

Anexo 4

**ANTECEDENTES PARA SOLICITAR EL PERMISO AMBIENTAL
SECTORIAL 106 DEL RSEIA**

Cruce de quebradas

Adenda N°2

**PROYECTO CERRO NEGRO NORTE
COMPAÑÍA MINERA DEL PACÍFICO S.A.**

ÍNDICE

1	ANTECEDENTES PARA SOLICITAR EL PERMISO AMBIENTAL SECTORIAL DEL ARTÍCULO 106 DEL RSEIA	3
1.1	CROQUIS DE UBICACIÓN GENERAL.....	3
1.2	PLANO DE PLANTA DEL SECTOR MODIFICADO	5
1.3	PERFIL LONGITUDINAL DEL TRAMO	5
1.4	PERFIL TRANSVERSAL DE LA SECCIÓN TÍPICA Y DE LA SECCIÓN CRÍTICA DEL CAUCE A MODIFICAR.....	22
1.5	PERFIL TRANSVERSAL DE LA SECCIÓN TÍPICA Y DE LA SECCIÓN CRÍTICA DEL CAUCE PROYECTADO	22
1.6	OBRAS DE ARTE, SI LAS HUBIERA, EN EL TRAMO A MODIFICAR	25
1.7	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PROYECTADAS	25
1.8	MEMORIA TÉCNICA QUE CONTENGA LOS CÁLCULOS HIDRÁULICOS NECESARIOS, INCLUYENDO, A LO MENOS, EL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD MÁXIMA QUE POSEE EL CAUCE SIN LA MODIFICACIÓN Y EL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD MÁXIMA DEL CAUCE MODIFICADO	26

1 ANTECEDENTES PARA SOLICITAR EL PERMISO AMBIENTAL SECTORIAL DEL ARTÍCULO 106 DEL RSEIA

En el para las obras de regularización y defensa de cauces naturales, a que se refiere el segundo inciso del artículo 171 del DFL 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.

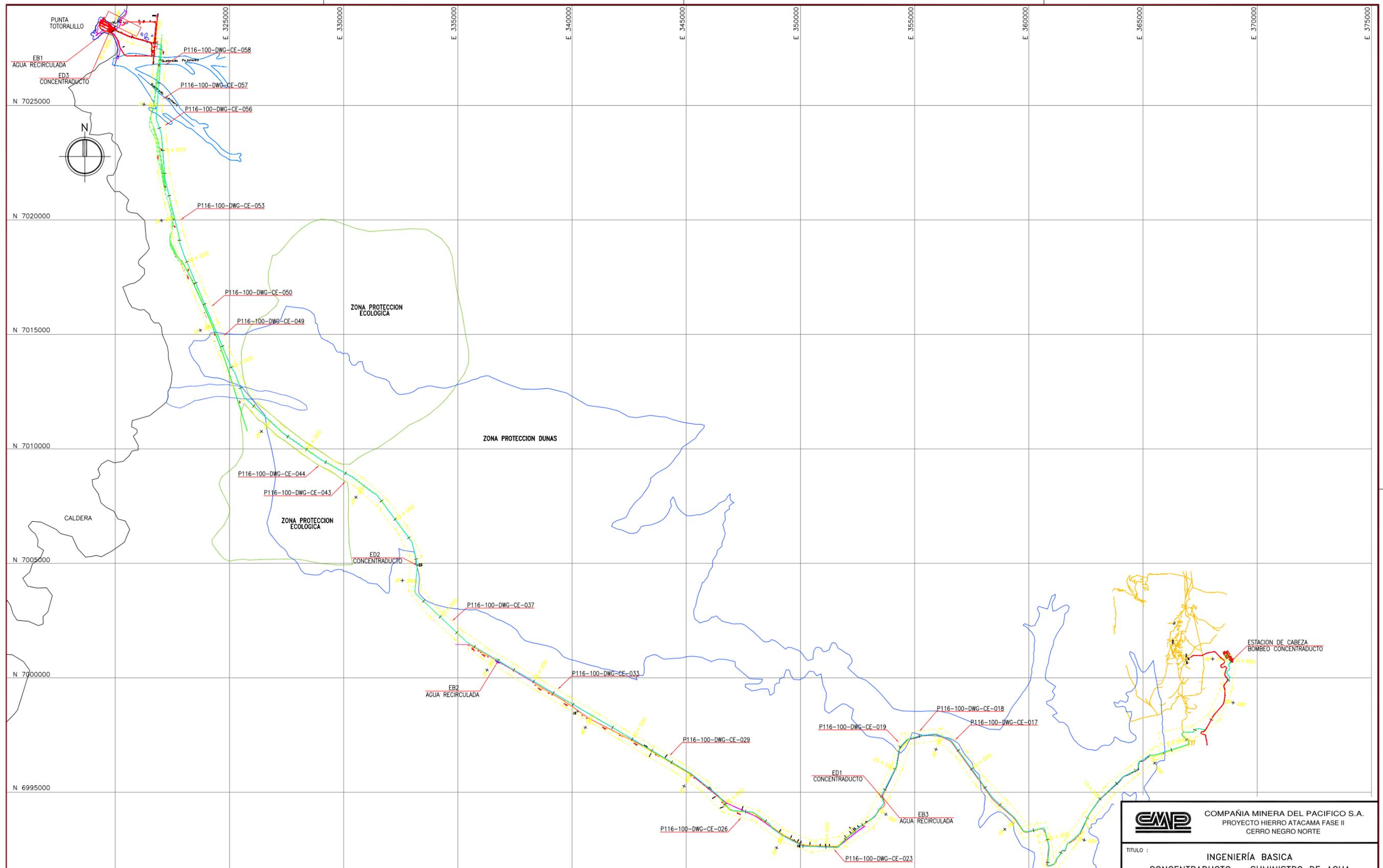
En el Estudio o Declaración de Impacto Ambiental, según sea el caso, se deberán señalar las medidas ambientales adecuadas, en consideración a:

El acueducto y concentraducto insertos dentro de las obras de este EIA contempla el cruce, en forma enterrada, de quebradas. Estas obras, por características de diseño y de las mismas quebradas a intervenir, no constituye una modificación del cauce mismo dada la prolongada intermitencia de los cauces superficiales. No obstante, la construcción de dichas obras significará intervenir las quebradas durante un periodo de tiempo reducido, por lo que, a continuación se presenta la información requerida, de acuerdo a lo solicitado por el artículo 106 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

En el Anexo 3.12 del EIA se presentaron los antecedentes necesarios para solicitar el PAS 106, según los requisitos y los contenidos técnicos y formales establecidos en el Reglamento del SEIA. En complementación a lo anterior, ahora se presentan antecedentes adicionales a los cruces de quebradas que fueron incorporados en el Proyecto Cerro Negro Norte.

1.1 CROQUIS DE UBICACIÓN GENERAL

En el Plano P116-100-DWG-CE-001 se muestra el trazado del acueducto y concentraducto indicando los cruces de quebradas, para lo cual se señala el nombre del plano de referencia que contiene el plano de planta y el perfil longitudinal de cada cruce de quebrada.



CMP COMPAÑIA MINERA DEL PACIFICO S.A.
 PROYECTO HIERRO ATACAMA FASE II
 CERRO NEGRO NORTE

TITULO :
INGENIERIA BASICA
CONCENTRADUCTO - SUMINISTRO DE AGUA
DISTRIBUCION DE LAMINAS
TRAZADOS
PLANTA

PLANTA DISTRIBUCIÓN DE LÁMINAS
 ESC. 1:75.000



SIMBOLOGIA			
BALIZADO CONCENTRADUCTO	10+000		
BALIZADO LINEA DE AGUA	10+000		

No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA
1	APROBADO PARA DISEÑO	J.E.	H.A.	17.06.08
2	EMITIDO PARA REVISION CLIENTE	J.E.	H.A.	29.02.08
3	EMITIDO PARA REVISION INTERNA	J.E.	H.A.	27.02.08

No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA

PLANO No.	TITULO

DIBUJO	C. Aranda	ESCALA	1:75000
PROYECTO	M. Basquez	PROYECTO No. :	P-116
REVISO	J. Estay	PLANO No.	
APROB. 1	H. Andrade	P116-100-DWG-CE-001	0
APROB. 2			

DIBUJO		FECHA	
PROYECTO		PROY. CMP No. :	
COORDINADOR		PLANO No.	
JEFE PROYECTO	Pablo Cabezas		0

1.2 PLANO DE PLANTA DEL SECTOR MODIFICADO

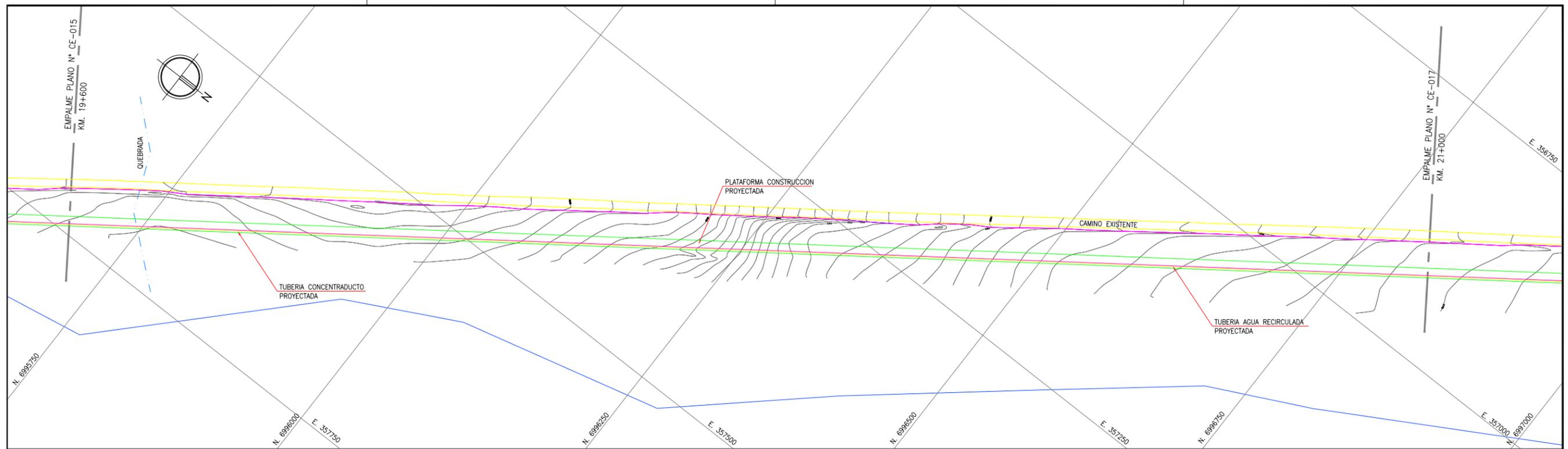
El plano de planta y perfil longitudinal de cada cruce de quebrada del Proyecto Cerro Negro Norte se presenta en los 16 planos del siguiente acápite.

1.3 PERFIL LONGITUDINAL DEL TRAMO

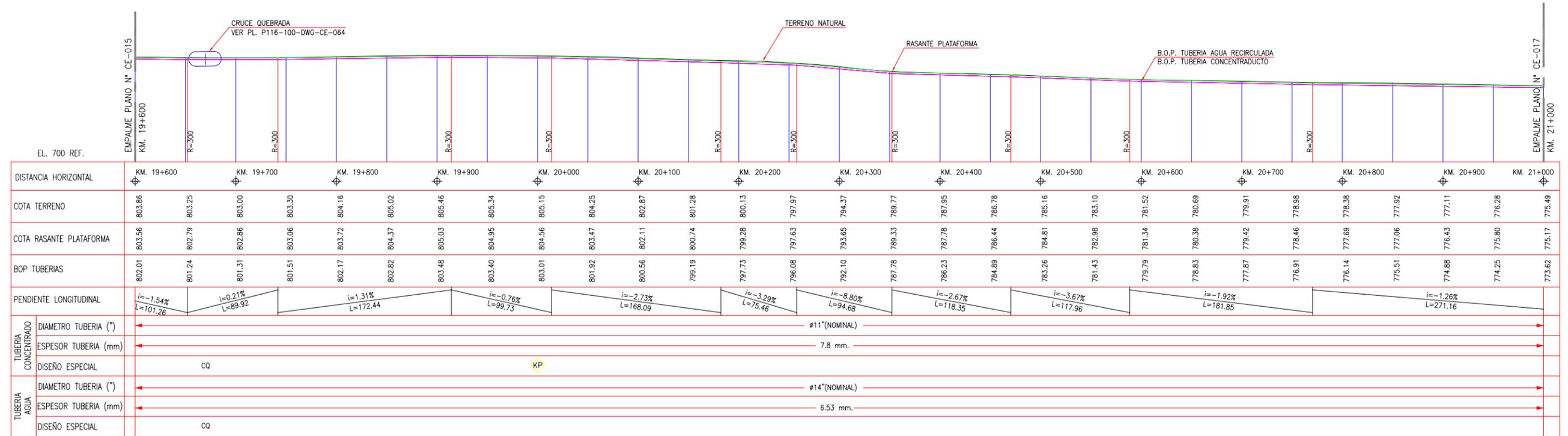
El plano de planta y perfil longitudinal de cada cruce de quebrada del Proyecto Cerro Negro Norte se presenta en los siguientes 16 planos.

En detalle:

P116-100-DWG-CE-016	Trazados Planta y perfil Longitudinal KM 19+600 al 21+000
P116-100-DWG-CE-017	Trazados Planta y perfil Longitudinal KM 21+000 al 22+400
P116-100-DWG-CE-018	Trazados Planta y perfil Longitudinal KM 22+400 al 23+800
P116-100-DWG-CE-023	Trazados Planta y perfil Longitudinal KM 29+400 al 30+800
P116-100-DWG-CE-026	Trazados Planta y perfil Longitudinal KM 33+600 al 35+000
P116-100-DWG-CE-029	Trazados Planta y perfil Longitudinal KM 37+800 al 39+200
P116-100-DWG-CE-033	Trazados Planta y perfil Longitudinal KM 43+400 al 44+800
P116-100-DWG-CE-037	Trazados Planta y perfil Longitudinal KM 49+000 al 50+400
P116-100-DWG-CE-043	Trazados Planta y perfil Longitudinal KM 57+400 al 58+800
P116-100-DWG-CE-044	Trazados Planta y perfil Longitudinal KM 58+800 al 60+200
P116-100-DWG-CE-049	Trazados Planta y perfil Longitudinal KM 65+800 al 67+200
P116-100-DWG-CE-050	Trazados Planta y perfil Longitudinal KM 67+200 al 68+600
P116-100-DWG-CE-053	Trazados Planta y perfil Longitudinal KM 71+400 al 72+800
P116-100-DWG-CE-056	Trazados Planta y perfil Longitudinal KM 75+600 al 77+000
P116-100-DWG-CE-057	Trazados Planta y perfil Longitudinal KM 77+000 al 78+400
P116-100-DWG-CE-058	Trazados Planta y perfil Longitudinal KM 78+400 al 79+800



PLANTA TRAZADO KM. 19+600 A KM. 21+000
ESC. 1:2000



PERFIL LONGITUDINAL
ESC. 1:2000

SIMBOLOGIA

	CAMINO EXISTENTE
	PLATAFORMA CONSTRUCCION PROYECTADA
	TUBERIA CONCENTRADO PROYECTADA
	TUBERIA AGUA RECICLADA PROYECTADA

CMP COMPAÑIA MINERA DEL PACIFICO S.A.
PROYECTO HIERRO ATACAMA FASE II
CERRO NEGRO NORTE

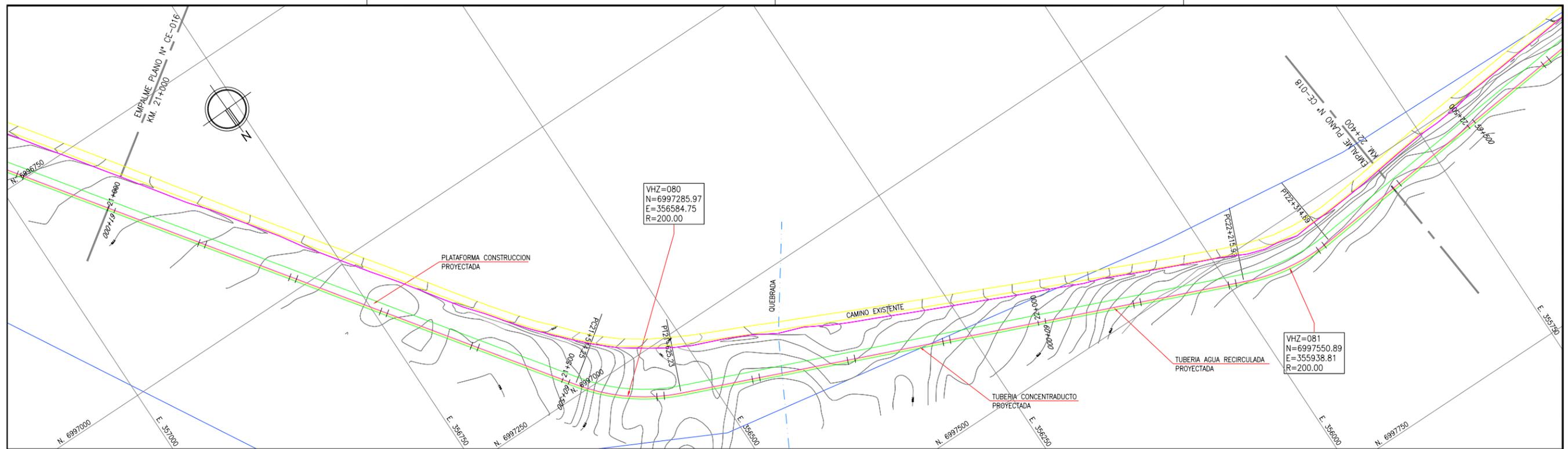
TITULO :
**INGENIERIA BASICA
CONCENTRADO - SUMINISTRO DE AGUA
TRAZADOS
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
KM 19+600 AL 21+000**

psi JRI

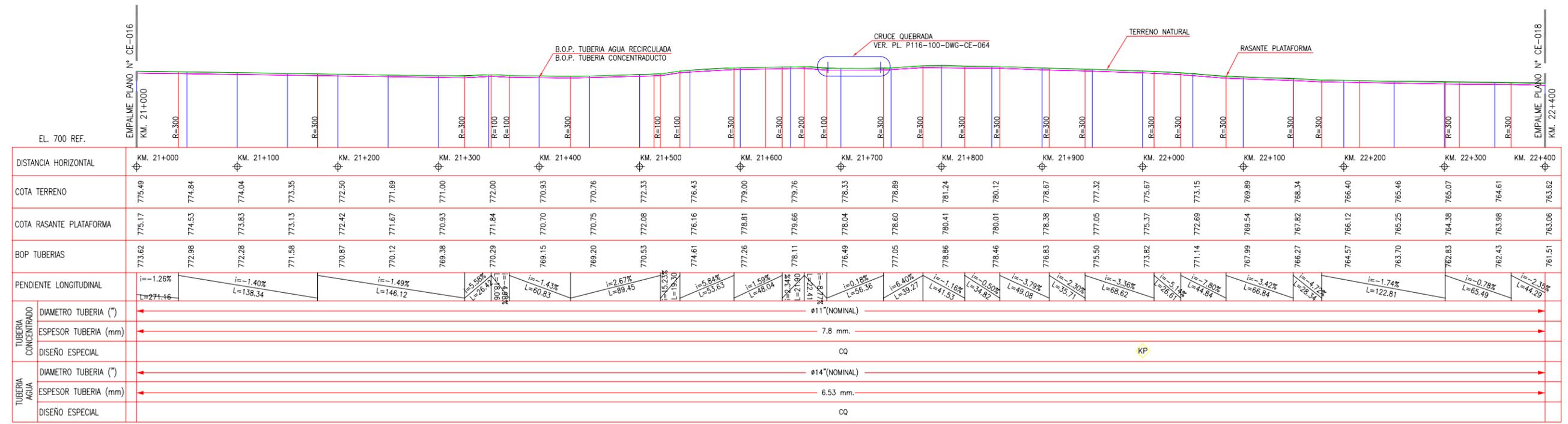
DIBUJO	O. Basoaz	ESCALA	1:2000
PROYECTO	M. Basoaz	PROYECTO No. :	P-116
REVISO	J. Estay	PLANO No.	
APROB. 1	H. Andrade		P116-100-DWG-CE-016
APROB. 2			

REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA	REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA	REFERENCIAS	PLANO No.	TITULO
	1							1						
2						2								
3						3								
4						4								
5						5								
6						6								
7						7								
8						8								
9						9								
10						10								
11						11								
12						12								
13						13								
14						14								
15						15								
16						16								
17						17								
18						18								
19						19								
20						20								
21						21								
22						22								
23						23								
24						24								
25						25								
26						26								
27						27								
28						28								
29						29								
30						30								
31						31								
32						32								
33						33								
34						34								
35						35								
36						36								
37						37								
38						38								
39						39								
40						40								
41						41								
42						42								
43						43								
44						44								
45						45								
46						46								
47						47								
48						48								
49						49								
50						50								

DIBUJO		FECHA	
PROYECTO		PROY. CMP No. :	
COORDINADOR		PLANO No.	
JEFE PROYECTO Hiero Atacama	Pablo Cabezas		



PLANTA TRAZADO KM. 21+000 A KM. 22+400
ESC. 1:2000



		KM. 21+000	KM. 21+100	KM. 21+200	KM. 21+300	KM. 21+400	KM. 21+500	KM. 21+600	KM. 21+700	KM. 21+800	KM. 21+900	KM. 22+000	KM. 22+100	KM. 22+200	KM. 22+300	KM. 22+400																											
DISTANCIA HORIZONTAL		0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	0	100	200	300	400																											
COTA TERRENO		775.49	774.84	774.04	773.35	772.50	771.69	771.00	770.93	770.76	772.33	778.89	781.24	780.12	778.67	777.32	775.67	773.15	769.89	768.34	766.40	765.46	765.07	764.61	763.62																		
COTA RASANTE PLATAFORMA		775.17	774.53	773.83	773.13	772.42	771.67	770.93	771.84	770.70	770.75	772.08	776.16	776.43	778.81	779.66	779.76	778.33	778.60	780.41	780.12	778.67	777.05	777.05	775.37	775.67	773.15	726.69	765.54	767.82	766.12	765.25	764.38	763.98	763.06								
BOP TUBERIAS		773.62	772.98	772.28	771.58	770.87	770.12	769.38	770.29	769.15	769.20	770.53	774.61	777.26	778.81	778.11	778.66	778.49	777.05	778.86	778.46	777.83	775.50	773.82	771.14	767.99	766.27	764.57	763.70	762.83	762.43	761.51											
PENDIENTE LONGITUDINAL		i=-1.26% L=271.16		i=-1.40% L=138.34		i=-1.49% L=146.12		i=5.58% L=29.74		i=2.67% L=69.45		i=5.84% L=53.63		i=1.59% L=46.04		i=0.18% L=56.36		i=6.40% L=39.27		i=-1.16% L=41.33		i=-0.50% L=34.82		i=-3.79% L=49.08		i=-2.30% L=39.71		i=-3.36% L=68.62		i=-5.14% L=76.61		i=-7.80% L=44.84		i=-3.42% L=60.84		i=-4.77% L=28.34		i=-1.74% L=122.81		i=-0.78% L=65.49		i=-2.36% L=44.29	
TUBERIA CONCENTRADUCTO	DIAMETRO TUBERIA (")	ø11"(NOMINAL)																																									
	ESPESOR TUBERIA (mm)	7.8 mm.																																									
	DISEÑO ESPECIAL	CQ																																									
TUBERIA AGUA	DIAMETRO TUBERIA (")	ø14"(NOMINAL)																																									
	ESPESOR TUBERIA (mm)	6.53 mm.																																									
	DISEÑO ESPECIAL	CQ																																									

PERFIL LONGITUDINAL
ESC. 1:2000



CMP COMPANIA MINERA DEL PACIFICO S.A.
PROYECTO HIERRO ATACAMA FASE II
CERRO NEGRO NORTE

TITULO :
INGENIERIA BASICA
CONCENTRADUCTO - SUMINISTRO DE AGUA
TRAZADOS
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
KM 21+000 AL 22+400

