

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA
Y METALURGICA**



**EJECUCION DEL PROGRAMA DE ADECUACION Y MANEJO
AMBIENTAL (PAMA), EN LA MINA COLQUIJIRCA**

**INFORME DE SUFICIENCIA
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS**

**PRESENTADO POR:
LEVI ALBORNOZ ESTEBAN**

Lima – Perú

2 010

DEDICATORIA

A mis queridos padres, por su abnegada labor de darme el sustento total, durante los años de mi dependencia de ellos y por enseñarme con el ejemplo, el valor de la integridad y la familia.

A mis queridos hermanos, por estar conmigo, en los buenos momentos que ofrece la vida, pero; también en aquellos malos.

A mí querida esposa y adorados hijos, por definir en mí el objetivo principal de la vida y darle alegría permanente a mis días.

AGRADECIMIENTOS

Mi más profundo y sincero agradecimiento:

A todos los profesores de la Escuela de Minas, de la Universidad Nacional de Ingeniería, quienes de una u otra manera contribuyeron a mi formación profesional. De una manera muy especial a los Ings.: Jorge Díaz Artieda, Isaác Ríos Quinteros y Julio Hidalgo Mendieta

A Sociedad Minera El Brocal S.A.A., mi empresa, por darme la oportunidad de crecer personal y profesionalmente. De una manera muy especial, a los Ings.: Juan Proaño Arias, Gerente General, 1995-2000; Ysaác Cruz Ramirez, Gerente General, 2001-A la fecha; Dr. Gonzalo Alvarez del Villar, Gerente de Relaciones Institucionales, 1980-A la fecha y el Ing. Antonio Cárdenas Aquino, Superintendente General, 1987-2001.

A mis colegas y trabajadores de Sociedad Minera El Brocal S.A.A., mis amigos del Ministerio de Energía y Minas, Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía, Instituto de Ingenieros de Minas, Consejo Nacional del Ambiente y demás instituciones relacionadas con el quehacer ambiental, de quienes absorbí diferentes conocimientos y puntos de vista.

A Dios, por ser tan generoso conmigo, dándome la salud, la vida, mi familia, el trabajo, los amigos y todo lo demás. Sin El, nada somos.

**EJECUCION DEL PROGRAMA DE ADECUACION Y MANEJO
AMBIENTAL (PAMA), EN LA MINA COLQUIJIRCA**

INDICE

**DEDICATORIA
AGRADECIMIENTOS**

	Pág.
CAPITULO I	1
ASPECTOS GENERALES	1
1.1 RESUMEN DEL INFORME	1
1.2 MARCO LEGAL AMBIENTAL	5
1.2.1 Marco Legal Ambiental General	5
1.2.2 Marco Legal Ambiental Sectorial	9
1.2.3 Normas Sobre la Preservación Del Patrimonio Cultural	15
1.2.4 Normas Legales Sobre Biodiversidad	16
1.3 BREVE HISTORIA DE SOCIEDAD MINERA EL BROCAL S.A.A.	19
1.4 CODIGO DE CONDUCTA DE LA SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA Y PETROLEO (SNMPE)	25
1.5 POLÍTICA DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE DE LA SOCIEDAD MINERA EL BROCAL (SMEB)	26
CAPITULO II	28
DESCRIPCION DE LAS OPERACIONES MINERO-METALURGICAS ACTUALES EN LA MINA COLQUIJIRCA	28
2.1 GENERALIDADES	28
2.2 ASPECTOS GEOLOGICOS	30
2.2.1 Geología Local	30
2.2.2 Estratigrafía	30
2.2.2.1 Miembro Superior	31
2.2.2.2 Miembro Medio o Colquijirca	32
2.2.2.3 Miembro Inferior	33
2.2.3 Geológica Económica	34
2.2.3.1 Mineralización del Tajo Norte	34
2.2.4 Alteraciones	39
2.2.4.1 Silicificación	40

2.2.4.2	Argilización	40
2.2.4.3	Dolomitización	41
2.2.4.4	Decarbonatización	42
2.2.4.5	Oxidación	42
2.3	ASPECTOS MINEROS	42
2.3.1	Operaciones de Mina	42
2.3.2	Disposición de Desmontes	44
2.3.2.1	Botadero Relleno In Pit	44
2.3.2.2	Botadero Norte	45
2.3.2.3	Botadero Sur	45
2.4	PLANTA CONCENTRADORA	46
2.4.1	Sistema de Alimentación de Mineral	46
2.4.2	Capacidad Instalada	47
2.4.2.1	Capacidad Instalada	47
2.4.2.2	Capacidad Efectiva	48
2.4.2.3	Capacidad de Producción	48
2.4.3	Procedimiento de Beneficio	48
2.4.3.1	Sección Chancado	48
2.4.3.2	Sección Molienda – Clasificación	49
2.4.3.3	Sección Flotación	50
2.4.3.4	Circuito de Cobre	52
2.4.3.5	Consumo de Reactivos	53
2.4.4	Consumo de Agua	54
2.4.5	Productos Finales a Obtener	56
2.4.6	Balance Metalúrgico	56
2.4.6.1	Plomo-Zinc	56
2.4.6.2	Cobre	57
2.4.7	Planta de Cal	57
2.4.8	Depósitos de Relaves	57
2.4.9	Método de Disposición del Relaves	58
2.4.10	Recirculación de Aguas Decantadas	59
	CAPITULO III	60
	DIAGNOSTICO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES PRODUCIDOS POR LAS OPERACIONES DE LA MINA COLQUIJIRCA (ANTES DE 1996)	60
3.1	INTRODUCCIÓN	60
3.2	EL PAMA EN MINA COLQUIJIRCA	61
3.3	DIAGNOSTICO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	61
3.3.1	Impactos en el Ambiente Físico	61
3.3.1.1	Impactos en la Calidad de las Aguas Superficiales	62
3.3.1.2	Impactos en la Calidad de los Suelos	70
3.3.1.3	Impactos en la Calidad del Aire	74
3.3.2	Impactos en el Ambiente Biológico	75
3.3.2.1	Evaluación en Base a la Vegetación y Flora	75
3.3.2.2	Evaluación en Base a la Fauna	76
3.3.3	Impactos en el Ambiente Socio-Económico	76
3.3.4	Impactos en el Ambiente de Interés Humano	77
	CAPITULO IV	79
	EJECUCION DEL PROGRAMA DE ADECUACION Y MANEJO AMBIENTAL (PAMA), (1997 – 2001)	79
4.1	MONITOREO DE AGUA POTABLE	80
4.1.1	Situación Pre-PAMA	80
4.1.2	Campamento Colquijirca (Mina)	81
4.1.4	Campamento Huaracaca (Planta Concentradora)	81

4.1.5	Frecuencia y Parámetros de Monitoreo	81
4.1.6	Acciones Realizadas	81
4.1.7	Resultados Socio-Ambientales	82
4.1.8	Inversión Realizada	82
4.2	MONITOREO DE AGUAS SUPERFICIALES	82
4.2.1	Situación Pre-PAMA	82
4.2.2	Frecuencia y Parámetros De Monitoreo	84
4.2.3	Resultados Socio-Ambientales	84
4.2.4	Inversión Realizada	84
4.3	MONITOREO DE EFECTOS AMBIENTALES	85
4.3.1	Situación Pre-PAMA	85
4.3.2	Acciones Realizadas	85
4.3.3	Parámetros de Monitoreo	87
4.3.4	Resultados Socio-Ambientales	87
4.3.5	Inversión Realizada	88
4.4	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	88
4.4.1	Situación Pre-PAMA	88
4.4.2	Acciones Realizadas	89
4.4.3	Resultados Socio-Ambientales	90
4.4.4	Inversión Realizada	91
4.5	COLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE DESAGÜES	91
4.5.1	Situación Pre-PAMA	91
4.5.2	Acciones Realizadas	92
4.5.3	Instalación del Sistema de Colección de Desagües	92
4.5.4	Tratamiento de Desagües en Lagunas de Oxidación (Colquijirca)	92
4.5.6	Tratamiento de Desagües Mediante Tanques Sépticos (Huaraucaca)	93
4.5.7	Frecuencia Y Parámetros De Monitoreo	94
4.5.8	Resultados Socio-Ambientales	95
4.5.9	Inversión Realizada	95
4.6	MANEJO DE RESIDUOS DOMESTICOS	96
4.6.1	Situación Pre-PAMA	96
4.6.2	Acciones Realizadas	96
4.6.3	Resultados Socio-Ambientales	98
4.6.4	Inversión Realizada	98
4.7	PLAN DE CONTINGENCIAS	98
4.7.1	Situación Pre-PAMA	99
4.7.2	Acciones Realizadas	99
4.7.3	Resultados Socio-Ambientales	99
4.7.4	Inversión Realizada	100
4.8	DEPOSITOS DE RELAVES N° 1 y N° 2	100
4.8.1	Situación Pre-PAMA	100
4.8.2	Acciones Realizadas	101
4.8.3	Descripción de los Trabajos en el Depósito de Relaves N° 1	102
4.8.4	Descripción de los Trabajos en el Depósito de Relaves N° 2	102
4.8.5	Monitoreo	102
4.8.7	Inversión Realizada	103
4.9	ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE COMBUSTIBLES	103
4.9.1	Situación Pre-PAMA	104
4.9.2	Acciones Realizadas	104
4.9.3	Resultados Socio-Ambientales	105
4.9.4	Inversión Realizada	105
4.10	MANEJO DE ACEITES USADOS	105

4.10.1	Situación Pre-PAMA	105
4.10.2	Acciones Realizadas	106
4.10.3	Resultados Socio-Ambientales	106
4.10.4	Inversión Realizada	107
4.11	COLECCION Y TRATAMIENTO DE AGUAS DE MINA	107
4.11.1	Situación Pre-PAMA	107
4.11.2	Acciones Realizadas	107
4.11.3	Monitoreo	109
4.11.4	Resultados Socio-Ambientales	109
4.11.5	Inversión Realizada	110
4.12	CONTROL DE POLVOS EN CAMINOS	110
4.12.1	Situación Pre-PAMA	111
4.12.2	Acciones Realizadas	111
4.12.3	Monitoreo	111
4.12.4	Resultados Socio-Ambientales	111
4.12.5	Inversión Realizada	112
4.13	TAJO PRINCIPAL Y TAJO MERCEDES CHOCAYOC	112
4.13.1	Situación Pre-PAMA	112
4.13.2	Estudios Técnicos Realizados	113
4.13.3	Obras Recomendadas	113
4.13.5	Resultados Socio-Ambientales	115
4.13.6	Inversión Realizada	115
4.14	REHABILITACION AMBIENTAL PROGRESIVA	115
4.14.1	Situación Pre-PAMA	116
4.14.2	Acciones Realizadas	116
4.14.3	Resultados Socio-Ambientales	117
4.14.4	Inversión Realizada	118
4.15	PLAN DE CIERRE DETALLADO	118
4.15.1	Situación Pre-PAMA	118
4.15.2	Acciones Recomendadas:	118
4.15.3	Resultados Socio-Ambientales	120
4.15.4	Inversión Realizada	120
CAPITULO V		121
INVERSION EN LA EJECUCION DEL PROGRAMA DE ADECUACION Y MANEJO AMBIENTAL (PAMA), PERIODO 1997–2001		121
5.1	INTRODUCCION	121
5.2	CRONOGRAMA DE INVERSIONES	121
5.3	INVERSIONES PROGRAMADAS VS EJECUTADAS	122
CONCLUSIONES		
RECOMENDACIONES		
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2.1	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL BOTADERO IN-PIT 44
Tabla 2.2	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL BOTADERO IN-PIT. 45
Tabla 2.3	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL BOTADERO NORTE. 45
Tabla 2.4	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL BOTADERO SUR. 46
Tabla 2.5	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL BOTADERO SUR. 46
Tabla 2.6	BALANCE DE MASA PARA EL Pb-Zn. 52
Tabla 2.7	BALANCE DE MASA PARA EL Cu. 53
Tabla 2.8	CIRCUITO DE FLOTACIÓN DE PB 53
Tabla 2.9	CIRCUITO DE FLOTACIÓN DE Zn 54
Tabla 2.10	CIRCUITO DE FLOTACIÓN DE Cu. 54
Tabla 2.11	PRODUCTOS FINALES. 56
Tabla 2.12	BALANCE METALÚRGICO Pb-Zn. 56
Tabla 2.13	BALANCE METALÚRGICO Cu. 57
Tabla 3.1	CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN EL ENTORNO DE LA MINA COLQUIJIRCA (PROMEDIOS JUNIO 1995 - MAYO 1996) 63
Tabla 3.2	COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS DE CARBÓN 67
Tabla 3.3	POTENCIAL DE GENERACIÓN DE ACIDO 67
Tabla 3.4	COMPARACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS 70
Tabla 4.1	PROYECTO PAMA DE LA MINA COLQUIJIRCA 80
Tabla 4.2	CARACTERÍSTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA DE AGUA DE CONSUMO HUMANO 89
Tabla 5.1	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PAMA COLQUIJIRCA 122
Tabla A1	PROGRAMA DE ADECUACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL (PAMA) INVERSIONES PROGRAMADAS VS EJECUTADAS: 1997-2001 131
Tabla A2	INVERSIÓN DE GASTO DE CAPITAL Y GASTO OPERATIVO DEL PAMA 132
Tabla A3	MONITOREO DE AGUA POTABLE - 1997 133
Tabla A4	MONITOREO DE AGUA POTABLE - 1998 134
Tabla A5	MONITOREO DE AGUA POTABLE - 1999 136
Tabla A6	MONITOREO DE AGUA POTABLE - 2000 137
Tabla A7	MONITOREO DE AGUA POTABLE - 2001 139
Tabla A8	MONITOREO DE AGUAS SUPERFICIALES Y EFLUENTES – 1997 141
Tabla A9	MONITOREO DE AGUAS SUPERFICIALES Y

	EFLUENTES – 1998	142
Tabla A10	MONITOREO DE AGUAS SUPERFICIALES Y EFLUENTES – 1999	143
Tabla A11	MONITOREO DE AGUAS SUPERFICIALES Y EFLUENTES – 2000	144
Tabla A12	MONITOREO DE AGUAS SUPERFICIALES Y EFLUENTES – 2001	145
Tabla A13	MONITOREO DE EFECTOS AMBIENTALES - LISTADO DE ESPECIES VEGETALES EN LA ZIC	146
Tabla A14	MONITOREO DE EFECTOS AMBIENTALES - LISTADO DE ESPECIES DE AVES EN LA ZIC	147
Tabla A15	MONITOREO DE EFECTOS AMBIENTALES - COEFICIENTES DE DIVERSIDAD FLORISTICA	148
Tabla A16	RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS EN LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE COLQUIJIRCA Y TANQUES SÉPTICOS DE HUARAUCACA (ENE - JUN 2000)	149
Tabla A17	RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS EN LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE COLQUIJIRCA Y TANQUES SÉPTICOS DE HUARAUCACA. (JUL - DIC 2000)	150
Tabla A18	RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS EN LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE COLQUIJIRCA Y TANQUES SÉPTICOS DE HUARAUCACA (ENE - JUN 2001)	151
Tabla A19	RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS EN LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE COLQUIJIRCA Y TANQUES SÉPTICOS DE HUARAUCACA (JUL - DIC 2001)	152
Tabla A20	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS (ENE - JUL 2000)	153
Tabla A21	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS (JUL - DIC 2000)	154
Tabla A22	RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS EN LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE COLQUIJIRCA Y TANQUES SÉPTICOS DE HUARAUCACA (ENE - JUN 2002)	155
Tabla A23	RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS EN LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE COLQUIJIRCA Y TANQUES SÉPTICOS DE HUARAUCACA (JUL - DIC 2002)	156
Tabla A24	COLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS DE MINA - 2000	157
Tabla A25	COLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS DE MINA - 2001	158
Tabla A26	CONTROL DE POLVOS EN CAMINOS MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE: 1999 – 2001	159
Tabla A27	INVERSIONES PAMA COMPROMETIDAS CON EL MEM (1997 - 2001)	160
Tabla A28	INVERSIONES PROGRAMADAS Y EJECUTADAS DEL PAMA	161
Tabla A29	INVERSIONES DE GASTO DE CAPITAL Y GASTO OPERATIVO DEL PAMA	162

INDICE DE FOTOS Y PLANOS

		Pág.
Foto B1	Estación de Monitoreo E-2, sobre cuerpo receptor (río San Juan).....	164
Foto B2	Estación de Monitoreo E-9, sobre el efluente de la Central Hidroeléctrica de Jupayragra.....	164
Foto B3	Sistema de Tratamiento de Agua Potable: Sedimentación – Filtración – Desinfección. Colquijirca.....	165
Foto B4	Sedimentador de la Planta de Tratamiento. Colquijirca.....	165
Foto B5	Tratamiento de Aguas Servidas, mediante Lagunas de Oxidación. Colquijirca.....	166
Foto B6	Idem.....	166
Foto B7	Esquema de Tratamiento de las Aguas Servidas, mediante Lagunas de Oxidación. Colquijirca.....	167
Foto B8	Tratamiento de Desagües, mediante Tanques Sépticos. Planta Concentradora Huaraucaca.....	167
Foto B9	Clasificación de los Residuos Sólidos.....	168
Foto B10	Recolección de los Residuos Sólidos Domésticos.....	168
Foto B11	Brigada de Rescate Minero. Plan de Contingencias.....	169
Foto B12	Brigada de Rescate Minero, participando en el rescate de cadáveres luego del terremoto de Pisco, 2008.....	169
Foto B13	Proceso de revegetación de los depósitos de relaves N° 1 y 2.....	170
Foto B14	Ganado vacuno pastando sobre área revegetada en los depósitos de relaves N° 1 y 2.....	170
Foto B15	Tanques de combustibles con sus bermas antiderrames.....	171
Foto B16	Cilindros de aceites y lubricantes dentro de sus bermas antiderrames.....	171
Foto B17	Trampas de grasas y aceites en el lavadero de vehículos....	172
Foto B18	Esquema de la cancha de volatilización para materiales contaminados con hidrocarburos.....	172
Foto B19	Vista panorámica de la planta de tratamiento de aguas de mina (ácidas).....	173
Foto B20	Planta de tratamiento de aguas ácidas.....	173
Foto B21	Camión cisterna regando las vías de acceso.....	174
Foto B22	Alumnos de la Escuela Primaria de la C.C. de Smelter, al lado de un muestreador PM10.....	174
Foto B23	Extensómetro en un punto de control del tajo abierto.....	175
Foto B24	Canales de derivación de aguas de escorrentía	

	alrededor del tajo abierto, impermeabilizadas.....	175
Foto B25	Mujeres de la C.C. de Huaraucaca, participando de las labores de revegetación de áreas disturbadas por la actividad minera	176
Foto B26	Idem	176
Foto B27	Personas de la C.C. de Smelter, participando de la reconstrucción del patrimonio arqueológico, en el cerro Marcapunta.....	177
Foto B28	Idem	177
Plano 1	Plano de ubicación de la Mina Colquijirca	179
Plano 2	Plano de ubicación de los proyectos PAMA.....	180
Plano 3	Plano de las estaciones de monitoreo de la calidad de aguas	181
Plano 4	Plano de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire	182

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 RESUMEN DEL INFORME

A inicios de la década de los 90's, el estado peruano muestra su preocupación por los impactos ambientales negativos que pueden causar las diferentes actividades humanas, sobre todo aquellas de las industrias extractivas. Por este motivo y buscando reducir o eliminar, en el mejor de los casos estos impactos negativos, se emitió el "Código del Medio Ambiente y Los Recursos Naturales", D.L. N° 613 en el año 1990, norma que trajo consigo la implementación de otras similares en los diferentes sectores productivos del país.

