

ANEXO 16

ANTECEDENTES PARA SOLICITAR PERMISO SECTORIAL 106 DEL RSEIA CRUCE DE QUEBRADAS TUBERÍA PROVISORIA SUMINISTRO AGUA

ÍNDICE

I	INTRODUCCIÓN	2
II	ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO	3
III	UBICACIÓN DEL PROYECTO Y CROQUIS GENERAL	4
IV	PLANO DE LAS OBRAS A REALIZAR	5
V	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA PROYECTADA	5
	V.1 Especificaciones Para Obras con Tubos Circulares de Acero Corrugado	6
	V.2 Consideraciones Generales de Diseño	6
	V.3 Muros de Boca para Tubos de Acero Corrugado.....	8
	V.3.1 Solución Tipo 2 - Cruces con Río Ramadillas	11
	V.3.2 Solución Tipo 3 - Cruces con Quebradas y Cursos Menores de Agua.....	11
	V.3.3 Esquema Obra Tipo.....	12
VI	MEMORIA TÉCNICA	13
	VI.1 Criterios Adoptados Para la Estimación de Caudales.....	15
	VI.2 Caudales Estimados en Segundo Estudio Hidrológico	17

**ANTECEDENTES PARA SOLICITAR
PERMISO AMBIENTAL SECTORIAL 106 DEL RSEIA
CRUCE DE QUEBRADAS
SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PROVISORIA
EIA PROYECTO CASERONES
MINERA LUMINA COPPER S.A.**

I INTRODUCCIÓN

El EIA Proyecto Caserones requiere el otorgamiento del permiso ambiental sectorial que se encuentra señalado en el artículo 106 del Reglamento del SEIA, ya que el proyecto contempla cruces de quebradas producto de la construcción de obras de suministro de agua fresca y mejoramiento de camino existente, los cuales deberán que contar con la aprobación de la Dirección General de Aguas.

El artículo 106 del Reglamento del SEIA corresponde a las obras de regularización y defensa de cauces naturales, a que se refiere el segundo inciso del artículo 171 del D.F.L. N° 1.122 de 1981, del Ministerio de Justicia, Código de Aguas.

El artículo 171 del Código de Aguas establece que las personas naturales o jurídicas que deseen efectuar las modificaciones a que se refiere al artículo 41 del código de aguas, presentarán los proyectos correspondientes a la Dirección General de Aguas, para su aprobación previa.

El artículo 41 establece que el proyecto, construcción y financiamiento de las modificaciones que fuere necesario realizar en cauces naturales o artificiales, con motivos de construcción de obras públicas, urbanizaciones, edificaciones y otras obras en general serán de responsabilidad de quienes las ordene.

A continuación se presentan los antecedentes necesarios para acreditar el cumplimiento de este permiso ambiental sectorial según los requisitos y los contenidos técnicos y formales establecidos en el Reglamento del SEIA.

II ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO

El consumo de agua en el período en que realizarán las actividades contempladas en la SAP alcanza como promedio a 11 l/s. Para el abastecimiento de agua en esta etapa, se considera utilizar una combinación de las siguientes fuentes de abastecimiento:

- Uno o más de los 5 pozos ubicados en Carrizalillo Chico, en los cuales MLCC tiene derechos consuntivos, permanentes y continuos por 239,5 l/s
- Uno o más pozos ubicados entre el sector cercano a la intersección de la Quebrada La Brea y el Río Ramadillas y la confluencia de este último con el río Vizcachas del Pulido, para lo cual MLCC solicitará el traslado de derechos.
- Mediante la adquisición de agua a terceros, a quienes se solicitará que presenten los documentos que acrediten la posesión de los derechos de agua legalmente constituidos.

El objeto del presente documento es entregar los antecedentes de diseño y descripción de las obras tipo para los cruces de ríos y quebradas del suministro de agua fresca y mejoramiento de camino existente, comprendidos entre el emplazamiento de los pozos Pulido y Ramadillas, y el área mina.

Cabe destacar que los cruces de la tubería de suministro de agua fresca se contemplan como una obra anexa al cruce de camino.

Los estudios hidrológicos que se han utilizado para la estimación de caudales que permitan el diseño de los ductos, han sido desarrollado por la empresa consultora SITAC. Estos corresponden a “Estudio Hidrológico de Crecidas – Quebrada La Brea y Quebrada Caserones, Cuenca Río Copiapó” y “Proyecto de Cruces de Camino Privado en los Ríos Pulido y Ramadillas, Copiapó III Región”.