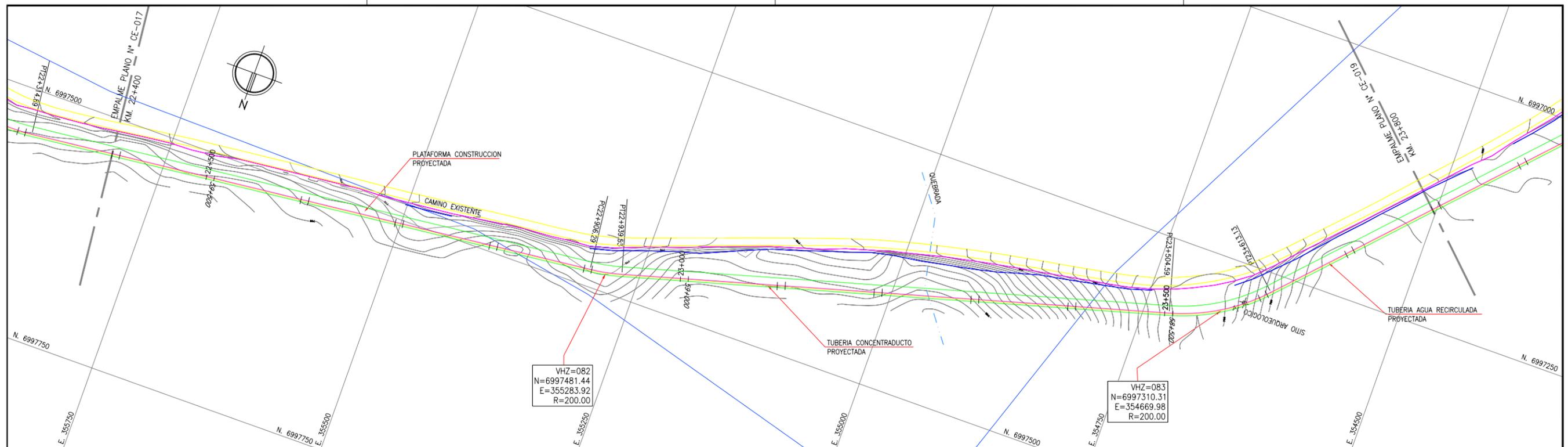
psi JRI

DIBUJO	O. Basoaz	ESCALA	1:2000
PROYECTO	M. Basoaz	PROYECTO No. :	P-116
REVISO	J. Estay	PLANO No.	
APROB. 1	H. Andrade		
APROB. 2			

P116-100-DWG-CE-017

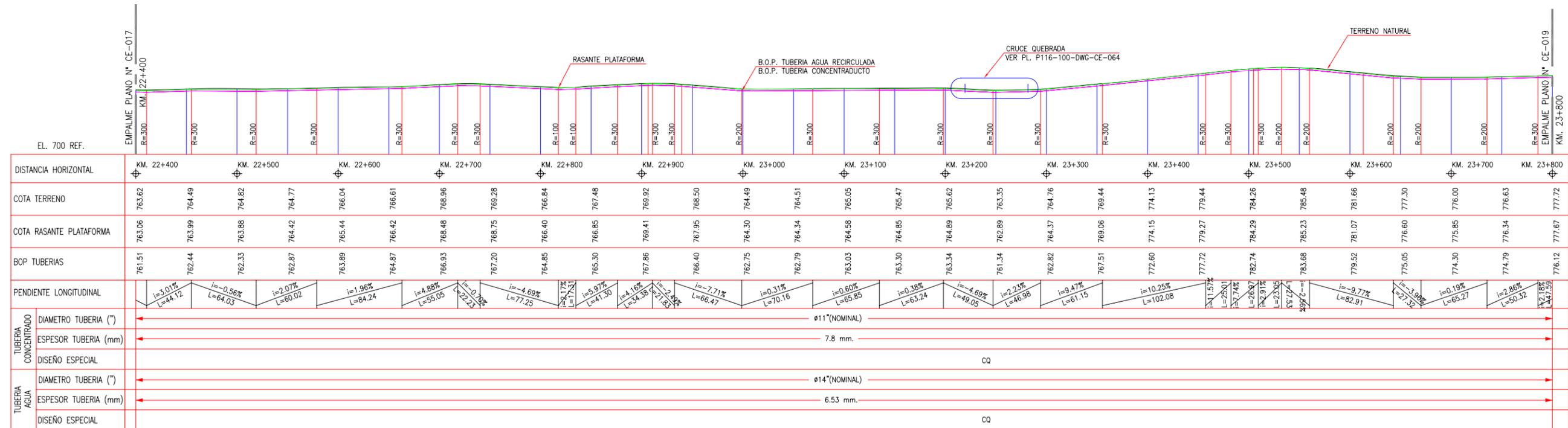
DIBUJO		FECHA	
PROYECTO		PROY. CMP No. :	
COORDINADOR		PLANO No.	
JEFE PROYECTO	Pablo Cabezas		

REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA	REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA	REFERENCIAS	PLANO No.	TITULO
	1							1						
2						2								
3						3								
4						4								
5						5								
6						6								
7						7								
8						8								
9						9								
10						10								
11						11								
12						12								
13						13								
14						14								
15						15								
16						16								
17						17								
18						18								
19						19								
20						20								
21						21								
22						22								
23						23								
24						24								
25						25								
26						26								
27						27								
28						28								
29						29								
30						30								
31						31								
32						32								
33						33								
34						34								
35						35								
36						36								
37						37								
38						38								
39						39								
40						40								
41						41								
42						42								
43						43								
44						44								
45						45								
46						46								
47						47								
48						48								
49						49								
50						50								



PLANTA TRAZADO KM. 22+400 A KM. 23+800

ESC. 1:2000



PERFIL LONGITUDINAL

ESC. 1:2000

SIMBOLOGIA

+	+
---	---

CMP COMPAÑIA MINERA DEL PACIFICO S.A.
PROYECTO HIERRO ATACAMA FASE II
CERRO NEGRO NORTE

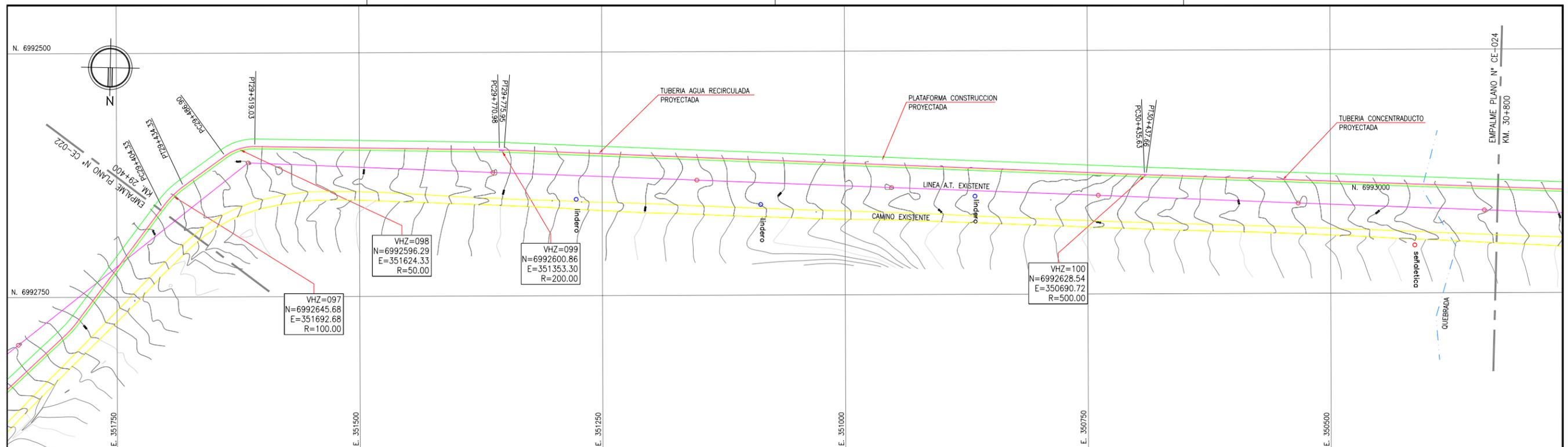
TITULO :
**INGENIERIA BASICA
CONCENTRADO - SUMINISTRO DE AGUA
TRAZADOS
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
KM 22+400 AL 23+800**

psi JRI

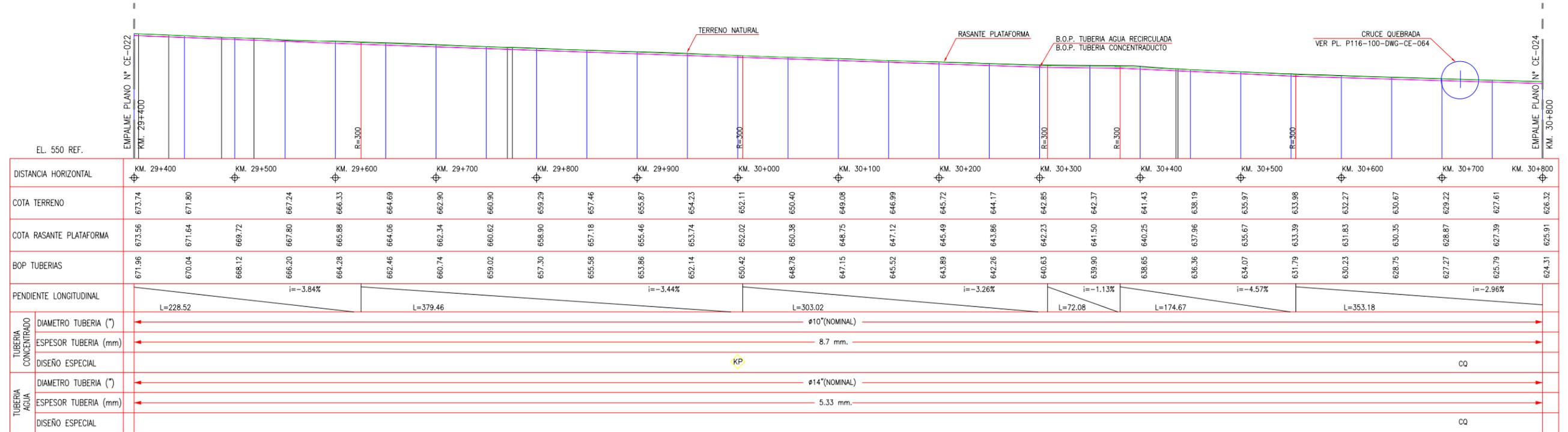
DIBUJO	O. Basoaz	ESCALA	1:2000
PROYECTO	M. Basoaz	PROYECTO No. :	P-116
REVISO	J. Estay	PLANO No.	
APROB. 1	H. Andrade		
APROB. 2			

REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA	REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA	REFERENCIAS	PLANO No.	TITULO
	1							1						
2						2								
3						3								
4						4								
5						5								
6						6								
7						7								
8						8								
9						9								
10						10								
11						11								
12						12								
13						13								
14						14								
15						15								
16						16								
17						17								
18						18								
19						19								
20						20								
21						21								
22						22								
23						23								
24						24								
25						25								
26						26								
27						27								
28						28								
29						29								
30						30								
31						31								
32						32								
33						33								
34						34								
35						35								
36						36								
37						37								
38						38								
39						39								
40						40								
41						41								
42						42								
43						43								
44						44								
45						45								
46						46								
47						47								
48						48								
49						49								
50						50								

DIBUJO		FECHA	
PROYECTO		PROY. CMP No. :	
COORDINADOR		PLANO No.	
JEFE PROYECTO Hiero Atacama	Pablo Cabezas		



PLANTA TRAZADO KM. 29+400 A KM. 30+800
ESC. 1:2000



PERFIL LONGITUDINAL
ESC. 1:2000

SIMBOLOGIA

+	+
---	---

CMP COMPAÑIA MINERA DEL PACIFICO S.A.
PROYECTO HIERRO ATACAMA FASE II
CERRO NEGRO NORTE

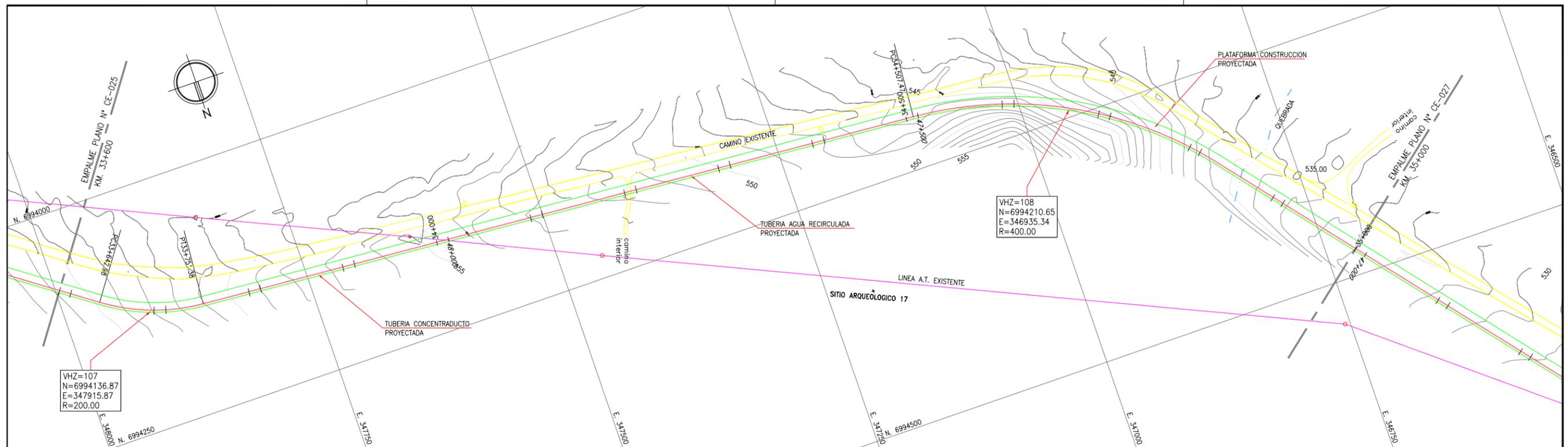
TITULO :
INGENIERIA BASICA
CONCENTRADO - SUMINISTRO DE AGUA
TRAZADOS
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
KM 29+400 AL 30+800

psi JRI

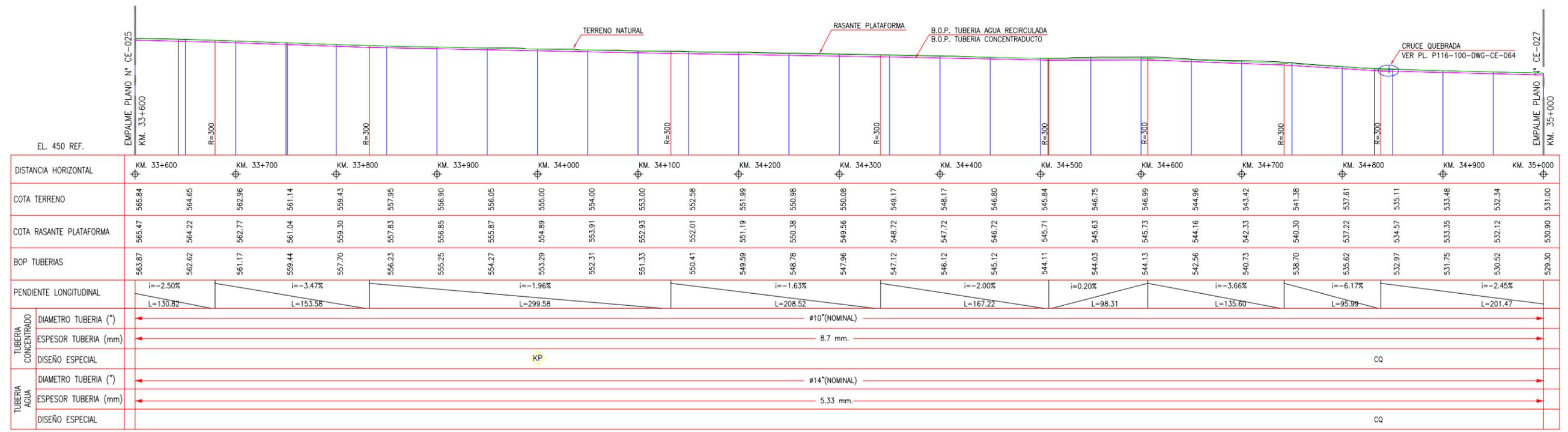
DIBUJO	O. Basquez	ESCALA	1:2000
PROYECTO	M. Basquez	PROYECTO No. :	P-116
REVISO	J. Estay	PLANO No.	
APROB. 1	H. Andrade		
APROB. 2			

REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA	REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA	REFERENCIAS	PLANO No.	TITULO
	1							1						
2						2								
3						3								
4						4								
5						5								
6						6								
7						7								
8						8								
9						9								
10						10								
11						11								
12						12								
13						13								
14						14								
15						15								
16						16								
17						17								
18						18								
19						19								
20						20								
21						21								
22						22								
23						23								
24						24								
25						25								
26						26								
27						27								
28						28								
29						29								
30						30								
31						31								
32						32								
33						33								
34						34								
35						35								
36						36								
37						37								
38						38								
39						39								
40						40								
41						41								
42						42								
43						43								
44						44								
45						45								
46						46								
47						47								
48						48								
49						49								
50						50								

DIBUJO		FECHA	
PROYECTO		PROY. CMP No. :	
COORDINADOR		PLANO No.	
JEFE PROYECTO Hiero Atacama	Pablo Cabezas		



PLANTA TRAZADO KM. 33+600 A KM. 35+000
ESC. 1:2000



PERFIL LONGITUDINAL
ESC. 1:2000



CMP COMPAÑIA MINERA DEL PACIFICO S.A.
PROYECTO HIERRO ATACAMA FASE II
CERRO NEGRO NORTE

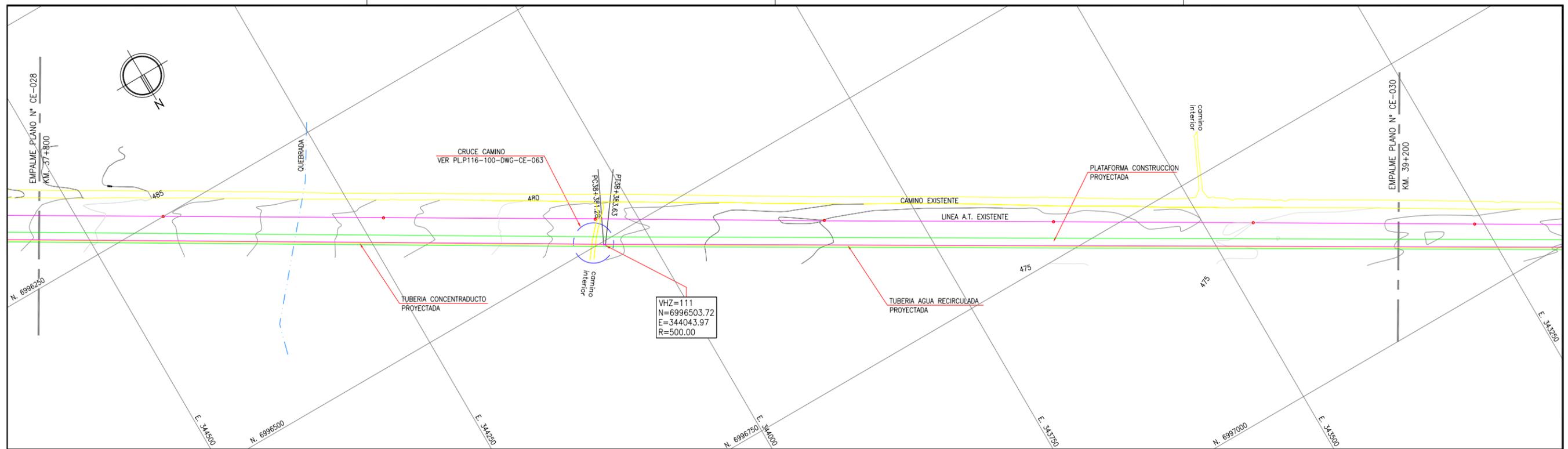
TITULO :
**INGENIERIA BASICA
CONCENTRADO - SUMINISTRO DE AGUA
TRAZADOS
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
KM 33+600 AL 35+000**

psi JRI

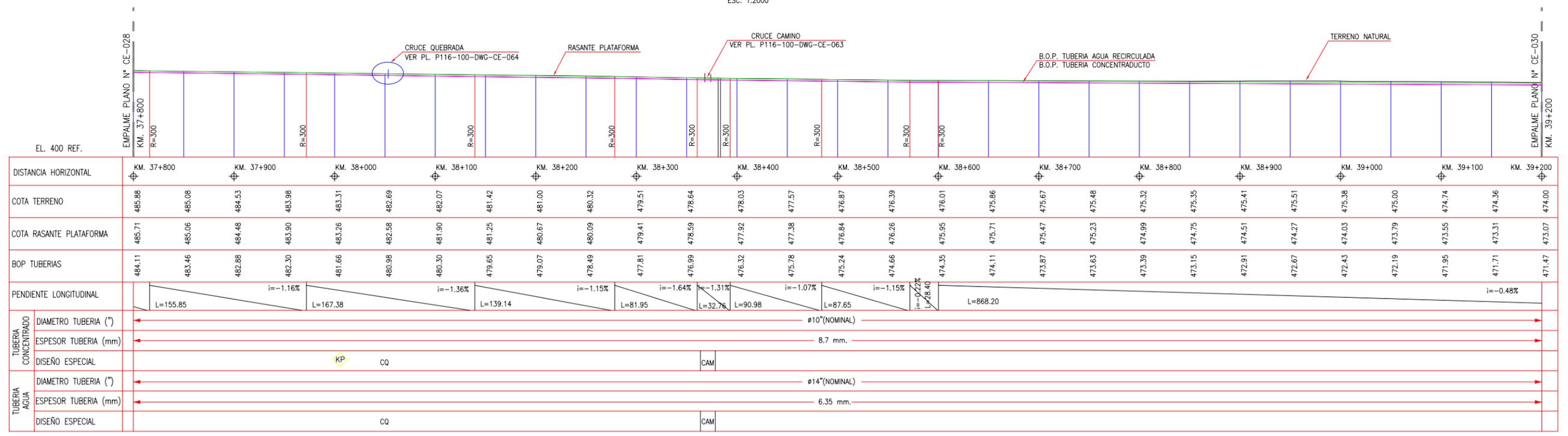
DIBUJO	O. Basquez	ESCALA	1:2000
PROYECTO	M. Basquez	PROYECTO No. :	P-116
REVISO	J. Estay	PLANO No. :	
APROB. 1	H. Andrade		
APROB. 2			

REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA	REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA	REFERENCIAS	PLANO No.	TITULO
	1	1	APROBADO PARA DISEÑO	J.E.	H.A.		17.06.08	1						
2	2	EMITIDO PARA REVISION CLIENTE	J.E.	H.A.	05.03.08	2								
3	3	EMITIDO PARA REVISION INTERNA	J.E.	H.A.	27.02.08	3								

DIBUJO		FECHA	
PROYECTO		PROY. CMP No. :	
COORDINADOR		PLANO No.	
JEFE PROYECTO Hiero Atacama	Pablo Cabezas		



PLANTA TRAZADO KM. 37+800 A KM. 39+200
ESC. 1:2000



PERFIL LONGITUDINAL
ESC. 1:2000

SIMBOLOGIA

+	+	+
---	---	---

CMP COMPAÑIA MINERA DEL PACIFICO S.A.
PROYECTO HIERRO ATACAMA FASE II
CERRO NEGRO NORTE

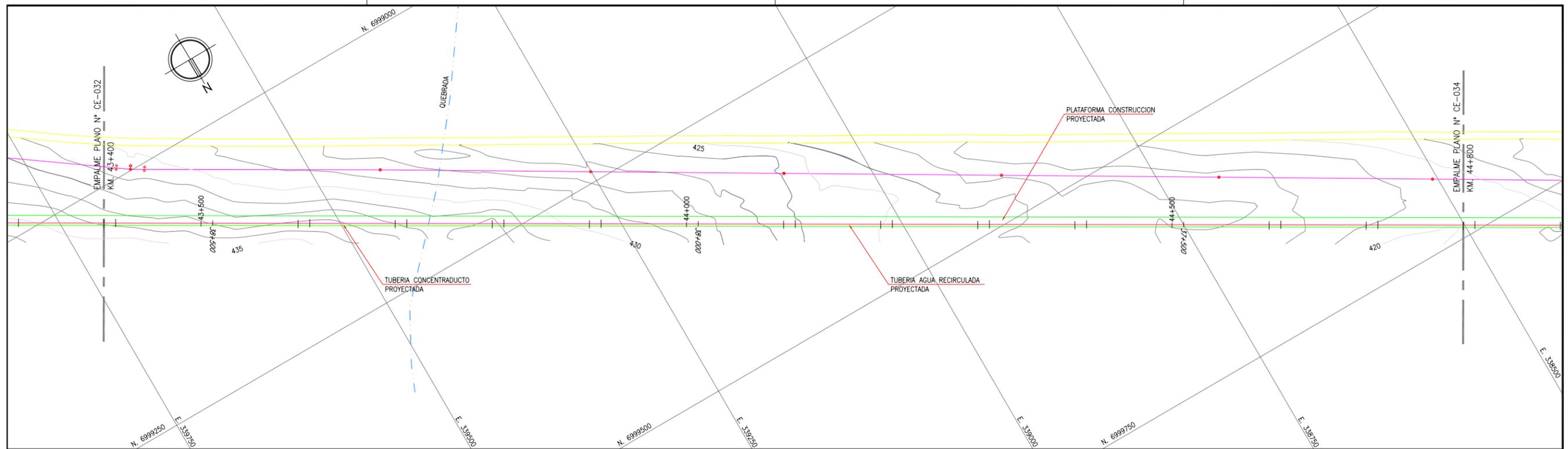
TITULO :
**INGENIERIA BASICA
CONCENTRADUCTO - SUMINISTRO DE AGUA
TRAZADOS
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
KM 37+800 AL 39+200**

psi JRI

DIBUJO	O. Basquez	ESCALA	1:2000
PROYECTO	M. Basquez	PROYECTO No. :	P-116
REVISO	J. Estay	PLANO No.	
APROB. 1	H. Andrade		
APROB. 2			