A partir del año 1993, el sector minero, asumiendo un liderazgo y actitud proactiva a través del Ministerio de Energía y Minas (MEM) y las empresas de la mediana y gran minería, agrupadas en la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía (SNMPE), inician la rápida aplicación del "Reglamento de Protección Ambiental en Actividades Minero Metalúrgicas", D.S. N° 016-93-EM. Esta norma, indicó los

lineamientos y plazos para desarrollar las actividades de medición, evaluación y control de los efectos adversos de la actividad minero metalúrgico. También, los protocolos y guías ambientales dieron las pautas para implementar mejores procedimientos y prácticas en la evaluación del impacto ambiental negativo y la mitigación de las mismas.

Posteriormente, se dieron otras normas ambientales, que a la fecha, promueven un escenario adecuado y aseguran un manejo sostenible y socialmente responsable de las diferentes etapas del negocio minero (exploración, explotación, beneficio, comercialización, cierre de mina y post-cierre).

Dentro de este contexto, Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB), titular de la Unidad Económica Administrativa “Colquijirca N° 2”, en cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable al sector, implementa sus actividades de manejo ambiental al interior de sus operaciones minero-metalúrgicas, cuya cronología de los hitos más importantes, se resumen a continuación:

- 1994: Inicio del programa de monitoreo de calidad de aguas superficiales y efluentes generados por la actividad minero-metalúrgica en la Unidad de producción Colquijirca.
- Marzo, 1995: Presentación al Ministerio de Energía y Minas (MEM), de la Evaluación Ambiental Preliminar (EVAP), de la Mina Colquijirca.
- Agosto, 1995: Se renombra el Departamento de Seguridad e Higiene Minera, existente, por Seguridad y Medio Ambiente.
- Octubre, 1995: Culminación de la construcción de un muro de concreto de 410m entre los depósitos de relaves N° 1 y 2 y el río San Juan.

- Setiembre, 1995: Inicio de la elaboración del Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), de la Mina Colquijirca.
- Mayo, 1996: Inicio de la recirculación de las aguas decantadas de los depósitos de relaves, hacia la planta concentradora.
- Agosto, 1996: Presentación al MEM, del PAMA de la Mina Colquijirca.
- Enero, 1997 – Diciembre, 2001: Período de Ejecución del PAMA de la Mina Colquijirca. Se otorga el plazo de ley de cinco (05) años para la culminación de los proyectos ambientales.
- Julio, 1999: Se crea el Departamento de Asuntos Ambientales y Comunidades Campesinas.
- Agosto, 2002: Auditoría Especial de la Ejecución del PAMA de la Mina Colquijirca, a cargo de una Empresa de Fiscalización Especializada (EFE), debidamente inscrita en el MEM, el cuál culmina con un informe, donde se recomienda la aprobación de la ejecución de los proyectos PAMA de la Mina Colquijirca.
- Noviembre, 2002: El Ministerio de Energía y Minas (MEM), mediante una resolución directoral, aprueba la ejecución de los proyectos del PAMA de la Mina Colquijirca.
- Enero, 2003: Inicio de la implementación del Sistema Integrado de Gestión del Medio Ambiente, Seguridad y Salud Ocupacional (SIGMASS), en la Unidad de Producción Colquijirca.
- Octubre, 2003: Auditoría de Certificación del SIGMASS, a cargo de una empresa internacional.
- Marzo, 2004: Logro de la certificación en ISO14001 y OHSAS18001, el cual se mantiene actualmente mediante la aprobación de las auditorías de seguimiento semestrales y las auditorías de

recertificación que se realizan cada dos (02) años.

- Octubre, 2004: Presentación al MEM del Plan de Cierre de la Mina Colquijirca, a nivel conceptual, dentro del marco de la Ley de Cierre de Minas.
- Diciembre, 2005: Se crea la Superintendencia de Seguridad, Medio Ambiente y Asuntos Sociales.
- Agosto, 2006: Presentación al MEM del Plan de Cierre de la Mina Colquijirca, a nivel de detalle, dentro del marco del Reglamento de la Ley del Cierre de Minas.
- Diciembre, 2006: Presentación al MEM del Plan de Cierre de Pasivos Ambientales, dentro del marco de la Ley de Pasivos Ambientales.
- Mayo, 2007: La Superintendencia de Seguridad, Medio Ambiente y Asuntos Sociales, se divide en Superintendencia de Seguridad y Medio Ambiente y Superintendencia de Asuntos Sociales, debido al rápido crecimiento de las operaciones y nuevos proyectos mineros de la organización.

Como puede observarse, la ejecución de los proyectos del PAMA de la Mina Colquijirca, entre 1997 y el 2001, fue la actividad ambiental más importante que se realizó durante los últimos diez (10) años dentro de la empresa. A pesar que en este período, se tuvo una caída de los precios internacionales de los metales, el cual generó dificultades económicas en la empresa, se cumplió con el compromiso adquirido con el estado peruano, de culminar con la ejecución de los proyectos PAMA comprometidos, inclusive un año antes del plazo fijado por la autoridad competente (05 años), contribuyendo de esta manera con la mejora de la calidad del medio ambiente en su zona de influencia para las futuras

generaciones.

El presente informe de ingeniería, detalla la ejecución del Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), de la Mina Colquijirca.

1.2 MARCO LEGAL AMBIENTAL

1.2.1 Marco Legal Ambiental General

Constitución Política del Perú (1993).

- La Constitución Política del Perú (CPP-1993), en su Art. 2º, Inc. 22, establece que: “Toda persona tiene derecho a la paz, la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida”.
- Los Arts. 66º, 67º, 68º y 69º establecen que los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la nación, siendo el estado el que promueve el uso sostenible de estos; así como, la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas.

Código Penal.

- Considera al medio ambiente como un bien jurídico de carácter socio económico. Sanciona los delitos contra los recursos naturales y el medio ambiente, con penas privativas de la libertad individual y sanciones pecuniarias. El título XIII, regula los delitos contra la ecología, los recursos naturales y el medio ambiente.

Ley General del Ambiente (Ley Nº 28611 del 13/10/05).

- Deja sin efecto el Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, D.S. Nº 613. Reconoce los derechos de toda persona a gozar de un ambiente saludable y participar en los procesos de toma de decisiones, así como en la definición y aplicación de las políticas y medidas relativas al medio ambiente. Por otro lado, menciona que: “El causante de la degradación del medio ambiente, sea una persona natural o jurídica, pública o privada, está obligado a adoptar inexcusablemente las medidas de restauración, rehabilitación o reparación según corresponda, o cuando lo anterior no fuera posible, compensar en términos ambientales los daños generados, sin perjuicio de otras responsabilidades administrativas, civiles o penales a que hubiera lugar”.

Ley General de Minería (D.S. Nº 014-92-EM, del 04/06/92).

- Norma principal que rige las actividades mineras. Incluye las actividades de prospección, exploración, explotación, procesamiento de minerales, metalurgia extractiva, transporte de minerales y comercialización. El título XV, menciona el marco ambiental, el cuál origina el Reglamento de Protección Ambiental en Actividades Minero-Metalúrgicas (D.S. Nº 016-93-EM).

Ley General del Sector Salud (Ley Nº 26842 del 20/08/97).

- Establece que la protección del medio ambiente (Art. 103), es responsabilidad del estado, personas naturales y jurídicas, las que tienen obligación de mantenerlo dentro de los estándares establecidos

por la autoridad de salud, para preservar la salud de las personas.

- Estipula además, que toda persona natural o jurídica (Art. 1074), está impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en el agua, aire o suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señala las normas sanitarias y de protección del ambiente.

Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada (D.L. N° 757).

- El Art. 50°, establece que las autoridades competentes relacionadas con el medio ambiente y los recursos naturales son los ministerios de cada sector. El Art. 51°, establece que cada autoridad determinará las actividades con el fin de prevenir los riesgos ambientales y establecer niveles máximos permisibles.

Ley que Regula la Extracción de Materiales de los Alvéolos ó Cauces de los Ríos por las Municipalidades (Ley N° 28221, del 07/05/04).

- Establece que las municipalidades distritales y provinciales en su jurisdicción, son competentes para autorizar la extracción de materiales que las aguas acarrearán y depositan en los alvéolos de los cauces de los ríos y el cobro de los derechos correspondientes. Los ministerios, gobiernos regionales u otras entidades públicas que tengan a su cargo la ejecución de obras viales, quedan exceptuados del pago de los derechos por extracción de material.

Ley General de Aguas (D.L. N° 17752).

- Clasifica los diferentes tipos de agua y establece los estándares de

calidad para cada uno de los parámetros en ella definidas.

Ley Marco del Sistema de Gestión Ambiental (LEY N° 28245).

- Tiene por objeto el cumplimiento de los objetivos ambientales de las entidades públicas, fortalecer los mecanismos de transectorialidad en la gestión ambiental, el rol que le corresponde al Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) y a las entidades sectoriales regionales y locales en el ejercicio de sus atribuciones ambientales, a fin de garantizar que cumpla con sus funciones y asegurar que se evite en el ejercicio las superposiciones, omisiones, duplicidad, vacíos o conflictos.

Reglamento de la Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, (D.S. N° 008-2005-PCM).

- Regula el funcionamiento del Sistema Nacional de Gestión Ambiental (SNGA), el que se constituye con las instituciones estatales, órganos y oficinas de los distintos ministerios, organismos públicos descentralizados e instituciones públicas a nivel nacional, regional y local que ejerzan competencias atribuciones y funciones en materia ambiental y recursos naturales. Los Sistemas de Gestión Ambiental Regionales y Locales forman parte del SNGA.

Ley General de Residuos Sólidos (LEY N° 27314).

- Establece los medios para lograr una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuados.

Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos (D.S. N° 057-2004-PCM).

- Tiene por objeto asegurar que la gestión y el manejo de los residuos

sólidos sean apropiados para prevenir riesgos sanitarios. Protege y promueve la calidad ambiental, la salud y el bienestar de la persona humana.

Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental en el Aire (D.S. N° 074-2001-PCM del 21/06/2001).

- Tiene por objetivo principal proteger la salud de las personas. Establece los valores de los estándares nacionales de calidad ambiental del aire para cada contaminante, además de la estrategia para alcanzarlos progresivamente, con el objeto de tener un ambiente de mejor calidad.

Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental para Ruidos (D.S. N° 085-2003-PCM del 24/10/2003).

- Establece los estándares de calidad ambiental para ruidos y los lineamientos para no excederlos, con el objeto de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible.

1.2.2 Marco Legal Ambiental Sectorial

Ley de Pasivos Ambientales (Ley N° 28271 del 06/07/04).

- Regula la identificación de los pasivos ambientales de la actividad minera, la responsabilidad y el financiamiento para la remediación de las áreas afectadas por éstos, destinados a su reducción y/o eliminación, con la finalidad de mitigar sus impactos negativos en la

salud de la población, el ecosistema circundante y la propiedad.

Ley de Cierre de Minas (Ley N° 28090 del 13/10/2003).

- Regula las obligaciones y procedimientos para la elaboración, presentación e implementación del plan de cierre de minas y la constitución de las garantías ambientales, que aseguren el cumplimiento de las inversiones que comprende, con sujeción a los principios de protección, preservación y recuperación del medio ambiente, con la finalidad de mitigar sus impactos negativos a la salud de la población, el ecosistema circundante y la propiedad.
- Aplicable a las unidades mineras en operación a la fecha de su publicación y aquellas unidades mineras nuevas o que reinicien actividades.

Reglamento para el Cierre de Minas (D.S. N° 033-2005-EM del 15/08/05).

- Tiene por objeto la preservación, minimización y el control de los riesgos y efectos sobre la salud, la seguridad de las personas, el ambiente, el ecosistema circundante y la propiedad, que pudieran derivarse del cese de las operaciones mineras.
- El plan de cierre de minas, complementa los estudios de impacto ambiental o los planes de adecuación de impacto ambiental y que en ningún caso podrán ser aprobados como parte de los documentos antes mencionados.
- Establece que el plan de cierre debe ser elaborado a nivel de factibilidad y ser ejecutado de forma progresiva durante la vida útil de

la mina, al término del cual se debe cerrar el resto de las áreas, labores e instalaciones que por razones operativas no hubieran podido cerrarse durante la etapa productiva o comercial, de manera que se garantice el cumplimiento efectivo del cierre.

Reglamento de Protección Ambiental en las Actividades Mineras (D.S. Nº 016-93-EM).

- Establece las acciones de previsión y control que deben realizarse para armonizar el desarrollo de las actividades minero-metalúrgicas con la protección al medio ambiente. Da origen a los Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA).
- Fomenta el empleo de nuevas técnicas de procesos relacionados con el mejoramiento del medio ambiente.
- El titular de la actividad minera, es responsable por las emisiones, vertimientos y disposiciones de desechos al medio ambiente que se produzcan como resultado de los procesos efectuados en sus instalaciones. Es su obligación evitar e impedir que aquellos elementos o sustancias que por sus concentraciones y/o prolongada permanencia pueden tener efectos adversos en el medio ambiente o superen los niveles máximos permisibles establecidos.
- Los estudios y la implementación de proyectos, para depósitos de relaves y/o escorias, deben garantizar la estabilidad estructural del depósito, así como; las obras complementarias a construirse y las laderas adyacentes a los depósitos y/o presas asegurando la estabilidad física de los elementos naturales integrantes y circundantes, para prevenir la ocurrencia de cualquier falla o

interacción desestabilizadora como consecuencia de fenómenos naturales, tales como: actividad volcánica , sísmica, inundaciones e incendios.

Reglamento sobre Estabilidad de los Depósitos de Relaves (R.D. N° 440-96-EM/DGM del 13/12/96).

- Establece la obligación de efectuar y reportar análisis de estabilidad para depósitos de relaves operativos y abandonados. La R.D. N° 19-97-EM/DAA, publicada el 23 de Junio de 1997, presenta los términos de referencia para el informe de estabilidad física con criterio sísmico de 500 años para depósitos abandonados. La R.D. 224-97-EM/DGM, publicada el 23 de Junio de 1997, establece el criterio hidrológico para el diseño y operación del depósito de relaves con periodo de retorno de 500 años.

Reglamento Ambiental para Actividades de Exploración Minera (D.S. N° 038- 98-EM del 30/11/98).

- Establece la obligación de presentar Planes de Cierre en la Evaluación Ambiental y Declaraciones Juradas para Proyectos de Exploración. Incluye la rehabilitación de áreas disturbadas, pozas de lodos, accesos, plataformas, trincheras, calicatas, cierre de labores subterráneas y campamentos.

Reglamento de Participación Ciudadana (R.M. N° 335-96-EM/SG Y R.M. N° 248-99-EM/VMM).

- Establece que la participación ciudadana forma parte del

procedimiento de Evaluación en el trámite de Aprobación de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), Estudio de Impacto Ambiental Preliminar (EIAP) o una Evaluación Ambiental (EA).

- La disposición de información para que la ciudadanía pueda documentarse sobre los EIA, EIAP ó EA.
- Desarrollo de una Audiencia Pública, en la zona geográfica donde se ejecutará el proyecto, previa publicación de los avisos de esta actividad en el diario oficial “El Peruano” y el de mayor circulación en la región.

Niveles Máximos Permisibles de Emisiones De Gases y Partículas para las Actividades Minero-Metalúrgicas (R.M. Nº 315-96-EM/VMM).

- Aprueba los niveles máximos permisibles de anhídrido sulfuroso, partículas, plomo y arsénico presentes en las emisiones gaseosas provenientes de las Unidades Minero-Metalúrgicas.

Niveles Máximos Permisibles de Emisión de Efluentes para Actividades Minero-Metalúrgicos (R.M. Nº 011-96-EM/VMM).

- Aprueba los niveles máximos permisibles para efluentes líquidos minero- metalúrgicos. Los titulares Mineros están obligados a establecer en el EIA y/o PAMA, un punto de control en cada efluente líquido minero-metalúrgico, a fin de determinar la concentración de cada uno de los parámetros regulados y el volumen de descarga en metros cúbicos por día, que será medido al momento de efectuar la toma de muestra.
- Cabe resaltar la diferencia entre un límite máximo permisible y un

estándar de calidad, ya que el primero se refiere a cantidades máximas de emisiones de una actividad, en este caso la actividad minera y el segundo a la calidad del ambiente de una zona determinada.

Guías Ambientales Publicados por la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros, del MEM.

- Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones.
- Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua.
- Guía Ambiental para el Manejo de Agua en Operaciones Minero–Metalúrgicas.
- Guía Ambiental para el Manejo de Drenaje Acido de Minas.
- Guía para el Manejo de Relaves Mineros.
- Guía Ambiental para Vegetación de Áreas Disturbadas por la Industria Minero Metalúrgica.
- Guía Ambiental para el Cierre y Abandono de Minas.
- Guía Ambiental para Proyectos de Lixiviación en Pilas.
- Guía Ambiental para Actividades de Exploración de Yacimientos Minerales.
- Guía Ambiental para la Perforación y Voladura en Operaciones Mineras.
- Guía Ambiental para el Manejo de Cianuro.
- Guía para el Manejo de Reactivos y Productos Químicos.
- Guía Ambiental para el Manejo de Problemas de Ruido en la Industria Minera.
- Guía Ambiental para la Estabilidad de Taludes de Depósitos de

Residuos Sólidos Provenientes de Actividades Mineras.

