

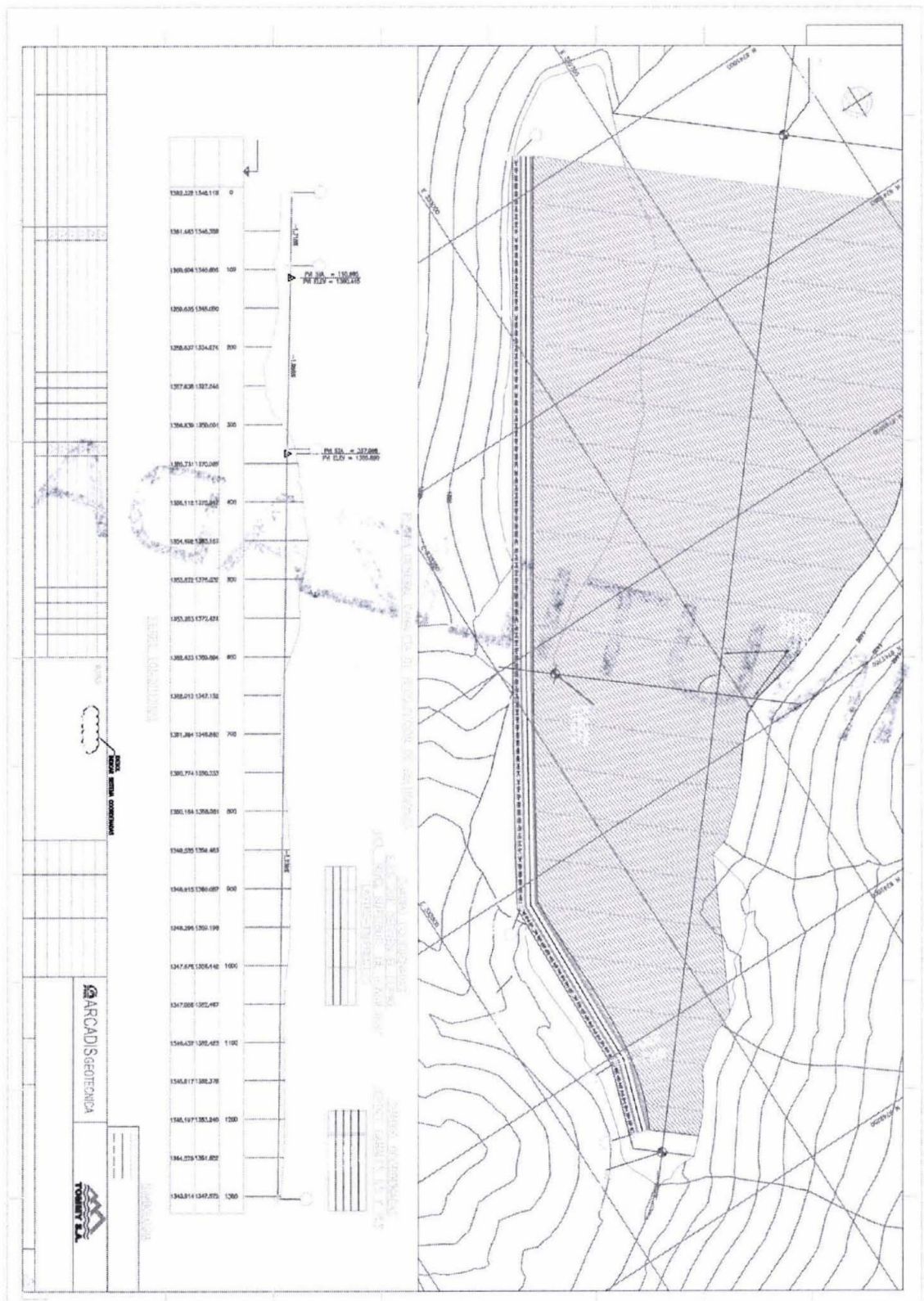
SECCAO DE ALVENARIA E MADEIRA  
 REVESTIMENTO INTERIORES E EXTERIORES

SECCAO DE TUBO  
 DIAMETRO INTERIORES E EXTERIORES

LEGENDA  
 1. ALVENARIA  
 2. MADEIRA  
 3. REVESTIMENTO  
 4. TUBO

ARCADIS GEOTECNICA





ARCADIS GEOTECNICA



**ORD. N° CE/0354**

**ANT:** ORD N° CR/548, mediante el cual se envía el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto "Proyecto Minero Puquíos "

**MAT:** Envía Adenda N°2

**La Serena, 23 de Diciembre de 2010**

DE: Claudia Rivera Rojas  
Directora Regional del Servicio de Evaluación Ambiental

Secretaría Comisión Regional del Medio Ambiente de la  
Región de Coquimbo

A: Según distribución

Sírvase encontrar adjunto el Adenda N°2 al Estudio de Impacto Ambiental del proyecto □ Proyecto Minero Puquíos □, presentado por el Señor Gerardo Findel Westermeier, en representación de Sociedad Legal Minera Las Pascualas Uno de Estancia de Chingoles.

El mencionado Adenda contiene las respuestas preparadas por el titular del proyecto respecto de las observaciones contenidas en el documento informe Consolidado de Solicitud de Aclaraciones, Rectificaciones y/o Ampliaciones al Estudio de Impacto Ambiental antes indicado.

Dicha Adenda y los documentos asociados se encuentran disponibles en el sitio Web <http://www.e-seia.cl>, al cual usted podrá ingresar utilizando su clave personal.

Al respecto, solicito a usted, que en el ámbito de su respectiva competencia:

- a. Informe fundadamente si el proyecto en cuestión cumple con la normativa de carácter ambiental,
- b. Informe si se han identificado todos los permisos ambientales sectoriales aplicables al proyecto, en el ámbito de sus competencias, y se pronuncie expresamente respecto del cumplimiento de los requisitos y contenidos de dichos permisos, y
- c. Opine si las medidas propuestas se hacen cargo adecuadamente de los efectos, características o circunstancias establecidas en el artículo 11 de la Ley 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, incorporando los fundamentos de esa opinión.

En caso de requerir nuevas aclaraciones, rectificaciones o ampliaciones, éstas sólo podrán referirse a los antecedentes presentados en el adenda.

El mencionado informe deberá ser remitido a este Servicio a más tardar el día 13 de Enero de 2011. Vencido este plazo se continuará con la evaluación.

Ante cualquier consulta comunicarse con la Señorita Karen Lassalle Lassalle, dirección de correo electrónico [klassalle.4@sea.gob.cl](mailto:klassalle.4@sea.gob.cl), número telefónico 51-219534 anexo 105.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,

**Claudia Rivera Rojas**  
Directora Regional del Servicio de Evaluación Ambiental  
Secretaría Comisión Regional del Medio Ambiente de la

VTA

Región de Coquimbo

JMV/KLL

Adj. lo indicado

Distribución:

- (IV) Dirección General de Aguas, Región de Coquimbo
- (IV) SEREMI de Agricultura, Región de Coquimbo
- (IV) SEREMI de Salud, Región de Coquimbo
- (IV) Servicio Agrícola y Ganadero, Región de Coquimbo
- (IV) Servicio Nacional de Geología y Minería, Región de Coquimbo
- (IV) Superintendencia de Electricidad y Combustibles, Región de Coquimbo

C/c:

- SEREMI de Medio Ambiente Región de Coquimbo
- Expediente del Proyecto "Proyecto Mínero Puquíos "
- División de Evaluación y Seguimiento Ambiental, CONAMA



El documento original está disponible en la siguiente dirección url:<http://firma.e-seia.cl/ee/b4/1544c927524774527cf5a6b7da34e30c9baa>

ORD. : N° 2365/2010 /

ANT. : Oficio N° CE/0354. Solicitud de Evaluación del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto "Proyecto Minero Puquíos".

MAT. : Se pronuncia sobre Adenda N°2.

La Serena, 28 de diciembre de 2010.

**DE : DIRECTOR REGIONAL  
SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA  
REGION DE COQUIMBO**

**A : SRA. CLAUDIA RIVERA ROJAS  
DIRECTORA REGIONAL  
SEA - REGION DE COQUIMBO**

En atención a lo solicitado en el oficio ordinario del antecedente, se informa que este órgano de administración del Estado no presenta observaciones al informe de la referencia.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,



**JOSE DOMINGO GOMEZ ASTUDILLO**  
Director Regional  
SERNAGEOMIN - Región de Coquimbo

**JDGA/VRA**

c.c.: Area Gestión Ambiental - SERNAGEOMIN Región de Coquimbo (GA-181/10)

SERVICIO DE EVALUACION AMBIENTAL REGION DE COQUIMBO	
★ OF. DE PARTES ★	
INGRESO N° <u>1048</u>	FECHA: <u>30 DIC. 2010</u>
DERIVADO: <u>KLLx</u>	HORA: <u>13:30</u>
OBSERVACIONES: _____	



Gobierno de Chile

0625

ORD. N° 03

ANT: Oficio N° CE/0354 Solicitud de Evaluación del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto "Proyecto Minero Puquíos "

MAT: Se pronuncia sobre Adenda N°2

La Serena, 6 de Enero de 2011

CEC/HCF/hcf 23

DE: SEÑOR ROBERTO CAMARGO GRANDÓN  
JEFE DEPARTAMENTO DE ACCIÓN SANITARIA  
SEREMI DE SALUD, REGIÓN DE COQUIMBO

A: SEÑORITA KARINA FUENTES SANTANDER  
DIRECTORA (S)  
SERVICIO EVALUACIÓN AMBIENTAL, IV REGIÓN DE COQUIMBO

En atención a lo solicitado en el oficio ordinario del antecedente, se informa que este órgano de administración del Estado no presenta observaciones al informe de la referencia.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,

"Por orden del Secretario Regional Ministerial de Salud, Región de Coquimbo"



ROBERTO CAMARGO GRANDÓN  
JEFE DEPARTAMENTO DE ACCIÓN SANITARIA  
SEREMI DE SALUD, REGIÓN DE COQUIMBO

**DISTRIBUCIÓN**

- Directora Regional, Servicio de Evaluación Ambiental, Región de Coquimbo
- Oficina Comunal de La Serena
- Depto. Acción Sanitaria

O-SEA 03-2011/06.01.2011

SERVICIO DE EVALUACION AMBIENTAL REGION DE COQUIMBO	
★ OF. DE PARTES ★	
INGRESO N° 0133	FECHA: 11 ENE. 2011
DERIVADO: KLL	HORA: 10:20
OBSERVACIONES:	

**SEREMI DE SALUD REGION DE COQUIMBO**

Depto. Acción Sanitaria  
Unidad de Ambiente

Subida San Joaquín 1801, La Serena 51-331466

SERVICIO DE EVALUACION AMBIENTAL REGION DE COQUIMBO	
★ OF. DE PARTES ★	
INGRESO N° 0174	FECHA: 12 ENE. 2011
DERIVADO: KLL	HORA: 17:00
OBSERVACIONES:	

ORD. : N° 0041/2011 /

ANT. : 1) Oficio N° CE/0354 del SEA Región de Coquimbo.

Ingreso electrónico el 23/12/10, mediante e-seia, del SEA Región de Coquimbo.

2) Ord. N°2365 del 27/12/10, de SERNAGEOMIN Región de Coquimbo.

MAT. : Complementa información contenida en Ord. N°2365/2010 del 27/12/10, de SERNAGEOMIN región de Coquimbo.

La Serena, 10 de enero de 2011.

