

# ANEXOS

## ANEXO A: MATRIZ DE CONSISTENCIA

INCIDENCIA DE FACTORES CONDICIONANTES Y DESENCADENANTES PARA LA DETERMINACIÓN DEL PELIGRO DE FLUJO DE DETRITOS APLICANDO EL MODELO FLO-2D, QUEBRADA LLOCLAMAYO KM. 295+350, IIRSA SUR TRAMO-IV.					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>GENERAL</b> La quebrada Llocllamayo presenta constantes cambios geomorfológicos, debido a la ocurrencia de movimientos en masa en especial de tipo flujo de detritos y consecuentemente su depósito sobre la infraestructura del corredor vial IIRSA Sur Tramo 4, km 295+350, inrumpiendo en la transitableidad y seguridad de los usuarios de la vía.	Establecer el mapa de peligro, de flujo de detritos, ante escenarios extraordinarios para la hoya y como de deyección de la quebrada Llocllamayo, abarcando el área que transpone la infraestructura vial, km 295+350 y zonas circundantes, a efecto de garantizar la seguridad de los usuarios de la vía.	Sera factible determinar los mapas de peligro aplicando el modelo FLO-2D en la quebrada Llocllamayo km 295+350, ante escenarios extraordinarios de flujo de detritos, esta información complementa a los estudios de ingeniería a fin de satisfacer la transitableidad y seguridad en el corredor vial IIRSA Sur Tramo 4	Mapa de Peligros	Meibología de Peligro, por Movimientos en Masa	Definición del Alcance Estudios Preliminares Cartografía Temática Investigaciones en el Terreno Análisis Reporte y Mapas de Peligro
<b>ESPECIFICA</b> ¿Cuál es la relación de los factores; formación litológica, variación de la pendiente del cauce principal y escasa cobertura vegetal, presentes en la hoya y como de deyección de la quebrada Llocllamayo, para la ocurrencia de los movimientos en masa de tipo flujo de detritos?	Identificar los factores condicionantes (pasivos), presentes en la hoya y como de deyección que explican la vulnerabilidad de la quebrada Llocllamayo, ante movimientos en masas de tipo flujo de detritos.	La vulnerabilidad de la quebrada Llocllamayo, ante movimientos en masa de tipo flujo de detritos, se vincula a los factores condicionantes, siendo la pendiente de la quebrada el factor de mayor importancia.	Factores Condicionantes	Topográfico  Geológico	<b>Pendiente:</b> S% = De la Quebrada <b>Mapeo:</b> Con y sin Cobertura Vegetal  <b>Litostratigrafía:</b> Períodos y Formaciones Geológicas
	Analizar el efecto de los factores desencadenantes (activos), en la iniciación de los movimientos en masas de tipo flujo de detritos de la quebrada Llocllamayo, ante eventos de carácter extraordinario.	Los cambios geomorfológicos de la quebrada Llocllamayo, está vinculado a factores desencadenantes, siendo la precipitación el factor de mayor importancia.	Factores Desencadenantes	Hidroológicos	<b>Precipitación:</b> T = 50 Años T = 100 Años T = 500 Años  <b>Concentraciones</b> <b>Volumétricas:</b> (Cv)

## ANEXO B: CÁLCULOS HIDROLÓGICOS

### B.1 REGISTRO DE PRECIPITACIÓN TOTAL EN 24 HORAS - SENAMHI

#### SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA SENAMHI DEL PERÚ – DR. PUNO

"SENAMHI ORGANO OFICIAL Y RECTOR DEL SISTEMA HIDROMETEOROLOGICO NACIONAL  
AL SERVICIO DEL DESARROLLO SOCIO ECONOMICO DEL PAIS"

ESTACION: CO. 113077 LATITUD 13°28'25.9" DEPARTAMENTO PUNO  
CO. SAN GABÁN LONGITUD 70°24'16.7" PROVINCIA CARABAYA  
ALTITUD 820 msnm. DISTRITO SAN GABÁN

##### PARAMETRO: PRECIPITACION (mm) MAX. 24 Horas.

Año\mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2011	133.9	160.6	97.4	118.8	72.5	52.4	171.5	187.6	65.8	81	85.2	102.8
2012	125	116.3	149.8	77	68.9	84.1	101.3	48.4	65.8	75.7	87.3	126.6
2014	85.8	140.2	162.4	104.4	89	92.8	160.2	36.8	63.6	66.1	118.4	144.8
2015	118.9	120.6	131.5	74.6	132.9	42	138.8	290.2	250.9	64.2	52.5	87.2

##### PARAMETRO: PRECIPITACION TOTAL (mm) 24 Horas - 2013

FECHA\2013	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
01	21.6	0.8	32.8	46.8	6.4	0.0	11.4	33.5	0.0	35.0	111.0	25.4
02	0.4	115.6	25.2	9.5	0.5	18.2	4.9	19.8	0.0	9.9	39.6	28.5
03	0.0	34.8	105.0	79.6	17.1	4.8	8.9	2.7	0.0	5.4	21.9	151.2
04	68.9	18.0	68.4	10.8	13.4	14.0	24.4	0.2	0.0	30.6	4.4	21.1
05	12.6	0.8	59.7	22.4	1.2	7.8	0.0	0.0	0.0	12.4	1.6	105.5
06	89.8	0.6	65.9	59.8	8.2	6.9	0.0	0.0	0.0	33.2	0.0	107.0
07	18.5	16.0	31.4	80.6	0.6	0.0	12.8	0.0	108.2	19.2	0.0	33.6
08	21.4	44.7	0.0	77.8	0.0	18.9	3.8	44.6	35.6	16.8	0.0	41.0
09	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38.6	31.9	2.0	5.5	7.8
10	0.3	93.2	17.0	125.6	0.0	0.0	0.0	13.6	0.0	8.0	32.6	33.2
11	0.7	57.3	21.2	21.6	0.1	11.7	0.0	0.3	0.5	0.0	25.2	113.4
12	0.6	43.8	74.9	58.5	0.0	13.6	3.6	9.4	0.6	39.6	53.0	68.7
13	0.1	9.4	24.3	122.2	28.4	9.0	2.4	26.8	0.0	3.0	0.2	28.7
14	21.2	41.2	49.4	0.0	0.0	0.0	2.4	6.0	34.6	9.6	12.4	6.1
15	0.0	52.2	0.0	5.1	8.2	6.2	0.0	0.0	51.8	12.4	6.4	86.2
16	68.9	9.8	42.8	0.0	83.8	17.2	0.0	3.6	34.6	4.4	74.8	26.5
17	0.0	32.6	52.4	0.0	1.0	73.7	0.0	0.0	35.4	7.9	0.0	23.8
18	8.0	66.4	0.0	0.0	0.0	32.4	0.0	0.0	17.8	87.4	9.7	2.8
19	26.8	91.1	0.0	0.0	3.2	5.6	0.0	0.0	0.0	7.2	8.7	23.4
20	34.7	39.8	43.6	0.0	15.2	7.4	5.4	0.0	3.8	3.6	79.4	69.8
21	38.9	143.8	3.9	0.0	5.0	46.2	34.8	20.0	24.6	39.8	35.0	0.0
22	0.5	15.8	22.4	0.0	6.4	105.6	25.8	19.6	0.0	14.4	3.9	0.5
23	0.0	26.4	18.0	0.2	25.0	78.0	0.6	28.4	23.4	24.5	4.9	7.8
24	0.6	99.2	27.8	0.0	17.5	144.2	0.2	101.3	6.8	5.5	1.4	0.6
25	1.3	4.2	21.0	0.0	0.5	162.6	0.0	2.9	0.0	2.4	72.0	0.0
26	25.1	8.3	57.6	22.9	11.8	22.9	0.0	0.1	0.0	26.4	0.0	9.4
27	0.0	36.4	0.2	2.0	8.6	5.4	0.0	0.0	0.0	71.4	0.3	43.8
28	32.4	24.5	4.9	0.0	0.6	0.4	0.0	0.0	0.0	3.4	1.8	0.0
29	21.6		0.0	28.9	5.6	0.0	0.0	0.0	28.4	13.0	10.0	39.7
30	0.0		10.2	2.4	13.6	14.2	3.2	0.0	23.5	20.4	27.8	32.6
31	0.0		0.0		17.6		0.0	0.0		63.1		179.8

VÁLIDA SÓLO EN ORIGINAL

Información Procesada para: JOSE ELOY CCAMA LIPA

Nº de presupuesto: 405

Nº de Recibo de caja: 22-317

Puno, 23 de Diciembre del 2015

## B-2 REGISTRO DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (mm)

AÑO \ MES	Estación: CO. 113077											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1997	128.3	118.6	149.5	120.5	72.0	97.6	91.8	89.4	61.4	79.9	152.4	117.7
1998	146.6	99.2	75.7	136.8	108.0	47.5	69.2	76.2	80.7	195.0	76.9	65.0
1999	383.7	148.1	238.7	90.0	69.2	66.8	70.3	29.5	71.0	46.7	84.3	119.7
2000	127.3	154.5	179.6	99.8	85.9	170.0	110.5	394.8	152.1	S/D	69.4	114.5
2001	181.6	181.1	231.6	224.6	105.8	97.6	100.6	145.6	113.1	67.4	115.4	108.3
2002	212.1	318.3	197.9	53.7	149.1	147.4	178.1	22.2	43.8	96.4	175.3	96.8
2003	112.6	117.7	105.3	98.6	59.2	69.8	27.1	64.8	24.8	98.6	48.5	117.4
2004	102.8	112.4	112.9	94.9	47.4	52.4	59.4	96.2	58.9	98.5	64.5	94.7
2005	89.8	89.8	71.3	224.3	185.2	64.8	220.1	166.0	32.8	234.0	78.0	92.5
2006	93.2	108.7	134.2	96.8	22.9	84.3	150.4	41.6	98.4	89.4	141.4	160.8
2007	225.8	683.4	131.2	73.4	183.7	38.5	244.7	47.4	52.0	197.4	S/D	S/D
2008	441.7	108.3	85.5	86.8	102.4	120.6	85.9	58.8	S/D	219.9	70.4	138.4
2009	306.5	125.0	128.5	107.2	43.4	30.9	76.2	87.6	87.3	127.4	118.8	97.8
2010	102.9	138.2	120.3	105.8	127.2	48.6	46.6	46.2	62.4	144.3	126.9	110.6
2011	133.9	160.6	97.4	118.8	72.5	52.4	171.5	187.6	65.8	81.0	85.2	102.8
2012	125.0	116.3	149.8	77.0	68.9	84.1	101.3	48.4	65.8	75.7	87.3	126.6
2013	<b>89.8</b>	<b>143.8</b>	<b>105.0</b>	<b>125.6</b>	<b>83.8</b>	<b>162.6</b>	<b>34.8</b>	<b>101.3</b>	<b>108.2</b>	<b>87.4</b>	<b>111.0</b>	<b>179.8</b>
2014	85.8	140.2	162.4	104.4	89.0	92.8	160.2	36.8	63.6	66.1	118.4	144.8
2015	118.9	120.6	131.5	74.6	132.9	42.0	138.8	290.2	250.9	64.2	52.5	87.2

