



ESTUDIO HIDROLOGICO AMPLIACION CENTRO AMBIENTAL JUJUY

CHANCHILLOS, JUJUY



INDICE

1. INTRODUCCION Y OBJETIVO	3
2. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	3
3. CARACTERISTICAS REGIONALES	6
4. CARACTERIZACION DE LAS CUENCA Y ANALISIS DE SISTEMA	10
5. DETERMINACION DEL CAUDAL DE DISEÑO	12
6. ANAISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	20

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 2.1. Ubicación del predio de la segunda celda del relleno sanitario y planta de biogás en el Centro Ambiental Jujuy, Palpalá.</i>	4
<i>Figura 3.1. Extensión de las Yungas en Argentina y Bolivia</i>	6
<i>Figura 3.2. Vegetación Yungas en la provincia de Jujuy</i>	7
<i>Figura 3.3. Hidrografía de la provincia de Jujuy y ubicación del proyecto</i>	8
<i>Figura 3.4. Sistema de cuencas en Quebrada, valles y yungas en Jujuy</i>	8
<i>Figura 3.5. Inicio de la ampliación del CAJ zona sur</i>	9
<i>Figura 3.6. Cuenca alta del CAJ. Punto más alto de divisoria de aguas</i>	9
<i>Figura 3.7. Zona intermedia del CAJ</i>	10
<i>Figura 4.1. Cuenca de afectación en base a la ubicación de la segunda celda del relleno sanitario y planta de biogás.</i>	10
<i>Figura 4.2. Características del suelo en la cuenca de afectación</i>	11
<i>Figura 4.3. Características del suelo en la cuenca de afectación (cont.)</i>	12
<i>Figura 5.1: Cauce con pendiente uniforme</i>	14
<i>Figura 5.2: Cauce con pendiente gradualmente variado.</i>	14
<i>Figura 5.3: Cauce con perfil quebrado.</i>	15
<i>Figura 5.4: Intensidad horaria para un periodo de 25 años, nomograma de Ruhle.</i>	16

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 4.1. Características geométricas de la cuenca</i>	11
<i>Tabla 5.1. Coeficientes de Rugosidad Relativa</i>	13
<i>Tabla 5.2: Coeficiente "C", característico de la cuenca</i>	17-16
<i>Tabla 5.3: Valores de X,Y,Z, dependiendo del valor C.</i>	17
<i>Tabla 5.4: Intensidad de precipitación.</i>	18
<i>Tabla 5.5. Determinación del Caudal de diseño por el método Ruhle generalizado</i>	19
<i>Tabla 6.1. Caudales por subcuenca</i>	20

1. INTRODUCCION Y OBJETIVO

El presente informe realiza el estudio general del sistema hidrológico de la ampliación del predio de la segunda celda del relleno sanitario y planta de biogás en el Centro Ambiental Jujuy (CAJ) ubicado en el departamento Palpalá, próximo a la Ruta Provincial N°49, con el objetivo de evaluar las consecuencias hídricas y su interacción con el entorno. Físicamente no habrá ninguna ampliación del predio del CAJ, pero se utilizará el terreno que se encuentra dentro del predio del CAJ que actualmente no se utiliza.

2. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El predio de la segunda celda del relleno sanitario y planta de biogás del CAJ se encuentra en el departamento de Palpalá, en la zona este de la Provincia, región de los valles. El CAJ se encuentra en las afueras de la Ciudad de Palpalá, próximo a la Ruta Provincial N°49.

En la siguiente figura se muestra la localización del estudio a realizar.

ESTUDIO HIDROLOGICO
AMPLIACION CENTRO AMBIENTAL JUJUY
Centro Ambiental Jujuy – Provincia de Jujuy

