

O/H. 1112  
E 30 es

41356

I

PROVINCIA DE CATAMARCA

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES



PROGRAMA

DESARROLLO DE PEQUEÑAS COMUNIDADES

ANALISIS DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO DE OBRA DE  
TOMA SOBRE EL RIO PUNILLA PARA USO  
AGROPECUARIO

ANTOFAGASTA DE LA SIERRA

(DEPARTAMENTO ANTOFAGASTA)

CATAMARCA, ABRIL de 1998

## **AUTORIDADES**

**GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE CATAMARCA**

**Sr. ARNOLDO ANIBAL CASTILLO**

**SECRETARIO GENERAL DEL CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES**

**ING. JUAN JOSE CIACERA**

### **COORDINACION GENERAL**

**PROVINCIA DE CATAMARCA  
MINISTRO DE PRODUCCION Y DESARROLLO**

**ING. CARLOS PINGITORE**

**CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES  
DIRECTOR DE PROGRAMAS**

**ING. RAMIRO OTERO**

### **COORDINACION TECNICA**

**PROVINCIA DE CATAMARCA  
ASESORA DE GABINETE MINISTERIO DE PRODUCCION Y DESARROLLO**

**LIC. NELLY SCHMALKO**

**CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES  
JEFE DEL AREA INFRAESTRUCTURA SOCIAL**

**LIC. RICARDO GONZALEZ ARZAC**

**AUTOR**

**ING. CARLOS MANUEL ESTRADA**

## **INDICE GENERAL:**

### **1.- ESTUDIO.**

- RIO PUNILLA.
- MARCO GENERAL DE ESTUDIO Y OBJETIVOS.
- ESTIMACION DEL RECURSO HIDRICO SUPERFICIAL.
- CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO.
- UBICACIÓN DE LA OBRA DE TOMA.
- SECCIONES TRANSVERSALES.
- ESTABILIDAD DEL CAUCE.
- DETERMINACION DEL NIVEL DE INUNDACION.
- DETERMINACION DEL NIVEL MAXIMO Y EL NIVEL MINIMO EN LA OBRA DE TOMA.
- CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DEL PROYECTO.
- ANALISIS DE SEDIMENTOS TRANSPORTADOS POR EL RIO ESTIMANDO SU CANTIDAD Y GRANULOMETRIA.

### **2.- ANALISIS DEL AGUA.**

### **3.- PLANOS.**

- RUTAS Y CAMINOS DE ACCESO.
- PLANIALTIMETRIA.
- CUENCA IMBRIFERA RIO PUNILLA.
- PERFILES TRANSVERSALES.
- ESTRUCTURA DE TOMA A 90° - DETALLES DE LA DISPOSICION.
- ESTRUCTURA DE TOMA A 60° - DETALLES DE LA DISPOSICION.

### **4.- COMPUTO Y PRESUPUESTO.**

### **5.- FOTOS.**

# ESTUDIO

## RIO PUNILLA

Río Punilla: El río Punilla es un importante recurso superficial de agua de la zona con caudales permanentes que no bajan en la primera toma de 500 lt/seg. Es el mas importante curso del Departamento de Antofagasta de la Sierra tanto por sus caudales como por la riqueza que crea a través de una región mas ganadera que agrícola. Es un río típico que representa todos los caracteres distintivos de la Cordillera de los Andes.

Localización: La población de Antofagasta de la sierra, cabecera del Depto., se extiende sobre la margen izquierda del río Punilla, a unos 270 Km. de la ciudad de Belén. Mediante la Ruta Provincial N° 40 (ex Ruta Nacional 53) se comunica con Villavil; de Villavil hasta El Eje por Ruta Provincial 36 empalmando para tomar luego la Ruta Nacional N° 40 hasta Cerro Negro para tomar luego la Ruta Nacional N° 60 hasta Chumbicha y seguir después por la Ruta Nacional N° 38 hasta Catamarca con un recorrido total de 560 Km.

El tramo del río que presenta mas interés es desde la Laguna de Antofagasta hasta el paraje de Paicuqui.

## MARCO GENERAL DE ESTUDIO Y OBJETIVOS

Hidrología: El nacimiento del río Punilla se encuentra en lugares donde los altos cerros de origen volcánico tienen alturas de mas de 5000 metros sobre el nivel del mar. Su curso en su mayor recorrido tiene orientación Norte - Sur, recibiendo una cantidad apreciable de aportes laterales. En el campo de La Punilla, cambia de dirección, corriendo desde su nacimiento en los denominados "Ojos de Punilla" en dirección Este - Oeste al pie de los nevados de la Sierra de Toconquis.

Su régimen de caudales muy uniformes, se debe al aporte permanente de origen níveo, que no solamente dá origen a escurrimientos superficiales, sino también a infiltraciones subterráneas que afloran en forma de manantiales en gargantas geológicas del valle, en los Ojos de la Punilla.

Es un río de corto recorrido. Desde su nacimiento hasta Antofagasta de la Sierra, donde su curso se confunde con la laguna, tiene aproximadamente unos 70 Km. de espacio recorrido.

Presenta un cauce bien definido. Aguas arriba de Paicuqui está limitado por elevados faldeos corriendo el río encajonado por un estrecho valle longitudinal al oeste de la Sierra de Toconquis (ver fotografías). Cortando parte de esta sierra de Este a Oeste recibe importantes aportes laterales, primero del río de las Vegas del Chuculaqui y después del río Toconquis (6 Km. arriba de Paicuqui); mas abajo encontramos al río Miriguaca a unos 8 Km. de Antofagasta. Todos estos ríos nacen en la sierra de Toconquis y son afluentes que aportan de cuencas laterales, un importante caudal.

El río Miriguaca, en la época crítica que es el verano, no entrega su caudal superficial al Punilla por ser utilizado para regar las vegas de la parte alta, el sobrante de agua se pierde infiltrándose muy cerca del lugar donde la Ruta 43 atraviesa el lecho del río. Una toma adecuada y un canal revestido permitirían que este aporte unos 130 l/seg. llegue al Punilla.

El río de Las Pitas orientado de Este a Oeste forma parte de los cursos que nacen en la Sierra de Toconquis; por su cercanía a Antofagasta y su reducido caudal se impone un estudio integral para mejorar el riego con la construcción de estanques adecuados para el máximo aprovechamiento de la tierra y el agua.

El río de la Laguna Colorada orientado en sentido contrario a los anteriores, de Oeste a Este, casi al frente de Antofagasta, también debe ser estudiado en forma integral.

El tramo del río Punilla desde el paraje de Paicuqui hasta la laguna donde termina su curso es casi una vega continua. En este tramo el valle es mas amplio limitado por lomadas bajas y alargadas.

En este valle hay unos 29 regantes con su antiguo y complicado sistema de tomas libres dispersas. Son tomas del tipo precario o "criollas" que alimentan las acequias de cada uno de los regantes originando conflictos entre ellos, mal aprovechamiento del agua y graves dificultades de riego en el período estival produciendo como resultado una economía de subsistencia con baja productividad.

Se puede afirmar que la vida total de la región depende de sus ríos que tienen como colector al Punilla donde a pesar de que las precipitaciones son escasas tienen una reserva constante de nieve que alimenta los cursos.

Se debe reconocer que no hay obras de carácter permanente, obras de aportación de agua de riego, carecen de un sistema eficaz de distribución que mejore los campos de cultivo o pastoreo y se traduzca en beneficio económico y bienestar para los pobladores de esta áspera puna.

Mientras exista esta pluralidad de tomas empleando una tecnología primitiva basada en derechos y costumbres no será posible una distribución equitativa del agua y un suministro regular. Los regantes de la zona alta siempre tendrán mejores condiciones de riego que los de la zona baja.

En la zona alta donde las pendientes son mayores la escorrentía es máxima y la infiltración mínima. En la zona baja mas llana, donde la llanura de valle se ensancha y estando formada por materiales sedimentarios permeables aumenta la infiltración en forma mas eficaz y disminuyen los caudales superficiales.

Durante el invierno la capa superficial del terreno se impermeabiliza a causa de las heladas y queda aislada. térmicamente del ambiente disminuye la infiltración aumenta el agua superficial y la laguna sube rápidamente de nivel; la salinización de las aguas que trae aparejada la formación de zonas desérticas y la sobreexplotación de los pequeños terrenos de cultivo pueden llegar a ser inconvenientes de cuidado.

De acuerdo a lo dicho anteriormente, quedan planteados tres aspectos:

- 1) Mantener las tomas tradicionales con las costumbres sucesivas de unas a otras generaciones transmitidas de padres a hijos, destacando lo que se ha dado en llamar: "usos - derechos y costumbres".
- 2) Mejorar el sistema de tomas, pero no el sistema de riego o conducción. Según informes de la Repartición competente las mismas quedarían después de un relevamiento y estudio de unificación reducidas a 19 tomas en el curso del Punilla; sin no hay un control permanente pueden tener el grave inconveniente de poder levantar agua a escasos o más metros de donde termina o empieza la obra de toma. Este caso quedaría dentro del objetivo del presente proyecto.
- 3) Los recursos hidráulicos disponibles de una población requieren de la construcción y explotación de una obra integral de riego. Estos recursos con un sistema completo de riego pueden producir considerables consecuencias en el turnado del mismo y por lo tanto en la economía de los pobladores además de una distribución equitativa y suministro regular de agua; para esto, estas pequeñas obras hidráulicas deben construirse y utilizarse con la



misma o mayor perfección eficacia y precisión que las grandes obras; no corresponde en estos sistemas construir una toma para cada regante porque resultarían obras honerosas y de mal funcionamiento, se deben hacer las tomas necesarias e indispensables una, dos o tres veces como máximo para todos los regantes con su correspondiente distribución y regulación.