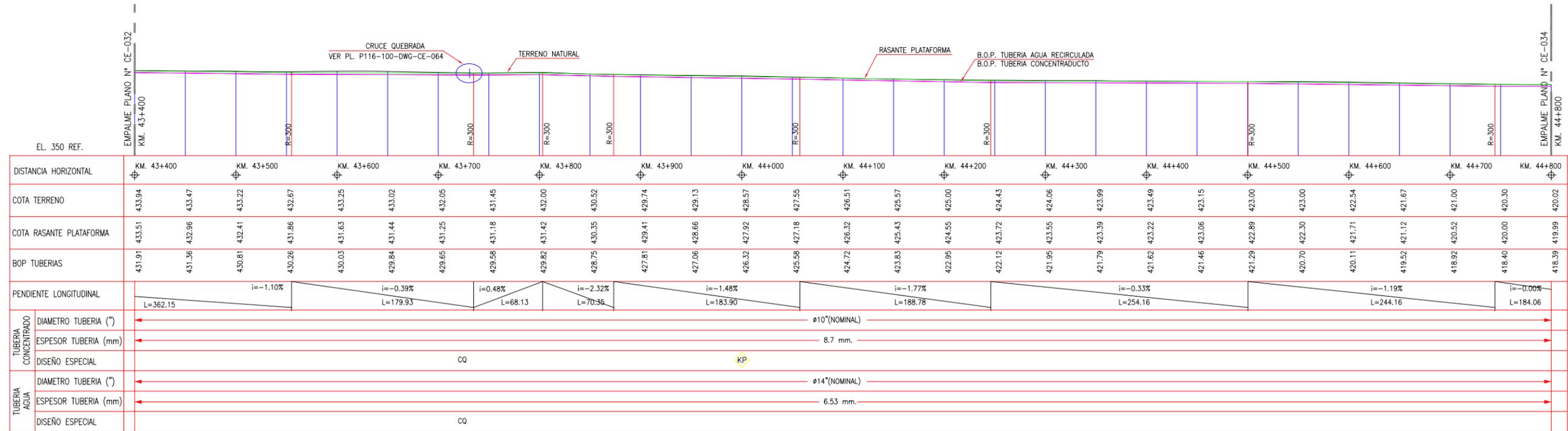
REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA	REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA	REFERENCIAS	PLANO No.	TITULO
	1							1						
2						2								
3						3								
4						4								
5						5								
6						6								
7						7								
8						8								
9						9								
10						10								
11						11								
12						12								
13						13								
14						14								
15						15								
16						16								
17						17								
18						18								
19						19								
20						20								
21						21								
22						22								
23						23								
24						24								
25						25								
26						26								
27						27								
28						28								
29						29								
30						30								
31						31								
32						32								
33						33								
34						34								
35						35								
36						36								
37						37								
38						38								
39						39								
40						40								
41						41								
42						42								
43						43								
44						44								
45						45								
46						46								
47						47								
48						48								
49						49								
50						50								

DIBUJO		FECHA	
PROYECTO		PROY. CMP No. :	
COORDINADOR		PLANO No.	
JEFE PROYECTO Hiero Atacama	Pablo Cabezas		



PLANTA TRAZADO KM. 43+400 A KM. 44+800

ESC. 1:2000



PERFIL LONGITUDINAL

ESC. 1:2000

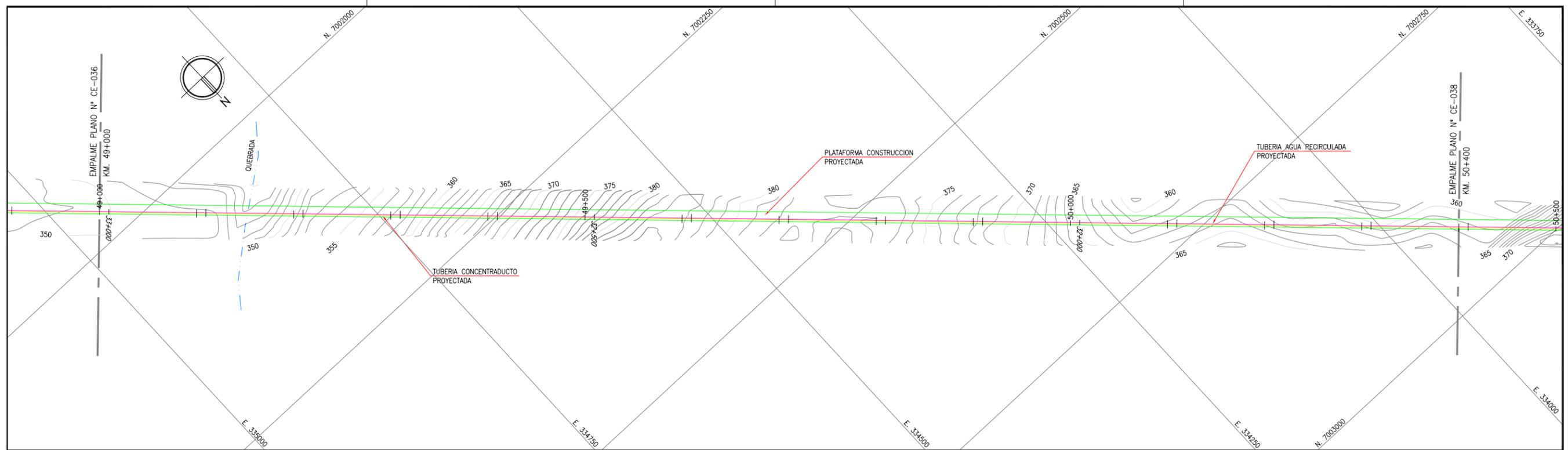
SIMBOLOGIA

CMP COMPAÑIA MINERA DEL PACIFICO S.A.
PROYECTO HIERRO ATACAMA FASE II
CERRO NEGRO NORTE

TITULO :
**INGENIERIA BASICA
CONCENTRADO - SUMINISTRO DE AGUA
TRAZADOS
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
KM 43+400 AL 44+800**

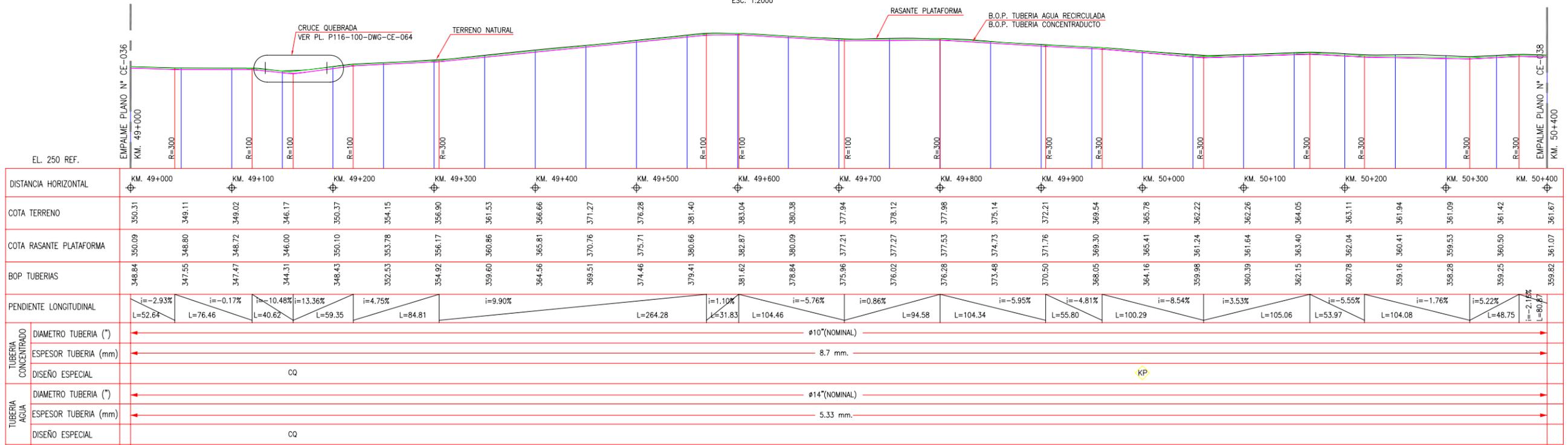


REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA	REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA	REFERENCIAS	PLANO No.	TITULO	DIBUJO	O. Basoaz	ESCALA	1:2000	DIBUJO	FECHA
	APROBADO PARA DISEÑO	J.E.	H.A.	17.06.08																
EMITIDO PARA REVISION CLIENTE	J.E.	H.A.	05.03.08																	
EMITIDO PARA REVISION INTERNA	J.E.	H.A.	27.02.08																	



PLANTA TRAZADO KM. 49+000 A KM. 50+400

ESC. 1:2000



PERFIL LONGITUDINAL

ESC. 1:2000

SIMBOLOGIA

	PLATAFORMA CONSTRUCCION PROYECTADA
	TERRENO NATURAL
	TUBERIA AGUA RECIRCULADA PROYECTADA
	TUBERIA CONCENTRADO PROYECTADA

PROYECTO Y DISEÑO DE LA TUBERIA DE CONCENTRADO PARA EL SUMINISTRO DE AGUA RECIRCULADA PARA LA PLANTA DE TRAZADOS DEL PROYECTO HIERRO ATACAMA FASE II CERRO NEGRO NORTE. ELABORADO POR: PABLO CABEZAS. REVISADO POR: J. ESTAY. APROBADO POR: O. BASOAZ.

CMP COMPAÑIA MINERA DEL PACIFICO S.A.
PROYECTO HIERRO ATACAMA FASE II
CERRO NEGRO NORTE

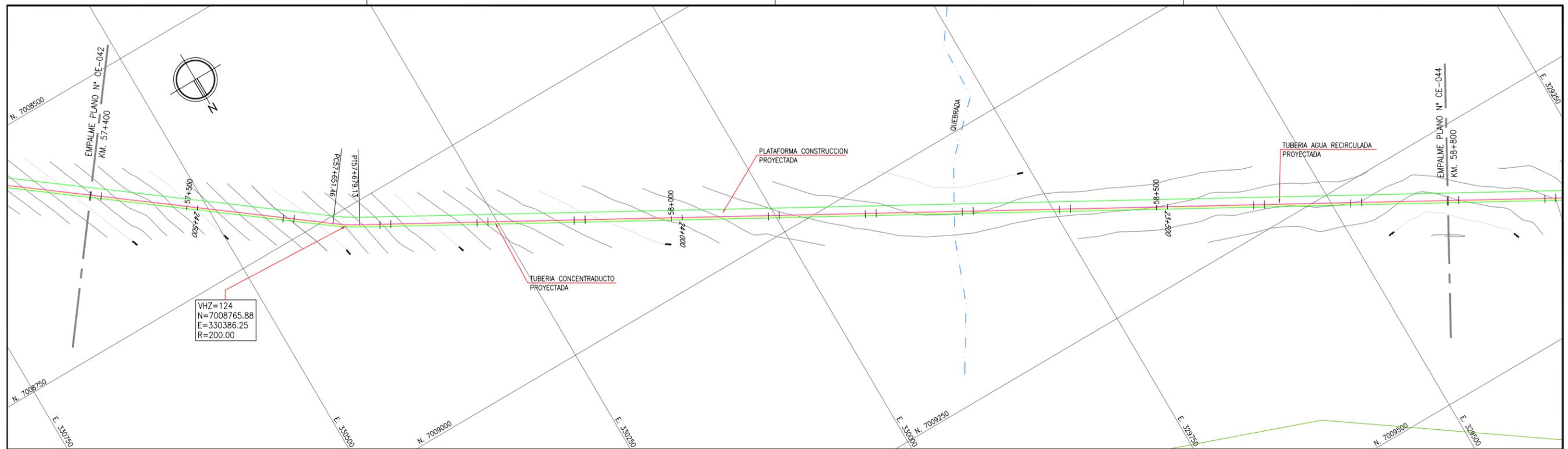
TITULO :
**INGENIERIA BASICA
CONCENTRADO - SUMINISTRO DE AGUA
TRAZADOS
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
KM 49+000 AL 50+400**

psi JRI

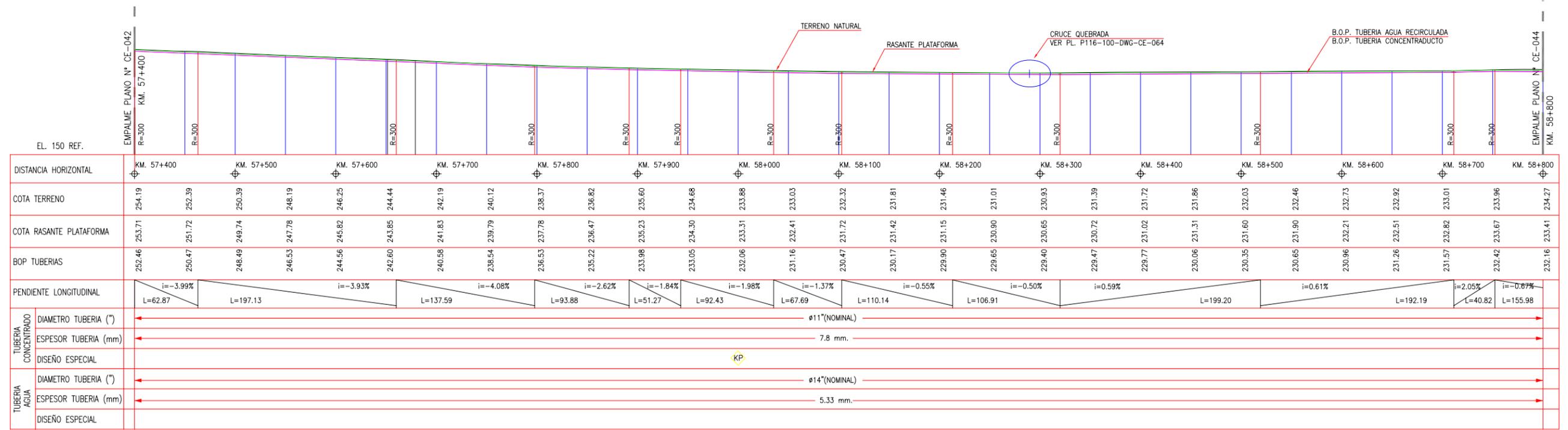
DIBUJO	O. Basoaz	ESCALA	1:2000
PROYECTO	M. Basoaz	PROYECTO No. :	P-116
REVISO	J. Estay	PLANO No.	
APROB. 1	H. Andrade		
APROB. 2			

REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA	REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA	REFERENCIAS	PLANO No.	TITULO
	1							1						
2						2								
3						3								
4						4								
5						5								
6						6								
7						7								
8						8								
9						9								
10						10								
11						11								
12						12								
13						13								
14						14								
15						15								
16						16								
17						17								
18						18								
19						19								
20						20								
21						21								
22						22								
23						23								
24						24								
25						25								
26						26								
27						27								
28						28								
29						29								
30						30								
31						31								
32						32								
33						33								
34						34								
35						35								
36						36								
37						37								
38						38								
39						39								
40						40								
41						41								
42						42								
43						43								
44						44								
45						45								
46						46								
47						47								
48						48								
49						49								
50						50								

DIBUJO		FECHA	
PROYECTO		PROY. CMP No. :	
COORDINADOR		PLANO No.	
JEFE PROYECTO Hiero Atacama	Pablo Cabezas		



PLANTA TRAZADO KM. 57+400 A KM. 58+800
ESC. 1:2000



PERFIL LONGITUDINAL
ESC. 1:2000

SIMBOLOGIA

	TUBERIA AGUA
	TUBERIA CONCENTRADO

CMP COMPAÑIA MINERA DEL PACIFICO S.A.
PROYECTO HIERRO ATACAMA FASE II
CERRO NEGRO NORTE

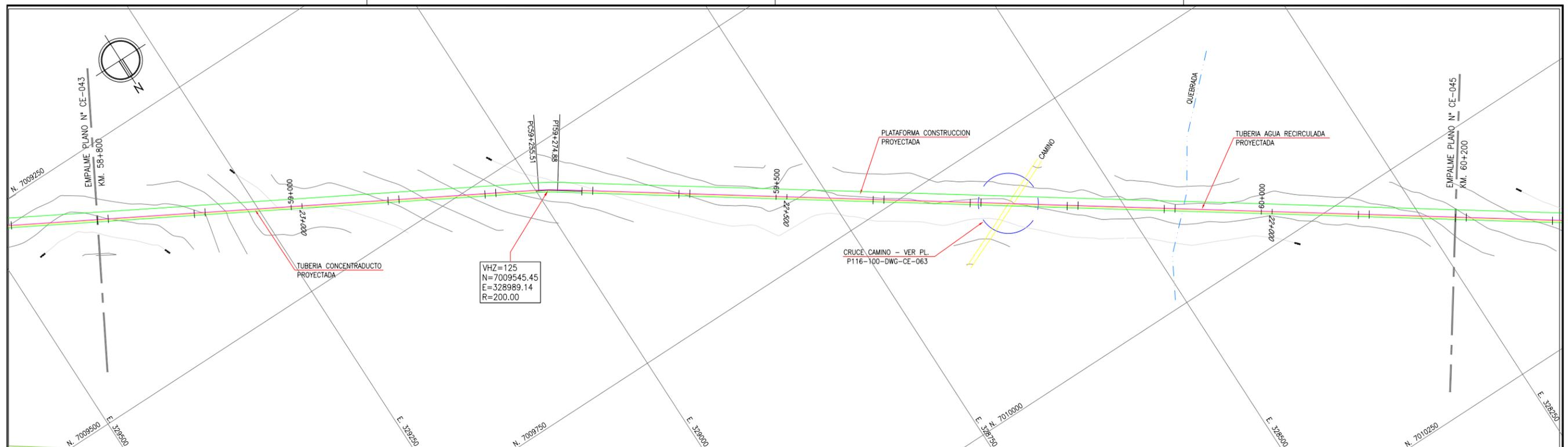
TITULO :
**INGENIERIA BASICA
CONCENTRADO - SUMINISTRO DE AGUA
TRAZADOS
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
KM 57+400 AL 58+800**

psi JRI

DIBUJO	O. Basquez	ESCALA	1:2000
PROYECTO	M. Basquez	PROYECTO No. :	P-116
REVISO	J. Estay	PLANO No. :	
APROB. 1	H. Andrade		P116-100-DWG-CE-043
APROB. 2			

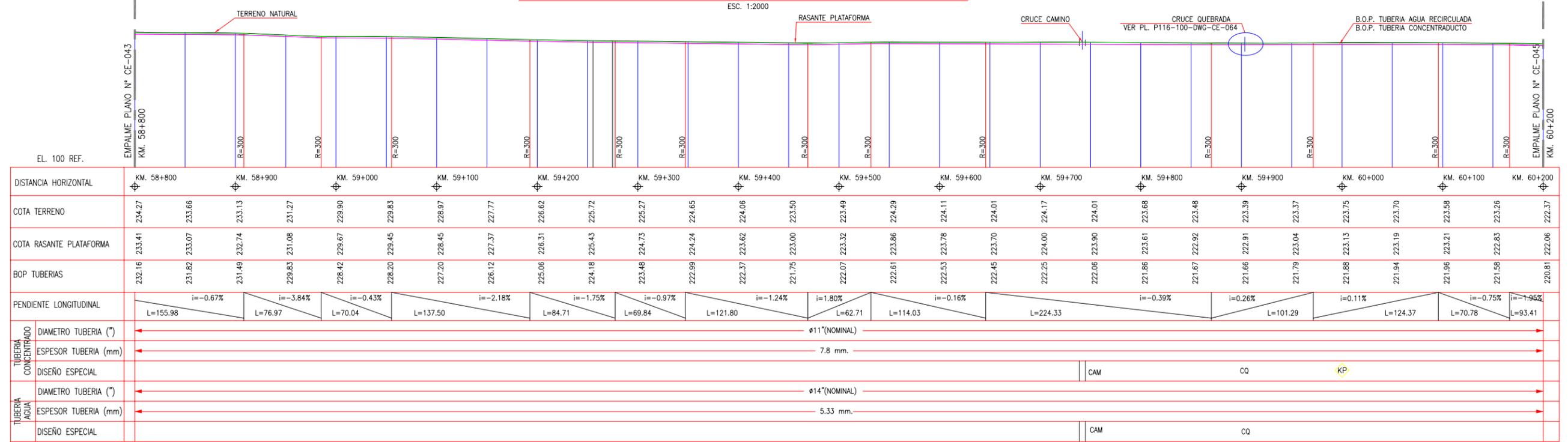
DIBUJO		FECHA	
PROYECTO		PROY. CMP No. :	
		PLANO No. :	
COORDINADOR			
JEFE PROYECTO Hiero Atacama	Pablo Cabezas		

REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA	REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA	REFERENCIAS	PLANO No.	TITULO
	△							△						
△	1	APROBADO PARA DISEÑO	J.E.	H.A.	17.06.08	△								
△	2	EMITIDO PARA REVISION CLIENTE	J.E.	H.A.	05.03.08	△								
△	3	EMITIDO PARA REVISION INTERNA	J.E.	H.A.	23.01.08	△								



PLANTA TRAZADO KM. 58+800 A KM. 60+200

ESC. 1:2000



PERFIL LONGITUDINAL

ESC. 1:2000

Simbología

+	+	+
---	---	---

CMP COMPAÑIA MINERA DEL PACIFICO S.A.
PROYECTO HIERRO ATACAMA FASE II
CERRO NEGRO NORTE

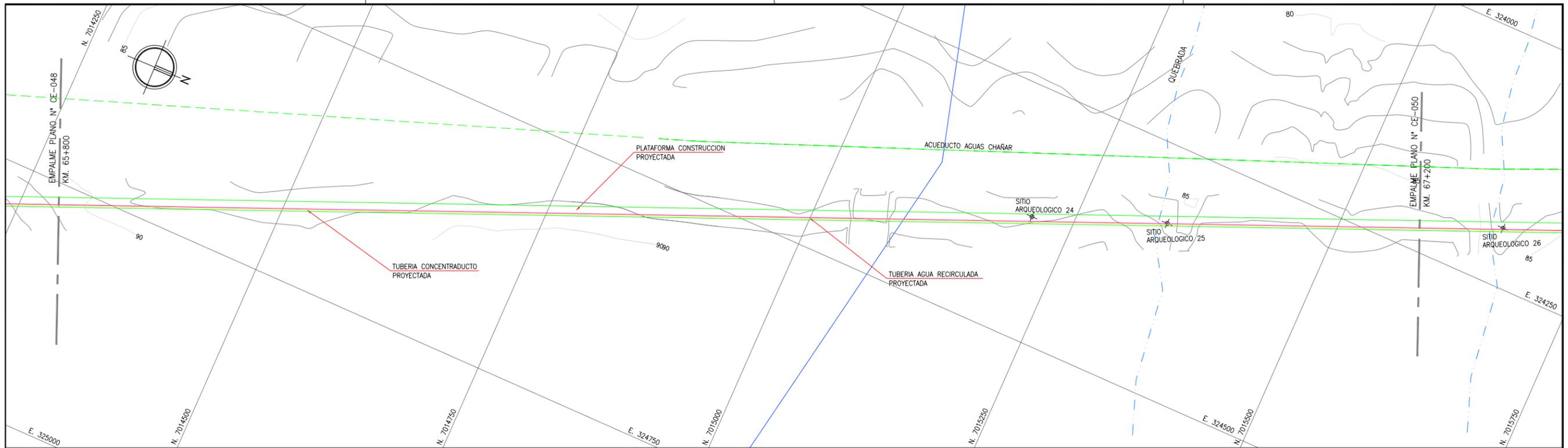
TITULO :
INGENIERIA BASICA
CONCENTRADUCTO - SUMINISTRO DE AGUA
TRAZADOS
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
KM 58+800 AL 60+200

psi JRI

DIBUJO	O. Basquez	ESCALA	1:2000
PROYECTO	M. Basquez	PROYECTO No. :	P-116
REVISO	J. Estay	PLANO No.	
APROB. 1	H. Andrade		
APROB. 2			

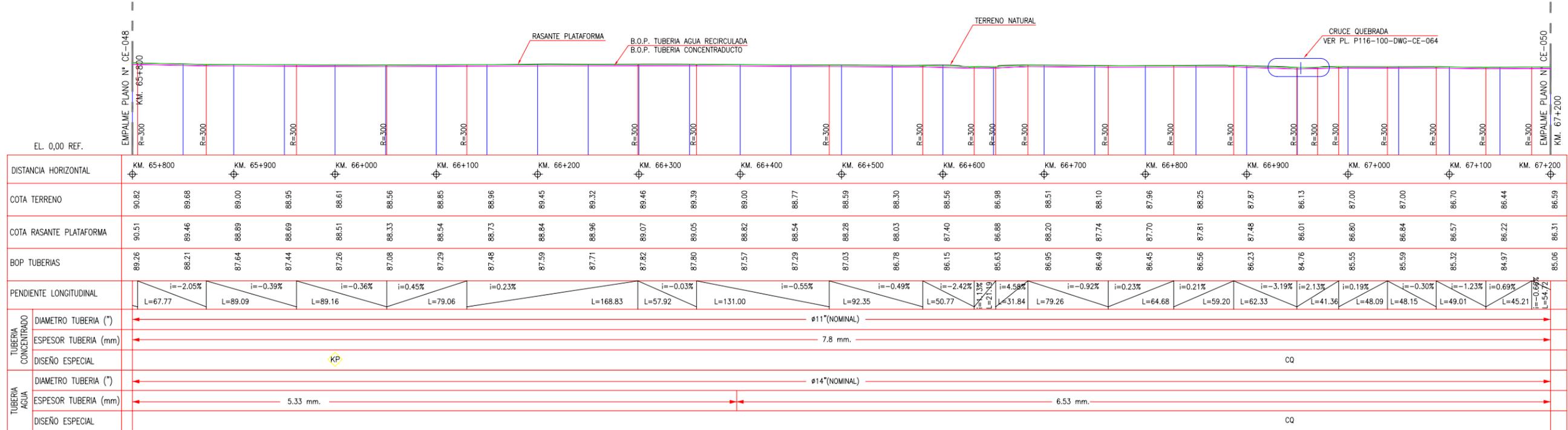
DIBUJO		FECHA	
PROYECTO		PROY. CMP No. :	
COORDINADOR		PLANO No.	
JEFE PROYECTO	Pablo Cabezas		

REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA	REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA	REFERENCIAS	PLANO No.	TITULO
	△							△						
△	1	APROBADO PARA DISEÑO	J.E.	H.A.	17.06.08	△								
△	2	EMITIDO PARA REVISION CLIENTE	J.E.	H.A.	05.03.08	△								
△	3	EMITIDO PARA REVISION INTERNA	J.E.	H.A.	27.02.08	△								



PLANTA TRAZADO KM. 65+800 A KM. 67+200

ESC. 1:2000



PERFIL LONGITUDINAL

ESC. 1:2000

LEYENDA
 CAM : CRUCE DE CAMINO.
 CQ : CRUCE DE QUEBRADA.
 CCA : CRUCE DE CANAL.
 * : POSTES.
 + : SITIO ARQUEOLOGICO.