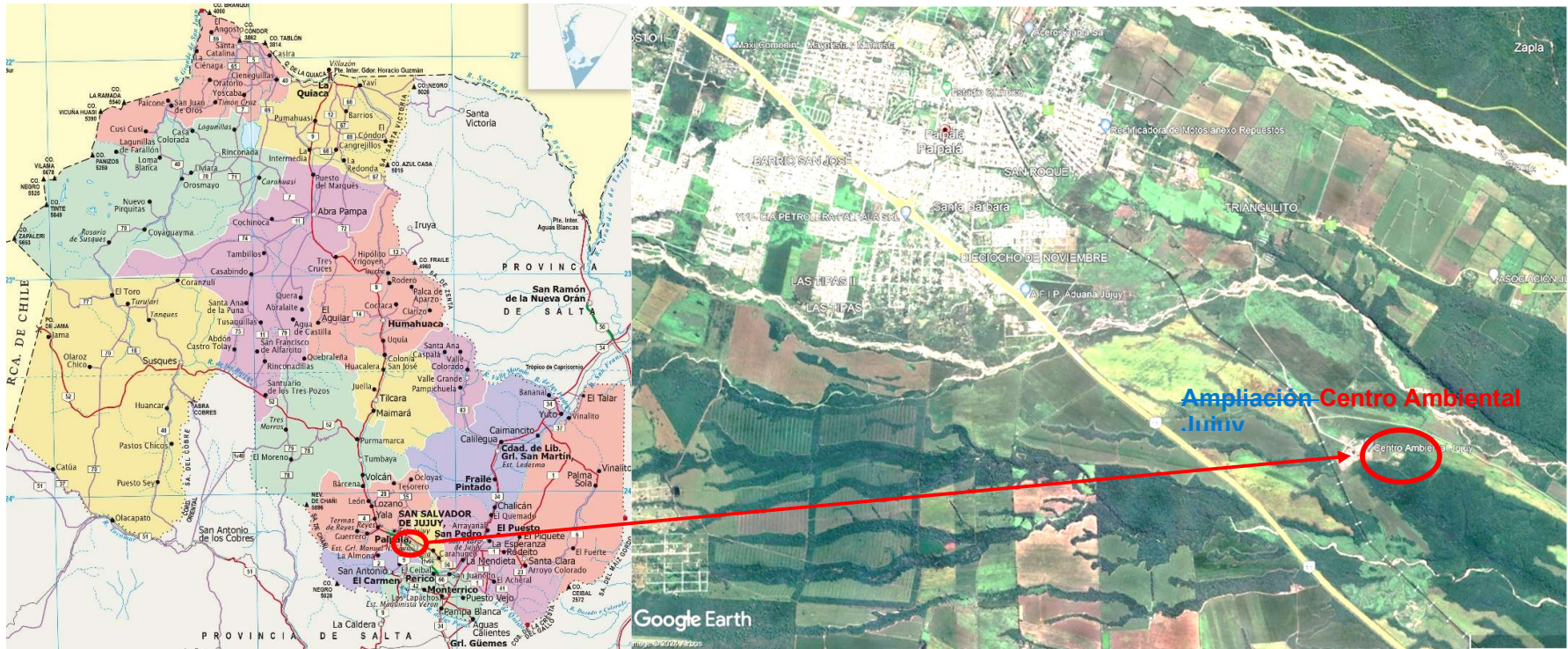


Figura 2.1. Ubicación del Centro Ambiental Jujuy, Palpalá.

3. CARACTERISTICAS REGIONALES

El Centro Ambiental Jujuy se encuentra en el cordón serrano principal de ingreso a las yungas. Estas, se caracterizan por la presencia de selvas de montaña o “nuboselvas”. Tienen una gran variedad de ambientes que conforman diferentes pisos de vegetación. El Clima es Cálido y húmedo con Precipitaciones estivales de 900 a 2.500 mm. La Temperatura media es de 14 a 26°C. Hacia el este se presentan las menores precipitaciones y mayores temperaturas.

En la siguiente figura se muestra el cordón verde de las yungas dentro de Argentina y Bolivia

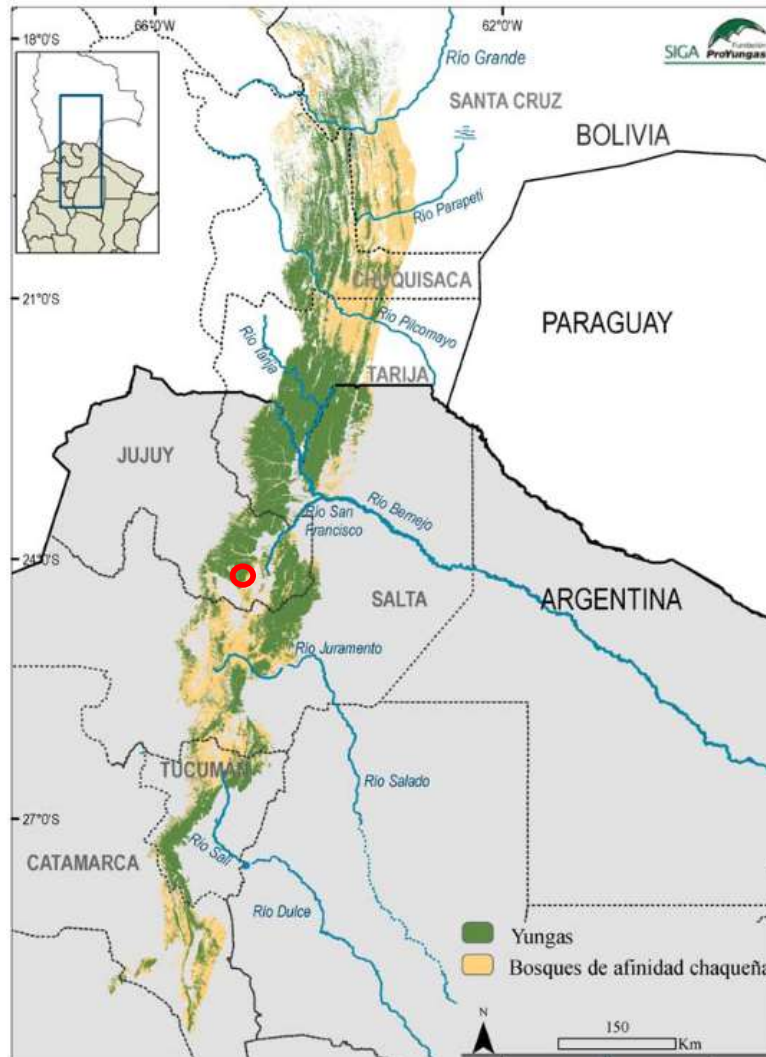


Figura 3.1. Extensión de las Yungas en Argentina y Bolivia

Las Yungas muestran un marcado cambio altitudinal en su diversidad biológica, como consecuencia del gradiente de variación climática asociado al amplio rango de alturas que cubren (400 – 3.500 m s.n.m.). Como respuesta al gradiente ambiental, la vegetación de las Yungas se organiza en pisos o franjas de vegetación de características fisonómico-florísticas particulares.

