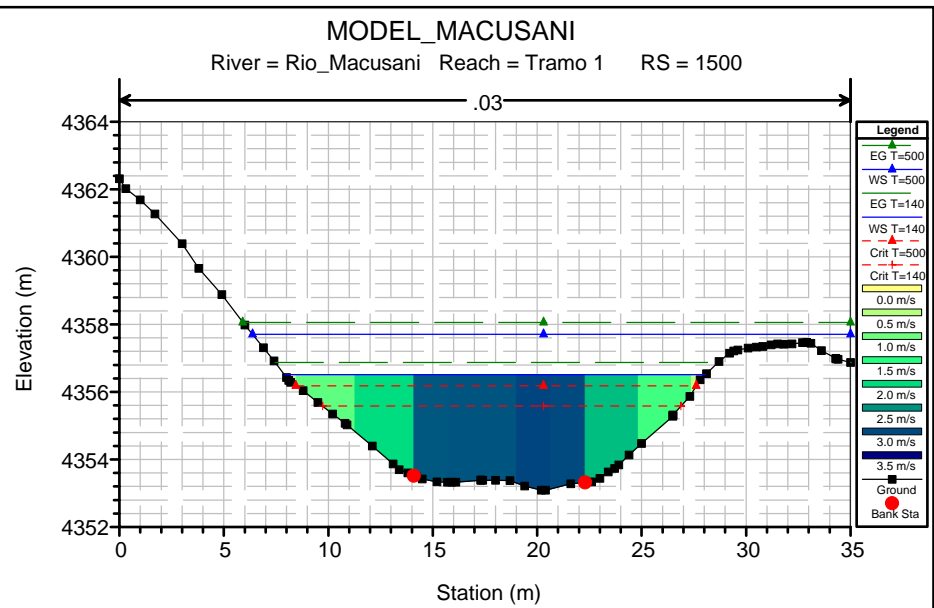
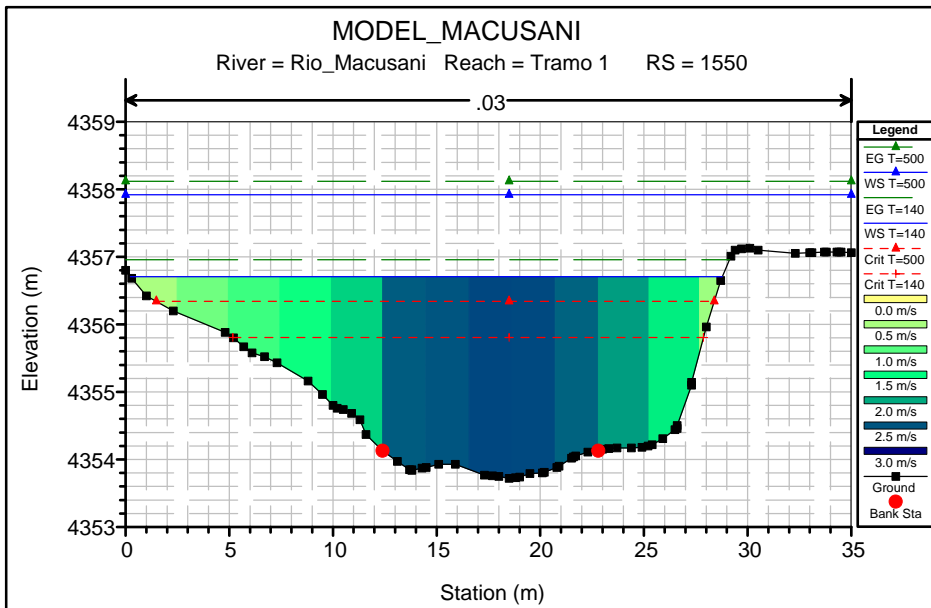
Tabla C.17.

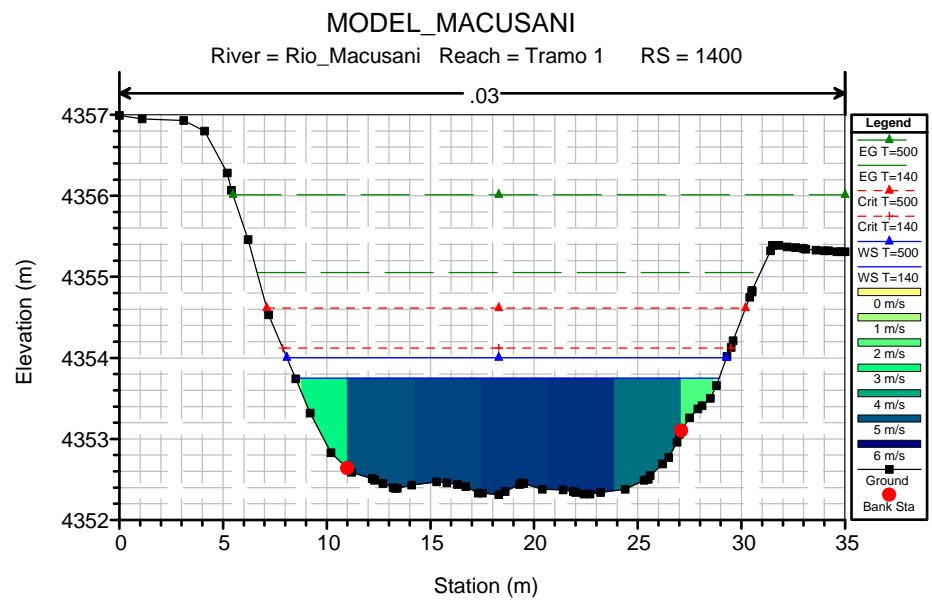
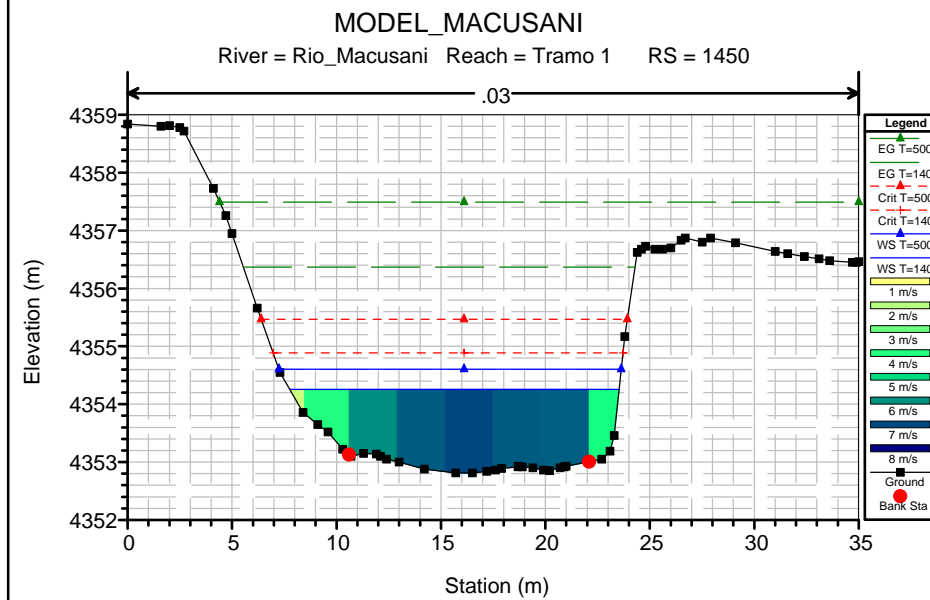
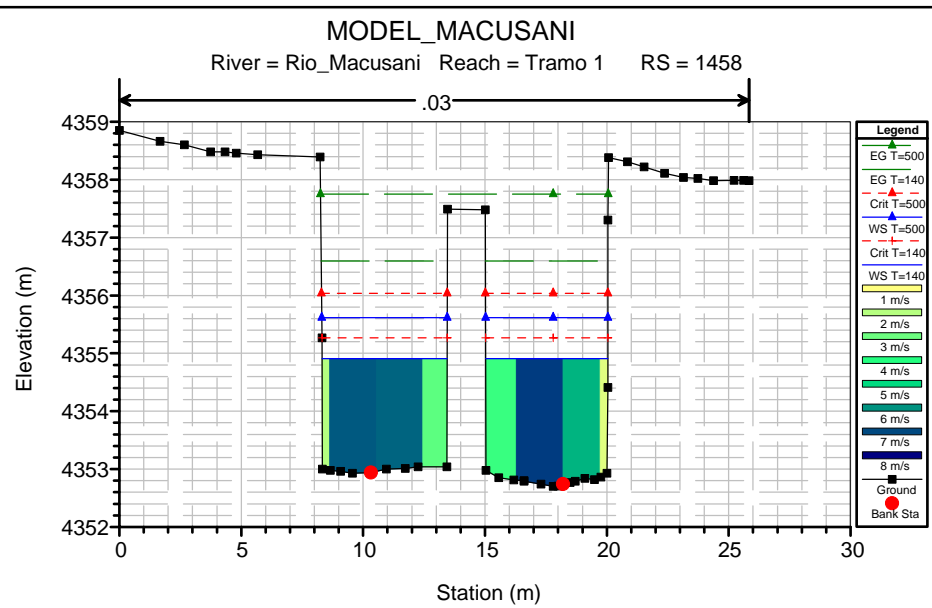
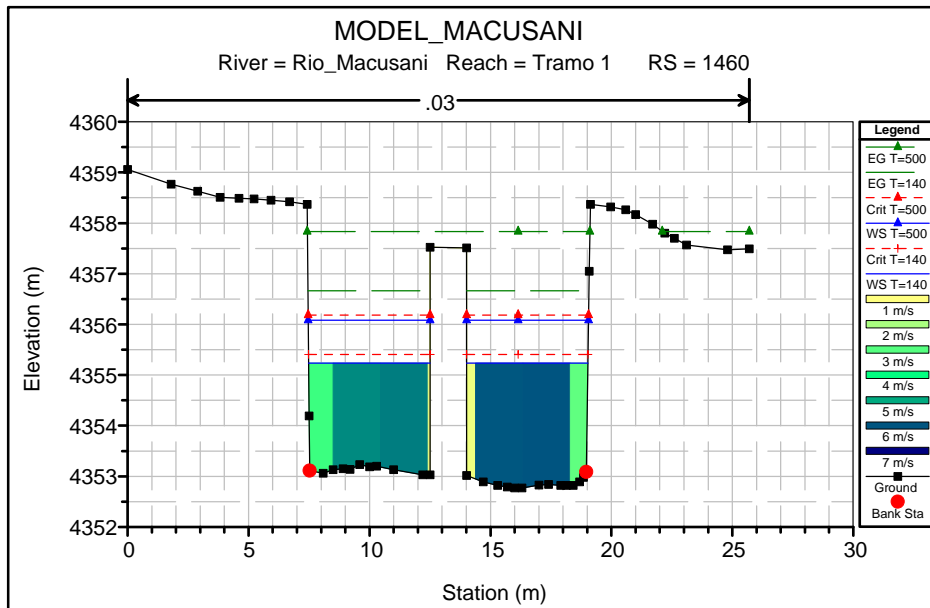
Resumen de caudales máximos para Tr 140 y 500 años – Macusani.