III UBICACIÓN DEL PROYECTO Y CROQUIS GENERAL

El Proyecto se emplazará en la III Región de Atacama, Provincia de Copiapó, Comuna de Tierra Amarilla. El yacimiento minero se encuentra ubicado aproximadamente a 160 km al sureste de la Ciudad de Copiapó a una altura media de 4.300 m.s.n.m.

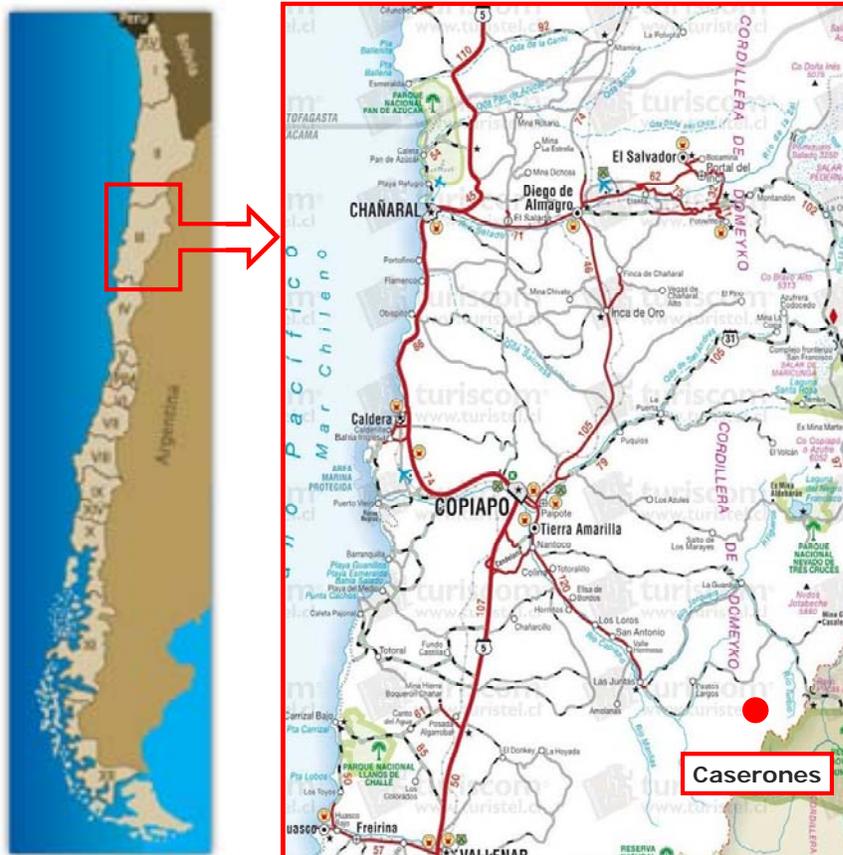


Figura 1. Ubicación General del Proyecto.

IV PLANO DE LAS OBRAS A REALIZAR

En el Apéndice A que se adjunta al presente documento se encuentran los planos: con el detalle del trazado de la tubería de suministro de agua fresca y las obras de cruces de quebradas

Código de plano

000-P-SK-033_B Suministro de Agua Fresca: Disposición de Cañerías- Cruces de Cauces: Planta y Secciones.

V DESCRIPCIÓN DE LA OBRA PROYECTADA

Para el suministro del agua fresca durante la fase SAP, se considera la construcción de un sistema de tuberías menores que conducirá las aguas obtenidas desde los pozos denominados PL 1- RM 3 y WE 01 hasta estanques ubicados en el Campamento Pionero y el Área Mina. A dicha tubería se le ha denominado “tubería provisoria”.

La ubicación de los pozos mencionados se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 1. Ubicación Pozos

IDENTIFICACIÓN POZO	COORDENADAS UTM	
	N	E
PL 1	6,889,597	425,955
RM 3	6,887,034	437,210
WE 01	6,886,990	437,257

El trazado de la tubería provisoria será enterrado por el costado del camino.

El diseño de las obras de arte se basa en las soluciones propuestas en el Manual de Carreteras de la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas.

Si bien el Manual de Carreteras establece varios tipos de soluciones para el desarrollo de obras de arte, por factores constructivos y económicos se ha optado por disponer para este

proyecto, en los cruces del camino de acceso, obras de arte con tubos circulares de acero corrugado.