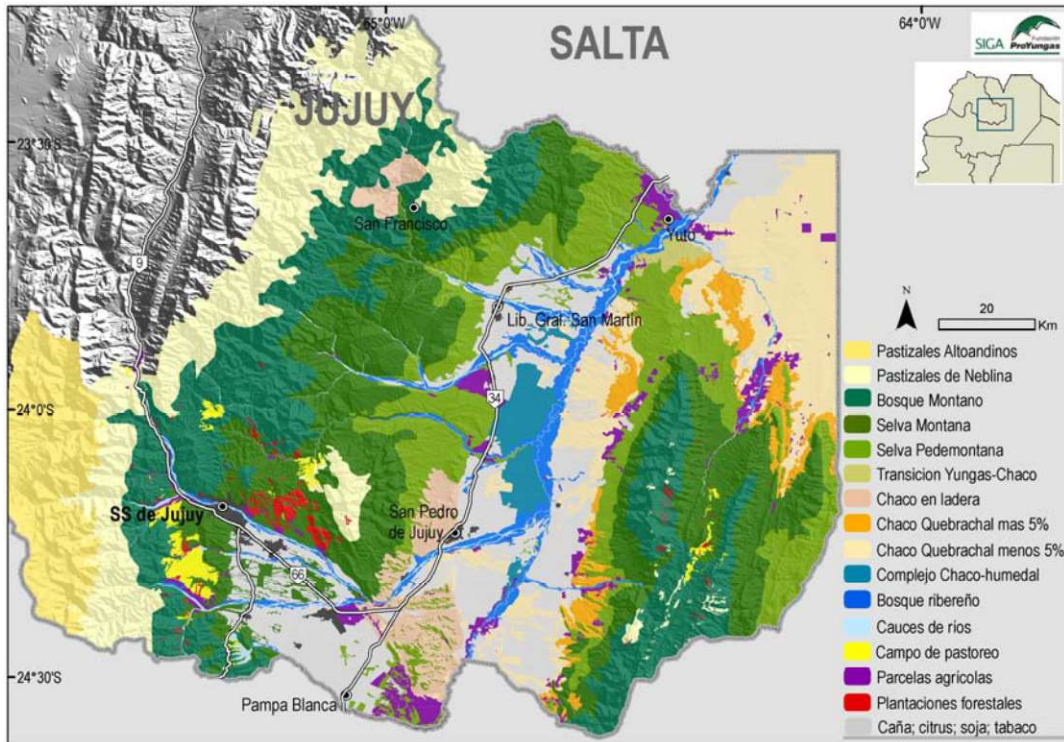


Figura 3.2. Vegetación Yungas en la provincia de Jujuy

Bajo esta descripción de vegetación, la ampliación del centro ambiental Jujuy se encuentra en la “Selva pedemontaña” dada su altitud respecto de los desagües naturales del sector.

Hidrografía y usos actuales de las aguas

A partir del punto en que confluyen el Río Grande y el Lavayén, el río San Francisco corre por un amplio valle, ubicado entre lejanas cadenas montañosas. Por su margen derecha recibe algunos afluentes menores y el río Santa Rita; por su margen izquierda recibe el río Negro, el río Calilegua y el río de las Piedras, que sirve de límite con el sector norte de la provincia de Salta.

Su cuenca tiene una alta densidad de población, y en ella predominan los cultivos de caña de azúcar, especies madereras y frutales, además de la explotación forestal de la vegetación nativa. En ella se encuentran la segunda y tercera ciudades de Jujuy por su importancia poblacional: San Pedro y Libertador General San Martín. Otras ciudades de importancia en la zona son Calilegua, Fraile Pintado, Caimancito, Yuto, El Puesto y Chalicán. Al este del valle, en el departamento Santa Bárbara, se encuentran Palma Sola, Santa Clara y El Piquete. En Libertador se encuentra el Ingenio Ledesma, la empresa más grande de la provincia y una de las más grandes del norte argentino, dedicada a la producción de azúcar y otros alimentos, alcohol, y papel.

El Centro Ambiental Jujuy se encuentra en el inicio del cordón serrano entre el Río Los alisos y el arroyo Huaico Hondo.

Con la información recopilada como antecedente, se procedió al recorrido por la cuenca alta y el punto principal de estudio, a los fines de interiorizarse en las características de las cuencas y afectación del entorno.



Figura 3.5. Inicio de la parte del CAJ zona sur para la segunda celda del relleno sanitario



Figura 3.6. Cuenca alta del CAJ. Punto más alto de divisoria de aguas



Figura 3.7. Zona intermedia del CAJ.

4. CARACTERIZACION DE LAS CUENCA Y ANALISIS DE SISTEMA

En base al análisis de imágenes satelitales y de la utilización del SRTM de la NASA se determinó la cuenca de aporte tomando como punto de control la ubicación de la segunda celda del relleno sanitario y planta de biogás. En la siguiente figura se muestra las subcuencas.

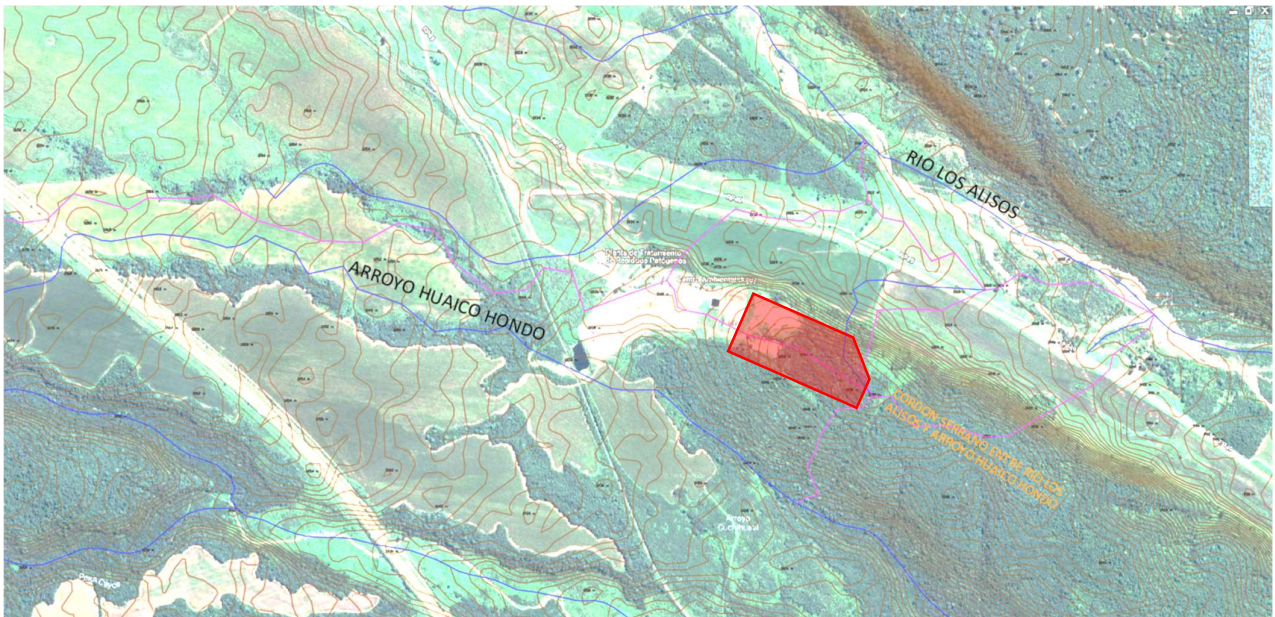


Figura 4.1. Cuenca de afectación en base a la ubicación de la segunda celda del relleno sanitario y planta de biogás.