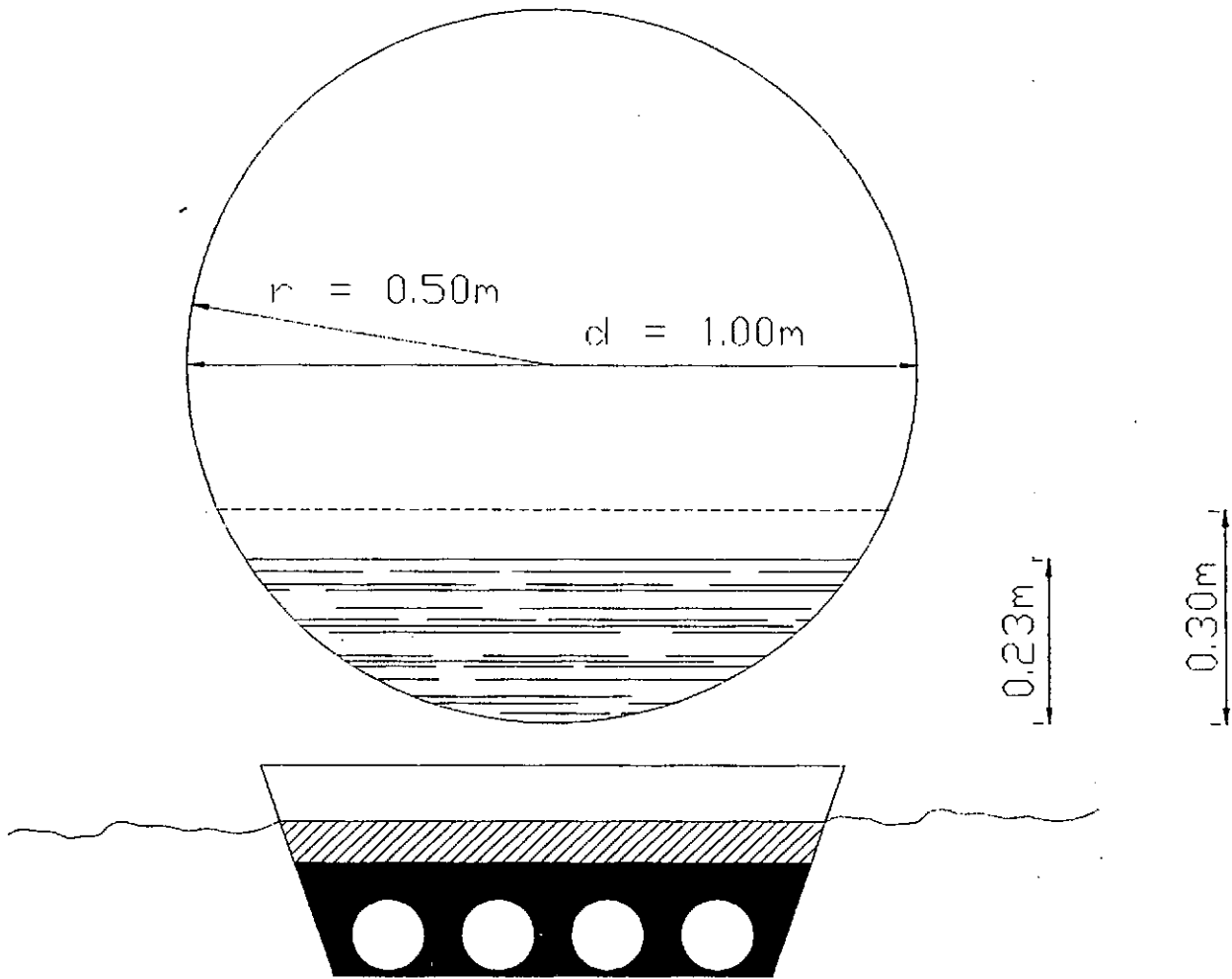
***CONCLUSIÓN: PARA ANTOFAGASTA DE LA SIERRA SE DEBE PROYECTAR UN SISTEMA D E RIEGO INTEGRAL. LA ALTERNATIVA PARCIAL DE CONSTRUIR UNA TOMA PARA ESTE REGAN TE, OTRA PARA EL OTRO Y ASÍ SUCESIVAMENTE HASTA EL FINAL, NO SE CONSIDERARÁ COM O UNA SOLUCIÓN EFICAZ.***

#### **ESTIMACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL:**

No se dispone de registros de caudales. No existen aforos en forma permanente de los caudales normales y de creciente, tampoco registros que nos permitan conocer la intensidad y frecuencia de las lluvias mas características y así poder deducir la magnitud de las crecientes.

Siguiendo la Ruta Provincial N° 43, llegando a Paicuqui, la ruta cruza el río Punilla sobre una alcantarilla cuyo sistema de desagüe está formado por cuatro caños de hormigón armado de 1 metro de diámetro cada uno; su construcción data aproximadamente de unos 25 años, época en que se construyó dicha ruta. Estos cuatro conductos nos pueden servir para controlar y determinar a través de métodos expeditivos los caudales mínimos y máximos normales. El agua escurre con pocas interrupciones; aguas abajo los cuatro caños tienen salida libre (ver fotografías). Se estima que estos conductos no llegarán a trabajar a sección llena, nunca.

Con fecha 10/01/98 el tirante de agua medido a la salida de los tubos fue de 0.23 m. que representa un 17% de la capacidad total, además se observó una marca que se nota en las fotografías a los 0.30 m. de altura esta marca es muy notoria debe corresponder a los caudales de invierno que son máximos. La velocidad se determinó aguas arriba en un tramo recto de 10 m. de longitud:  $V_m$ : 1.13 m/seg. obteniendo los resultados siguientes para 1 caño y el total para los cuatro caños: ( $Q_t$ )



Tirante h (m)	h/d m	Coeficiente	Area	Vm m/seg.	Qm R/seg.	Qt Q x 4
0.23	0.23	0.136465	0.136465	1.13	154	616
0.30	0.30	0.198168	0.198168	1.13	224	896
0.50	0.50	0.392699	0.392699	1.13	444	1.776
1.00	-	-	0.785398	1.13	888	3.552

De la tabla preparada por el profesor S. W. Woodward (Manual Armco) de la Universidad de Iowa, basada en la teoría hidráulica del escurrimiento crítico para tubos con salida libre y cualquier longitud de alcantarilla con el nivel de aguas arriba a la misma altura que el coronamiento del tubo y teniendo en cuenta que pendientes mayores no causan un mayor caudal que la pendiente crítica se obtiene:

Caudal para cada tubo de 1 m. de diámetro . . . . Q = 1.115 L/seg.

Para los cuatro tubos . . . . . Qt = 4.460 L/seg.

Por otra parte en las cercanías de la alcantarilla (aguas arriba) se determinó expeditivamente empleando flotadores el siguiente aforo:

Fecha	Río	Lugar	Cancha m.	Tiempo Seg.	Velocidad Superficial m/seg.	Veloc. Media m/seg.	Sección Media m <sup>2</sup>	Caudal l/seg.
10/01/98	Punilla	Paicuqui	10	7.08	1.41	1.13	0.5040	570

En el mismo lugar y con fecha 10/12/96 la Dirección de Riego tiene como dato de aforo: Q = 470 L/seg. y Q = 565 L/seg. aguas arriba en el paraje Punta Negra.

**ESTIMACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO SUBTERRÁNEO**

Todas las corrientes nacen en las montañas donde son alimentadas por la fusión de las nieves, cuando dejan los cañones montañosos fluyen por las pendientes aluvionales creadas por ellas mismas a través de la superficie del terreno en la dirección de su máxima pendiente resultando ser la parte donde el valle se ensancha perdiendo velocidad, siendo lo mas eficaz para la infiltración.

En cuanto a las aguas de precipitación por ser escasas no deben influir en las infiltraciones y por lo tanto no concurren a formar la corriente subterránea del Punilla.

Todas las corrientes subterráneas y superficiales se dirigen a un colector común que en su extremo inferior está regulado por el nivel de la laguna; por estos motivos el nivel hidrostático está influenciado notablemente por la velocidad del agua en el curso y por el espejo de la laguna que tiene una influencia marcada sobre las capas acuíferas subterráneas. El nivel freático dependerá de las corrientes de infiltración del curso del río y de la permeabilidad de los materiales que lo forman.

Cerca de la laguna hay una zona de saturación que ha formado depósitos subterráneos importantes.

No hay información ni antecedentes de este recurso hídrico subterráneo.

Por simple observación, nos atrevemos a afirmar que hay un subálveo al que se debe asignar importancia económica, ya sean perforaciones para explotaciones agrícolas o para establecer captaciones subterráneas en el acuífero creado para los pobladores de Antofagasta de la Sierra.

En la confluencia de los ríos Punilla y Laguna Colorada la amplitud del cauce es grande entre 400 y 500 metros de ancho esta es una zona con posibilidades de obtener caudales del subálveo a efectos de reforzar el riego y también para consumo de la población.

La escasez de datos hidrológicos e hidrogeológicos impiden establecer cifras mas o menos seguras de cálculo.

## **CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO**

Adoptaremos como caudal para diseñar la toma el que supuestamente puede pasar a sección llena por los cuatro caños de la alcantarilla del Paicuqui, con un valor ya determinado de  $Q = 3.552$  litros por segundo, caudal que consideramos como máximo maximorum.

## **UBICACIÓN DE LA OBRA DE TOMA**

El tramo elegido para ubicar la toma fue la zona del collpar donde la Intendencia de Antofagasta está revistiendo un canal de unos 800 m. de longitud orientado al cultivo de la alfalfa.

Esta es la parte mas amplia del cauce, hacia la derecha se puede ver el curso del río de la Laguna Colorada y hacia la margen izquierda una barraca rocosa de unos 10m. de altura distante unos 100 m. del curso de agua. Por encontrarse las barrancas de margen muy distantes no podemos contar con ellas como elemento de protección y de apoyo de la estructura de la toma que deberá quedar ubicada al medio de la amplia meseta. Por otra parte su construcción es complicada por la falta de afloramientos rocosos debiendo quedar fundada sobre terreno permeable.

Para su construcción y ubicación, hay dos caminos: el primero consiste en desviar el río, excavar el lecho, con seguridad será necesario el empleo de bombas de achique, una vez terminado el trabajo en el emplazamiento elegido volver el río a su cauce primitivo. El segundo construir una toma fuera del lecho sobre margen derecha, terminada la construcción encauzar el curso del río hacia la nueva toma anulando el cauce primitivo.

Entre Paicuqui y la laguna hay 29 tomas precarias, de acuerdo a la información de la Dirección de Riego podrían unificarse algunas y su número sería reducido a 19 tomas. Si persiste la idea de construir esta cantidad de tomas en el curso del río a cualquiera de ellas se puede aplicar la toma proyectada.

### **SECCIONES TRANSVERSALES**

En la segunda y 3ra. sección se puede observar la acequia sin revestir del collpar, esta acequia, a pesar de estar en la zona baja ha perdido su estabilidad transformándose en un verdadero zanjón erosionado por el agua de riego; para solucionar este inconveniente se esta construyendo el canal revestido evitando así el arrastre de material por la poca cohesión del suelo. Este canal tiene una toma con una compuerta de 0.70 m. de ancho ubicada en un canal rectangular de hormigón de 2 metros de largo (ver fotografías de anexo); un bordo construido a pala con material del río se encarga de desviar el agua hacia la compuerta cuando le corresponde el turno de riego.

Debido a la falta de desniveles adecuados no es posible ubicar un desarenador; en su reemplazo se ha previsto en el cuerpo de la toma proyectada una compuerta de limpieza para descargar aguas abajo la arena que se pueda acumular.

### **ESTABILIDAD DEL CAUCE**

Sea por la topografía del terreno, por el riego continuo de las vegas o por el agua de filtraciones subterráneas, las márgenes del río que por sus condiciones retienen humedad están cubiertas generalmente de pasto blando, totoras y junquillos en estos lugares; donde termina la humedad comienza la aridez.

El cauce en su recorrido atraviesa terrenos de fuerte pendiente en la zona alta permitiendo un desagüe superficial eficiente. En la parte baja, los terrenos ofrecen mas dificultades al desagüe superficial anulándose las pendientes en la laguna donde la salinización de las aguas es máxima.

En general la cubierta vegetal ha producido una buena estabilidad natural del río. Siendo una de las mejores formas de evitar la erosión y conservar el suelo la protección vegetal. Se puede observar que las zonas de poca pendiente crece un vegetal acuático dentro del cauce manteniendo estable al mismo y protegiendo el fondo y paredes contra la erosión fluvial que puede causar la corriente. Este vegetal es conocido como nores y también sirve de forraje a los vacunos, que, para poder alimentarse deben introducir el hocico en el agua del río. El nores ha permitido que gran parte del río disminuya su velocidad reteniendo el material fino de arrastre evitando la erosión por zanjas y después mas adelantado el proceso se transforme en zanjón. Las desventajas son mantener el cauce sucio disminuir el escurrimiento superficial aumentando la infiltración.

Toda la apariencia del río es que está en equilibrio y no se notan erosiones de importancia. No existen nivelaciones u obras importantes que permitan cotejar o controlar los niveles.

## **DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE INUNDACIÓN**

Transcribimos las palabras de la Sra. Claudia Vasquez de Mamani. Administradora del consorcio de regantes de Antofagasta de la Sierra:

El río para arriba es mas limpio y el agua es permanente. El canal del collpar que se está trabajando solamente llevará agua cuando le corresponda el turno para regar las alfalfas. Aquí abajo el cauce es mas sucio por el nores es mas el perjuicio que hace, es preferible no tenerlo.