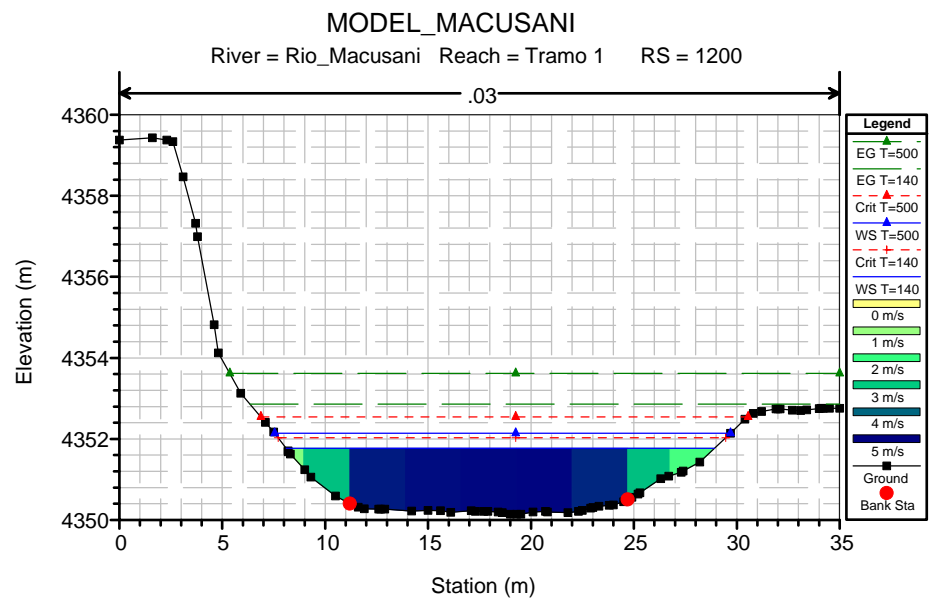
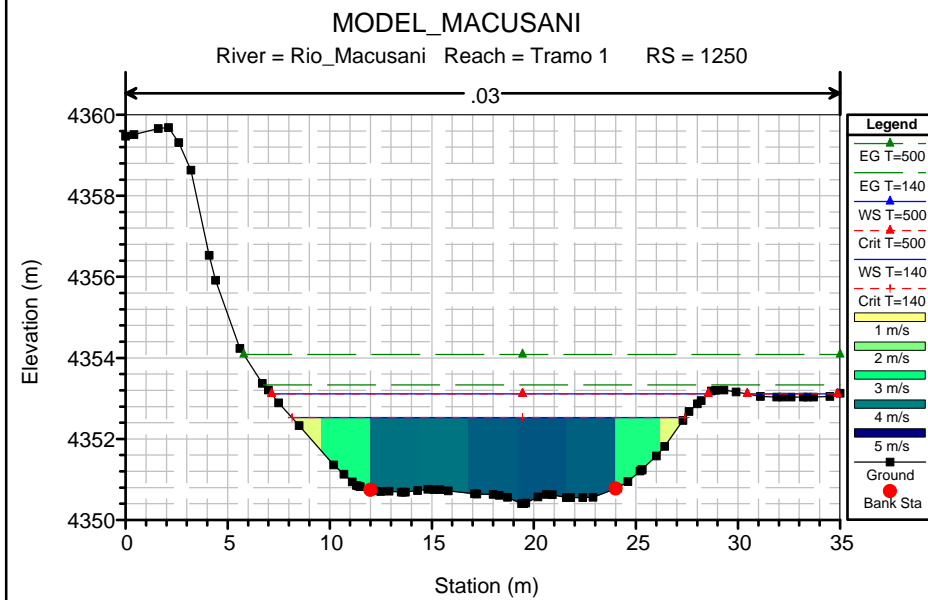
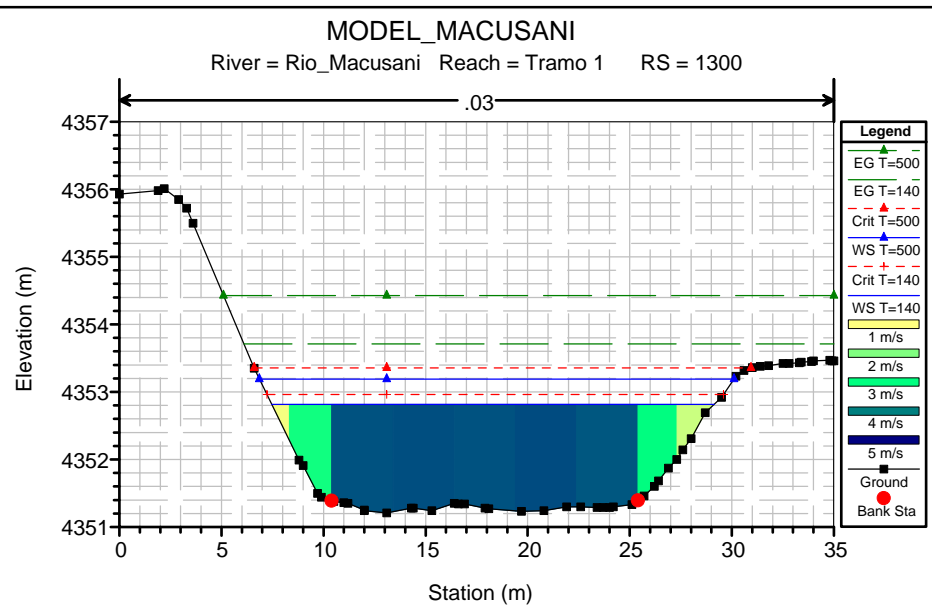
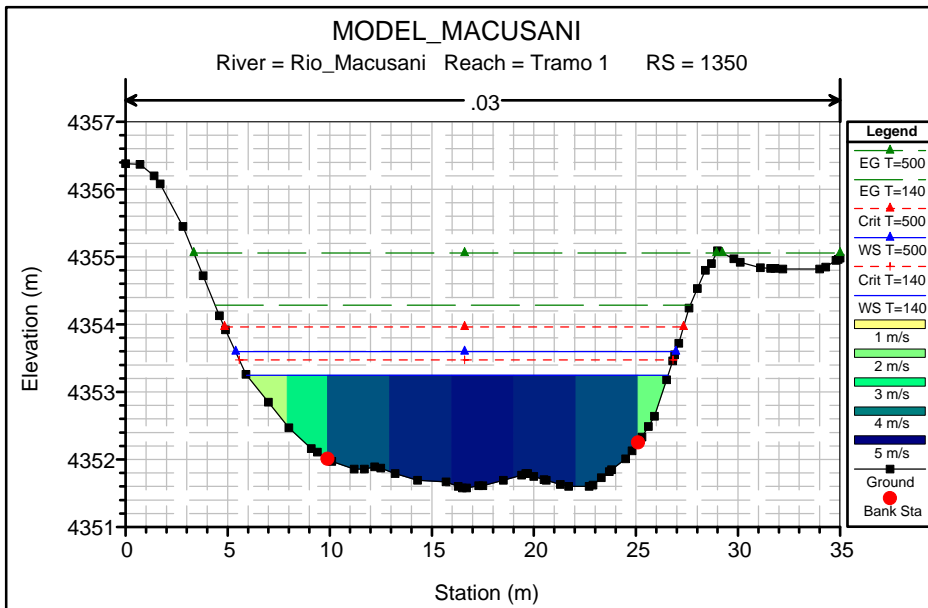
Periodo de retorno (años)	Caudales Máximos Instantáneos (m³/seg)
140	114.80
500	174.80

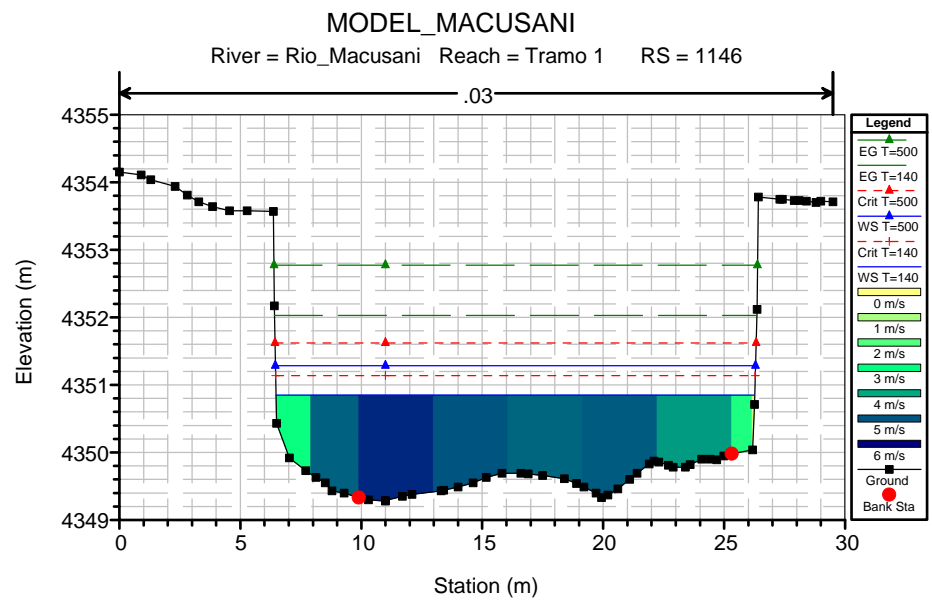
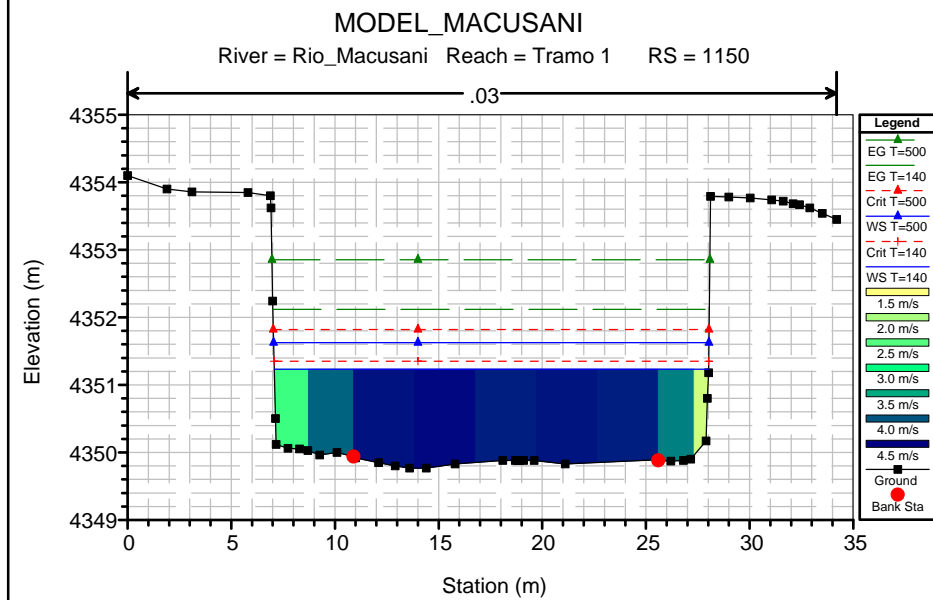
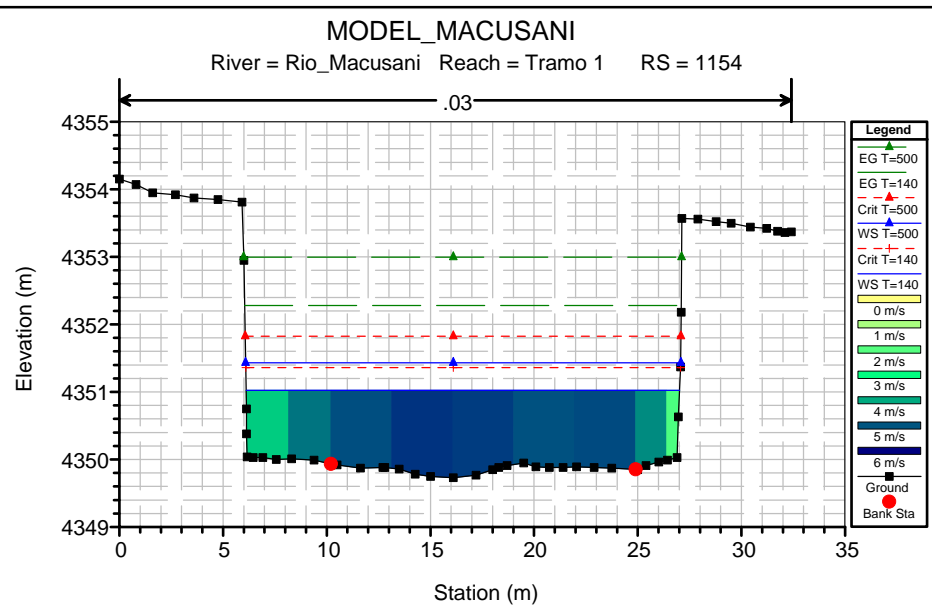
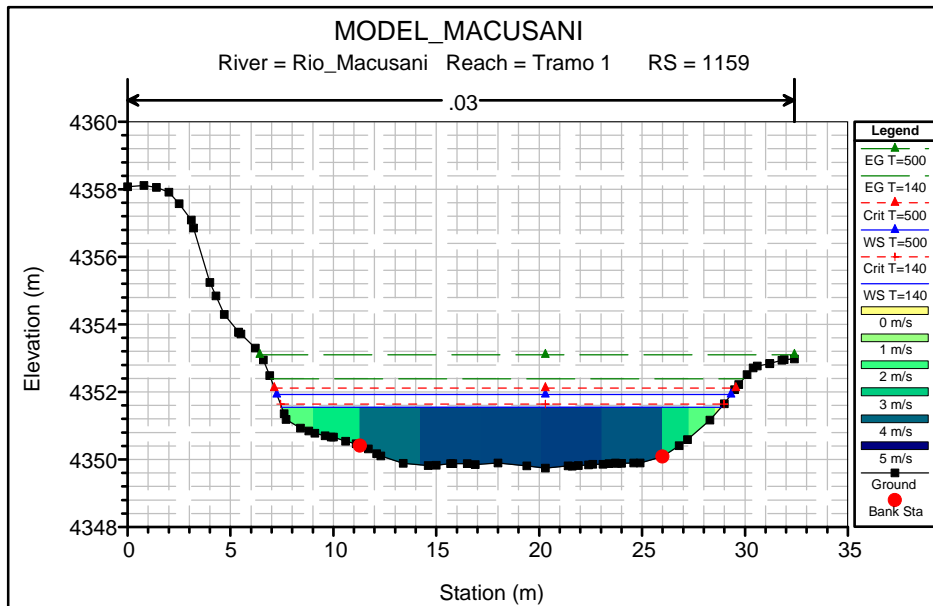
ANEXO D.
MODELAMIENTO
HIDRAÚLICO