A continuación se describen algunas obras de arte estándar establecidas en el Manual de Carreteras las que posteriormente se aplican y desarrollan según las necesidades propias de este proyecto. Como se menciona anteriormente, y según se detalla en el plano adjunto a este documento, la instalación de la tubería de suministro de agua fresca se realiza como una obra conjunta al diseño de cruce de camino.

El Manual de Carreteras de la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas establece algunos diseños tipo y los procedimientos constructivos necesarios para el desarrollo de obras de arte que implican la colocación de ductos de acero corrugado. Estos diseños son aplicables para desarrollar obras de cruces de caminos sobre ríos o quebradas.

V.1 Especificaciones Para Obras con Tubos Circulares de Acero Corrugado

Los diámetros y espesores de los tubos son definidos básicamente de acuerdo a las condiciones hidrológicas, hidráulicas y estructurales propias del proyecto.

Los ductos de acero corrugado serán colocados sobre una cama de apoyo la cual debe estar constituida por material granular compactado. Posteriormente, se coloca el relleno estructural el cual debe ser compactado en capas dispuestas hasta alcanzar la altura mínima establecida por los cálculos estructurales según sean las necesidades del proyecto.

V.2 Consideraciones Generales de Diseño

Las tablas de diseño del Manual de Carreteras se han determinado según los requerimientos establecidos en la norma chilena NCh2462 “Construcción – Conductos de acero corrugado para ser enterrados con luces inferiores e iguales a 8 m – Especificaciones de Diseño y Cálculo”.

Las dimensiones de los tubos que aparecen en las tablas de diseño son nominales y están medidas a la fibra media de la corrugación.

La Tabla 2 indica las propiedades de los tubos de acero corrugado, para los diámetros requeridos en los diseños de este proyecto.

Tabla 2. Tubos de Acero Corrugado – Propiedades.

DIAMETRO NOMINAL TUBO (cm)	PERÍMETRO (cm)	AREA (cm)	PESO POR METRO LINEAL (Incluye Pernos) (kg/m)			
			ESPESORES (mm)			
			2.0	2.5	3.0	3.5
100	314	0.79	62	78	93	109
150	471	1.77	92	115	138	161

La Figura 2 muestra un esquema general de la sección transversal para este tipo de obra, mientras que en la Tabla 3 se observan las alturas mínimas y máximas de relleno permitidas, las cuales dependen del diámetro y espesor de la sección del tubo.

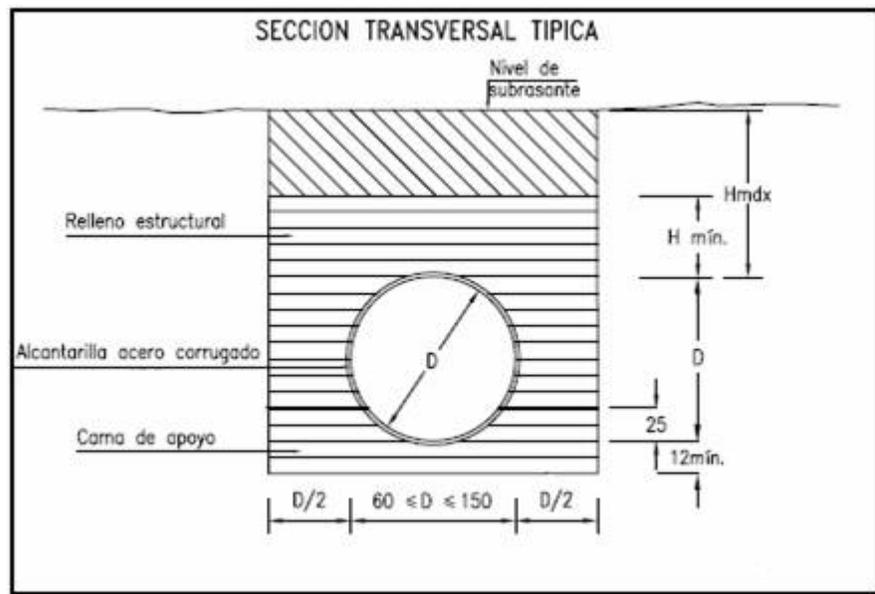


Figura 2. Esquema General - Sección Transversal Tipo.

Tabla 3. Alturas de Relleno Según Diámetro Nominal y Espesor de la Sección.