La segunda celda del relleno sanitario y planta de biogás se encuentra en la cuenca alta, sobre el cordón serrano al oeste de la ciudad de San Pedro de Jujuy, con pendientes elevadas y sobre la confluencia de los desagües naturales de menor envergadura entre serranías de gran altura. Por lo tanto, el mayor aporte proviene de la escorrentía superficial que cae directamente sobre la superficie de ampliación del proyecto.

Tabla 4.1. Características geométricas de la cuenca

Cuenca N°	Área	L	H	Pendiente
	(ha)	(km)	(m)	%
Subcuenca 1	14.37	0.66	16	2.4

En base a la ubicación del proyecto y la cuenca de afectación se determina el tipo de suelo del sector, a través de la página del INTA según el siguiente link <https://geo-backend.inta.gob.ar/catalogue/#/dataset/230>. En la siguiente figura se detalla las características del suelo en la zona.

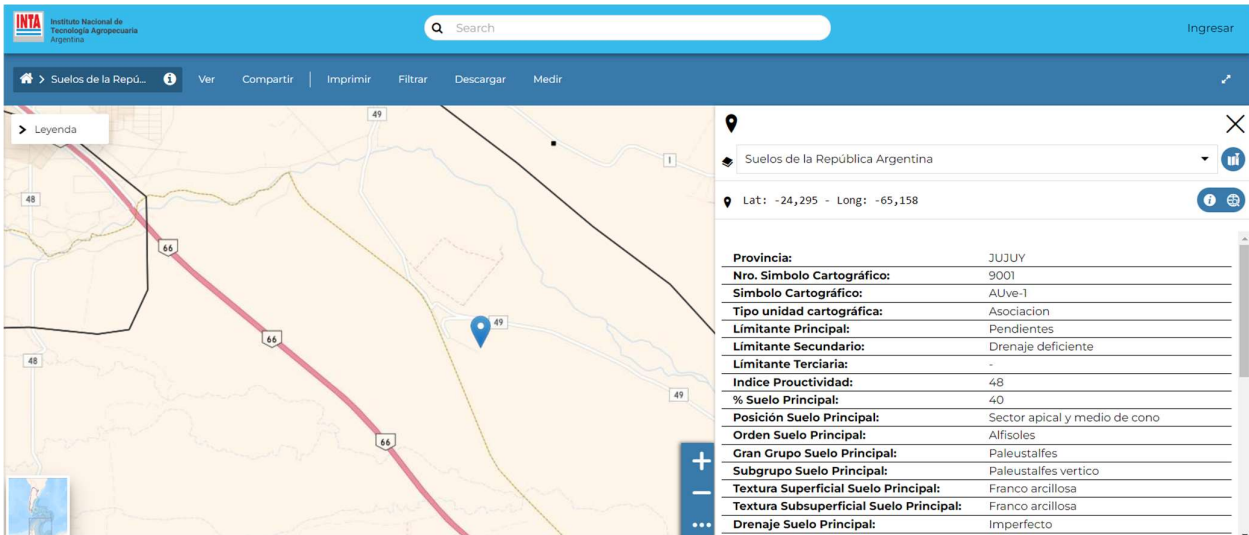


Figura 4.2. Características del suelo en la cuenca de afectación

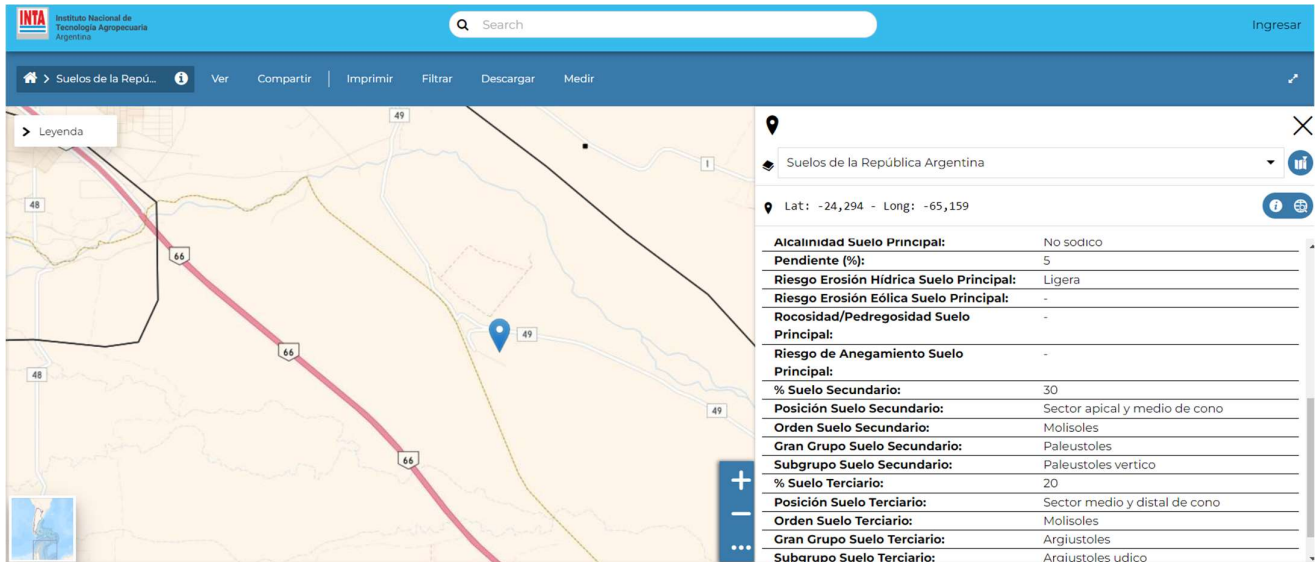


Figura 4.3. Características del suelo en la cuenca de afectación (cont.).