Distrito: SAN GABÁN  
 Provincia: CARABAYA  
 Región: PUNO

Latitud: 13° 26' 25.9" "S"  
 Longitud: 70° 24' 16.7" "W"  
 Altitud: 820.00 "m.s.n.m"

### B.3 ANÁLISIS DE FRECUENCIAS - ESTACIÓN SAN GABÁN

AÑO	Pp 24 hr (mm)	Log (Ppmáx)
1997	152.4	2.1830
1998	195	2.2900
1999	383.7	2.5840
2000	394.8	2.5964
2001	231.6	2.3647
2002	318.3	2.5028
2003	117.7	2.0708
2004	112.9	2.0527
2005	234	2.3692
2006	160.8	2.2063
2007	683.4	2.8347
2008	441.7	2.6451
2009	306.5	2.4864
2010	144.3	2.1593
2011	187.6	2.2732
2012	149.8	2.1755
2013	179.8	2.2548
2014	162.4	2.2106
2015	290.2	2.4627

Número de Datos (n)	19.0	
Máximo	683.400	2.8347
Mínimo	112.900	2.0527
Promedio ( $\mu$ )	255.100	2.3538
Desv. Estándar ( $\sigma$ )	142.890	0.2124
Coef. Asimetría (c.a.)	1.6741	0.6054
(c.a.)/6 (k)	0.2790	0.1009

#### PRUEBA DE DATOS DUDOSOS (Método Water Resources Council)

Usando la metodología del libro de Hidrología Aplicada de Ven T e Chow, pag 415 y 416, Tabla 12.5.3

$$K_n = 2.361 \quad \text{para } n=19$$

Umbral de datos dudosos Altos (Xh: unid. Logarítmicas)

$$X_h = \mu + K_n * \sigma \quad X_h = 2.8553$$

Precipitación máxima aceptada

$$P_H = 10^{X_h} \quad P_H = 716.666$$

El mayor valor registrado 683.4, no excede el valor del umbral, no existen datos dudosos altos en la muestra.

Umbral de datos dudosos Bajos (Xl : Unid. Logarítmicas)

$$X_l = \mu - K_n * \sigma \quad X_l = 1.8523$$

Precipitación Mínima Aceptada

$$P_L = 10^{X_l} \quad P_L = 71.169$$

El menor valor registrado 112.9, es superior al valor del umbral, no existen datos dudosos bajos en la muestra.



## DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDADES

### Distribución Normal

Usando la metodología del libro de Hidrología Aplicada de Ven Te Chow, pag 40

$$w = \left[ \ln \left( \frac{1}{p} \right) \right]^{1/2} \quad z = w - \frac{2.515517 + 0.802853w + 0.010328w^2}{1 + 1.432788w + 0.189269w^2 + 0.001308w^3}$$

T (años)	P	w	z	Pp (mm)
2	0.5000	1.1774	-1.0101E-07	255.100
5	0.2000	1.7941	0.8415	375.336
10	0.1000	2.1460	1.2817	438.246
20	0.0500	2.4477	1.6452	490.184
25	0.0400	2.5373	1.7511	505.311
50	0.0200	2.7971	2.0542	548.623
100	0.0100	3.0349	2.3268	587.574
500	0.0020	3.5255	2.8785	666.410

### Distribución Log Normal 2 parámetros

Usando la metodología del libro de Hidrología Aplicada de Ven Te Chow, pag 401. Último párrafo de la página; "El procedimiento es el mismo excepto que este se aplica a los logaritmos de las variables y su media y desviación estándar son usadas para la generación de precipitaciones".

T (años)	P	w	z	Log Pp	Pp (mm)
2	0.5000	1.1774	-1.0101E-07	2.354	225.8410
5	0.2000	1.7941	0.8415	2.533	340.8329
10	0.1000	2.1460	1.2817	2.626	422.7292
20	0.0500	2.4477	1.6452	2.703	504.9772
25	0.0400	2.5373	1.7511	2.726	531.8133
50	0.0200	2.7971	2.0542	2.790	616.8009
100	0.0100	3.0349	2.3268	2.848	704.7723
500	0.0020	3.5255	2.8785	2.965	923.0879

### Distribución Log Pearson III

Usando la metodología del libro de Hidrología Aplicada de Ven Te Chow, pag 40

$$K_T = z + (z^2 - 1)k + \frac{1}{3}(z^3 - 6z)k^2 - (z^2 - 1)k^3 + zk^4 + \frac{1}{3}k^5 \quad k = (c.a.)/6$$

T (años)	P	w	z	K <sub>T</sub>	Log Pp	Pp (mm)
2	0.5000	1.1774	-1.0101E-07	-0.0999	2.3326	215.07495
5	0.2000	1.7941	0.8415	0.7973	2.5232	333.54757
10	0.1000	2.1460	1.2817	1.3271	2.6357	432.21771
20	0.0500	2.4477	1.6452	1.7974	2.7356	544.01284
25	0.0400	2.5373	1.7511	1.9402	2.7659	583.34940
50	0.0200	2.7971	2.0542	2.3635	2.8559	717.55696
100	0.0100	3.0349	2.3268	2.7632	2.9408	872.47609
500	0.0020	3.5255	2.8785	3.6288	3.1246	1332.31914

### Distribución Extrema Tipo I - Gumbel

Usando la metodología del libro de engineering hydrology de Víctor Ponce, pag 223 - 224. Tabla A-8, Apendice A, Pag 583

$$y = -\ln \ln \frac{T}{T-1}$$

$$Pp = \mu + \frac{y - \bar{y}_n}{\sigma_n} (\sigma)$$

$$\bar{y}_n = 0.522 \quad \sigma_n = 1.0566 \quad \text{para } n=19$$

T (años)	y	Pp (mm)
2	0.36651	234.0726
5	1.49994	387.3524
10	2.25037	488.8369
20	2.97020	586.1833
25	3.19853	617.0629
50	3.90194	712.1882
100	4.60015	806.6112
500	6.21361	1024.8083

### Distribución Extrema Tipo I - Gumbel Modificado

Usando la metodología del libro de engineering hydrology de Víctor Ponce, pag 225

$$y = -\ln \ln \frac{T}{T-1}$$

$$Pp = \mu + \frac{y - \bar{y}_n}{\sigma_n} (\sigma)$$

$$\bar{y}_n = 0.5772 \quad \sigma_n = 1.2825$$

T (años)	y	Pp (mm)
2	0.36651	231.6263
5	1.49994	357.9073
10	2.25037	441.5163
20	2.97020	521.7160
25	3.19853	547.1565
50	3.90194	625.5264
100	4.60015	703.3177
500	6.21361	883.0815

## B.4 PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE, PRUEBA CHI-CUADRADO (X<sup>2</sup>)

Según el Manual de Hidrología e Hidráulica, Pag. 32 "Cabe recalcar que la prueba del X<sup>2</sup>, desde un punto de vista matemático solo debería usarse para comprobar la normalidad de las funciones normal y Log normal".

### PRUEBAS DE NORMALIDAD PARA LA DISTRIBUCIÓN NORMAL

Número de Datos (n)	19.0
Máximo	683.400
Mínimo	112.900
Promedio (μ)	255.100
Desv. Estándar (σ)	142.890
Coef. Asimetría (c.a.)	1.6741
Var. del Coef. de Asimetría	0.3158
Desv. Est. Coef. de Asimetría	0.5620

ORDEN	AÑO	Pp 24 hr (mm)
1	2004	112.90
2	2003	117.70
3	2010	144.30
4	2012	149.80
5	1997	152.40
6	2006	160.80
7	2014	162.40
8	2013	179.80
9	2011	187.60
10	1998	195.00
11	2001	231.60
12	2005	234.00
13	2015	290.20
14	2009	306.50
15	2002	318.30
16	1999	383.70
17	2000	394.80
18	2008	441.70
19	2007	683.40

Confiabilidad = 95%  
 a = 0.05  
 u = 1.96  
 Lim conf. -Superior = 2.7755  
 Lim conf. -Inferior = 0.5727

Xmax = 683.40  
 Xmin = 112.90

Numero de intervalos(NC) = 4.916  
 $N_c = 1.33 \ln(N) + 1 = 5.0$

Amplitud del intervalo(Dx) = 142.625

$$D_x = \frac{X_{max} - X_{min}}{N_c - 1}$$

LCI1 = 41.588

$$LCI1 = X_{min} - \frac{D_x}{2}$$

LCS1 = 184.213

$$LCS1 = LCI1 + D_x$$

### Rango

Lim Inf	Lim Sup	Nº	fmi	Fmi	zi	F(xi)	pxi	X <sup>2</sup>
41.588	184.213	8	0.4211	0.4211	-0.49610	0.30991	0.30991	0.7573
184.213	326.838	7	0.3684	0.7895	0.50205	0.69218	0.38227	0.0095
326.838	469.463	3	0.1579	0.9474	1.50019	0.93322	0.24103	0.5449
469.463	612.088	0	0.0000	0.9474	2.49834	0.99376	0.06054	1.1503
612.088	754.713	1	0.0526	1.0000	3.49648	0.99976	0.00600	6.8814
		19						9.3434

X<sub>0.95,3</sub> = 7.82  
 X<sup>2</sup>- muestra = 9.3434

La distribución NO es Normal

PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE PARA DISTRIBUCIÓN LOGNORMAL

Número de Datos (n)	19.0
Máximo	2.835
Mínimo	2.053
Promedio ( $\mu$ )	2.354
Desv. Estándar ( $\sigma$ )	0.212
Coef. Asimetría (c.a.)	0.6054
Var. del Coef. de Asimetría	0.6453
Desv. Est. Coef. de Asimetría	0.8033

ORDEN	AÑO	Log (Ppmáx)
1	2004	2.0527
2	2003	2.0708
3	2010	2.1593
4	2012	2.1755
5	1997	2.1830
6	2006	2.2063
7	2014	2.2106
8	2013	2.2548
9	2011	2.2732
10	1998	2.2900
11	2001	2.3647
12	2005	2.3692
13	2015	2.4627
14	2009	2.4864
15	2002	2.5028
16	1999	2.5840
17	2000	2.5964
18	2008	2.6451
19	2007	2.8347

Confiabilidad = 95%  
 $a = 0.05$   
 $u = 1.96$   
 Lim conf. -Superior = 2.1799  
 Lim conf. -Inferior = -0.9691  
 $X_{max} = 2.83$   
 $X_{min} = 2.05$   
 Numero de intervalos(NC) = 4.916  
 $N_c = 1.33 \ln(N) + 1 = 5.0$   
 Amplitud del intervalo(Dx) = 0.195495  
 $D_x = \frac{X_{max} - X_{min}}{N_c - 1}$   
 $LCI1 = 1.955$   
 $LCI1 = X_{min} - D_x/2$   
 $LCS1 = 2.150$   
 $LCS1 = LCI1 + D_x$

Lim Inf	Lim Sup	Nº	fmi	Fmi	zi	F(xi)	pxi	X²
1.955	2.150	2	0.1053	0.1053	-0.95737	0.16919	0.16919	0.4589
2.150	2.346	8	0.4211	0.5263	-0.03703	0.48523	0.31604	0.6630
2.346	2.541	5	0.2632	0.7895	0.88331	0.81147	0.32624	0.2317
2.541	2.737	3	0.1579	0.9474	1.80365	0.96436	0.15289	0.0031
2.737	2.932	1	0.0526	1.0000	2.72400	0.99678	0.03242	0.2395
		19						1.5962

$X_{0.95,3} = 7.82$   
 $X^2\text{-muestra} = 1.5962$

La distribución es LogNormal

## B.5 PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE, KOLMOGOROV - SMIRNOV

Según el Manual de Hidrología e Hidráulica, Pag. 32 "Cabe recalcar que la prueba del  $X^2$ , desde un punto de vista matemático solo debería usarse para comprobar la normalidad de las funciones normal y Log normal".