Cuando llueve al Norte, el río crece, no hace daño, al contrario se limpia el río. Cuando crece trae agua turbia que dura un día y nada mas. Hace mas o menos unos 6 años que no crece.

El mayor problema de la falta de agua empieza en Diciembre hasta fines de febrero. Empieza el frío y empieza a aumentar el agua. En Abril ya empieza a molestar la cantidad de agua.

La vega de la laguna no tiene salida, nadie puede aprovechar esa agua para regar, solamente con bombas. Hay 3 personas que la aprovechan para bebedero de hacienda hacen pozos filtrantes.

Nosotros supondremos un repunte máximo del río de 3.552 L/seg. que son los que pasarían por la alcantarilla del Paicuqui sin producir erosiones de importancia.

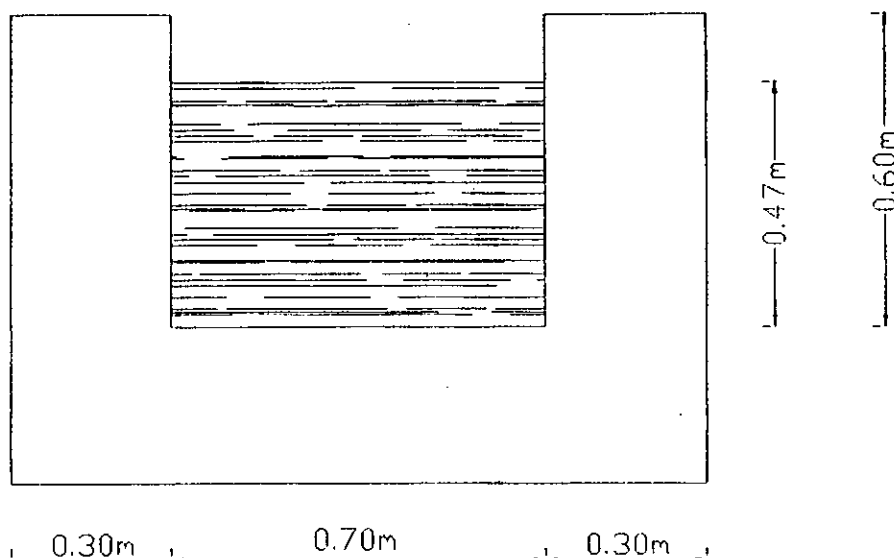
### DETERMINACIÓN DEL NIVEL MÁXIMO Y EL NIVEL MÍNIMO EN LA OBRA DE TOMA.

Para caudales normales el nivel máximo estará determinado por la marca máxima que se ve en la alcantarilla del paicuqui para  $h = 0.30$  m.  $Q = 869$  L/seg. que consideramos como caudal de invierno y en el supuesto caso que no rieguen aguas arriba.

Para el collpar un caudal normal máximo de 500 L/seg. es un valor aceptable.

Como nivel mínimo tomaremos el caudal atorado en la compuerta del collpar con fecha 10/01/98  $Q = 250$  L/seg. como caudal mínimo de verano cuyo aforo se puede ver en el cuadro que sigue:

CANAL DESPUES DE LA COMPUERTA EN EL COLLPAR.-  
LONGITUD 2.00 mts.



Fecha	Río	Lugar	Cancha m.	Tiempo seg.	Veloc. Sup. m/seg.	Veloc. Media m/seg.	Sección m <sup>2</sup>	Caudal L/seg.
09/01/98	Punilla	El collpar	2.00	2.25	0.89	0.76	0.3290	250

Como caudal máximo a efectos de determinar el nivel máximo tomaremos un repunte máximo maximumum de  $Q = 3.552$  L/seg. trabajando a sección llena los cuatro caños del paicuqui.

En resumen Caudal normal mínimo 250 L/seg.

Caudal normal máximo 500 L/seg.

Caudal de creciente 3.552 L/seg.

Estos serán los valores básicos para el cálculo de la toma.

A continuación se resumen en un cuadro las dimensiones resultantes de un canal rectangular después de la compuerta de regulación para el caudal normal máximo de 500 L/seg. considerando 3 naturalezas de paredes en el revestimiento: lisas, mampostería común y tierra y dos valores de pendiente 1% y 1.5%. Para la pared de tierra consideramos 2 taludes: talud 0, o sea sección rectangular y talud 1:1 sección trapecial.



Natura_	Caudal	Pendien_	Tiran_	Ancho	Ancho	Secc.	Radio	Per.	Veloc.	Verif.	Talud
Leza	Q	te	Tc de	De	dc	de la	Hidráu	Moja_	Media	de	
	L/seg.	i	Agua	Fondo	Superf.	Corr.	R (m)	do	V(m/seg)	Caudal	
			h (m)	Bf(m)	B (m)	S(m <sup>2</sup> )		P (m)		QL/seg.	
Paredes Lisas	500	1%	0.32	0.64	0.64	0.2048	0.16	1.28	2.46	505	0
	500	1.5%	0.29	0.58	0.58	0.1720	0.145	1.16	2.89	497	0
Mampost. Común	500	1%	0.37	0.74	0.74	0.2738	0.185	1.48	1.81	495	0
	500	1.5%	0.35	0.70	0.70	0.2450	0.175	1.40	2.10	514	0
Tierra	500	1%	0.47	0.94	0.94	0.436	0.235	1.88	1.40	497	0
	500	1.5%	0.44	0.88	0.88	0.3786	0.220	1.76	1.31	497	0
	500	1%	0.48	0.40	1.35	0.4245	0.24	1.75	1.17	497	1:1
	500	1.5%	0.45	0.37	1.27	0.3702	0.225	1.64	1.35	500	1:1

Fijamos 500 L/seg. y Pared lisa, por ejemplo, para la pendiente de 1% obtenemos una sección de la corriente de agua de  $0.64 \times 0.32 = 0.2048 \text{ m}^2$  que con una velocidad media de 2.46 m/seg. me da alrededor de los 500 L/seg. como verificación del cálculo. Las velocidades para paredes lisas y paredes de mampostería son compatibles con el material. Las de tierra un poco altas.

Para fijar el ancho de la compuerta y el canal después de la misma tomaremos del cuadro los valores correspondientes a:  $h = 0.35$ ;  $i = 1.5\%$  para mampostería común.

Una vez ubicada la toma será necesario excavar antes y después de la misma un canal que encauce el río hacia la toma y después de la toma hacia el río esta excavación en el lecho no debe tener velocidades elevadas al quedar desprotegida por la vegetación del lugar se pueden producir erosiones de importancia hasta que el río vuelva a estabilizarse; se deben tomar todas las precauciones para que la velocidad del agua en el canal excavado ha de ser tal que no produzca erosiones.

Las velocidades corrientemente usadas en cauces sin revestir son de 0.75 a 1 m/seg.

El cuadro siguiente nos permite ver para una pendiente de 1.5% como al variar el tirante varían la velocidad y el caudal.

Se han considerado 2 anchos de excavación primero con una base de fondo de 1.50 m. y talud 1:1 da como resultado a partir del 2° recuadro velocidades de erosión y segundo con una base de 3.00 m. los primeros 3 recuadros para  $h = 0.10 - 0.20$  y  $0.30$  m. dan velocidades compatibles con el material. Para mayores caudales las velocidades son de creciente y tienden a erosionar. En la zona alta el cauce del río es encajonado en un ancho de 1.50 m. En la zona baja llega hasta tres metros aproximadamente razón por la cual se verifican esos anchos para adoptarlos a la estructura de la toma.

Para la estructura de la toma, se ha confeccionado un tercer cuadro manteniendo 3.00 m. de ancho en el fondo de la base, taludes 1:1 y el material considerado mampostería común.

Estos 3 cuadros serán la base para el dimensionamiento de la toma.

Bf = 1.50 m. 1° cuadro - Para Encausamiento.

naturaleza	Pendien_	Tiran_	Talud	Ancho	Ancho	Secc.	Radio	Per.	Veloc.	Caudal
	Te	Te de		De	de	de la	Hidrául.	mojado	Media	
	<i>I</i>	Agua	Fondo	Sup.	Corr.					
		h (m)	Bf (m)	B (m)	S (m <sup>2</sup> )	R (m)	P (m)	V(m/seg)	Ql/seg	
Tiera	1.5%	0.20	1:1	1.50	1.90	0.34	0.17	2.06	1.05	357
	1.5%	0.30	1:1	1.50	2.10	0.54	0.23	2.34	1.38	745
	1.5%	0.40	1:1	1.50	2.30	0.76	0.29	2.64	1.68	1277
	1.5%	0.50	1:1	1.50	2.50	1.00	0.34	2.92	1.93	1930
	1.5%	0.60	1:1	1.50	2.70	1.26	0.39	3.20	2.16	2722
	1.5%	0.70	1:1	1.50	2.90	1.54	0.44	3.48	2.39	3681
	1.5%	0.80	1:1	1.50	3.10	1.84	0.49	3.76	2.61	4802
	1.5%	1.00	1:1	1.50	3.50	2.50	0.58	4.32	2.99	7495

Bf = 3.00 m. 2° cuadro - Para encausamiento.

Naturalidad	Pendiente Te <i>I</i>	Tirantez Te de Agua h (m)	Talud	Ancho De Fondo Bf (m)	Ancho de Sup. B (m)	Sección de la Corr. S (m <sup>2</sup> )	Radio Hidráulico R (m)	Período Mojado P (m)	Velocidad Media V m/seg	Caudal Q l./seg
Tierrez	1.5 %	0.10	1:1	3.00	3.20	0.31	0.095	3.28	0.63	198
	1.5 %	0.15	1:1	3.00	3.30	0.47	0.138	3.42	0.88	414
	1.5 %	0.20	1:1	3.00	3.40	0.64	0.180	3.56	1.11	711
	1.5 %	0.30	1:1	3.00	3.60	0.99	0.258	3.84	1.52	1505
	1.5 %	0.40	1:1	3.00	3.80	1.36	0.328	4.14	1.87	2537
	1.5 %	0.50	1:1	3.00	4.00	1.75	0.396	4.42	2.19	3828
	1.5 %	1.00	1:1	3.00	5.00	4.00	0.690	5.82	3.78	15108

Bf = 3.00 m. 3° cuadro - Para Estructura toma.

Mamposería Común	1.5 %	0.05	1:1	3.00	3.10	0.15	0.095	3.14	0.76	113
	1.5 %	0.10	1:1	3.00	3.20	0.31	0.138	3.28	1.32	409
	1.5 %	0.15	1:1	3.00	3.30	0.47	0.180	3.42	1.75	821
	1.5 %	0.20	1:1	3.00	3.40	0.64	0.258	3.56	2.17	1389
	1.5 %	0.30	1:1	3.00	3.60	0.99	0.328	3.84	2.83	2802
	1.5 %	0.40	1:1	3.00	3.80	1.36	0.396	4.14	3.38	4597
	1.5 %	0.50	1:1	3.00	4.00	1.75	0.690	4.42	3.87	6773

### CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES Y PROYECTO

La estructura consta de un pequeño azud de 3 m. de ancho, situado cerca de la cabecera de la toma y una toma con muros laterales de mampostería de piedra con un lecho del mismo

material, como alternativa este lecho puede ser de hormigón armado si así lo exigieren las condiciones del terreno, una compuerta de regulación y otra de limpieza.