- Guía Ambiental de Manejo y Transporte de Concentrados Minerales.
- Guía de Fiscalización Ambiental.
- Guía para la Elaboración y Revisión de Planes de Cierre de Minas.
- Guía de Relaciones Comunitarias.

1.2.3 Normas Sobre la Preservación Del Patrimonio Cultural

Ley General de Amparo al Patrimonio Cultural de la Nación.

- Modificado por la Ley N° 24193, del 06 de junio de 1985 y por la ley N° 25644, del 27 de julio de 1992. En ellas se reconoce como bien cultural los lugares arqueológicos, estipulándose sanciones administrativas en casos de negligencia grave o dolo, en la conservación de los bienes del Patrimonio Cultural de la Nación.

Reglamento de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Cultura (D.S. N° 050-94-ED del 11/11/94).

- Se reconoce al Instituto Nacional de Cultura (INC), como el organismo que constituye la entidad gubernamental encargada de velar por el cumplimiento de las normas referentes al aprovechamiento y conservación del Patrimonio Cultural de la Nación.

Reglamento de Exploraciones y Excavaciones Arqueológicas (R.S. N° 559-85-ED).

- Este reglamento fue modificado mediante la R.S. N° 060-95-ED, del

02 de Agosto de 1995, el cual estipula que un arqueólogo registrado ante el Instituto Nacional de Cultura debe realizar una revisión del área a fin de poder emitir un Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA) en la zona de actividades mineras.

Ley Orgánica de Municipalidades (Ley N° 27972 del 27/05/03).

- Establece las funciones y competencias de las Municipalidades Provinciales y Distritales, en materia de planificación del territorio, medio ambiente, seguridad ciudadana, uso del suelo y fiscalización.

1.2.4 Normas Legales Sobre Biodiversidad

Ley de Aprovechamiento de los Recursos Naturales.

- Tiene como objetivo principal, promover y regular el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, renovables y no renovables, estableciendo un marco adecuado para el fomento de la inversión, procurando el equilibrio dinámico entre el crecimiento económico, la conservación de los recursos naturales y del ambiente y el desarrollo de la persona humana.
- Define recurso natural a todo componente de la naturaleza susceptible de ser aprovechado por el ser humano para la satisfacción de sus necesidades y tenga un valor actual o potencial en el mercado, tales como las aguas superficiales y subterráneas, el suelo, subsuelo y las tierras por su capacidad de uso mayor (agrícolas, pecuarias, forestales y de protección), la diversidad biológica (especies de flora, fauna y microorganismos), los recursos genéticos y los ecosistemas

los recursos hidrocarburíferos, hidroenergéticos eólicos, solares, geotérmicos y similares, los minerales y otros. El paisaje natural, en tanto sea objeto de aprovechamiento económico, es considerado como recurso natural.

Ley Forestal y de Fauna Silvestre (Ley N° 26834).

- Establece la conservación de los recursos forestales y de fauna, determinando su régimen de uso racional mediante la transformación y comercialización de los recursos que se deriven de ellos.

Ley de Áreas Naturales Protegidas (Ley N° 26834).

- Norman los aspectos relacionados con la gestión de las áreas naturales protegidas y su conservación, de conformidad con el Art. 68° de la Constitución Política del Perú.
- Estas áreas protegidas constituyen un patrimonio de la Nación. Las normas de protección de estas áreas, se especifican en el Art. 2° de esta Ley.
- El Art. 4° define que estas áreas son de dominio público y no pueden ser adjudicados en propiedad a particulares.
- Las áreas naturales protegidas conforman en su conjunto el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE), a cuya gestión se integran las instituciones públicas del gobierno central, gobiernos descentralizados de nivel regional y municipalidades.

Ley Sobre La Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica (Ley N° 26839 del 8/06/97).

- El estado es soberano en la adopción de medidas para la

conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica, lo que implica conservar la diversidad de ecosistemas, especies y genes, así como mantener los procesos ecológicos esenciales de los que depende la supervivencia de las especies.

- Autoriza al estado a promover la adopción de un enfoque integrado para el manejo de tierras y agua utilizando la cuenca hidrográfica como unidad de manejo y planificación ambiental, la conservación de los ecosistemas naturales, así como las tierras de cultivo, la prevención de la contaminación y degradación de los ecosistemas terrestres y acuáticos, y la rehabilitación y restauración de los ecosistemas degradados, principalmente.

Reglamento Sobre la Conservación y Aprovechamiento de las Cuencas Hidrográficas (D.S. N° 086-2001-PCM).

- El Art. 26°, menciona que la cuenca hidrográfica constituye la unidad física, básica y general de planificación y ordenamiento en materia de conservación y uso de suelos, aguas continentales y diversidad biológica.
- El Art. 27°, menciona que el planeamiento y ordenamiento de la cuenca hidrográfica se realizará con la participación tanto del sector privado y de conformidad con lo establecido en el Art. 55° y siguientes del D.L. N° 653, Ley de Promoción de las Inversiones en el Sector Agrario. Dicho planeamiento y ordenamiento se sustentará principalmente en el enfoque ecosistémico para la conservación de la diversidad biológica en su aproximación metodológica.
- En el Art. 28°, se indica que las autoridades autónomas de cuenca

hidrográfica, aplicarán la zonificación ecológica y económica como herramienta de apoyo técnico para complementar sus actividades de ordenamiento y manejo de la cuenca. Las actividades que se realicen deberán ser acordes con la Estrategia Nacional de Diversidad Biológica.

Estrategia Nacional para la Diversidad Biológica (ENDB).

- El Art. 7º, menciona que la ENDB constituye el instrumento nacional de planificación de la conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad biológica y establece las prioridades nacionales, acciones y medidas para la gestión de la misma para un periodo mínimo de cinco (05) años. Se diseña y desarrolla en el marco de un proceso de planificación participativo, multidisciplinario y dinámico. La ENDB utiliza información y articula resultados de otros procesos de planificación a nivel nacional, regional y local.
- El Art. 21º, menciona que el CONAM, en coordinación con las autoridades sectoriales competentes, remitirá los formularios a los diferentes sectores e instituciones, en función a indicadores específicos.

1.3 BREVE HISTORIA DE SOCIEDAD MINERA EL BROCAL S.A.A.

La palabra Colquijirca, proviene de la transformación del término: “Golquejirca”, que proviene etimológicamente de los vocablos aymará

“Golgue” = Plata y “Jirca” = Cerro, que en castellano significaría: "Cerro de Plata". Los inicios de la actividad minera en Colquijirca, data desde la época preinca; pues los Tinyahuarcos, grupo étnico de origen aymará (perteneciente al Yaro Yanamate), asentados en Marcapunta (Puntaj Marca), ya extraían plata del cerro contiguo, es decir del cerro Colquijirca. La producción minera de Colquijirca, debió ser muy importante, ya que los registros históricos indican que el 12 de marzo de 1533, los españoles sorprendieron a los Tinyahuarcos, conduciendo 400 arrobas de plata fina y 150 arrobas de oro para pagar el rescate del Inca Atahualpa.

Si bien el hermetismo de los indios dificultó en general la localización de los antiguos yacimientos, ya a principios del siglo XVII existía "La Villa Pasco", lugar de residencia de los españoles que trabajaban la mina Colquijirca, por medio de tajeos a cielo abierto y medias barretas, siendo la zona más trabajada la llamada Colquijirca Alta, al oeste del cerro.

A partir de 1562, una gran cantidad de aventureros se afincan en “La Villa Pasco”, para luego ir a trabajar a Colquijirca. La mina, al parecer, siguió produciendo hasta 1726; y desde esa fecha hasta 1880, no se tiene información alguna. Al parecer, los trabajos fueron abandonados a causa de la presencia de agua en profundidad.

Para entonces, en el año 1880, la mina Colquijirca, era propiedad del ciudadano español Manuel Clotet, quién cedió dicha mina a Eulogio Fernandini, casado con su hija, Isolina Clotet Valdizán.

En el año 1896, se inician los trabajos del socavón principal de Colquijirca, que posteriormente se llamó el "Socavón Fernandini". La ejecución de la obra de 900 metros de longitud, tomó 13 años llegando por fin con tenacidad y esfuerzo a encontrar la famosa veta de plata,

plomo y zinc.

Para 1899, se tenía instalada la Fundición de Huaraucaca, para la producción de barras de plata, cuya instalación y manejo estuvo a cargo del ingeniero Antenor Rizo Patrón. Esta, se encontraba a 2 Km al SO de la Fundición de Tinyahuarco, de propiedad de la Cerro de Pasco Mining Corporation. En ella, se realizaban diversos procesos, tales como: preparación mecánica, fundición, amalgamación, lixiviación de plata y bismuto, cianuración, etc., para la obtención de mejores rendimientos según la composición y riqueza de las minas. Se beneficiaron minerales sulfurados y oxidados de cobre, en hornos de mangas o water jackets, previa calcinación en reverberos.

En el año 1921, la empresa, "Negociación Minera Eulogio E. Fernandini", decidió cerrar la fundición y reemplazarla por una planta de flotación ubicada en el mismo lugar. En esa época, la flotación era una tecnología revolucionaria que reemplazó rápidamente a las fundiciones primitivas que hacían las veces de concentradoras. A la muerte de E. Fernandini, en 1938, sus hijos se hacen cargo de la empresa, modificando su nombre a: "Negociación Minera Fernandini Clotet Hermanos".

Posteriormente, el 7 de mayo de 1956, la empresa se registró como: "Sociedad Minera El Brocal S.A.", para finalmente, convertirse en: "Sociedad Minera El Brocal S.A.A.", desde el 14 de abril del 2003, que es la razón social que se mantiene hasta la fecha.

En el año 1960, se instala un molino de barras. En 1962, la planta concentradora producía 480 TMD y en 1972, 510 TMD. En 1973, se inicia los trabajos del tajo abierto: "Mercedes-Chocayoc", mientras que en la zona de Marcapunta, se explotaba por el método subterráneo, utilizando

palas para el carguío y volquetes para el acarreo, es decir; minería sin rieles.

En el año 1974, se abandonan las zonas de explotación subterránea convencional, para intensificar la producción de cobre en Marcapunta y aprovechar su cotización de US\$ 1.5/lb. En 1975, se intensifica el desbroce del tajo abierto. Este año se logra beneficiar 580 TMD, para declinar al año siguiente. En 1976, se dejó de utilizar definitivamente la explotación convencional subterránea en Colquijirca.

Entre los años 1976 y 1978, la empresa atravesó una etapa de falencia económica, al quedar descapitalizada la mina. El 22 de mayo de 1979, se ingresó a un período de reactivación económica, gracias a una inyección de capitales, provenientes principalmente de los grupos Buenaventura y Romero.

Entre los años 1980 y 1981, llegaron equipos para las operaciones en el tajo abierto, lográndose tratar en la planta concentradora 1,500 TMD de mineral. A inicios del año 1989, la planta concentradora fue destruida por un ataque de grupos subversivos. En 1990 y 1991, se tratan 1,750 y 2,000 TMD de mineral respectivamente, proveniente de los tajos Principal y Mercedes-Chocayoc.

A partir de 1994, se inicia un programa agresivo de exploraciones mineras a través de perforaciones diamantinas, lo cual permitió identificar y cuantificar los Proyectos San Gregorio y Marcapunta. En el caso del primero, se logró estimar como recursos minerales 70'000,000 de TM, con 8.06 % de zinc y 2.26 % de plomo. En el caso del segundo, alrededor de 50'000,000 de TM, con 1.90 % de cobre.

En noviembre de 1996, la planta concentradora de Huaraucaca, comienza con la flotación selectiva de zinc, plata y plomo, ya que anteriormente se obtenía un concentrado bulk. La producción llega hasta 2,200 TMD el cuál se incrementó progresivamente hasta llegar a las 3300 TMD en el 2003, con el objeto de soportar los bajos precios de los metales entre los años 2000 y 2003.

Es importante mencionar, que en agosto de 1995; el Departamento de Seguridad e Higiene Minera existente, se renombra como Departamento de Seguridad y Medio Ambiente, con el objeto de iniciar la implementación de las buenas prácticas de protección ambiental y el cumplimiento de las regulaciones ambientales al interior de la organización. Una de las actividades más importantes, fue la elaboración (1996) y ejecución del Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), entre los años 1997 y 2001, cuyo cumplimiento mereció el reconocimiento y aprobación del Ministerio de Energía y Minas (MEM), a través de la R.D. N° 306-2002-EM/DGM, del 08 de noviembre del 2002, luego de una Auditoría Especial.

Paralelamente, la empresa observó la necesidad de un mejor relacionamiento con las comunidades campesinas y poblaciones vecinas, ya que éstas mostraban una creciente preocupación por la contaminación de aguas, pastizales, aire , etc., así como; participar en los trabajos mineros y coordinar el apoyo social de parte de la empresa, lo cual induce a tomar la decisión de crear el Dpto. de Asuntos Ambientales y Comunidades Campesinas, en julio de 1999, con el objeto de armonizar la ejecución de las operaciones minero-metalúrgicas de la empresa, con los

intereses de las poblaciones aledañas, a través de un mutuo beneficio. En diciembre del año 2005, se crea la Superintendencia de Seguridad, Medio Ambiente y Asuntos Sociales, con el objeto de realizar un manejo integrado de la responsabilidad social interna y externa de la empresa.

A fines del año 2002, la empresa toma la decisión de implementar un Sistema Integrado de Gestión en Medio Ambiente, Seguridad y Salud Ocupacional (SIGMASS), con el objeto de mostrar su compromiso voluntario por la mejora continua en cuanto al cuidado del medio ambiente y la integridad física de su personal, lo cual obligó a la elaboración, cumplimiento y seguimiento de políticas, manuales, procedimientos, instrucciones, etc. del sistema, para ser sometido luego, a una auditoría externa. Esta implementación se realizó durante los años siguientes, para culminar con el logro de la Certificación en ISO 14001 y OHSAS 18001, el 24 de marzo del 2004.

En octubre del año 2004, en cumplimiento de la Ley de Cierre de Minas, la empresa presenta al MEM, el Plan de Cierre de la Mina Colquijirca, a nivel conceptual. Luego en agosto del 2006, se presenta el detalle de este plan, cumpliendo de esta manera el Reglamento de la Ley del Cierre de Minas, publicado un año antes. También se presentó el Plan de Cierre de Pasivos Ambientales, en diciembre del 2006.

Como podrá apreciarse, durante la última década, Sociedad Minera El Brocal S.A.A., logró dar un salto cualitativo y cuantitativo importante en cuanto al crecimiento integral de la organización y sus operaciones, lo cual lo ubica dentro del grupo de empresas mineras que realizan su negocio con responsabilidad social.

1.4 CODIGO DE CONDUCTA DE LA SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA Y PETROLEO (SNMPE)

Las empresas asociadas, conscientes de que los minerales, los hidrocarburos y la energía son esenciales para el desarrollo y bienestar de la humanidad, declaramos que su aprovechamiento debe realizarse observando las siguientes normas de conducta:

1. La exploración, la extracción, la explotación, la producción, la transformación, el transporte, la distribución y/o la utilización de los recursos naturales vinculados con nuestras actividades, se hace cumpliendo y haciendo cumplir la legislación vigente en el país.
2. La responsabilidad y eficiencia son norma esencial y constante en los procesos de explotación y utilización de los recursos naturales.
3. La generación de valor para los accionistas, trabajadores, clientes y la sociedad en general se enmarca dentro de la economía social de mercado.
4. La armonización de los legítimos intereses empresariales y productivos busca contribuir a una vida digna y al desarrollo sostenible en la sociedad.
5. la búsqueda de los objetivos empresariales se hace actuando y compitiendo con transparencia y equidad.
6. La salud y la seguridad ocupacional constituye un fin esencial en la gestión de todas nuestras operaciones.
7. Es objetivo cierto de nuestra actividad empresarial promover y aplicar prácticas de protección ambiental y de uso eficiente de los recursos naturales, alentando el empleo de tecnologías eficaces que

contribuyan a proteger flora, fauna y ecosistemas, así como a prevenir cualesquiera situaciones negativas.

8. Se busca respetar las diversidades étnicas (culturas, costumbres, principios y valores de las sociedades con las que actuamos), fomentando el diálogo y la participación de los distintos grupos sociales en proyectos de desarrollo local.

1.5 POLÍTICA DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE DE LA SOCIEDAD MINERA EL BROCAL (SMEB)

Sociedad Minera El Brocal S.A.A.(SMEB) tiene como objetivos alcanzar los más altos estándares en todos y cada uno de sus procesos de su operación y en especial en seguridad, salud y medio ambiente.

La empresa asume el compromiso de crear y mantener un ambiente de trabajo seguro y de realizar sus actividades de manera responsable, velando por el bienestar de sus trabajadores y de las comunidades de su entorno y fomentando una cultura de prevención de la contaminación.

Para cumplir esta política SMEB:

Declara que, la protección de la vida y la salud de sus trabajadores, tiene prioridad sobre cualquier actividad de la empresa.

Proveerá en todas sus actividades, los riesgos para el medio ambiente, la salud y la seguridad e implementará sistemas que permitan su identificación y control.

Cumplirá con todas las leyes, regulaciones, normas, reglamentos y estándares aplicables a la industria minera y al cuidado del medio ambiente. Cuando no existan disposiciones locales se tomaran como

referencia disposiciones reconocidas de otros países. Asimismo; se compromete a cumplir los acuerdos ambientales y de seguridad contraídos con las partes interesadas.

Capacitará y entrenará a todos sus trabajadores para que cuenten con las habilidades necesarias para mantener un ambiente de trabajo libre de daños ambientales y de riesgos para la seguridad.

Promoverá el mejoramiento continuo de sus actividades y procesos, buscando así superar el mero cumplimiento de las normas de seguridad, salud y medio ambiente.

Los integrantes de SMEB, accionistas, directivos y trabajadores, se obligan a cumplir esta política, la misma que se encuentra a disposición del público.

CAPITULO II

DESCRIPCION DE LAS OPERACIONES MINERO-METALURGICAS ACTUALES EN LA MINA COLQUIJIRCA

2.1 GENERALIDADES

La Mina Colquijirca y la Planta Concentradora, se encuentran ubicadas en la reservación minera y hacienda de beneficio, respectivamente, de propiedad de Sociedad Minera El Brocal S.A.A., en las localidades de Colquijirca y Huaraucaca, distrito de Tinyahuarco, provincia y región Pasco, a una altitud promedio de 4250 m.s.n.m.