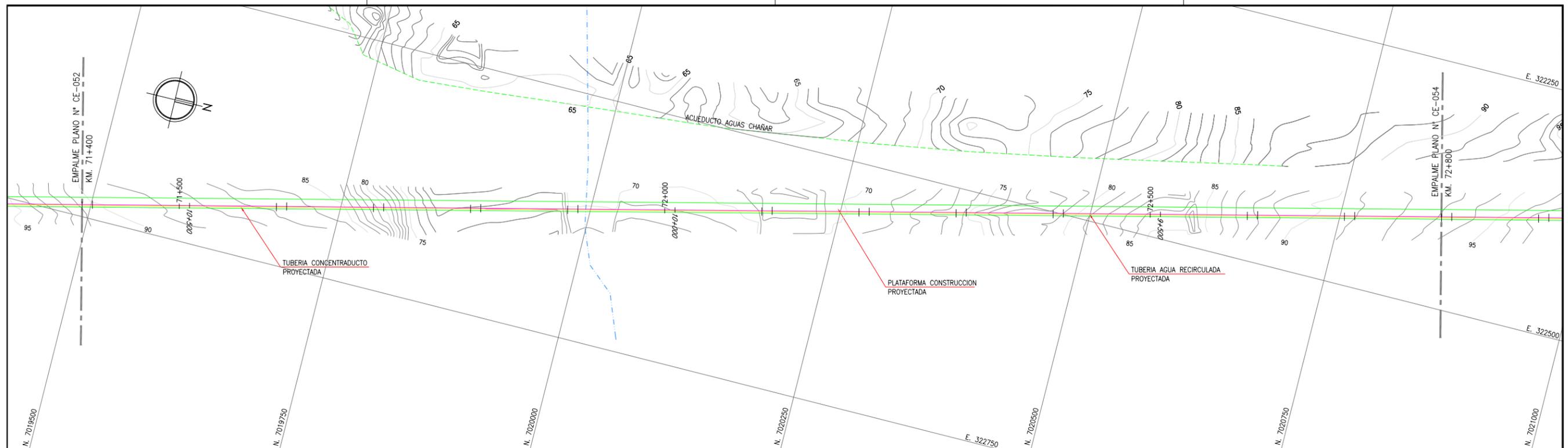
1+000 KM TUBERIA DE CONCENTRADO
 1+000 KM TUBERIA DE AGUA RECIRCULADA

CMP COMPAÑIA MINERA DEL PACIFICO S.A.
 PROYECTO HIERRO ATACAMA FASE II
 CERRO NEGRO NORTE

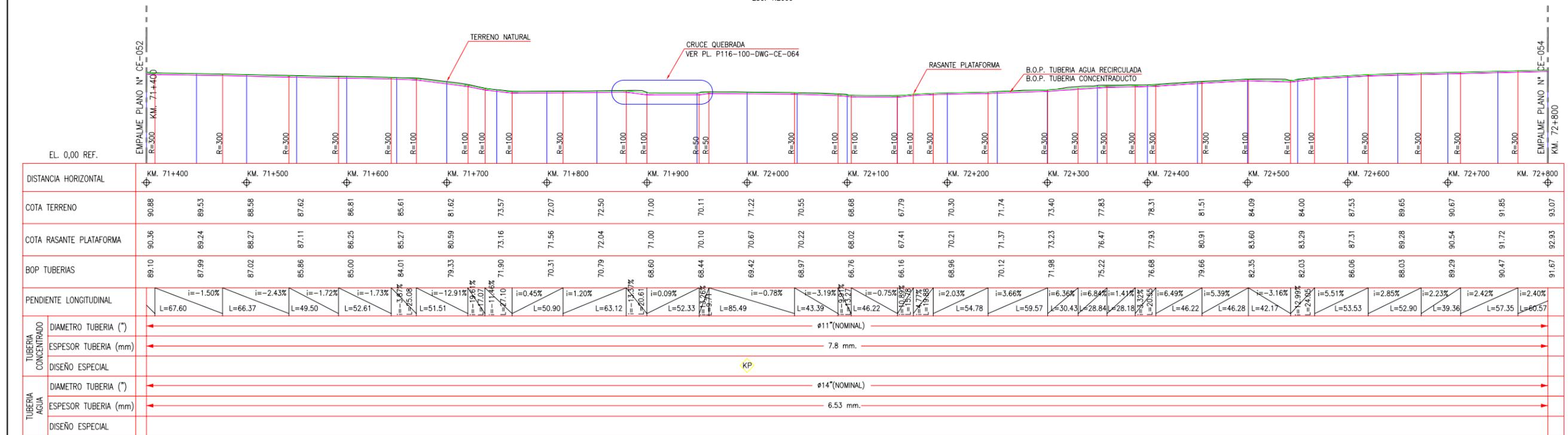
TITULO :
INGENIERIA BASICA
CONCENTRADUCTO - SUMINISTRO DE AGUA
TRAZADOS
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
KM 65+800 AL 67+200



REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA	REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA	REFERENCIAS	PLANO No.	TITULO	DIBUJO	O. Basquez	ESCALA	1:2000	DIBUJO	FECHA
	APROBADO PARA DISEÑO	J.E.	H.A.	17.06.08																
EMITIDO PARA REVISION CLIENTE	J.E.	H.A.	05.03.08																	
EMITIDO PARA REVISION INTERNA	J.E.	H.A.	27.02.08																	



PLANTA TRAZADO KM. 71+400 A KM. 72+800
ESC. 1:2000



PERFIL LONGITUDINAL
ESC. 1:2000



CMP COMPAÑIA MINERA DEL PACIFICO S.A.
PROYECTO HIERRO ATACAMA FASE II
CERRO NEGRO NORTE

TITULO :
INGENIERIA BASICA
CONCENTRADO - SUMINISTRO DE AGUA
TRAZADOS
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
KM 71+400 AL 72+800

psi JRI

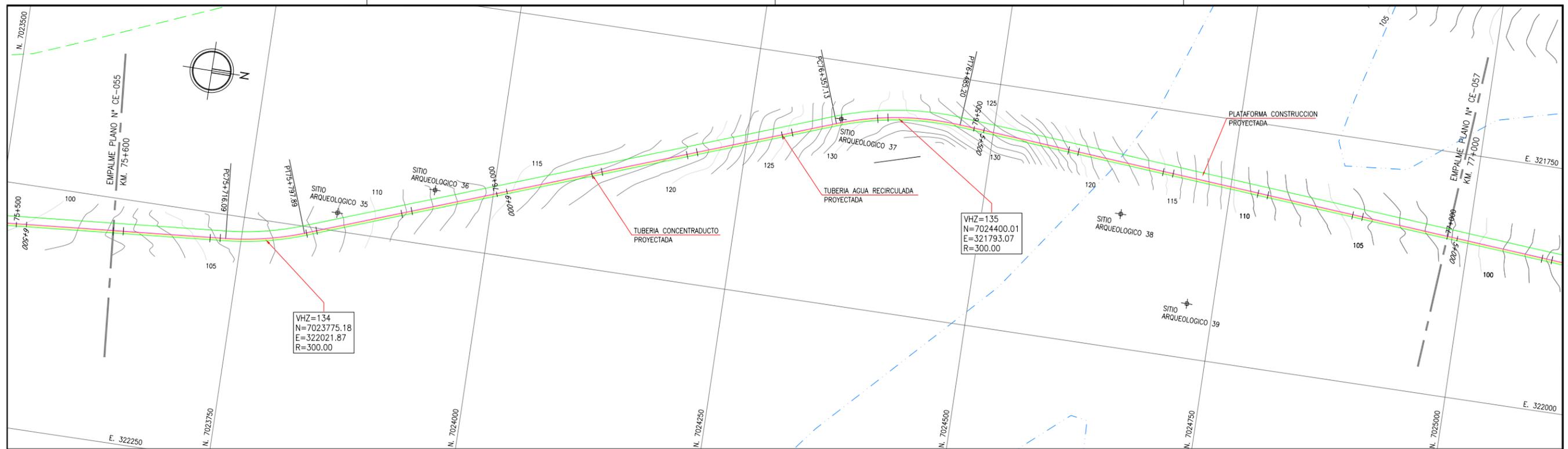
DIBUJO	O. Basquez	ESCALA	1:2000
PROYECTO	M. Basquez	PROYECTO No. :	P-116
REVISO	J. Estay	PLANO No. :	
APROB. 1	H. Andrade		
APROB. 2			

REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA
△					
△					
△					
△	1	APROBADO PARA DISEÑO	J.E.	H.A.	17.06.08
△	2	EMITIDO PARA REVISION CLIENTE	J.E.	H.A.	05.03.08
△	3	EMITIDO PARA REVISION INTERNA	J.E.	H.A.	27.02.08

REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA
△					
△					
△					
△					
△					

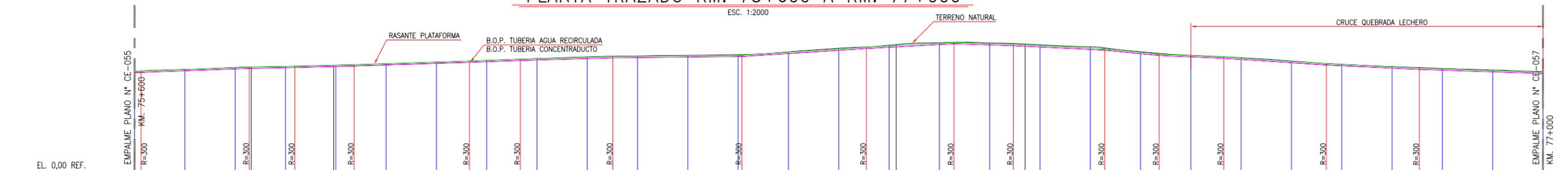
REFERENCIAS	PLANO No.	TITULO

DIBUJO	FECHA
PROYECTO	PROY. CMP No. :
	PLANO No.
COORDINADOR	
JEFE PROYECTO Hiero Atacama	Pablo Cabezas



PLANTA TRAZADO KM. 75+600 A KM. 77+000

ESC. 1:2000



DISTANCIA HORIZONTAL	KM. 75+600	KM. 75+700	KM. 75+800	KM. 75+900	KM. 76+000	KM. 76+100	KM. 76+200	KM. 76+300	KM. 76+400	KM. 76+500	KM. 76+600	KM. 76+700	KM. 76+800	KM. 76+900	KM. 77+000																	
COTA TERRENO	102.09	103.67	105.67	106.66	107.81	109.30	110.94	112.62	114.44	116.08	117.01	117.67	118.35	124.59	127.61	130.11	129.86	128.01	126.01	121.17	117.61	115.25	111.99	108.73	106.51	104.63	103.05	101.38				
COTA RASANTE PLATAFORMA	101.96	103.62	105.47	106.67	107.87	109.34	110.94	112.59	114.26	115.71	116.71	117.25	117.82	120.75	123.90	126.89	129.70	129.27	127.16	124.73	120.59	117.40	114.81	111.55	108.59	106.26	104.23	102.55	100.88			
BOP TUBERIAS	100.72	102.37	104.22	105.42	106.62	108.09	109.69	111.34	113.01	114.46	115.46	116.00	117.25	118.56	119.50	120.75	122.65	125.64	128.45	129.70	128.02	125.91	123.48	119.33	116.15	113.56	110.30	107.33	105.01	102.98	101.30	99.63
PENDIENTE LONGITUDINAL	i=3.70% L=107.69		i=1.89% L=45.18		i=2.52% L=59.00		i=3.19% L=114.68		i=3.55% L=50.61		i=2.90% L=91.92		i=1.07% L=128.26		i=6.30% L=123.77		i=5.61% L=87.01		i=-3.49% L=58.98		i=-4.86% L=90.70		i=-9.64% L=54.10		i=-4.48% L=64.27		i=-6.51% L=102.05		i=-4.65% L=92.39		i=-3.36% L=191.49	
TUBERIA CONCENTRADO	DIAMETRO TUBERIA (")																Ø11"(NOMINAL)															
	ESPESOR TUBERIA (mm)																7.8 mm.															
	DISEÑO ESPECIAL																CQ															
TUBERIA AGUA	DIAMETRO TUBERIA (")																Ø14"(NOMINAL)															
	ESPESOR TUBERIA (mm)																6.53 mm.															
	DISEÑO ESPECIAL																CQ															

PERFIL LONGITUDINAL

ESC. 1:2000



CMP COMPAÑIA MINERA DEL PACIFICO S.A.
PROYECTO HIERRO ATACAMA FASE II
CERRO NEGRO NORTE

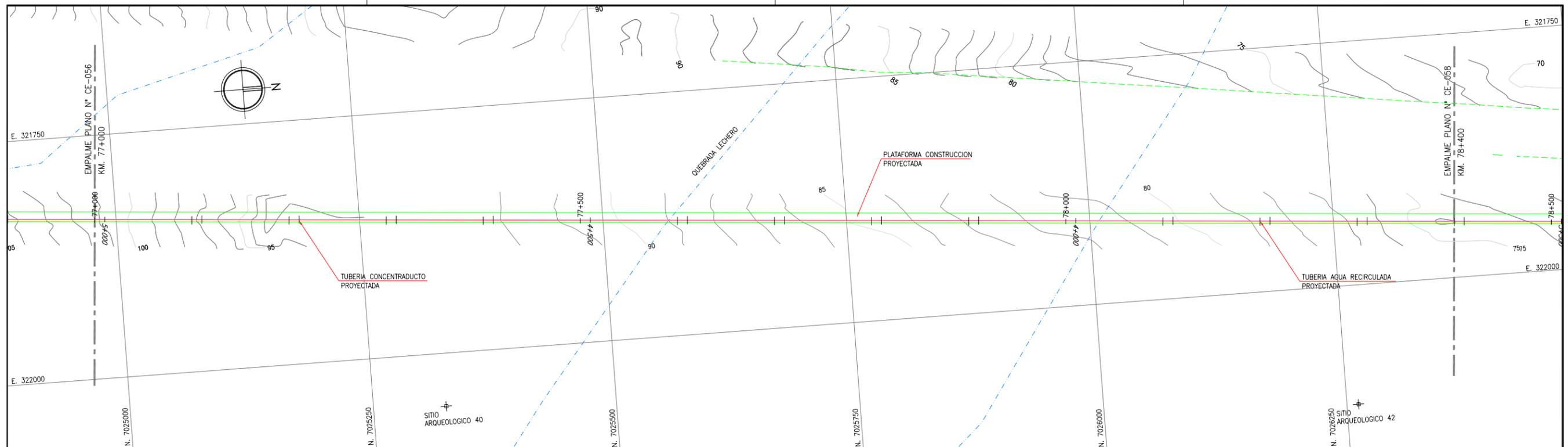
TITULO :
**INGENIERIA BASICA
CONCENTRADO - SUMINISTRO DE AGUA
TRAZADOS
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
KM 75+600 AL 77+000**

psi JRI

DIBUJO	O. Basoaz	ESCALA	1:2000
PROYECTO	M. Basoaz	PROYECTO No. :	P-116
REVISO	J. Estay	PLANO No. :	
APROB. 1	H. Andrade		
APROB. 2			

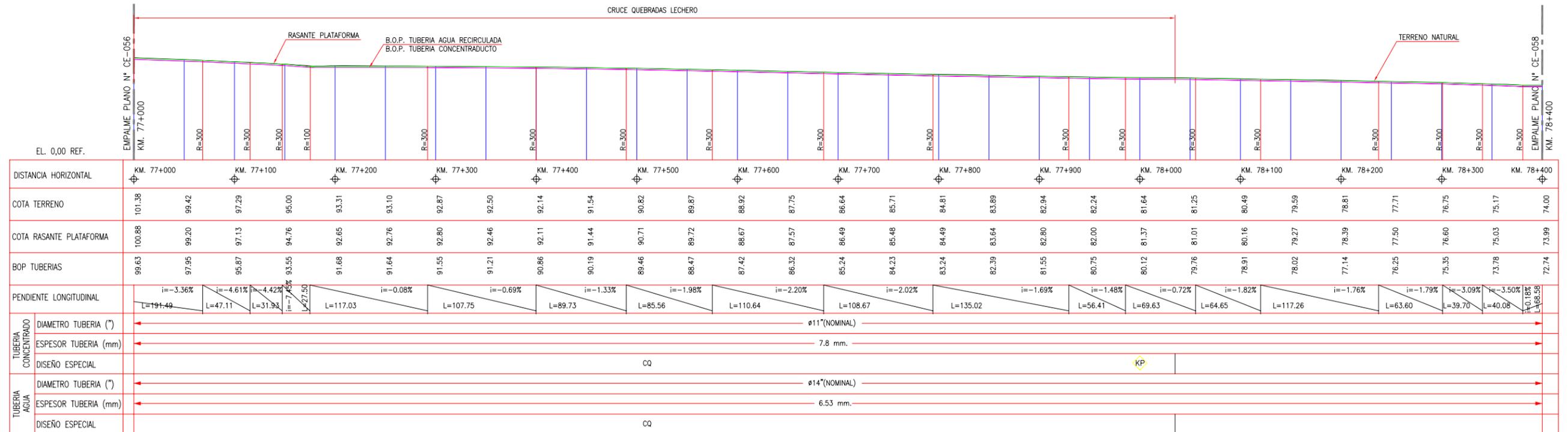
DIBUJO		FECHA	
PROYECTO		PROY. CMP No. :	
COORDINADOR		PLANO No. :	
JEFE PROYECTO Hiero Atacama	Pablo Cabezas	REV.	0

REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA	REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA
▲						▲					
▲						▲					
▲						▲					
▲		APROBADO PARA DISEÑO	J.E.	H.A.	17.06.08	▲					
▲		EMITIDO PARA REVISION CLIENTE	J.E.	H.A.	05.03.08	▲					
▲		EMITIDO PARA REVISION INTERNA	J.E.	H.A.	27.02.08	▲					



PLANTA TRAZADO KM. 77+000 A KM. 78+400

ESC. 1:2000



PERFIL LONGITUDINAL

ESC. 1:2000



CMP COMPAÑIA MINERA DEL PACIFICO S.A.
PROYECTO HIERRO ATACAMA FASE II
CERRO NEGRO NORTE

TITULO :
**INGENIERIA BASICA
CONCENTRADO - SUMINISTRO DE AGUA
TRAZADOS
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
KM 77+000 AL 78+400**

psi JRI

DIBUJO	O. Basoaz	ESCALA	1:2000
PROYECTO	M. Basoaz	PROYECTO No. :	P-116
REVISO	J. Estay	PLANO No.	
APROB. 1	H. Andrade		
APROB. 2			

REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA	REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA	REFERENCIAS	PLANO No.	TITULO
	1	APROBADO PARA DISEÑO	J.E.	H.A.	17.06.08		1							
2	EMITIDO PARA REVISION CLIENTE	J.E.	H.A.	05.03.08	2									
3	EMITIDO PARA REVISION INTERNA	J.E.	H.A.	27.02.08	3									

DIBUJO		FECHA	
PROYECTO		PROY. CMP No. :	
		PLANO No.	
JEFE PROYECTO Hiero Atacama	Pablo Cabezas		



PLANTA TRAZADO KM. 78+400 A KM. 79+800

ESC. 1:2000

DISTANCIA HORIZONTAL	RASANTE PLATAFORMA															TERRENO NATURAL																
	KM. 78+400	78+500	78+600	78+700	78+800	78+900	79+000	79+100	79+200	79+300	79+400	79+500	79+600	79+700	79+800	KM. 78+400	78+500	78+600	78+700	78+800	78+900	79+000	79+100	79+200	79+300	79+400	79+500	79+600	79+700	79+800		
COTA TERRENO	74.00	74.31	73.72	72.84	71.74	71.00	69.90	69.57	69.19	69.02	68.76	68.79	68.65	69.46	69.49	69.47	68.99	68.81	69.07	68.85	68.95	70.03	68.99	68.97	69.46	71.75	74.09	73.93	72.05	70.13		
COTA RASANTE PLATAFORMA	73.99	74.07	73.49	72.61	71.56	70.76	69.82	69.39	69.04	68.77	68.61	68.53	68.63	68.90	69.20	69.00	68.83	68.70	68.85	68.81	68.94	68.94	68.93	68.80	69.36	71.46	73.42	73.80	71.67	69.58		
BOP TUBERIAS	72.74	72.82	72.24	71.36	70.31	69.51	68.57	68.14	67.79	67.52	67.36	67.28	67.38	67.65	67.95	67.75	67.58	67.45	67.60	67.56	68.69	68.69	67.39	67.55	68.11	70.21	72.17	72.55	70.42	68.33		
PENDIENTE LONGITUDINAL	i=0.18% L=68.58	i=-1.16% L=51.28	i=-1.70% L=43.85	i=-2.31% L=41.38	i=-1.58% L=63.38	i=-2.52% L=31.17	L=90.60	i=-0.86% L=64.05	i=-0.61% L=99.44	i=-0.32% L=87.52	i=0.19% L=87.52	i=0.80% L=69.54	i=-0.39% L=95.84	i=-0.26% L=73.56	i=0.47% L=59.46	i=-0.46% L=48.08	i=-0.22% L=30.39	i=-3.72% L=34.31	i=-0.02% L=30.11	i=0.63% L=54.45	i=1.77% L=34.94	i=5.15% L=45.62	i=3.74% L=39.90	i=0.72% L=34.52	i=0.68% L=25.75	i=-5.58% L=37.23	i=-4.18% L=77.16					
TUBERIA CONCENTRADO	Ø11"(NOMINAL)																Ø11"(NOMINAL)															
	7.8 mm.																7.8 mm.															
	CQ																CQ															
TUBERIA AGUA	Ø14"(NOMINAL)																Ø14"(NOMINAL)															
	6.53 mm.																6.53 mm.															
	CQ																CQ															

PERFIL LONGITUDINAL

ESC. 1:2000



CMP COMPAÑIA MINERA DEL PACIFICO S.A.
PROYECTO HIERRO ATACAMA FASE II
CERRO NEGRO NORTE

TITULO :
**INGENIERIA BASICA
CONCENTRADO - SUMINISTRO DE AGUA
TRAZADOS
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
KM 78+400 AL 79+800**

psi JRI

DIBUJO	O. Basoaz	ESCALA	1:2000
PROYECTO	M. Basoaz	PROYECTO No. :	P-116
REVISO	J. Estay	PLANO No. :	
APROB. 1	H. Andrade		
APROB. 2			

DIBUJO		FECHA	
PROYECTO		PROY. CMP No. :	
COORDINADOR		PLANO No. :	
JEFE PROYECTO Hiero Atacama	Pablo Cabezas	REV.	0

REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA	REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA	REFERENCIAS	PLANO No.	TITULO
	△							△						
△	1	APROBADO PARA DISEÑO	J.E.	H.A.	17.06.08	△								
△	2	EMITIDO PARA REVISION CLIENTE	J.E.	H.A.	05.03.08	△								
△	3	EMITIDO PARA REVISION INTERNA	J.E.	H.A.	27.02.08	△								

1.4 PERFIL TRANSVERSAL DE LA SECCIÓN TÍPICA Y DE LA SECCIÓN CRÍTICA DEL CAUCE A MODIFICAR

El perfil transversal se muestra en los planos de sección longitudinal, planta y detalles de los cruces típicos de quebrada del Proyecto Cerro Negro Norte; los cuales se presentan en el siguiente acápite.