El azud con una anchura de coronación de 0.30 m. Con una rampa aguas abajo con talud 1:5, posteriormente una platea para evitar erosiones. Cerca de la cabecera de la toma hay una compuerta de alza para eliminar por lavado los sedimentos que pueden acumularse sobre el lado aguas arriba del azud, esta disposición se tomó debido a la falta de desniveles necesarios para la ubicación de un desarenador. El canal después de la compuerta de regulación es de sección rectangular, con muros laterales de mampostería de 0.30 m, de espesor mínimo rematando en la coronación con mortero de cemento. Indistintamente este canal se puede ubicar en la margen izquierda o en la margen derecha a 90° con el eje del río o a 60°. Los muros laterales de la toma son de 1 m. de alto y en talud 1:1. Si la piedra de construcción no permite ejecutar superficies lisas, desde la compuerta de limpieza hacia aguas arriba deberá ser alisado este recinto con mortero de cemento.

Se ha considerado, que no habrán fuertes inundaciones que sumerjan con frecuencia la obra de toma y el canal de conducción.

La fundación de este espigón lo ideal hubiera sido cimentada sobre roca sólida, pero al no existir deberá excavar hasta terreno firme de modo que no exista la posibilidad de erosión y que la estructura quede bien anclada. La profundidad mínima considerada es de 2.30 m. La anchura de la base es suficiente para que la obra no se incline.

## **ANÁLISIS DE SEDIMENTOS TRANSPORTADOS POR EL RÍO ESTIMANDO SU CANTIDAD Y GRANULOMETRIA**

Se trata de un río cuyas aguas están animadas de velocidades capaces de llevar en suspensión materiales sólidos. En las muestras de agua no se observan arenas finas y gruesas que son las que pueden causar mas daño. En general el agua es limpia y cristalina, mas cristalina a medida que ascendemos. Las partículas limosas que pueda llevar el agua en suspensión están depositadas en los alrededores de la laguna.

No existe un depósito de sedimentación que nos permita evaluar el tipo y cantidad de sedimento en función del caudal y el tiempo de depósito.

Este curso de agua comparado con otros de la Provincia que tienen un origen similar no arrastra el material sólido que se ve en aquellos; aquí en el Punilla la cubierta vegetal cercana al cauce y las vegas que va formando en su recorrido constituyen una importante defensa natural que evita la erosión y el arrastre de partículas. Por otra parte donde disminuye la velocidad crece ese vegetal acuático (nores) dentro del cauce que termina de protegerlo de su misma acción fluvial erosiva formando una verdadera criba de retención de los materiales en suspensión que puedan existir.



# ANALISIS DEL AGUA

DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS

Análisis Físico - Químico de Aguas Naturales y Tratadas

<b>Fuente:</b>
<b>Paraje:</b> anal El Collp -Río Punilla
<b>Depto. :</b> Antofagasta de la Sierra

<b>Muestra Tomada por</b> Ing. Carlos Estrada
<b>Profundida</b> 0.00 m N.E.:
<b>Fecha:</b> 12/01/98 <b>Hora:</b> 7,30 hs.

<b>Sabor:</b> Dulce
<b>Olor:</b> Inodora
<b>Turbidez:</b> S/D
<b>PH:</b> 7.58

<b>C.E. a 25 °C (ms/cm):</b> 444
<b>Res. Seco (105 °C):</b> 284
<b>Alcalinidad Total (mg)</b> 160
<b>Dureza en Co3Ca (m)</b> 109

Catión	mg/l	MEQ/L	% (MEQ/L)
Calcio	30,5	1,522	15,21
Magnesio	7,9	0,65	6,49
Sodio	63	2,74	27,38
Potasio	5,8	0,148	1,48
Amoníaco			
<b>Total</b>	<b>107,2</b>	<b>5,06</b>	<b>50,56</b>

Anión	mg/l	MEQ/L	% (MEQ/L)
Cloruros	56	1,579	15,78
Sulfatos	8	0,166	1,66
Carbonatos	12	0,4	4
Bicarbonato	171	2,803	28,01
Nitratos			
Nitritos			
<b>Total</b>	<b>247</b>	<b>4,95</b>	<b>49,45</b>

<b>Arsénico</b>	(*)	mg/l
<b>Flúor</b>	(*)	mg/l
<b>Nitratos (NO<sub>3</sub>)</b>		Vestigio
<b>(*) No se determinó</b>		

ANIONES + CATIONES			
	mg/l	MEQ/L	% (MEQ/L)
	354,2	10,008	100

ERROR: 1.12

FORMAS DE DETERMINACION

R.A.S.: 2,6

Na (1 a 7): 4 1) Calculado 2) Granulométrico 3) Volumétrico 4) Fotométrico 5) Electrométrica

C.S.R.: 1,03

K (1 a 7): 4 6) Espectrofotómetro 7) otros métodos

(%) de Na: 57,10

Fe (1 a 6): 0 1) Disuelto 2) Suspendido 3) Total 4) Ferroso 5) Ferrico 6) No especificado

Clasificación: C2 - S1

PO4 (1 a 4): 0 1) Ortofosfatos 2) Polifosfatos 3) Total 4) No especificado

CONCLUSIONES

CLASIFICACION PARA RIEGO - C2 - S1.

C2.- Agua con salinidad moderada, PUEDE USARCE EN EL RIEGO DE TODAS LAS PLANTAS, EXCEPTO EN LAS MAS SENSIBLES, SIEMPRE QUE LA PERMEABILIDAD DE LOS SUELOS SEA DE ELEVADA A MEDIA, CON LOS SUELOS DE POCA PERMEABILIDAD, HABRA QUE TENER ALGUNAS PRECAUCIONES CON LOS LAVADOS, Y A VECES HABRA QUE SELECCIONAR PLANTAS DE MEDIANA TOLERANCIA.

GENERALMENTE ES SUFICIENTE PARA EL LAVADO EL RIEGO ORDINARIO.

S1.- AGUAS QUE PUEDEN UTILIZARCE EN TODOS LOS SUELOS SIN PELIGRO DE QUE SE ELEVE EXCESIVAMENTE EL NIVEL DE SODIO DE CAMBIO.

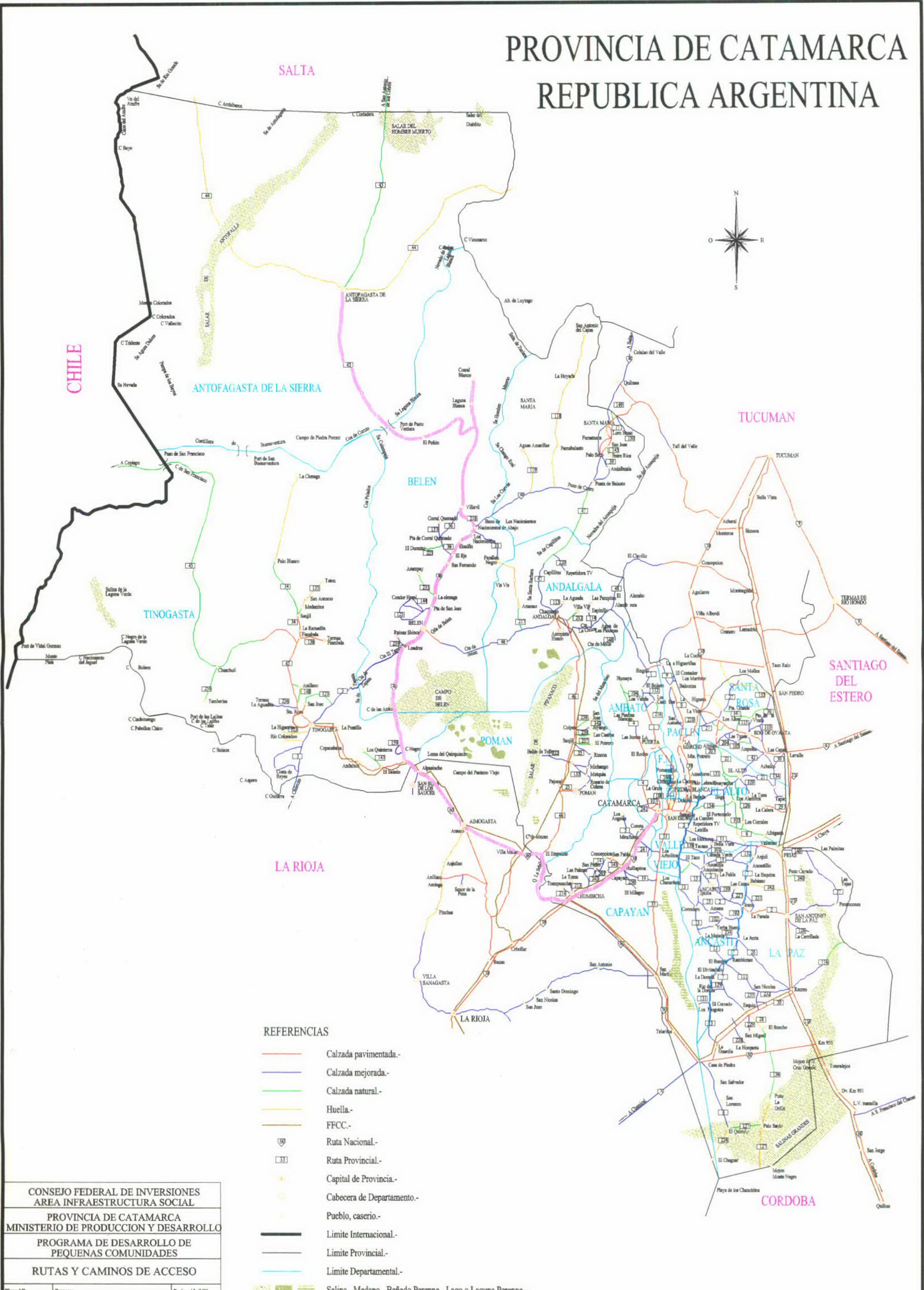
# PLANOS



## **LISTA DE PLANOS:**

- 1.- RUTAS Y CAMINOS DE ACCESO.
- 2.- PLANIALTIMETRIA.
- 3.- CUENCA IMBRIFERA RIO PUNILLA.
- 4.- PERFILES TRANSVERSALES.
- 5.- ESTRUCTURA DE TOMA A 90° - DETALLES DE LA DISPOSICION.
- 6.- ESTRUCTURA DE TOMA A 60° - DETALLES DE LA DISPOSICION.