DE : **DIRECTOR REGIONAL  
SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA  
REGION DE COQUIMBO**

A : **SRA. CLAUDIA RIVERA ROJAS  
DIRECTORA REGIONAL  
SEA - REGION DE COQUIMBO**

Este Servicio Nacional complementa la información entregada en Ord. N°2365/2010 de fecha 27/12/10, relacionado con el pronunciamiento conforme de la Adenda N°2, del Estudio de Impacto Ambiental del "**Proyecto Minero Puguíos**", del Titular Gerardo Findel Westermeier, en representación de Sociedad Legal Minera Las Pascualas Uno de Estancia de Chingoles.

En el marco de su competencia sectorial, este Servicio otorga el Permiso Ambiental Sectorial (PAS) para el Proyecto en comento, que cumple con los requisitos ambientales para apilamiento de residuos mineros, conforme al Art. N°88 del D.S. N°95/01 Minsegpres, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,



**JOSE DOMINGO GOMEZ ASTUDILLO**  
Director Regional  
SERNAGEOMIN - Región de Coquimbo

JDGA/VRA

c.c.: Area Gestión Ambiental - SERNAGEOMIN Región de Coquimbo (GA-012/11)



Gobierno de Chile

CLC/HCF/hcf

0627

50

ORD. N° \_\_\_\_\_ /

ANT: a) Oficio N° CE/0354 Solicitud de Evaluación del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto "Proyecto Minero Puquios "

b) Ord. N° 03 del 06 de Enero de 2011 de esta Seremi de Salud

MAT: Complementa pronunciamiento que indica

La Serena, 11 ENE. 2011

DE: SEÑOR ROBERTO CAMARGO GRANDÓN  
JEFE DEPARTAMENTO DE ACCIÓN SANITARIA  
SEREMI DE SALUD, REGIÓN DE COQUIMBO

A: SEÑORITA KARINA FUENTES SANTANDER  
DIRECTORA (S)  
SERVICIO EVALUACIÓN AMBIENTAL, IV REGIÓN DE COQUIMBO

En complemento a Ord. N° 03 del 06 de Enero de 2011, mediante el cual esta Seremi de Salud se pronunció respecto a la evaluación de Adenda N° 2 del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto "Proyecto Minero Puquios", informo a Ud. lo siguiente:

Que en el ámbito de competencia de esta Autoridad Sanitaria se han identificado los permisos ambientales sectoriales, PAS 91, 93, y 94, aplicables al proyecto, y estos cumplen con los requisitos legales para su otorgamiento, cuyos contenidos técnicos y formales acreditan su cumplimiento.

En relación al PAS 94 relacionado con la calificación de los establecimientos industriales a que se refiere el artículo 4.14.2 del D.S. N° 47/92, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, esta Autoridad Sanitaria califica dicho establecimiento industrial como molesto.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,

"Por orden del Secretario Regional Ministerial de Salud, Región de Coquimbo"



ROBERTO CAMARGO GRANDÓN  
JEFE DEPARTAMENTO DE ACCIÓN SANITARIA  
SEREMI DE SALUD, REGIÓN DE COQUIMBO

**DISTRIBUCIÓN**

- Directora Regional, Servicio de Evaluación Ambiental, Región de Coquimbo
- Oficina Comunal de La Serena
- Depto. Acción Sanitaria

O-SEA 04-2011/11 01.2011

SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL REGION DE COQUIMBO	
★ OF. DE PARTES ★	
INGRESO N° 0179	FECHA: 11 ENE. 2011
DERIVADO: KLL	HORA: 8.30
OBSERVACIONES:	

**SEREMI DE SALUD REGIÓN DE COQUIMBO**

Depto. Acción Sanitaria

Unidad de Ambiente

Subida San Joaquín 1801, La Serena 51-331466

**ORD. N° 12**

**0628**

**ANT:** Oficio N° CE/0354 Solicitud de Evaluación del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto "Proyecto Minero Puquíos "

**MAT:** Se pronuncia sobre Adenda N°2

**La Serena, 13 de Enero de 2011**

DE: Señor Marcelo Chacana Ojeda  
Secretario Regional  
SEREMI de Agricultura, Región de Coquimbo

A: Señorita Karina Fuentes Santander  
Directora (S)  
Servicio Evaluación Ambiental, IV Región de Coquimbo

En atención a lo solicitado en el oficio ordinario del antecedente, se informa que este órgano de administración del Estado no presenta observaciones al informe de la referencia.

Condicionado a:

Respecto a los planos es necesario que estos sean legibles, por otra parte es necesario señalar, dentro de un cuadro en los planos la superficie que requiere cambio uso de suelo .

Se solicita entregar la información señalada en un plazo no superior a 60 días.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,

**Marcelo Chacana Ojeda**

0629

Secretario Regional  
SEREMI de Agricultura, Región de Coquimbo

NVV

C/c:

- Archivo

ADAVIUMIUMI

ORD. Nro. 41

**ANT.:** Oficio N° CE/0354 Solicitud de Evaluación del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto "Proyecto Minero Puquíos.

**MAT.:** Se pronuncia sobre el Estudio de Impacto Ambiental que indica.

**LA SERENA, 13 de enero de 2011**

**DE: DIRECTOR REGIONAL (S) DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS  
REGIÓN DE COQUIMBO**

**A : SRA. DIRECTORA REGIONAL SERVICIO DE EVALUACION  
AMBIENTAL REGION DE COQUIMBO.**

En atención a lo solicitado en el Oficio Ordinario del Antecedente, se informa que se revisó la Adenda del proyecto "Proyecto Minero Puquíos". De la revisión del documento citado anteriormente, este órgano de la administración del Estado tiene las siguientes observaciones:

**1. Descripción de proyecto:**

1. En respuesta I. 6. del Adenda, se indica que la capacidad de la piscina de emergencia es de 28.000 m<sup>3</sup> y luego en el plan de contingencia para derrames de estanques y cubas se establece que se contará con piscinas de emergencia diseñadas con una capacidad de 50.000 m<sup>3</sup>, las que no se muestran en el plano 911-3400-GE-PL-100, área de la planta. Debido a esta divergencia se solicita especificar cual o cuales son las piscinas de emergencia a utilizar. Además, no se presentan los cálculos necesarios para determinar que la (s) piscina (s) tiene capacidad suficiente de almacenamiento ante fallas o eventos de precipitaciones extremas.

2. Considerando que durante el proceso de evaluación del proyecto, el titular ha realizado solo la caracterización físico-química del agua para el pozo N° 6, pozo punta del Viento, se requiere implementar el monitoreo de aguas subterráneas para todos los puntos definidos en el EIA con el fin de contar con la línea de base necesaria para su posterior seguimiento.

3. Además, debe considerar los siguientes criterios para cumplir con los requisitos mínimos constructivos de una red de monitoreo de calidad de aguas subterráneas:

Acceso e identificación, el acceso al punto de control debe estar asegurado en toda época del año, debe estar claramente identificado en terreno por señales que indiquen su presencia, nombre e, idealmente, antecedentes generales del pozo.

SERVICIO DE EVALUACION AMBIENTAL	
REGION DE COQUIMBO	
★	OF. DE PARTES ★
INGRESO N° <u>0213</u>	FECHA: <u>14 ENE. 2011</u>
DERIVADO: <u>KLL</u>	HORA: <u>11:00</u>
OBSERVACIONES:	

Construcción, los pozos debieran estar destinados exclusivamente al monitoreo, es decir, que no se encuentren destinados al bombeo. El diámetro debe permitir la introducción de equipos de muestreo, por lo que debería tener un diámetro mínimos de 5 cm, su habilitación debe consistir en tramos de tubería ranurada que enfrenten el acuífero, y en ningún caso se debe muestrear pozos sin revestimiento. La profundidad del inicio y término de la habilitación deben ser conocido, donde la primera de ellas debiera ser inferior al menor nivel observado del pozo, y la segunda no debe superar el extremo inferior del acuífero. La habilitación debe ser protegida con algún medio filtrante que evite el ingreso de partículas provenientes del acuífero al interior de la tubería. Las terminaciones del pozo incluyen la construcción de un sello impermeable en el primer tramo (de 0,3 a 1,0 m) de la tubería desde la superficie, además de una tapa con control de acceso.

Representatividad, el punto de control debe asegurar la representatividad vertical de la medida, por lo que la habilitación debe enfrentar sólo el acuífero que se desea analizar, si existe más de un acuífero se debe evitar cualquier interacción entre ellos, mediante sellos impermeables y múltiples habilitaciones independientes.

## **2. Plan de cumplimiento de la Legislación Ambiental Aplicable - Permisos Ambientales Sectoriales**

1. De acuerdo a los antecedentes presentados en el anexo 2 de la Adenda N° 1 se establece que la capacidad máxima del canal de desvío es de 72 m<sup>3</sup> / seg. En razón de lo anterior, el titular del proyecto deberá presentar los requisitos y los contenidos técnicos y formales necesarios para acreditar el cumplimiento del Permiso Ambiental Sectorial contenido en el artículo 101 del Reglamento del SEIA.

## **3. Proposición de consideraciones o exigencias específicas que el titular debería cumplir para ejecutar el proyecto o actividad**

1. El titular indica la compra de acciones sin acreditar dicho acto, ni convenio con el titular del derecho de aprovechamiento. Considerando que la producción depende del abastecimiento de agua, se requiere acreditar que dicha extracción cumple con la normativa vigente.

Saluda cordialmente a Ud.,

  
**ARTURO RUIZ MIRANDA**

Ingeniero Agrónomo  
Director Regional (S)  
Dirección General de Aguas  
Región de Coquimbo

ARM/PGD/pgd.

### **DISTRIBUCION :**

- **Sra. Directora Regional SEA Región de Coquimbo.**
- Sr. SEREMI de OOPP Región de Coquimbo.
- Expediente EIA-0401-29
- Archivo Regional
- Proceso N° 4463450 /

0632

ORD. N° 105

ANT: Oficio N° CE/0354 Solicitud de Evaluación del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto "Proyecto Minero Puquíos "

MAT: Se pronuncia sobre Adenda N°2

La Serena , 13 de Enero de 2011

DE: Señor Patricio Izquierdo Izquierdo  
Director Regional (s)  
Servicio Agrícola y Ganadero, Región de Coquimbo

A: Según distribución

En atención a lo solicitado en el oficio ordinario del antecedente, se informa que este órgano de administración del Estado no presenta observaciones al informe de la referencia.

Condicionado a:

Respecto al anexo 5 de la Adenda 2, el documento es el mismo que se presentó en el EIA como anexo 10, del cual se realizaron observaciones a través del Ord. N° 1479 del 17 de julio de 2008. Estas observaciones fueron respondidas por el titular en la Adenda 1. El Servicio se pronunció conforme a dichas respuestas, sin emitir mas observaciones al respecto.

En cuanto a la forestación del botadero de estériles y rípios de lixiviación, el titular debe presentar el detalle de dicha actividad (Número y tipo de especies, marco de plantación, riego, indicadores de éxito), junto con el primer informe de ensayos para la compensación de algarrobilla, como lo indica la carta Gantt.

Por esto, se solicita que estas observaciones se incluyan en el Plan de manejo de flora y fauna del proyecto.

Sin otro particular, saluda atentamente a Usted,



Patricio Izquierdo Izquierdo  
Director Regional (s)  
Servicio Agrícola y Ganadero, Región de Coquimbo

RTM/OPG 49

Distribución:

- Servicio Evaluación Ambiental, IV Región de Coquimbo
- SEREMI Agricultura
- Jefe Oficina SAG Elqui

C/c:

- Archivo

SERVICIO DE EVALUACION AMBIENTAL	
REGION DE COQUIMBO	
★ OF. DE PARTES ★	
INGRESO N° 1237	FECHA: 17 ENE. 2011
DERIVADO: KLL	HORA: 11:15
OBSERVACIONES:	

SOCIEDAD LEGAL MINERA LAS PASCUALAS

La Serena, 24 Enero de 2011


Señora  
Claudia Rivera Rojas  
Directora Regional del Servicio de Evaluación Ambiental  
IV Región de Coquimbo  
Presente

REF: E.I.A. del Proyecto Puquios,  
Ingreso Adenda III.