El clima de la zona tiene dos períodos muy marcados. La época de lluvias (diciembre-abril) y la época seca (mayo-noviembre). Aunque debemos mencionar, que en los últimos años la zona a presentado cambios climáticos observables, relacionados probablemente con los cambios climáticos que vienen produciéndose en el planeta.

El acceso a la mina Colquijirca, desde Lima, es a través de la carretera central, recorriendo un total de 288 Km. Al llegar a La Oroya, se toma el desvío hacia Cerro de Pasco. Quince (15) minutos antes de llegar a esta ciudad, se encuentra el Centro Poblado de Colquijirca. El tiempo de viaje

es de cinco (05) horas en camioneta y siete (07) en ómnibus.

La topografía predominante es plana, perteneciendo la zona de operaciones a la Meseta de Bombón. Hacia el sur del emplazamiento minero, se encuentra el Lago Chinchaycocha. Hacia el oeste, el Bosque de Piedras de Huayllay. Hacia el norte, la ciudad de Cerro de Pasco. El río San Juan, recorre de norte a sur, llegando a la Represa de Upamayo, dando origen al río Mantaro. El cerro Marcapunta, identifica al emplazamiento minero de Colquijirca.

Las comunidades campesinas que existen en el entorno de las operaciones son: Huaraucaca, Smelter, Santa Rosa de Colquijirca, Villa de Pasco y Vicco, con quienes la empresa desarrolla actividades de beneficio mutuo para las partes.

El mineral se transporta desde el Tajo Norte hacia la Planta Concentradora, mediante volquetes de 15 m³, recorriendo una distancia de 7.5 Km. En la planta concentradora de Huaraucaca, se utiliza el método de flotación selectiva para producir concentrados de plomo-plata y zinc, que se transportan en vía férrea hasta los depósitos de Cormin en el Callao. Se dispone de cinco (05) depósitos de relaves. Los más antiguos (N° 1 y 2) construidos mediante el método tradicional de aguas arriba. El depósito N° 3 se encuentra paralizado. Los depósitos N° 4 y 5, se encuentran en actual operación. Los depósitos N° 6 y N° 7, viene siendo construidos actualmente. Todos estos últimos depósitos se construyeron mediante el método de aguas abajo y con todas las consideraciones ambientales. Las aguas decantadas proveniente de los depósitos de relaves en actual operación, se recirculan íntegramente hacia la planta concentradora, para ser reutilizadas en el proceso de flotación.

2.2 ASPECTOS GEOLOGICOS

2.2.1 Geología Local

El yacimiento de Colquijirca (Tajo Norte), se encuentra, estructuralmente ubicado dentro de sinclinales y anticlinales asimétricos, cuyos flancos son: Principal–Mercedes–Chocayoc–La Llave–La Pampa. Estratigráficamente, se ubica en la formación calera (Terciario Inferior–Eoceno), miembros Medio y Superior, con un espesor medido máximo de 225m en el Tajo Principal (Angeles, 1993). Lo conforman generalmente calizas, calizas margosas, dolomías y dolomías varvadas, con alternancias de niveles arcilíticos pardo claros, grises, verdusco y bituminosos; así como también horizontes tobáceos retrabajados que evidencian una actividad volcánica distal contemporánea con la sedimentación de la Formación Calera (Angeles, 1993). Limolitas arenosas, están presentes; las concentraciones bituminosas se dan sobre todo en el miembro Superior.

Basado en el análisis de facies, el Dr. Angeles (1993), define la evolución del lago Calera como lagos efímeros tipo playa (predomina la sedimentación detrítica), a lago holomíctico somero (lago con circulación completa de agua hasta el fondo) y luego a meromíctico ectogénico somero (lago con elevada densidad, por lo que un mayor o menor volumen de agua del fondo está estabilizada).

2.2.2 Estratigrafía

El miembro Calera, la cual alberga la mineralización de Colquijirca, ha sido estudiado por el Dr. Carlos Angeles (1992), quien la divide en tres unidades:

- a) Miembro Superior (Ti-Ca-MS).
- b) Miembro Medio o Colquijirca (Ti-Ca-MC).
- c) Miembro Inferior (Ti-Ca-MI).
 - Ti = Terciario Inferior
 - Ca = Calera
 - MS, MC, MI = Miembro Superior, Miembro Calera y Miembro Inferior.

2.2.2.1 Miembro Superior

Comprende aproximadamente 80m de espesor, medidos en el área de operaciones de los tajos, con intercalaciones delgadas de arcilitas, limolitas, areniscas, dolomías margosas, dolomías, chert y mantos de óxidos (Angeles, 1993). Consiste principalmente de carbonatos varvados con intercalaciones de sedimentos detríticos, donde predominan las primeras, observándose esencialmente calizas, margas y dolomías. Los horizontes detríticos lo componen arcilitas, limoarcilitas y muy ocasionalmente delgados niveles tobáceos (Departamento de Geología).

Los horizontes carbonatados varvados están constituidos por calizas y dolomías masivas y finamente estratificados con milimétricos niveles de arcillas bituminosas de color negro. Estas calizas y dolomías son de colores: beige, grises y pardas claras, de textura “wackestone” y “Mudstone”. En ciertos tramos se pueden apreciar en las calizas inclusiones detríticas, variedades bioclásticas y litoclásticas. Sólo se ha localizado un nivel bioclástico, que puede seguirse estratigráficamente en los tres flancos (Principal, Mercedes y Chocayoc); en el cual se hallaron

fósiles fragmentados de corales, bivalvos, gasterópodos, cuya identificación no ha sido siempre muy fácil. Otra característica de estas calizas es la presencia de estructuras de presión (estilolitos).

Los niveles margosos, son también masivos, de colores: gris verdoso a pardo y amarillo ocre, donde comúnmente se intercalan con los niveles calcáreos.

Los horizontes detríticos finos (arcillas, limolitas y limoarcilitas), son generalmente más delgados que los horizontes carbonatados y presentan colores grises de tonalidades claras y beige-amarillentos a marrones, son deleznales y se presentan intercalados con las calizas, margas y dolomías, aunque con estas últimas, se presentan en niveles milimétricos.

2.2.2.2 Miembro Medio o Colquijirca

Tiene un espesor aproximado de 110 m medidos en el Tajo Principal y 60 m en la Calera (4 Km al norte del Tajo Principal), que es donde mejor se observan los dos primeros tercios del total de la columna. Es este miembro el que alberga la mineralización de Colquijirca en sus tres horizontes: Horizontes Superior, Horizonte Medio y Horizontes Inferior. Se compone esencialmente de rocas carbonatadas (dolomías y en menor proporción calizas y margas) y rocas silíceas (chert). En menor proporción presentan intercalaciones de delgados estratos limoarcilíticos y tobáceos. Las dolomías que predominan en los horizontes Superior e Inferior, derivan fundamentalmente, de procesos diagenéticos, aunque también pueden deberse a las soluciones hidrotermales que mineralizaron este miembro. Se presentan en estratos gruesos y son de colores cremas,

pardos claro y beige, Ocasionalmente, se intercalan con delgados niveles y nódulos de chert.

Las rocas silíceas están representados por chert, que es bastante notable en el Horizonte Medio, el cual se presenta en estratos gruesos masivos y como nódulos en niveles dolomíticos. En este horizontes, es común la presencia de una silicificación moderada a intensa. Y tanto estos niveles silicificados, como los estratos de chert, presentan mineralización, emplazada en cavidades, fracturas y como reemplazamientos.

En los horizontes Superior e Inferior, se percibe en los tramos mineralizados, un avanzado proceso de decarbonatación, a tal extremo que las rocas carbonatadas derivaron a “arcillas”. Dicha alteración, apreciable también en el Horizonte Medio, deriva del proceso de circulación de fluidos mineralizantes altamente ácidos.

2.2.2.3 Miembro Inferior

Tiene un espesor aproximado de 80m en el tajo Principal y de 65m en la Calera. Su composición, a diferencia de los dos miembros anteriores, es principalmente detrítico, con presencia de niveles carbonatados hacia la parte superior. Muy ocasionalmente se han detectado en sondajes diamantinos delgados niveles tobáceos.

Los horizontes detríticos finos (arcilitas y limoarcilitas), son generalmente abundantes hacia la parte inferior y presentan colores verdosos a rojizos. Son deleznales y se presentan intercalaciones de niveles conglomerádicos.

Los horizontes calcáreos son masivos, de colores grises y pardos; de

texturas, “wackestone” y “mudstone”. Los horizontes margosos y limoarcilíticos son de colores grises de diversas tonalidades, y se intercalan en estratos delgados. En toda la secuencia calcárea se observa estructuras de presión (estilolitos). Los escasos niveles dolomíticos hallados en este miembro son de colores de gris-pardo claro y beige y presentan estructuras varvadas.

La edad atribuida al Calera es del **Eoceno Superior**, sobre la base de una datación realizada por D. Noble (1993), quien obtuvo una edad de K/Ar de 36.5 ± 1 Ma, a partir de biotitas de nivel tobáceo cerca de la base del Miembro Inferior.

2.2.3 Geológica Económica

2.2.3.1 Mineralización del Tajo Norte

La mineralización del Tajo Norte se emplaza específicamente dentro de la secuencia sedimentaria plegada y fracturada correspondiente a la Formación Calera miembros Medio (Colquijirca) y Superior, la cual ha sido favorable a la mineralización epitermal del tipo “High Sulfidation”. Dicha mineralización, se ha emplazado en los flancos: Principal, Mercedes, Chocayoc, La Llave y La Pampa.

La extensión reconocida de ésta mineralización, abarca desde Condorcayán hasta Marcapunta, cubriendo un área de 4 Km de longitud por 700 m, de ancho con potencias que varían entre 5 y 50 m en tramos discontinuos, respectivamente.

Diversos estudios realizados en los últimos años, con isótopos de azufre y plomo, tanto de muestras del complejo volcánico de Marcapunta, de las

sulfosales cupríferas de Marcapuna y de los sulfuros polimetálicos de los flancos Principal; Mercedes y Chcayoc; demuestran una relación genética entre ellos, determinando que el núcleo mineralizador del Tajo Norte y Marcapunta, es el propio Complejo Volcánico de Marcapunta (R. Bendezú, 1999-2002).

La edad de la mineralización de Colquijirca con relación a la tectónica, no sería mayor a la base Aymara del Oligoceno Superior (26 a 28 Ma) o Quechua I del Mioceno Inferior (15 a 17 Ma), es decir; no sería mayor a la fase de mayor deformación del distrito (Angeles, 1992 y Bendezú, 1997)

Dentro del contexto regional, la mineralización es concordante con la estratificación, emplazándose preferentemente entre la parte superior del Miembro Medio y parte inferior del Miembro Superior y si bien es cierto que localmente transgrede algunos marcadores estratigráficos (TGR1 y TG2), también es cierto que no transgrede al marcador LMMS, el cual se encuentra dentro de las Dolomías Varvadas. Cabe mencionar aquí una excepción con respecto a lo que ocurre en los Flancos Chocayoc, La Llave y La Pampa, donde se encuentran mantos mineralizados por encima de estas Dolomías Varvadas e inclusive ellas mismas se encuentran mineralizadas.

Conocidas la composición litológica de los Miembros Superior y Medio se puede afirmar que existe un control litológico o control de litofacies, pues el mejor desarrollo de los cuerpos se da al tope del miembro Medio, cuya litología consiste de una alternancia de calizas, calizas margosas y margas, generalmente de grandes bancos, por encima del metro de espesor; en contraste con las dolomías finamente laminadas e intercaladas con niveles arcillosos del miembro superior. Es claro que

donde hay un mejor desarrollo del núcleo de cobre, es mayor la alteración de la roca huésped, sin respetar los tipos de litologías.

Así, los trabajos de reinterpretación de los testigos de perforación diamantina, han permitido definir los siguientes tipos de mineralización:

- **Tipo I (Zona Central: Cu + Ag + Bi)**

Es la Zona Central que se caracteriza por su alto contenido en cobre, plata y bismuto. Se ha realizado una subdivisión para este tipo de mineralización:

- a) Tipo IA:** La parte más interna de este núcleo y que consiste esencialmente de enargita–pirita–alunita. La enargita ocurre como relleno de fracturas y cavidades, con gran desarrollo de cristales, como matriz en las partes de brechas de chert y menos comunes son las disseminaciones. La pirita abunda en este subtipo de mineral, presentándose generalmente como reemplazamientos masivos, relleno de fracturas y espacios abiertos y como finas disseminaciones. La ocurrencia de esfalerita–galena se da en horizontes bastante delgados y distribuidos irregularmente dentro del núcleo de cobre. Otros minerales presentes y subordinados a los ya mencionados, comprenden calcopirita, covelita y bornita, siempre hacia los bordes de este tipo. La ganga asociada está constituida por alunita, baritina y cuarzo. Estudios más detallados realizados en los años 30 y actualmente por Bendezú, indican la presencia de tennantita (mineral rico en plata), wittichenita (mineral bismutinífero con apreciable cantidad de plata), emplectita y probablemente aikinita; éstas dos últimas en mínimas cantidades. Minerales secundarios también están

presentes en aquellas zonas de alteración supérgena: malaquita, azurita, calcantita.

b) Tipo IB: Es la parte más externa del núcleo de cobre constituido principalmente por calcopirita, extendiéndose 800 m al norte de los límites del Tipo I B. La ocurrencia de calcopirita se da a manera de venillas y como reemplazamientos masivos. Acompañan a la calcopirita como relleno de fracturas y reemplazamientos masivos y disseminaciones; baritina, dickita y caolín, relleno de fracturas y cavidades. Al igual que el Tipo IA se emplazan siempre en el chert negro. Albergan importantes valores de plata y bismuto.

- **Tipo II (Zona de Transición: Cu + Ag + Bi + Zn + Pb)**

Es la Zona intermedia que se caracteriza por su alto contenido en cobre, plata, bismuto, zinc y plomo, constituyéndose así en una zona compleja debido a la variedad de especies mineralógicas y a los intercrecimientos que estos presentan. La composición mineralógica comprende calcopirita, esfalerita y galena, acompañados de caolín dickita, baritina y en menor proporción pirita y hematita. Los valores de bismuto y plata pueden deberse a la presencia de inclusiones de tennantita y wittichenita en calcopirita (Bendezú, 2001); plata nativa, en forma de filigramas, ha sido observada en cavidades. Este tipo de mineralización se encuentra emplazada en chert negro o constituyendo zonas de "Roca Sulfurosa", con importantes valores de zinc y plomo. La ocurrencia de estos minerales se da como relleno de fracturas y oquedades y como reemplazamientos masivos.

Es posible realizar una subdivisión para este tipo de mineralización:

- a) **Tipo IIA:** La característica principal de esta zona es que presenta una completa decarbonatización, dando como resultado una roca de color gris claro a blanquecino, bastante porosa y con una mineralogía consistente de pirita, caolín, dickita y alunita; éstos ocurren a manera de venillas, disseminaciones y pequeños reemplazamientos. Es importante indicar la presencia de importantes valores de plata en esta zona, probablemente contenidas en pirita. Este tipo de mineralización coincide con el Tipo IA en posición.
- b) **Tipo IIB:** Se ubica un poco más al extremo norte del núcleo (Mercedes Norte), emplazada en chert negro y conformando zonas de “Roca sulfurosa”, presentando importantes valores de cobre, plata, bismuto, zinc y plomo. Es importante notar que este tipo se encuentra en las partes más distales del núcleo de cobre y coinciden en posición con el Tipo IB.
- **Tipo III (Zona de Metales Base: Zn + Pb ± Ag)**

Es el halo externo de mineralización y por su volumen, el de mayor importancia económica. Se encuentra emplazada en rocas dolomíticas y en menor proporción en niveles de chert negro. Su mineralogía está constituida por esfalerita y galena como minerales de mena, los cuales ocurren como relleno de fracturas y cavidades, disseminaciones y reemplazamientos masivos, constituyendo zonas de “Roca sulfurosa”. La ganga está representada por pirita, especularita, magnetita, caolín, baritina, siderita, ankerita-dolomita y fluorita menos común; todos ellos ocurren como relleno de fracturas y cavidades. Plata nativa a manera de filigramas en cavidades y asociada a siderita han sido observadas cerca

de la Zona de Transición. De igual manera, la presencia de magnetita dentro de zonas de “Roca sulfurosa” se da casi siempre cerca de ésta zona. También se ha observado ocurrencia de calcopirita–galena–dickita como relleno de fracturas y muchas veces llegando a constituir zonas de reemplazamiento masivo. Zonas de intensa decarbonatización también suelen ocurrir y que generalmente contienen importantes valores de Zn–Pb, asociados a caolín–dickita.

Minerales secundarios como anglesita, cerusita y smithsonita están presentes en aquellas zonas de alteración supérgena, acompañados de óxidos de fierro e hidróxidos de manganeso.

Esta zona dolomítica, hacia el techo y piso, gradualmente va pasando a calizas dolomíticas, estando limitado hacia la parte superior por las Dolomías Varvadas (con alto contenido de materia orgánica en forma de centimétricos niveles de arcilitas bituminosas) y hacia la parte inferior por niveles margosos y calcáreo– margosos.

2.2.4 Alteraciones

La interacción de los fluidos hidrotermales en las rocas carbonatadas de la Formación Calera ha generado alteraciones muy fuertes, a tal extremo que algunas de ellas han obliterado por completo cualquier rasgo distintivo de los carbonatos originales. La alteración supérgena está representada por la oxidación, bastante conspicua cuando la estructura mineralizada está en o cerca de superficie, también ocurre en las paredes de antiguas labores subterráneas.

2.2.4.1 Silicificación

Está presente en casi todo el yacimiento en mayor o menor intensidad. Caracteriza principalmente al núcleo de cobre, donde la silicificación es avanzada, manifestándose como chert negro, calcedonia, ópalo o cuarzo. Ciertos tramos presentan un avanzado brechamiento, probablemente debido a los fluidos hidrotermales. La Zona de Transición también presenta una avanzada silicificación, sobre todo hacia el límite norte del Núcleo de Cobre, a la vez que presenta fuertes brechamientos. En la Zona de Metales Base, la silicificación es incipiente a moderada, manifestándose como reemplazamientos parciales de los carbonatos, nódulos o niveles de chert negro, aunque algunos de éstos pueden ser de origen sedimentario (diagénesis temprana de los sedimentos).