Los suelos del lugar se caracterizan por arcillas impermeables en términos generales, lo cual no favorece a la escorrentía y absorción del agua por permeabilidad.

5. DETERMINACION DEL CAUDAL DE DISEÑO

En virtud del tamaño y geometría de las subcuencas es recomendable utilizar el método racional generalizado del Ing° Federico Ruhle. Este método realiza una mejor aproximación de la estimación de caudal que el método racional clásico, aplicando una serie de coeficientes de corrección que dependen de variables hidrológicas, características de la morfología de la cuenca, y precipitaciones, lo que permiten una mejor caracterización de la hidrología de la cuenca.

El método racional generalizado es ampliamente utilizado en el diseño de alcantarillas y obras de arte menores principalmente en rutas nacionales.

5.1. Descripción del método de Ruhle- racional generalizado

El método racional generalizado consiste en una adaptación del método racional, propuesto por el ingeniero G.O. Ruhle.

$$Q = \alpha \cdot \beta \cdot \frac{A \cdot E \cdot R}{360}$$

Q Máximo caudal de derrame, en m³/s

α Coeficiente que tiene en cuenta la menor intensidad de precipitación en grandes áreas en relación a la intensidad puntual del registro. Este coeficiente disminuye en la medida que aumenta el área A y la precipitación R.

β Coeficiente que tiene en cuenta la reducción del derrame por la retención del cauce. En condiciones medias $\beta = 0.90$.

- A Área de la cuenca
- E Coeficiente escorrentía
- R Intensidad de lluvia de diseño

Para determinar la tormenta de proyecto para cualquier tiempo de retorno se realiza una corrección de la intensidad de proyecto para 25 años determinada por el nomograma que figura al final del capítulo en función de los parámetros hidrológicos de la cuenca como son el tiempo de concentración t_c , Longitud de escurrimiento y desnivel. A continuación, se describe la determinación de los parámetros hidrológicos para el cálculo de caudal

Características de la cuenca, Procedimiento:

Longitud virtual

A efectos de tener en cuenta las características hidráulicas del cauce se considera un factor de rugosidad relativa K que contempla la mayor o menor resistencia del cauce a los escurrimientos de las aguas:

$$L' = K.L$$

Siendo

- K coeficiente de rugosidad relativa, expresados en la Tabla 5.1.
- L longitud virtual del cauce principal, en km

Tabla 5.1. Coeficientes de Rugosidad Relativa

		RUGOSIDAD DE MANNING "n"	RUGOSIDAD RELATIVA "K"	
CARACTERISTICAS DEL CAUCE PRINCIPAL				
CORRIENTES SIN CONCENTRAR	SUELOS DESNUDOS	0,100	1,75	
	SUELOS CON PASTOS O CESPED POCO DENSO Y CORTO	0,300	3,50	
	SUELOS CON PASTOS O CESPED EN CONDICIONES MEDIAS	0,400	4,00	
	SUELOS CON PASTOS O CESPED DENSO Y ALTO	0,500	4,50	
CORRIENTES CONCENTRADAS	CAUCES NATURALES	CAUCES POCO SINUOSOS DE SECCIONES UNIFORMES, SIN VEGETACION	0,030	0,75
		CAUCES POCO SINUOSOS DE SECCIONES UNIFORMES, CON ALGUNA VEGETACION E LAS BARRACAS	0,040	0,85
		CAUCES POCO SINUOSOS DE SECCIONES VARIABLES, CON ALGUNA VEGETACION E LAS BARRACAS, EN ZONAS MONTAÑOSAS, CON PIEDRA O RIPIO SIN VEGETACION	0,050	1,00
		CAUCES POCO SINUOSOS DE SECCIONES APROXIMADAMENTE UNIFORMES, OBSTRUIDOS CON ARBUSTOS Y ALGO DE MALEZAS	0,070	1,20
		CAUCES POCO SINUOSOS DE SECCIONES APROXIMADAMENTE UNIFORMES, MUJY OBSTRUIDOS CON ARBUSTOS Y MALEZAS, SINUOSOS Y DE SECCIONES VARIABLES MODERADAMENTE OBSTRUIDOS CON ARBUSTOS Y MALEZAS	0,100	1,50
	CAUCES ARTIFICIALES	CAUCES SINUOSOS Y DE SECCIONES VARIABLES, OBSTRUIDOS CON ARBOLES, ARBUSTOS, MALEZAS, RAICES, TRONCOS Y ARBOLES CAIDOS	0,125	1,75
		CAUCES SINUOSOS Y DE SECCIONES VARIABLES, MUJY OBSTRUIDOS CON ARBOLES, ARBUSTOS, MONTE BAJO Y SUCIO, MALEZAS, RAICES, TRONCOS Y ARBOLES CAIDOS	0,150	2,00
		CANALES DE HORMIGON	0,015	0,50
		CANALES DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA	0,020	0,55
		CANALES O ZANJAS DE TIERRA, SIN VEGETACION	0,028	0,65
CANALES O ZANJAS DE TIERRA, CON ALGO DE VEGETACION	0,035	0,80		
CANALES O ZANJAS DE TIERRA, CON BASTANTE VEGETACION	0,045	0,95		

En base al recorrido de la cuenca alta y baja se puede establecer la rugosidad relativa en 3.50

Tiempo de concentración

Se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$t_c = C * \frac{L^m}{H'^{0.3}}$$

Siendo

C y m constantes genéricas
 H' desnivel virtual, en m

$$C = 54.8 + 3.67 \left(\frac{L'-1}{L+3.2} \right)^2$$

$$m = 1.165 - 0.21 \left(\frac{L'^2}{L'^2+7} \right)$$

El valor del desnivel virtual H es función del perfil longitudinal del cauce:
 Cauce con pendiente uniforme, Figura 5.1.

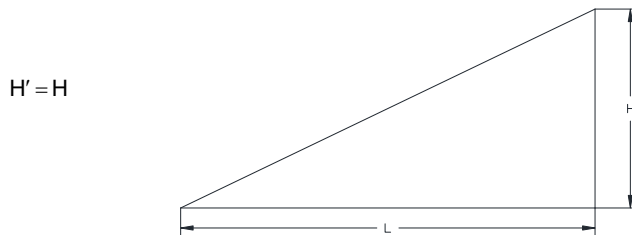


Figura 5.1: Cauce con pendiente uniforme.