DIAMETRO NOMINAL TUBO (cm)	ESPESOR DEL TUBO DE ACERO CORRUGADO							
	2.0		2.5		3.0		3.5	
	H min. (cm)	H max. (cm)	H min. (cm)	H max. (cm)	H min. (cm)	H max. (cm)	H min. (cm)	H max. (cm)
100	50	890	50	1,000	50	1,000	50	1,210
150	---	---	60	660	60	730	60	800

V.3 Muros de Boca para Tubos de Acero Corrugado

Para los muros de boca en los extremos de los tubos de acero corrugado, el Manual de Carreteras propone utilizar muros de hormigón o mampostería, de espesor variable tal como se especifica en la Figura 3.

Para este Proyecto se considerará mampostería de piedra.

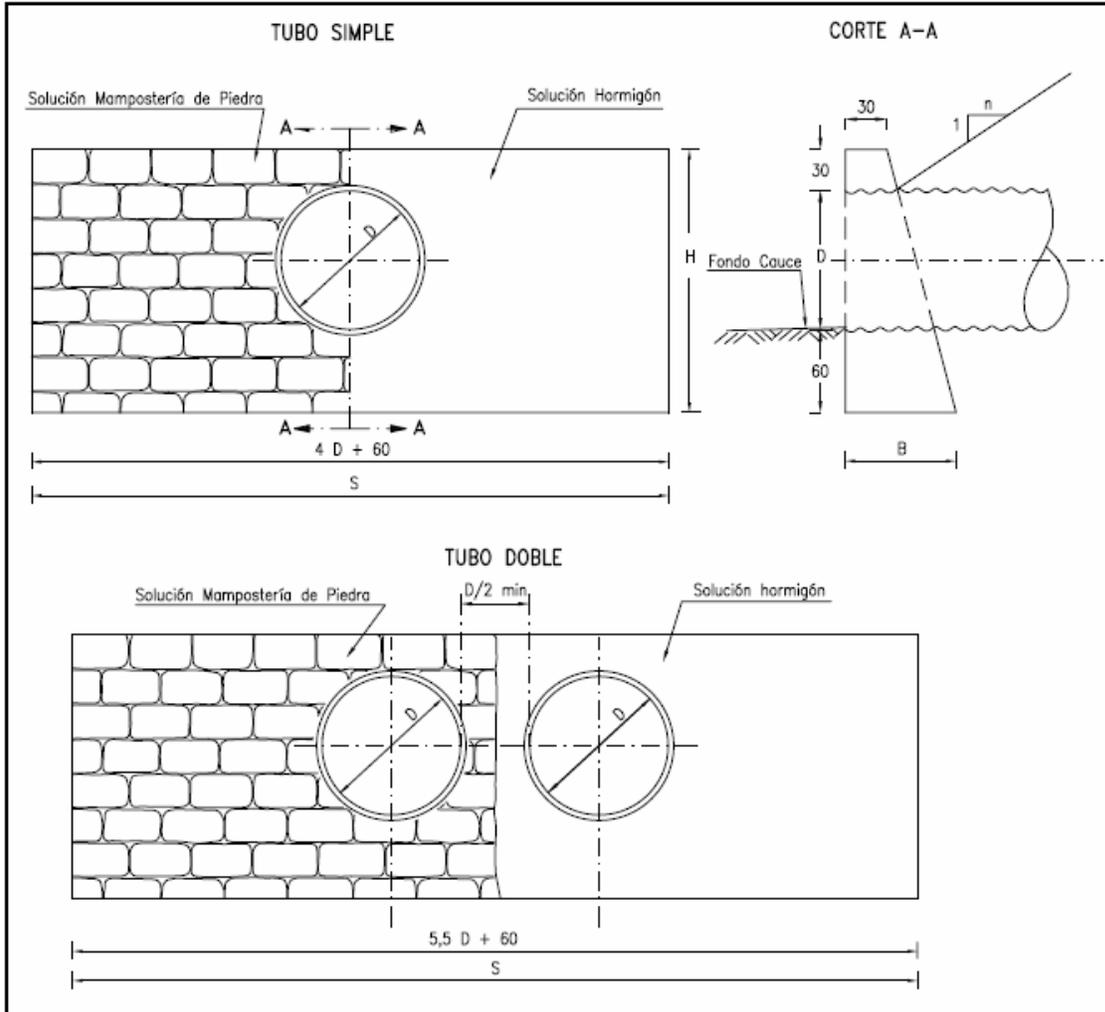


Figura 3. Muro de Boca para Tubos de Acero Corrugado.