Esta alteración presenta una mayor extensión con respecto a las demás, pudiéndose observar su presencia en el área de Condorcayán como delgados niveles de chert negro con ligera oxidación, muchas de las cuales presentan labores antiguas.

2.2.4.2 Argilización

Representado por el ensamble caolín ± dickita y caolín-alunita, principalmente en el núcleo de cobre donde están acompañados de sulfuros de enargita–pirita. Esta alteración también es típica en la Zona de Transición y menos común en la Zona de Metales Base. La dickita se presenta como agregados moteados, ligeramente elongados y con una coloración característica de verde turquesa, asociada siempre a los intervalos de mayor decarbonatización con sulfuros masivos (Zona de

Transición y algunos tramos en la Zona de Matales Base). El caolín ocurre en formas bandeadas y como relleno de fracturas y oquedades.

Las rocas afectadas por esta alteración suelen presentar colores claros y son, por lo general, bastante blandas; salvo en aquellas donde esté presente una silicificación avanzada o moderada (núcleo de cobre).

2.2.4.3 Dolomitización

Alteración característica del halo más exterior y de mayor desarrollo, alrededor de la Zona de Transición. La intensidad de esta alteración varía entre moderada a intensa, presentando la roca un típico color beige; donde los cuerpos mineralizados ocurren a manera de reemplazamientos y relleno de fracturas y cavidades. La intensidad de esta alteración va disminuyendo hacia los límites más externos; pasando, gradualmente o a veces limitado por niveles arcillosos, a calizas dolomíticas donde la escasa mineralización ocurre a manera de venillas. Donde la alteración dolomítica es intensa, todos los rasgos distintivos del carbonato original han sido obliterados y la roca generalmente presenta valores muy altos de peso específico de hasta 3.0, estando casi siempre acompañado de una moderada silicificación lo cual le confiere a la roca una dureza media a alta.

Las zonas con ésta alteración dolomítica, frecuentemente suelen presentar siderita botroidal relleno de cavidades y fracturas, al igual que dolomita– ankerita también en venillas.

Si bien es cierto que la mayor parte de dolomitización es de origen hidrotermal, existen niveles dolomíticos que pueden deberse a orígenes

netamente diagnéticos, como es el caso de las Dolomías Varvadas del Miembro Superior. Esta importante unidad litológica ha sido reconocida como tal en áreas aparentemente fuera del alcance de la mineralización.

2.2.4.4 Decarbonatización

Proceso por el cual los fluidos mineralizadores ácidos removieron la casi totalidad de los carbonatos acumulando residuos insolubles; por consiguiente la roca resultante presenta una apariencia detrítica (arcillitas, limolitas) y colores que varían entre gris a gris claro y blancos, además de ser bastante porosas. Estas zonas de decarbonatización se ubican usualmente en la Zona de Transición y también en la Zona de Metales Base, a partir de la línea 748 hacia el sur, asociados a una intensa argilización (caolín–dickita), usualmente con ricos intervalos de Zn–Pb. Cuando la decarbonatización ocurre en la Zona de Transición (sobre todo cerca del Tipo IA), suele ir acompañado de una moderada argilización y trazas de pirita.

2.2.4.5 Oxidación

Alteración de naturaleza supérgena y por consiguiente, más desarrollada cuando la estructura mineralizada se encuentra en o cerca de la superficie. La percolación de aguas meteóricas origina la formación de óxidos, hidróxidos, sulfatos y carbonatos a partir de sulfuros primarios, tales como: limonita, hematita, waad, smithsonita, anglesita, cerusita, etc.

2.3 ASPECTOS MINEROS

2.3.1 Operaciones de Mina

Las operaciones de mina se realizan por el método de minado a Tajo

Abierto, habiéndose concluido las fases de minado en el Tajo Principal y Tajo Chocayoc. Actualmente, se viene ejecutando la tercera fase denominado Tajo Norte. Este tajo norte tiene tres (03) estructuras (plegamientos) de controles geológicos denominados: Flanco Principal, Flanco Mercedes y Flanco Chocayoc.

La producción de minerales de plata-plomo-zinc, que se tuvo durante el año 2006, fue de 134,000 TMS con leyes de 7.84 OzAg/TM, 3.08% Pb y 5.49% Zn. Se tuvo una producción de 12'000,000 TMS de desmontes.

Las operaciones de minado en el Tajo Norte, se encuentran tercerizadas.

Los equipos más importantes con el que se cuenta son los siguientes:

- Una (01) pala hidráulica O&K de 10 m³ de cuchara.
- Siete (07) volquetes Cat 773 D.
- Una (01) perforadora Sandvick D245S.
- Un (01) cargador frontal 988 F.
- Quince (15) volquetes Freigthliner de 15 m³ de tolva.
- Una (01) excavadora Cat 330.
- Dos (02) excavadoras Komatsu PC 400.

Por la disposición de las rocas estratificadas, se prevé los siguientes taludes finales:

- Rango azimutal de 0° a 200° Talud final : 37°
- Rango azimutal de 210° a 330° Talud final : 30°
- Rango azimutal de 340° a 360° Talud final : 37°

Análisis Estático (talud : 30°)

Janbu Factor of Safety for Specifie Surface : 1.279

Analisis Pseudoestatico (talud : 30°)

Janbu Factor of Safety for Specifie Surface : 1.031

2.3.2 Disposición de Desmontes

2.3.2.1 Botadero Relleno In Pit

La capacidad de almacenamiento de desmontes en el interior del botadero del tajo norte es de 15,700,000 m³, habiéndose dispuesto a la fecha un total de 7,251,616 m³ de desmonte.

La forma de disposición actual de desmontes es sumamente importante, debido a que disminuyen los costos de operación de mina, se realiza el cierre progresivo del tajo y se contribuye a la estabilidad física y química del mismo. Se aprovecha áreas que ya fueron explotadas para disponer los desmontes, previo diseño del sistema de drenaje en la base del botadero In-Pit, en la que se consideró la construcción de un canal revestido con geotextil y la inclusión de grava de 2" a 4" de diámetro y el sello con arena fina y finalmente protegida con un capa de grava para evitar el daño por caída de material.

Las características geométricas de su proceso constructivo son las siguientes:

Tabla 2.1 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL BOTADERO IN-PIT.

Altura de Banco	Talud de Banco	Ancho de Berma	Talud Global
12 m	34°	8 m	25° (2.15H:1V)

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

Análisis de la Estabilidad

Tabla 2.2 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL BOTADERO IN-PIT.

	Estático	Pseudoestático
Factor de Seguridad	1.521	1.004

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

2.3.2.2 Botadero Norte

El botadero Norte, se encuentra ubicado al norte del tajo. Será utilizado luego que se haya llenado el botadero In-Pit, mencionado anteriormente. Tiene una capacidad para almacenar 2,000,000 m³ de desmote hasta el nivel 4366.

Las características geométricas del proceso constructivo que tendrá en el futuro serán las siguientes:

Tabla 2.3 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL BOTADERO NORTE.

Altura de Banco	Talud de Banco	Ancho de Berma	Talud Final
12 m	30°	12 m	22°

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

2.3.2.3 Botadero Sur

Este botadero fue cerrado para la disposición de desmontes, debido a que el 26 de marzo del 2005, se tuvo un deslizamiento. Su cierre contempla la estabilización física y química, así como; la construcción de un camposanto con la participación de las autoridades y población de Colquijirca.

La capacidad de diseño fue de 8,000,000 m³ de desmonte y solo se usaron 3,000,000 m³. Actualmente, cuatro (04) tractores vienen efectuando trabajos de estabilización física, perfilado y nivelado, de acuerdo a un análisis geomecánico realizado por una empresa consultora, los cuales consideran los siguientes aspectos geométricos:

Tabla 2.4 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL BOTADERO SUR.

Altura de Banco	Talud de Banco	Ancho de Berma	Talud Final	Bermas
10 m	16°	20 m	11.8°	70 y 100 m

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

Esta estabilización empieza en el nivel 4,398 hasta el nivel 4,323, el cual considera un corte de 1,400,000 m³ de material suelto que se usarán como relleno en el área deslizada.

Análisis de Estabilidad:

Tabla 2.5 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL BOTADERO SUR.

	Estático	Pseudoestático
Factor de Seguridad	1.507	1.101

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

2.4 PLANTA CONCENTRADORA

2.4.1 Sistema de Alimentación de Mineral

La alimentación del mineral hacia la planta concentradora, se realiza mediante volquetes que transportan el mineral desde la mina hasta la cancha de transferencia, ubicada en un área adyacente a la tolva de gruesos. Previamente son pesados en una balanza de plataforma marca

Exactam de 100 TM de capacidad. La distancia aproximada de la mina a la planta es de 7.5 Km.

El mineral se deposita en la cancha de transferencia de acuerdo al tipo y contenido de valores. Con el objeto de mantener leyes homogéneas en el tratamiento, se realiza un blending con estos minerales durante la alimentación a la tolva de gruesos, cuya capacidad es de 100 TMS. Esta operación se realiza mediante un (01) cargador frontal y dos (02) volquetes.

Para el mineral Pb-Zn, los minerales de mena son principalmente galena y esfalerita; en menor proporción se encuentran la galena argentífera, tetrahedrita, freybergita y pirita argentífera asociadas a alteración de tipo caolinización, hematización, sideritización y piritización. Los minerales de ganga son: pirita, baritina, hematita, siderita, etc.

La mineralización se presenta en capas paralelas a la estratificación, alternando con horizontes de calizas, margas, tufos, que forman un sinclinal (Principal) y un anticlinal (Mercedes–Chocayoc). Es importante mencionar que el mineral tiene alto contenido de arcillas y sales solubles.

Para el mineral de Cu, los minerales de mena son principalmente enargita y luzonita, con elevados contenidos de arsénico. Los minerales de ganga son pirita, carbonatos, etc. Los cuerpos mineralizados del Cu de Marcapunta, están albergados en rocas calcáreas, cuyo contenido de sulfuros varía entre 20 y 60 % en volumen.

2.4.2 Capacidad Instalada

2.4.2.1 Capacidad Instalada

La capacidad instalada teórica de la planta concentradora de Huaraucaca,

es de 4000 TMD, para el circuito Pb–Zn y de 1000 TMD para el circuito de Cu. Esta capacidad está determinada por la capacidad teórica de los equipos.

2.4.2.2 Capacidad Efectiva

La capacidad efectiva de la planta concentradora depende de las leyes de cabeza del mineral y al stock de mineral chancado. Esta capacidad varía entre 3800 a 4200 TMD, para el circuito Pb-Zn y 900 a 1100 TMD para el circuito de Cu.

2.4.2.3 Capacidad de Producción

La capacidad de producción de la planta concentradora es de 3800 a 4000 TMD para el circuito Pb-Zn, obteniéndose un promedio de 108 TMD de concentrado de Pb y 333 TMD de concentrado de Zn. Para el circuito de Cu, la capacidad de producción es entre 900 a 1100 TMD, obteniéndose un promedio de 103 TMD de concentrado de Cu.

2.4.3 Procedimiento de Beneficio

2.4.3.1 Sección Chancado

El mineral de la tolva de gruesos alimenta a una chancadora primaria marca Austin Western 30" x 42" mediante un alimentador vibratorio de 4' x 16' iniciando la etapa de trituración. Este producto chancado alimenta a la faja N° 1, que alimenta a la zaranda vibratoria Simplicity de 8' x 24' de tres

pisos. El grueso del primer y segundo piso se alimenta a la faja N° 2. Esta alimenta a la chancadora secundaria cónica Symons Standar 4 ¼'. El producto del chancado secundario es alimentado a la zaranda vibratoria Simplicity 8' x 24', mediante las fajas N° 3 y N° 4. Los gruesos del tercer piso alimentan a la chancadora terciaria cónica Short head Symons 5 ½', el fino de la zaranda va a la faja N° 6 junto con el producto del chancado terciario y es alimentado al Stock Pile mediante la faja N° 7. En la faja N° 6 se dispone de una balanza Belt Way, que sirve para controlar el tonelaje de mineral chancado. Para la alimentación al Stock Pile de mineral de cobre se utiliza las fajas N° 7A y N° 7B.

2.4.3.2 Sección Molienda – Clasificación

Circuito Plomo-Zinc

El mineral almacenado en el stock pile alimenta a los molinos de barras 7' x 12' N° 1, 7' x 12' N° 2 y 7' x 12' N° 3, mediante los belt feeder 8A, 9A y 10A y las fajas transportadoras N° 8, N° 9 y N° 10 respectivamente. El control del tonelaje a los molinos primarios se realiza mediante Weightómetros, ubicados en las fajas N° 8, N° 9 y N° 10.

La descarga de los tres molinos se envía a una bomba, tamaño 8" x 6", el cual alimenta a los cedazos de alta frecuencia Derrick tipo 5000 B4Z, THS-18. El over size alimenta a dos molinos secundarios de bolas de 8' x 10' N° 2 y N° 3. La descarga de estos, van hacia el cajón de la bomba 8" x 6". El under size (52%-malla 200), es alimentado a la flotación Rougher 1 Pb y Rougher 2 Pb. El relave de este circuito se alimenta a un nido de ciclones D15. El over flow (72%-malla 200), es alimentado al circuito

Rougher 3 de Pb. El under flow es alimentado a la descarga de los molinos terciarios de bolas 8' x 8' y 8' x 10' N° 1. La descarga de estos, se alimenta a un nido de ciclones D10. El over flow va a la flotación Rougher 3 de Pb y el under flow alimenta a los molinos terciarios.

Los reactivos depresores de Zn y Fe (bisulfito de sodio, cianuro de sodio), se alimentan a los molinos de barras 7' x 12' N° 1, 2 y 3 mediante bombas peristálticas SP-15, marca Bredel.

Circuito Cobre

El mineral almacenado en la tolva de finos se alimenta al molino de barras 7' x 12', mediante los belt feeder y la faja transportadora respectivamente. El control del tonelaje al molino primario se realiza mediante un Weightómetro, ubicado en la faja transportadora.

La descarga del molino primario se envía a una bomba, tamaño 6" x 4", la cual alimentará a los cedazos de alta frecuencia (CAF) tipo 5000 B4Z, THS-18, para la separación de las partículas menores a 74 micrones (malla 200), que será alimentado a la flotación de cobre y las partículas mayores a 74 micrones se alimentará al molino de bolas 8' x 8' para su remolienda; la descarga del molino secundario se mezcla con la descarga del molino primario para alimentar a los cedazos de alta frecuencia cerrando de esta manera el circuito de molienda.

Los reactivos depresores de Fe (cal y cianuro de sodio), se alimentan al molino de barras 7' x 12' y molino de bolas 8' x 8', mediante alimentadores de reactivos.

2.4.3.3 Sección Flotación

Circuito De Plomo

La pulpa proveniente del under size (52%-malla 200), es alimentado a la

flotación Rougher 1 de Pb y Rougher 2 de Pb, compuesto por seis celdas DR-300. El relave de este circuito se alimenta a un nido de ciclones D15, el over flow (72%-malla 200), es alimentado al circuito Rougher 3 de Pb, compuesto por una celda tanque de 50 m³, el under flow es alimentado a la descarga de los molinos terciarios, el relave del circuito Rougher 3 de Pb, es alimentado al circuito Scavenger de Pb, que consta de una celda tanque de 50 m³. El xanthato Z-11 y el espumante se agregan al under size.

El concentrado rougher, se bombea al circuito de limpieza que consta de tres etapas: la primera, está formado por tres (03) celdas OK-8, la segunda, está formado por dos (02) celdas OK-8 y la tercera etapa, por seis (06) celdas OK-3, donde se obtiene un concentrado final con ley de 60% de Pb y 50 Oz/TM de Ag, los medios de la limpieza retornan al molino 8 x 10 N° 1 para completar su liberación. Las espumas del concentrado de Pb se bombea al espesador 40'Ø x10' para eliminar parte del agua que contiene. El filtrado del concentrado se realiza en el filtro prensa. La humedad promedio del concentrado es de 10.8%.

Circuito de Zinc

El relave de Pb es bombeado al acondicionador 20' x 20'. Al ingreso del acondicionador se alimentan el sulfato de cobre, a la descarga se alimenta xanthato Z-11 y cal, luego la pulpa es alimentada al circuito de flotación, el cual consta de una etapa de flotación Rougher 1 y Rougher 2 en dos (02) celdas tanque de 50 m³. El relave se alimenta al circuito Scavenger, formado por ocho (08) celdas OK-8 y ocho (08) celdas DR-300. El circuito de limpieza está formado por cuatro (04) etapas

distribuidas de la siguiente manera: una (01) celda tanque de 50 m³ para la primera limpieza, cuatro (04) celdas DR-300 para la segunda, cuatro (04) celdas DR-180 para la tercera y ocho (08) celdas DR-100 para la cuarta limpieza. El concentrado final reporta una ley de 51% de zinc.

Remolienda de Zinc

Las espumas de las celdas Scavenger forman el alimento del circuito de remolienda. Este circuito está formado por un molino de bolas tamaño 7'Ø x10' y una batería de diez (10) hidrociclones D-6 que operan en circuito cerrado. El overflow de ciclones se alimenta a la primera etapa de limpieza.

Tabla 2.6 BALANCE DE MASA PARA EL Pb-Zn.

Tonelaje de tratamiento diario	4,000	TMS
Producción diaria de concentrado de plomo	108	TMS
Producción diaria de concentrado de zinc	333	TMS
Producción de relave por día	3,559	TMS
Gravedad específica del relave	2.7	TM/m ³
Volumen diario de relaves(sólidos)	1,318	m ³ /día
Densidad de relaves	1,110	g/lit
Volumen de agua depositada al relave	19,062	m ³ /día
Volumen de agua recirculada a la planta	10,213	m ³ /día
Volumen de pulpa de relave depositado por día	20,381	m ³ /día

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

2.4.3.4 Circuito de Cobre

La pulpa proveniente del undersize de los cedazos de alta frecuencia se alimenta a dos (02) acondicionadores 10' x 10', donde se dosifican los reactivos Xantato Z-11, MIBC y cal. La pulpa acondicionada se alimenta a la etapa de flotación rougher de cobre en un banco de cuatro (04) celdas DR-300 y el relave de este banco a la flotación scavenger de cobre en un banco de cuatro (04) celdas OK-8. El relave del banco scavenger constituye el relave final del circuito, el cual es bombeado a la cancha de

relaves mediante una bomba 8" x 6".