# PROVINCIA DE CATAMARCA REPUBLICA ARGENTINA



### REFERENCIAS

- Calzada pavimentada.-
- Calzada mejorada.-
- Calzada natural.-
- Huella.-
- FFCC.-
- 59 Ruta Nacional.-
- 33 Ruta Provincial.-
- Capital de Provincia.-
- Cabecera de Departamento.-
- Pueblo, caserio.-
- Limite Internacional.-
- Limite Provincial.-
- Limite Departamental.-
- Salina - Medano - Bañado Perenne - Lago o Laguna Perenne.-

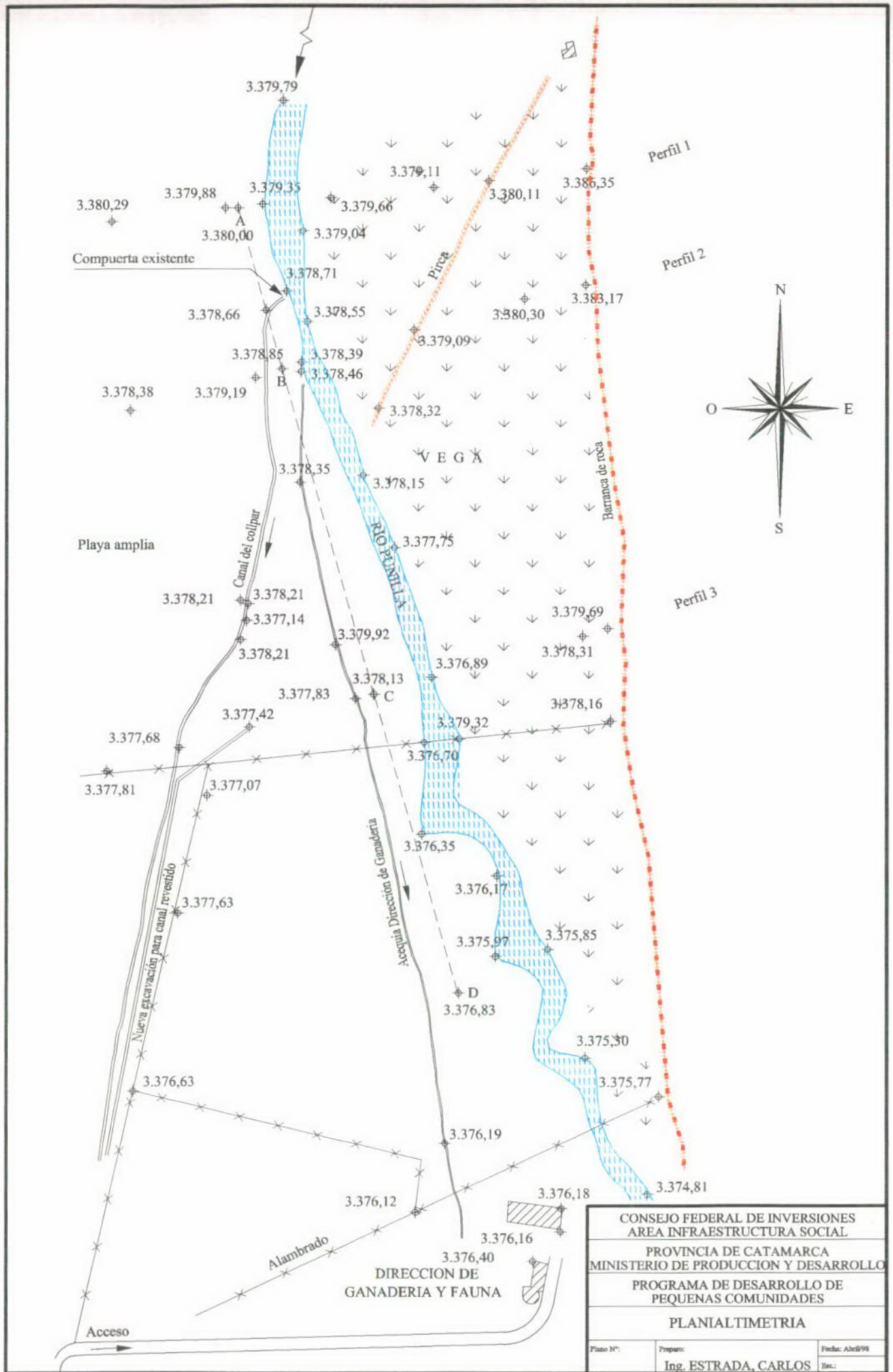
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES  
AREA INFRAESTRUCTURA SOCIAL

PROVINCIA DE CATAMARCA  
MINISTERIO DE PRODUCCION Y DESARROLLO

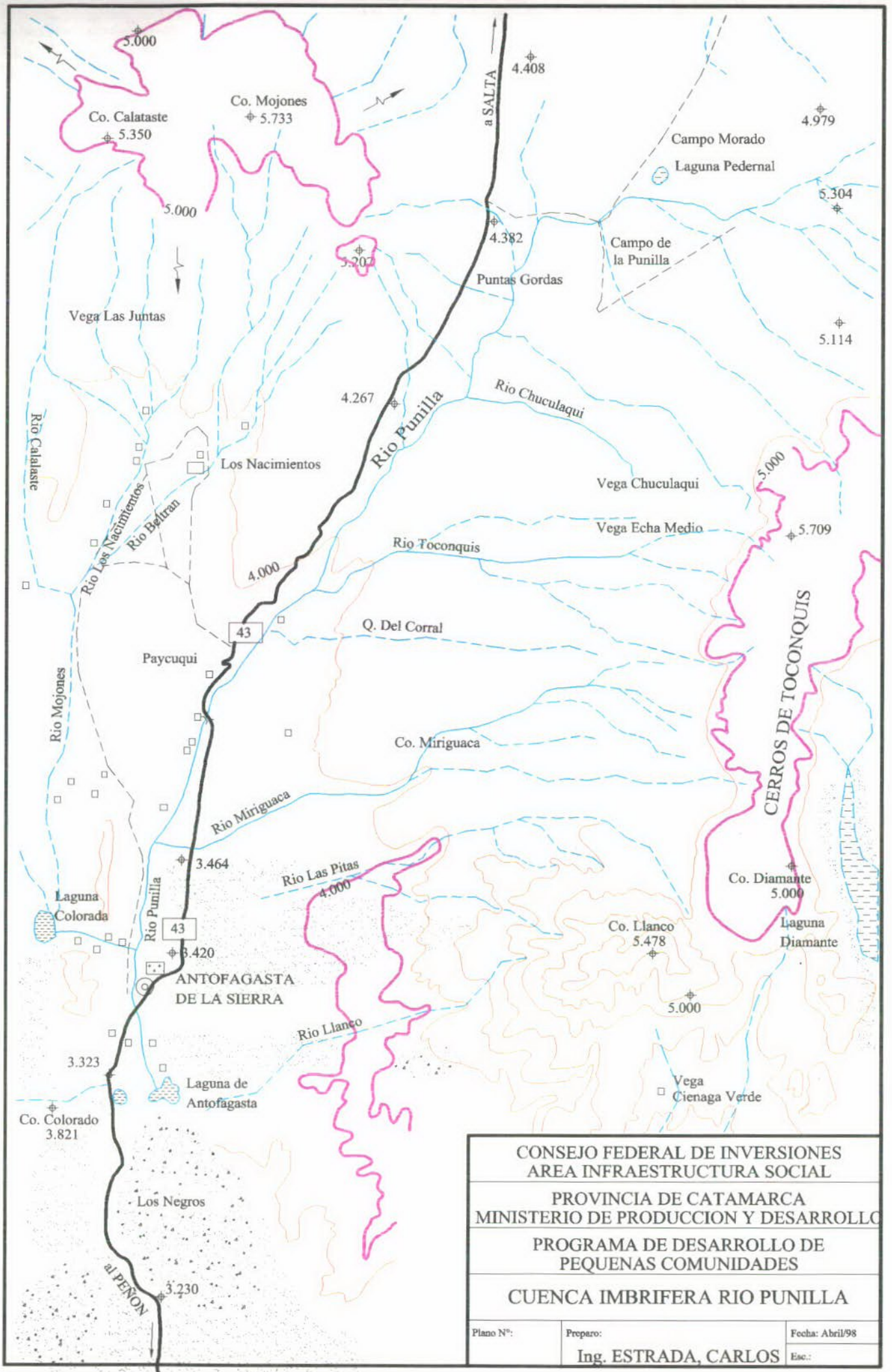
PROGRAMA DE DESARROLLO DE  
PEQUENAS COMUNIDADES

RUTAS Y CAMINOS DE ACCESO

Plano N°:      Preparo:      Fecha: Abril 98  
Ing. ESTRADA, CARLOS      Esc.:



<b>CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES</b> <b>AREA INFRAESTRUCTURA SOCIAL</b>		
PROVINCIA DE CATAMARCA MINISTERIO DE PRODUCCION Y DESARROLLO		
PROGRAMA DE DESARROLLO DE PEQUEÑAS COMUNIDADES		
<b>PLANIALTIMETRIA</b>		
Plano N°:	Preparó:	Fecha: Abril/98
	Ing. ESTRADA, CARLOS	Esc.:

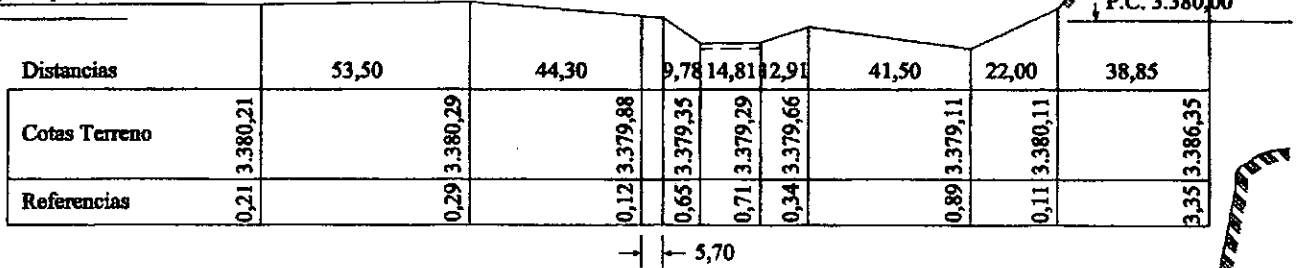


**CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES**  
**AREA INFRAESTRUCTURA SOCIAL**  
**PROVINCIA DE CATAMARCA**  
**MINISTERIO DE PRODUCCION Y DESARROLLO**  
**PROGRAMA DE DESARROLLO DE**  
**PEQUENAS COMUNIDADES**  
**CUENCA IMBRIFERA RIO PUNILLA**

Plano N°:	Prepero:	Fecha: Abril/98
Ing. ESTRADA, CARLOS		Esc.:

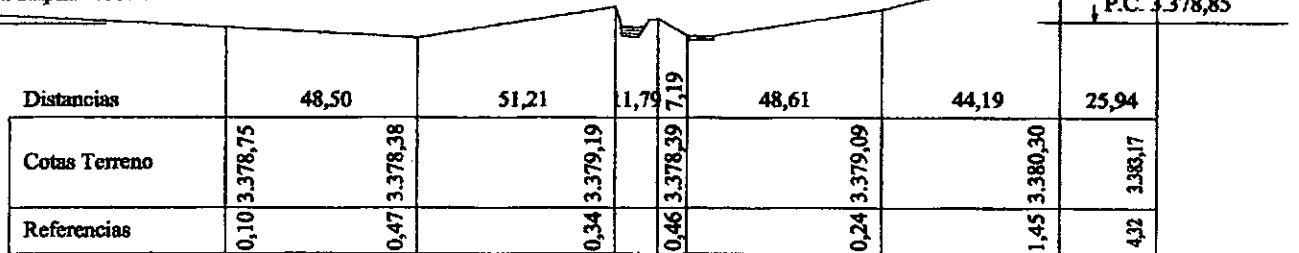
### PERFIL 1

Playa amplia =400m.



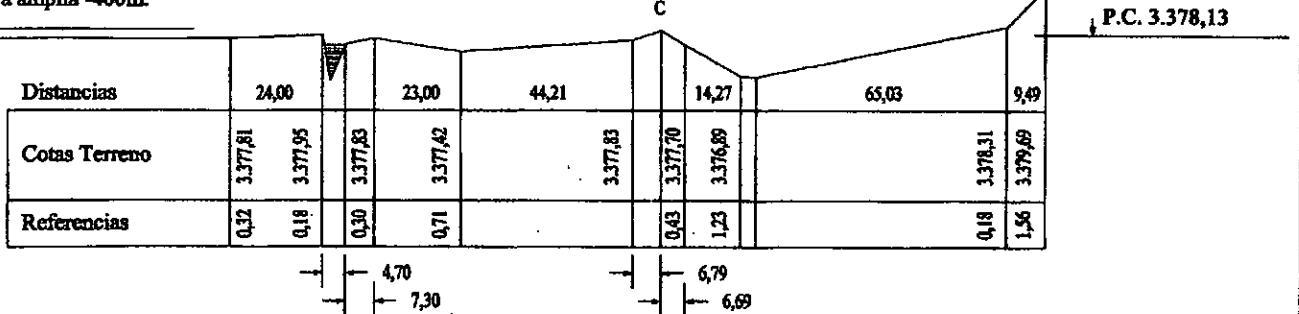
### PERFIL 2

Playa amplia =400m.