Número de Datos (n)	19.0
Valor Crítico de "D"	0.300
Nivel de significancia	0.050

### Distribucion Normal

Nº	Pp (mm)	P(x)	Z	F(Z)	Dx F(Z) - P(x)
1	112.90	0.050	-0.99517	0.15983	0.1098
2	117.70	0.100	-0.96158	0.16813	0.0681
3	144.30	0.150	-0.77542	0.21905	0.0690
4	149.80	0.200	-0.73693	0.23058	0.0306
5	152.40	0.250	-0.71873	0.23615	0.0138
6	160.80	0.300	-0.65995	0.25464	0.0454
7	162.40	0.350	-0.64875	0.25825	0.0918
8	179.80	0.400	-0.52698	0.29910	0.1009
9	187.60	0.450	-0.47239	0.31832	0.1317
10	195.00	0.500	-0.42060	0.33702	0.1630
11	231.60	0.550	-0.16446	0.43468	0.1153
12	234.00	0.600	-0.14767	0.44130	0.1587
13	290.20	0.650	0.24564	0.59702	0.0530
14	306.50	0.700	0.35972	0.64047	0.0595
15	318.30	0.750	0.44230	0.67086	0.0791
16	383.70	0.800	0.89999	0.81594	0.0159
17	394.80	0.850	0.97768	0.83588	0.0141
18	441.70	0.900	1.30590	0.90421	0.0042
19	683.40	0.950	2.99741	0.99864	0.0486

Suma (mm)	4846.90	Dmáx =	0.1630
Promedio (mm)	255.10		
Desv. Estándar (mm)	142.890		

### Distribucion Log-Normal

$$Y = \ln X$$

Del libro de Máximo Villón, pag. 131

$$Z = \frac{Y - Y_{media}}{Y_{D.S.}}$$



Nº	Pp (mm) (X)	Ln(Pp) (Y)	P(x)	Z	F(Z)	Dx F(Z) - P(x)
1	112.90	4.72650	0.050	-1.41754	0.07816	0.0282
2	117.70	4.76814	0.100	-1.33242	0.09136	0.0086
3	144.30	4.97189	0.150	-0.91583	0.17988	0.0299
4	149.80	5.00930	0.200	-0.83935	0.20064	0.0006
5	152.40	5.02651	0.250	-0.80417	0.21065	0.0393
6	160.80	5.08016	0.300	-0.69447	0.24369	0.0563
7	162.40	5.09006	0.350	-0.67423	0.25008	0.0999
8	179.80	5.19185	0.400	-0.46613	0.32056	0.0794
9	187.60	5.23431	0.450	-0.37930	0.35223	0.0978
10	195.00	5.27300	0.500	-0.30020	0.38201	0.1180
11	231.60	5.44501	0.550	0.05148	0.52053	0.0295
12	234.00	5.45532	0.600	0.07256	0.52892	0.0711
13	290.20	5.67057	0.650	0.51265	0.69590	0.0459
14	306.50	5.72522	0.700	0.62438	0.73381	0.0338
15	318.30	5.76299	0.750	0.70161	0.75854	0.0085
16	383.70	5.94986	0.800	1.08367	0.86074	0.0607
17	394.80	5.97838	0.850	1.14198	0.87327	0.0233
18	441.70	6.09063	0.900	1.37148	0.91489	0.0149
19	683.40	6.52708	0.950	2.26382	0.98821	0.0382

Suma (mm) 4846.90 102.977 Dmáx = 0.1180  
 Prom. (mm) 255.10 5.420  
 D. Est. (mm) 142.890 0.489

### Distribucion Gumbel Modificado

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

$$\mu = \bar{X} - 0.5772156649 \alpha$$

$$y = \frac{X - \mu}{\alpha}$$

$$G(y) = e^{-e^{-y}}$$

Del libro de Máximo Villón, páginas: 210-216

Nº	Pp (mm) (X)	P(x)	y	G(y)	Dx G(y) - P(x)
1	112.90	0.050	-0.69914	0.13372	0.0837
2	117.70	0.100	-0.65606	0.14556	0.0456
3	144.30	0.150	-0.41730	0.21918	0.0692
4	149.80	0.200	-0.36793	0.23581	0.0358
5	152.40	0.250	-0.34460	0.24380	0.0062
6	160.80	0.300	-0.26920	0.27011	0.0299
7	162.40	0.350	-0.25484	0.27520	0.0748
8	179.80	0.400	-0.09866	0.33164	0.0684
9	187.60	0.450	-0.02865	0.35734	0.0927
10	195.00	0.500	0.03777	0.38177	0.1182
11	231.60	0.550	0.36628	0.49992	0.0501

12	234.00	0.600	0.38783	0.50736	0.0926
13	290.20	0.650	0.89227	0.66383	0.0138
14	306.50	0.700	1.03857	0.70190	0.0019
15	318.30	0.750	1.14449	0.72732	0.0227
16	383.70	0.800	1.73150	0.83776	0.0378
17	394.80	0.850	1.83113	0.85195	0.0019
18	441.70	0.900	2.25210	0.90016	0.0002
19	683.40	0.950	4.42154	0.98806	0.0381

Suma (mm)	4846.90	Dmáx =	0.1182
Promedio (mm)	255.10		
Desv. Estándar (mm)	142.890		
$\alpha$	111.411		
$\mu$	190.792		

### Distribucion Gumbel

$$\alpha = \frac{S}{\sigma_n}$$

$$\mu = \bar{X} - y_n \cdot \alpha$$

$$y_n = 0.522$$

$$\sigma_n = 1.0566$$

$$z = \frac{X - \mu}{\alpha}$$

$$F(z) = e^{-e^{-z}}$$

Del libro de Linsley, Hidrologia para Ingenieros.

(De tabla A-8, Pag. 583 del libro Engineering Hydrology de Victor Ponce, 1989)

Nº	Pp (mm) (X)	P(x)	z	F(z)	Dx F(z) - P(x)
1	112.90	0.050	-0.52950	0.18303	0.1330
2	117.70	0.100	-0.49400	0.19420	0.0942
3	144.30	0.150	-0.29731	0.26022	0.1102
4	149.80	0.200	-0.25664	0.27456	0.0746
5	152.40	0.250	-0.23742	0.28140	0.0314
6	160.80	0.300	-0.17530	0.30373	0.0037
7	162.40	0.350	-0.16347	0.30802	0.0420
8	179.80	0.400	-0.03481	0.35508	0.0449
9	187.60	0.450	0.02287	0.37629	0.0737
10	195.00	0.500	0.07759	0.39640	0.1036
11	231.60	0.550	0.34823	0.49365	0.0564
12	234.00	0.600	0.36598	0.49981	0.1002
13	290.20	0.650	0.78155	0.63274	0.0173
14	306.50	0.700	0.90208	0.66649	0.0335
15	318.30	0.750	0.98933	0.68947	0.0605
16	383.70	0.800	1.47293	0.79513	0.0049
17	394.80	0.850	1.55501	0.80962	0.0404
18	441.70	0.900	1.90181	0.86131	0.0387
19	683.40	0.950	3.68906	0.97531	0.0253

Suma (mm)	4846.90	Dmáx =	0.1330
Promedio (mm)	255.10		
D. Estándar (S)	142.890		
$\alpha$	135.236		
$\mu$	184.507		

### Distribucion Log-Pearson III

Nº	Pp (mm) (X)	Log (Pp) Log (X)	P(X)	K <sub>T</sub>	F(K <sub>T</sub> )	Dx F(K <sub>T</sub> ) - P(X)
1	112.90	2.05269	0.050	-1.4175	0.0880	0.0380
2	117.70	2.07078	0.100	-1.3324	0.1308	0.0308
3	144.30	2.15927	0.150	-0.9158	0.1803	0.0303
4	149.80	2.17551	0.200	-0.8393	0.2066	0.0066
5	152.40	2.18298	0.250	-0.8042	0.2808	0.0308
6	160.80	2.20629	0.300	-0.6945	0.3396	0.0396
7	162.40	2.21059	0.350	-0.6742	0.4317	0.0817
8	179.80	2.25479	0.400	-0.4661	0.4472	0.0472
9	187.60	2.27323	0.450	-0.3793	0.5108	0.0608
10	195.00	2.29003	0.500	-0.3002	0.5774	0.0774
11	231.60	2.36474	0.550	0.0515	0.5673	0.0173
12	234.00	2.36922	0.600	0.0726	0.6245	0.0245
13	290.20	2.46270	0.650	0.5126	0.7289	0.0789
14	306.50	2.48643	0.700	0.6244	0.7613	0.0613
15	318.30	2.50284	0.750	0.7016	0.7820	0.0320
16	383.70	2.58399	0.800	1.0837	0.8282	0.0282
17	394.80	2.59638	0.850	1.1420	0.8657	0.0157
18	441.70	2.64513	0.900	1.3715	0.9100	0.0100
19	683.40	2.83467	0.950	2.2638	0.9778	0.0278
Suma (mm)	4846.90	44.72			D <sub>máx</sub> =	0.0817
Prom. (mm)	255.10	2.354				
D. Est. (mm)	142.890	0.212				
Coef. Asimetria		0.605				

Tabla Resumen

Distribución	D <sub>max</sub>	D <sub>critico</sub>	Ajuste	Observación
Normal	● 0.1630	0.3	Bueno	La distribucion es Normal
Log-Normal	◐ 0.1180	0.3	Bueno	La distribucion es Normal
Gumbel	◑ 0.1330	0.3	Bueno	La distribucion es Normal
Gumbel modificado	◒ 0.1182	0.3	Bueno	La distribucion es Normal
<b>Log-Pearson III</b>	○ <b>0.0817</b>	<b>0.3</b>	<b>Bueno</b>	<b>Presenta el menor D<sub>máx</sub></b>

De donde se concluye que la distribucion que mejor se ajusta es la distribucion Log-Pearson III

## B.6 MÉTODO IILA – SENAMHI – UNI.

De acuerdo a la ubicación de la quebrada Llocllamayo y de la zonificación del estudio IILA-SENAMHI-UNI; nos encontramos en la region 123<sub>3</sub>, y le corresponde los siguientes valores:

Parametro de intensidad (mm) a=	31.750	Tabla 3.b / Zona 123 <sub>3</sub> $\alpha = 37.85 - 0.0083 Y$ R.N.E. OS-060 Drenaje Pluvial Urbano
Parametro de función k=	0.553	Tabla 3.a / Zona 123 <sub>3</sub> $K'_g = 0.553$ R.N.E. OS-060 Drenaje Pluvial Urbano
Parametro (hr) b=	0.20	(Costa norte y Selva = 0.2 horas) R.N.E. OS-060 Drenaje Pluvial Urbano
Parametro de duracion (hr) n=	0.405	Tabla 3.b / Zona 123 <sub>3</sub> $n = 0.405$ R.N.E. OS-060 Drenaje Pluvial Urbano
Duracion de lluvia (hr) t=	0.287	Tiempo de Concentración
Periodo de retorno(años) T=	2, 5, 10, 20, 25, 50, 100, 500	
Altura media de la cuenca Y=	760	en m.s.n.m.