El concentrado rougher Cu, se bombea al circuito de limpieza que consta de tres etapas: la primera, formada por un banco de cuatro (04) celdas DR-100, la segunda, por un (01) banco de dos(02) celdas DR-100 y la tercera por un(01) banco de dos (02) celdas DR-100, donde se obtiene el concentrado final de Cu el cual se bombea, mediante una bomba 4' x 4', al espesador 40'Ø x10' para eliminar parte del agua que contiene. El filtrado se realiza en el filtro prensa Netzsch, 2000 x 2000mm, con una humedad entre 11% a 11.5%. El agua del rebose del espesador, libre de sólidos, se recicla a la flotación del rougher de Cu.

El concentrado Scavenger de cobre, conjuntamente con los medios del circuito de limpieza retornan al acondicionador 10' x 10' mediante una bomba 6' x 4'.

Tabla 2.7 BALANCE DE MASA PARA EL Cu.

Tonelaje de tratamiento diario	1,000	TMS
Producción diaria de concentrado de cobre	103	TMS
Producción de relaves por día	897	TMS
Gravedad específica de los relaves	2.97	TM/m ³
Volumen diario de relaves(sólidos)	302	m ³ /día
Densidad de relaves	1,099	g/lit
Volumen de agua depositada en relaves	5,710	m ³ /día
Volumen de agua reciclada a planta concentradora	2,504	m ³ /día
Volumen de pulpa de relaves depositado	6,013	m ³ /día

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

2.4.3.5 Consumo de Reactivos

Tabla 2.8 CIRCUITO DE FLOTACIÓN DE PB

DEPRESORES	Kg/TM
Bisulfito de sodio	0.450
Cianuro de sodio	0.090

COLECTOR	
Xanthato Z-11	0.050
MODIFICADOR	
Cal	1.520
ESPUMANTE	
MT – F70	0.033

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

Tabla 2.9 CIRCUITO DE FLOTACIÓN DE Zn

COLECTOR	Kg/TM
Xanthato Z-11	0.060
MODIFICADOR	
Cal	5.050
Sulfato de cobre	0.800
ESPUMANTE	
MT – F70	0.033

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

Tabla 2.10 CIRCUITO DE FLOTACIÓN DE Cu.

DEPRESORES	Kg/TM
Cianuro de sodio	0.120
COLECTOR	
Xanthato Z-11	0.080
Aerophine 3418 A	0.030
MODIFICADOR	
Cal	12.000
ESPUMANTE	
MT – F70	0.070

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

2.4.4 Consumo de Agua

El agua que se utiliza en el beneficio de mineral y uso doméstico se capta de la Laguna de Punrún, derivándose a través de un canal en tierra hacia la central hidroeléctrica de Río Blanco y luego a la central hidroeléctrica de Jupayragra. El agua turbinada es bombeada a un canal situado en la margen izquierda del río San Juan, mediante dos (02) bombas: una (01) bomba Ingersoll Dresser 8" x 6" y otra (01) Hidrostal 8" x 6" con motores de 90 HP cada uno.

La distancia de bombeo a través de dos (02) tuberías de 8" de Ø, es de 150 m en forma horizontal. Estas tuberías descargan el agua a un canal de sección rectangular de 1 x 1.5 m², a través del cual recorren 2 Km hasta llegar a la planta concentradora, conduciendo un caudal de 0.3 m³/s. Sin embargo; se tienen pérdidas por filtraciones y evaporación del 35% aproximadamente. El canal desemboca a un reservorio de concreto de 24 m³, donde se encuentran instalados una (01) bomba Ingersoll Dresser de 8" x 6" y otra (01) bomba hidrostal de 8" x 6" con motores de 90 HP c/u. Estas bombas impulsan el agua hacia otro reservorio de 2000 m³, ubicado a una cota superior, a través de una tubería de 8" Ø. Adyacente a este reservorio principal, existe otro de 160 m³ que sirve para almacenar agua para uso doméstico, luego de ingresar a la planta de tratamiento de agua potable.

Por otro lado; es importante mencionar que en el beneficio de mineral, además del agua fresca que se indica en los párrafos anteriores, también se utiliza el agua decantada proveniente de los depósitos de relaves, que son bombeadas desde una estación de bombas instalado para tal fin hacia la planta concentradora, mediante dos (02) bombas Ingersoll Dreseer, 11EJL-5 y otra (01) bomba Ingersoll Dreseer, 14 ENL-5. Estas bombas impulsan el agua decantada, libre de sólidos, en un reservorio de 1600 m³ de capacidad, a través de dos líneas de tuberías de 6" y 8" de Ø respectivamente, de 2100 m de longitud.

En el tratamiento del mineral de plomo-zinc, el consumo de agua es de 4.76m³/TM (220 l/s), debido a la flotación del mineral con bajas densidades (18% de sólidos en la flotación scavenger de zinc), con el fin de atenuar la acción negativa de las lamas. De los 220 l/s de agua usado

en este proceso, 118 l/s corresponde al agua recirculada desde los depósitos de relaves.

En el tratamiento del mineral de cobre, el consumo de agua es de 1.71 m³/TM de mineral tratado (66 l/s) debido a la flotación del mineral con bajas densidades. De estos 66 l/s de agua que se usa en el beneficio del mineral de cobre, 29 l/s corresponden al agua recirculada desde los depósitos de relaves.

2.4.5 Productos Finales a Obtener

Los productos finales a obtenerse son los siguientes:

Tabla 2.11 PRODUCTOS FINALES.

Conc.	Ag (Oz/TM)	Pb (%)	Zn (%)	Cu (%)	Fe (%)	As (%)	SiO ₂ (%)	Bi (%)	Hg (ppm)
Pb	42-74	53-62	4-7		6-8	0.2-0.4	1-4	0.3	
Zn	8-15		48-54		3-6	0.01-0.02	2-4.5		10-60
Cu	3-5			16-20	10-14	5.95-7			

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

2.4.6 Balance Metalúrgico

2.4.6.1 Plomo-Zinc

Tabla 2.12 BALANCE METALÚRGICO Pb-Zn.

PRODUCTOS	MINERAL TRATADO (TMS)	LEYES			RECUPERACIONES		
		Ag (Oz/TM)	Pb (%)	Zn (%)	Ag (Oz/TM)	Pb (%)	Zn (%)
Cab. Lab.	4000,00	2,70	2,40	5,40			
Cab. Calc.		2,70	2,30	6,40	100,00	100,00	100,00
Conc. Pb	108,00	45,00	60,00	6,50	45,45	67,35	3,24
Conc. Zn	333,00	7,00	3,00	51,00	21,85	10,41	78,63
Rel. Final	3559,00	0,98	0,60	1,10	32,70	22,25	18,13

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

2.4.6.2 Cobre

Tabla 2.13 BALANCE METALÚRGICO Cu.

PRODUCTOS	MINERAL TRATADO T.M.S.	L E Y E S				RECUPERACIONES		RADIO
		Ag Oz/TM	Cu %	Fe %	As %	Ag %	Cu %	
Cab. Lab.	1,000.00	0.55	1.90	10.30	0.70			
Conc. Cu.	103.21	3.00	16.20	20.79	5.95	56.30	88.00	9.689
Rve. Final	896.79	0.27	0.25	9.09	0.10			

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

2.4.7 Planta de Cal

La planta de cal está formada por un molino de bolas de 5' de Ø x 5', dos (02) bombas de 5" x 4" y dos (02) ciclones D-6 que operan en circuito cerrado para moler a tamaños 100%-74 micrones. La lechada de cal proveniente del rebose de los ciclones se almacena en un Holding Tank de 26' x 10' para usar en los turnos de tarde y noche. Desde el holding tank se alimenta a un acondicionador 6' de Ø x 7' para hacer la distribución mediante una bomba que opera en circuito cerrado. El control del pH se realiza mediante un potenciómetro automático.

2.4.8 Depósitos de Relaves

Para el almacenamiento de los relaves se dispone de dos (02) depósitos denominados N° 4 y N° 5, con capacidades de 300,000 m³ y 190,000 m³ respectivamente.

El depósito de relaves N° 4, se construyó con el método aguas abajo, con material de préstamo, hasta la cota 2,218. Sobre este nivel se está

recreciendo una altura adicional de 10 m en todo el perímetro hasta cerrar en la parte central mediante la formación concéntrica del muro con la fracción gruesa y descargando los finos en el interior de la presa. La clasificación de los relaves se realiza mediante ciclones D-20.

El depósito de relaves N° 5, fue construida con el método aguas abajo, con material de préstamo hasta alcanzar la cota 4,202. Desde esta cota, se recrecerá hasta alcanzar la cota del depósito relaves N° 3.

2.4.9 Método de Disposición del Relaves

El relave final es bombeado desde la planta concentradora, mediante una bomba Warman 12" x 10", hacia la estación de bombeo ubicado en el depósito de relaves N° 4. Desde aquí, se distribuye mediante dos bombas Warman 10" x 10", una de stand by, a los ciclones ubicados en el perímetro del depósito de relaves N° 4, a través de tuberías de 14" de diámetro, que cruzan el río San Juan mediante un puente de fierro que sirve a su vez de acceso peatonal.

El sistema que se utiliza para la disposición de relaves comprende la descarga del underflow de los ciclones D-20(09) en la periferia del depósito a través de tuberías de 12" de diámetro, para la conformación del muro. El overflow se deposita en el centro de la presa. El agua decantada se evacua mediante bombas y sifones de 6" de diámetro hacia otros depósitos y luego hacia la estación de bombas para recircularlas hacia la planta concentradora.

Los relaves o colas de tratamiento de la planta concentradora provienen del tratamiento de minerales de plomo, zinc. La granulometría del sólido

arroja 64%-200 mallas, con un peso específico de 2.7 y un porcentaje de sólidos de 15% en peso, siendo el peso específico del material seco confinado 1,600 Kg/m³.

2.4.10 Recirculación de Aguas Decantadas

La descarga de aguas decantadas desde el depósito de relaves N° 4, se realiza a través de tuberías de 6" de diámetro y una bomba vertical, ubicados en la zona de embalse adyacente al muro, hacia el depósito N° 5. Desde aquí, el líquido con menos partículas sólidas en suspensión, es descargado hacia la poza de decantación N° 1, mediante tres sifones de 6" de diámetro y una bomba vertical. Desde esta poza, el agua decantada ingresa a la estación de bombeo para ser conducidas hacia la planta concentradora y ser reutilizadas en el tratamiento de los minerales, contribuyendo de esta manera a la descontaminación del río San Juan.

CAPITULO III

DIAGNOSTICO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES PRODUCIDOS ANTES DE 1996

3.1 INTRODUCCIÓN

De conformidad con la legislación ambiental vigente al año 1996, específicamente el Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (D.L. N° 613), la Ley General de Minería (D.L. N° 109) y el Reglamento de Protección Ambiental en Actividades Minero-Metalúrgicas (D.S. N° 016-93-EM), modificado por el D.S. N° 059-93-EM, la Dirección General de Asuntos Ambientales (DGAA), del Ministerio de Energía y Minas (MEM), en su calidad de ente regulador en materia ambiental para el sector, estableció las normas correspondientes al control del impacto ambiental negativo de las actividades que realizan las empresas mineras.

En base al marco legal mencionado, SMEB, elaboró y presentó la Evaluación Ambiental Preliminar (EVAP) de la Mina Colquijirca, en marzo de 1995. El EVAP tuvo por finalidad identificar y evaluar las principales fuentes de contaminación ambiental vinculadas al proceso productivo e

incluyó la implementación del Programa de Monitoreo de calidad ambiental dentro del emplazamiento minero. Los resultados del EVAP, sirvieron de base para la elaboración del Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA).

3.2 EL PAMA EN MINA COLQUIJIRCA

El PAMA tuvo por finalidad evaluar la situación del medio ambiente, influenciado por la actividad minera, identificar las principales causas del deterioro ambiental y diseñar estrategias de mitigación de los impactos ambientales negativos, incluyendo además; las medidas de prevención de este deterioro en el caso se presentara situaciones extremas.

3.3 DIAGNOSTICO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El diagnóstico de los impactos ambientales negativos atribuibles a las operaciones mineras de la Mina Colquijirca, se realizó en base a los impactos que causaba sobre: El ambiente físico; El ambiente biológico; El ambiente socio-económico; El ambiente de interés humano.

3.3.1 Impactos en el Ambiente Físico

El diagnóstico de los impactos sobre el ambiente físico, se realizó en tres ámbitos a saber: Impactos en la calidad de las aguas superficiales; Impactos en la calidad de los suelos; Impactos en la calidad del aire.

3.3.1.1 Impactos en la Calidad de las Aguas Superficiales

Recurso Agua.

Dentro de los límites de las concesiones mineras de SMEB, el cuerpo receptor principal de agua es el río San Juan, el cual nace de la confluencia de los ríos Alcacocha y Chumpacancha a una altitud de 4,300 msnm. El río San Juan, que tiene una longitud de drenaje de 32 km hasta el punto donde se une con el río Blanco, discurre en dirección N-S hasta su desembocadura en la laguna de Chichaycochita, la cual está ubicada entre el lago Junín y la represa de Upamayo. Esta represa constituye la nacimiento del río Mantaro.

Los principales afluentes del San Juan son los ríos Gasham, Huarapampa y el Racuragra, todos ellos drenando en dirección Oeste-Este. Otro afluente importante es el río Blanco, el cual nace en la laguna Punrún a una altitud de 4,325 msnm. Existen otras quebradas cuyas aguas discurren en dirección Oeste-Este, pero la mayoría de ellas son de régimen estacional.

Por la margen derecha, el río San Juan, recibe aguas frescas de diversos tributarios de régimen permanente y temporal y por la margen izquierda, provienen los afluentes generalmente contaminados por las actividades mineras.

Calidad de Agua del Río San Juan.

Para determinar la calidad del agua a utilizar en la Evaluación Ambiental Preliminar (EVAP), de SMEB, se establecieron once (11) estaciones de monitoreo, cinco (05) de ellas ubicadas en cuerpos receptores y las

restantes (06) en efluentes.

El río San Juan, principal cuerpo de agua en el área de influencia de la unidad de producción Colquijirca, antes de ingresar al área de las concesiones mineras de SMEB, recibía las descargas de la mina Cerro de Pasco. El Programa de Monitoreo Ambiental realizado entre junio 1995 a mayo 1996, determinó que las aguas del río San Juan, al ingresar al área de la concesión minera de SMEB (E-7) se encontraban seriamente contaminadas por plomo, zinc, cobre, hierro, manganeso, cadmio, arsénico, sulfatos, nitratos, sólidos en suspensión, y acidez, comparadas con los estándares de calidad de aguas estipulados por la Ley General de Aguas, como se observa en el siguiente cuadro.

Tabla 3.1 CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EN EL ENTORNO DE LA MINA COLQUIJIRCA (PROMEDIOS JUNIO 1995 - MAYO 1996)

Parámetro	Unidad	E-2	E-7	E-8	E-9	E-10	V.L.(*)
Q	L/s	5,989	1,444	470	2,910	3,311	--.-
PH	----	6.4	5.6	3.6	7.6	6.0	--.-
TSD	mg/L	491	2,835	10,333	204	1,612	--.-
TSS	mg/L	171	1,393	383	19	379	--.-
Sulfatos	mg/L	301	1,289	4,561	30	892	--.-
Nitratos	mg/L	8.41	26.51	168.27	7.74	17.18	0.01
CN Total	mg/L	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.005
AA&GG	mg/L	10	7	12	7	9	0.5
Pb	mg/L	0.07	0.76	1.50	<0.03	0.50	0.10
Zn	mg/L	9.33	73.11	349.23	0.09	45.31	25.00
Cu	mg/L	0.44	3.77	17.57	<0.03	2.64	0.50
As	mg/L	0.011	0.123	4.240	0.009	0.144	0.200
Fe	mg/L	28.68	355.37	1,586.86	0.47	212.42	--.-
Mn	mg/L	6.31	44.29	252.29	0.06	26.47	--.-
Cd	mg/L	0.023	0.159	0.538	<0.005	0.098	0.050

(*) Nivel Máximo Permissible, según la Ley General de Aguas, Clase III: Aguas para riego de vegetales y consumo de animales.

FUENTE: Programa de monitoreo SMEB, 1995-1996.

La estación E-8, corresponde a las descargas desde el Ex-depósito de relaves de Quiulacocha. La descarga de la central hidroeléctrica de Jupayragra (E-9), de propiedad de SMEB, presenta una buena calidad. El río San Juan aguas arriba a la primera descarga de efluentes de SMEB, se denomina como E-10. Finalmente, se tiene estación E-2, que corresponde al río San Juan, ubicado aguas debajo a las operaciones de SMEB

Las aguas del río San Juan eran de color naranja y con una alta turbidez, por presencia de hierro en forma de hidróxidos en suspensión. El lecho también se encontraba con sedimentos de color naranja, sin condiciones para la vida subacuática.

Descargas de Efluentes.

Los impactos en la calidad de las aguas superficiales al interior de la zona de influencia de la Mina Colquijirca, se debían a las descargas de efluentes líquidos a los cuerpos de agua superficiales, principalmente el río San Juan y el riachuelo Ocshapampa. Estas tenían su origen en:

Descarga de desagües de los campamentos de Colquijirca y Huaraucaca, hacia el riachuelo Ocshapampa y río San Juan, respectivamente.

Descarga de aguas ácidas desde las labores antiguas y las operaciones del tajo hacia el riachuelo de Ocshapampa.

Descarga de aguas ácidas desde el pasivo ambiental de Huachuacaja, hacia el río San Juan.

Descargas de grasas, combustibles y aceites residuales, provenientes desde los talleres de mantenimiento y centrales hidroeléctricas de Jupayragra y Río Blanco, hacia el riachuelo Ocshapampa y río San Juan.

Presencia de sedimentos y contaminantes biológicos en el agua de consumo humano en los campamentos de Colquijirca y Huaraucaca.

Descarga de las aguas decantadas de los depósitos de relaves, hacia el río San Juan.

Descarga de desagües de los campamentos de Colquijirca y Huaraucaca.

Los campamentos mineros de Colquijirca y Huaraucaca, generaban descargas de aguas servidas de origen doméstico. En el caso de Colquijirca, se descargaban sin tratamiento al riachuelo Ocshapampa. En el caso de Huaraucaca, se descargaban al río San Juan, también sin tratamiento. Los contaminantes principales en ambos casos, eran la presencia de coliformes totales, coliformes fecales y parásitos. También se observaba la presencia de residuos sólidos en ambos ríos.