Estimada Señora Directora:

Por medio de la presente, hacemos entrega dentro del plazo establecido, la Adenda III del EIA "Proyecto Minero Puquíos" que da respuestas al informe consolidado N°2 de solicitud de aclaraciones, rectificaciones y/o ampliaciones al EIA en cuestión y así continuar con la tramitación ambiental para su aprobación. Además dicha Adenda III se encuentra en el portal del Servicio de Evaluación Ambiental.

Sin otro particular saludan atentamente a Usted.



Gerardo Findel Wstermeier  
Acc. S.L.M. Las Pascualas



Ariel González Carvajal  
Acc. S.L.M. Las Pascualas

SERVICIO DE EVALUACION AMBIENTAL REGION DE COQUIMBO	
★ OF. DE PARTES	
INGRESO N° 1328	FECHA: 24 ENE. 2011
DERIVADO: KLL	HORA: 9:51
OBSERVACIONES:	

1. Descripción de proyecto

1. Respecto de lo indicado en la respuesta 1.6 de la Adenda N° 2 del EIA, se señala que la "capacidad de la piscina de emergencia será de 28.000 m<sup>3</sup>", y en el plan de contingencia para derrames se establece que se contará con piscinas de emergencias diseñadas con una capacidad de 50.000 m<sup>3</sup>. Se solicita al titular, especificar cual o cuales serán las piscinas de emergencia a utilizar. Además, se solicita adjuntar los cálculos necesarios, para determinar que la (s) piscina (s) tiene (n) la capacidad suficiente de almacenamiento ante fallas o eventos de precipitaciones extremas.

2. Plan de cumplimiento de la Legislación Ambiental Aplicable - Permisos Ambientales Sectoriales

1. De acuerdo a los antecedentes presentados en Anexo N° 2 del Adenda N° 1 del EIA y Anexo N° 6 del Adenda N° 2 del EIA, se establece que la capacidad máxima del canal de desvío de la Quebrada Coloradito es de 72 m<sup>3</sup>/s, y en relación al canal de desvío Quebrada I y Quebrada II, se establece que en el segundo tramo el canal se ha diseñado para un caudal de 3 m<sup>3</sup>/s. En razón de lo anterior, se reitera al titular adjuntar los requisitos y contenidos técnicos y formales necesarios para acreditar el cumplimiento del Permiso Ambiental Sectorial contenido en el artículo N° 101 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
2. Respecto al Permiso Ambiental Sectorial contenido en el artículo N° 96 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, Decreto Supremo N° 95/01, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, relativo al Cambio de Uso de Suelo, el titular deberá adjuntar lo siguiente:

- Entregar los vértices en coordenadas UTM (Datum PSAD 56 Huso 19) y sus respectivas superficies del área a requerir cambio de uso de suelo, así como un plano a escala 1:10.000, donde se represente el área a solicitar.

3. Línea base

1. Considerando que durante el proceso de evaluación del proyecto, el titular ha realizado solo la caracterización físico-química de agua para el pozo N° 6, Pozo Punta del Viento, se solicita al titular implemente el monitoreo de aguas subterráneas para todos los puntos definidos en el EIA, con el propósito de contar con la línea de base necesaria para su posterior seguimiento.

En virtud de lo anterior, se deberá considerar los siguientes criterios para cumplir con los requisitos mínimos constructivos de una red de monitoreo de calidad de aguas subterráneas:

- Acceso e identificación: el acceso al punto de control deberá estar asegurado en toda época del año, deberá estar claramente identificado en terreno, por señales que indiquen su presencia, nombre y antecedentes generales del pozo.
- Construcción: los pozos deberán estar destinados exclusivamente al monitoreo, es decir, que no se encuentren destinados al bombeo. El diámetro deberá permitir la introducción de equipos de muestreo, por lo que deberá tener un diámetro mínimo de 5 cm, su habilitación deberá consistir en tramos de tubería ranurada que se enfrenten al acuífero, y en ningún caso se deberá muestrear los pozos sin revestimientos. La profundidad del inicio y término de la habilitación deberá ser conocido, donde la primera de ellas, deberá superar el extremo inferior del acuífero. La habilitación deberá ser protegida, con algún medio filtrante, que evite el ingreso de partículas provenientes del acuífero al interior de la tubería. Las terminaciones del pozo, deberán incluir la construcción de un sello impermeable en el primer tramo (de 0,3 a 1,0 m) de la tubería desde la superficie, además, una tapa con control de acceso.
- Representatividad: el punto de control deberá asegurar la representatividad vertical de la medida, por lo que la habilitación deberá enfrentar solo el acuífero que se desea analizar, si existe más de un acuífero, deberá evitar cualquier interacción entre ellos, mediante sellos impermeables y múltiples habilitaciones independientes.

4. Plan de medidas de mitigación, reparación y/o compensación

1. Respecto a la forestación del botadero de estériles y rípios de lixiviación, se solicita al titular que el Plan de Manejo incorpore lo siguiente: número y tipo de especies, marco de plantación, riego, indicadores de éxito, junto con el primer informe de ensayos para la compensación de algarrobilla, como lo indica la carta Gantt.

I. Fecha límite para que el titular envíe el Adenda:

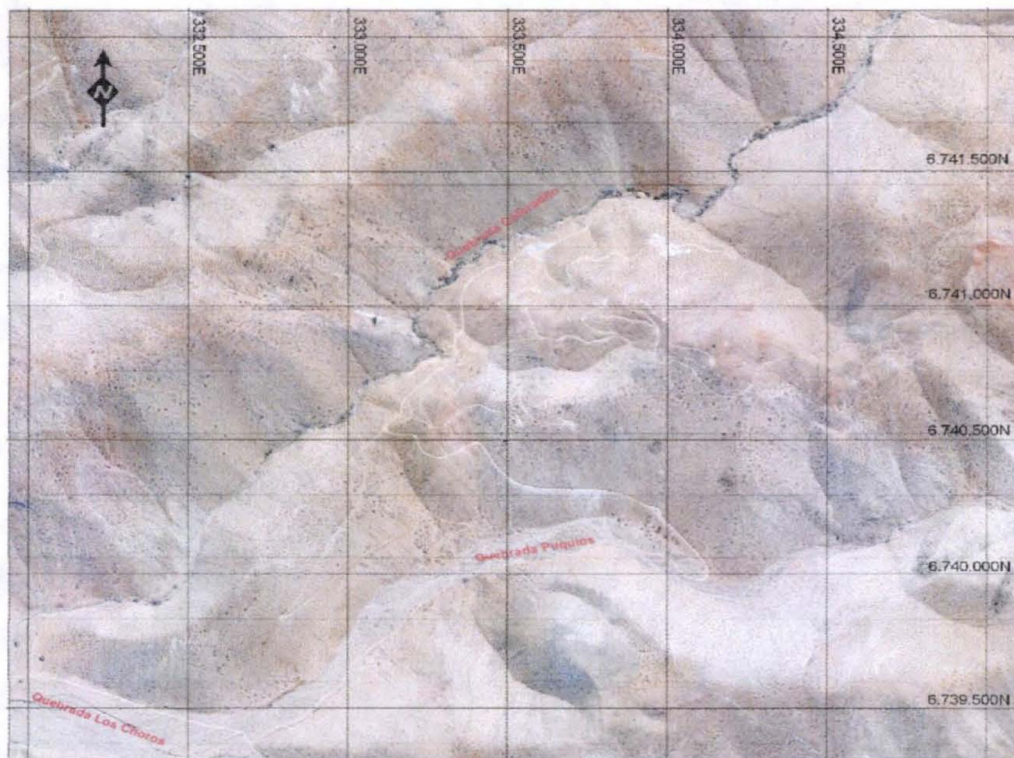
24 de Enero de 2011



El documento original está disponible en la siguiente dirección url:<http://firma.e-seia.cl/c8/32/aa6ff00c43e12ee33fc24f26e173fdd2ea9a>

SOCIEDAD LEGAL MINERA LAS PASCUALAS

**ADENDA 3**  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**PROYECTO PUQUIOS**



**LA SERENA, ENERO DE 2011**

**ADENDA N°3 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO MINERO PUQUIOS****I.- Descripción de proyecto****PREGUNTA N°1.-**

Respecto de lo indicado en la respuesta 1.6 de la Adenda N° 2 del EIA, se señala que la *“capacidad de la piscina de emergencia será de 28.000 m<sup>3</sup>”*, y en el plan de contingencia para derrames se establece que se contará con piscinas de emergencias diseñadas con una capacidad de 50.000 m<sup>3</sup>. Se solicita al titular, especificar cuál o cuáles serán las piscinas de emergencia a utilizar. Además, se solicita adjuntar los cálculos necesarios, para determinar que la (s) piscina (s) tiene (n) la capacidad suficiente de almacenamiento ante fallas o eventos de precipitaciones extremas.

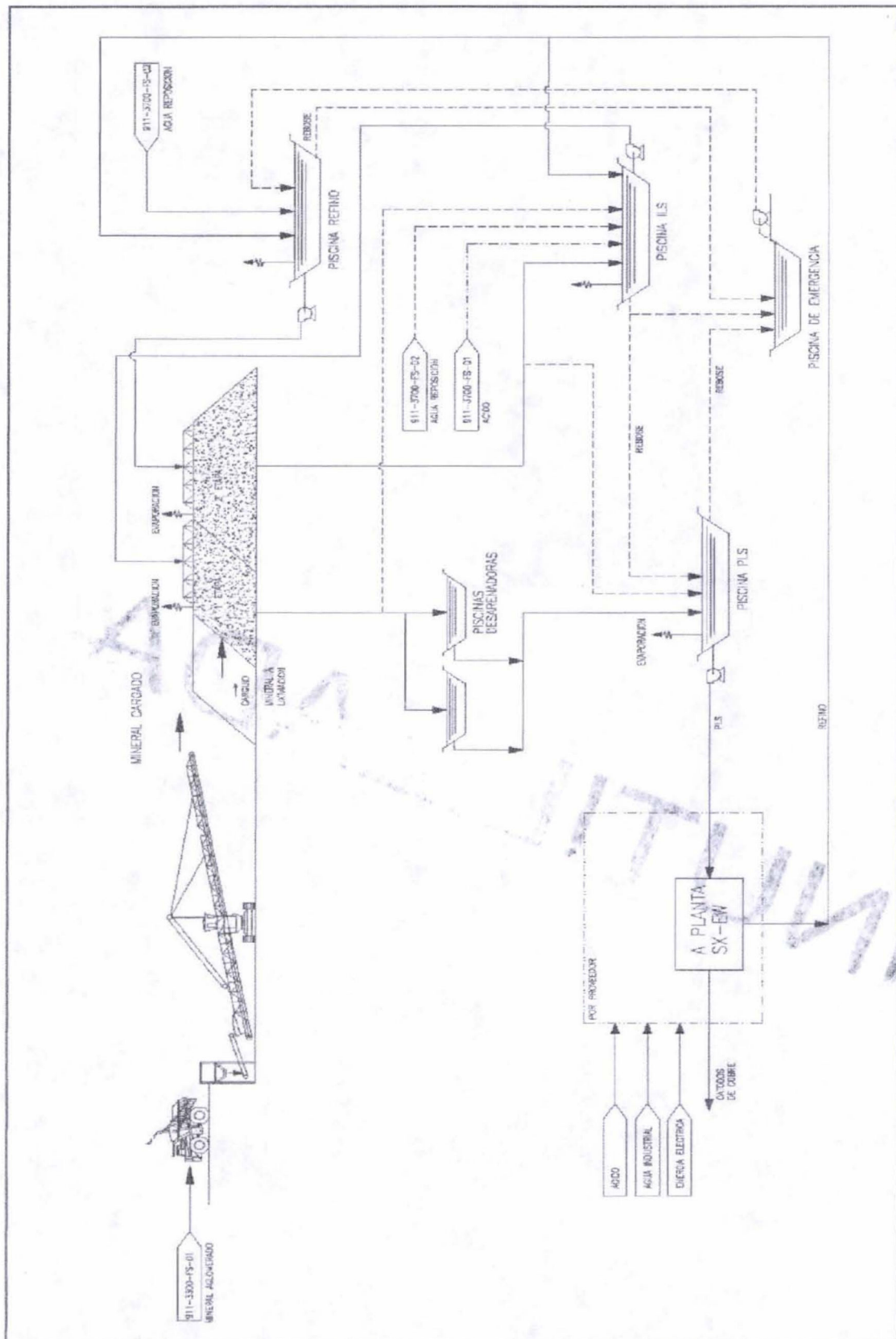
**RESPUESTA**

La capacidad de la “Piscina de Emergencia” será de 28.277 m<sup>3</sup>. El “Sistema de Piscinas” que contempla el Proyecto consta de un total de 6 piscinas, las cuales ante un plan de contingencia pueden almacenar en conjunto un total de 75.507 m<sup>3</sup>, no 50.000 m<sup>3</sup>, como se señaló en la Respuesta 1.6 de la Adenda 2 del EIA.