Quebrada	Periodo de Retorno	Zona según el IILA	Parametros				Pp 24hr	i24h
			a	n	k	b		
Llocllamayo Km 295+350 IIRSA SUR TRAMO-4	2	123 <sub>3</sub>	31.54	0.405	0.553	0.2	215.07	8.96
	5		31.54	0.405	0.553	0.2	333.55	13.90
	10		31.54	0.405	0.553	0.2	432.22	18.01
	20		31.54	0.405	0.553	0.2	544.01	22.67
	25		31.54	0.405	0.553	0.2	583.35	24.31
	50		31.54	0.405	0.553	0.2	717.56	29.90
	100		31.54	0.405	0.553	0.2	872.48	36.35
500	31.54	0.405	0.553	0.2	1332.32	55.51		

$$I(t,T) = \left( \frac{P_{24h}}{24} \right) \left( \frac{t+b}{24+b} \right)^{n-1}$$

Aplicando el procedimiento para determinar la intensidad para cada periodo de retorno tenemos:

**Intensidad(mm/hr) según las formulas IDF-IILA-SENAMHI-UNI**

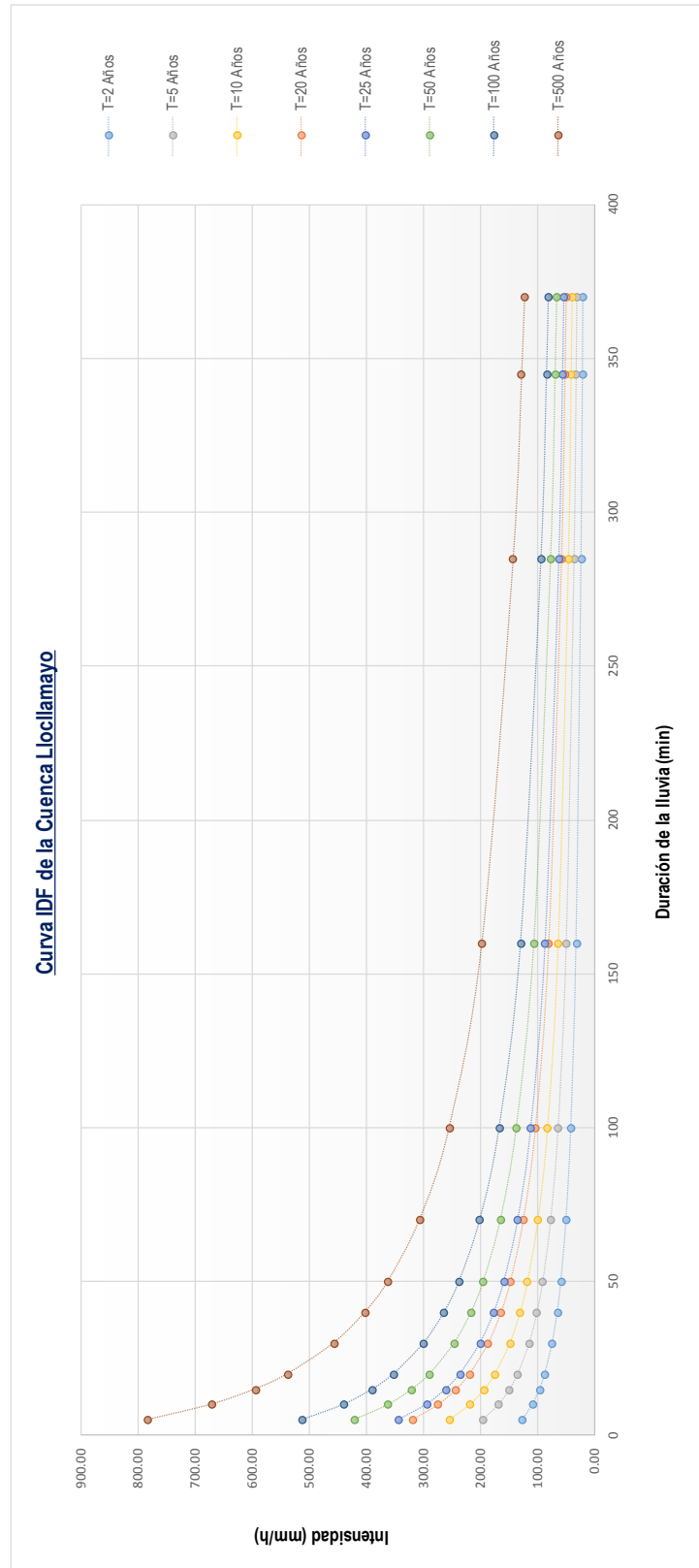
Quebrada	Periodo de Retorno	T <sub>c</sub> (minutos)	Intensidad (mm/h)	Intensidad (mm/h) para Tiempo de concentración (min)				
				5	10	15	20	30
Llocllamayo Km 295+350 IIRSA SUR TRAMO-4	2	17.22	<b>91.871</b>	126.37	108.39	95.96	86.73	73.78
	5	17.22	<b>142.477</b>	195.97	168.10	148.82	134.51	114.42
	10	17.22	<b>184.624</b>	253.95	217.83	192.84	174.30	148.26
	20	17.22	<b>232.378</b>	319.63	274.17	242.72	219.38	186.61
	25	17.22	<b>249.181</b>	342.74	294.00	260.27	235.25	200.10
	50	17.22	<b>306.509</b>	421.60	361.64	320.15	289.37	246.14
	100	17.22	<b>372.683</b>	512.62	439.71	389.27	351.84	299.28
500	17.22	<b>569.108</b>	782.80	671.47	594.44	537.28	457.02	

Quebrada	Periodo de Retorno	Pp 24hr	Área (Km <sup>2</sup> )	Intensidad (mm/h)	Método Racional		Descarga (m <sup>3</sup> /s)
					C	Q (m <sup>3</sup> /s)	
Llocllamayo Km 295+350 IIRSA SUR TRAMO-4	2	215.07	0.28	91.871	0.39	2.789	<b>2.789</b>
	5	333.55		142.477	0.42	4.658	<b>4.658</b>
	10	432.22		184.624	0.44	6.323	<b>6.323</b>
	20	544.01		232.378	0.47	8.441	<b>8.441</b>
	25	583.35		249.181	0.48	9.310	<b>9.310</b>
	50	717.56		306.509	0.51	12.168	<b>12.168</b>
	100	872.48		372.683	0.54	15.665	<b>15.665</b>
500	1332.32	569.108	0.61	27.023	<b>27.023</b>		

## B.7 CÁLCULO DE LAS CURVAS IDF – MÉTODO: IILA- SENAMHI-UNI

### CÁLCULO DE LAS CURVAS INTENSIDAD DURACIÓN FRECUENCIA - METODO: IILA-SENAMHI-UNI

Quebrada	Periodo de Retorno	T <sub>c</sub> (minutos)	Intensidad (mm/h) para Tiempo de concentración (min) y su equivalente en horas (h)												
			5	10	15	20	30	40	50	70	100	160	285	345	370
			0.083	0.167	0.250	0.333	0.5	0.667	0.833	1.167	1.667	2.667	4.750	5.750	6.2
	2	17.22	126.37	108.39	95.96	86.73	73.78	64.97	58.52	49.55	41.16	31.89	23.04	20.65	19.83
	5	17.22	195.97	168.10	148.82	134.51	114.42	100.76	90.75	76.84	63.83	49.45	35.73	32.02	30.76
Llocllamayo	10	17.22	253.95	217.83	192.84	174.30	148.26	130.57	117.59	99.57	82.71	64.08	46.30	41.50	39.86
Km 295+350	20	17.22	319.63	274.17	242.72	219.38	186.61	164.34	148.01	125.33	104.11	80.65	58.27	52.23	50.17
IIRSA SUR	25	17.22	342.74	294.00	260.27	235.25	200.10	176.22	158.71	134.39	111.64	86.49	62.49	56.01	53.80
TRAMO-4	50	17.22	421.60	361.64	320.15	289.37	246.14	216.77	195.23	165.31	137.32	106.38	76.86	68.89	66.17
	100	17.22	512.62	439.71	389.27	351.84	299.28	263.57	237.38	201.00	166.97	129.35	93.46	83.77	80.46
	500	17.22	782.80	671.47	594.44	537.28	457.02	402.48	362.49	306.94	254.97	197.53	142.72	127.92	122.87





## ANEXO C: PANEL FOTOGRÁFICO



Vista Aguas arriba de la quebrada.



Vista de quebrada Aguas Arriba, nótese el material sólido de aporte.





Margen Derecha de la quebrada, talud de formación rocosa meteorizada.



Vista hacía el margen derecha de la quebrada, acumulación de material aguas arriba y la formación de una banqueta que deberá ser eliminada aguas abajo.





Vista del cono de deyección de la quebrada, limpieza después de un acontecimiento detrítico. Para garantizar la transitabilidad.