Descarga de aguas ácidas desde las labores antiguas y las operaciones del tajo.

La Mina Colquijirca, operó hasta el año 1976 utilizando métodos de explotación subterráneos, quedando como prueba principal de ello, los socavones Smelter y Lumbrerapampa, desde donde se descargaban aguas ácidas hacia el riachuelo Andacancha, afluente del río San Juan y al riachuelo Ocshapampa respectivamente. En el caso de Smelter, con un pH=5.5 y en el caso de Lumbrerapampa, con un pH=6.1 y en ambos casos con altas concentraciones de TSS y metales pesados, principalmente fierro, cobre, zinc y manganeso, que superaban los niveles máximos permisibles establecidos por el MEM. Se establecieron

estaciones de monitoreo de efluentes líquidos, denominados E-6 y E-1, respectivamente.

También es bueno mencionar, la presencia del Pique Lumbrerapampa, de 120m de profundidad y que conecta mediante chimeneas, galerías e inclinados antiguos hacia los Tajos Principal y Mercedes Chocáyoc, el cuál fue rehabilitado y sirvió como un punto de acumulación y drenaje de las aguas ácidas provenientes de estos tajos.

Por otro lado, desde las operaciones del Tajo Principal, también se descargaban aguas ácidas hacia el riachuelo Andacancha en Colquijirca, con un pH=6.1 pero; con concentraciones de TSS y metales pesados, principalmente hierro, manganeso y zinc, que superaban los niveles máximos permisibles establecidos por el MEM. Se estableció una estación de monitoreo de efluente líquido, denominado E-5.

Descarga de aguas ácidas desde el pasivo ambiental de la Ex Fundición de Tinyahuarco.

Desde 1906 hasta 1921, operó en las inmediaciones de Colquijirca, la Ex Fundición de Tinyahuarco, de propiedad de la entonces Cerro de Pasco Mining Corporation (posteriormente denominada Cerro de Pasco Copper Corporation). Esta fundición llegó a procesar 1,450 TM/día de mineral de cobre, provenientes de Cerro de Pasco y Morococha. Esta fundición fue la primera de este tipo que existió en América del Sur.

Con el fin de abastecer de energía a la Fundición de Tinyahuarco, se instaló una planta de lavado de carbón y una planta de fabricación de coque. El carbón provenía de Goyllarisquizga. En 1921 se desactivó esta fundición debido a que entró en funcionamiento el Complejo Metalúrgico

de La Oroya, paralizándose la planta de coque. Sin embargo; se continuó lavando carbón en Tinyahuarco, para abastecer a la nueva planta de coque de La Oroya. La planta de lavado de carbón continuó operando hasta inicios de la década de 1970, generando relaves de carbón por un total aproximado de 800,000 TM y afectando 121 has en la ladera oeste del Cerro Marcapunta y una gran parte de la Quebrada de Huachuacaja, en terrenos de propiedad de la Comunidad Campesina de Smelter.

La composición de estos residuos de carbón se muestra a continuación:

Tabla 3.2 COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS DE CARBÓN

PARAMETRO	UNIDAD	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
Materia volátil	%	19.83	27.40	30.19
Cenizas	%	61.89	45.02	36.46
Carbono fijo	%	18.28	27.58	33.35
Azufre	%	5.22	3.43	4.55
Poder Calorífico	%	2344.40	4185.70	4781.80

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

Muestras 1 y 2: Extraídas de las pilas de carbón.

Muestra 3: Extraída en la parte baja de la quebrada.

Como puede observarse, se trata de un material con un alto contenido de azufre, bajo en carbono fijo y relativamente alto en volátiles.

A continuación se muestra el potencial de generación de ácido PA, expresado en Kg/TM de CaCO₃ equivalente:

Tabla 3.3 POTENCIAL DE GENERACIÓN DE ACIDO

MUESTRA	% S	PA
N° 1	5.22	163.13
N° 2	3.43	107.19
N° 3	4.55	142.19

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

Se puede observar que el material acumulado en la Quebrada de Huachuacaja, es un gran generador de ácido, tal como puede apreciarse en el campo, afectando durante muchos años al riachuelo Andacancha (pH=2.5) y al río San Juan. Más adelante mencionaremos los trabajos de mitigación ambiental realizados por SMEB.

Descarga de efluentes con contenidos de grasas, combustibles y aceites residuales provenientes de los talleres de mantenimiento mecánico y centrales hidroeléctricas de Jupayragra y Río Blanco.

Desde los talleres de mantenimiento mecánico y las centrales hidroeléctricas de Jupayragra y Río Blanco, se tenían efluentes con bajo caudal es verdad, pero; que tenían contenidos de grasas, combustibles y aceites residuales, que se descargaban al riachuelo Ocshapampa en Colquijirca y el río San Juan, en el caso de las centrales hidroeléctricas.

Presencia de sedimentos y contaminantes biológicos en el agua de consumo humano en los campamentos de Colquijirca y Huaraucaca.

El abastecimiento de agua de consumo humano se realiza desde la Laguna de Angascancha en el caso de Colquijirca. El agua se almacenada a través de una presa, sale a través de una compuerta de control y recorre casi dos (02) Km de canal en tierra hasta llegar a un pequeño reservorio de concreto de 9m³ de capacidad. Desde aquí, a través de tuberías de 8" de diámetro ingresaban a ser distribuidas para el consumo de la población de Colquijirca y el campamento minero, previa dosificación de cloro gaseoso.

En el caso de Huaraucaca, ocurría un hecho similar, con la diferencia de

que el agua provenía desde la descarga de aguas turbinadas de la central hidroeléctrica de Jupayagra, con un flujo de 160 l/s aproximadamente. De esta cantidad, solamente se utilizaba 15 l/s para el consumo de la población y el campamento minero. El resto se utilizaba en la planta concentradora.

En ambos casos, había la necesidad de controlar la presencia de sólidos suspendidos (TSS) y parámetros biológicos (coliformes totales, coliformes fecales y parásitos).

Descarga de las Aguas Decantadas de los Depósitos de Relaves hacia el Río San Juan.

Hasta abril de 1996, las aguas decantadas provenientes de los depósitos de relaves se descargaban directamente hacia el río San Juan, contribuyendo de esta manera a su contaminación. Sin embargo; previo a esta fecha, se instalaron tuberías de PVC de 10" de diámetro, así como; una estación de bombeo, para recircular estas aguas hacia la planta concentradora, lo cual se realizó desde mayo de 1996 hasta la fecha. Si bien es cierto, que este trabajo no formó parte del PAMA, sin embargo; era importante mencionarlo por la relevancia que tuvo en cuanto al control ambiental.

Descarga de Relaves en Épocas de Lluvia, desde los Depósitos de Relaves N° 1 y N° 2, hacia el Río San Juan.

Los depósitos de relaves N° 1 y 2, se encontraban adyacentes al río San Juan. En épocas de lluvia, las escorrentías de agua arrastraban relaves hacia el río San Juan. Previo a octubre de 1995, se construyó un muro de

contención de concreto entre la base de los depósitos de relaves mencionados y el río San Juan, de modo tal, que dichas escorrentías quedaban atrapadas detrás del muro, evitando de esta manera que sean arrastradas al río. Si bien es cierto, que este trabajo no formó parte del PAMA, sin embargo; era importante mencionarlo por la relevancia que tuvo en cuanto al control ambiental.

3.3.1.2 Impactos en la Calidad de los Suelos

Para determinar los impactos en la calidad de los suelos al interior de la zona de influencia de las operaciones de la Mina Colquijirca, se compararon muestras de suelos de áreas sin impacto directo de la actividad minera (blanco), con otras que sí lo tenían. Se comparan sus principales características físicas y químicas, así como; la presencia de microelementos y metales pesados. Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Suelos y Plantas de la Universidad Nacional Agraria La Molina. A continuación, se muestra un cuadro con los resultados de estos análisis:

Tabla 3.4 COMPARACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS

PARAM	UM	S1	S3	S5	S6	S7	S8	S11	S12	S13
pH		4.7	6.7	2.5	4.0	4.4	5.1	6.6	7.12	5.0
CE	mmhos/cm	0.41	0.54	4.89	0.39	0.21	0.38	0.80	0.49	0.27
MO	%	2.36	9.75	2.06	10.04	5.90	2.80	1.47	0.88	9.45
Arena	%	61		90	44		74	66	28	
Limo	%	32		10	48		26	24	22	
Arcilla	%	8		0	8		0	10	50	
Textura		FA	SO	A	F	SO	AF	FA	C	SO
N	%	0.29	0.87	0.13	0.54	0.43	0.41	0.11	0.07	0.83
P	ppm	23.1	10.4	4.9	16.7	27.6	7.7	1.3	13.1	31.2

K ₂ O	Kg/ha	221	161	38	238	189	227	213	898	553
Ca ⁺⁺	Me/100g	1.34	25.20	0.84	1.29	1.33	6.75	6.59	20.34	10.30
Mg ⁺⁺	me/100g	0.29	6.32	0.21	0.21	0.28	0.49	1.72	2.00	0.96
K ⁺	me/100g	0.23	0.19	0.06	0.23	0.25	0.29	0.13	1.36	0.37
Na ⁺	me/100g	0.36	0.31	0.27	0.27	0.31	0.28	0.27	0.36	0.26
CIC	me/100g	21.0	54.4	19.2	35.6	27.6	28.0	20.4	24.0	38.0
TAS		0.89	0.17	0.83	0.70	0.77	0.33	0.30	0.24	0.25
PIS	%	1.71	0.57	1.41	0.76	1.12	1.00	1.32	1.50	0.68
PSB	%	10.6	58.9	7.2	5.6	7.9	27.9	42.7	100.0	31.3
Cu	mg/kg	64	388	10	427	78	43	534	9	52
Zn	mg/kg	8	24	29	27	15	56	124	33	25
Mn	mg/kg	16	126	19	8	36	76	6	10	41
Fe	mg/kg	477	74	2133	2358	2844	367	559	27	1842
Cd	mg/kg	5	7	4	2	2	5	10	5	3
Cr	mg/kg	20	27	6	15	6	7	7	5	14
Pb	mg/kg	90	1112	610	1540	530	110	2110	2010	210
B	mg/kg	0.8	3.4	5.7	6.8	6.8	2.9	1.4	6.1	14.0

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

Las muestras fueron extraídas de los siguientes lugares:

S1 : Zona de bofedales en la pampa Huachuacaja.

S3 : Pradera al final de la pampa Huachuacaja.

S5 : Talud suroeste en el Cerro Marcapunta.

S6 : Al pié del Cerro Marcapunta, zona suroeste, entre praderas y bofedales.

S7 : Talud este del Cerro Marcapunta.

S8 : Planicie al este de los depósitos de relaves.

S11 : Talud ubicado entre la Laguna Angascancha y Villa de Pasco (blanco).

S13 : Pradera al pié de la Laguna Angascancha (blanco).

La materia orgánica (MO), presente en los suelos constituye la principal fuente de elementos nutritivos para las plantas. Se considera ALTO este parámetro cuando supera el 4%, lo cual ocurre para las muestras S3, S6, S7 y S13.

La capacidad de intercambio de cationes (CIC), de un suelo representa la cantidad total de cationes que pueden ser intercambiados por una masa unitaria de suelo. La mayoría de los cationes, en orden de proporción Ca, Mg, K y Na, llamados bases intercambiables, neutralizan la acidez del suelo y dominan en actividad microbiológica neutra o sódica. Se debieran interpretar como nutrientes, es decir; a mayor valor del CIC, mayor la fertilidad de los suelos.

El catión H^+ presente contribuye a la acidez del suelo y domina en un ambiente ácido. La proporción del CIC ocupada por bases intercambiables, excepto del catión H^+ , es el porcentaje de saturación de las bases (PSB). Se observa que todas las muestras, a excepción del S3 y S12, dan valores del PSB menores a 50%, lo cual se interpreta como un indicativo de la acidez del suelo. La muestra S12, tiene un PSB del 100%, lo cual supone un suelo sódico.

La muestra S5 da un valor de la Conductividad Eléctrica (CE), mayor a 4 mmhos/cm y un porcentaje de intercambio de sodio menor al 15%, lo cual clasifica a este tipo de suelo como salino, no sódico. El contenido alto de sales tiene un efecto adverso en el crecimiento de plantas debido al incremento de la presión osmótica, lo cual hace más difícil a la planta extraer el agua desde el suelo. Todas las demás muestras dan como resultado una clasificación de suelos no salinos, no sódicos, con buena estructura.

Si se considera como única variable para el análisis a la tasa de adsorción (TAS), de sodio, todas las muestras presentan un riesgo muy bajo de salinidad. Las altas concentraciones de sodio eventualmente degradan la estructura de los suelos, resultando en reducciones de la tasa de

infiltración y la conductividad hidráulica de los mismos.

El cobre, cuando excede las cantidades necesarias para un rendimiento normal de las plantas resulta tóxico. El cobre total en los suelos varía entre 2 y 100 ppm. Las muestras S3, S6 y S8 presentan valores fuera de este rango.

El zinc total en los suelos varía entre 10 y 300 ppm. En estas cantidades es importante para la nutrición de las plantas. La muestra S1 presenta una deficiencia en el contenido de zinc, mientras que las demás están dentro del rango de valores descrito.

El manganeso total en la mayoría de los suelos se encuentra entre 200 y 3000 ppm. Este elemento es esencial para el crecimiento de las plantas. Todas las muestras presentan una deficiencia en este elemento.

Según las normas canadienses (Environment Canada, 1991), un contenido de cadmio hasta 3 ppm es aceptable en el caso de tierras destinadas a fines agrícolas, mientras que para el uso comercial/industrial, este valor puede ser 10 ppm. Los valores encontrados se encuentran dentro de estos límites.

En el caso del cromo, comparando los valores encontrados en las muestras de suelos, con los niveles máximos establecidos en la misma norma anterior, se encuentran por debajo a éstos.

Los contenidos normales de plomo en los suelos se encuentran en el orden de los 1000 ppm. Los valores de plomo encontrados en las muestras S3, S11 y S12, sobrepasan el valor límite, lo cual descalifica a estos suelos para uso agrícola y de uso comercial/industrial.

El contenido normal de boro en los suelos se encuentra entre 3 y 200 ppm, lo cual ocurre en todas las muestras, con excepción de las muestras

S1, S8 y S11.

En resumen, se podría afirmar que no existe impacto ambiental negativo relevante atribuible a las operaciones de la Mina Colquijirca. Sin embargo; el impacto negativo del pasivo ambiental de la Ex-Fundición de Tinyahuarco, si es relevante, pero; no es responsabilidad de SMEB.

3.3.1.3 Impactos en la Calidad del Aire

Los impactos en la calidad del aire al interior de la zona de influencia de las operaciones de la Mina Colquijirca, por emisiones de partículas al aire (las emisiones de gases son mínimas), tienen origen principalmente en:

Emisión de polvos desde los accesos y carreteras por el tráfico de vehículos.

Emisión de polvos desde los depósitos de relaves N° 1 y N° 2.

Emisión de Polvos Desde los Accesos y Carreteras por Tráfico de Equipos.

Las emisiones de polvos al ambiente por el tráfico de equipos pesados (volquetes, palas, tractores, retroexcavadoras, motoniveladoras, etc.) y livianos (camionetas), que circulan a través de los accesos y carretera, de la Mina Colquijirca, se produce principalmente en las épocas secas. Se establecieron estaciones de monitoreo de calidad del aire en los poblados de Colquijirca, Smelter y Huaraucaca.

Emisión de Polvos Desde los Depósitos de Relaves N° 1 Y N° 2.

Las emisiones de polvos al medio ambiente adyacente a los depósitos de relaves N° 1 y N° 2, se producían principalmente en las épocas secas.

Los relaves finos secos presentes en las partes altas de estos depósitos son suspendidos y arrastrados por la presencia de vientos.

3.3.2 Impactos en el Ambiente Biológico

El diagnóstico de los impactos sobre el ambiente biológico, se realizó a través de la evaluación de los parámetros de : Vegetación y Flora; Fauna

3.2.2.1 Evaluación en Base a la Vegetación y Flora

Se realizó una evaluación de la composición florística de los ecosistemas y/o hábitats (laguna, bofedal, pradera, pajonal y roquedal), de la zona de influencia de la Mina Colquijirca, en áreas que tuvieron influencia directa de la actividad minera y en otras áreas que no la tuvieron. Se utilizaron como herramientas el Índice de Diversidad de Shannon-Weaver (H), el Indicador de Categorías de Equidad (e) y el indicador de Riqueza de Especies del Ecosistemas (d).

El Índice de Diversidad de Shannon-Weaver (H), se deriva de la Teoría de la Información e indica que es necesario un número de bits de información para saber que un individuo extraído al azar del conjunto, pertenece a una especie determinada. Este índice es directamente proporcional a la diversidad, es decir; a mayor H, mayor será la diversidad del ecosistema.

El indicador de distribución de individuos en categorías, denominado "equidad" (E), indica la representatividad de las especies.

El indicador (d), indica la riqueza de las especies del ecosistema, comparado con el total de las diferentes especies.

Las zonas que no tuvieron influencia directa de la actividad minera, dieron

por resultado coberturas altas (mayores a 75%) y diversidades, H, también altas (mayores a 2.4).

Las zonas que tuvieron influencia directa de la actividad minera, dieron por resultado coberturas medias (mayores a 50%) y diversidades, H, también medias, lo cual nos lleva a concluir que la naturaleza está en un proceso de recuperación.

3.3.2.2 Evaluación en Base a la Fauna

Se realizó una evaluación de la composición faunística (mamíferos, aves y peces), en los ecosistemas y/o hábitats (laguna, bofedal, pradera, pajonal y roquedal), de la zona de influencia de la Mina Colquijirca, en áreas que tuvieron influencia directa de la actividad minera y en otras áreas que no la tuvieron. Se utilizaron como herramientas el Índice de Diversidad de Shannon-Weaver (H), el Indicador de Categorías de Equidad (e) y el indicador de Riqueza de Especies del Ecosistemas (d).

Las zonas que no tuvieron influencia directa de la actividad minera, dieron por resultado coberturas (mayores que 85%), diversidades (3.482), riqueza y equidad altas, lo cual significa que la representatividad de las especies es casi homogénea. Las que tuvieron alguna influencia de la actividad minera, también presentaron indicadores medianamente altos, lo cual indica que las especies presentes se adecuaron satisfactoriamente al nuevo hábitat.