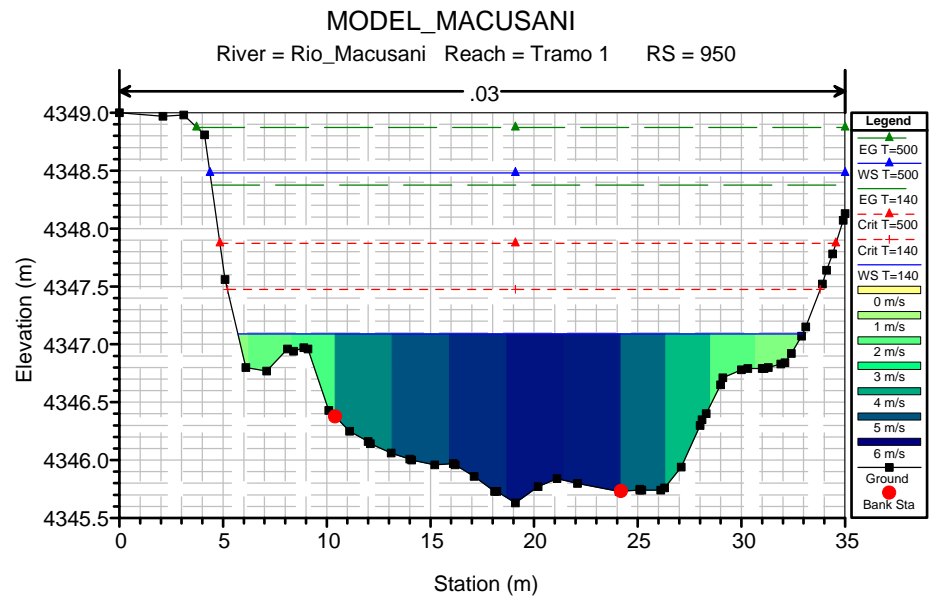
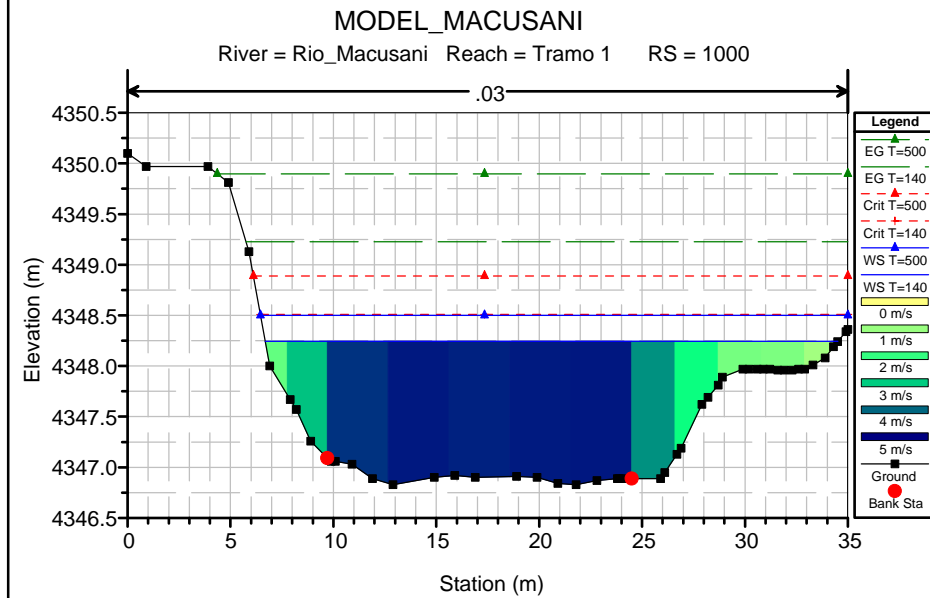
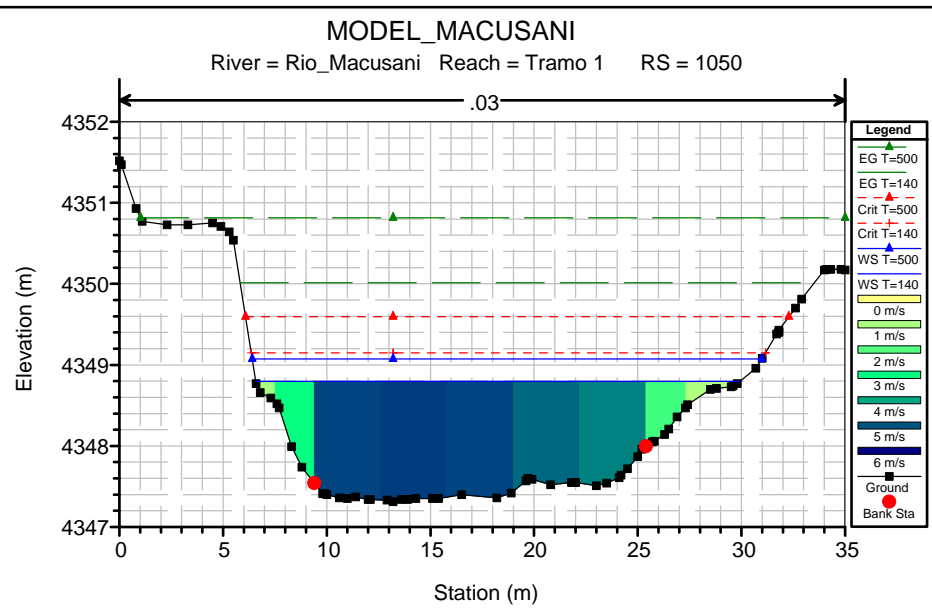
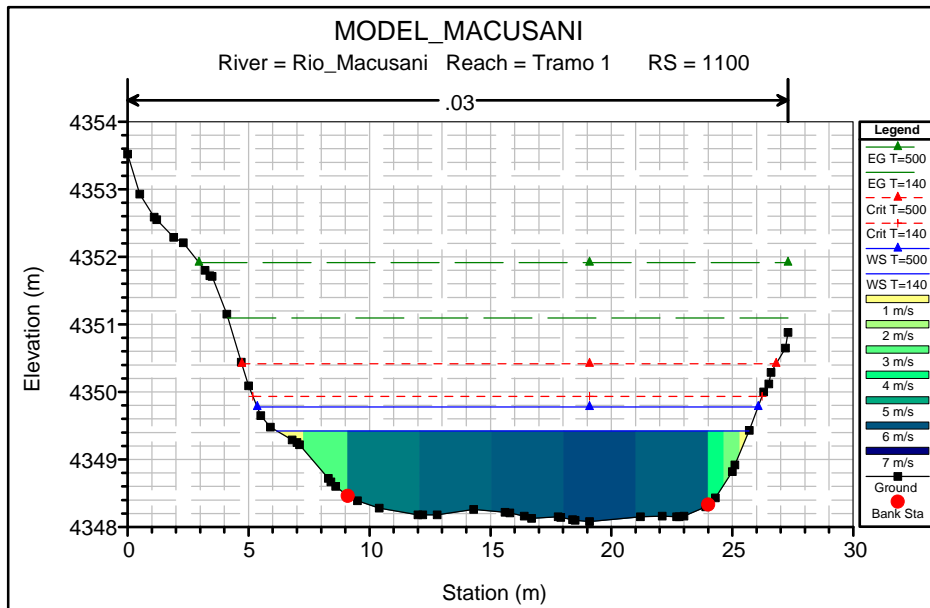
ANEXO D.1.
Secciones del río
Macusani.