Imagen de fondo, de la quebrada Llocllamayo

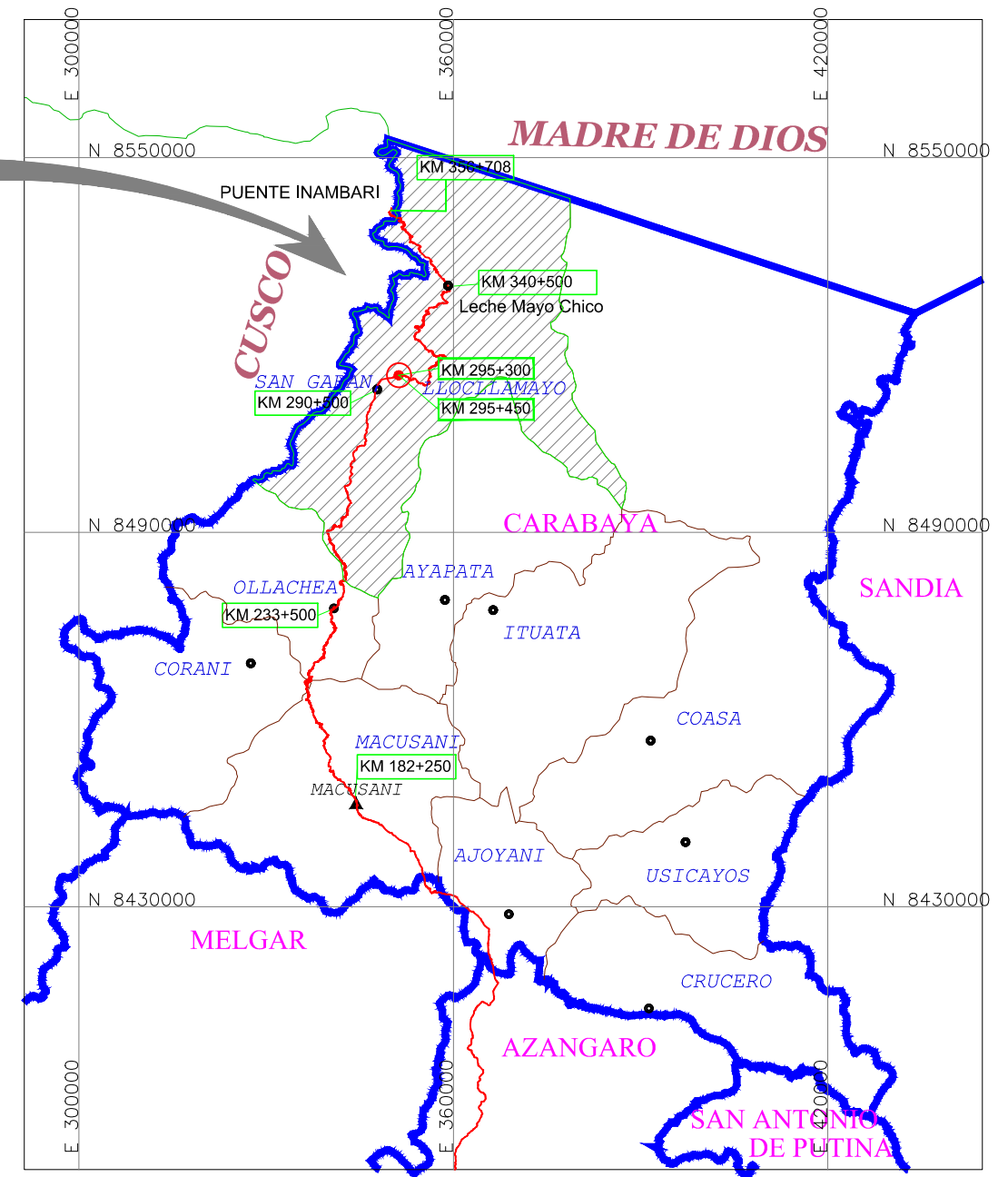
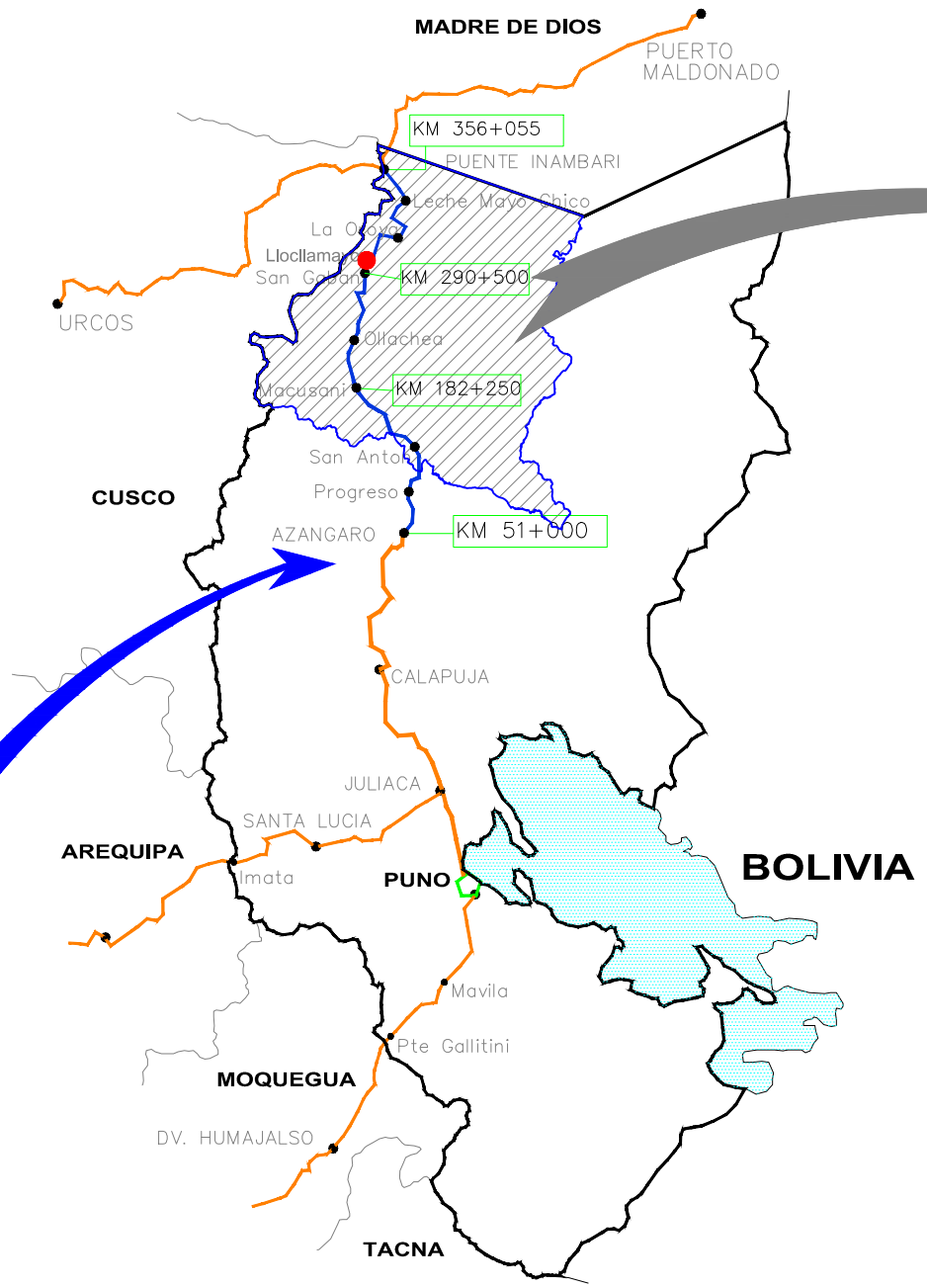
# PLANO GENERAL DE UBICACION