Los detalles de cada una de las piscinas se describen a continuación, además en diagrama de flujo siguiente se muestra el proceso. El Plano: 911-3400-GE-PL-100 en Anexo, indica la ubicación de cada una de las piscinas (El cual se adjunta en el Anexo N°1)

**RESUMEN DE CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE SISTEMA DE PISCINAS**

<b>PISCINA</b>	<b>VOL. TOTAL (m<sup>3</sup>)</b>
PLS (Solución Rica)	16.143
ILS (Solución Pobre)	15.458
Piscina Refino	5.165
Piscina de Desarenadora 1	5.232
Piscina de Desarenadora 2	5.232
Piscina de Emergencia	28.277
<b>TOTAL CAPACIDAD PISCINAS</b>	<b>75.507</b>



### Dimensionamiento de piscinas

El dimensionamiento del volumen requerido para las piscinas de soluciones se ha realizado utilizando los resultados del balance de masas para un diseño de pilas de 6 m, utilizando los caudales máximos obtenidos para cada caso, según corresponda. Además para las piscinas de ILS y PLS se utilizó el criterio de considerar un volumen de revancha tal que, sean capaces de recibir el drenaje de la pila por 8 horas, los criterios de revancha para las otras piscinas serán dadas por la disciplina mecánica al momento de calcular las dimensiones. Cabe destacar que el dimensionamiento presentado a continuación corresponde al cálculo del volumen requerido para cada piscina estimado por la disciplina de proceso, por lo tanto en todos los casos, los valores finales de piscinas serán definidos por la disciplina mecánica tomando estos valores como referencia de requerimiento mínimo del proceso.

### Piscina PLS

Se ha dimensionado utilizando los resultados del balance del año 6 que presenta el mayor caudal de PLS efluente de la pila que corresponde a 747 m<sup>3</sup>/hora y el mayor caudal de PLS de alimentación a la planta SX que asciende a 745 m<sup>3</sup>/hora.

En la siguiente tabla se muestra el cálculo realizado para el dimensionamiento del volumen de la piscina PLS.

Tiempo de residencia	12	H
Flujo de solución PLS	747	m <sup>3</sup> /hora
Volumen operacional	8.970	m <sup>3</sup>
Volumen revancha	5.980	m <sup>3</sup>
Volumen total piscina	14.950	m <sup>3</sup>

### Piscina desarenadora de PLS

Se considera la instalación de 2 piscinas desarenadoras de PLS, que en conjunto sean capaces de contener el volumen operacional de la piscina PLS. En la siguiente tabla se muestra el volumen requerido para estas piscinas.

Número de piscinas	2	unidad
Tiempo de residencia	6	H
Flujo de solución PLS	745	m <sup>3</sup> /hora
Volumen total piscina	4.950	m <sup>3</sup>

**Piscinas ILS**

Se ha dimensionado utilizando los resultados del balance del año 6 que presenta el mayor caudal de ILS efluente de la pila que corresponde a 467 m<sup>3</sup>/hora.

En la siguiente tabla se muestra el cálculo realizado para el dimensionamiento del volumen de la piscina de ILS.

Tiempo de residencia	12	H
Flujo de solución ILS	817	m <sup>3</sup> /hora
Volumen operacional	9.806	m <sup>3</sup>
Volumen revancha	4.440	m <sup>3</sup>
Volumen total piscina	14.274	m <sup>3</sup>

**Piscinas de refino**

Se ha dimensionado utilizando los resultados del balance del año 6 que presenta el mayor caudal del refino a riego que corresponde a 600 m<sup>3</sup>/hora. La siguiente tabla muestra el cálculo realizado para el dimensionamiento del volumen operacional de la piscina de refino, el volumen total será un resultado el cálculo de las dimensiones y la aplicación del criterio de revancha realizado por la disciplina mecánica.

Tiempo de residencia	8	H
Flujo de solución ILS	572	m <sup>3</sup> /hora
Volumen operacional	4.576	m <sup>3</sup>

**Piscina de emergencia.**

Criterio de dimensionamiento	Máx lluvia x 24 horas	
Volumen operacional	25.000	m <sup>3</sup>
Volumen total piscina	28.277	m <sup>3</sup>

**CUBICACIONES DE OBRAS CIVILES PARA LAS PISCINAS**

**PISCINA DE EMERGENCIA**

	PLATAFORMA	CUBETA	UNIDADES
Largo	124,3	118,3	m lineales
Ancho	65,3	55,3	m lineales
Área	8.116,79	6.541,99	m <sup>2</sup>
Profundidad		5,5	m
Nivel	1.268,00	1.262,5	m s.n.m.
Corte	199.387		m <sup>3</sup>
Relleno	42.630		M <sup>3</sup>

**PISCINAS DESARENADORAS (2 c/u)**

	PLATAFORMA	CUBETA	UNIDADES
Largo	33,00	54,5	m lineales
Ancho	60,50	27	m lineales
Área	1.996,50	1.471,5	m <sup>2</sup>
Profundidad		5,5	m
Nivel	1.275	1.269,5	m s.n.m.
Corte	148.509		m <sup>3</sup>
Relleno	32.138		M <sup>3</sup>

**PISCINA PLS**

	PLATAFORMA	CUBETA	UNIDADES
Largo	92,5	86,5	m lineales
Ancho	57	45	m lineales
Área	5.272,5	3.892,5	m <sup>2</sup>
Profundidad		5,3	m
Nivel	1.270	1.264,7	m s.n.m.
Corte	147.383		m <sup>3</sup>
Relleno	13.680		M <sup>3</sup>

**PISCINA REFINO**

	PLATAFORMA	CUBETA	UNIDADES
Largo	55,5	49,5	m lineales
Ancho	35	29	m lineales
Área	1.942,5	1.435,5	m <sup>2</sup>
Profundidad		5,5	m
Nivel	1.286	1.280,5	m s.n.m.
Corte	38.058		m <sup>3</sup>
Relleno	50		M <sup>3</sup>

**PISCINA ILS**

	PLATAFORMA	CUBETA	UNIDADES
Largo	83,5	77,5	m lineales
Ancho	54	48	m lineales
Área	4.509	3.720	m <sup>2</sup>
Profundidad		5,3	m
Nivel	1.280	1.274,7	m s.n.m.
Corte	138.309		m <sup>3</sup>
Relleno	4.124		M <sup>3</sup>

De la observación de las características de cada una de las piscinas se puede concluir que todas ellas están sobre-dimensionadas de su capacidad nominal en un 15%, por lo que ante cualquier emergencia estarán preparadas para contener todo el flujo acumulado en las pilas y Planta SX.

La piscina de emergencia por si sola ha sido diseñada para contener toda la precipitación durante 24 hr de la situación más catastrófica que pueda ocurrir en el área del proyecto, esto es en un período de retorno de 100 años.

## **II.- Plan de cumplimiento de la Legislación Ambiental Aplicable - Permisos Ambientales Sectoriales**

### **PREGUNTA N°1.-**

De acuerdo a los antecedentes presentados en Anexo N° 2 del Adenda N° 1 del EIA y Anexo N° 6 del Adenda N° 2 del EIA, se establece que la capacidad máxima del canal de desvío de la Quebrada Coloradito es de 72 m<sup>3</sup>/s, y en relación al canal de desvío Quebrada I y Quebrada II, se establece que en el segundo tramo el canal se ha diseñado para un caudal de 3 m<sup>3</sup>/s. En razón de lo anterior, se reitera al titular adjuntar los requisitos y contenidos técnicos y formales necesarios para acreditar el cumplimiento del Permiso Ambiental Sectorial contenido en el artículo N° 101 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

### **Respuesta:**

Todos los antecedentes requeridos para acreditar el cumplimiento del PAS 101 se adjuntan en Anexo N°2 de este adenda.

*Artículo 294 del Código de Aguas.*

*El artículo 101 del Reglamento del SEIA, cuyo texto refundido, coordinado y sistematizado fue fijado por el artículo 2° del Decreto Supremo N° 95/2001 MINSEGPRES, se refiere a al permiso para la construcción de las obras a que se refiere el artículo 294 del D.F.L. N°1.122 de 1981, del Ministerio de Justicia, Código de Aguas, los requisitos para su otorgamiento y los contenidos técnicos y formales necesarios para acreditar su cumplimiento, serán los que se señalan en el presente artículo, el cual hace mención a:*

*Requerirán la aprobación del Director General de Aguas, de acuerdo al procedimiento indicado en el Título I del Libro Segundo, la construcción de las siguientes obras:*

- a) Los embalses de capacidad superior a cincuenta mil metros cúbicos o cuyo muro tenga más de 5 metros de altura;*
- b) Los acueductos que conduzcan más de dos metros cúbicos por segundo;*
- c) Los acueductos que conduzcan más de medio metro cúbico por segundo, que se proyecten próximos a zonas urbanas, y cuya distancia al extremo más cercano del límite urbano sea inferior a un kilómetro y la cota de fondo sea superior a 10 metros sobre la cota de dicho límite, y*