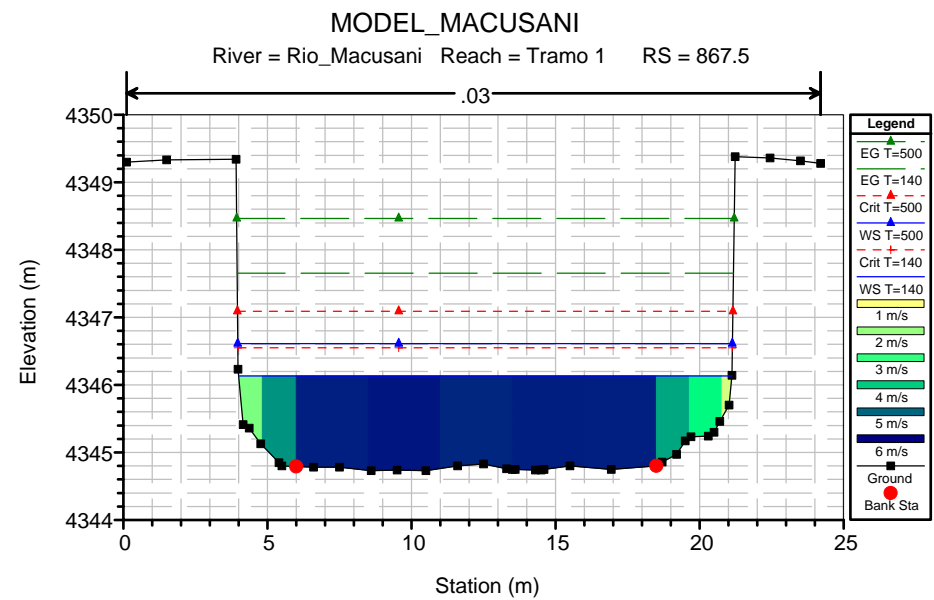
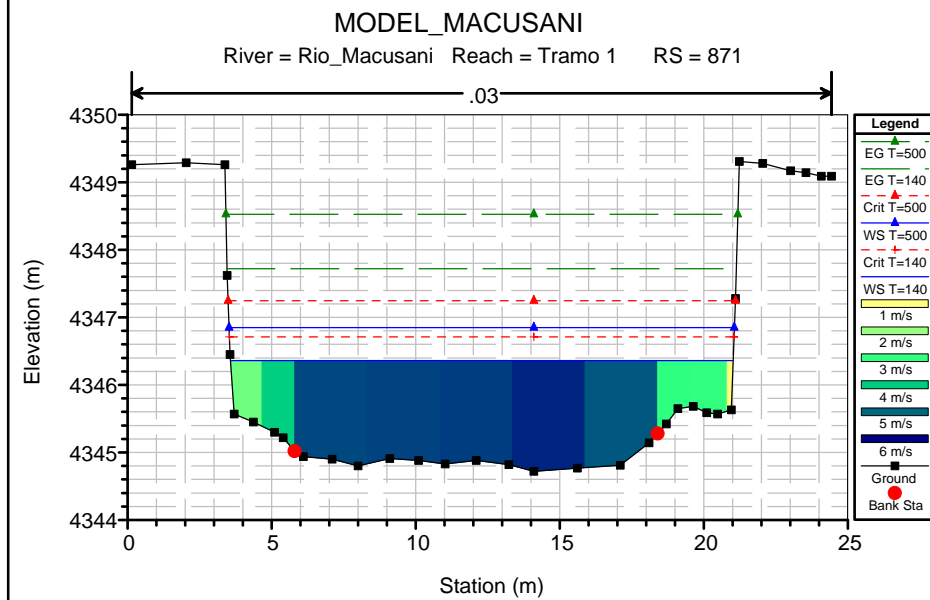
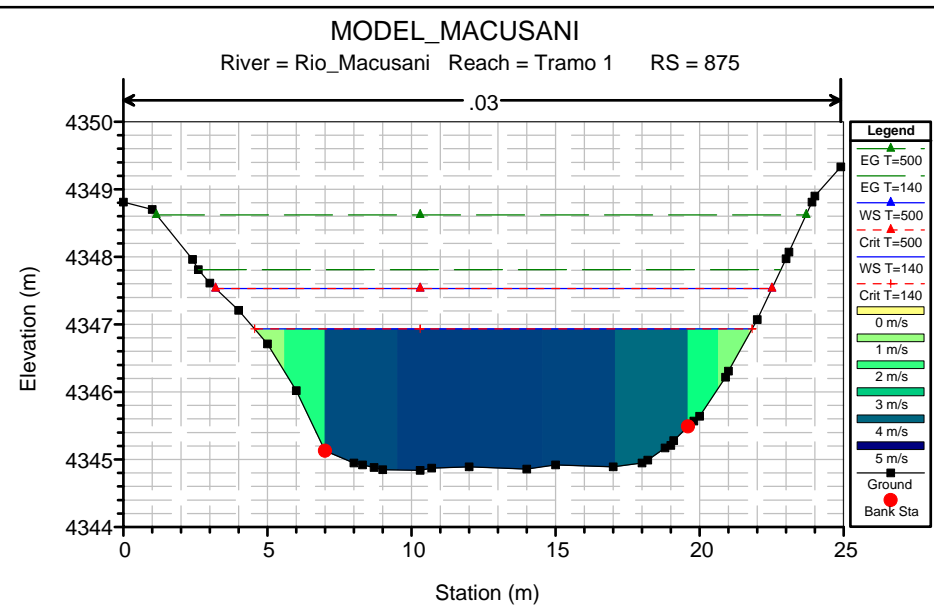
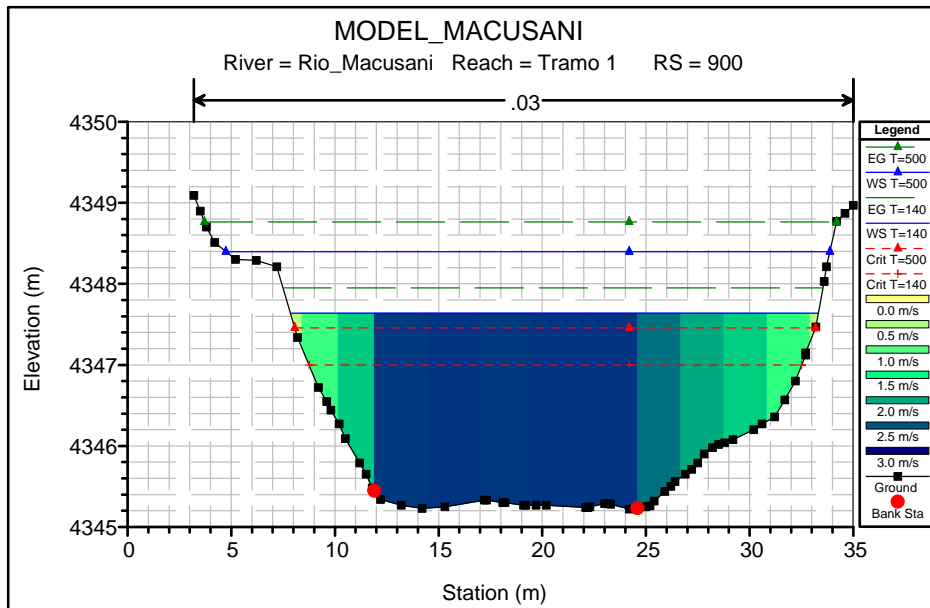


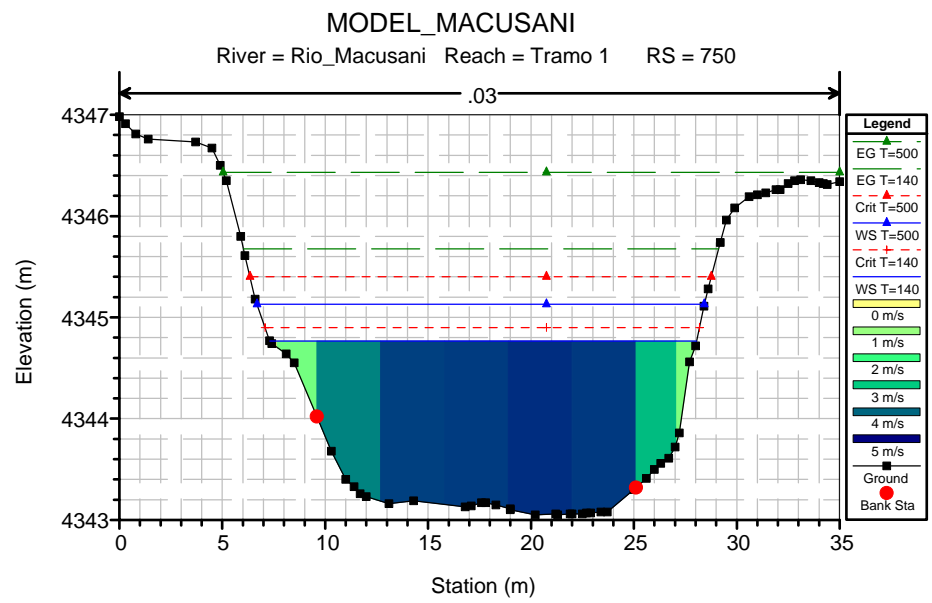
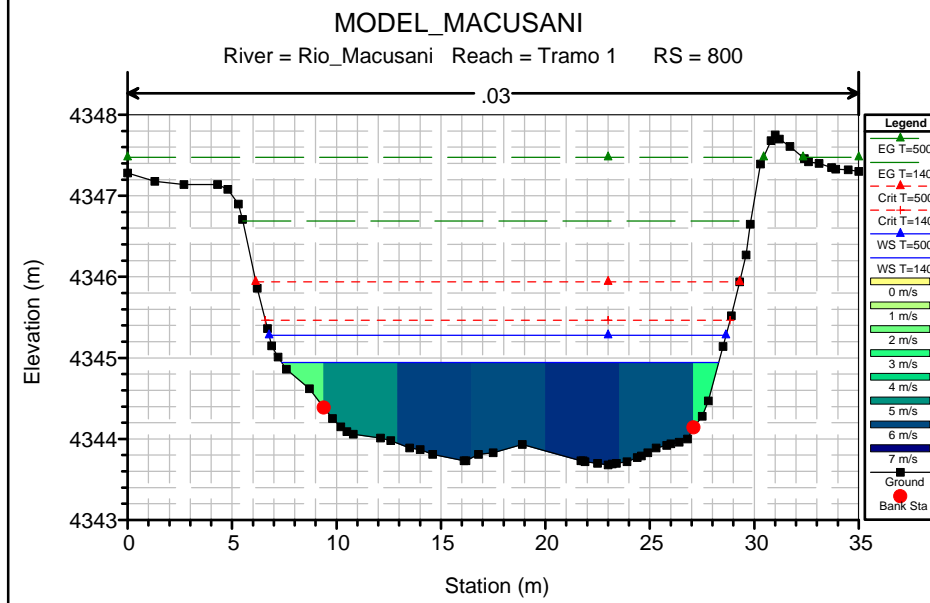
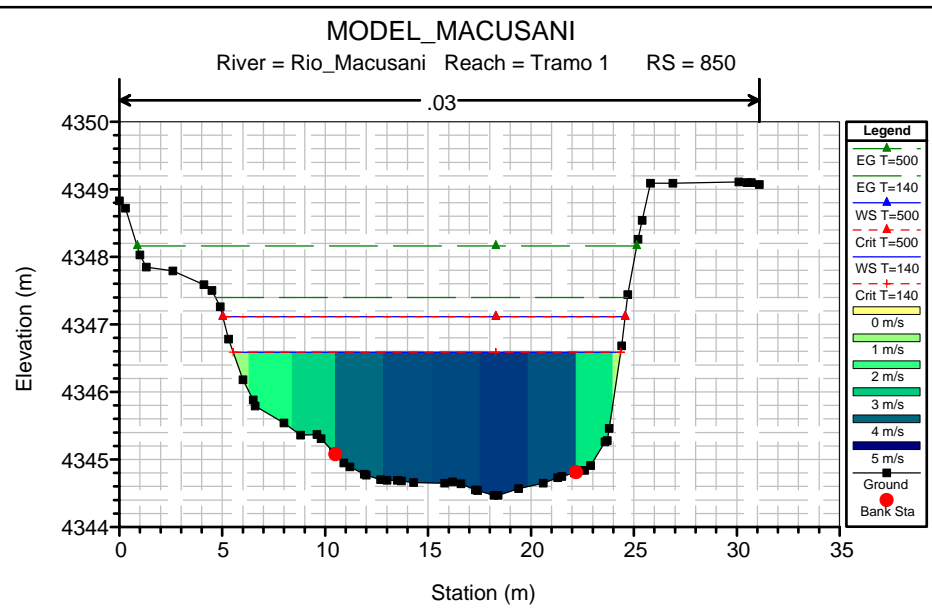
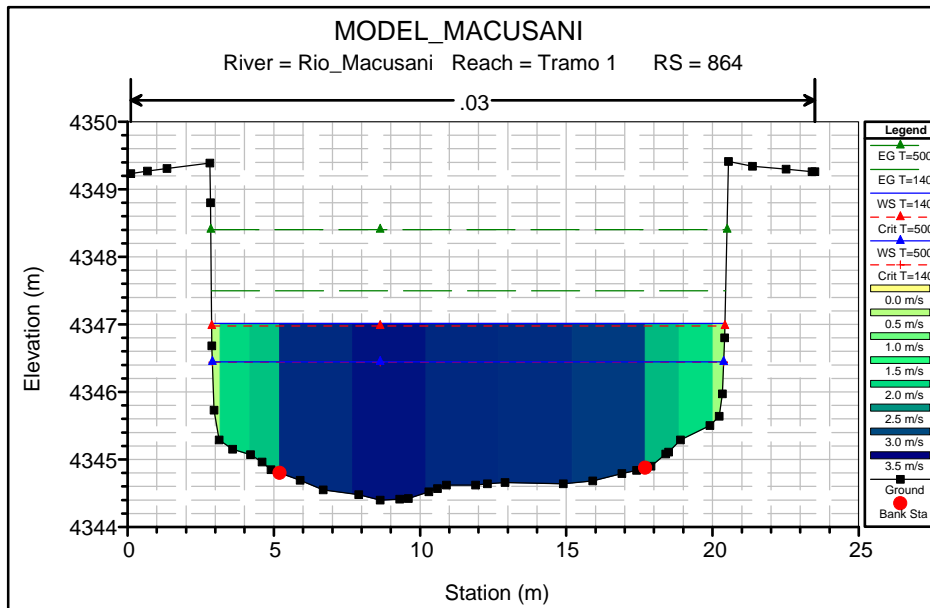