S/E

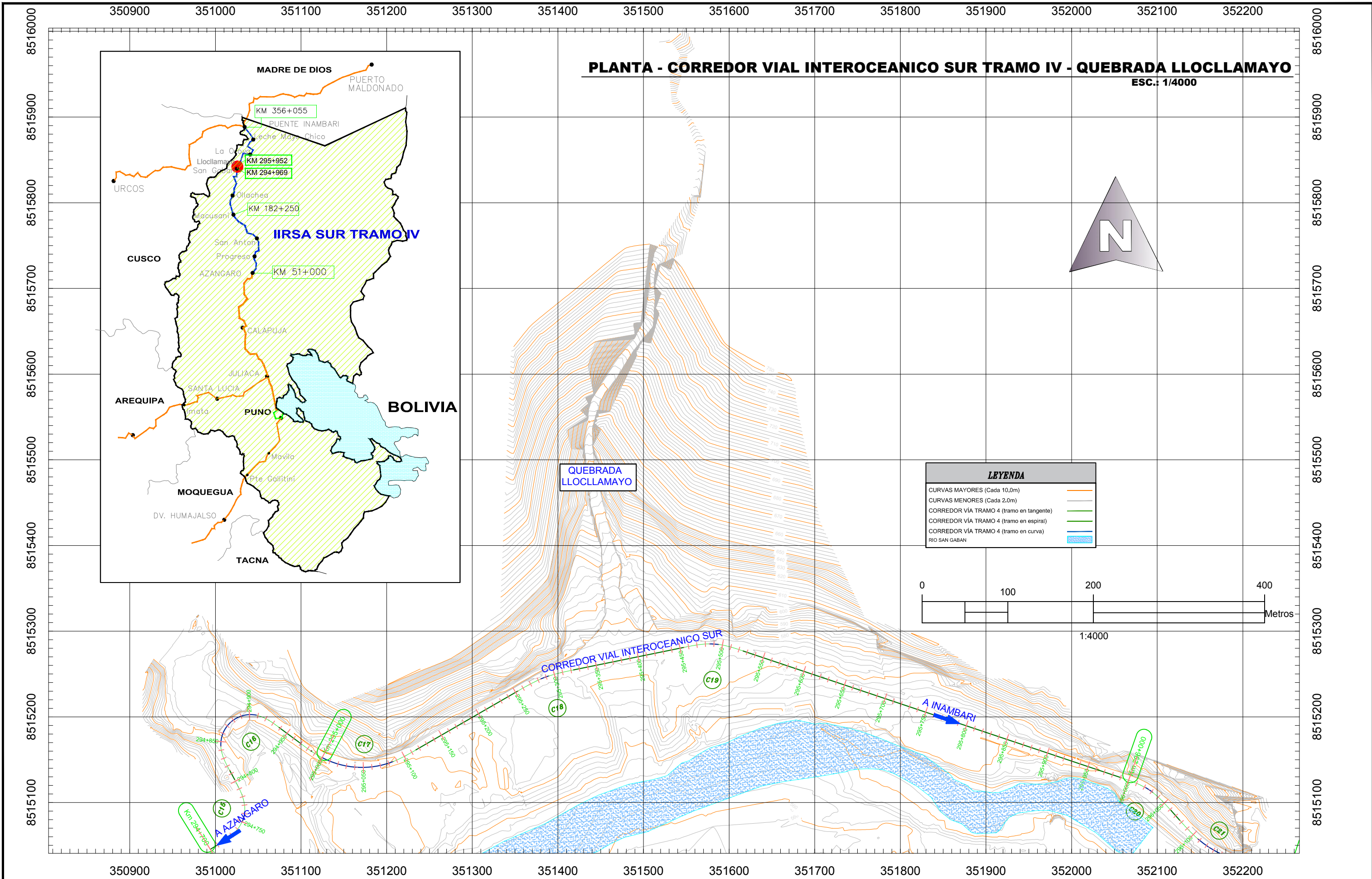
UBICACION POLITICO DEL  
DEL PERU - DEPARTAMENTO DE PUNO

UBICACION GEOGRÁFICA DEL  
DEPARTAMENTO DE PUNO - PROVINCIA DE CARABAYA

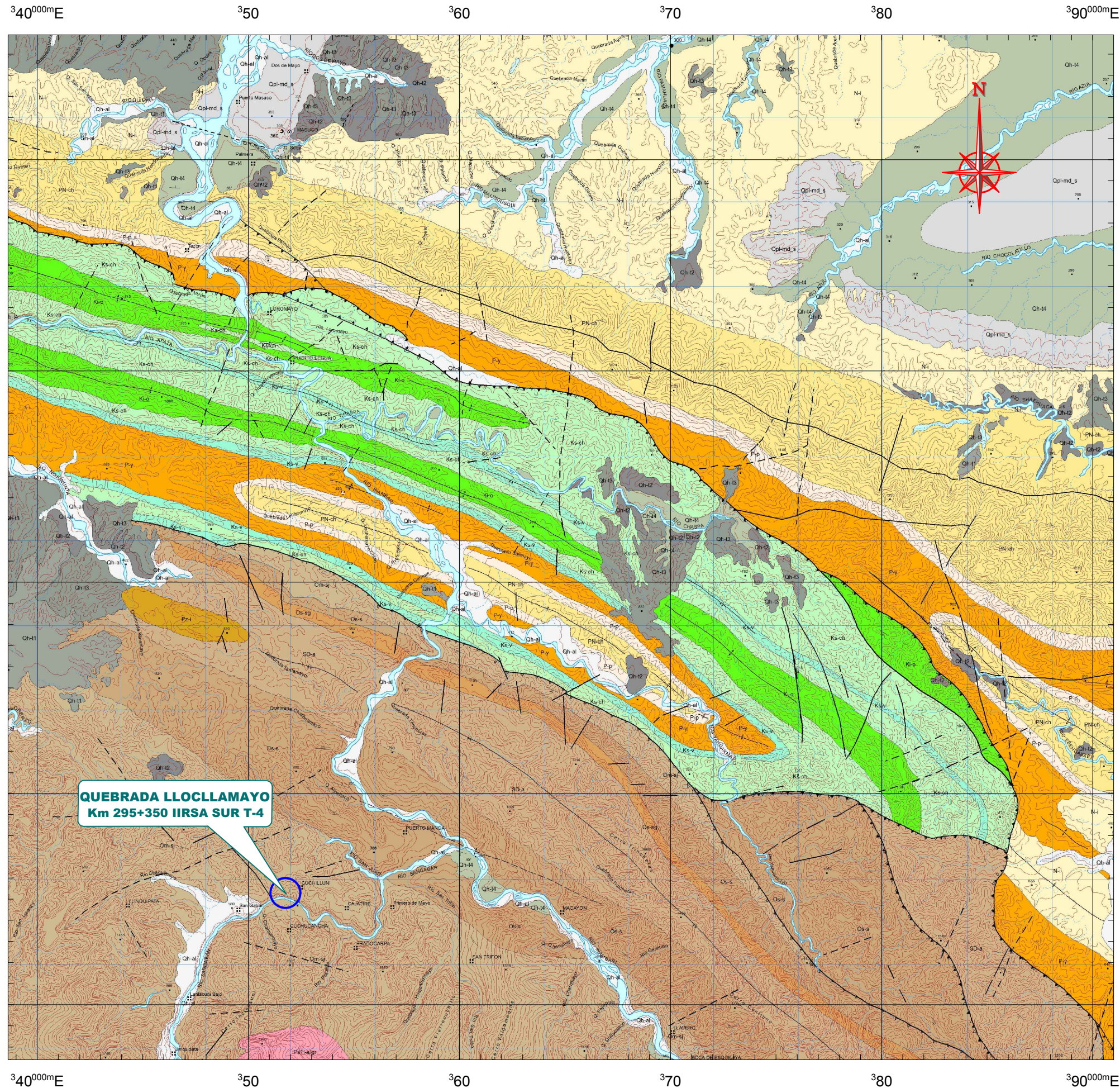
UBICACION GEOGRÁFICA DE LA  
PROVINCIA DE CARABAYA - DISTRITO DE SAN GABÁN











**SIMBOLOGIA**

- Contacto Geológico
- Contacto Geológico inferido
- Falla inferida
- Fallas y lineamientos
- Falla de sobrescurrimiento
- Eje de anticlinal
- Eje de sinclinal
- Eje de sinclinal inclinado
- Rumbo y buzamiento de estratos
- Rumbo y buzamiento de estratos fotointerpretados (30° - 60°)
- Línea de sección geológica

**LEYENDA**

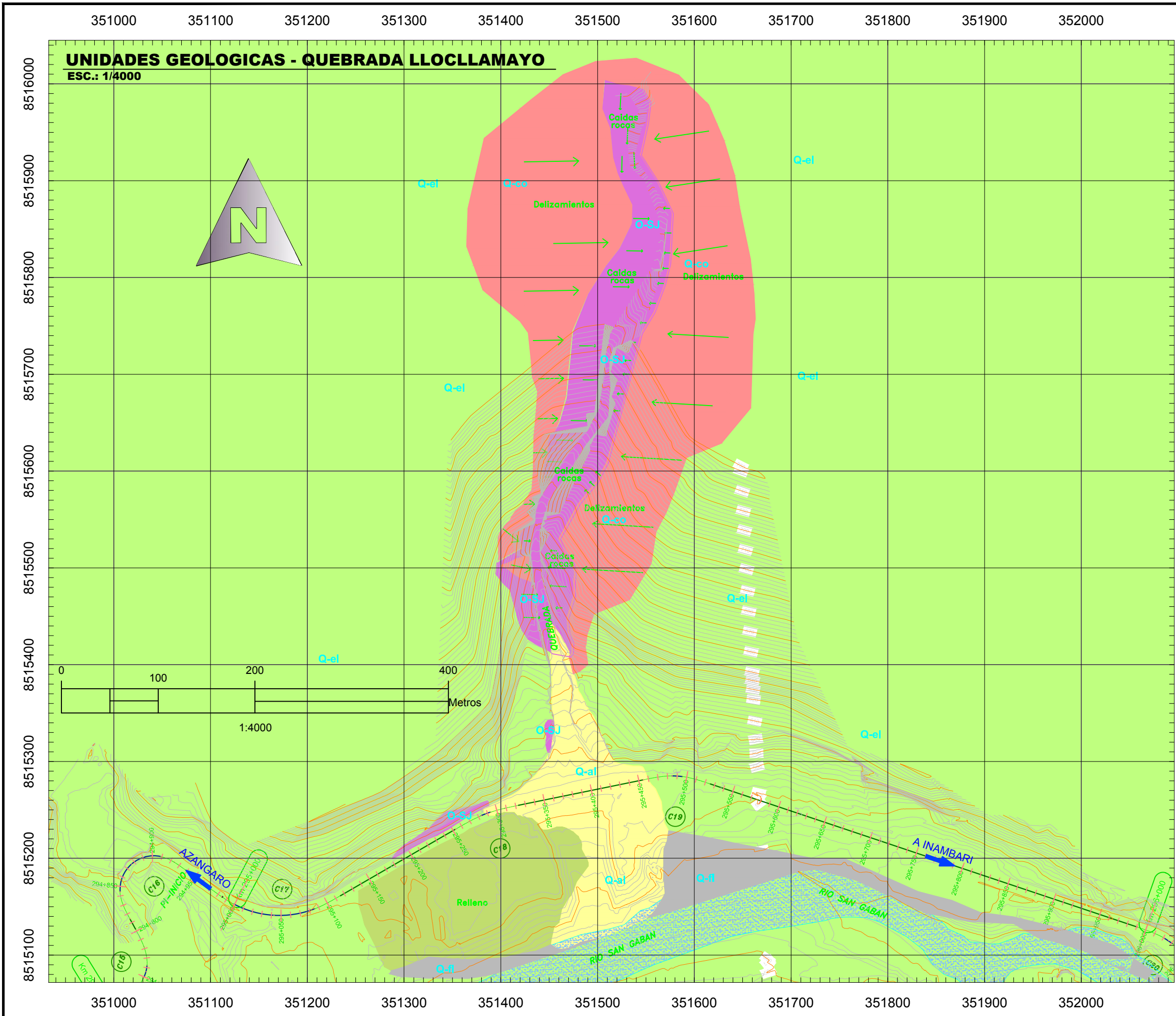
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	ROCAS INTRUSIVAS
CENOZOICA	CUATERNARIO	HOLOCENA	Qh-al Depósito aluvial	PsTi-aigr Granitoides
		PLEISTOCENA	Qh-44 Dep. de Terraza 4 Qh-43 Terraza 3 Qh-42 Terraza 2 Qh-41 Terraza 1	
	NEÓGENO	PLIOCENA	Qpl-md_s Miembro Río Panamarca	
			N-i Fm. Ipururo	
	PALEÓGENO		PN-ch Fm. Chambira	
			P-p Fm. Pozo	
		P-y Fm. Yahuarango		
MESOZOICA	CRETACEO	SUPERIOR	Ks-v Fm. Vivian	Paleozoico indiferenciado
		INFERIOR	Ks-ch Fm. Chonta Ki-o Gpo. Oriente	
PALEOZOICO	DEVÓNICO		SD-a Fm. Ananea	PZ-i
	SILURICO		Os-sg Fm. San Gabán	
	ORDOVÍCIO		Os-s Fm. Sandía Om-sj Fm. San José	