### PERFIL 3

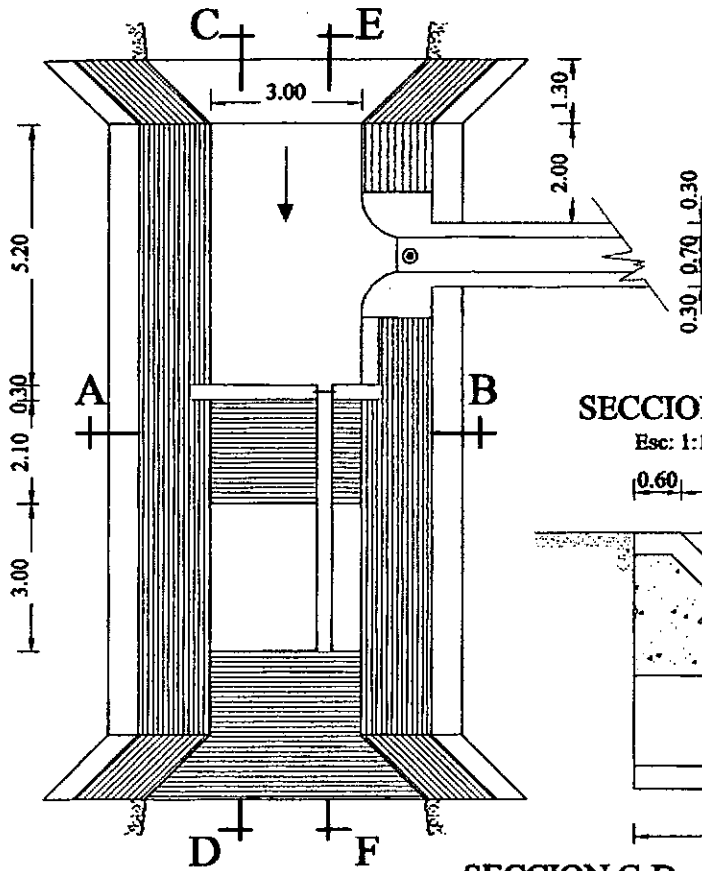
Playa amplia =400m.



<b>CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES AREA INFRAESTRUCTURA SOCIAL</b>		
<b>PROVINCIA DE CATAMARCA MINISTERIO DE PRODUCCION Y DESARROLLO</b>		
<b>PROGRAMA DESARROLLO DE PEQUENAS COMUNIDADES</b>		
<b>PERFILES TRANSVERSALES</b>		
Plano N°:	Proyecto:	Fecha: Ab/3/98
	<b>Ing. ESTRADA, CARLOS</b>	Esc:

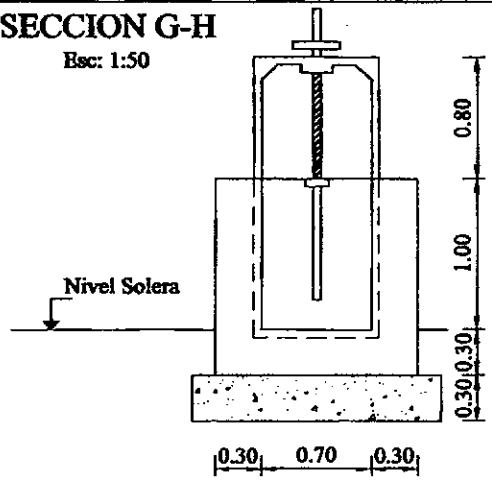
**PLANTA**

Esc: 1:150



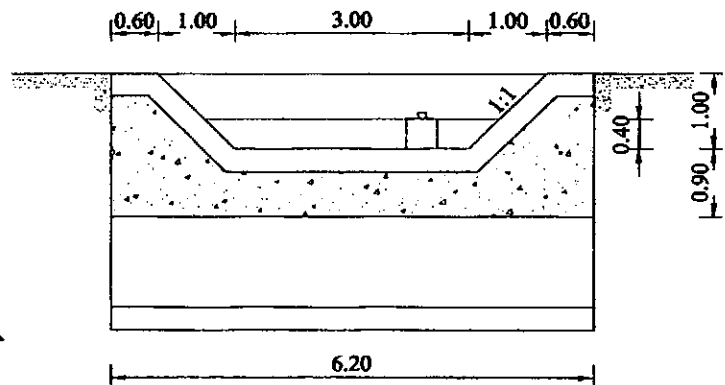
**SECCION G-H**

Esc: 1:50



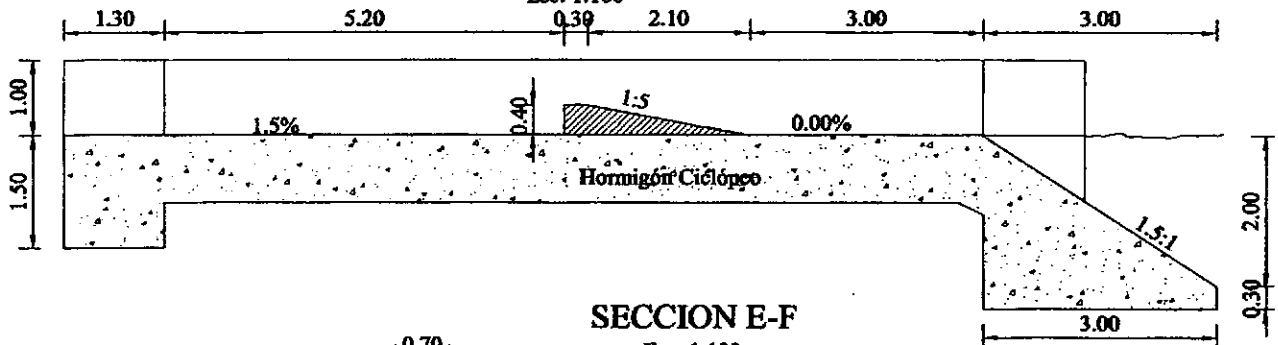
**SECCION A-B**

Esc: 1:100



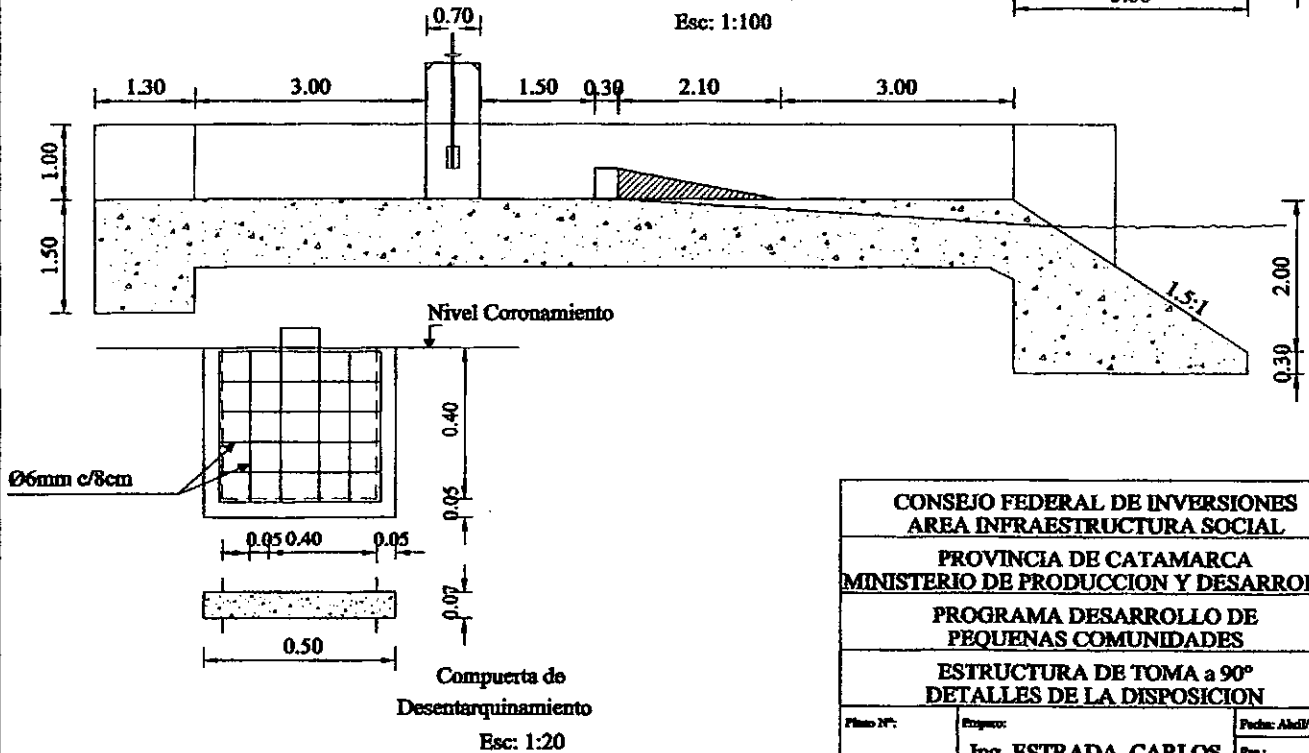
**SECCION C-D**

Esc: 1:100



**SECCION E-F**

Esc: 1:100



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES  
AREA INFRAESTRUCTURA SOCIAL

PROVINCIA DE CATAMARCA  
MINISTERIO DE PRODUCCION Y DESARROLLO

PROGRAMA DESARROLLO DE  
PEQUENAS COMUNIDADES

ESTRUCTURA DE TOMA a 90°  
DETALLES DE LA DISPOSICION

Folio N°:

Proyecto:

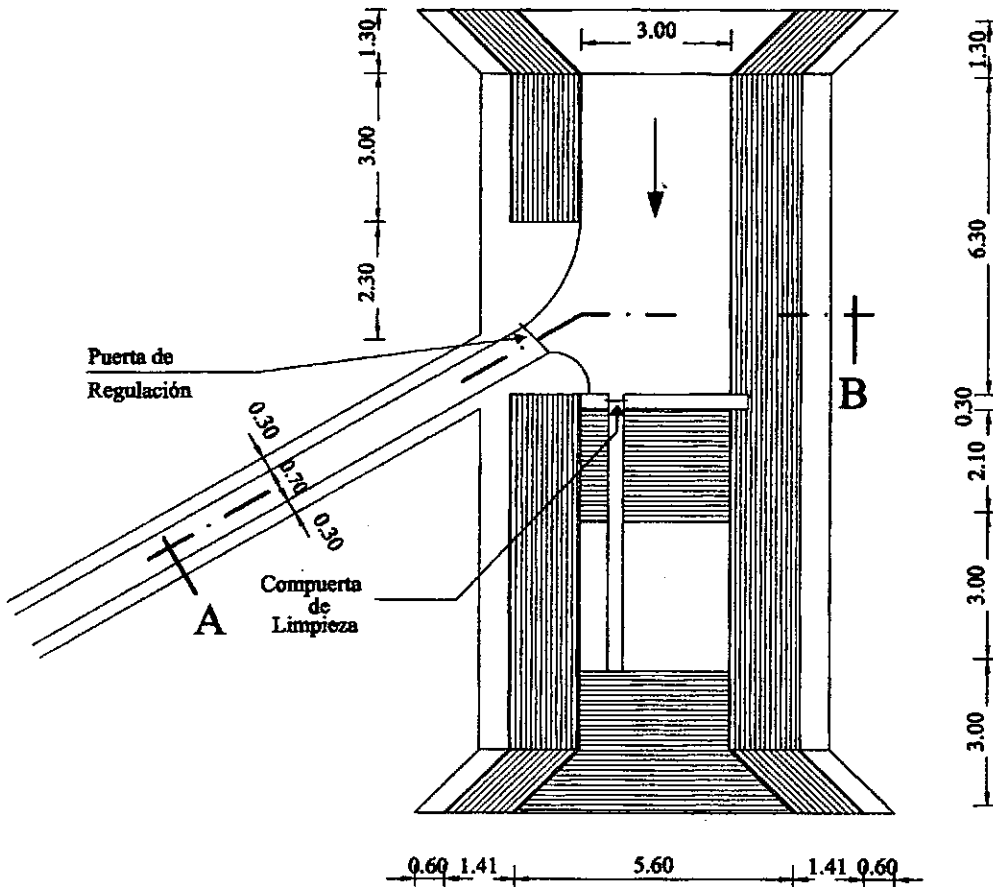
Fecha: Abc/98

Ing. ESTRADA, CARLOS

Esc:

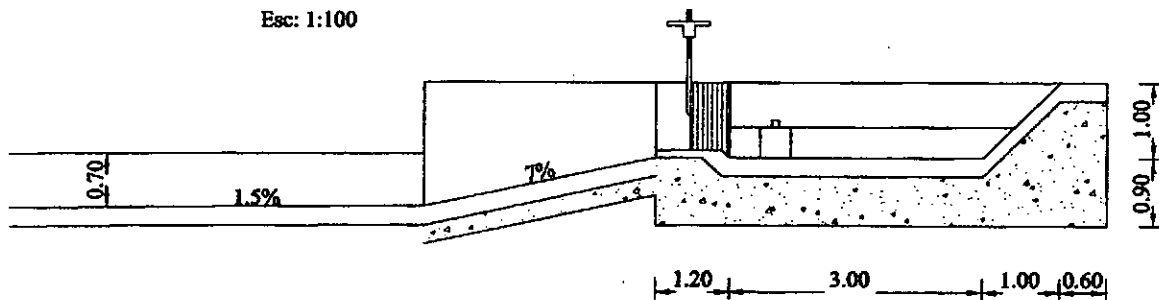
# PLANTA

Esc: 1:150



## SECCION A-B

Esc: 1:100



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES AREA INFRAESTRUCTURA SOCIAL		
PROVINCIA DE CATAMARCA MINISTERIO DE PRODUCCION Y DESARROLLO		
PROGRAMA DESARROLLO DE PEQUENAS COMUNIDADES		
ESTRUCTURA DE TOMA a 60° DETALLES DE LA DISPOSICION		
Plano N°:	Preparado:	Fecha: Abr/98
	Ing. ESTRADA, CARLOS	Esc.:

**COMPUTO  
Y  
PRESUPUESTO**



## COMPUTO METRICO Y PRESUPUESTO

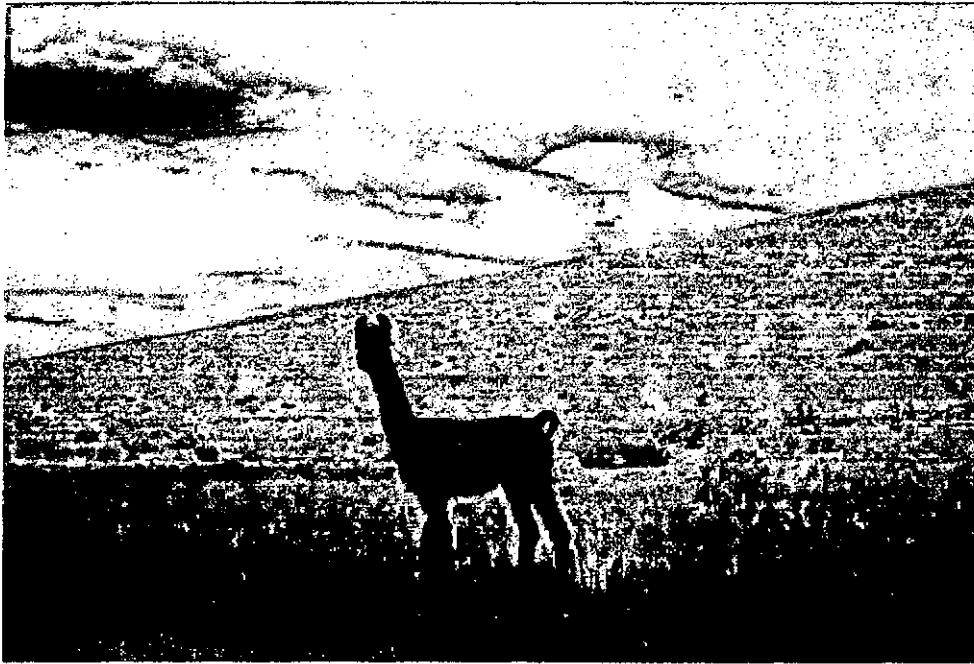
DEPARTAMENTO: ANTOFAGASTA DE LA SIERRA

ITEMS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO EN PESOS		
				UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
1	Excavación en terreno semiduro hasta 2.50 m. de profundidad por 300 m. de ancho. Comprende excavación palco y desparramo el borde de la excavación.	m3	176,982	13,60	2.407,04	
2	Excavación para encausamiento hasta 1.50 m. de profundidad.	m3	210,000	9,71	2.039,10	
3	Hormigón ciclópeo para fundación: canto rodado 50%, hormigón básico de 300 Kg/m3.	m3	77,012	102,11	7.863,70	
4	Hormigón simple para espigón (rampas) compuerta y canal de limpieza 300 Kg/m3.	m3	1,903	161,58	307,49	
5	Revestimiento en piedra para piso y paredes laterales de canal de toma y de derivación incluyendo toma de juntas.	m3	33,976	105,63	3.588,88	
6	Compuerta de regulación	global	1	1.078,00	1.078,00	\$ 17.284,21
					<b>TOTAL</b>	<b>\$ 17.284,21</b>

## NOTAS:

- a) El presente presupuesto, se ha determinado con los precios de los materiales puestos en obra para el canal del Collpar; para otros lugares debería proveerse los caminos correspondientes de acceso.
- b) Los costos de la mano de obra son los jornales básicos del convenio colectivo Nro. 76/75 de U.O.C.R.A. Para las cargas sociales se considerará un incremento de los mismos del 100%.
- c) El costo resultante de cada Análisis de Precios, ha sido afectado por un coeficiente resumen igual a 1,42 obteniendo así el precio de aplicación de cada ítem teniendo en cuenta la incidencia de los gastos generales, el beneficio los gastos financieros y el I.V.A.

**FOTOS**



UNA LLAMA CURIOSA RECIEN ESQUILADA A ORILLAS DEL PUNILLA CERCA DE PAICUQUI. ENTRE LOS MAMIFEROS DE SUDAMERICA, QUIZAS NO HAYA NINGUNA TAN POPULAR COMO LA LLAMA ANIMAL DOMESTICADO POR UNA CULTURA INDIGENA MUCHO MAS ANTIGUA QUE LA DE LOS INCAS. LA CULTURA PREINKAICA DEL TIAWANAKU DE LOS INDIOS AYMARAS A QUIENES PROPORCIONO: LANA, LECHE CARNE, COMBUSTIBLE Y TRANSPORTE. ESTA MISMA GENTE QUE ES UNA DE LAS MAS POBRES DEL PLANETA DOMESTICO LA PAPA, POR ESTO EL MUNDO ESTA EN DEUDA CON ELLOS.

SE PUEDE OBSERVAR LA AMPLITUD DE LA PLAYA DEL RIO PUNILLA FRENTE A LA LOCALIDAD DE ANTOFAGASTA DE LA SIERRA. AGUAS ABAJO DE LA ALCANTARILLA DE LA IZQUIERDA UBICADA SOBRE LA RUTA N° 43 SE ENCUENTRA LA LAGUNA DONDE EL RIO TERMINA SU RECORRIDO. LA SEDIMENTACION A CONTRIBUIDO A NIVELAR LA SUPERFICIE DE LA PLAYA.

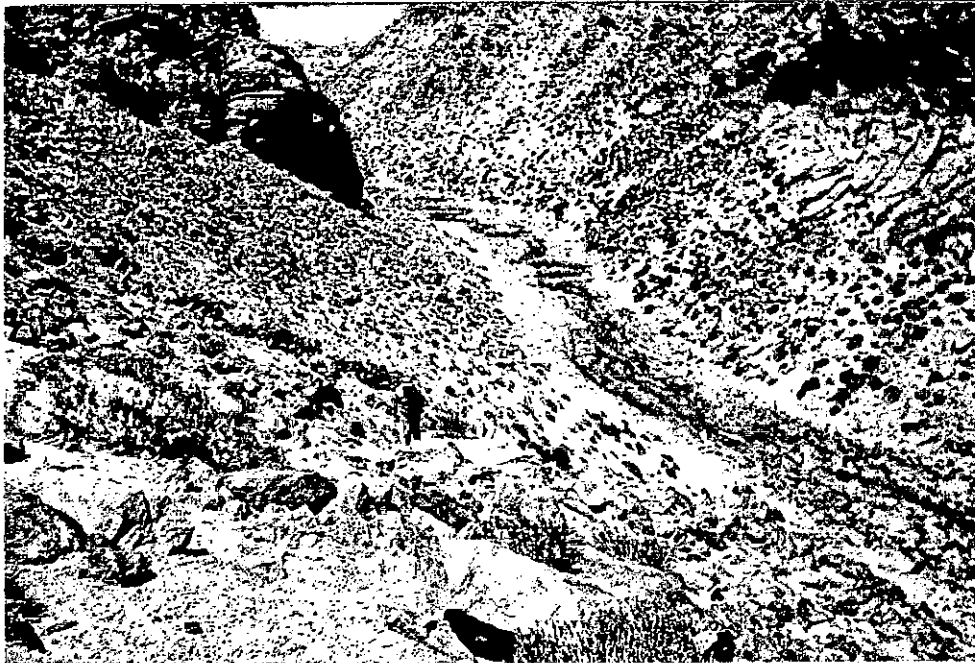




LA ESTRUCTURA DE LA ALCANTARILLA DEL PAICUQUI, LA CONFORMAN 4 CAÑOS DE 1,00M DE DIAMETRO CADA UNO, OBSERVESE SOBRE LOS MISMOS LA MARCA DEL AGUA DE LOS CAUDALES MAXIMOS DE INVIERNO. A PESAR DE ESTAR EN EL CURSO SUPERIOR DEL RIO CON FUERTES VELOCIDADES SE PUEDE VER EN EL FONDO DEL LECHO LA CUBIERTA VEGETAL QUE LO PROTEGE DE SU PROPIA CORROSION.

LOS MUROS DE PIEDRA RUSTICA QUE DELIMITAN LA ALCANTARILLA SOBRE LA RUTA PROV. Nº 43 EN PAICUQUI.