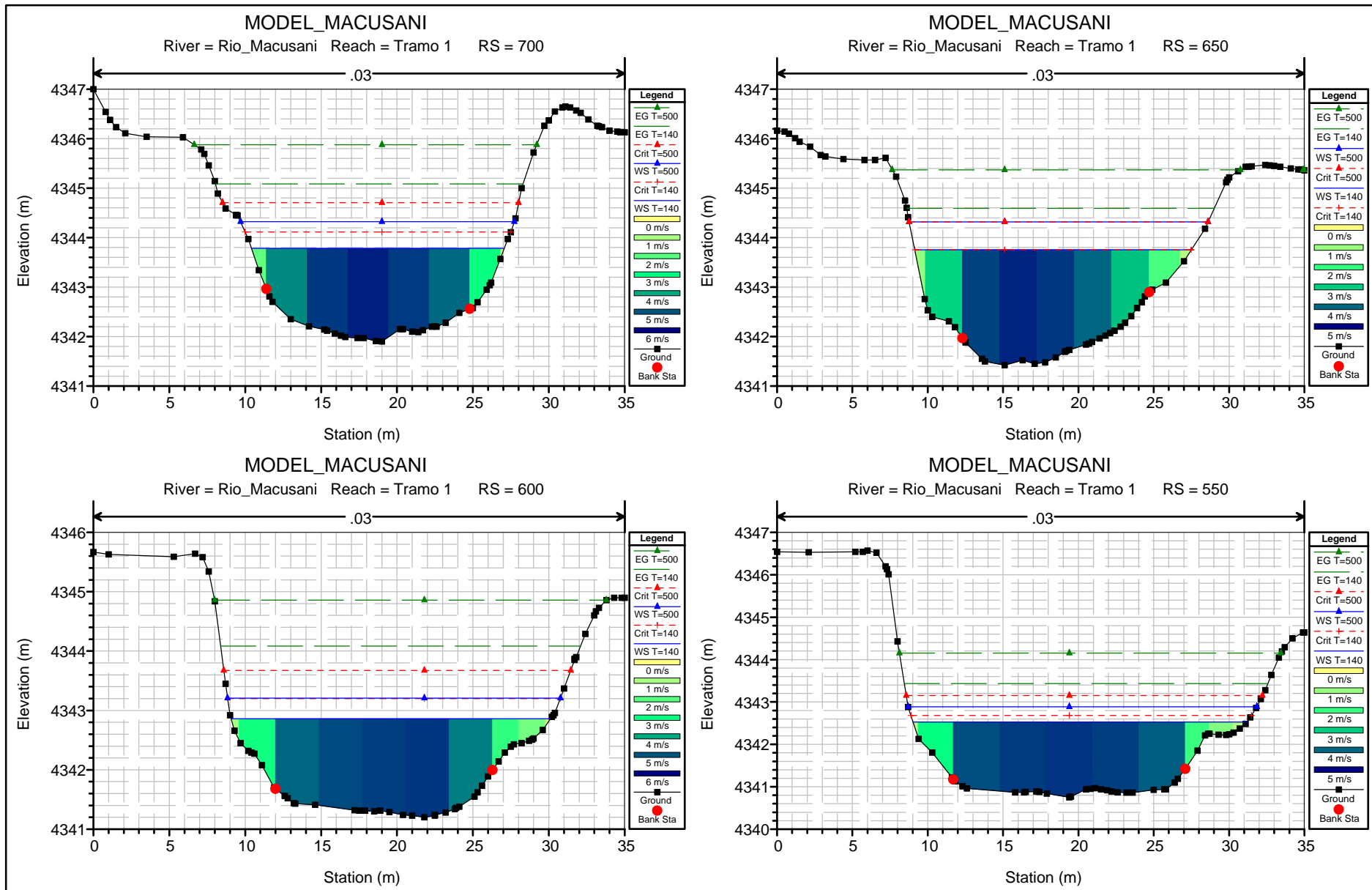


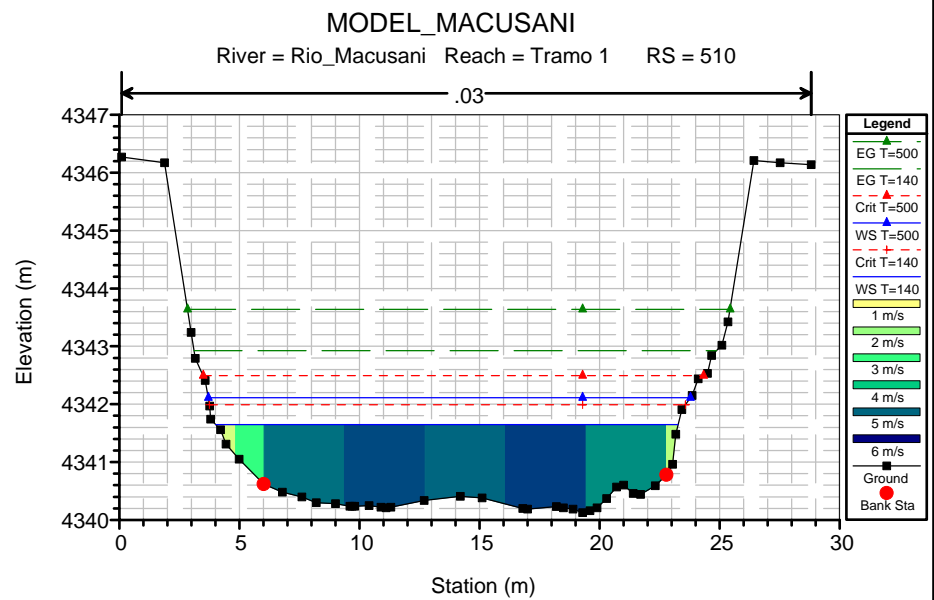
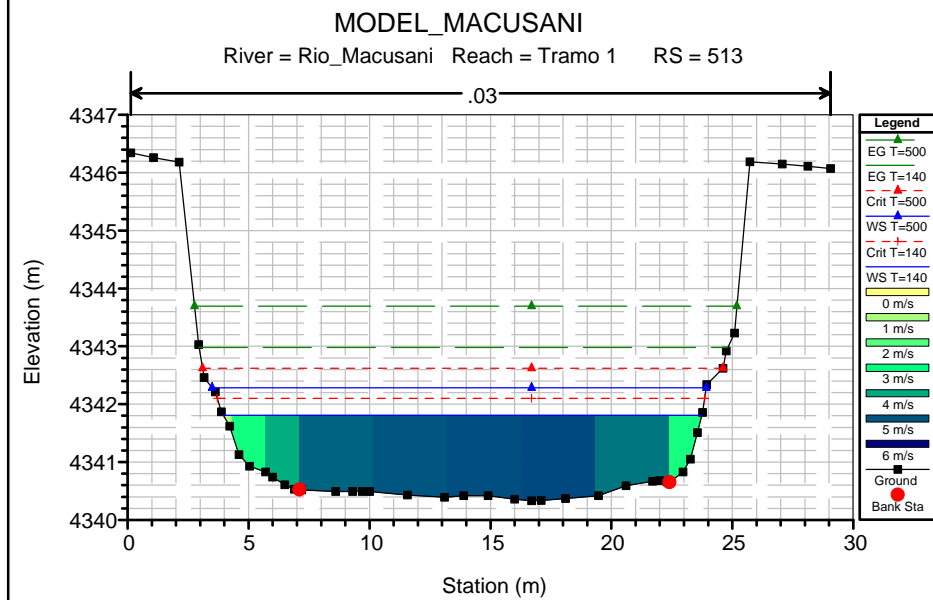
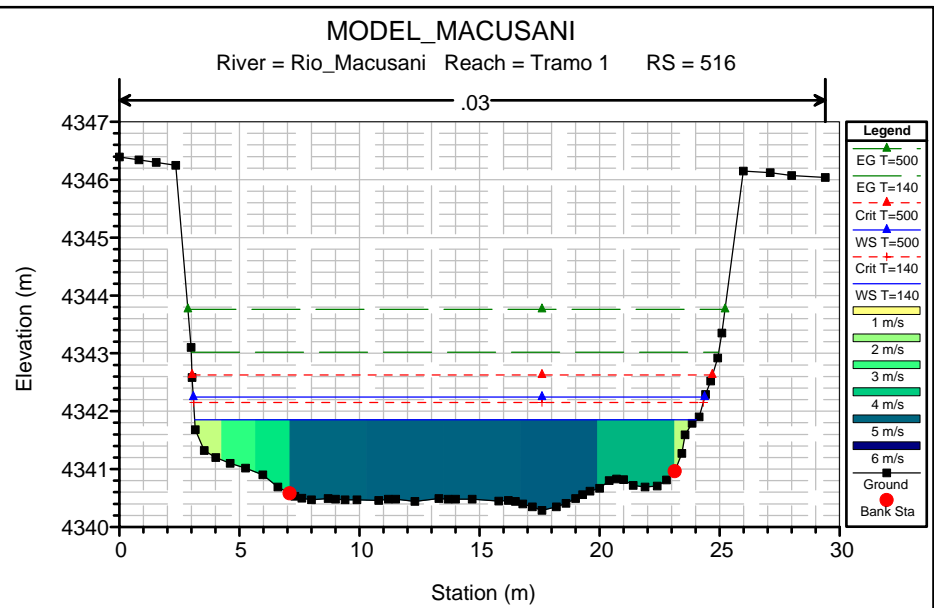
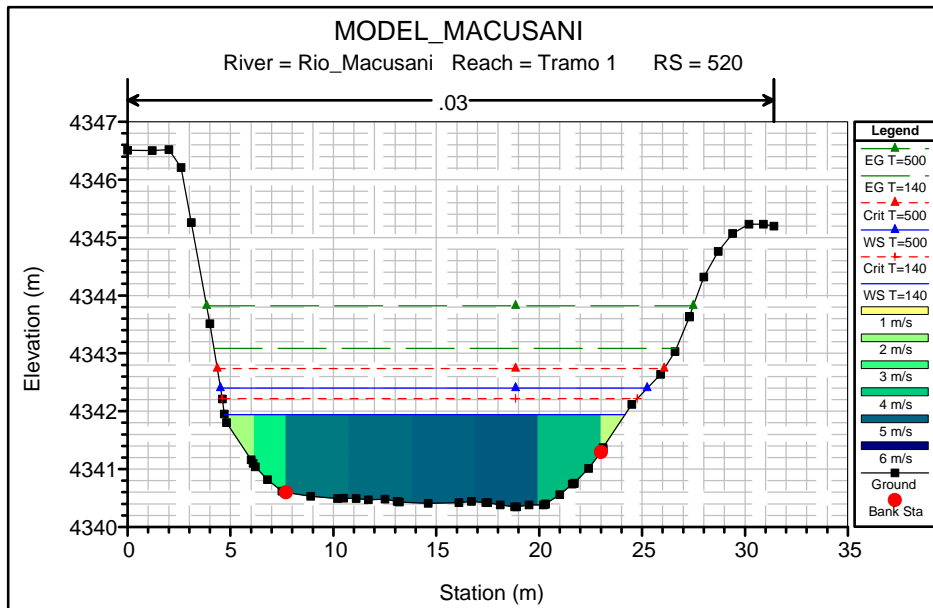