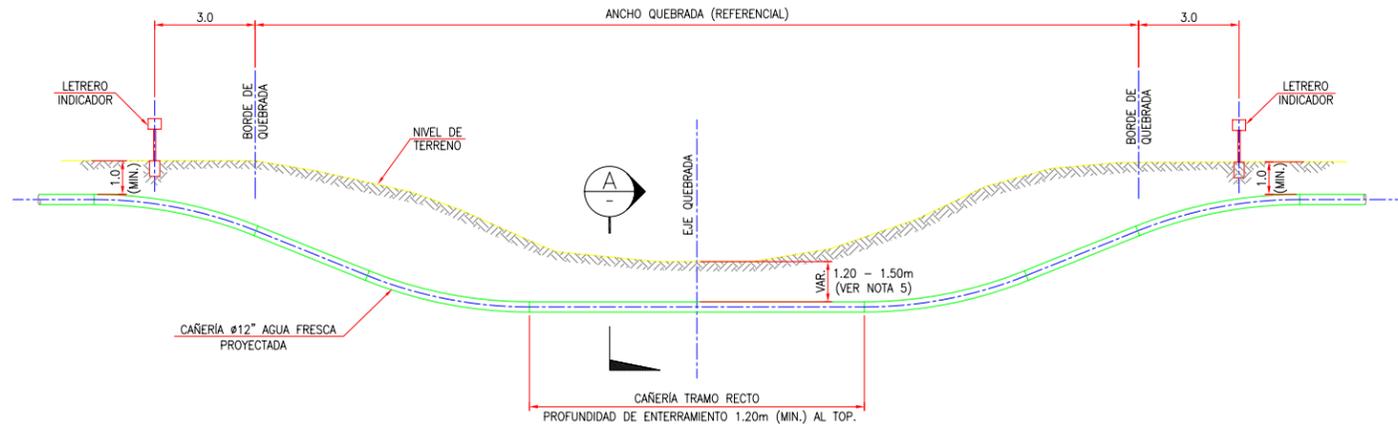
1.5 PERFIL TRANSVERSAL DE LA SECCIÓN TÍPICA Y DE LA SECCIÓN CRÍTICA DEL CAUCE PROYECTADO

El perfil transversal se muestra en los planos de sección longitudinal, planta y detalles de los cruces típicos de quebrada del Proyecto Cerro Negro Norte; los cuales se presenta a continuación.

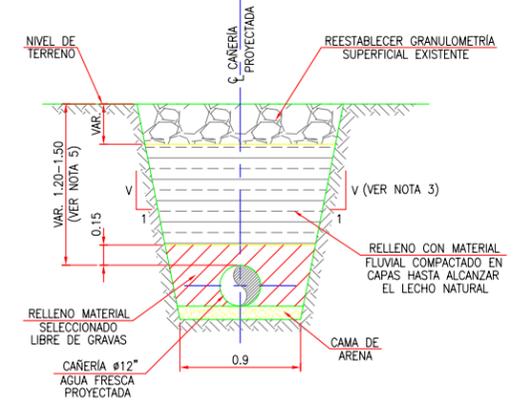
En detalle:

P116-200-DWG-CE-027 Cruces Típicos Secciones y Detalles – Acueducto

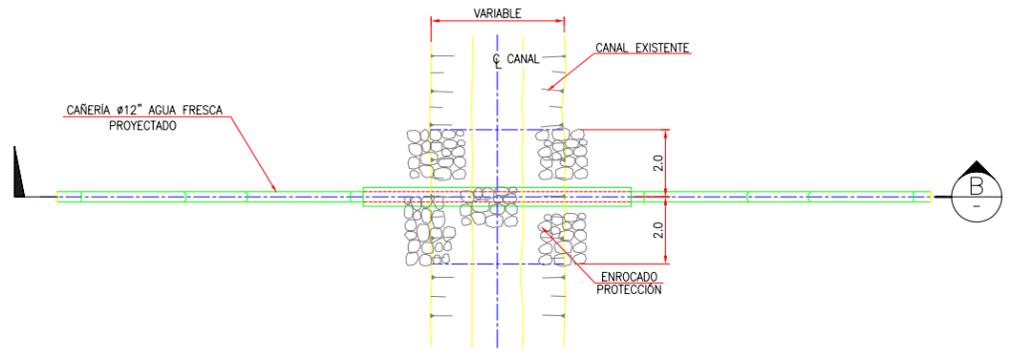
P116-100-DWG-CE-064 Cruces Típicos Secciones y Detalles – Concentraducto



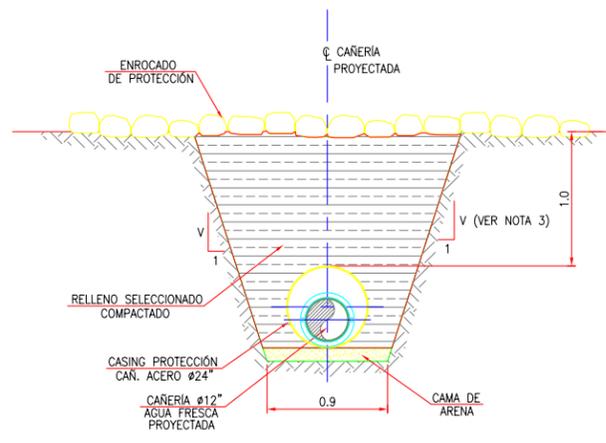
SECCIÓN LONGITUDINAL CRUCE DE QUEBRADA
ESC. 1:100



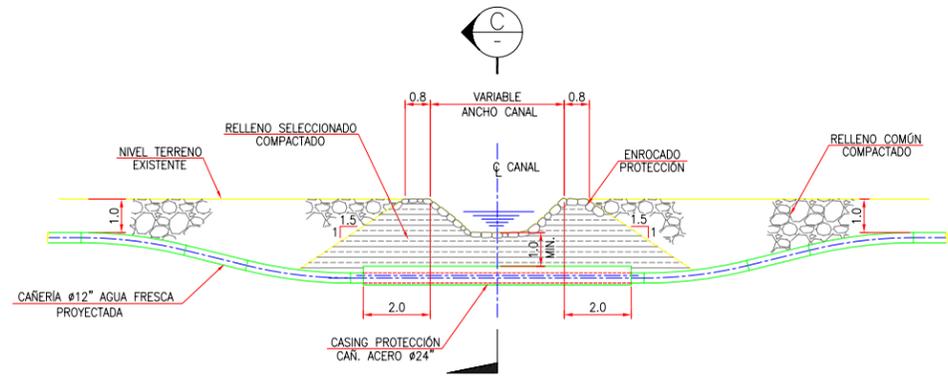
SECCION A
1:25



PLANTA CRUCE CANAL
ESC. 1:100



SECCION C
1:25



SECCION B
1:100

- NOTAS
- 1.- DIMENSIONES Y ELEVACIONES EN m. (S.I.C.)
 - 2.- ENTERRAMIENTOS MÍNIMOS
CRUCE DE CAMINO = 1.2 m.
PARALELISMO CON CAMINO EXISTENTE = 1.2 m.
OTROS MÍNIMO = 0.8 m.
 - 3.- VERIFICAR TALUDES SEGÚN INFORME MECÁNICA DE SUELOS N° 3319-0000-REP-GE-001 CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA PARA EL CONCENTRADUCTO, LÍNEAS DE AGUA FRESCA Y ESTACIONES
 - 4.- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON DOC. P116-200-CRT-CE-002 CRITERIOS DE DISEÑO TRAZADO CONCENTRADUCTO
 - 5.- SE DEBE VERIFICAR EL SOCAMIENTO MÁXIMO PARA TODOS LOS CRUCES DE QUEBRADAS, VER DOC. N° P116-100-MEM-HI-001.

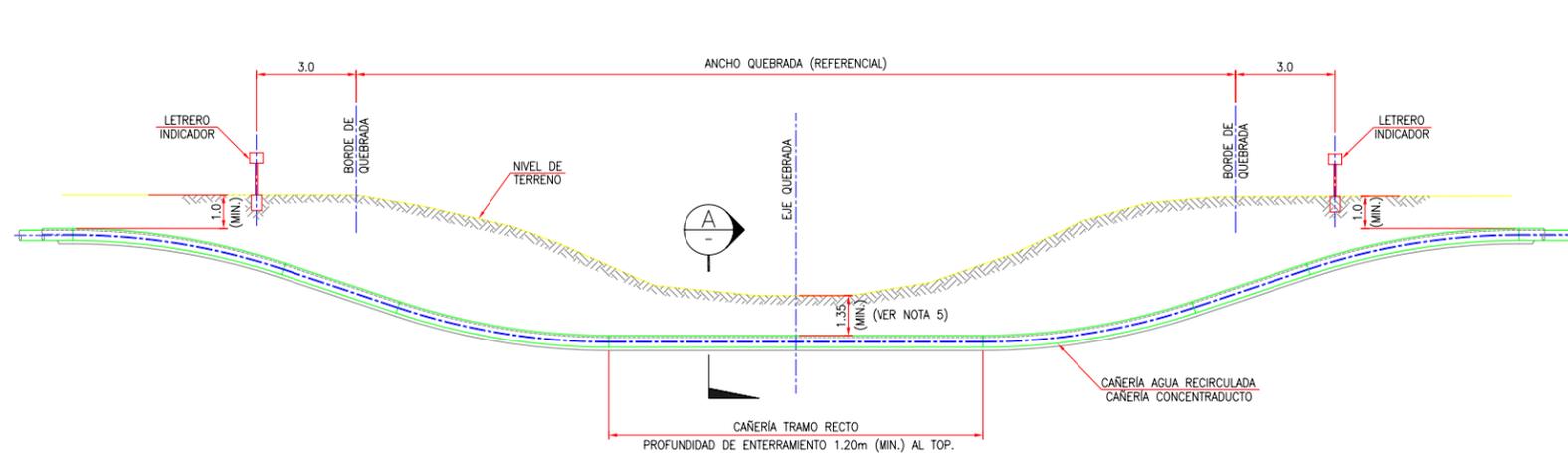
CMP COMPAÑÍA MINERA DEL PACÍFICO S.A.
PROYECTO HIERRO ATACAMA FASE II
CERRO NEGRO NORTE

TÍTULO :
**INGENIERÍA BÁSICA
SUMINISTRO DE AGUA
PLANOS ESTANDARES
CRUCES TÍPICOS
SECCIONES Y DETALLES**

psi JRI

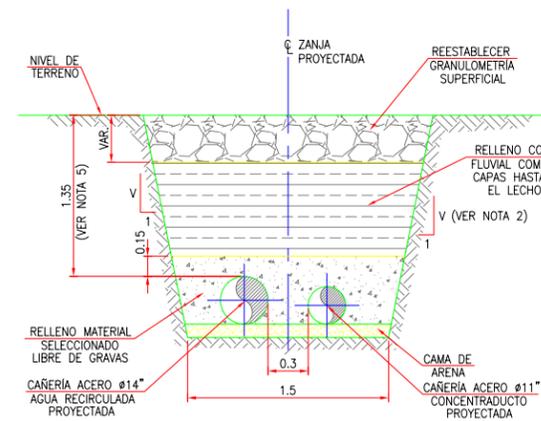
DIBUJO	C. Aranda	ESCALA	INDICADA
PROYECTO	C. Aranda	PROYECTO No. :	P-116
REVISO	J. Estay	PLANO No.	
APROB. 1	H. Andrade	P116-200-DWG-CE-027	REV. 0
APROB. 2			

REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA	REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA	REFERENCIAS	PLANO No.	TITULO
	▲							▲						
▲						▲								
▲						▲								
▲		EMITIDO PARA DISEÑO	J.E.	H.A.	13.06.08	▲								
▲		EMITIDO PARA REVISION CLIENTE	J.E.	H.A.	29.02.08	▲								
▲		EMITIDO PARA REVISION INTERNA	J.E.	H.A.	26.02.08	▲								



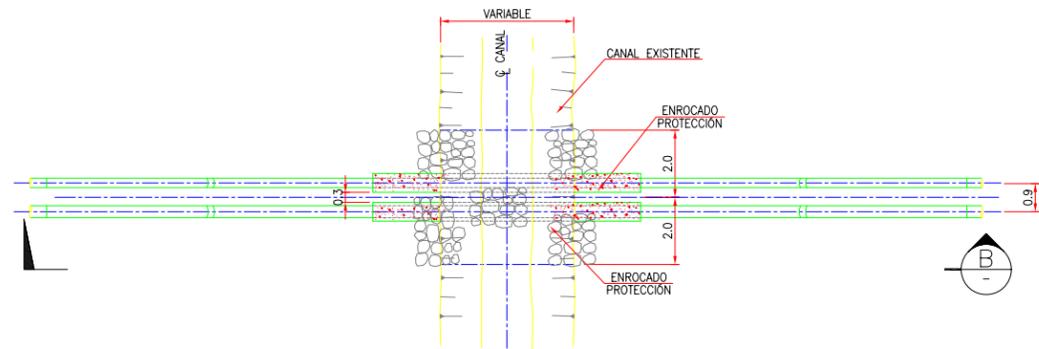
SECCIÓN LONGITUDINAL CRUCE DE QUEBRADA

ESC. 1:100



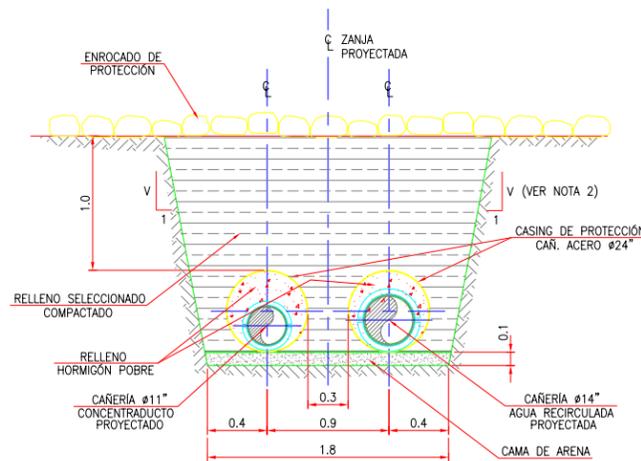
SECCION A

1:25



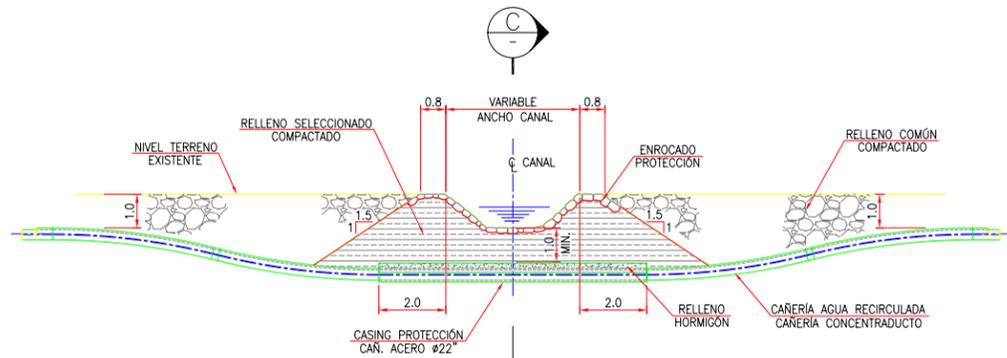
PLANTA CRUCE CANAL

ESC. 1:100



SECCION C

1:25



SECCION B

1:100

NOTAS

- 1.- DIMENSIONES Y ELEVACIONES EN M. (S.I.C.)
- 2.- VERIFICAR TALUDES SEGÚN INFORME MECÁNICA DE SUELOS N° 3319-0000-REP-GE-001 CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA PARA EL CONCENTRADUCTO, LÍNEAS DE AGUA FRESCA Y ESTACIONES
- 3.- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON DOC. P116-300-CRT-GE-002 CRITERIOS DE DISEÑO TRAZADO CONCENTRADUCTO
- 4.- PARA DEFINICIÓN DE TALUDES POR TRAMO Y DEFINICIÓN DEL MÉTODO DE EXCAVACIÓN, VER DOC P116-300-CUB-GE-002
- 5.- SE DEBE VERIFICAR EL SOCAVAMIENTO MÁXIMO PARA TODOS LOS CRUCES DE QUEBRADAS, VER DOC. P116-100-MEM-HI-001



COMPAÑÍA MINERA DEL PACÍFICO S.A.
PROYECTO HIERRO ATACAMA FASE II
CERRO NEGRO NORTE

TÍTULO :

INGENIERÍA BÁSICA
CONCENTRADUCTO
PLANOS ESTANDARES
CRUCES TÍPICOS
SECCIONES Y DETALLES



REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA	REVISIONES	No.	DESCRIPCION	REVISO	APROBO	FECHA	REFERENCIAS	PLANO No.	TITULO	DIBUJO	C. ARANDA	ESCALA	INDICADA	DIBUJO	FECHA
	PROYECTO	C. ARANDA	PROYECTO No. :	P-116	PROYECTO		PROY. CMP No. :	PLANO No.	REV.	COORDINADOR	PLANO No.		REV.	JEFE PROYECTO	Hierro Atacama	Pablo Cabezas	PLANO No.	REV.		
▲						▲														
▲						▲														
▲		APROBADO PARA DISEÑO	J.E.	H.A.	26.03.08	▲														
▲		EMITIDO PARA REVISIÓN CLIENTE	J.E.	H.A.	07.03.08	▲														
▲		EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA	J.E.	H.A.	FEB. 08	▲														

1.6 OBRAS DE ARTE, SI LAS HUBIERA, EN EL TRAMO A MODIFICAR

No se han identificado obras de arte existentes en el trazado del acueducto y concentraducto del Proyecto Cerro Negro Norte.

1.7 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PROYECTADAS

Los cruces de quebradas se efectuarán por medio de zanja, ésta tendrá una cubierta mínima de 1,2 metros sobre el top de la tubería y bajo el nivel de socavación.

En el tramo del concentraducto denominado Estación de Cabeza km 0+000 a Estación Disipadora N°1 km 26+600 y en el tramo del acueducto denominado Estación de Bombeo N°3 km 26+600 a Sector mina Cerro Negro km 0+000; se realizará el cruce de seis quebradas.

En el tramo del concentraducto denominado Estación Disipadora N° 1 km 26+600 a Estación Disipadora N° 2 km 53+000 y en el tramo del acueducto denominado Estación de Bombeo N°2 km 46+750 a Estación de Bombeo N° 3 km 26+600; se deberá realizar el cruce de una quebrada.

En el tramo del concentraducto denominado Estación Disipadora N°2 km 53+000 a Estación Disipadora Terminal km 81+986 y en el tramo del acueducto denominado Puerto Punta Totalillo km 81+986 a Estación de Bombeo N°2 km 46+750 se deberá realizar el cruce con la quebrada Lechero, la quebrada Pajonales, y con cinco quebradas más pequeñas.

1.8 MEMORIA TÉCNICA QUE CONTENGA LOS CÁLCULOS HIDRÁULICOS NECESARIOS, INCLUYENDO, A LO MENOS, EL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD MÁXIMA QUE POSEE EL CAUCE SIN LA MODIFICACIÓN Y EL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD MÁXIMA DEL CAUCE MODIFICADO

A continuación, se presenta el documento Estudio Hidrológico – Fluvial Preliminar de Quebradas Relevantes del Proyecto Cerro Negro Norte, el cual contiene los criterios de diseño y bases de cálculos, y el análisis hidrológico e hidráulico fluvial de quebradas relevantes para el acueducto y concentraducto.



COMPAÑIA MINERA DEL PACÍFICO

**PROYECTO HIERRO ATACAMA FASE II
CERRO NEGRO NORTE**

CONCENTRADUCTO Y SUMINISTRO DE AGUA

**ESTUDIO HIDROLÓGICO – FLUVIAL PRELIMINAR DE QUEBRADAS
RELEVANTES**

DISCIPLINA PROCESOS / HIDRÁULICA

P116-100-MEM-HI-001

0	25/06/2008	Paquete Técnico	D. A./F.G./F.P	H. Buzeta / H. Bonomelli	H. Andrade	
B	22/02/2008	Revisión Cliente	D. A./F.G./F.P	H. Buzeta / H. Bonomelli	H. Andrade	
A	05/02/2008	Revisión Interna	D. A./F.G./F.P	H. Buzeta / H. Bonomelli	H. Andrade	
Rev.	Fecha	Revisión	Por	Revisado por	PJ Aprobación	CMP Aprobación

TABLA DE CONTENIDOS

1.0	INTRODUCCIÓN	1
2.0	LÍMITE DE BATERÍA.....	2
3.0	ANTECEDENTES.....	2
4.0	ÁREA DE ACCIÓN DEL PROYECTO Y TRAZADOS PROYECTADOS.....	3
5.0	CRITERIOS DE DISEÑO Y BASES DE CÁLCULO	5
5.1	Determinación de la Escorrentía Superficial (Q _{máximos} - instantáneos).....	5
5.1.1	Método DGA-AC para Crecidas Pluviales	5
5.1.2	Método de Verni y King Modificado.....	6
5.1.3	Método Racional Modificado.....	6
5.2	Estudio de Socavaciones.....	7
6.0	ANÁLISIS HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO FLUVIAL DE QUEBRADAS RELEVANTES	7
6.1	Identificación de Quebradas Relevantes.....	7
6.1.1	Quebradas Relevantes en el Trazado de la Impulsión de Agua Recuperada.....	7
6.1.2	Quebradas Relevantes en el Trazado de la Impulsión de Agua Fresca	7
6.2	Morfología de las Quebradas.....	7
6.2.1	Morfología de Quebradas (Impulsión de Agua Recuperada).....	7
6.2.2	Morfología de Quebradas (Impulsión de Agua Fresca).....	7
6.3	Análisis Hidrológico Preliminar.....	7
6.3.1	Precipitación de Diseño	7
6.3.2	Tiempos de Concentración.....	7
6.3.3	Caudal Máximo Instantáneo para Crecida de Diseño de 100 años....	7
6.4	Análisis Hidráulico – Fluvial Preliminar.....	7
6.4.1	Alturas de Escurrimiento	7
6.4.2	Cálculo de la Socavación	7
7.0	CONCLUSIONES.....	7
7.1	Impulsión de Agua Recuperada.....	7
7.1.1	Rendimiento de Quebradas Interferentes	7
7.1.2	Cálculo de la Socavación	7

7.2	Impulsión de Agua Fresca	7
7.2.1	Rendimiento de Quebradas Interferentes	7
7.2.2	Cálculo de la Socavación	7

ANEXOS

Anexo A: Imágenes Procesadas del Trazado de la Impulsión de Agua Recuperada.

1.0 INTRODUCCIÓN

Compañía Minera del Pacífico (**CMP**), ha solicitado a PSI-JRI Ingeniería Ltda. (**PJC**), el desarrollo de los servicios denominados “Ingeniería Básica Proyecto Hierro Atacama Fase II – Concentraducto y Suministro de Agua Fresca”. En particular, los servicios de ingeniería contratados consideran el desarrollo de:

- i) Ingeniería Básica para un concentraducto de aproximadamente 80 kilómetros de longitud, que transportará un tonelaje nominal de 4,0 millones de toneladas secas año de concentrado de hierro, desde la Mina Cerro Negro Norte de CMP hasta instalaciones portuarias propias ubicadas en Punta Totalillo, aproximadamente 25 km al norte de Caldera, en la III Región.
- ii) Ingeniería Básica del sistema de suministro de agua fresca hacia la Planta Cerro Negro, considerando impulsión de agua recirculada desde el Puerto Totalillo hasta la Planta, con un trazado de aproximadamente 80 km de longitud, que se complementa o se alterna con la impulsión de agua fresca desde pozos en el sector de la Hacienda Toledo (sector Chamonate del valle del río Copiapó).

El presente documento tiene por objetivo mostrar el estudio de socavación general del fondo del cauce de quebradas que interceptan los trazados proyectados del Concentraducto, Impulsión de Agua Recuperada e Impulsión de Agua Fresca. El estudio está basado en análisis hidrológicos e hidráulicos fluviales preliminares, con los cuales se determina la socavación máxima del lecho que establece la profundidad mínima a la cual deben encontrarse la clave de los ductos.