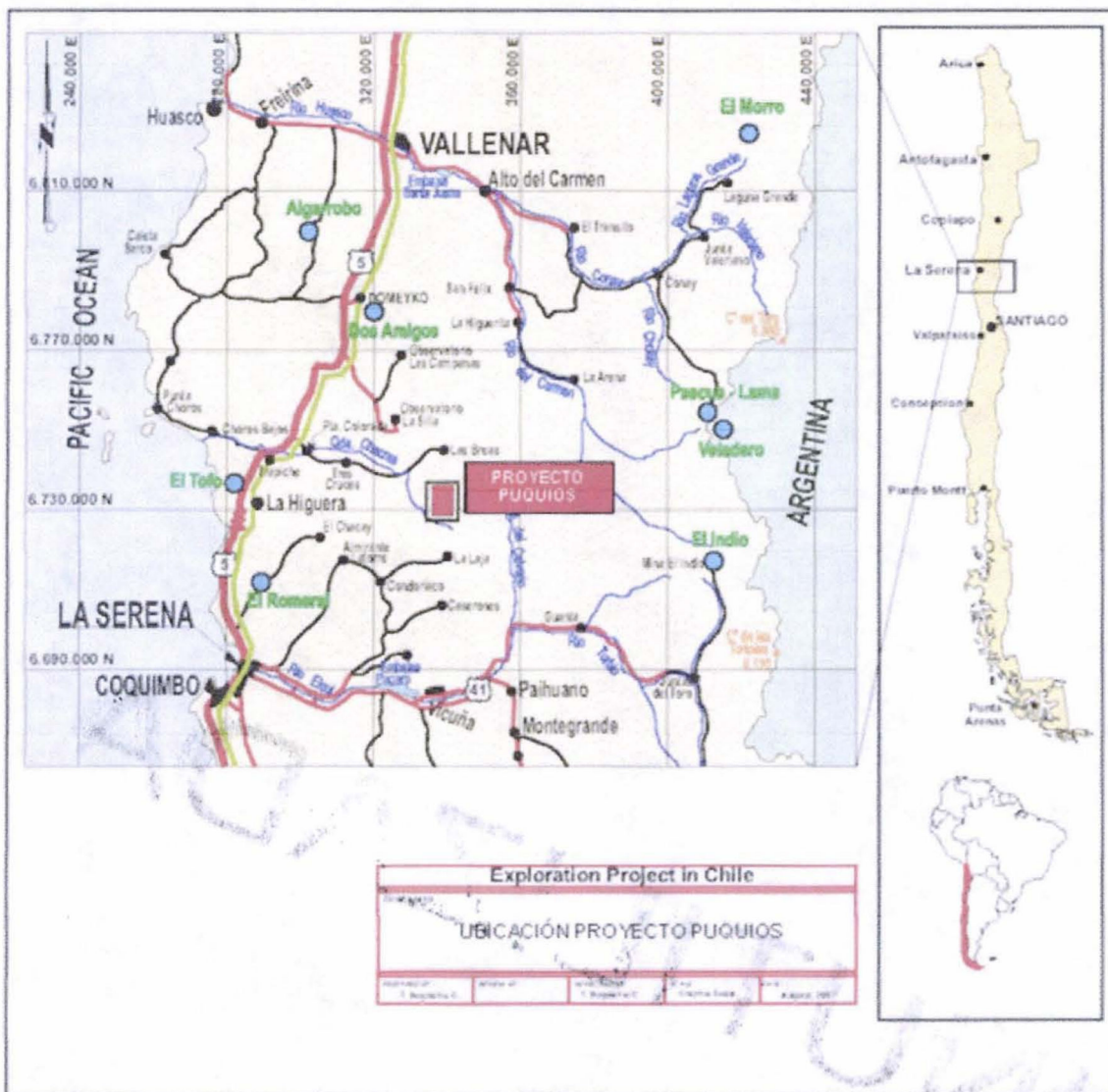
*d) Los sifones y canoas que crucen cauces naturales. Quedan exceptuados de cumplir los trámites y requisitos a que se refiere este artículo, los Servicios dependientes del Ministerio de Obras Públicas, los cuales deberán remitir los proyectos de obras a la Dirección General de Aguas, para su conocimiento, informe e inclusión en el Catastro Público de Aguas.*

Por su parte el Reglamento del SEIA en su Artículo 101 indica que se deberán señalar las medidas, condiciones y antecedentes que permitan comprobar que la obra no producirá la contaminación de las aguas.

#### LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO:

El Proyecto Puquios se localiza en la IV Región de Coquimbo, Provincia de Elqui, en la comuna de La Higuera. Las áreas de explotación del yacimiento se ubican a 42 km de la localidad de Punta Colorada, y a 140 kilómetros al noreste de la ciudad de La Serena.

Figura 1. Mapa de ubicación proyecto Puquios.



**OBJETIVO:**

El Proyecto Minero Puquios tiene como objetivo el desarrollo de actividades mineras asociadas a la explotación y beneficio de minerales para producir cátodos de cobre, a través de la explotación de un open pit, con métodos convencionales de explotación. El mineral extraído será transportado hacia la planta de chancado de minerales. Posterior a dicha actividad se realizarán procesos tales como Lixiviación en Pilas (LX), Extracción por Solventes (SX) y Electro-Obtención (EW).

La vida útil del proyecto se estima en 15 años.

## JUSTIFICACIÓN DEL PAS 101

La ingeniería del proyecto contempla la construcción de un sistema de desvío de aguas lluvias mediante canales abiertos cuyo propósito es evitar todo tipo de interferencias de eventuales aguas lluvias con las instalaciones de las pilas de lixiviación.

Por cuanto el sistema de desvío y evacuación de aguas lluvias proyectado corresponde a una obra de construcción hidráulica señalada en el Código de Aguas, **artículo 294 letra " b) Los acueductos que conduzcan más de dos metros cúbicos por segundo"**.

Visto estos antecedentes el Proyecto Puquios requiere el otorgamiento del permiso ambiental sectorial que se encuentra señalado en el artículo 101 del Reglamento del SEIA, por tanto se deberá contar con la autorización correspondiente de la Dirección General de Aguas para realizar la construcción de la obra de colección de aguas lluvias.

Estas obras de desvío tienen por objeto proteger el sector donde se instalarán las pilas de lixiviación, así como también de los caminos de acceso que se construirán al interior del área del proyecto.

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.

## DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PROYECTADAS

El desvío de la quebrada Coloradito se realiza mediante un muro de contención en el cauce de la quebrada. Una vez detenido el flujo, aguas arriba del muro, se proyecta un ensanche del canal de desvío, el que conduce el agua hasta una quebrada aledaña la cual descarga finalmente en la quebrada Puquios.

Los criterios adoptados para la construcción del canal de desvío se obtienen de las lluvias centenarias que se producen cada 100 años de la quebrada Coloradito, alcanzando velocidades de aproximadamente 1,7 m/seg para un caudal de 55 m<sup>3</sup>/s. El canal de desvío tendrá la capacidad de recibir dicho caudal. Sin embargo, ante ciertas eventualidades el canal permitirá conducir hasta 72 m<sup>3</sup>/s, utilizando la totalidad de la sección del canal. (Ver memoria de cálculo hidráulico obra de toma, en anexo N°2).

El diseño del canal permite que el agua escurra a través del acueducto sin que se erosione, por lo tanto este hecho permite que el canal sea construido sin un revestimiento, dado que las bajas infiltraciones calculadas muestran que no es necesario revestir el canal. Se toman resguardos en el diseño mediante la definición de revanchas y radios de curvatura adecuadas.

El inicio del canal corresponde a las coordenadas UTM: 335.772E y 6.743.681N, a una cota 1.580 m s.n.m., y cuya longitud aproximadamente será de 2,5 km. El punto de descarga del canal en quebrada Puquios corresponde a las siguientes coordenadas UTM: 334.846E y 6.741.871N, a una cota de 1.551 m s.n.m., El canal tendrá una forma un ancho en su base de 5,5 m. y una altura de 5,0 m. (Ver Memoria de cálculo hidráulico de canal de desvío quebrada Coloradito, en Anexo N°2).

Otra de las obras consiste en un canal de desvío de aguas lluvias que recibe los aportes del talud Norte de quebrada Coloradito. Dicho canal tendrá una sección trapezoidal de 1,8 m de base y 1,3 m de altura, con taludes homogéneos. Este tramo del canal se denomina como "Desvío Quebrada II" (Ver plano N° 911-3400-GE-PI-100 en anexo N°1). El punto de inicio del canal, corresponde a las coordenadas UTM: 334.783E y 6.743.099N, a una cota de 1.470 m s.n.m. El punto de término de la obra corresponde a las coordenadas UTM: 334.413 E y 6.742.763 N, a una cota de 1.460 m s.n.m. (Ver Anexo 2 memoria de cálculo hidráulico de canal de desvío quebrada y afluentes a quebrada Coloradito)

#### **PREGUNTA N°2.-**

**Respecto al Permiso Ambiental Sectorial contenido en el artículo N° 96 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, Decreto Supremo N° 95/01, del Ministerio Secretaria General de la Presidencia, relativo al Cambio de Uso de Suelo, el titular deberá adjuntar lo siguiente:**

**Entregar los vértices en coordenadas UTM (Datum PSAD 56 Huso 19) y sus respectivas superficies del área a requerir cambio de uso de suelo, así como un plano a escala 1:10.000, donde se represente el área a solicitar.**

#### **RESPUESTA**

Se acoge la observación y en el anexo 3, se adjunta plano a escala 1:10.000 donde se grafica el área que se solicitará cambio de uso de suelo.

A continuación se presenta tabla con coordenadas UTM, y área total que cubre polígono propuesto para cambio de uso de suelo. (Ver plano N° 911-3400-GE-PL-100 en anexo N°3)

El polígono para solicitar cambio de uso de suelo, que se muestra en plano adjunto cubre un área total de 56,42 hectáreas.

Puntos Poligono			
Puntos	Este	Norte	Cota
1	332.334,15	6.740.884,49	1.220
2	332.416,28	6.740.657,44	1.200
3	332.756,71	6.740.592,69	1.195
4	333.000,00	6.740.671,55	1.180
5	333.235,10	6.740.799,75	1.240
6	333.535,11	6.741.041,12	1.240
7	333.542,98	6.741.213,18	1.250
8	333.631,02	6.741.425,20	1.360
9	333.529,62	6.741.647,86	1.420
10	333.364,85	6.741.704,19	1.400
11	333.182,40	6.741.430,36	1.345
12	333.118,36	6.741.295,33	1.340
13	332.855,36	6.740.884,25	1.300
14	332.421,83	6.740.928,01	1.218

**Area Total : 56,42 Ha**

**III.- Línea base**

**PREGUNTA N°1.-**

Considerando que durante el proceso de evaluación del proyecto, el titular ha realizado solo la caracterización físico-química de agua para el pozo N° 6, Pozo Punta del Viento, se solicita al titular implemente el monitoreo de aguas subterráneas para todos los puntos definidos en el EIA, con el propósito de contar con la línea de base necesaria para su posterior seguimiento.

En virtud de lo anterior, se deberá considerar los siguientes criterios para cumplir con los requisitos mínimos constructivos de una red de monitoreo de calidad de aguas subterráneas:

**Acceso e identificación:** el acceso al punto de control deberá estar asegurado en toda época del año, deberá estar claramente identificado en terreno, por señales que indiquen su presencia, nombre y antecedentes generales del pozo.

**Construcción:** los pozos deberán estar destinados exclusivamente al monitoreo, es decir, que no se encuentren destinados al bombeo. El diámetro deberá permitir la introducción de equipos de muestreo, por lo que deberá tener un diámetro mínimo de 5 cm, su habilitación deberá consistir en tramos de tubería ranurada que se enfrenten al acuífero, y en ningún caso

se deberá muestrear los pozos sin revestimientos. La profundidad del inicio y termino de la habilitación deberá ser conocido, donde la primera de ellas, deberá superar el extremo inferior del acuífero. La habilitación deberá ser protegida, con algún medio filtrante, que evite el ingreso de partículas provenientes del acuífero al interior de la tubería. Las terminaciones del pozo, deberán incluir la construcción de un sello impermeable en el primer tramo (de 0,3 a 1,0 m) de la tubería desde la superficie, además, una tapa con control de acceso.

**Representatividad:** el punto de control deberá asegurar la representatividad vertical de la medida, por lo que la habilitación deberá enfrentar solo el acuífero que se desea analizar, si existe más de un acuífero, deberá evitar cualquier interacción entre ellos, mediante sellos impermeables y múltiples habilitaciones independientes.

#### RESPUESTA

Se acoge la observación y se hará tal cual se especifica.