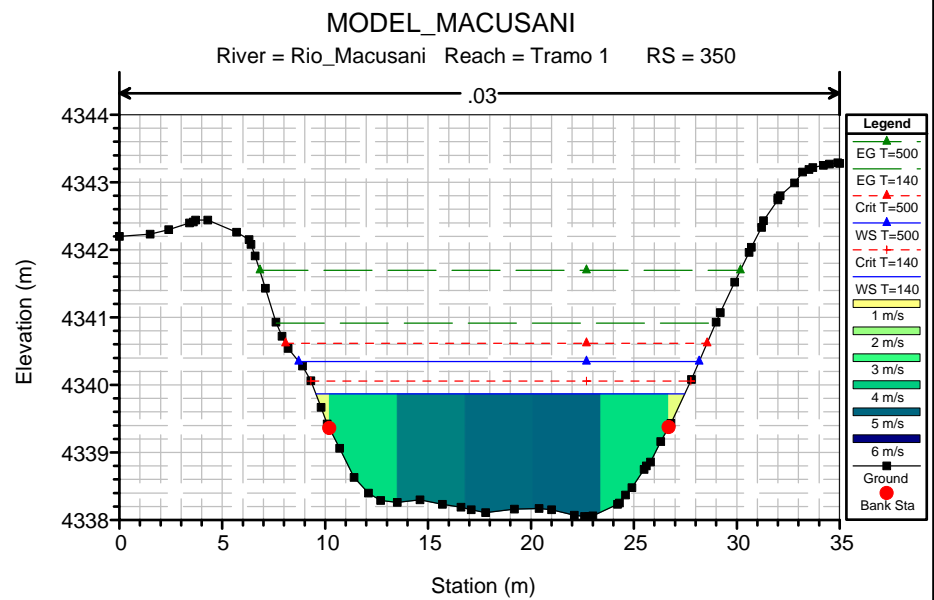
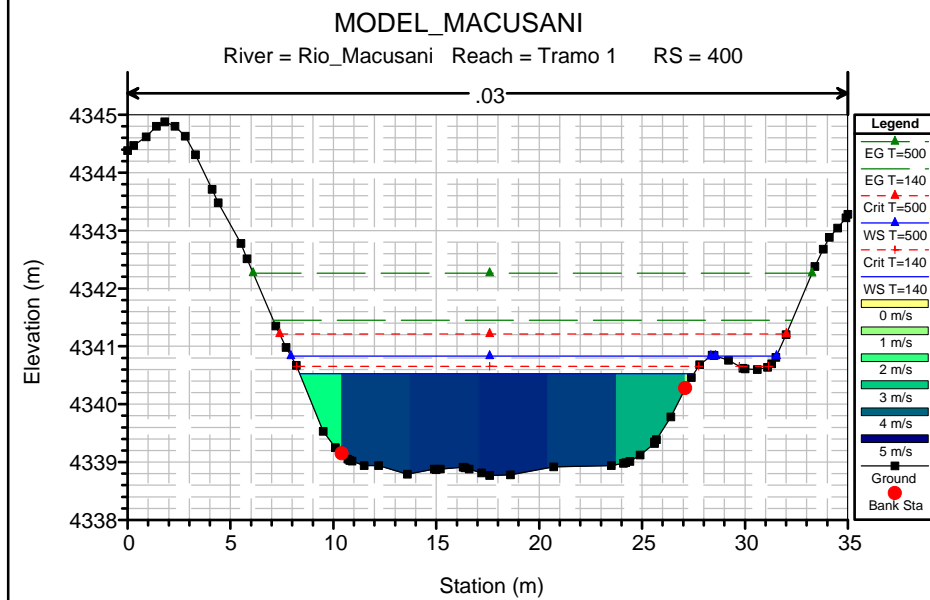
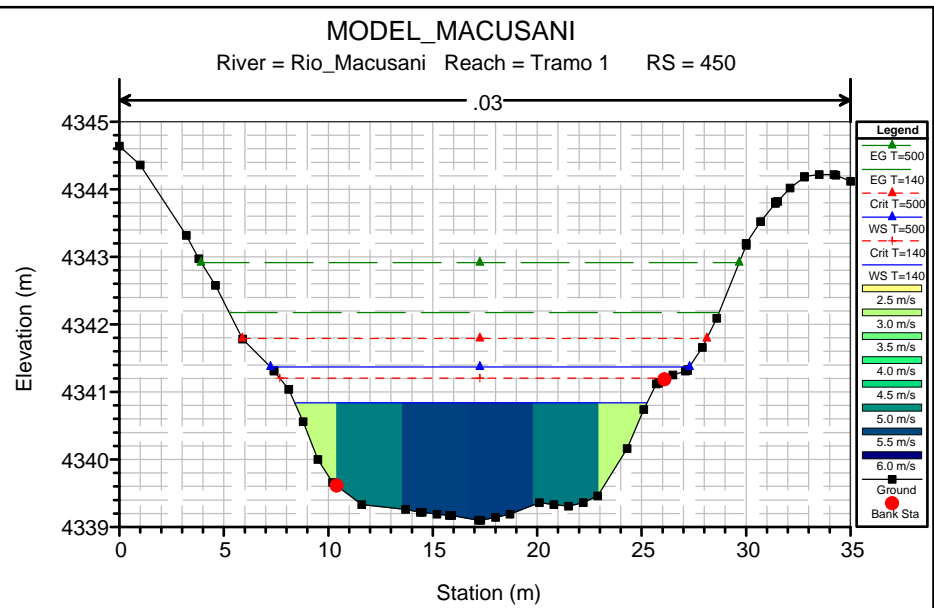
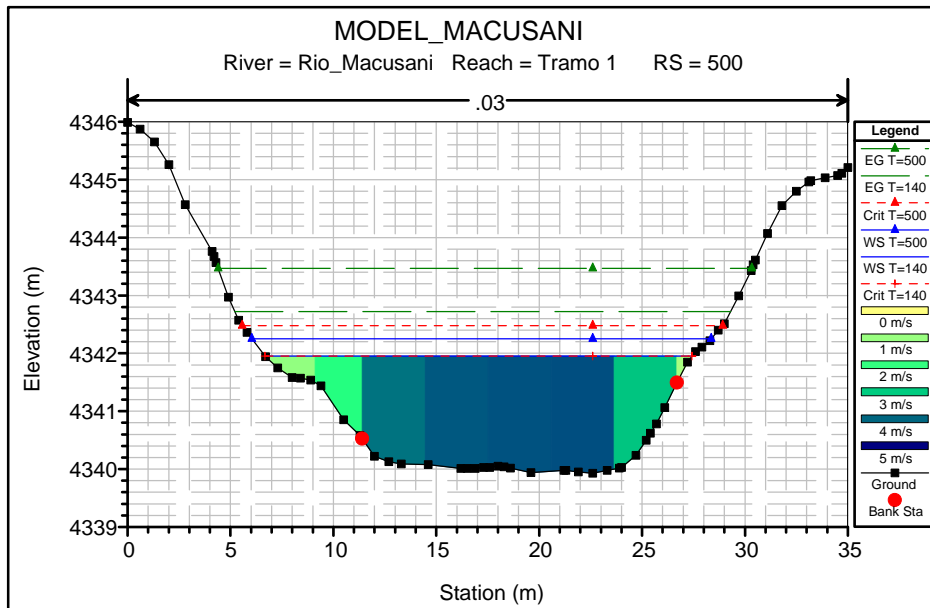