Cauce con pendiente gradualmente variada, Figura 5.2.

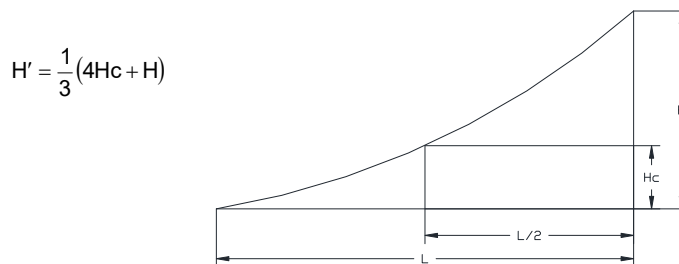


Figura 5.2: Cauce con pendiente gradualmente variado.

Cauce con perfil quebrado ($\eta > 0.5$) Figura 5.3.

$$H' = 2\eta H_c + (1 - \eta)H$$

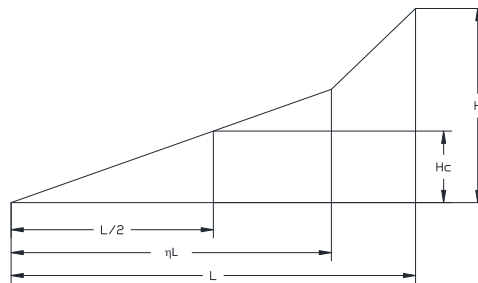


Figura 5.3: Cauce con perfil quebrado.

Figura 5.18. cauce con perfil quebrado

Intensidad de precipitación:

De acuerdo con la experiencia, la intensidad de precipitación en un lugar, para un periodo de recurrencia dado, decrece con la duración.

$$R_{25} = \frac{a}{t_c^b + c}$$

Siendo:

R_{25} intensidad horaria para un tiempo de duración del aguacero igual al tiempo de concentración y una recurrencia de 25 años, en mm/h.

t_c tiempo de concentración de la cuenca

a y c coeficientes que dependen de la intensidad de precipitación horaria R_h

b constante

$$a = 31R_h + 0.023R_h^{2.295}$$

$$b = 0.82$$

$$c = 2.29 + 0.023R_h^{1.295}$$

En el caso de que la duración o tiempo de concentración sea relativamente (mayor de unas dos horas), la fórmula de R_{25} puede simplificarse a:

Recurrencia:

La intensidad de precipitación para un T_r cualquiera queda expresada por:

$$R = R_{25} \left(1 + \frac{22}{50 + \sqrt{R_{25}}} \text{Log} \frac{T_r}{25} \right)$$

Siendo:

$$R_{25} = \frac{a}{t_c^b}$$

T_r tiempo de recurrencia de diseño, en años

Para el trabajo en estudio y teniendo en cuenta la magnitud de la obra, se adopta un tiempo de retorno de 25 años.

La precipitación de diseño se obtiene del nomograma de diseño del Ing. Ruhle para 25 años, R_h : 60 mm/h. En la siguiente figura se muestra el mapa de precipitación horaria de diseño del método.

(IV) R.: PRECIPITACION HORARIA (PARA UN PERIODO DE RECURRENCIA DE 25 AÑOS) – SE CONSIGNA EN EL PLANO DE LA FIG. 6..