2.0 LÍMITE DE BATERÍA

Los límites de batería del estudio son los siguientes:

- **Impulsión de Agua Fresca (Incluye Estaciones de Bombeo)**

Desde : Pozos en Valle del Río Copiapó.

Hasta : Flange de Alimentación de Estanque de Almacenamiento de Agua en Mina Cerro Negro Norte.

- **Concentraducto e Impulsión de Agua Recuperada (Incluye Estaciones de Bombeo)**

Desde : Estanque en Puerto Punta Totalillo

Hasta : Flange de Alimentación de Estanque de Almacenamiento de Agua en Mina Cerro Negro Norte

3.0 ANTECEDENTES

- Visita a terreno por **JRI** en la zona del trazado de Impulsión de Agua Fresca.
- “Estudio de Ingeniería Conceptual Concentraducto y Suministro de Agua Cerro Negro Norte”, BRASS Chile, Mayo de 2007.
- Precipitaciones máximas en 1, 2 y 3 días, Dirección General de Aguas, 1991.
- Cartas IGM, escala 1:50.000 de la zona del concentraducto e impulsión de agua recuperada (C-68, C-69, C-80 y C-81).
- Estudios anteriores de **JRI** en proyectos similares.

4.0 ÁREA DE ACCIÓN DEL PROYECTO Y TRAZADOS PROYECTADOS

El proyecto de ingeniería básica del Concentraducto e Impulsión Agua Recuperada, se desarrollará entre la planta de filtrado, ubicada en las cercanías del Puerto Punta Totalillo y la Mina Cerro Negro Norte (III Región de Atacama). En tanto, se proyecta que la línea de Agua Fresca (make – up) se desarrolle entre los pozos N° 1 y N° 2, ubicados en el sector de Chamonate (valle del río Copiapó) y la Mina Cerro Negro Norte. En las figuras siguientes se muestra la ubicación general del área de proyecto, y los trazados del concentraducto y las líneas de impulsión de agua fresca y agua recuperada.

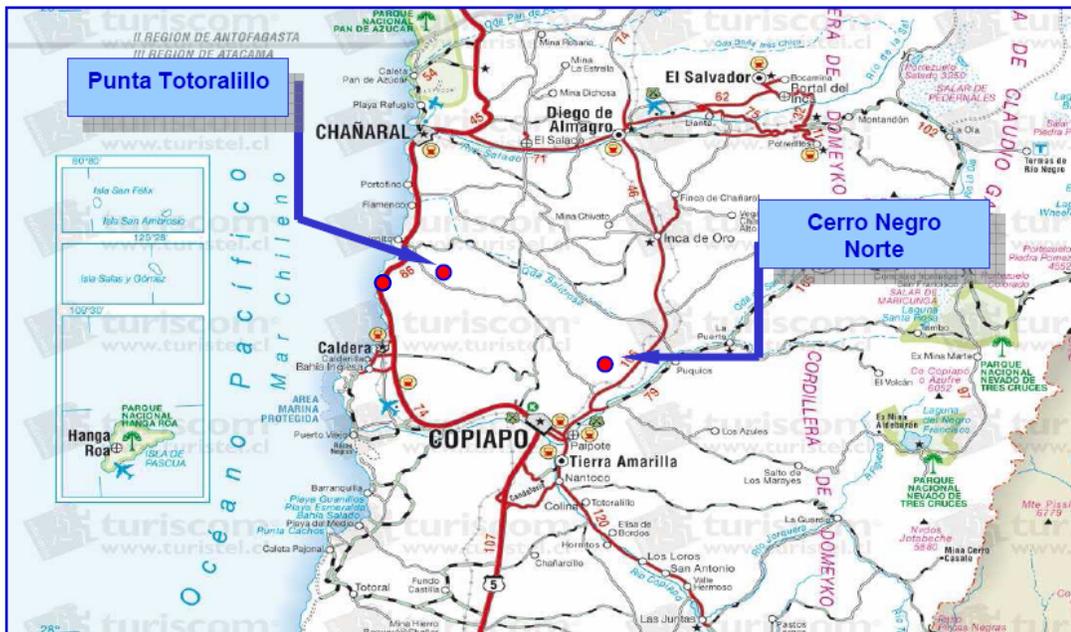


Figura 4-1 Plano de Ubicación General



Figura 4-2 Trazado Concentraducto e Impulsión Agua Recuperada



Figura 4-3 Trazado Impulsión Agua Fresca

5.0 CRITERIOS DE DISEÑO Y BASES DE CÁLCULO

5.1 Determinación de la Escorrentía Superficial (Qmáximos - instantáneos)

Para la estimación de los caudales de las cuencas en estudio, se utilizaron los criterios de diseño señalados en el documento P116-200-CRT-HI-01, complementado con los siguientes métodos, recomendados por la DGA en el “Manual de Cálculo de Crecidas y Caudales Mínimos en Cuencas sin Información Pluviométrica” (DGA, 1995). Dado el carácter preliminar del estudio, se estima que los resultados proporcionados por estos métodos son suficientes para el análisis.

5.1.1 Método DGA-AC para Crecidas Pluviales

Corresponde a un análisis regional de crecidas de origen pluvial, basado en series de caudales máximos anuales, generada a partir de información de caudales medios diarios máximos e instantáneos máximos del período pluvial, para distintas estaciones de control pluviométrico.

Este método es válido para cuencas de la III a la IX Región, para cuencas pluviales o pluvionivales sin información pluviométrica y con áreas comprendidas entre 20 y 10.000 km², y caudales de períodos de retorno menores o iguales a 100 años.

El método consiste básicamente en definir la zona homogénea a la cual pertenece el sector en estudio (establecidas en el manual), luego determinar la curva de frecuencia para la variable caudal medio máximo, para posteriormente transformar este caudal en máximo instantáneo a través de un factor de corrección dado.

La ecuación para el sector III a IV Región es la siguiente:

$$Q_{10} = 1.94 \cdot 10^{-7} \cdot Ap^{0.776} \cdot (P_{24}^{10})^{3.108}$$

Donde:

Q_{10} : Caudal medio diario máximo para una lluvia de periodo de retorno 10 años, expresado en m³/s. Este dato es necesario para determinar la crecida de diseño de 100 años de retorno Q_{100} .

Ap : Corresponde al área aportante en km²

P_{24}^{10} : Corresponde a la precipitación diaria máxima para un periodo de retorno de 10 años, expresada en mm.

5.1.2 Método de Verni y King Modificado

Consiste en una modificación de la fórmula de Verni y King, que relaciona el caudal máximo instantáneo con la precipitación diaria máxima y el área de la cuenca.

A la fórmula original, se han agregado coeficientes empíricos variables con el período de retorno, que es resultado del ajuste de curvas de frecuencia de estaciones limnigráficas desde la III a la IX región del país.

Este método es válido para cuencas de la III a la IX región, para cuencas pluviales o pluvionivales sin información pluviométrica y con áreas comprendidas entre 20 y 10.000 km², y caudales de período de retorno menores o iguales a 100 años.

La fórmula de Verni y King modificada es la siguiente:

$$Q = C(T) \cdot 0.00618 \cdot (P_{24}^T)^{1.24} \cdot Ap^{0.88}$$

Donde:

Q : Caudal instantáneo máximo asociado a un período de retorno T, expresado en m³/s.

C(T) : Coeficiente empírico asociado al período de retorno de T años.

Ap : Corresponde al área aportante en km²

P_{24}^T : Precipitación diaria máxima para un período de retorno de T años, expresada en mm.

5.1.3 Método Racional Modificado

Consiste en una modificación de la fórmula racional, que relaciona el caudal máximo instantáneo con la precipitación diaria máxima y el área de la cuenca.

A la fórmula original, se han agregado coeficientes empíricos variables con el período de retorno, que es resultado del ajuste de curvas de frecuencia de estaciones limnigráficas ubicadas desde la III a la IX Región del país.

Este método es válido para cuencas de la III a la IX Región, para cuencas pluviales o pluvionivales sin información pluviométrica y con áreas comprendidas entre 20 y 10.000 km², y caudales de período de retorno menores o iguales a 100 años.

La fórmula racional modificada es la siguiente:

$$Q = \frac{C(T) \cdot I \cdot A}{3.6}$$

Donde:

- Q : Caudal instantáneo máximo asociado a un período de retorno T años, expresado en m³/s.
- I : Intensidad media de lluvia asociado a un período de retorno T y de una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca, expresada en mm/h.
- A : Área pluvial aportante, expresada en km².

5.2 Estudio de Socavaciones

Para determinar la profundidad de las socavaciones por quebrada, se utilizará el método de Lischvan & Levediev modificado por Maza, tal cual se señala en detalle en el documento P116-200-CRT-HI-001.

6.0 ANÁLISIS HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO FLUVIAL DE QUEBRADAS RELEVANTES

6.1 Identificación de Quebradas Relevantes

Las quebradas relevantes que interfieren en el trazado proyectado del Concentraducto e Impulsiones de Agua Recuperada y Agua Fresca, fueron identificadas, considerando que éstas deben tener una cuenca con área aportante que impacte en forma significativa en la estimación de las crecidas de diseño.

6.1.1 Quebradas Relevantes en el Trazado del Concentraducto e Impulsión de Agua Recuperada

Se consideró todas aquellas cuencas que superen los 10 Km², o que por lo menos, sus áreas sean cercanas a este valor. Las quebradas relevantes en éste trazado se identificaron a través de rótulos enumerados, que se inician en el Puerto Punta Totalillo hacia Mina Cerro Negro Norte. En la Figura 6-1 , se muestra la ubicación de los puntos de intersección de las quebradas consideradas, con el trazado de la impulsión de agua recuperada. Además, se presentan las coordenadas geográficas y UTM de dichos puntos. Se debe observar, que la delimitación de las cuencas considera la zona aguas arriba del punto señalado.

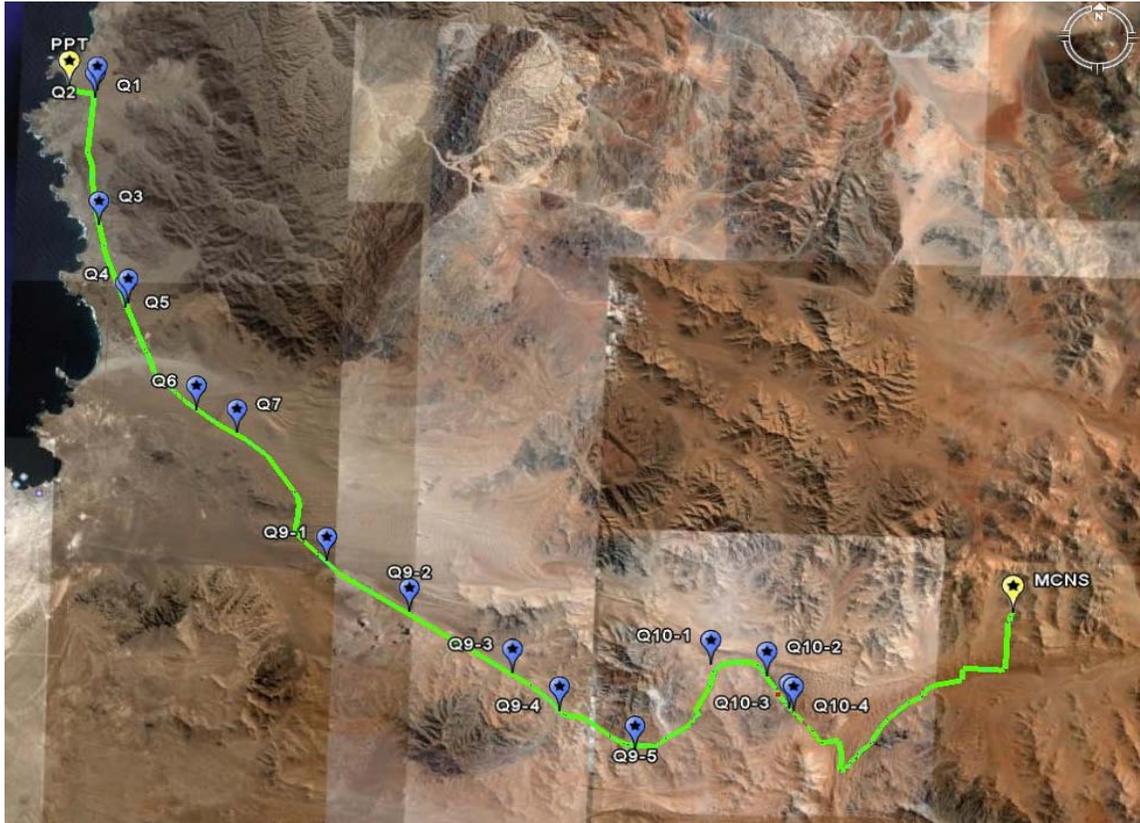


Figura 6-1 Quebradas Relevantes en el Trazado del Concentraducto e Impulsión de Agua Recuperada

Tabla 6-1

**Ubicación Geográfica de Quebradas
(Concentraducto e Impulsión de Agua Recuperada)**

Quebrada	UTM		Geográficas						Km. Trazado Aprox.
	E	N	Longitud			Latitud			
	[m]	[m]	[°]	[']	["]	[°]	[']	["]	
Q1	321560,0	7027238,0	70	47	46,33	26	51	54,48	79,84
Q2	321465,0	7026851,0	70	47	49,97	26	52	7,01	79,53
Q3	321980,0	7019822,0	70	47	34,92	26	55	55,60	72,38
Q4	323689,0	7015586,0	70	46	35,13	26	58	14,00	67,8
Q5	323546,0	7015337,8	70	46	40,44	26	58	22,00	67,61
Q6	327483,3	7009842,1	70	44	20,43	27	1	22,33	60,71
Q7	329620,1	7008664,3	70	43	3,49	27	2	1,54	58,25
Q9-1	334524,0	7001849,1	70	40	8,86	27	5	45,10	49,35
Q9-2	338841,6	6999274,3	70	37	33,34	27	7	10,59	44,29
Q9-3	344189,9	6996198,3	70	34	20,54	27	8	52,74	38,13
Q9-4	346657,2	6994275,7	70	32	51,80	27	9	56,20	35,01
Q9-5	350544,0	6992312,0	70	30	31,47	27	11	1,55	30,61
Q10-1	354076,5	6997236,4	70	28	21,02	27	8	22,91	23,93
Q10-2	356907,8	6996739,4	70	26	38,40	27	8	40,13	21,12
Q10-3	358104,0	6995068,0	70	25	55,65	27	9	34,88	19,07
Q10-4	358326,6	6994918,8	70	25	47,63	27	9	39,81	18,78

6.1.2 Quebradas Relevantes en el Trazado de la Impulsión de Agua Fresca

Las quebradas relevantes en este caso, se reconocieron directamente en terreno. Así, se identificaron a través de rótulos enumerados, que se inician desde el sector Mina Cerro Negro hasta los pozos N° 1 y N° 2, ubicados en el sector de Chamonate (valle del río Copiapó).

En la Figura 6-2 se presentan los puntos de intersección entre las quebradas y el trazado de la impulsión, al igual que en el caso anterior. Análogamente, en la Tabla 6-2 se presentan las coordenadas geográficas y UTM de dichos puntos, junto con su kilometraje aproximado. Se debe observar que la numeración no es correlativa, debido a que las quebradas faltantes presentan acorazamiento en su lecho, y por lo tanto, la socavación generada es sin duda despreciable.

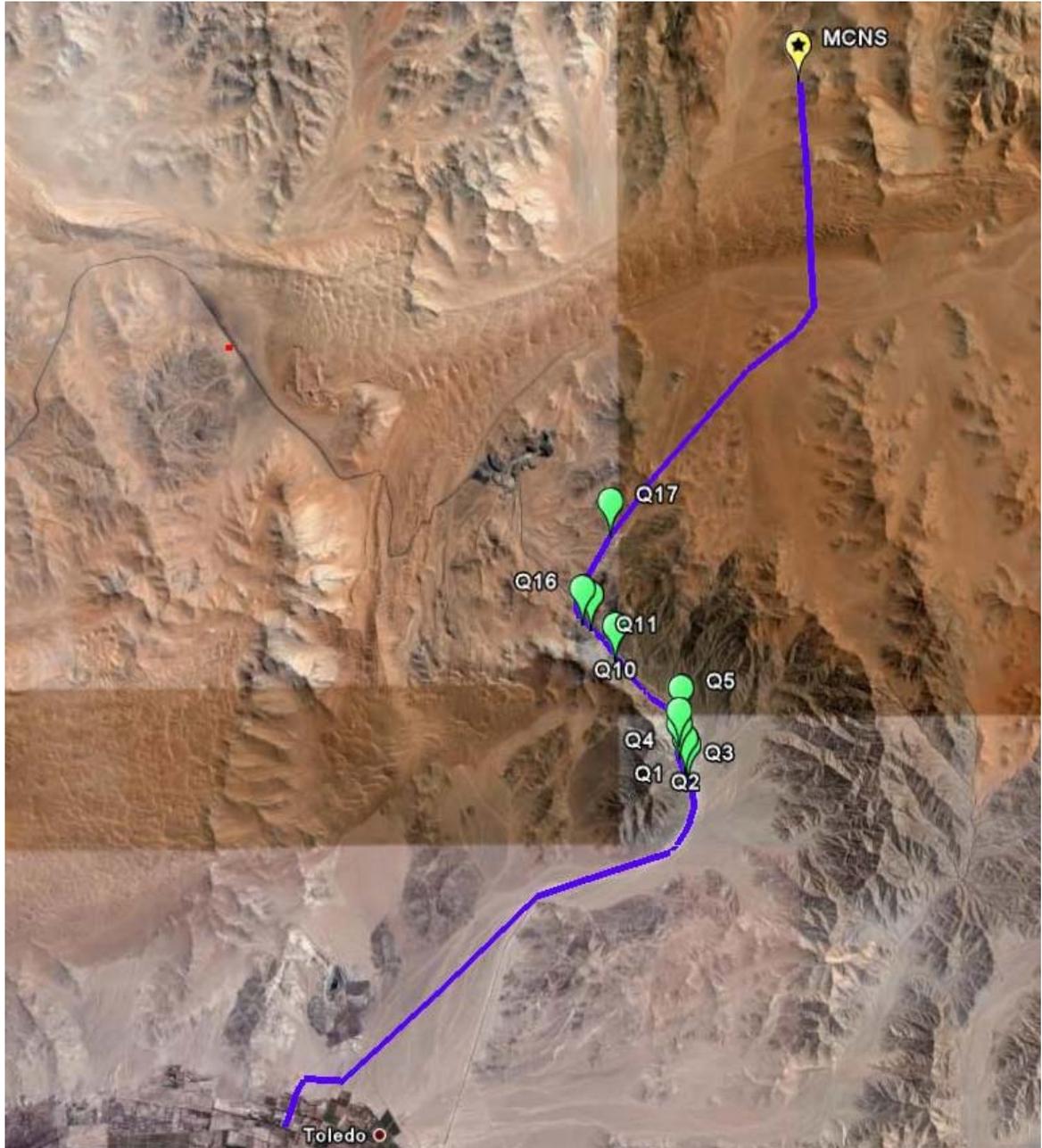


Figura 6-2: Quebradas Relevantes en el Trazado de la Impulsión de Agua Fresca

Tabla 6-2

Ubicación Geográfica de Quebradas (Impulsión de Agua Fresca)

Quebrada	UTM		Geográficas						Km. Trazado Aprox.
	E	N	Longitud			Latitud			
	[m]	[m]	[°]	[']	['']	[°]	[']	['']	
Q1	366850	6987500	70	20	40,91	27	13	43,92	16,13
Q2	366788	6987620	70	20	43,11	27	13	40	15,98
Q3	366665	6987909	70	20	47,48	27	13	30,59	15,68
Q4	366656	6988153	70	20	47,69	27	13	22,66	15,44
Q5	366689	6988592	70	20	46,33	27	13	8,4	14,96
Q10	364991	6990192	70	21	47,39	27	12	15,81	12,69
Q11	364847	6990372	70	21	52,57	27	12	9,89	12,32
Q16	364678	6990487	70	21	58,66	27	12	6,12	12,14
Q17	365219	6992164	70	21	38,35	27	11	11,82	10,25

6.2 Morfología de las Quebradas

6.2.1 Morfología de Quebradas (Concentraducto e Impulsión de Agua Recuperada)

Las características morfológicas de las quebradas señaladas en la sección 6.1.1, se determinaron a través de observaciones de Cartas IGM en escala 1:50.000, que cubren gran parte del trazado; y a través del análisis de imágenes satelitales obtenidas de la plataforma de trabajo de Internet, Google Earth. En la Tablas 6-3 se muestran los valores de algunas de estas propiedades.

Tabla 6-3

**Características Morfológicas de las Cuencas de las Quebradas Identificadas
(Concentraducto e Impulsión de Agua Recuperada)**

Quebrada	Área Cuenca	Pendiente	Ancho sección	Longitud	Cota desembocadura	Cota media	Cota Pto. más lejano
	[km ²]	[m/m]	[m]	[km]	[m.s.n.m.]	[m.s.n.m.]	[m.s.n.m.]
Q1	62,18	0,0332	30	18,84	62,00	520,4	830,0
Q2	13,11	0,0302	50	8,26	62,00	315,3	515,0
Q3	8,74	0,0488	30	5,14	41,00	238,7	446,0
Q4	13,66	0,0214	15	7,29	70,00	350,4	715,0
Q5	25,35	0,0316	30	10,67	70,00	548,2	780,0
Q6	7,9	0,0459	20	6,19	188,00	459,5	705,0
Q7	40,46	0,0405	30	10,90	219,00	572,4	848,0
Q9-1	183,14	0,0114	30	26,96	343,50	729,7	1093,0
Q9-2	158,66	0,0098	30	21,88	420,78	765,2	1093,0
Q9-3	119,99	0,02	30	15,82	481,97	803,4	1093,0
Q9-4	84,74	0,0456	30	12,69	532,21	746,9	1093,0
Q9-5	57,99	0,0257	30	8,37	632,98	898,4	1093,0
Q10-1	87,54	0,0446	30	16,45	776,72	1052,7	1442,0
Q10-2	73,7	0,0213	30	13,98	775,99	1088,5	1442,0
Q10-3	9,31	0,0314	20	4,80	821,65	1020,6	1262,0
Q10-4	56,68	0,0231	30	13,65	818,95	1127,9	1442,0

Para este estudio, de carácter preliminar, se adoptará una granulometría referencial. Se dispone de información granulométrica de quebradas de la zona, pudiendo con ésta estimar las profundidades de socavación, que para esta etapa se consideran como una referencia para establecer las profundidades de enterramiento de los ductos. En la Tabla 6-4 se presentan los diámetros característicos de la granulometría adoptada para cada una de las quebradas, basándose en el caso más desfavorable, que corresponde a una granulometría para un suelo no cohesivo.

Tabla 6-4

**Diámetros Característicos de Granulometría Adoptada
(Quebradas Concentraducto e Impulsión Agua Recuperada)**

Quebrada	D84	D50	D16	Desv. Est σ .
	[m]	[m]	[m]	
Q1	0,00667	0,00027	0,00008	9,1310
Q2	0,00667	0,00027	0,00008	9,1310
Q3	0,00667	0,00027	0,00008	9,1310
Q4	0,00667	0,00027	0,00008	9,1310
Q5	0,00667	0,00027	0,00008	9,1310
Q6	0,00667	0,00027	0,00008	9,1310
Q7	0,00667	0,00027	0,00008	9,1310
Q9-1	0,00667	0,00027	0,00008	9,1310
Q9-2	0,00667	0,00027	0,00008	9,1310
Q9-3	0,00667	0,00027	0,00008	9,1310
Q9-4	0,00667	0,00027	0,00008	9,1310
Q9-5	0,00667	0,00027	0,00008	9,1310
Q10-1	0,00667	0,00027	0,00008	9,1310
Q10-2	0,00667	0,00027	0,00008	9,1310
Q10-3	0,00667	0,00027	0,00008	9,1310
Q10-4	0,00667	0,00027	0,00008	9,1310

6.2.2 Morfología de Quebradas (Impulsión de Agua Fresca)

Las propiedades morfológicas de las quebradas señaladas en la sección 6.1.2, se determinaron a través de observaciones de terreno, complementadas con análisis de imágenes satelitales obtenidas de la plataforma de trabajo de Internet, Google Earth. De esta forma, se estimaron las áreas de las cuencas, las pendientes, ancho de sección de escurrimiento, longitudes y alturas características; cuyos valores se presentan en la Tabla 6-5 siguiente.

Tabla 6-5

**Características Morfológicas de las Cuencas de las Quebradas Identificadas
(Impulsión de Agua Fresca)**

Quebrada	Área Cuenca	Pendiente	Ancho sección	Longitud	Cota desembocadura	Cota media	Cota Pto. más lejano
	[km ²]	[m/m]	[m]	[km]	[m.s.n.m.]	[m.s.n.m.]	[m.s.n.m.]
Q1	0,102	0,25	2,4	0,7107	701	778	866
Q2	0,266	0,2	3	1,1397	703	845	973
Q3	0,382	0,2	3	1,0297	718	801	920
Q4	0,212	0,12	8	0,7125	728	792	893
Q5	0,197	0,05	5	0,7124	740	808	890
Q10	0,169	0,05	5	0,5960	895	1006	1021
Q11	0,032	0,05	5	0,3408	946	987	1007
Q16	0,014	0,05	3	0,1920	962	982	994
Q17	0,721	0,1	3	1,5915	1000	1074	1229

Al igual que en el caso del trazado del Concentraducto e Impulsión de Agua Recuperada, se utiliza la granulometría disponible del Proyecto señalado anteriormente; y se adopta aquella granulometría que posea un D50 mas similar al diámetro característico observado en terreno.