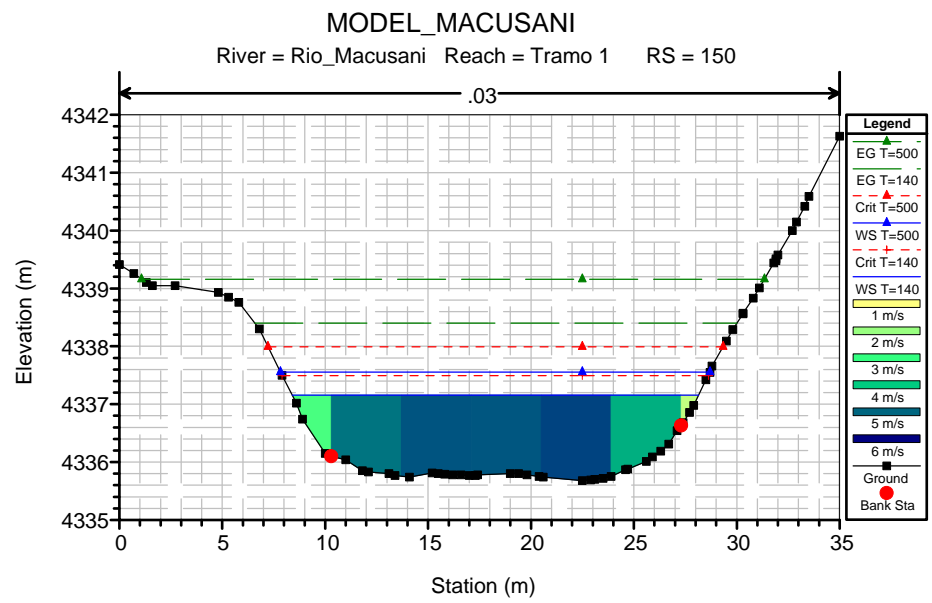
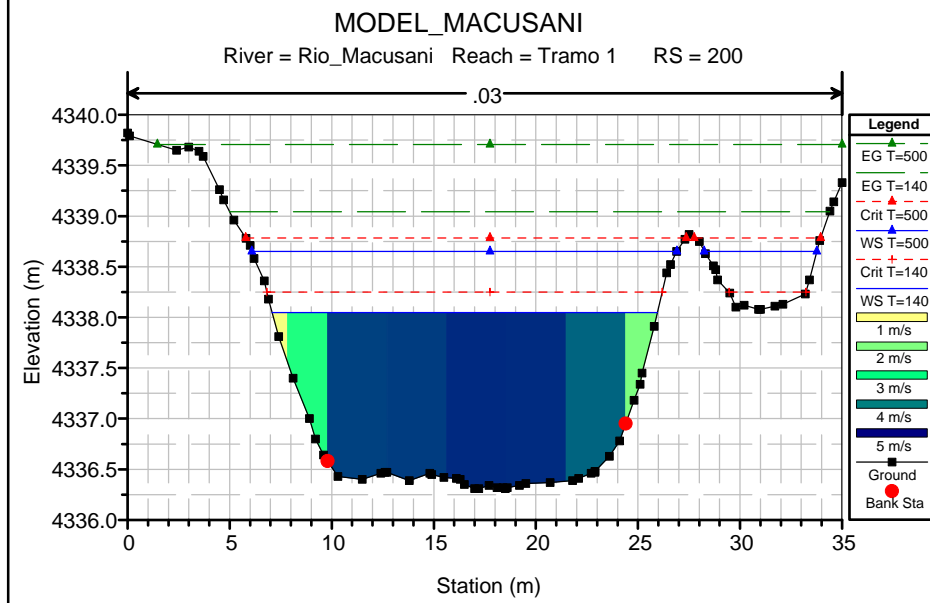
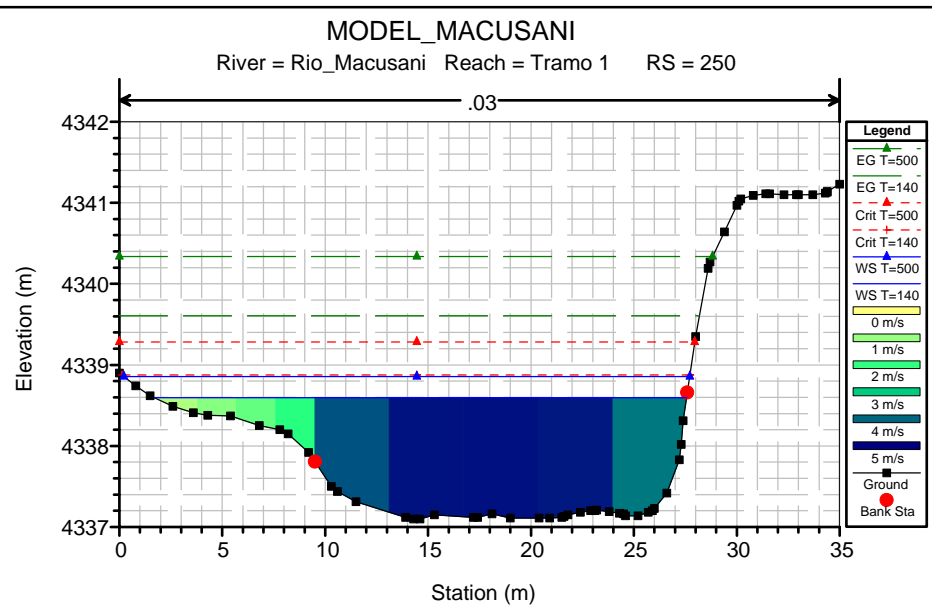
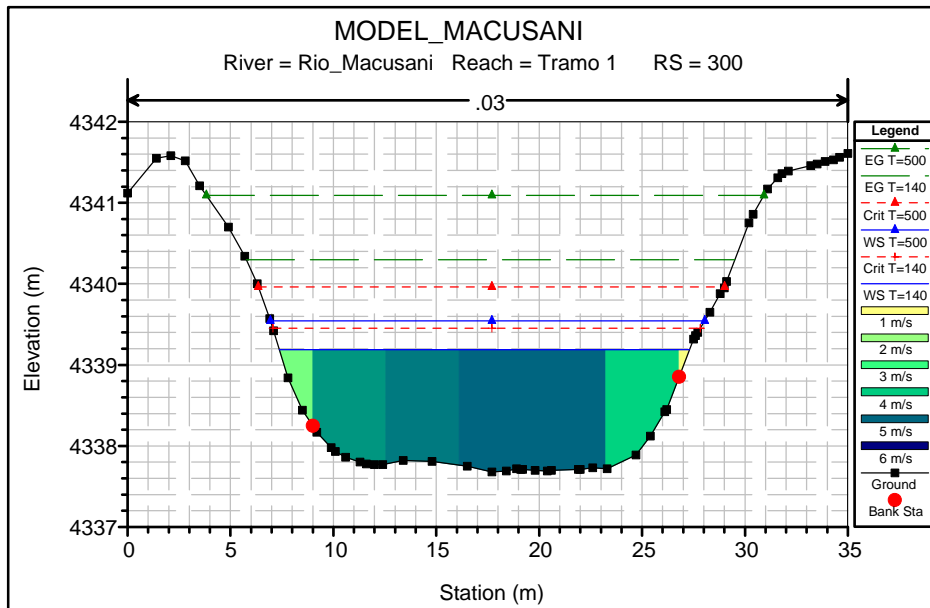