**ÍNDICE DE CUADRÁNGULOS**

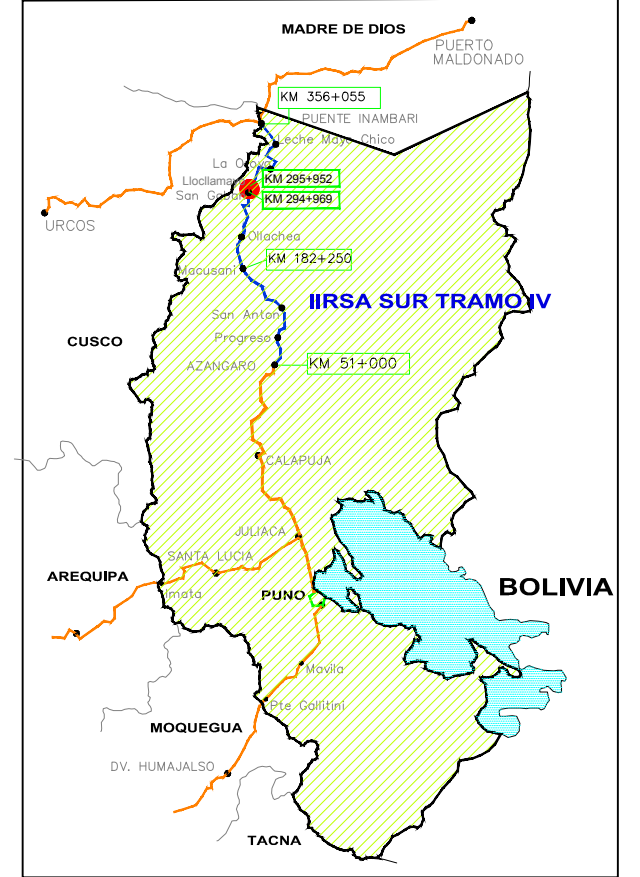
26-u	26-v	26-x
Puerto Luz	Colorado	Laberinto
27-u	27-v	27-x
Quincemil	Masuco	Astillero
28-u	28-v	28-x
Corani	Ayapata	Esquina



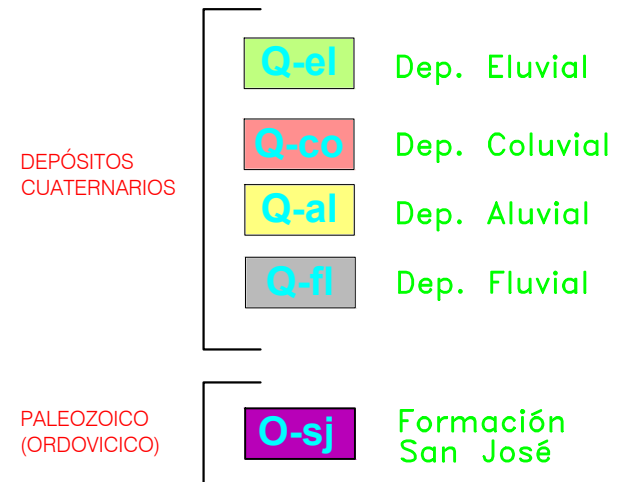




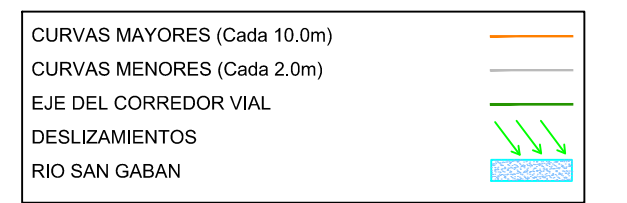
UBICACION GEOGRÁFICA DEL DEPARTAMENTO DE PUNO - PROVINCIA DE CARABAYA



**LEYENDA GEOLÓGICA**

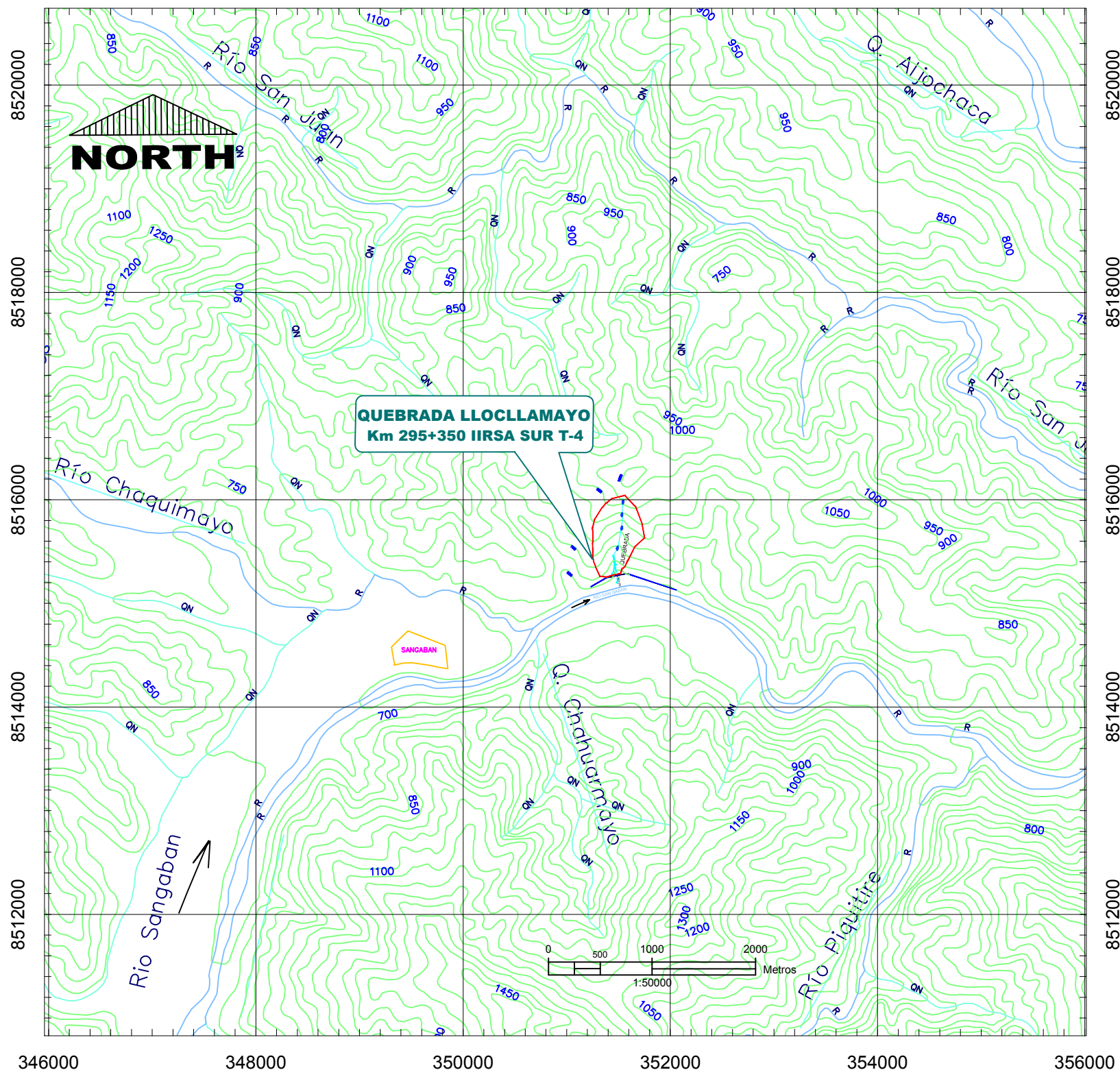


**SIMBOLOGIA**





346000 348000 350000 352000 354000 356000

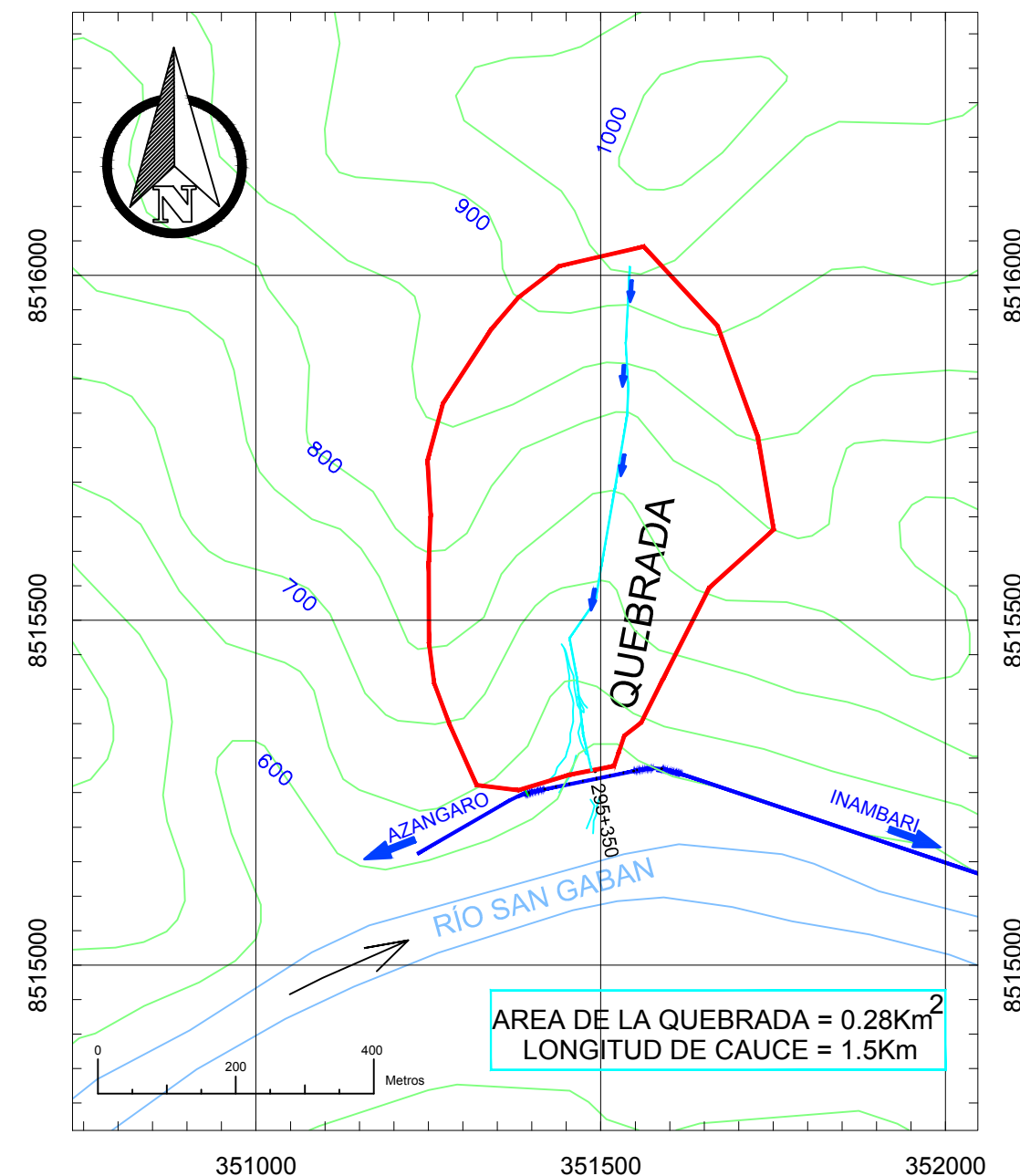


**PLANO UBICACIÓN DE QUEBRADA LLOCLLAMAYO**

ESCALA: 1/50,000

LEYENDA	
CURVAS DE NIVEL (CADA 50m)	
RIO (BORDE)	
CORREDOR VÍA TRAMO 4	
PERIMETRO, QUEBRADA LLOCLLAMAYO	
CAUCE PRINCIPAL	
DISTRITO DE SAN GABAN	