En la Tabla 6-6 siguiente, se presentan los diámetros característicos de la granulometría escogida.

Tabla 6-6

**Diámetros Característicos de Granulometría Adoptada
(Quebradas Impulsión Agua Fresca)**

Quebrada	D84	D50	D16	Desv. Est σ.
	[m]	[m]	[m]	
Q1	0,02773	0,00577	0,00035	8,90
Q2	0,02773	0,00577	0,00035	8,90
Q3	0,02773	0,00577	0,00035	8,90
Q4	0,02773	0,00577	0,00035	8,90
Q5	0,02773	0,00577	0,00035	8,90
Q10	0,02773	0,00577	0,00035	8,90
Q11	0,02773	0,00577	0,00035	8,90
Q16	0,02773	0,00577	0,00035	8,90
Q17	0,00682	0,00121	0,00021	5,70

6.3 Análisis Hidrológico Preliminar

Para la determinación del caudal máximo de la crecida de diseño, se utilizó la relación de Precipitación-Escorrentía de Verni-King. Por tanto, fue necesario determinar la precipitación máxima en 24 h con periodo de retorno de 100 años ($P_{t=24_hrs}^{T=100_años}$). Ésta se obtuvo de las cartas de “Precipitación Máxima en 1, 2 y 3 días” de la DGA, a través de la interpolación de las isoyetas y de la utilización del Método de los Coeficientes Generalizados, señalado en el documento P116-200-CRT-HI-001.

6.3.1 Precipitación de Diseño

En las Tablas 6-7 y 6-8 se presentan (para cada quebrada) los valores de la precipitación máxima en 24 h y 100 años de periodo de retorno, junto con la precipitación máxima en 24 h y 10 años de periodo de retorno; con sus correspondientes coeficientes de frecuencia (CF).

Tabla 6-7

Precipitación de Diseño

(Quebradas Concentraducto e Impulsión Agua Recuperada)

Quebrada	Precipitación Máx. En 24 h T = 10 años	Zona Homogénea	Coeficiente de Frecuencia	Precipitación máx. En 24 h T = 100 años
	[mm]		CF	[m]
Q1	28	III.1	2,156	60,368
Q2	28	III.1	2,156	60,368
Q3	28	III.1	2,156	60,368
Q4	28	III.1	2,156	60,368
Q5	28	III.1	2,156	60,368
Q6	28,5	III.1	2,156	61,446
Q7	28,5	III.1	2,156	61,446
Q9-1	26,5	III.1	2,156	57,134
Q9-2	26,5	III.1	2,156	57,134
Q9-3	26,5	III.1	2,156	57,134
Q9-4	26	III.1	2,156	56,056
Q9-5	26	III.1	2,156	56,056
Q10-1	26	III.1	2,156	56,056
Q10-2	26	III.1	2,156	56,056
Q10-3	26	III.1	2,156	56,056
Q10-4	26	III.1	2,156	56,056

Tabla 6-8
Precipitación de Diseño
(Quebradas Agua Fresca)

Quebrada	Precipitación Max. En 24 h T = 10 años	Zona Homogénea	Coefficiente de Frecuencia	Precipitación Max. En 24 h T = 100 años
	[mm]		CF	[m]
Q1	26	III.2	2,01	52,26
Q2	26	III.2	2,01	52,26
Q3	26	III.2	2,01	52,26
Q4	26	III.2	2,01	52,26
Q5	26	III.2	2,01	52,26
Q10	26	III.1	2,156	56,056
Q11	26	III.1	2,156	56,056
Q16	26	III.1	2,156	56,056
Q17	26	III.1	2,156	56,056

6.3.2 Tiempos de Concentración

Se presentan los valores de los tiempos de concentración para cada una de las quebradas, con tal de seleccionar el método de cálculo más apropiado para el cálculo del caudal de diseño.

Tabla 6-9

Tiempos de Concentración (Concentraducto e Impulsión de Agua Recuperada)

Quebrada	Área Cuenca	Distancia cota media	Altura media	Longitud máxima	Altura en punto más alejado	tc Giandotti	tc U.S. Soil Conservation Service
	[km ²]	[km]	[m]	[km]	[m]	[h]	[h]
Q1	62,18	9,1493	458,42	18,84	768,00	2,64	2,19
Q2	13,11	4,981	253,26	8,26	453,00	1,72	1,03
Q3	8,74	2,606	197,65	5,14	405,00	1,40	0,62
Q4	13,66	4,67167	280,42	7,29	645,00	1,63	0,78
Q5	25,35	6,95905	478,16	10,67	710,00	1,75	1,17
Q6	7,9	4,556	271,53	6,19	517,00	1,37	0,70
Q7	40,46	6,26013	353,44	10,90	629,00	2,32	1,26
Q9-1	183,14	16,64616	386,18	26,96	749,50	5,03	3,34
Q9-2	158,66	13,18864	344,44	21,88	672,23	4,73	2,73
Q9-3	119,99	6,94134	321,44	15,82	611,04	3,78	1,95
Q9-4	84,74	5,50078	214,69	12,69	560,79	3,85	1,56
Q9-5	57,99	3,966545	265,45	8,37	460,03	2,79	1,04
Q10-1	87,54	11,16786	276,01	16,45	665,28	4,08	1,98
Q10-2	73,7	8,99546	312,51	13,98	666,01	3,38	1,64
Q10-3	9,31	3,011	198,98	4,80	440,35	1,48	0,56
Q10-4	56,68	9,37425	308,98	13,65	623,05	3,14	1,63

Tabla 6-10

Tiempos de Concentración (Impulsión de Agua Fresca)

Quebrada	Área Cuenca	Distancia cota media	Altura media	Longitud máxima	Altura en punto más alejado	tc Giandotti	tc U.S. Soil Conservation Service
	[km ²]	[km]	[m]	[km]	[m]	[h]	[h]
Q1	0,102	0,354	77	0,711	165	0,3	0,1
Q2	0,266	0,546	142	1,140	270	0,3	0,1
Q3	0,382	0,468	83	1,030	202	0,4	0,1
Q4	0,212	0,268	64	0,712	165	0,4	0,1
Q5	0,197	0,364	68	0,712	150	0,4	0,3
Q10	0,169	0,334	111	0,596	126	0,3	0,1
Q11	0,032	0,161	41	0,341	61	0,2	0,1
Q16	0,014	0,091	20	0,192	32	0,2	0,0
Q17	0,721	0,740	74	1,591	229	0,7	0,2

6.3.3 Caudal Máximo Instantáneo para Crecida de Diseño de 100 años

Los caudales máximos de las crecidas, se calcularon para un periodo de retorno de 100 años mediante la utilización de métodos recomendados en el “Manual de Cálculo de Crecidas y Caudales Mínimos en Cuencas sin Información Pluviométrica” de la **DGA**. Por tanto, se utilizaron los siguientes métodos:

- Método DGA-AC
- Método de Verni-King Modificado, y
- Fórmula Racional

Para la aplicación del **Método DGA-AC**, la zona homogénea correspondiente al sector en estudio es la zona homogénea Ip (Cuenca del Río Copiapó). El factor α , para la conversión del caudal medio diario máximo al caudal instantáneo máximo es de 1,25. El coeficiente de frecuencia [$CF = Q(T=100)/Q(T=10)$] utilizado en forma conservadora, corresponde a la envolvente máxima para la zona, es decir, 2,33.

En la aplicación del **Método de Verni-King Modificado (V-K)**, el valor del coeficiente $C(T=10)$ correspondiente a la III Región es igual a 0,027, en tanto, el coeficiente $C(T=100)/C(T=10)$ correspondiente a la III Región es de 1,32. Por tanto, el coeficiente empírico $C(T=100)$ del Método de Verni-King Modificado es igual a 0,0356.

El coeficiente $C(T=10)$ para la **Fórmula Racional (FR)** correspondiente a la III Región es de 0,009; y el coeficiente $C(T=100)/C(T=10)$ es el mismo utilizado en el método anterior. Por tanto, el coeficiente de escorrentía para un periodo de retorno de 100 años es igual a 0,012.

En este sentido (**FR**), para determinar la intensidad media máxima de la tormenta con periodo de retorno de 100 años y duración igual al tiempo de concentración de la cuenca, se tomó como base la precipitación máxima en 24 horas con período de retorno igual a 10 años, más un coeficiente de frecuencia igual a 2,01 para un periodo de retorno de 100 años; y finalmente la utilización de la expresión de Grunsky.

Por tanto, los caudales calculados para cada una de las quebradas se presentan en las tablas siguientes:

Tabla 6-11

Caudales Máximos Instantáneos

(Quebradas Interferentes con Trazado del Concentraducto e Impulsión de Agua Recuperada)

Quebrada	AP [km ²]	Q_{\max}^{100} DGA-AC [m ³ /s]	Q_{\max}^{100} V-K [m ³ /s]	Q_{\max}^{100} FR [m ³ /s]
Q1	62.180	0,438	0,520	0,793
Q2	13.110	0,131	0,132	0,243
Q3	8.740	0,096	0,092	0,209
Q4	13.660	0,135	0,137	0,292
Q5	25.350	0,218	0,236	0,442
Q6	7.900	0,093	0,086	0,181
Q7	40.460	0,332	0,364	0,693
Q9-1	183.140	0,854	1,256	1,789
Q9-2	158.660	0,764	1,107	1,713
Q9-3	119.990	0,615	0,866	1,534
Q9-4	84.740	0,443	0,623	1,187
Q9-5	57.990	0,330	0,446	0,994
Q10-1	87.540	0,454	0,641	1,091
Q10-2	73.700	0,397	0,551	1,009
Q10-3	9.310	0,080	0,089	0,218
Q10-4	56.680	0,324	0,437	0,777

Tabla 6-12

Caudales Máximos Instantáneos

(Quebradas Interferentes con Trazado del Impulsión de Agua Fresca)

Quebrada	AP [km ²]	Q _{máx} ¹⁰⁰ DGA-AC [m ³ /s]	Q _{máx} ¹⁰⁰ V-K [m ³ /s]	Q _{máx} ¹⁰⁰ FR [m ³ /s]
Q1	0,102	0,002	0,002	0,006
Q2	0,266	0,005	0,004	0,013
Q3	0,382	0,007	0,005	0,019
Q4	0,212	0,004	0,003	0,047
Q5	0,197	0,004	0,003	0,011
Q10	0,169	0,004	0,003	0,010
Q11	0,032	0,001	0,001	0,002
Q16	0,014	0,001	0,000	0,001
Q17	0,721	0,011	0,009	0,028

Finalmente, a partir de los resultados obtenidos (cálculo conservador), se concluye realizar el cálculo de las socavaciones utilizando la **Fórmula Racional**, puesto que de acuerdo a la experiencia de **JRI** en la zona en estudio, se deben esperar rendimientos de las cuencas del orden a los obtenidos con la aplicación de este método.

6.4 Análisis Hidráulico – Fluvial Preliminar

6.4.1 Alturas de Esguerrimiento

Para determinar la altura de esguerrimiento en las quebradas de la zona en estudio, se consideró una sección transversal rectangular, estimándose de forma aproximada su ancho a través de imágenes satelitales obtenidas de la plataforma de trabajo de Internet, Google Earth y la visita a terreno. La pendiente en dicha zona, se determina también a través de la visita de terreno, complementado con planos disponibles de la zona.

En las tablas siguientes, se presentan las estimaciones realizadas y la respectiva altura de esguerrimiento calculada en cada quebrada, considerando la Ley de Resistencia de Brownlie en Régimen Permanente Uniforme.

Tabla 6-13

Alturas de Escurrimiento

(Quebradas Interferentes con Concentraducto e Impulsión de Agua Recuperada)

Quebrada	Qmax en T = 100 años	Pendiente	Ancho sección	D50	Desv. Est σ .	Altura de escurrimiento Y0	Velocidad del flujo V0	Froude
	[m ³ /s]					[m/m]	[m]	
Q1	0,793	0,0332	30	0,00027	9,13	0,027	0,97	1,88
Q2	0,243	0,0302	50	0,00027	9,13	0,010	0,50	1,62
Q3	0,209	0,0488	30	0,00027	9,13	0,011	0,66	2,04
Q4	0,292	0,0214	15	0,00027	9,13	0,026	0,76	1,52
Q5	0,442	0,0316	30	0,00027	9,13	0,019	0,77	1,77
Q6	0,181	0,0459	20	0,00027	9,13	0,013	0,71	2,02
Q7	0,693	0,0405	30	0,00027	9,13	0,024	0,98	2,03
Q9-1	1,789	0,0114	30	0,00027	9,13	0,062	0,97	1,25
Q9-2	1,713	0,0098	30	0,00027	9,13	0,063	0,91	1,16
Q9-3	1,534	0,02	30	0,00027	9,13	0,048	1,07	1,57
Q9-4	1,187	0,0456	30	0,00027	9,13	0,032	1,24	2,21
Q9-5	0,994	0,0257	30	0,00027	9,13	0,034	0,98	1,70
Q10-1	1,091	0,0446	30	0,00027	9,13	0,031	1,19	2,17
Q10-2	1,009	0,0213	30	0,00027	9,13	0,036	0,93	1,57
Q10-3	0,218	0,0314	20	0,00027	9,13	0,016	0,68	1,73
Q10-4	0,777	0,0231	30	0,00027	9,13	0,030	0,87	1,60

Tabla 6-14

Alturas de Escurrimiento

(Quebradas Interferentes con Impulsión de Agua Fresca)

Quebrada	Qmax en T = 100 años	Pendiente	Ancho sección	D50	Desv. Est σ .	Altura de escurrimiento Y0	Velocidad del flujo V0	Froude
	[m ³ /s]					[m/m]	[m]	
Q1	0,006	0,25	2,4	0,00577	8,90	0,004	0,590	2,89
Q2	0,013	0,2	3	0,00577	8,90	0,006	0,681	2,73
Q3	0,019	0,2	3	0,00577	8,90	0,008	0,786	2,80
Q4	0,047	0,12	8	0,00577	8,90	0,009	0,659	2,23
Q5	0,011	0,05	5	0,00577	8,90	0,006	0,355	1,44
Q10	0,010	0,05	5	0,00577	8,90	0,006	0,342	1,43
Q11	0,002	0,05	5	0,00577	8,90	0,002	0,187	1,29
Q16	0,001	0,05	3	0,00577	8,90	0,002	0,174	1,27
Q17	0,028	0,1	3	0,00121	5,70	0,011	0,851	2,59

6.4.2 Cálculo de la Socavación

Finalmente, la determinación de la socavación se realizó utilizando la relación de Lischtvan-Levediev modificada por Maza, y considerando un factor de seguridad del 30 % en el valor de Y_s . Los valores de los distintos parámetros y el valor final de socavación, se presentan en las tablas 6-15 y 6-16.

Tabla 6-15

**Socavación Máxima en Quebradas Interferentes con Trazado del Concentrado
e Impulsión de Agua Recuperada**

Quebrada	D84	Altura de escurrimiento Y0	alfa	beta	Ys	1.3*Ys	socavación
	[m]	[m]			[m]	[m]	[m]
Q1	0,00667	0,027	393	1	0,878	1,142	1,115
Q2	0,00667	0,010	1126	1	0,538	0,699	0,690
Q3	0,00667	0,011	1282	1	0,659	0,856	0,846
Q4	0,00667	0,026	344	1	0,735	0,956	0,930
Q5	0,00667	0,019	558	1	0,739	0,961	0,942
Q6	0,00667	0,013	1026	1	0,699	0,908	0,896
Q7	0,00667	0,024	500	1	0,883	1,147	1,124
Q9-1	0,00667	0,062	101	1	0,877	1,140	1,079
Q9-2	0,00667	0,063	92	1	0,839	1,091	1,028
Q9-3	0,00667	0,048	172	1	0,947	1,231	1,184
Q9-4	0,00667	0,032	383	1	1,051	1,366	1,334
Q9-5	0,00667	0,034	278	1	0,886	1,151	1,118
Q10-1	0,00667	0,031	398	1	1,022	1,328	1,297
Q10-2	0,00667	0,036	238	1	0,855	1,111	1,075
Q10-3	0,00667	0,016	678	1	0,679	0,883	0,867
Q10-4	0,00667	0,030	302	1	0,809	1,051	1,021

Tabla 6-16

Socavación Máxima en Quebradas Interferentes con Trazado del Agua Fresca

Quebrada	D84	Altura de escurrimiento Y0	alfa	beta	Ys	1.3*Ys	socavación
	[m]	[m]			[m]	[m]	[m]
Q1	0,02773	0,004	5308	1	0,441	0,574	0,569
Q2	0,02773	0,006	3121	1	0,493	0,641	0,634
Q3	0,02773	0,008	2425	1	0,549	0,714	0,706
Q4	0,02773	0,009	1722	1	0,481	0,625	0,616
Q5	0,02773	0,006	1696	1	0,299	0,389	0,383
Q10	0,02773	0,006	1800	1	0,291	0,378	0,373
Q11	0,02773	0,002	5260	1	0,184	0,239	0,237
Q16	0,02773	0,002	5853	1	0,174	0,226	0,224
Q17	0,00682	0,011	1571	1	0,794	1,032	1,021

7.0 COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

7.1 Concentradero e Impulsión de Agua Recuperada

7.1.1 Rendimiento de Quebradas Interferentes

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis hidrológico preliminar, los rendimientos promedios de las quebradas interferentes al trazado del Concentradero e Impulsión de Agua Recuperada son del orden de $0.0118 \text{ m}^3/\text{s}/\text{Km}^2$ (Ver Figura 7-2).

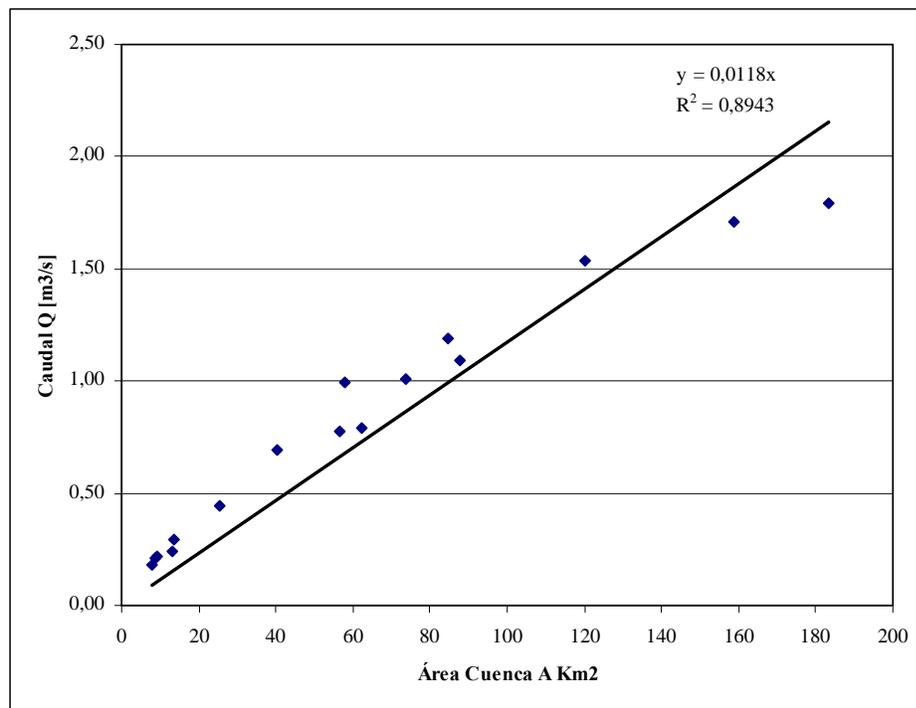


Figura 7-1: Curva de Rendimiento de quebradas interferentes al trazado Impulsión Agua Recuperada

7.1.2 Cálculo de la Socavación

Las quebradas identificadas en la zona del trazado del concentradero e impulsión de agua recuperada, poseen una gran área aportante a la altura del sector interferente, y por lo tanto, los caudales calculados son por lo general elevados.

Dada la alta pendiente estimada y la granulometría adoptada (tipo arenosa), las socavaciones determinadas son bastante medias, siendo la mas elevada 1.334 m en la zona de la quebrada Q9-4. En la Tabla 7-1, se presenta la socavación calculada y la profundidad referencial a la cual se deberá ubicar la clave de la tubería en distintos puntos del trazado, con tal de evitar la exposición de la cañería.

Tabla 7-1

Profundidad a la Clave

Concentraducto e Impulsión de Agua Recuperada

Quebrada	Km. Trazado Aprox.	socavación	Profundidad clave de la tubería
		[m]	[m]
Q1	79,84	1,115	1,6
Q2	79,53	0,690	1,2
Q3	72,38	0,846	1,3
Q4	67,8	0,930	1,4
Q5	67,61	0,942	1,4
Q6	60,71	0,896	1,4
Q7	58,25	1,124	1,6
Q9-1	49,35	1,079	1,6
Q9-2	44,29	1,028	1,5
Q9-3	38,13	1,184	1,7
Q9-4	35,01	1,334	1,8
Q9-5	30,61	1,118	1,6
Q10-1	23,93	1,297	1,8
Q10-2	21,12	1,075	1,6
Q10-3	19,07	0,867	1,4
Q10-4	18,78	1,021	1,5

Es importante mencionar, que en caso de realizar la ingeniería de detalle del concentraducto e impulsión de agua recuperada, se recomienda complementar este análisis.

7.2 Impulsión de Agua Fresca

7.2.1 Rendimiento de Quebradas Interferentes

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis hidrológico preliminar, los rendimientos promedios de las quebradas interferentes al trazado del agua fresca son del orden de $0.0435 \text{ m}^3/\text{s}/\text{Km}^2$.

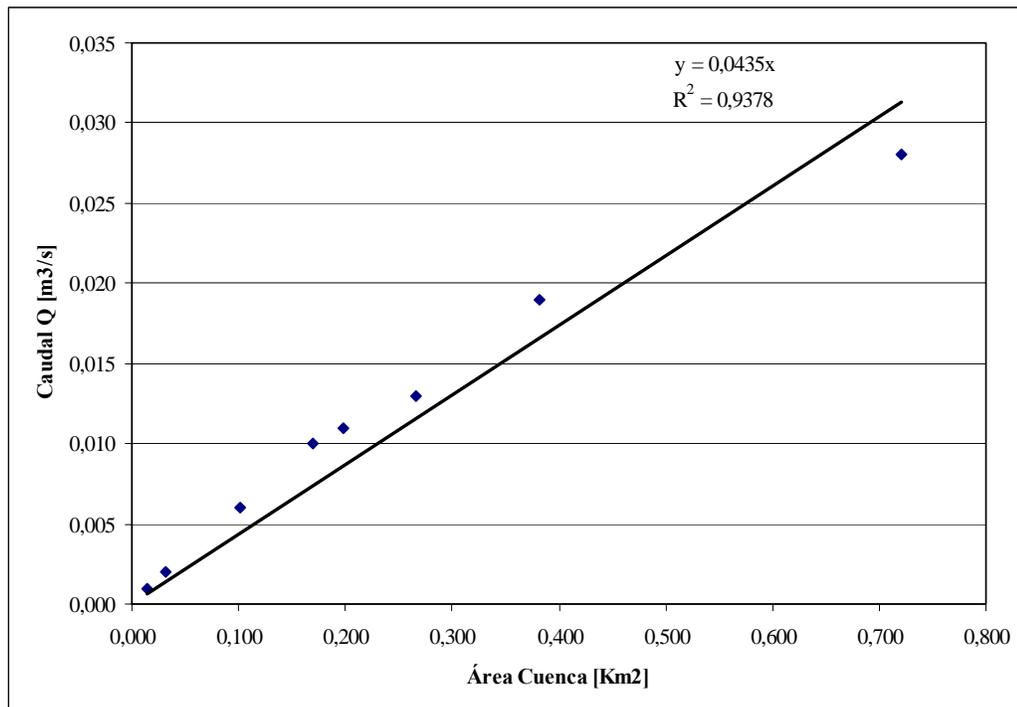


Figura 7-2 Curva de Rendimiento de quebradas interferentes al trazado Impulsión de Agua Fresca

7.2.2 Cálculo de la Socavación

A diferencia del caso anterior, las áreas aportantes de las cuencas de las quebradas interferentes con el trazado del Agua Fresca son muy pequeñas, y por tanto generan un bajo escurrimiento superficial. Sin embargo, sus altas pendientes generan altas velocidades que provocan socavaciones no menores, obteniéndose valores que llegan a 1.021 [m].

En la Tabla 7-2 se presenta la socavación calculada y la profundidad teórica de la clave de la tubería en distintos puntos del trazado, para de evitar la exposición de la cañería.