En la Tabla 4 y Tabla 5 se observan las dimensiones de los muros de boca de acuerdo a lo especificado en la figura anterior. Los valores de estas tablas son extrapolables a muros con tres o más tubos.

Tabla 4. Dimensiones Muro de Boca – Tubo Simple.

DIMENSIONES Y CUBICACIONES MURO DE BOCA CASO TUBO SIMPLE				
D	H	B	S	HORMIGÓN O MAMPOSTERÍA
(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(m3)
100	190	80	460	4.37
150	240	110	660	9.85

Tabla 5. Dimensiones Muro de Boca – Tubo Doble.

DIMENSIONES Y CUBICACIONES MURO DE BOCA CASO TUBOS DOBLES				
D	H	B	S	HORMIGÓN O MAMPOSTERÍA
(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(m3)
100	190	80	610	5.51
150	240	110	885	12.40

A continuación se define el tipo de soluciones que aplican a las obras mencionadas correspondiendo a soluciones tipo 2 y 3 según se detalla en la siguiente tabla. La identificación del cruce se realiza en base al plano 000-P-SK-33_B adjunto en el Apéndice A del presente documento.

IDENTIFICACIÓN DE CRUCE	TIPO DE SOLUCIÓN
Cruce en pozo PL1	(2) Tipo Ramadillas
5	(2) Tipo Ramadillas
6	(2) Tipo Ramadillas
7	(2) Tipo Ramadillas
8	(2) Tipo Ramadillas

La solución tipo 3 se realizará en cruces con quebradas o cauces menores.

V.3.1 Solución Tipo 2 - Cruces con Río Ramadillas

El caudal máximo de diseño (CMD) para los cruces del camino con el río Ramadillas, se estima basándose en los datos obtenidos del primer estudio hidrológico cual entrega los valores del Caudal Máximo Instantáneo de Diseño para el Período de Deshielo (CMIDPD) para las cuencas de las quebradas de la Brea y Caserones. En el diseño se considera un período de retorno de 100 años y se toma de modo conservador el aporte completo de la cuenca del río Ramadillas independiente de la ubicación de los cruces que puede ser en la parte baja, media o alta del río.

Aplicando los diseños tipo del Manual de Carreteras, los parámetros de la solución para los cruces con el río Ramadillas, se resumen en la Tabla 6.

Tabla 6. Diseño Ductos de Acero Corrugado – Ramadillas Bajo.

N° Ductos unid	Diámetro m	Espesor mm	h min. m	h máx. m	CMD m ³ /s	Qmax m ³ /s
3	1.5	3.5	0.6	8.0	15.8	19.6

V.3.2 Solución Tipo 3 - Cruces con Quebradas y Cursos Menores de Agua

Para los cruces con quebradas y cursos menores de agua, se ha considerado un caudal máximo de diseño (CMD) de 2.0 m³/s. Aplicando los diseños tipo del Manual de Carreteras, los parámetros de la solución para los cruces de estas características se resumen en la Tabla 7.

Tabla 7. Diseño Ductos de Acero Corrugado – Cruces Menores

N° Ductos unid	Diámetro m	Espesor mm	h min. m	h máx. m	CMD m ³ /s	Qmax m ³ /s
1	1.0	3.0	0.6	10.0	2.0	2.2

V.3.3 Esquema Obra Tipo

En la Figura 4 y Figura 5 se muestra, a modo de ejemplo, un esquema tipo para las obras de cruce.

En el esquema se observa que el eje del río es ortogonal al eje del camino, sin embargo esto es sólo para simplificar el modelo ya que en los cruces podría existir un ángulo de desviación entre el eje del río y el eje del camino, lo cual se traduce en un mayor ancho de cruce, incrementándose el largo de los ductos.