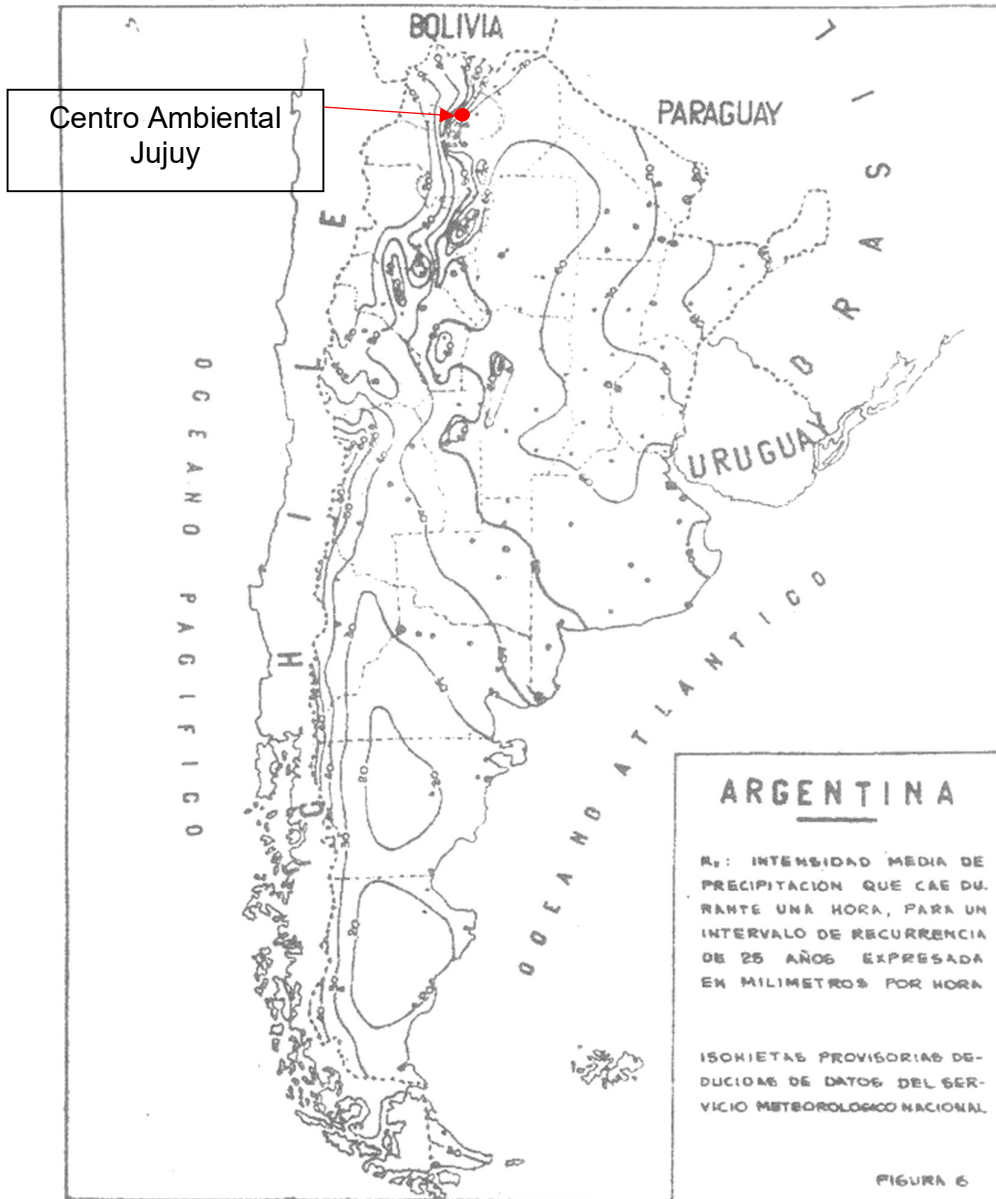


Figura 5.4: Intensidad horaria para un periodo de 25 años, nomograma de Rühle.

e) Características físicas de la cuenca

Se contempla mediante un coeficiente C evaluado para el tiempo de concentración, características de la vegetación y suelos de la cuenca.

Tabla 5.2: Coeficiente "C", característico de la cuenca

TIPO DE CUBIERTA	TIEMPO DE CONCENTRACION tc	PRATICAMENTE IMPERMEABLES	MUY POCO PERMEABLES	POCO PERMEABLES	MEDIANAMENTE PERMEABLES	BASTANTE PERMEABLES	PERMEABLES	MUY PERMEABLES
		PAVIMENTOS ROCA VIVA	ARCILLAS ROCAS DESCOMP	LOAM ARCILLOSO	LOAM	LOAM LIMOSO LOAM ARENOSO	SUELOS	SUELOS ARENOSOS MUJY
VEGETAL	HORAS	VALORES DEL COEFICIENTE "C"						
SUELOS DESNUDOS	0	0,9	0,82	0,64	0,52	0,32	0,17	0,08
	1	0,9	0,82	0,65	0,53	0,33	0,18	0,09
	2	0,91	0,84	0,7	0,56	0,37	0,23	0,13
	3	0,92	0,85	0,73	0,6	0,45	0,31	0,19
	4	0,93	0,87	0,75	0,64	0,5	0,37	0,27
VEGETACIÓN RALA	0		0,74	0,59	0,48	0,3	0,16	0,07
	1		0,75	0,6	0,49	0,31	0,17	0,08
	2		0,79	0,66	0,54	0,35	0,22	0,12
	3		0,82	0,7	0,59	0,43	0,3	0,18
	4		0,84	0,73	0,63	0,49	0,36	0,26
CULTIVOS (EN SURCOS) MONTE POCO TUPIDO	0		0,6	0,49	0,41	0,27	0,14	
	1		0,62	0,51	0,43	0,29	0,15	
	2		0,7	0,59	0,49	0,34	0,2	
	3		0,77	0,66	0,46	0,42	0,29	
	4		0,82	0,71	0,61	0,48	0,35	
PRADERAS CESPED MONTE MEDIANAMENTE TUPIDO	0		0,29	0,23	0,18	0,13		
	1		0,39	0,29	0,22	0,15		
	2		0,57	0,45	0,35	0,23		
	3		0,68	0,55	0,44	0,32		
	4		0,75	0,62	0,51	0,39		
BOSQUES TUPIDOS MONTE MUJY TUPIDO	0		0,12	0,1	0,08			
	1		0,23	0,18	0,13			
	2		0,41	0,33	0,25			
	3		0,55	0,46	0,36			
	4		0,64	0,54	0,43			

f) Coeficiente de escorrentía E

El coeficiente de escorrentía es función del coeficiente característico de la cuenca "C" y de la intensidad de precipitación. Para una intensidad de 60 mm/h corresponde E = C

La expresión del coeficiente de escorrentía E por la intensidad de precipitación R es:

$$E.R = X.R^{(Y-Z \cdot \log R)}$$

siendo X, Y y Z parámetros que responden a los valores consignados en la Tabla N° 31.

Tabla 5.3: Valores de X,Y,Z, dependiendo del valor C.

C	X	Y	Z
0,1	0,0000257	3,879	0,505
0,2	0,000258	3,28	0,384
0,3	0,000386	3,349	0,422
0,4	0,00219	2,844	0,331
0,5	0,007	2,527	0,281
0,6	0,0212	2,222	0,233
0,7	0,0594	1,928	0,185
0,8	0,125	1,743	0,163
0,9	0,512	1,235	0,054

i) Coeficiente corrección

α Coeficiente que tiene en cuenta la menor intensidad de precipitación en grandes áreas en relación a la intensidad puntual del registro. Este coeficiente disminuye en la medida que aumenta el área A y la precipitación R.

β Coeficiente que tiene en cuenta la reducción del derrame por la retención del cauce. En condiciones medias $\beta = 0.90$

En la Tabla N° 32 se consignan los valores del coeficiente α .

Tabla 5.4: Intensidad de precipitación.

AREA A	INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN R (mm/h)				
	10	70	100	140	200
200	1	1	1	1	1
500	1	1	1	1	1
600	1	1	0,95	0,95	0,95
700	1	1	0,95	0,95	0,95
800	1	0,95	0,95	0,9	0,9
1000	1	0,95	0,95	0,9	0,9
2000	1	0,95	0,9	0,9	0,9
3000	0,95	0,95	0,9	0,9	0,9
5000	0,95	0,95	0,9	0,9	0,9

En la siguiente tabla se resumen los parámetros calculados y el caudal de diseño obtenido para cada subcuenca

Tabla 5.5. Determinación del Caudal de diseño por el método Ruhle generalizado

Cuenca Nº	Área	k Rug. Rel.	L	H	% Pte	C constantes genéricas	m	t _c	a	c	R25	RT	C	E.R	α	β	Q _c
	(ha)		(km)	(m)	%			(min)			(mm/h)		Caract. Cauce				(m ³ /seg)
Subcuenca 1	14.37	3.5	0.66	16	2.4	54.83	1.15	62.1	2137.1	6.9	58.6	58.6	0.65	41.77	1.00	0.90	1.50

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se realizan las siguientes conclusiones.