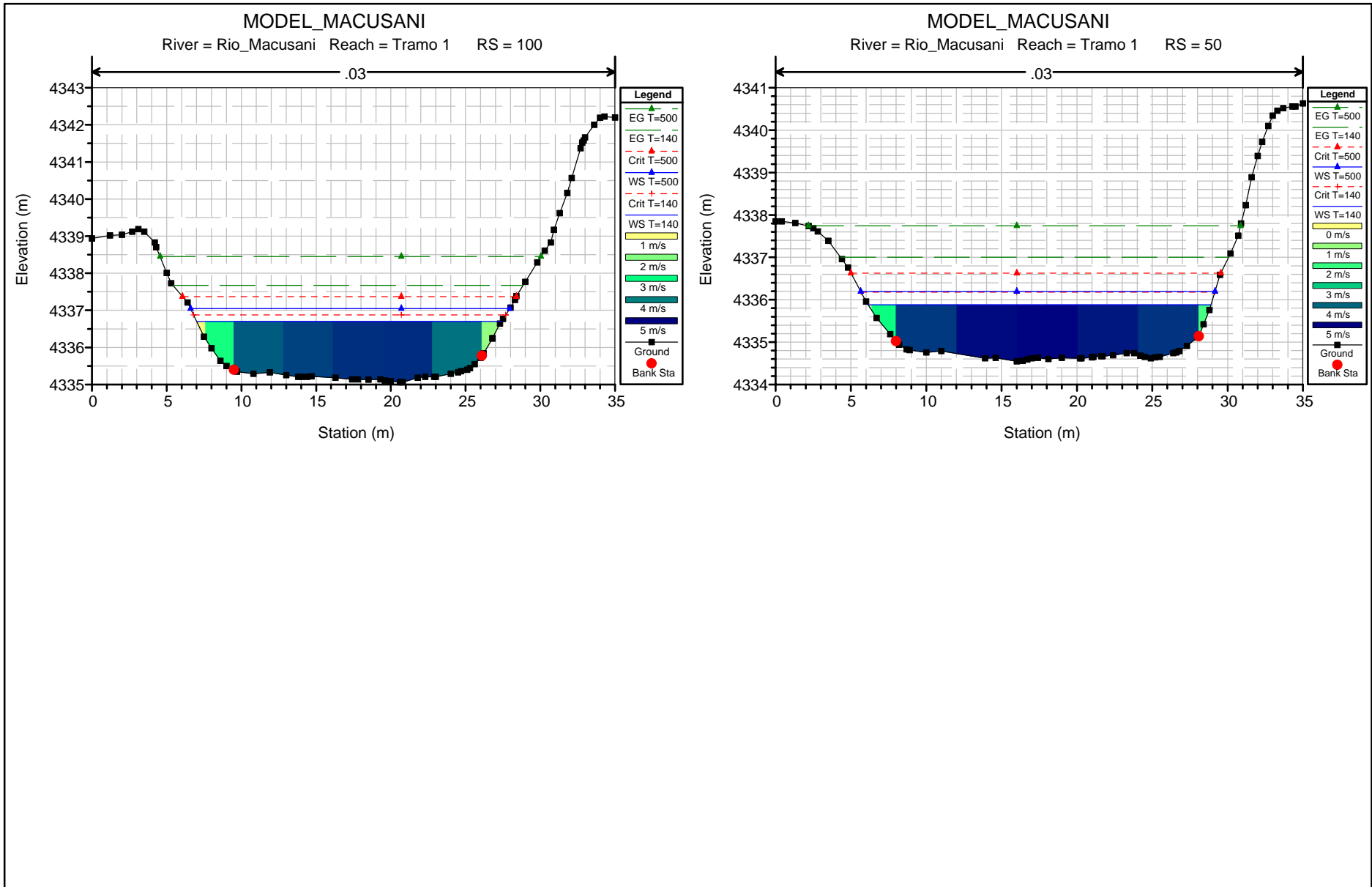










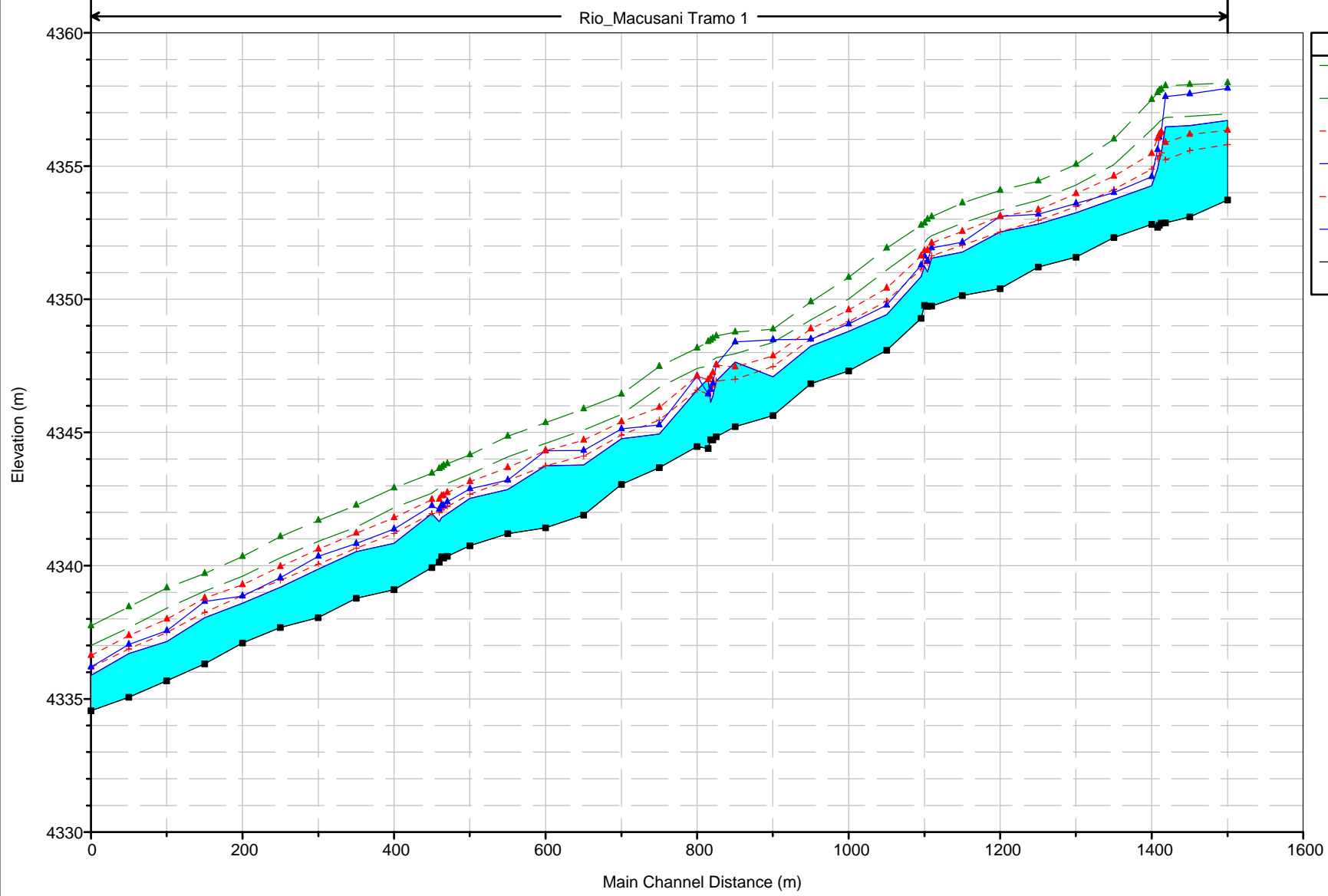


ANEXO D.2.

Perfil longitudinal del río Macusani

MODEL_MACUSANI

Rio_Macusani Tramo 1



Legend	
EG T=500	Green line with upward-pointing triangle markers
EG T=140	Red line with upward-pointing triangle markers
Crit T=500	Blue dashed line with upward-pointing triangle markers
WS T=500	Blue solid line with upward-pointing triangle markers
Crit T=140	Red dashed line with upward-pointing triangle markers
WS T=140	Red solid line with upward-pointing triangle markers
Ground	Black solid line with square markers

ANEXO D.3.
Resultados del
modelamiento
hidrológico Tr 140
años

Tramo	Estación	Periodo de retorno	Caudal (m3/s)	Fondo del cauce (m)	Nivel de agua (m)	Velocidad media (m/s)	Número de Froude
	1550	Tr 140	114.80	4353.72	4356.71	2.51	0.48
	1500	Tr 140	114.80	4353.09	4356.52	2.95	0.53
	1468	Tr 140	114.80	4352.87	4356.47	2.83	0.49
	1462	Tr 140	114.80	4352.87	4355.49	4.98	1.03
	1460	Tr 140	114.80	4352.77	4355.24	5.49	1.17
	1458	Tr 140	114.80	4352.70	4354.91	5.95	1.35
	1450	Tr 140	114.80	4352.81	4354.26	6.68	1.85
	1400	Tr 140	114.80	4352.31	4353.75	5.15	1.44
	1350	Tr 140	114.80	4351.58	4353.25	4.64	1.21
	1300	Tr 140	114.80	4351.21	4352.82	4.37	1.13
	1250	Tr 140	114.80	4350.40	4352.53	4.21	0.98
	1200	Tr 140	114.80	4350.14	4351.77	4.84	1.25
	1159	Tr 140	114.80	4349.74	4351.54	4.23	1.05
	1154	Tr 140	114.80	4349.73	4351.02	5.20	1.53
	1150	Tr 140	114.80	4349.77	4351.23	4.38	1.19
	1146	Tr 140	114.80	4349.28	4350.85	4.95	1.41
	1100	Tr 140	114.80	4348.08	4349.42	5.86	1.69
	1050	Tr 140	114.80	4347.31	4348.80	5.01	1.38
	1000	Tr 140	114.80	4346.83	4348.24	4.70	1.29
	950	Tr 140	114.80	4345.63	4347.09	5.36	1.57
	900	Tr 140	114.80	4345.22	4347.64	2.69	0.56
	875	Tr 140	114.80	4344.84	4346.93	4.26	0.96
	871	Tr 140	114.80	4344.72	4346.36	5.37	1.4
	867.5	Tr 140	114.80	4344.73	4346.13	5.70	1.56
	864	Tr 140	114.80	4344.40	4347.02	3.23	0.66
	850	Tr 140	114.80	4344.47	4346.59	4.23	0.98
	800	Tr 140	114.80	4343.68	4344.94	5.91	1.83
	750	Tr 140	114.80	4343.05	4344.77	4.33	1.1
	700	Tr 140	114.80	4341.90	4343.78	5.15	1.31
	650	Tr 140	114.80	4341.42	4343.75	4.21	0.96
	600	Tr 140	114.80	4341.20	4342.86	5.05	1.33
	550	Tr 140	114.80	4340.75	4342.52	4.33	1.09
	520	Tr 140	114.80	4340.35	4341.94	4.84	1.29
	516	Tr 140	114.80	4340.29	4341.85	4.91	1.36
	513	Tr 140	114.80	4340.33	4341.81	4.94	1.36
	510	Tr 140	114.80	4340.13	4341.65	5.06	1.41
	500	Tr 140	114.80	4339.93	4341.95	3.95	0.94
	450	Tr 140	114.80	4339.10	4340.84	5.18	1.38
	400	Tr 140	114.80	4338.77	4340.53	4.30	1.11
	350	Tr 140	114.80	4338.05	4339.87	4.55	1.18
	300	Tr 140	114.80	4337.68	4339.19	4.70	1.29
	250	Tr 140	114.80	4337.10	4338.59	4.52	1.24
	200	Tr 140	114.80	4336.31	4338.05	4.52	1.13
	150	Tr 141	114.80	4335.68	4337.16	5	1.4
	100	Tr 142	114.8	4335.06	4336.7	4.44	1.17
	50	Tr 143	114.8	4334.55	4335.88	4.73	1.39

RIO MACUSANI

ANEXO D.4.
Resultados del
modelamiento
hidrológico Tr 500
años

Tramo	Estación	Periodo de retorno	Caudal (m3/s)	Fondo del cauce (m)	Nivel de agua (m)	Velocidad media (m/s)	Número de Froude
	1550	Tr 500	173.80	4353.72	4357.92	2.31	0.37
	1500	Tr 500	173.80	4353.09	4357.71	3.05	0.46
	1468	Tr 500	173.80	4352.87	4357.60	3.11	0.47
	1462	Tr 500	173.80	4352.87	4356.27	5.70	1.02
	1460	Tr 500	173.80	4352.77	4356.08	6.08	1.10
	1458	Tr 500	173.80	4352.70	4355.62	6.72	1.31
	1450	Tr 500	173.80	4352.81	4354.60	7.86	1.94
	1400	Tr 500	173.80	4352.31	4354.00	6.44	1.65
	1350	Tr 500	173.80	4351.58	4353.60	5.54	1.30
	1300	Tr 500	173.80	4351.21	4353.19	5.17	1.20
	1250	Tr 500	173.80	4350.40	4353.11	4.68	0.95
	1200	Tr 500	173.80	4350.14	4352.14	5.68	1.32
	1159	Tr 500	173.80	4349.74	4351.93	5.02	1.13
	1154	Tr 500	173.80	4349.73	4351.43	5.84	1.48
	1150	Tr 500	173.80	4349.77	4351.63	5.17	1.24
	1146	Tr 500	173.80	4349.28	4351.28	5.59	1.37
	1100	Tr 500	173.80	4348.08	4349.78	6.69	1.70
	1050	Tr 500	173.80	4347.31	4349.07	6.06	1.52
	1000	Tr 500	173.80	4346.83	4348.50	5.65	1.43
	950	Tr 500	173.80	4345.63	4348.48	3.05	0.61
	900	Tr 500	173.80	4345.22	4348.40	2.95	0.53
	875	Tr 500	173.80	4344.84	4347.53	4.80	0.95
	871	Tr 500	173.80	4344.72	4346.85	6.00	1.36
	867.5	Tr 500	173.80	4344.73	4346.61	6.33	1.49
	864	Tr 500	173.80	4344.40	4346.45	6.49	1.53
	850	Tr 500	173.80	4344.47	4347.11	4.84	0.99
	800	Tr 500	173.80	4343.68	4345.28	6.68	1.80
	750	Tr 500	173.80	4343.05	4345.13	5.22	1.20
	700	Tr 500	173.80	4341.90	4344.32	5.67	1.24
	650	Tr 500	173.80	4341.42	4344.32	4.77	0.96
	600	Tr 500	173.80	4341.20	4343.21	5.92	1.40
	550	Tr 500	173.80	4340.75	4342.89	5.17	1.18
	520	Tr 500	173.80	4340.35	4342.40	5.44	1.26
	516	Tr 500	173.80	4340.29	4342.25	5.62	1.37
	513	Tr 500	173.80	4340.33	4342.29	5.45	1.29
	510	Tr 500	173.80	4340.13	4342.11	5.56	1.33
	500	Tr 500	173.80	4339.93	4342.25	5.02	1.11
	450	Tr 500	173.80	4339.10	4341.37	5.60	1.30
	400	Tr 500	173.80	4338.77	4340.83	5.39	1.27
	350	Tr 500	173.80	4338.05	4340.35	5.18	1.17
	300	Tr 500	173.80	4337.68	4339.55	5.57	1.36
	250	Tr 500	173.80	4337.10	4338.86	5.54	1.39
	200	Tr 500	173.80	4336.31	4338.65	4.75	1.02
	150	Tr 500	173.8	4335.68	4337.56	5.7	1.39
	100	Tr 500	173.8	4335.06	4337.05	5.37	1.28
	50	Tr 500	173.8	4334.55	4336.2	5.57	1.45

RIO MACUSANI

ANEXO E.
PANEL
FOTOGRAFÍCO

E. Panel fotográfico.

Figura E.1.

Vista del puente Berroa.



Nota: la fotografía se tomo en el mes de noviembre, temporada donde el nivel del río es bajo.

Figura E.2.

Vista del Puente Tupac Amaru.



Figura E.3.

Vista del puente carrozable.



Figura E.4.

Diálogo con los pobladores.



Nota: Durante la visita a campo se dialogó con los pobladores acerca de el comportamiento del río en épocas de lluvia, y los problemas que causa el incremento de los caudales.

Figura E.5.

Medición de estructuras, puente Berroa.



Figura E.6.

Medición de estructuras, puente Tupac Amaru.



Figura E.7.

Medición de estructuras, puente Berroa.



Figura E.8.

Vista del material del río.



Nota: Durante la exploración en campo se encontraron piedras de hasta 40”.

Figura E.9.

Extracción de muestras de suelos en el cauce del río.



Figura E.10.

Secado de las muestras de suelo.



Figura E.11.

Análisis granulométrico por tamizado, puente Berroa calicata C-01.



Figura E.12.

Análisis granulométrico por tamizado, puente Tupac Amaru calicata C-04.



Figura E.13.

Análisis granulométrico por tamizado, puente carrozable calicata C-01



Figura E.14.

Levantamiento topográfico de río Macusani.



Figura E.15.

Medición de la socavación en el estribo derecho del puente Berroa.