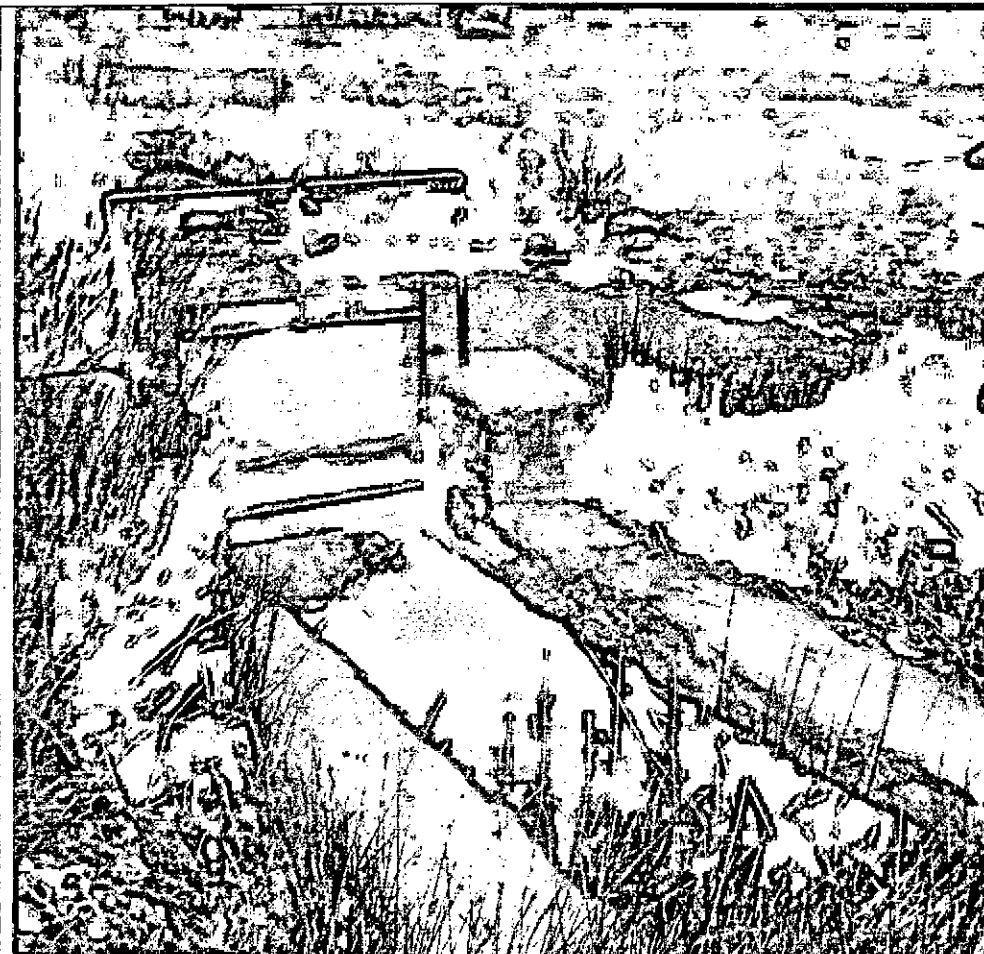




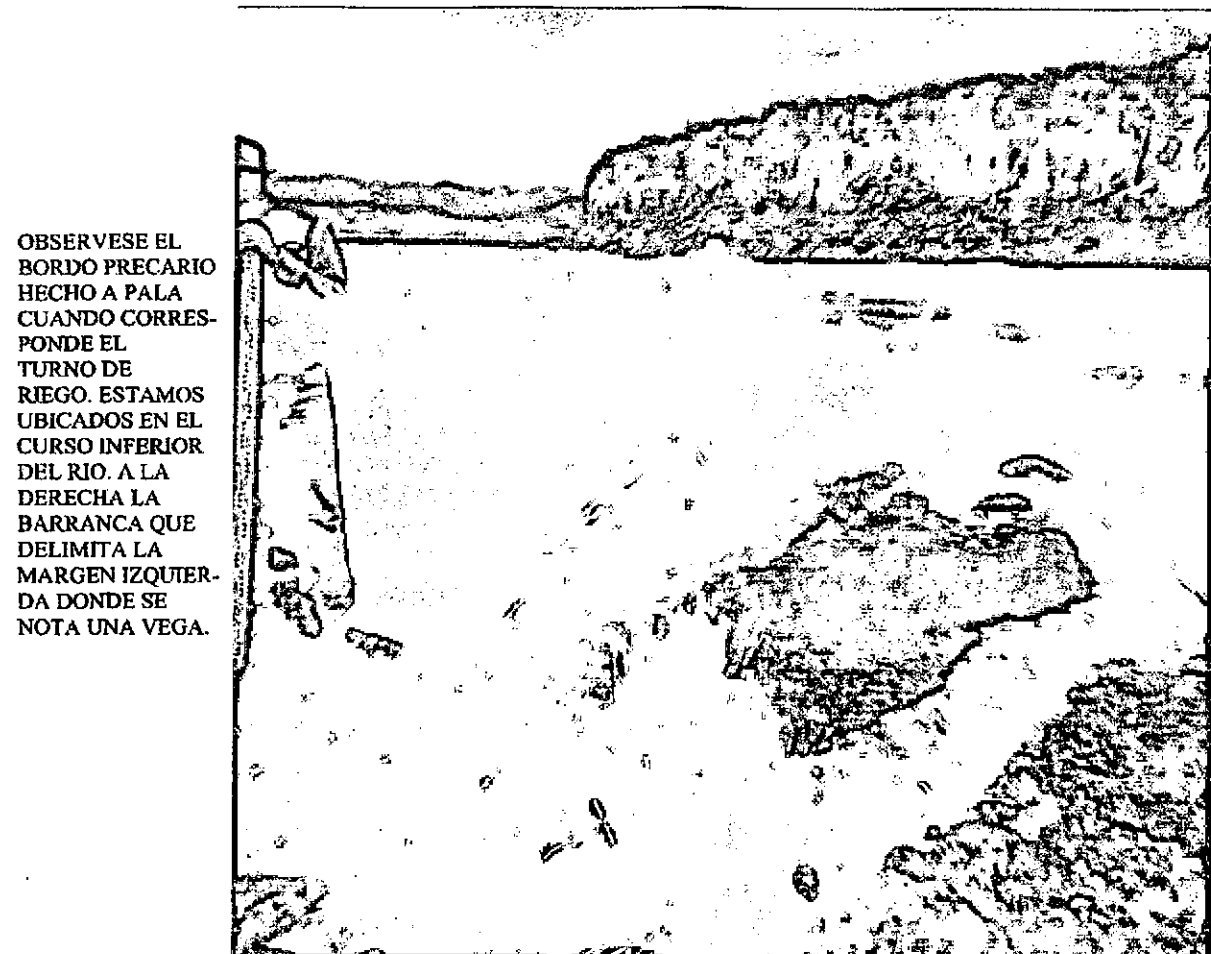
EL RIO PUNILLA 10 KMS AGUAS ARRIBA DE PAICUQUI SIN LOS APORTE LATERALES DE LOS CERROS DEL TOCONQUIS QUE AUMENTAN CONSIDERABLEMENTE SU CAUDAL. EL ASCENSO OROGENICO PREDOMINA SOBRE LA EROSION QUE PUEDE PRODUCIR EL RIO; ALGO MAS ARRIBA SE ASIMILA A UNA ACEQUIA. ESTAMOS EN EL CURSO SUPERIOR DEL RIO.

EL PUNILLA CON UN IMPORTANTE CAUDAL AGUAS ABAJO DEL PAICUQUI. EN ESTA EPOCA (ENERO 1.998) LOS CAUDALES SON MINIMOS. A LA DERECHA UNA VEGA DE UNA VIVIENDA CERCANA. AQUI YA RECIBIO CASI LA MAYOR PARTE DE LOS APORTES DEL TOCONQUIS. TOCONQUIS PROVIENE DE LA VOZ QUICHUA TUNQORI-GARGANTA. ESTAMOS CERCA DEL CURSO MEDIO.

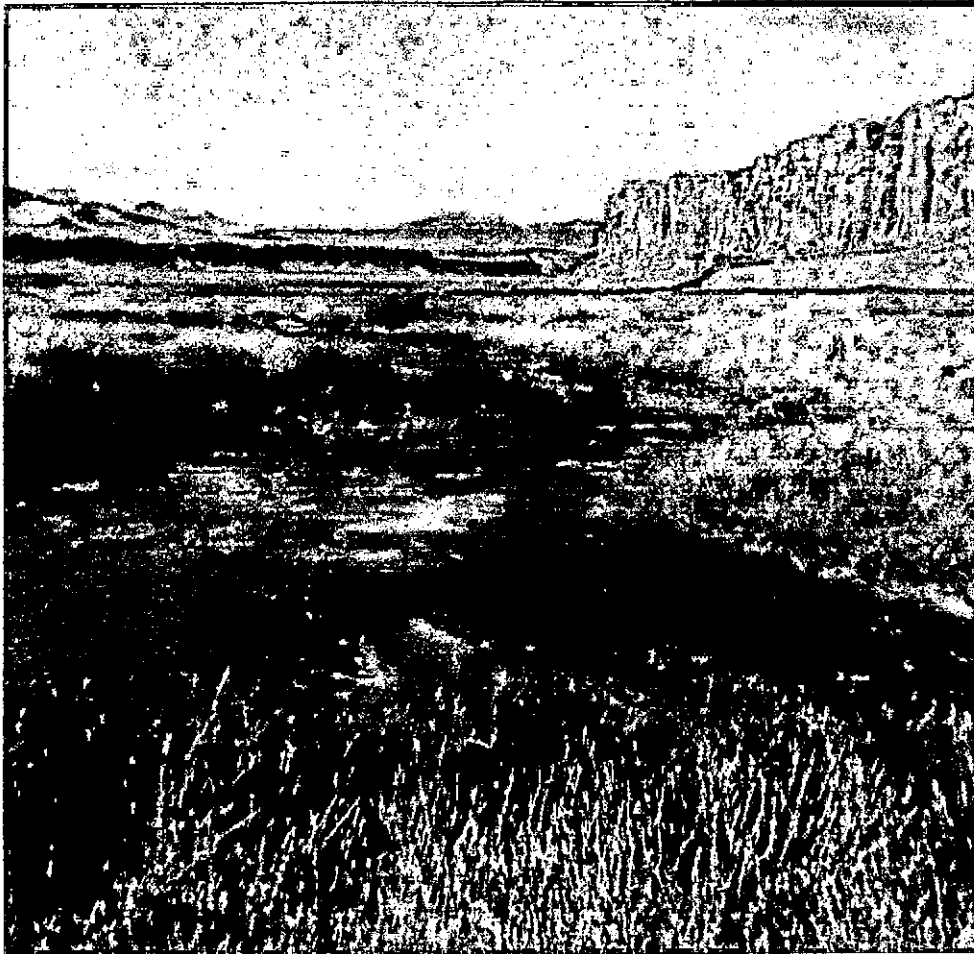




COMPUERTA DE DERIVACION EN LA TOMA EXISTENTE EN EL COLLPAR. ES LA UNICA TOMA QUE TIENE UNA COMPUERTA REGULABLE.



OBSERVESE EL BORDO PRECARIO HECHO A PALA CUANDO CORRESPONDE EL TURNO DE RIEGO. ESTAMOS UBICADOS EN EL CURSO INFERIOR DEL RIO. A LA DERECHA LA BARRANCA QUE DELIMITA LA MARGEN IZQUERDA DONDE SE NOTA UNA VEGA.



CURSO INFERIOR DEL RIO CUBIERTO TOTALMENTE POR UN COLCHON VEGETAL (NORES) QUE DISMINUYE NOTABLEMENTE LA EROSION Y EL ESCURRIMIENTO. UN POCO MAS ARRIBA EL CAUDAL HA SIDO DERIVADO POR LA TOMA DEL COLLPAR.

LA SUPERFICIE HORIZONTAL DE LA LAGUNA FORMA EL NIVEL DE BASE QUE ANULA LA CORRIENTE FLUVIAL DEL RIO. LA LAGUNA DE ANTOFAGASTA SE ENCUENTRA AGUAS ABAJO EN UNA DEPRESION EN DIRECCION DEL VOLCAN UBICADO MAS AL FONDO.