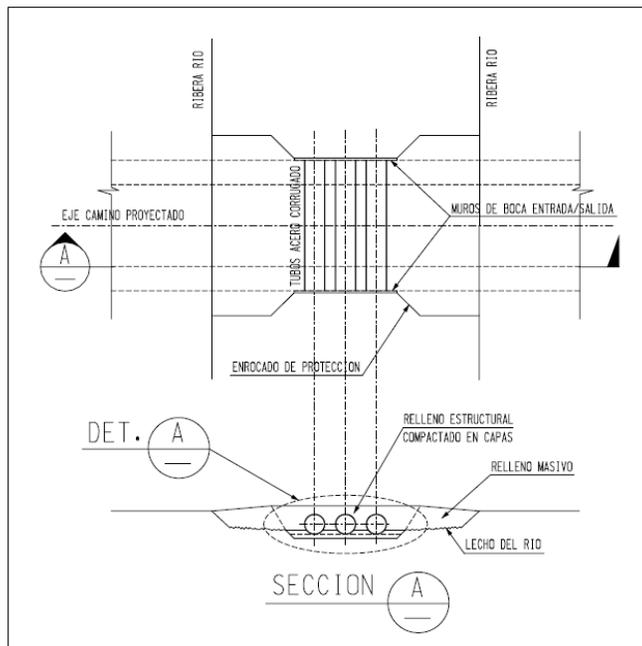


Figura 4. Esquema de Cruce Tipo.

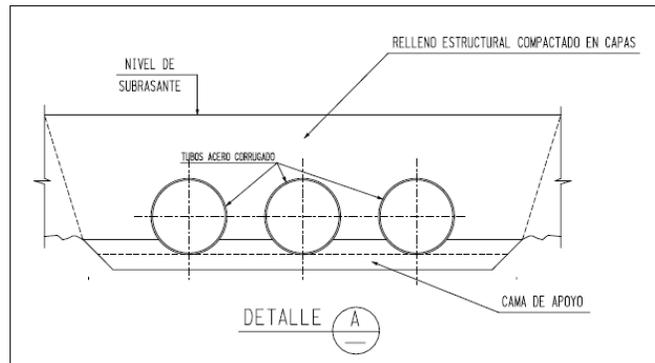


Figura 5. Detalle A – Figura 4.

VI MEMORIA TÉCNICA

Para el dimensionamiento de las obras en cruces de quebradas ha sido necesario estimar los caudales a distintas alturas en los ríos Pulido y Ramadillas.

La estimación de caudales se ha realizado basándose en dos estudios hidrológicos². En primer lugar se realizó por parte de esta empresa el estudio “*Estudio Hidrológico de Crecidas, Quebrada La Brea y Quebrada Caserones, Cuenca Río Copiapó*” el cual se ha utilizado para estimar los caudales en las zonas baja, media y alta del río Ramadillas, extrapolando los datos de las cuencas de las quebradas La Brea y Caserones a la totalidad de las cuencas que alimentan al río Ramadillas.

El segundo estudio “*Proyecto de Cruces de Camino Privado en los Ríos Pulido y Ramadillas, Copiapó III Región*”, se ha utilizado para obtener los datos de los caudales del río Pulido en la zona ubicada bajo la confluencia de este con el río Ramadillas, lugar donde se presenta el primer cruce con el camino de acceso a la planta. Además en este estudio se entregan caudales para el diseño de los cruces en la zona baja del río Ramadillas, pudiendo ser comparados estos datos con los obtenidos mediante la extrapolación hecha en base al primer estudio.

² “Estudio Hidrológico de Crecidas, Quebrada La Brea y Quebrada Caserones, Cuenca Río Copiapó”
“Proyecto de Cruces de Camino Privado en los Ríos Pulido y Ramadillas, Copiapó III Región”

En la Tabla 8 se establecen los Caudales Máximos Instantáneos de Diseño para el Período de Deshielo para ambas quebradas según la división por cuencas establecida en el estudio hidrológico, la cual se observa en la Figura 6.

Tabla 8. Caudales Máximos Instantáneos de Diseño Para el Período de Deshielo (m3/s) (CMIDPD).

Cuenca	T=20	T=50	T=100	T=1000	T=10000
Quebrada La Brea					
A	0.275	0.423	0.536	0.908	1.281
A1	0.250	0.385	0.487	0.826	1.165
A2	0.104	0.160	0.202	0.342	0.483
B	0.214	0.330	0.417	0.707	0.997
C	0.559	0.861	1.089	1.846	2.603
Quebrada Caserones					
D	0.812	1.250	1.580	2.679	3.779