La cuenca de la segunda celda del relleno sanitario y planta de biogás se encuentra sobre el cordón serrano que divide los Ríos Los Alisos y el Arroyo Huaico Hondo, en la meseta límite superior. Esto conlleva que el caudal de diseño proviene de la escorrentía que cae directamente en la superficie del Centro Ambiental Jujuy.

Los suelos del sector son arcillosos de baja permeabilidad y pobre drenaje. Los mismos deberán ser profundizados con estudios de suelos específicos en los puntos de interés.

En base a las dimensiones de la subcuenca, es razonable a aplicar el método racional generalizado de Ruhle. Los resultados se reflejan en la siguiente tabla.

Tabla 6.1. Caudales por subcuenca

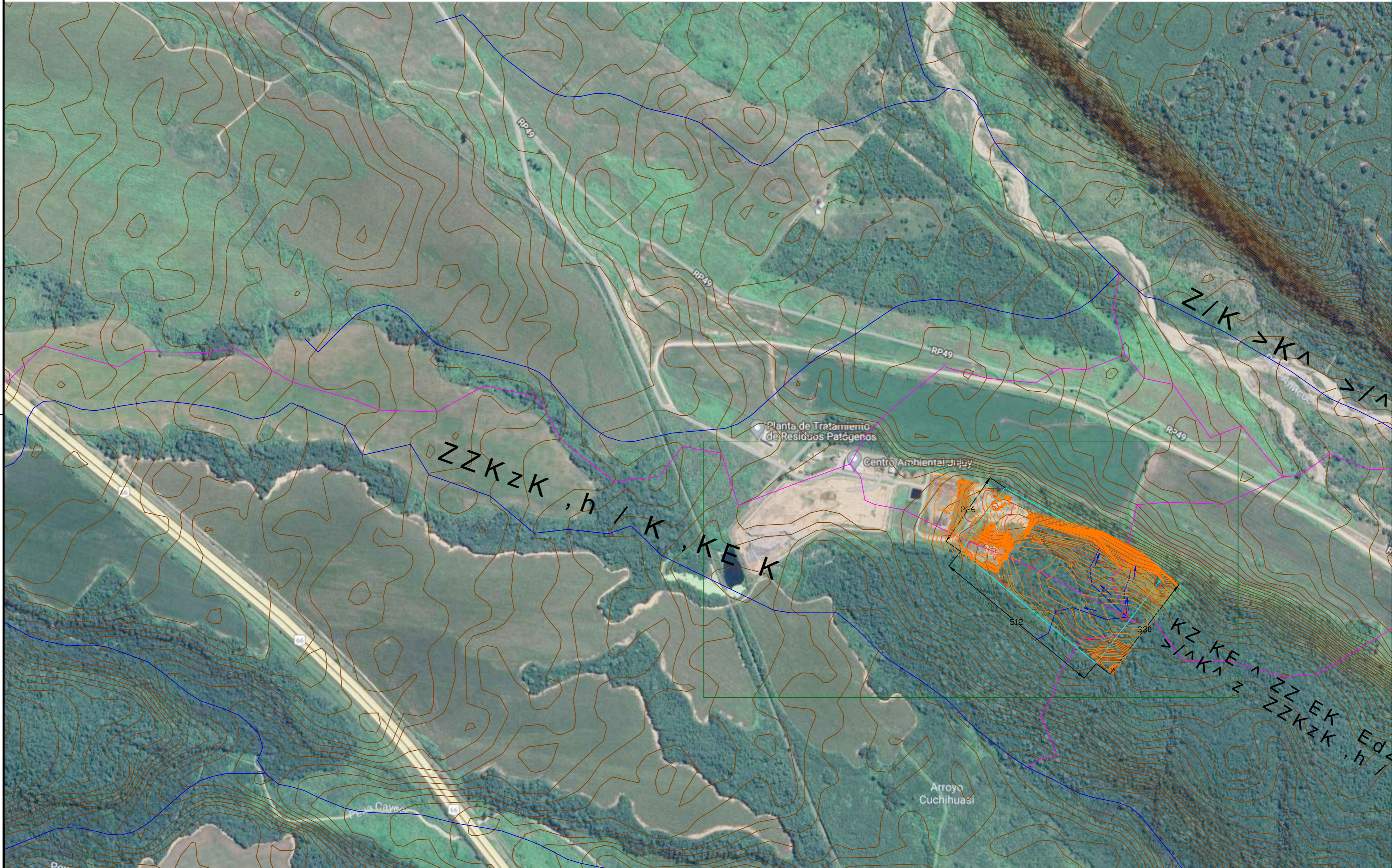
Cuenca N°	Área	L	H	Pendiente	Q _c
	(ha)	(km)	(m)	%	(m ³ /seg)
Subcuenca 1	14.37	0.66	16	2.4	1.50

El Caudal de diseño requiere el análisis y diseño de obras hidráulicas menores de canalización.

5() (5(1 & , \$6

'LYLVRULDV

/LQHD GH HVFXU



352 < (& 72

\$03/, \$ & , 21 & \$ -

6 (& 725

& (1752 \$0%, (17\$ / -8-8 <

8% .& \$ 8.21 & + \$ 1 & + . / 20 3529 ' (-8-8 <

)HFKD 5(9,6,21

3/512

& 8(1 & \$

)HFKD

(VFDOD

\$UFKLYR

'LVHxy 0 + \$, 6\$0\$

SHLVy 6 2 & \$5\$1 = \$

3/512 12

& & 3 &