#### IV.- Plan de medidas de mitigación, reparación y/o compensación

##### PREGUNTA N°1.-

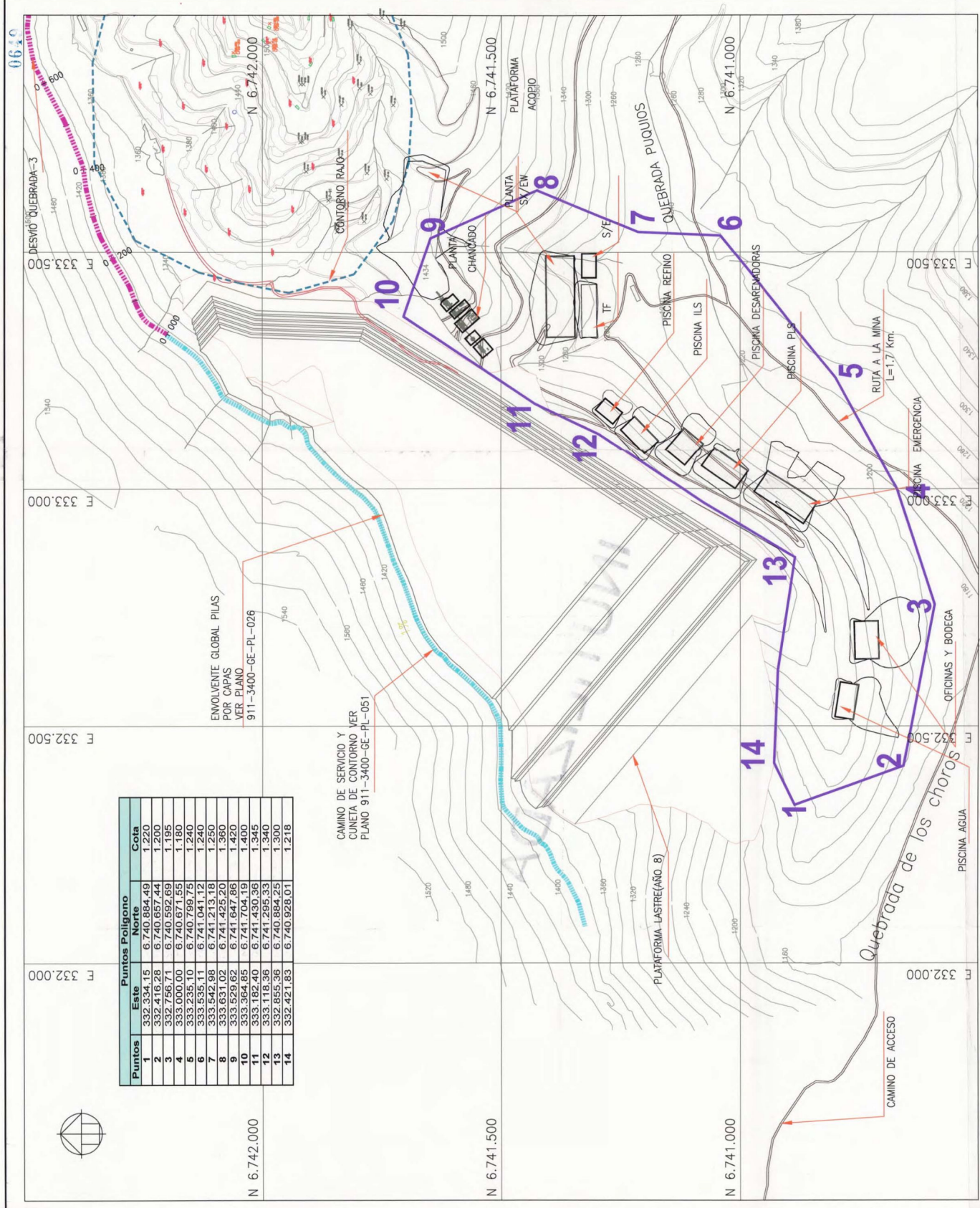
Respecto a la forestación del botadero de estériles y ripios de lixiviación, se solicita al titular que el Plan de Manejo incorpore lo siguiente: número y tipo de especies, marco de plantación, riego, indicadores de éxito, junto con el primer informe de ensayos para la compensación de algarrobilla, como lo indica la carta Gantt.

#### RESPUESTA

Se acoge la observación y se llevará a cabo el plan de manejo con carta Gantt comprometida y en acuerdo con el SAG Región de Coquimbo. (En anexo 4 se adjunta dicho documento).

**ANEXO N°1**

- Plano N°911-3400-GE-PL-100 que grafica las principales piscinas del proyecto.



Puntos	Puntos Poligono		Cota
	Este	Norte	
1	332.334,15	6.740.884,49	1.220
2	332.416,28	6.740.657,44	1.200
3	332.756,71	6.740.592,69	1.195
4	333.000,00	6.740.671,55	1.180
5	333.235,10	6.740.799,75	1.240
6	333.535,11	6.741.041,12	1.240
7	333.542,98	6.741.213,18	1.250
8	333.631,02	6.741.425,20	1.360
9	333.529,62	6.741.647,86	1.420
10	333.364,85	6.741.704,19	1.400
11	333.182,40	6.741.430,36	1.345
12	333.118,36	6.741.295,33	1.340
13	332.855,36	6.740.884,25	1.300
14	332.421,53	6.740.928,01	1.218



LEYENDA

- AREA CAMBIO USO DE SUELO
- CANAL DE DESVIO QUEBRADA COLONATO
- CANAL DE DESVIO QUEBRADA 3
- DESVIO QUEBRADA NORTE
- PT PROTEGIDO

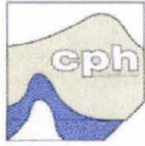
PROYECTO PUQUIOS  
 UBICACIÓN INFRAESTRUCTURA  
 Y PROYECTO PARA CAMBIO  
 USO DE SUELO

Escala  
 1: 3000  
 911-3400-GE-PL-100-IB-2000I.DWG

**ANEXO N°2**

**PERMISO AMBIENTAL SECTORIAL 101**

- Informe técnico de crecidas quebrada Coloradito.
- Memoria de cálculo hidráulico Obra de Toma.
- Memoria de cálculo hidráulico canal de desvío quebrada Coloradito.
- Memoria de cálculo hidráulico desvío de quebradas afluentes a quebrada coloradito.
- Plano N°911-3700-GE-PL-001: Desvío quebrada Coloradito-muro de desvío.
- Plano N°911-3700-HI-PL-002: Desvío quebrada Coloradito-Obra de toma.
- Plano N°911-3700-HI-PL-003 Canal de desvío quebrada Coloradito (1/5).
- Plano N°911-3700-HI-PL-004 Canal de desvío quebrada Coloradito (2/5).
- Plano N°911-3700-HI-PL-005 Canal de desvío quebrada Coloradito (3/5).
- Plano N°911-3700-HI-PL-008 Canal de desvío quebrada norte (1/3).
- Plano N°911-3700-HI-PL-009 Canal de desvío quebrada norte (2/3)



## DETERMINACIÓN DE LA ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EN LA QUEBRADA COLORADITO. (IV Región)

### 1. GENERALIDADES

El presente documento dice relación con la determinación de la escorrentía en la quebrada Coloradito (tributaria de la Quebrada Los Choros), inmediatamente aguas arriba del sector donde Minera Tommy programa emplazar las pilas de lixiviación e instalaciones de su proyecto Puquios. El trabajo fue solicitado a CPH Consultores Ltda por la empresa consultora IDESOL, la cual suministró, además, la información relacionada con la ubicación de las pilas e instalaciones que se desea proteger de la escorrentía, que esporádicamente se produce en la quebrada Coloradito. La Figura 1.1. muestra la ubicación del área de estudio.

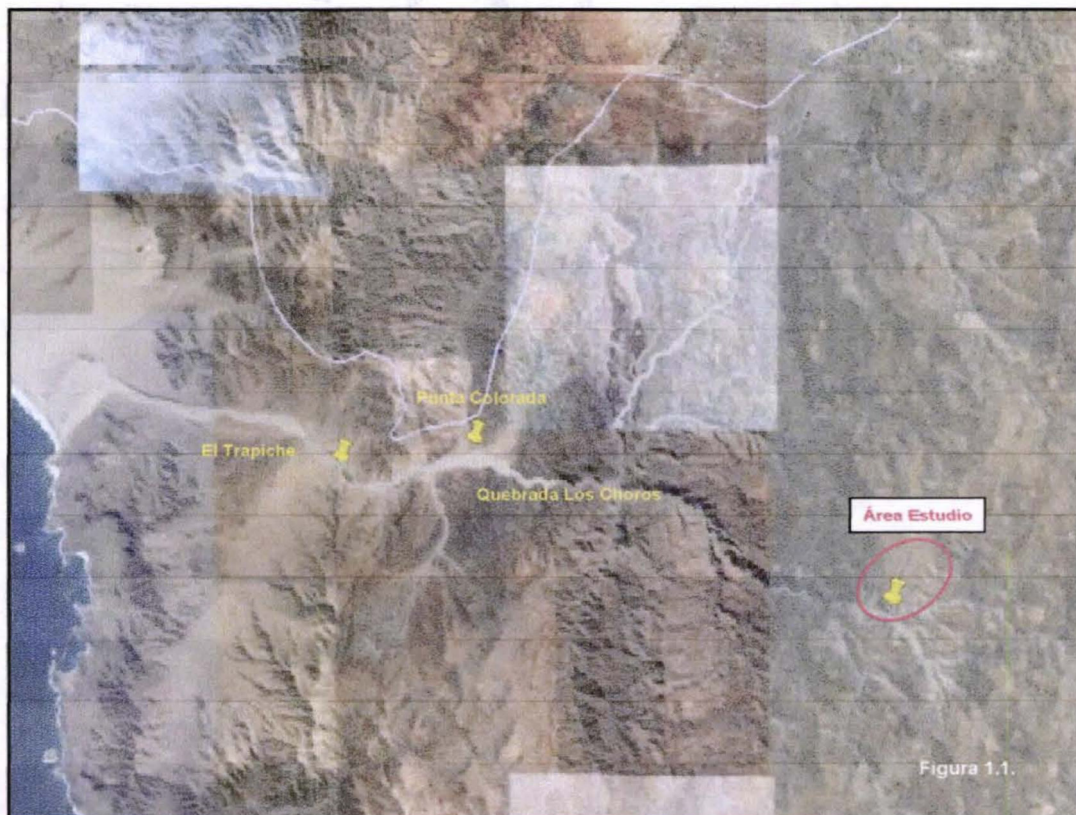


Figura 1.1.



## **2. ANTECEDENTES UTILIZADOS**

Para acometer el trabajo indicado se recabó la información que a continuación se indica:

1. Cartografía oficial del Instituto Geográfico Militar escala 1:50.000, correspondiente a la plancheta "Junta de Chingoles", con equidistancia altimétrica de 25m.
2. Geología superficial a escala 1:250.000 correspondiente a la Hoja Vallenar y Parte Norte de La Serena del Servicio Nacional de Geología y Minería año 1982.
3. Información meteorológica obtenida directamente en la Dirección General de Aguas (DGA) y que corresponde a:
  - a. Antecedentes de precipitaciones diarias de la Estación Trapiche ubicada en la cuenca;
  - b. Información sobre precipitaciones máximas en la cuenca, antecedentes que se obtuvieron del informe oficial de la DGA "Eventos Meteorológicos Extremos, Precipitaciones Máximas en 24, 48 y 72 horas para Distintos Periodos de Retorno"
  - c. Antecedentes de precipitaciones en la cuenca, obtenidos del informe oficial de la DGA "Modelación Hidrogeológica en la Quebrada Los Choros, Comuna de La Higuera, IV Región".