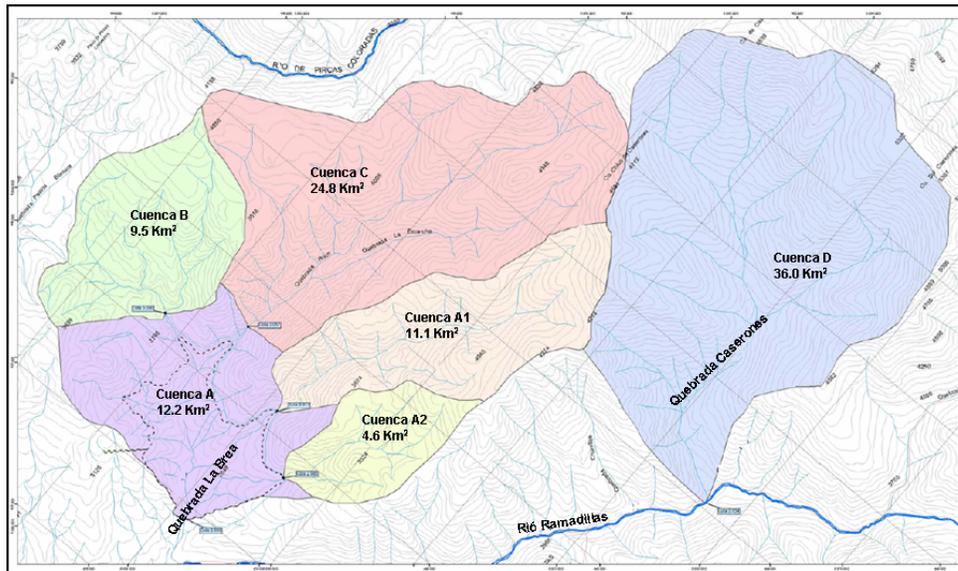


Figura 6. División de Cuencas Para Estudio Hidrológico.

En la Tabla 9 se establecen los caudales para la Crecida Máxima Probable de Deshielo según la división de cuencas mencionada anteriormente.

Tabla 9. Caudal Para Crecida Máxima Probable de Deshielo (m3/s) (CCMPD).

Cuenca	Area (km ²)	Caudal
Quebrada La Brea		
A	12.2	1.087
A1	11.1	0.989
A2	4.6	0.410
B	9.5	0.847
C	24.8	2.210
Quebrada Caserones		
D	36.0	2.790

VI.1 Criterios Adoptados Para la Estimación de Caudales

Para el diseño de los cruces, en base a los caudales entregados en el primer estudio, se ha considerado un periodo de retorno de 100 años. Es necesario mencionar, que la cuenca del río Ramadillas no sólo está conformada por las cuencas de las quebradas de La Brea y Caserones, sino que además por las cuencas de Ramadillas Bajo, Central y Alto tal como se observa en la Figura 7.

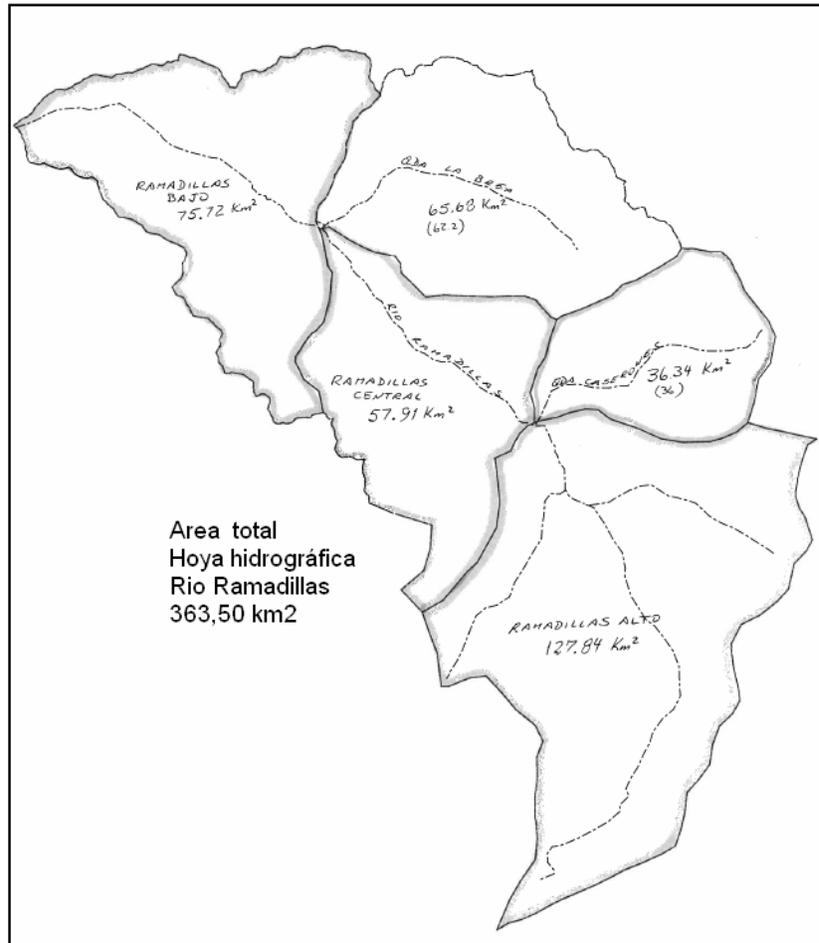


Figura 7. Cuenca Río Ramadillas.