351000 351500 352000



**CUENCA DE LA QUEBRADA LLOCLLAMAYO**

ESCALA: 1/10,000



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



REVISIÓN:	JURADO DICTAMINADOR	UBICACIÓN:	SECTOR LLOCLLAMAYO
TESISTA:	Bach. CCAMA LIPA, JOSE ELOY	DISTRITO:	SAN GABAN
PROFESIONAL:	NOMBRE	PROVINCIA:	CARABAYA
	FECHA	REGION:	PUNO

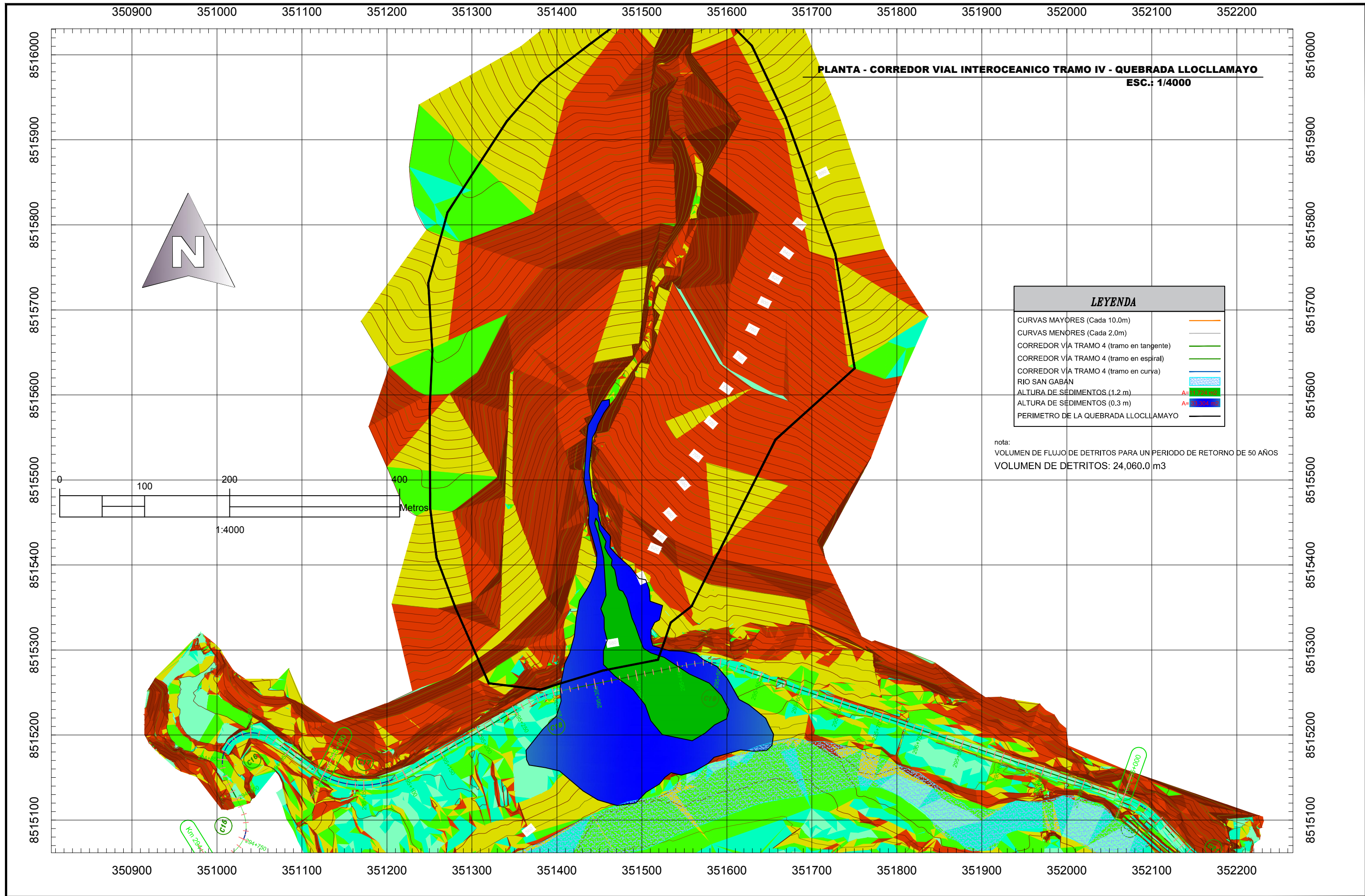
UBICACIÓN:	SECTOR LLOCLLAMAYO
DISTRITO:	SAN GABAN
PROVINCIA:	CARABAYA
REGION:	PUNO

TESIS: "INCIDENCIA DE FACTORES CONDICIONANTES Y DESENCADENANTES EN LA DETERMINACION DEL PELIGRO DE FLUJO DE DETRITOS APLICANDO EL MODELO FLO-2D, QUEBRADA LLOCLLAMAYO KM\_295+350, IIRSA SUR TRAMO-IV"

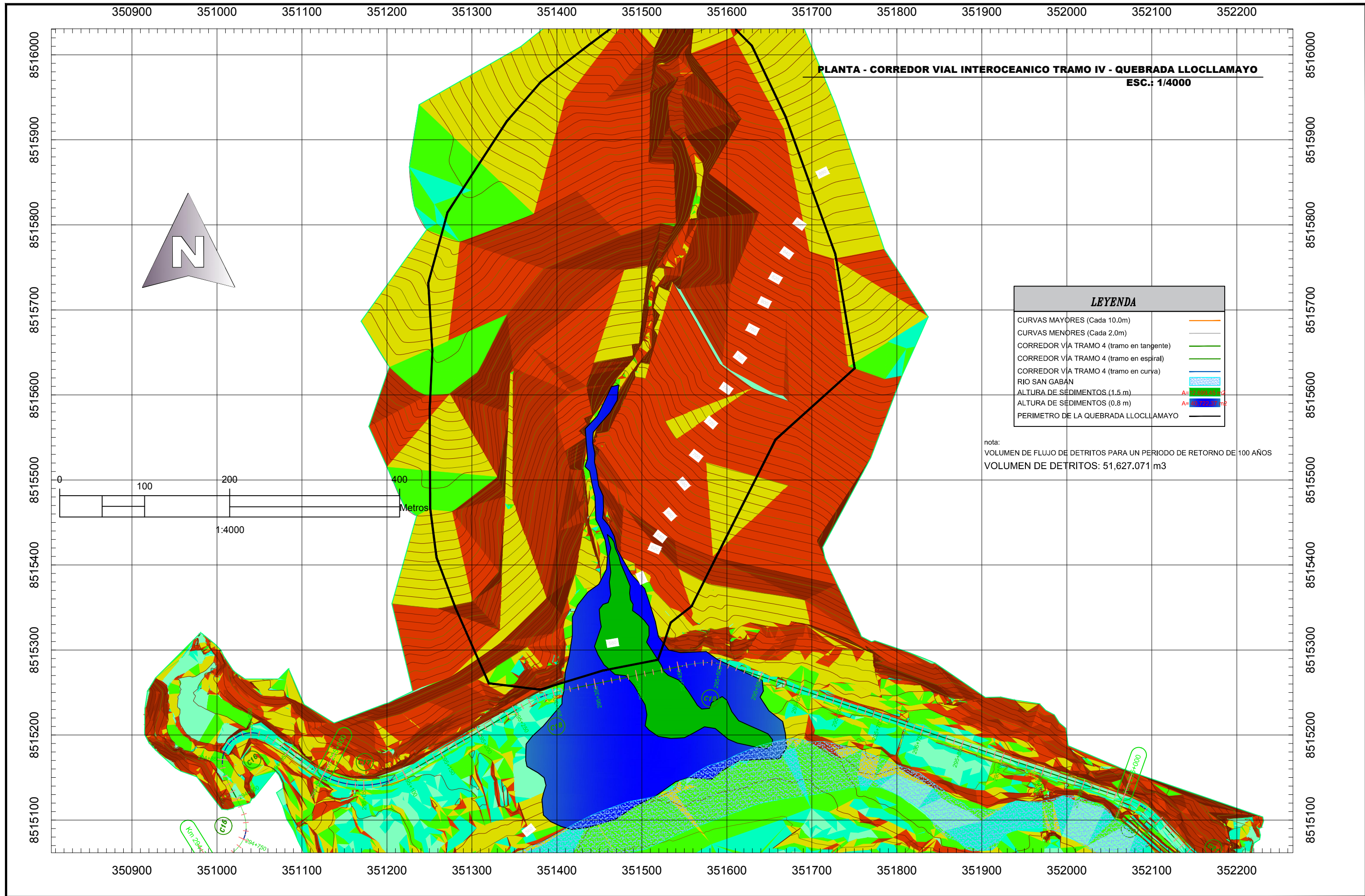
PLANO: TESIS LLOCLLAMAYO  
PLANO DE UBICACION QUEBRADA LLOCLLAMAYO

ESCALA:	INDICADA	LAM:	05
FECHA:	DICIEMBRE 2018		
CODIGO:	TLL-PL-03-R01		









**PLANTA - CORREDOR VIAL INTEROCEANICO TRAMO IV - QUEBRADA LLOCLLAMAYO**  
**ESC.: 1/4000**

LEYENDA	
CURVAS MAYORES (Cada 10.0m)	
CURVAS MENORES (Cada 2.0m)	
CORREDOR VIA TRAMO 4 (tramo en tangente)	
CORREDOR VIA TRAMO 4 (tramo en espiral)	
CORREDOR VIA TRAMO 4 (tramo en curva)	
RIO SAN GABÁN	
ALTURA DE SÉDIMENTOS (1.5 m)	
ALTURA DE SÉDIMENTOS (0.8 m)	
PERIMETRO DE LA QUEBRADA LLOCLLAMAYO	

nota:  
 VOLUMEN DE FLUJO DE DETRITOS PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS  
 VOLUMEN DE DETRITOS: 51,627.071 m<sup>3</sup>



REVISIÓN:	JURADO DICTAMINADOR	UBICACION:	SECTOR LLOCLLAMAYO
TESISTA:	Bach. CCAMA LIPA, JOSE ELOY	DISTRITO:	SAN GABAN
PROFESIONAL:	NOMBRE	PROVINCIA:	CARABAYA
	FECHA	REGION:	PUNO

TESIS: "INCIDENCIA DE FACTORES CONDICIONANTES Y DESENCADENANTES EN LA DETERMINACIÓN DEL PELIGRO DE FLUJO DE DETRITOS APLICANDO EL MODELO FLO-2D, QUEBRADA LLOCLLAMAYO KM\_295+350, IIRSA SUR TRAMO-IV"

PLANO:  
 TESIS LLOCLLAMAYO  
 MAPA DE PELIGRO: T=100 AÑOS  
 SECTOR: QUEBRADA LLOCLLAMAYO