### 3. METODOLOGÍA APLICADA

Para determinar la escorrentía susceptible de generarse en la quebrada Coloradito se recurrió al Método de la Curva Número, diseñado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica y que ha sido aplicado con éxito en Chile en múltiples proyectos para evacuación de aguas lluvias y en evaluaciones hidrológicas e hidrogeológicas. Esta metodología trabaja con eventos meteorológicos extremos y permite definir la escorrentía que dicho evento es capaz de generar en la respectiva cuenca.

De acuerdo al método señalado, la relación entre la escorrentía y la precipitación total puede representarse mediante la siguiente expresión:

$$\text{Esc} = (P - 0,2 * S)^2 / (P + 0,8 * S) \quad (\text{fórmula 1})$$

donde:

Esc es la escorrentía expresada en pulgadas;  
 P es la precipitación expresada en pulgadas durante el evento; y  
 S corresponde al almacenamiento necesario para alcanzar la saturación del suelo

Por su parte, S se relaciona con la Curva Número a través de la siguiente expresión

$$S = (1.000 / \text{CN}) - 10 \quad (\text{fórmula 2})$$

donde CN es el valor de Curva Número que se asigna al terreno de acuerdo a sus características. Teóricamente un suelo totalmente impermeable tendría un valor de CN = 100 y a la inversa, un suelo extremadamente permeable, tendría un valor equivalente a 0.

Ahora bien, si  $S * 0,2$  resulta menor que la precipitación durante el evento, entonces se genera escorrentía. En el caso contrario, vale decir que el producto  $S * 0,2$  resulte mayor que la precipitación, entonces toda el agua caída se infiltra a modo de recarga.

Dicho lo anterior, se comprenderá que el primer paso requerido para la aplicación de esta metodología es el de determinar la magnitud de un evento meteorológico extremo, para lo cual se recurre normalmente al informe indicado en el acápite 3.b del capítulo anterior. En el caso que nos ocupa esto no fue posible ya que en dicho trabajo no se contempló la estación Trapiche que es la más cercana al área de estudio y que por consiguiente se puede tratar como estación patrón.



En virtud de lo señalado, se obtuvo en la DGA la estadística diaria de la mencionada estación meteorológica, que tiene registros durante el período que media entre 1979 y 2007. Utilizando todos los datos de lluvias diarias se ejecutó un análisis de probabilidad aplicando, para estos efectos, la expresión de Weibull y luego se estructuró una distribución de frecuencia del tipo probabilidad versus log, que de acuerdo al manual de Normas y Procedimiento de la DGA es una de las adecuadas en estos casos. De esta forma se pudo determinar, que para un período de retorno de 100 años, la precipitación durante 24 horas en la estación Trapiche alcanza a 64 mm. La Figura 3.1. muestra el gráfico de la distribución señalada.

Ahora bien, el dato obtenido es representativo del sector donde se ubica la estación Trapiche, pero no del área donde se deseaba generar los caudales de escorrentía. De acuerdo a esto, fue necesario transponer este valor a la zona de análisis para lo cual se ejecutaron dos tareas específicas.

La primera de ellas consistió en establecer una regresión, que permitiera definir el aumento de la lluvia respecto de la altura y la segunda labor fue subdividir la hoya de respaldo hidrológico del sector de los relaves, en bandas hipsométricas a las cuales fuera posible asignar una precipitación susceptible de generarse con un período de retorno de 100 años.

Por desgracia en la hoya de la quebrada Los Choros, cuenca en la cual se emplaza la quebrada Puquios, existen sólo 4 estaciones meteorológicas, de las cuales 2 tienen una representatividad sólo muy local. Este asunto está claramente indicado en el informe oficial de la DGA que fue señalado en el acápite 3c del capítulo 2. Esto hizo imposible estructurar una correlación de precipitación versus altura considerando las estaciones de Los Choros, de manera que se recurrió a la información de la cuenca del río Huasco que se encuentra inmediatamente al norte.

En el trabajo de la DGA "Eventos Meteorológicos Extremos, Precipitaciones Máximas en 24, 48 y 72 horas para Distintos Períodos de Retorno" se cuenta con la información de las lluvias máximas en 24 horas para períodos de retorno de 20, 50 y 100 años, de forma que considerando aquellas correspondientes a 100 años y las respectivas cotas, se estructuró la regresión correspondiente.

Las estaciones consideradas para la correlación indicada fueron las siguientes: Vallenar, Santa Juana, La Pampa, Los Tambos y Conay. La ubicación de estas estaciones meteorológicas se muestra en la Figura 3.2. y los resultados de la regresión en la Figura 3.3.



DISTRIBUCION DE FRECUENCIA – PROBABILIDAD VS LOG

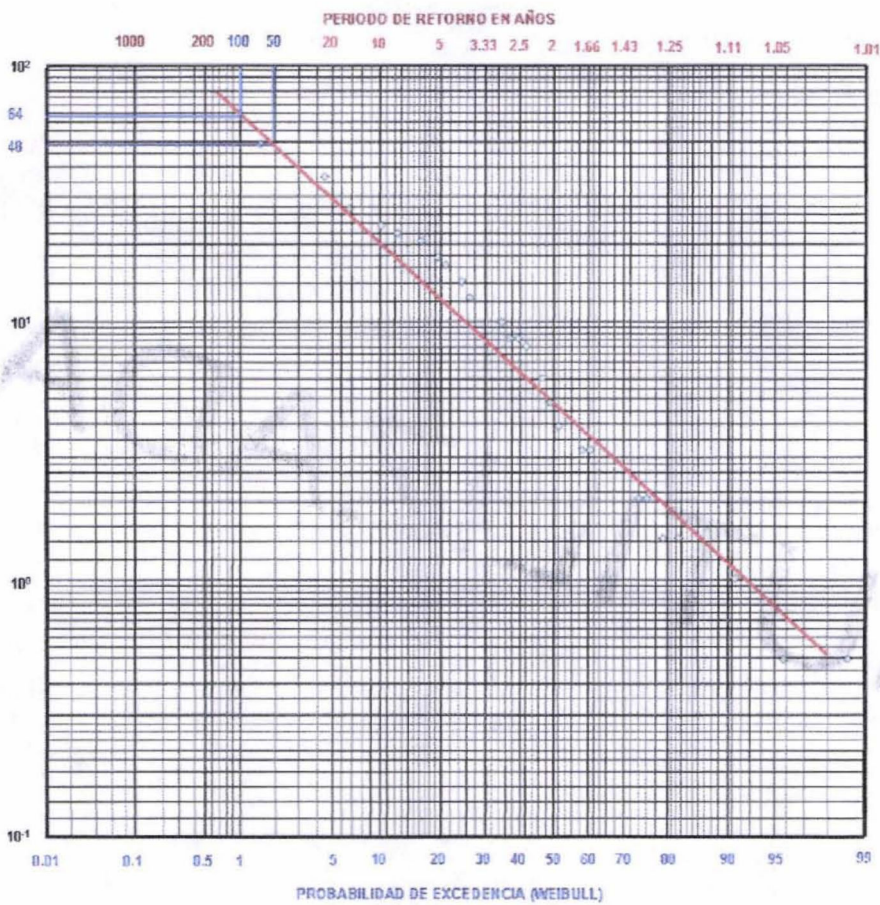


Figura 3.1.



Figura 3.2.

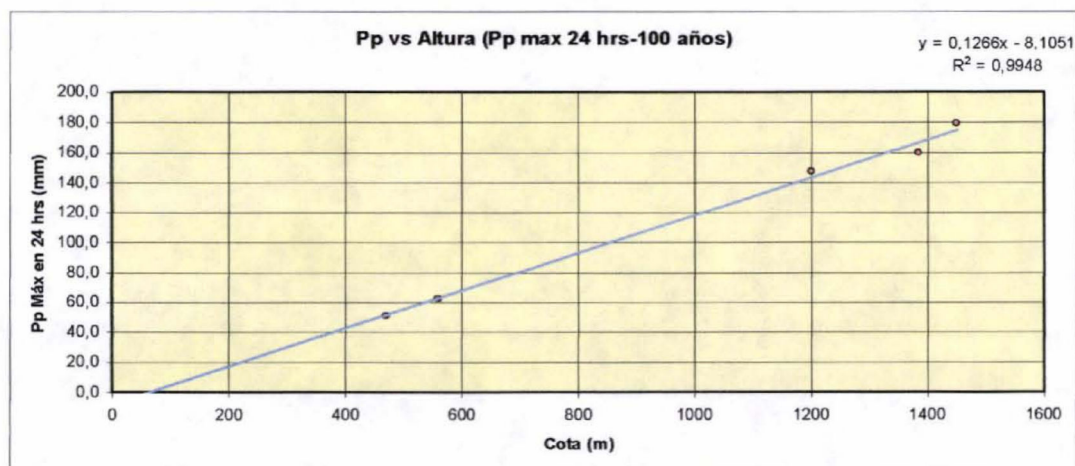


Figura 3.3.



Podrá advertirse que el coeficiente de determinación alcanzado en la correlación ( $R^2$ ) de las lluvias máximas en 24 horas para un período de retorno de 100 años y la altura es excelente.

El Cuadro 3.1., que se adjunta a continuación, muestra los valores que caracterizan a las estaciones consideradas y que se utilizaron para la correlación en comentario.

<b>Estación</b>	<b>Cota (ms.n.m.)</b>	<b>Pp Máx. en 24 h Para 100 años</b>
Vallenar	469	51
Santa Juana	560	62,5
La Pampa	1200	147,5
Los Tambos	1385	160,4
Conay	1450	179

La expresión lineal que vincula las precipitaciones máximas con la altura resultó ser la siguiente:

$$y = 0,1266 * x - 8,1051$$

Esta fue la fórmula mediante la cual se transpuso la precipitación de la estación Trapiche hasta cada una de las bandas hipsométricas definidas en la hoya de la quebrada Puquios.

Ahora bien, tal como se indicara anteriormente, la hoya de respaldo en cuyo extremo distal se generaron los caudales de escorrentía, se subdividió en un total de 7 bandas según los valores que muestra el Cuadro 3.2.



**Cuadro 3.2.**  
**Bandas Hipsométricas**

Cotas		Cota me- dia (msnm)	Área km <sup>2</sup>
Desde m	Hasta m		
<1500		1375	1,34
1500	1750	1625	5,00
1750	2000	1875	7,10
2000	2250	2125	14,41
2250	2500	2375	10,30
2500	2750	2625	4,35
>2750		2805	0,61
<b>Área total cuenca</b>			<b>43,11</b>

La Figura 3.4. muestra la disposición espacial de las respectivas bandas hipsométricas.

Considerando las cotas medias de cada banda y la expresión resultante de la correlación entre las precipitaciones máximas y la altura, se determinó la magnitud de la lluvia en cada una de ellas. El Cuadro 3.3. muestra los resultados.