Dado que sólo se tiene antecedentes del aporte realizado por las cuencas de las quebradas de La Brea y Caserones, se ha estimado el caudal aportado por las otras cuencas, aplicando la misma relación superficie/caudal obtenida a partir de los datos de las cuencas estudiadas. Lo anterior es posible, pues la superficie de cada cuenca es un dato conocido. De esta manera se han utilizado las siguientes relaciones:

$$r1 = \frac{\sum Sup(Q.LaBrea, Q.Caserones)}{\sum CMIDPD(Q.LaBrea, Q.Caserones)} = 22.78$$

$$r_2 = \frac{\sum Sup(Q.LaBrea, Q.Caserones)}{\sum CCMPD(Q.LaBrea, Q.Caserones)} = 11.79$$

La Tabla 10 indica los caudales estimados para cada cuenca. Los valores en negrita corresponden a aquellos que han sido determinados a partir de las relaciones consideradas anteriormente.

Tabla 10. Resumen de Caudales – Cuenca Río Ramadillas.

Cuenca	Superficie (km ²)	CMIDPD (m ³ /s)	CMPD (m ³ /s)
Quebrada La Brea	62.2	2.731	5.543
Quebrada Caserones	36.0	1.580	2.790
Ramadillas Bajo	75.7	3.323	6.421
Ramadillas Central	57.9	2.542	4.911
Ramadillas Alto	127.8	5.610	10.840
Cuenca Total	359.6	15.786	30.505

En el diseño de los cruces del camino con el río Ramadillas se ha considerado el *Caudal Máximo Instantáneo de Diseño para el Período de Deshielo (CMIDPD)* para una altura de escurrimiento igual a 0,75D, siendo D el diámetro del ducto. Se aplicará este criterio pues se pretende asegurar que el escurrimiento dentro de la tubería corresponda a un régimen de canal abierto y no entre en presiones.

VI.2 Caudales Estimados en Segundo Estudio Hidrológico

En este segundo estudio se establecen los caudales para algunos cruces del camino de acceso a la planta con los ríos Pulido y Ramadillas. El estudio especifica las actuales condiciones de los cruces 1, 2, 3 y 4 del camino, correspondiendo el primero, al cruce del camino con el río Pulido en la zona cercana a la confluencia con el río Ramadillas, y los otros tres a cruces del camino con el río Ramadillas a distintas alturas. En los cuatro cruces existen actualmente badenes.

Los caudales establecidos en este informe para los cuatro cruces se resumen en la Tabla 11.

Tabla 11. Caudales Máximos de Diseño para Distintos Períodos de Retorno (m³/s).

Badén	T=2	T=5	T=20	T=50	T=100
1	7,17	12,47	18,57	22,10	24,61
2	3,58	6,24	9,29	11,05	12,31
3	3,58	6,24	9,29	11,05	12,31
4	3,35	5,83	8,68	10,33	11,51

Los valores entregados en este estudio corresponden a estimaciones de caudales en puntos específicos de los ríos Pulido y Ramadillas, a diferencia del estudio anterior que se centra en la estimación de los aportes totales de las cuencas de las Quebradas La Brea y Caserones.

Sin embargo, los resultados de ambos estudios se pueden comparar para determinar los caudales que se utilizarán en el diseño de los cruces. Se observa por ejemplo que el caudal de diseño del primer estudio considera el aporte total de la cuenca es de 15.786 m³/s, medianamente superior al caudal equivalente del segundo estudio que corresponde al badén 2 (zona baja del río Ramadillas) y tiene un valor de 12.31 m³/s.

De esta manera se podría optar por $Q = 15.786 \text{ m}^3/\text{s}$ como caudal de diseño de los cruces en el río Ramadillas, asegurando el cumplimiento de los requerimientos de ambos estudios.

APÉNDICE A