Tabla 7-2
Profundidad a la Clave
Conducción de Agua Fresca

Quebrada	Km. Trazado Aprox.	socavación	Profundidad clave de la tubería
		[m]	[m]
Q1	16,13	0,569	1,1
Q2	15,98	0,634	1,1
Q3	15,68	0,706	1,2
Q4	15,44	0,616	1,1
Q5	14,96	0,383	0,9
Q10	12,69	0,373	0,9
Q11	12,32	0,237	0,7
Q16	12,14	0,224	0,7
Q17	10,25	1,021	1,5

Al igual que en el caso del concentraducto, se recomienda complementar este análisis en caso de realizar la ingeniería de detalles de la impulsión.

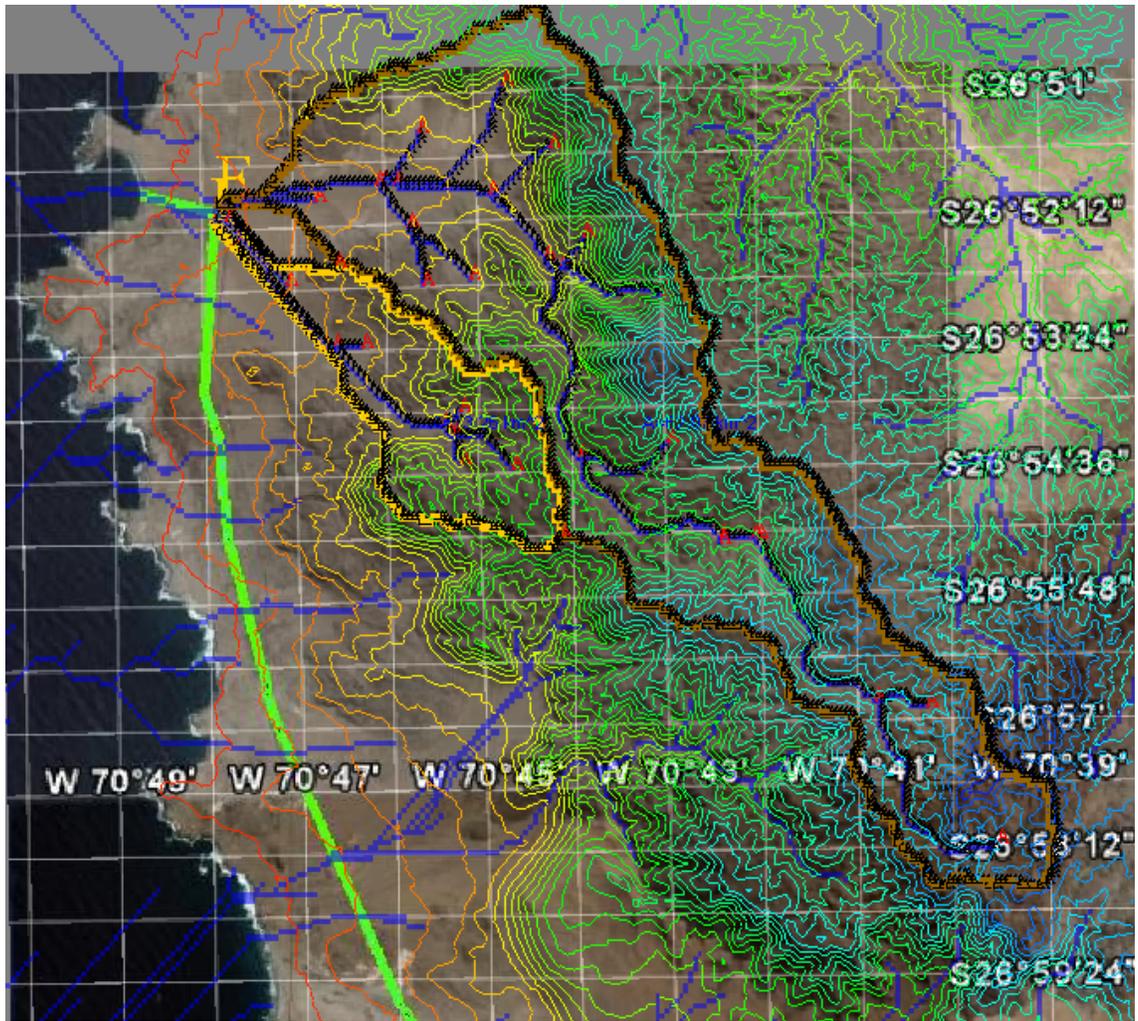
ANEXOS

ANEXO A

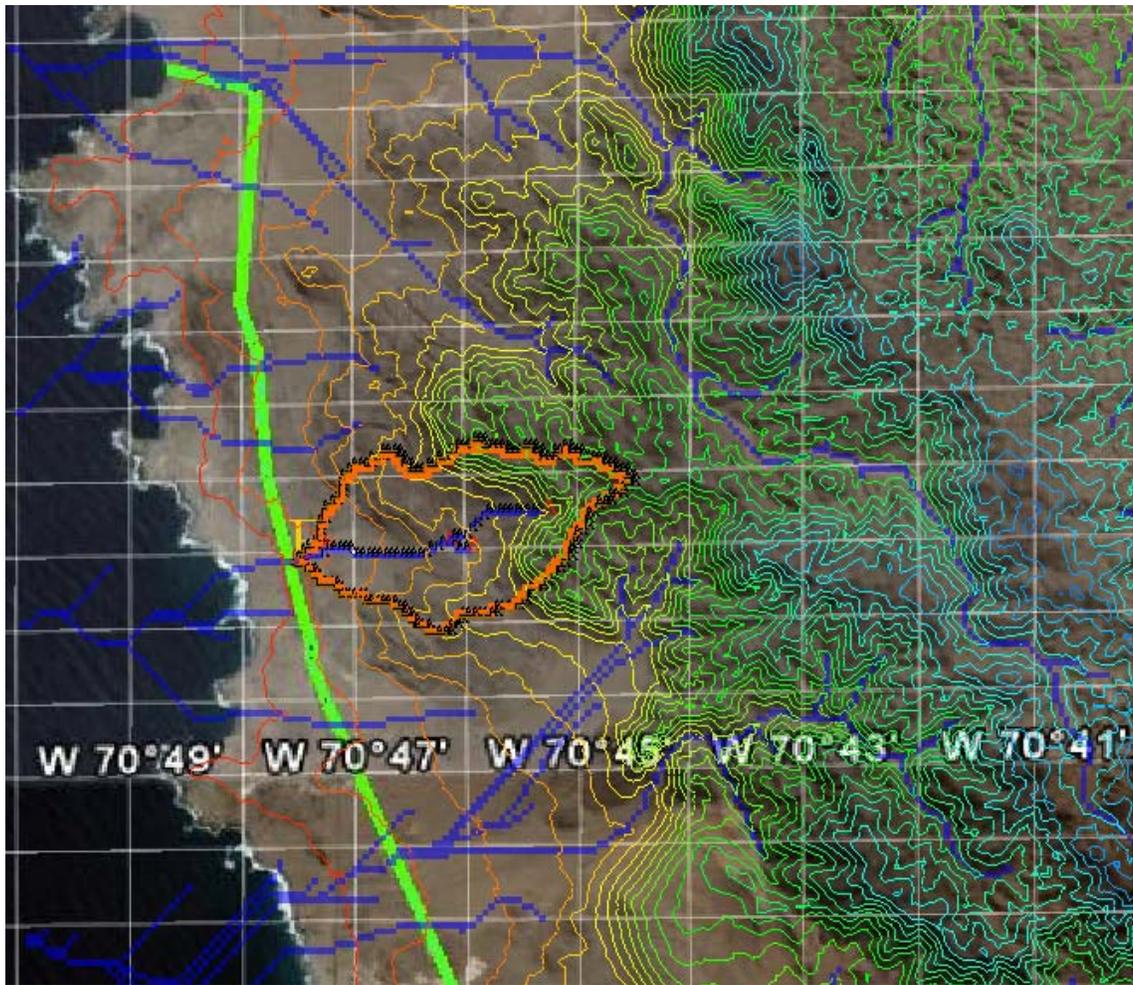
IMAGENES PROCESADAS DEL TRAZADO DE LA IMPULSIÓN

DE AGUA RECUPERADA

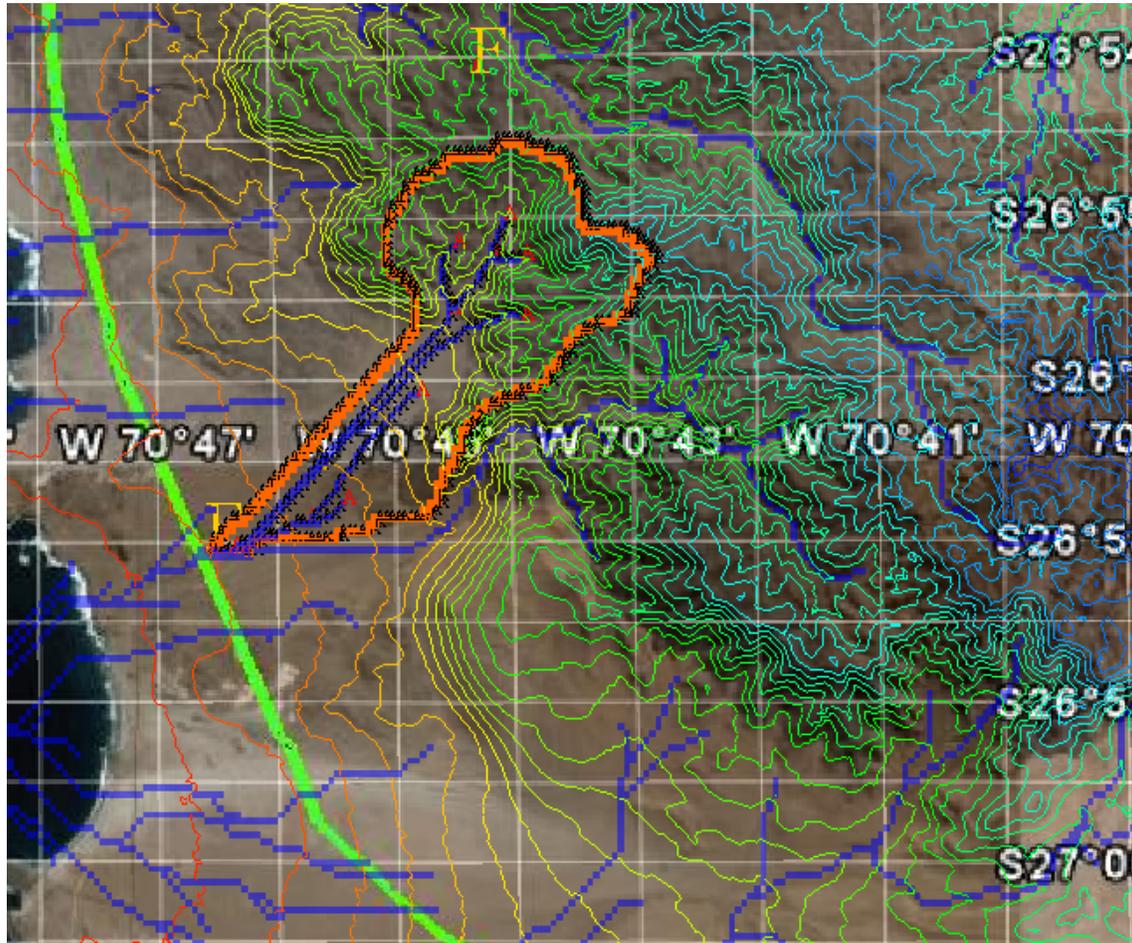
Quebrada Q1 y Q2



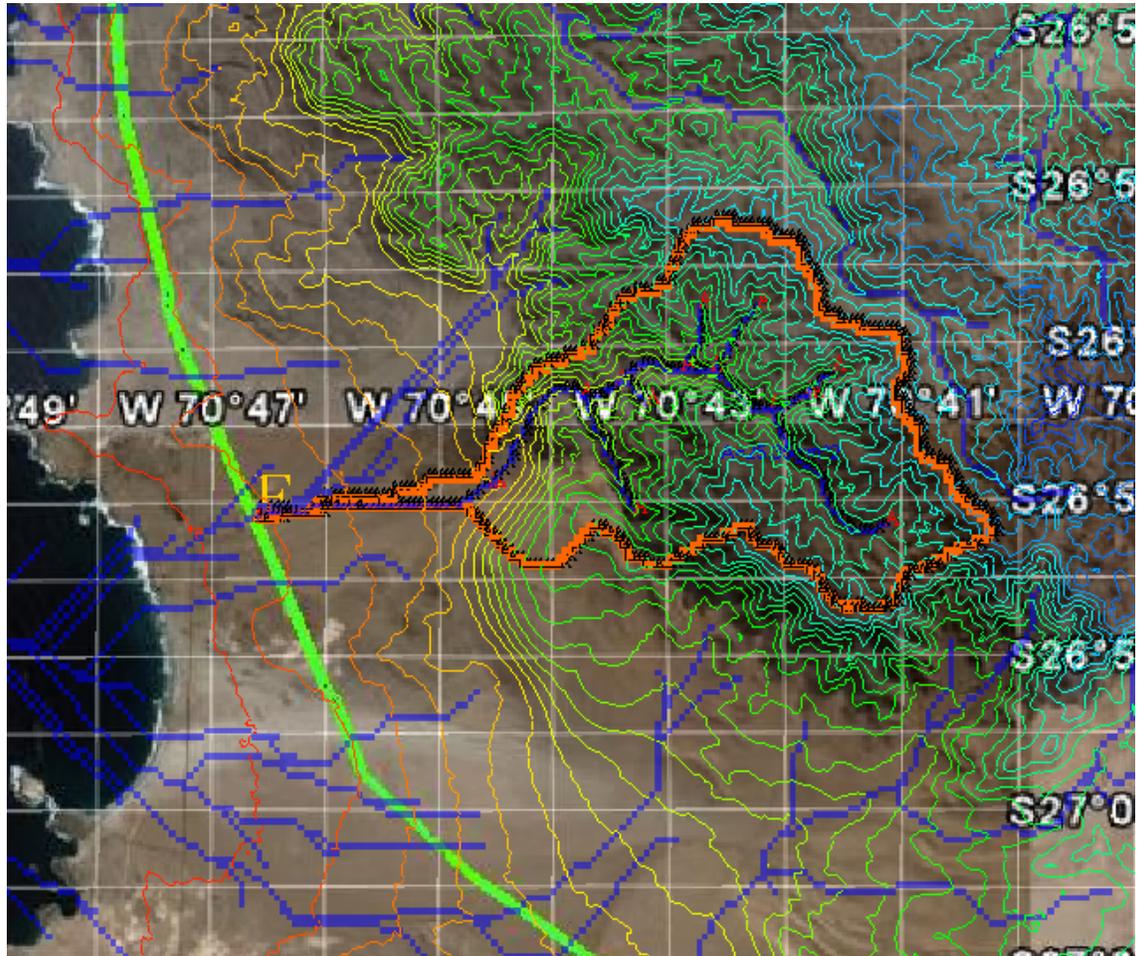
Quebrada Q3



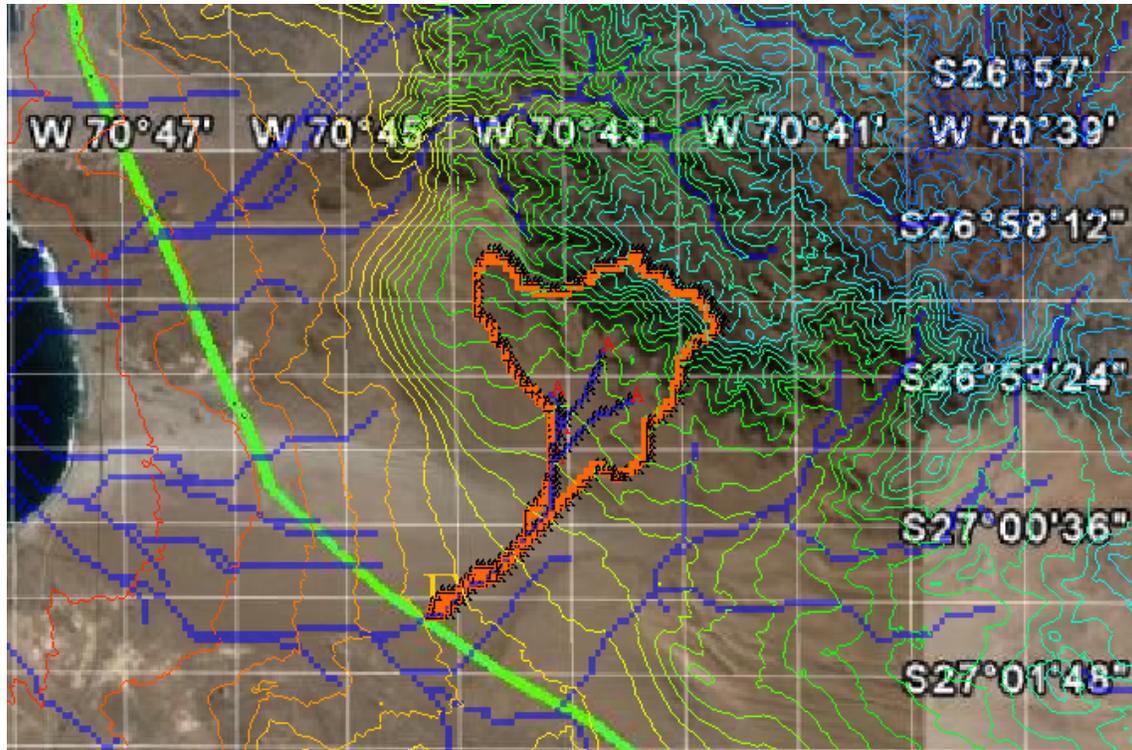
Quebrada Q4



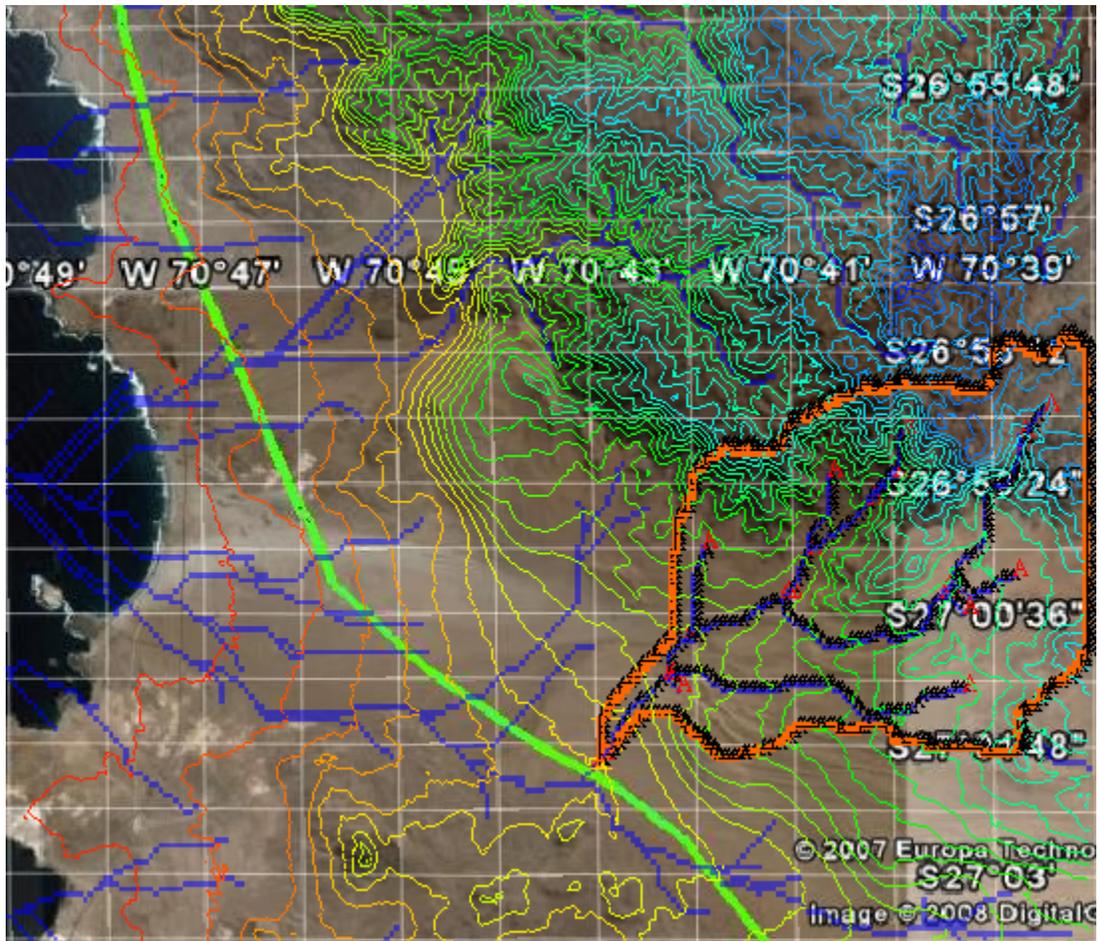
Quebrada Q5



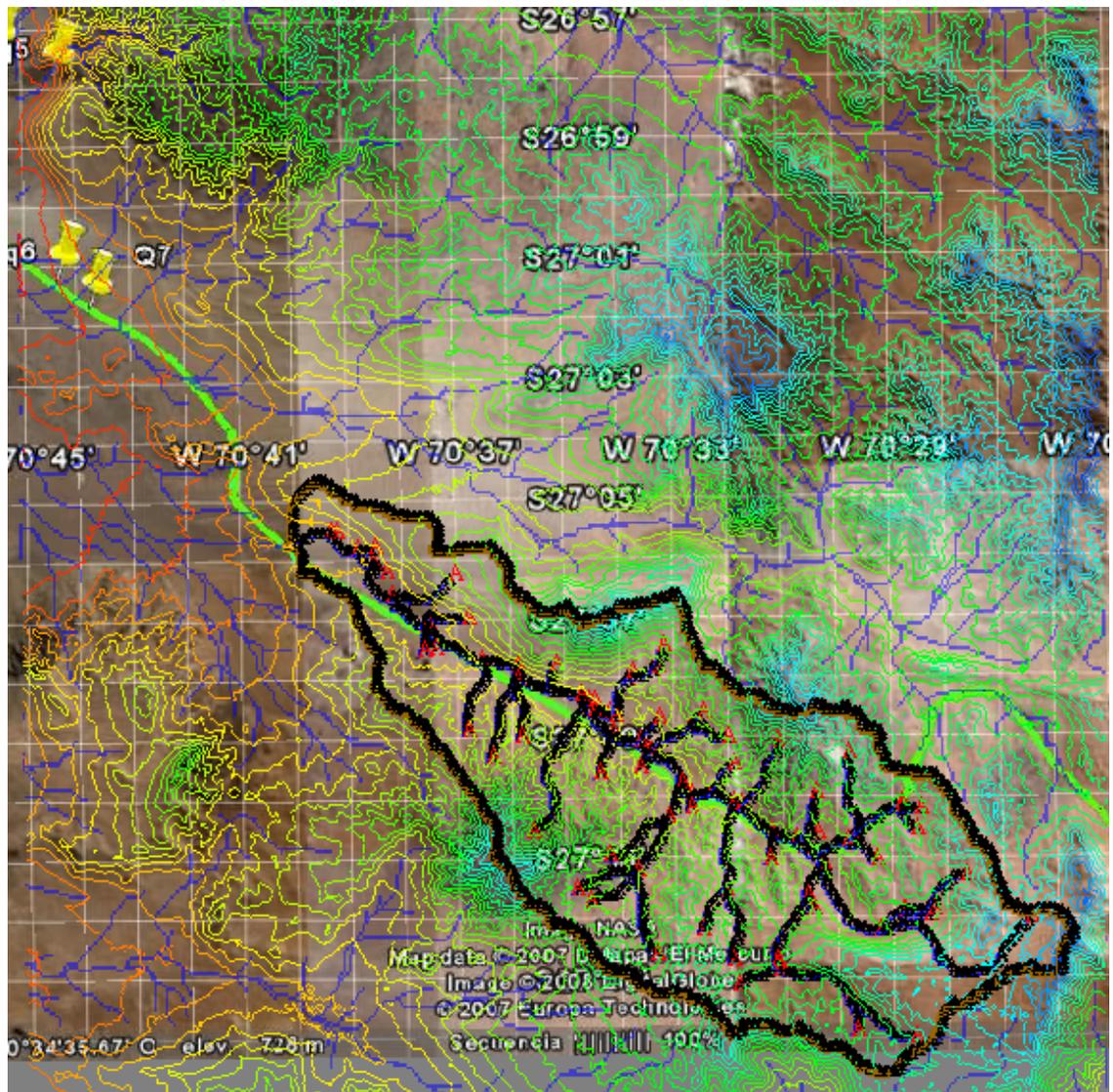
Quebrada Q6



Quebrada Q7



Quebrada Q9-1



Quebrada Q10-1