**Cuadro 3.3.**  
**Pp Máximas por Banda**

Desde m	Hasta m	Pp 24 hrs
<1500		88,69
1500	1750	120,34
1750	2000	151,99
2000	2250	183,64
2250	2500	215,29
2500	2750	246,94
>2750		269,73



10-12

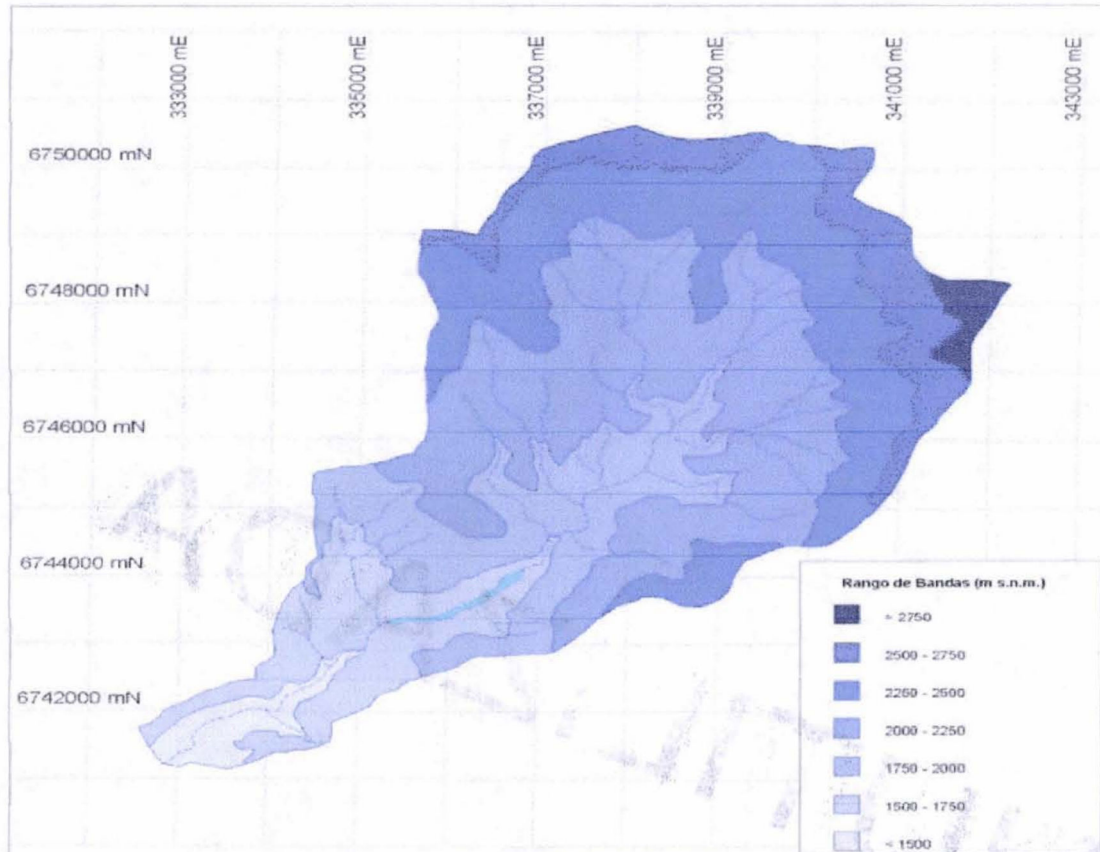


Figura 3.4.

Por último, para definir la totalidad de las variables que requiere el Método de la Curva Número fue necesario asignar a cada banda hipsométrica un valor de CN. Para estos efectos se recurrió a la información que entrega la geología de superficie y las imágenes disponibles en el sistema Google Earth.

Estos antecedentes señalan que casi la totalidad del área de cada banda está conformada por roca con una delgada cobertura regolítica. La superficie cubierta por rellenos sedimentarios, que se disponen hacia la línea de talweg de la quebrada, es realmente exigua. Pero además, la topografía es considerablemente abrupta lo que se evidencia en la fuerte pendiente de se evidencia en las vertientes de la estructura geomorfológica; estos dos factores, necesariamente implican valores de CN iguales o superiores a 70. En el Cuadro 3.4. se muestran los valores estimados para cada banda.



Cuadro 3.4. Valor de CN por Banda		
Desde m	Hasta m	CN
<1500		70
1500	1750	70
1750	2000	70
2000	2250	75
2250	2500	75
2500	2750	80
>2750		80

Como complemento a lo indicado, se adjunta a continuación la Figura 3.5. (tomada del Google Earth) que muestra, como se indicó, lo exiguo de los rellenos, incluso en el sector distal de la quebrada Coloradito.



Figura 3.5.

#### 4. RESULTADOS OBTENIDOS



Aplicando la metodología descrita, la escorrentía generada por la cuenca problema, inmediatamente aguas arriba del área de emplazamiento de los futuros relevés, resulta significativa. El Cuadro 4.1. muestra los caudales por banda y la escorrentía total expresada en  $m^3/s$ .

<b>Cuadro 4.1.</b>				
<b>Escorrentía en la Qda. Coloradito</b>				
Desde m	Hasta m	Área km <sup>2</sup>	Valor CN	Escorrentía m <sup>3</sup> /s
<1500		1,34	70	0,4
1500	1750	5,00	70	2,71
1750	2000	7,10	70	5,83
2000	2250	14,41	75	18,43
2250	2500	10,30	75	16,57
2500	2750	4,35	80	9,28
>2750		0,61	80	1,46
<b>Escorrentía Total</b>				<b>54,67</b>

El caudal total corresponde a aquel que genera la cuenca ante una precipitación extrema durante 24 horas, para un período de retorno de 100 años.

Por último, si se consideran lluvias para un período de retorno de 50 años la correlación de éstas versus la altura es también estupenda ( $R^2 = 0,995$ ), de forma que aplicando la misma metodología, se alcanza un valor de escorrentía en 24 horas de **32,68  $m^3/s$** .

CARLOS PARRAGUEZ DECKER  
CPH Consultores Ltda

**PROYECTO PUQUIOS  
DISEÑO PILAS DE LIXIVIACIÓN  
INGENIERÍA BÁSICA AVANZADA**

**MEMORIA DE CALCULO HIDRAULICO  
OBRA DE TOMA**

**CONTENIDO**

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO Y ALCANCE.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>4</b>
	4.1 GENERALIDADES.....	4
	4.2 OBRA DE TOMA.....	4
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>8</b>

## 1 INTRODUCCIÓN

El proyecto Puquios corresponde a la evaluación de un plan minero realizado por Tommy S.A. que tiene como objetivo el procesamiento y obtención de mineral cobre por medio de lixiviación, buscando obtener el aprovechamiento del yacimiento en 8 años.

El proyecto minero contempla la disposición del mineral en pilas de lixiviación en el cauce de la quebrada Coloradito, por lo que es necesario el desvío de la quebrada de manera que el agua no interfiera con las pilas.

El desvío de la quebrada se proyecta mediante un muro en el cauce que detiene el agua y la desvía por medio de un canal de 2,5 km de largo hasta su descarga a una quebrada aledaña.

## 2 OBJETIVO Y ALCANCE

El objetivo del presente documento es entregar el diseño hidráulico de las obras de toma para el desvío de la quebrada Coloradito.

El desvío de la quebrada se realizará durante el período de operación de la mina, por lo que por exigencias de Tommy S.A se considera para diseño el desvío del caudal asociado a un período de retorno de 100 años.

## 3 REFERENCIAS

Los siguientes documentos fueron considerados como referencias para la elaboración del presente informe:

- Ref. 1: Ven Te Chow (Marzo 2004). "Hidráulica de canales abiertos",
- Ref. 2: Ministerio de Obras Públicas (Junio 2002). "Manual de Carreteras",
- Ref. 3: CPH Consultores Ltda. (Abril 2008). "Informe técnico de crecidas Quebrada Coloradito"
- Ref. 4: US Army Corps of Engineers (Julio 1991). "Hydraulic Design of Flood Control Channels"
- Ref. 5: Francisco Javier Dominguez (1999) "Hidráulica"

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 GENERALIDADES

Se consideran como antecedentes los caudales calculados en la Ref. 3 para el diseño del desvío de la quebrada. Estos caudales se indican en la *Tabla 4.1*:

**Tabla 4.1. Caudales de la quebrada Coloradito**

PERIODO DE RETORNO [años]	CAUDAL [m <sup>3</sup> /s]
50	33
100	55

Debido a que el desvío se realizará para la operación de la mina, se diseña el canal para un período de retorno de 100 años, es decir 55 m<sup>3</sup>/s.

Los elementos que constituyen la obra de toma del desvío de la quebrada Coloradito, son: un ajuste de la pendiente del cauce de la quebrada Coloradito, un muro y un embudo para la entrada al canal de desvío.

El cauce de la quebrada Coloradito se intervendrá suavizando su pendiente de manera de cambiar las condiciones de escurrimiento, disipando la energía y permitiendo que se forme una piscina aquietadora antes del ingreso al canal de desvío. Este acondicionamiento del cauce permite además que las piedras de mayor tamaño se acumulen antes que impacten con el muro de desvío e interfieran con la entrada al canal.

Para el ingreso del agua al canal de desvío, se proyecta un ensanche al inicio de 30 metros el cual se va angostando hasta los 5,5 metros en un tramo de 40 metros.

La disposición y detalles de la obra de toma del desvío de la quebrada Coloradito, se muestra en los planos 911-3700-HI-PL-001 y 911-3700-HI-PL-002.

### 4.2 OBRA DE TOMA

Para la captación del caudal de la quebrada Coloradito se proyecta un muro de desvío de 10 m de altura y 60 m de ancho que permite que se desvíe la totalidad del caudal de diseño a través del canal. Un esquema de la disposición de las obras de desvío, junto a las condiciones hidráulicas se presenta en las siguientes figuras:

Figura 4.1. Esquema en planta del sistema de desvío

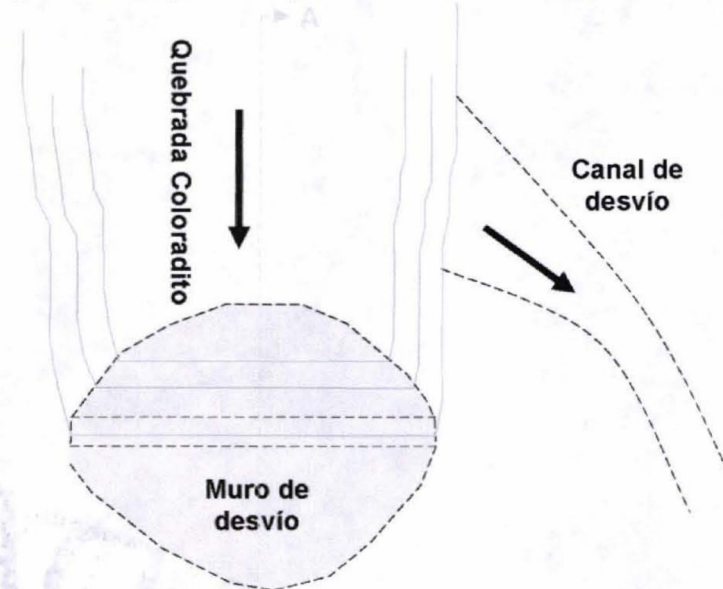
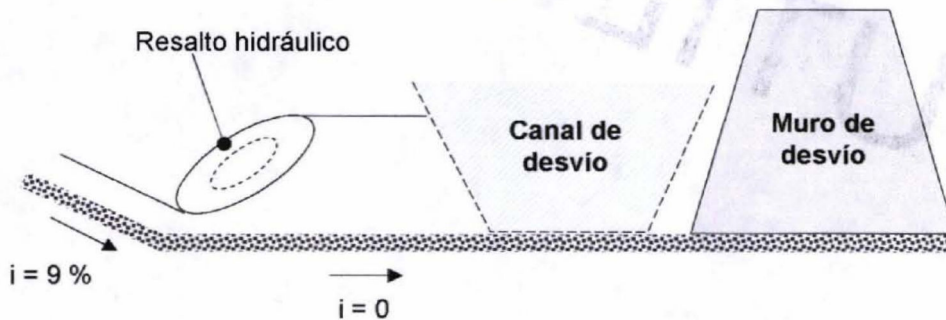


Figura 4.2. Sección A-A



Para tener una aproximación de las condiciones de escurrimiento en la quebrada, se puede asimilar el cauce a un canal trapezoidal de 30 metros de base con taludes laterales 1:3 (V:H).

Suponiendo altura normal aguas arriba del cambio de pendiente, se puede utilizar la fórmula de Manning:

$$\frac{Q \cdot n}{\sqrt{i}} = \Omega \cdot Rh^{2/3}$$