3.3.3 Impactos en el Ambiente Socio-Económico

La mayor proporción de casos de enfermedad se dan entre las familias de

los comuneros (54.5%), que entre las familias mineras (42.5%). Sin embargo; es bueno mencionar que el 50% de los mineros padecieron de enfermedades respiratorias debido muy posiblemente a las inclemencias del clima y los turnos de trabajo.

El 88% de la población son nativos del lugar, mientras que el 12% restante son migrantes de otros departamentos (Junín, Huancavelica y Huánuco). La tasa de inmigración para los trabajadores mineros es del 76.1%, mientras que para caso de los comuneros es del 48.5%.

En cuanto a las expectativas de la población acerca de la ayuda de la empresa, se tuvo respuestas muy distintas entre los trabajadores mineros y comuneros. Para el primer grupo, la preocupación era contar con una mejor infraestructura educativa y con puestos de trabajo. Para el segundo grupo, la preocupación era contar con servicios básicos (luz, agua, desagües y puestos de trabajo).

3.3.4 Impactos en el Ambiente de Interés Humano

El cerro Marcapunta, ha sido ligeramente disturbado por la construcción de trochas carrozables que sirven de acceso a las antenas de radio instalados en la cumbre del cerro. Además; se hicieron sondajes diamantinos de exploración minera. Conviene señalar que en ninguno de los dos casos estas medidas alteraron las evidencias arqueológicas del lugar.

Estas estructuras tienen especial valor tanto desde el punto de vista científico como de la conservación y protección del patrimonio cultural de la nación. La información histórica contenida en las estructuras

arqueológicas es de vital importancia para entender la forma de vida del hombre andino y sus maneras de subsistencia en un medio aparentemente escaso o nulo en recursos que ofrecer.

CAPITULO IV

EJECUCION DEL PROGRAMA DE ADECUACION Y MANEJO AMBIENTAL (PAMA), (1997 – 2001)

Luego de haber realizado el diagnóstico de los impactos ambientales negativos producidos por las operaciones de la Mina Colquijirca, en los ambientes físicos, biológicos, socio-económicos y de interés humano, se establecen los proyectos de monitoreo, remediación, manejo y cierre, compromiso asumido por Sociedad Minera El Brocal S.A.A. con el estado peruano, en ejecutarlo dentro de los plazos establecidos por ley, es decir; cinco (05) años.

Es importante mencionar, que el objetivo ambiental de la ejecución de cada uno de los proyectos debían ser alcanzados. A este respecto, los avances físicos y las inversiones comprometidas en cada uno de ellos, fueron fiscalizados e informados semestralmente a la Dirección General de Minería (DGM), por las Empresas de Auditoría e Inspectoría, debidamente registradas en el MEM.

A continuación se detalla la ejecución de cada uno de los proyectos comprendidos en el PAMA de la Mina Colquijirca:

Tabla 4.1 PROYECTO PAMA DE LA MINA COLQUIJIRCA

ACTIVIDADES	PROYECTO
MONITOREO: Se realizan en forma permanente.	01. Monitoreo de Agua Potable
	02. Monitoreo de Aguas Superficiales
	03. Monitoreo de Efectos Ambientales
REMEDIACION: Resuelve un problema ambiental.	04. Planta de Tratamiento de Agua Potable
	05. Colección y Tratamiento de Desagües
	06. Manejo de Residuos Domésticos
	07. Plan de Contingencias
	08. Depósitos de Relaves N° y N° 2
	09. Almacenamiento y Manejo de Combustibles
	10. Manejo de Aceites Usados
	11. Colección y Tratamiento de Aguas de Mina
	12. Control de Polvos en Caminos
	13. Tajo Principal
	14. Tajo Mercedes Chocáyoc
CIERRE: Fin de la mina.	15. Rehabilitación Progresiva
	16. Plan de Cierre

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

4.1 MONITOREO DE AGUA POTABLE

Para que la calidad del agua de consumo humano que se suministra a los campamentos de la empresa en Colquijirca y Huaraucaca, y, sea apta para el consumo de todos los trabajadores de la mina. Se han realizado los siguientes análisis.

4.1.1 Situación Pre-PAMA

Antes de 1997, se habían establecido los puntos de monitoreo de la calidad del agua de consumo humano en los campamentos de Colquijirca y Huaraucaca. Este monitoreo debería ser continuado durante el período del PAMA y post-PAMA. Por otro lado, el agua tenía presencia de

sedimentos, algas y contaminantes biológicos.

La ubicación de los puntos de monitoreo es como sigue:

4.1.2 Campamento Colquijirca (Mina)

M-1 : Pileta de la Escuela Fiscalizada N° 35512.

M-2 : Pileta de la Cocina del Comedor Staff.

M-3 : Pileta del Hotel Staff.

4.1.4 Campamento Huaraucaca (Planta Concentradora)

M-4 : Pileta del Campamento de Obreros.

M-5 : Pileta del Campamento de Empleados.

M-6 : Pileta de la cocina del Comedor Staff.

4.1.5 Frecuencia y Parámetros de Monitoreo

La frecuencia de muestreo fue mensual. Los parámetros microbiológicos a ser analizados eran: coliformes totales, coliformes fecales, detección de parásitos (Nemátodes o Entamoeba histolytica) y cloro residual.

4.1.6 Acciones Realizadas

Si bien es cierto, que aún no se contaba con las plantas de tratamiento de agua potable, ya que éstas se terminaron de construir en el año 2000, se mejoró la desinfección del agua con cloro gaseoso. También se realizó la limpieza y mantenimiento permanente del reservorio sedimentador

existente. Así mismo; se instalaron nuevas tuberías de PVC de 8" de diámetro en la troncal principal, en reemplazo de las tuberías de fierro antiguas que se utilizaban y que contribuían a la contaminación del agua.

4.1.7 Resultados Socio-Ambientales

Los resultados del monitoreo realizado durante los cinco(05) años confirman que la calidad del agua es apta para el consumo humano.

Se contribuyó a la mejora de la calidad de vida en las poblaciones de Colquijirca y Huaraucaca, ya que fueron beneficiados con el tratamiento del agua.

Se contribuyó a un mejor relacionamiento social con las poblaciones de Colquijirca y Huaraucaca.

4.1.8 Inversión Realizada

La inversión realizada durante los cinco (05) años de ejecución del PAMA, fue de **US\$ 33,126**; siendo el compromiso **US\$ 10,350**. Se logró superar el compromiso económico asumido.

4.2 MONITOREO DE AGUAS SUPERFICIALES

El control de la calidad del agua en los cuerpos receptores y efluentes, se realizó mediante monitoreos periódicos y sistemáticos.

4.2.1 Situación Pre-PAMA

Los puntos de monitoreo establecidos antes de 1997, fueron continuados

e incrementados durante el período del PAMA. Se ubicaron estaciones de monitoreo en el cuerpo receptor, efluentes y aguas superficiales, los que se mencionan a continuación:

- E-1** : Aguas del Drenaje del Pique Lumbrerapampa.
- E-2** : Aguas del río San Juan, altura del Puente San Gregorio.
- E-3** : Aguas Decantadas de la Cancha de Relaves.
- E-4** : Aguas del río San Juan, a 100 m. ag.arr. de la Planta Concentradora.
- E-5** : Aguas Tratadas del Tajo Mercedes-Chocáyoc.
- E-7** : Aguas del río San Juan, altura del Puente Los Angeles.
- E-8** : Aguas de la descarga de Quiulacocha.
- E-9** : Aguas Turbinadas de la Central Hidroeléctrica de Jupayragra.
- E-10** : Aguas del río San Juan, a 60m. ag.arr. de la CHE Jupayragra.
- E-11** : Aguas del Socavón Smelter, más afluentes.
- E-ANG** : Aguas de la Laguna de Angascancha.
- E-VAN** : Aguas que ingresan a la CHE Jupayragra.
- E-PUN** : Aguas de la descarga en el dique de la Laguna Punrún.
- E-LAB** : Desagüe Laboratorio Químico en Planta Concentradora de Huaraucaca.
- E-OF/LS** : Over-Flow de Laguna de Sedimentación - Planta de Aguas Acidas.
- E-UNISH** : Aguas del riachuelo Oschapampa.

4.2.2 Frecuencia y Parámetros De Monitoreo

Los muestreos se realizan en forma semanal, quincenal y mensual. Los parámetros de campo: caudal, pH, Eh, conductividad, temperatura y hora, se registran durante el muestreo. Los parámetros a analizar fueron: Aceites y grasas, As, CN(total), Cd, Cu, Fe, Mn, Pb, Sulfatos, TSS, TSD y Zn.

4.2.3 Resultados Socio-Ambientales

Los resultados de estos análisis se informaron trimestralmente a la Dirección General de Minería (DGM). Se adjuntan los promedios anuales para cada punto de monitoreo.

Permitió tener información actualizada de la calidad de los efluentes y cuerpos receptores, así como; la evolución de los mismos y vincularlos con los trabajos de remediación efectuados.

Recuperación de la calidad del río San Juan, que durante casi cincuenta (50) años tuvo contaminación minera, lo cual permitió mejorar la imagen del sector minero en la región.

Se contribuyó a un mejor relacionamiento social con las poblaciones vecinas a las operaciones mineras.

4.2.4 Inversión Realizada

La inversión realizada durante los cinco (05) años de ejecución del PAMA fue de **US\$ 255,258**; siendo el compromiso **US\$ 72,450**.

4.3 MONITOREO DE EFECTOS AMBIENTALES

Investigar los efectos que podrían producir las operaciones minero-metalúrgicas de SMEB, sobre los componentes de flora y fauna.

4.3.1 Situación Pre-PAMA

No se había realizado ningún estudio sobre efectos ambientales en la flora y fauna en la zona de influencia de las operaciones mineras.

4.3.2 Acciones Realizadas

El ecosistema acuático, constituido principalmente por el río San Juan, hasta fines del año 1998, no tenía una calidad favorable para la presencia de vida sub-acuática debido a la presencia de hidróxidos férricos en suspensión y concentraciones metálicas por encima de los niveles permisibles que establece la Ley General de Aguas.

Como consecuencia de los trabajos de mitigación ambiental realizados por Centromín Perú y Sociedad Minera El Brocal S.A.A., esta situación ha cambiado notablemente y hoy, la calidad del agua de este río ha mejorado ostensiblemente, presentando una tendencia positiva para lograr su recuperación total, lo cual se puede comprobar observando los resultados del monitoreo de las aguas, así como; la apariencia física transparente con presencia de algas de este río.

En cuanto al ecosistema terrestre, hacemos notar que las operaciones minero-metalúrgicas de la Mina Colquijirca, correspondían a las de una

empresa de mediana minería (3000 TMD), siendo su impacto ambiental poco significativo, lo cual se puede comprobar al observar los resultados del monitoreo realizado. El Departamento de Asuntos Ambientales y Comunidades Campesinas de la empresa, contó con un biólogo profesional.

Para realizar este monitoreo, se establecieron cuarentidos (42) puntos de control, distribuidos en once (11) áreas muestrales en una extensión de 6,800 has. La ubicación de estas áreas muestrales son:

- Alrededores de la central hidroeléctrica de Jupayagra (en terrenos de las comunidades campesinas de Huaraucaca y Sacrafamilia).
- Alrededores de la planta concentradora de Huaraucaca.
- Pampa Huaraucaca, al sur de los depósitos de relaves (terrenos de la comunidad campesina de Huaraucaca).
- Pampa San Gregorio (terrenos de la comunidad campesina de Vicco).
- Pampa Tomachisga (terrenos de la comunidad campesina de Vicco).
- Pampa Unish (terrenos de las comunidades de Smelter y Vicco).
- Alrededores de la Laguna Angascancha (terrenos de las comunidades campesinas de Santa Rosa de Colquijirca y Villa de Pasco).
- Cerro Marcapunta (terrenos de las comunidades campesinas de Smelter, Huaraucaca, Vicco y Villa de Pasco).
- Zona Alto Perú, adyacente al botadero de desmontes sur (terrenos de la comunidad campesina de Smelter).
- Cabecera de la quebrada de Huachuacaja (terrenos de las comunidades campesinas de Smelter y Santa Rosa de Colquijirca).
- Quebrada Condorcayán (terrenos de la comunidad campesina de Santa Rosa de Colquijirca).

Se encontraron solamente tres (03) zonas con impactos negativos menores, localizados cerca a los drenajes ácidos de las pilas de carbón de la Ex-Fundición de Tinyahuarco (pasivo ambiental ajeno a la empresa), alrededores de los depósitos de relaves y la zona impactada por el drenaje ácido en Unish. En el primer caso, el pasivo ambiental es ajeno a la empresa. En el segundo caso, con la ejecución de los trabajos de estabilización física y química, que se realizarán en los depósitos de relaves N° 1 y N° 2, contemplados en el PAMA, se eliminará la fuente de impacto. En el tercer caso, con el tratamiento del drenaje ácido que se realizará en la planta de tratamiento de aguas ácidas, también contemplado en la ejecución del PAMA, se eliminará también la fuente de impacto.

4.3.3 Parámetros de Monitoreo

Se evaluó la biodiversidad en cada uno de los puntos de monitoreo establecidos, en función al coeficiente de diversidad de Shannon-Weaver (H), coeficiente de diversidad de Simpson (1-D), Número real de especies de Simpson (1/D), denominados también de uniformidad (1-D, 1/D) y el coeficiente de equidad (E), para plantas superiores y avifauna.

4.3.4 Resultados Socio-Ambientales

De acuerdo a la hipótesis universalmente aceptada del equilibrio en la sucesión de comunidades biológicas, se demuestra la ausencia de impactos negativos significativos que puedan alterar la normal distribución de la flora y avifauna, como consecuencia de las operaciones de la Mina

Colquijirca. Establecer una línea base para el ambiente biológico dentro de la zona de influencia de las operaciones de SMEB.

Se contribuyó a un mejor relacionamiento social con las poblaciones vecinas a las operaciones mineras.

4.3.5 Inversión Realizada

La inversión realizada durante los cinco (05) años fue de **US\$ 26,345**; siendo el compromiso **US\$ 150,000**.

4.4 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

El objetivo del proyecto fue el de mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable, con el fin de suministrar agua apta para el consumo humano a los campamentos de la empresa en Colquijirca y Huaraucaca.

4.4.1 Situación Pre-PAMA

Los campamentos mineros en Colquijirca y Huaraucaca, contaban con sistemas de abastecimiento de agua potable, comprendiendo las etapas de: captación, tratamiento y distribución cuyas características se describen a continuación.

Tabla 4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA DE AGUA DE CONSUMO HUMANO

ETAPAS	POBLACIÓN BENEFICIADA	
	COLQUIJIRCA	HUARAUCACA
Captación: Fuente Mecanismo	Laguna Angascancha Gravedad	Desfogue C.H. Jupayrragra Bombeo (2 Bombas hidrostal)
Conducción:	Canal de tierra (1950 m de longitud)	Tubería(3 km)
Tratamiento: Reservorio Filtro	Poza de 3m x 3m Rejilla y malla metálica	Poza de 3m x 6m Rejilla y malla metálica
Distribución: Por gravedad	Línea de tubería hacia campamento, conectado a tanque clorador.	Línea de tubería hacia campamento, conectado a tanque clorador.
Caudal:	15 a 20 l/s	15 a 20 l/s

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

Durante la elaboración del PAMA (1996), en ambos sistemas de abastecimiento de agua, se detectó la presencia de sólidos en suspensión (algas) y un desagradable olor a materia orgánica, rápidamente perceptible; por lo cual, se recomendó la implementación de mejoras a través de las construcción de plantas de tratamiento de agua potable, donde se utilizaran procesos de sedimentación, filtración y desinfección.

4.4.2 Acciones Realizadas

Se contrató a una empresa consultora para realizar estudios de ingeniería a nivel de detalle para la construcción de las plantas de tratamiento de agua potable que suministren agua potable apta para el consumo humano en los campamentos de Colquijirca y Huaraucaca.

Las instalaciones adicionales construidas son:

Canal tamiz: Para retener las partículas gruesas que provengan del sistema de conducción de agua.

Sedimentador: Reservorio de agua adicional al ya existente, para precipitar las partículas finas. Cuenta con un deflector, para atrapar las partículas en suspensión.

Filtro de carbón activado: Tanques de fierro que contienen capas de cuarzo y carbón activado, con el cual se resuelve el problema del mal olor del agua.

Desinfección: Se utiliza la infraestructura existente, constituida por un tanque de fierro, en cuyo interior contiene un balón de cloro gaseoso con un dosificador a presión marca REGAL que suministra cloro a una dosis promedio de 5 lb.Cl/24 horas.

Distribución: Se realiza a través de una tubería troncal de 8" de diámetro.

Se adjuntan los criterios de diseño así como; las especificaciones técnicas del proyecto.

4.4.3 Resultados Socio-Ambientales

Brindar agua potable a los trabajadores de los campamentos de la empresa.

Se extendió el beneficio del uso de las plantas de tratamiento a las poblaciones de Colquijirca y Huaraucaca, favoreciendo a una población de 4000 personas.

Se contribuyó a un mejor relacionamiento social con las poblaciones de Colquijirca y Huaraucaca.

Se contribuyó al mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones de Colquijirca y Huaraucaca.

Generación de empleo local ya que en la construcción de las plantas de tratamiento participaron personas de la localidad.

4.4.4 Inversión Realizada

La inversión realizada durante los cinco (05) años fue de **US\$ 73,462**; siendo el compromiso **US\$ 91,250**.

4.5 COLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE DESAGÜES

Tratar las aguas servidas que se originan en los campamentos de Colquijirca y Huaraucaca, para disminuir los riesgos a la salud de los trabajadores en ambos casos.

4.5.1 Situación Pre-PAMA

El sistema de evacuación de desagües consistía en canales colectores, donde eran vertidos los residuos procedentes de los campamentos de Colquijirca y Huaraucaca. En el primer caso, las aguas servidas eran conducidas a la Pampa Unish, que actuaba como un campo de infiltración. En el segundo caso, las aguas servidas eran descargadas al río San Juan.

Para evitar esta práctica que degradaba el medio ambiente y los consiguientes riesgos para la salud de la población, se propuso la instalación de ductos cerrados en vez de canales y la construcción de sistemas de tratamiento de desagües.

4.5.2 Acciones Realizadas

Se contrató a dos (02) empresas consultoras para realizar los estudios de ingeniería a nivel de detalle para la construcción de los sistemas de colección y tratamiento de desagües en los campamentos de Colquijirca y Huaraucaca. Se adjuntan los criterios de diseño y especificaciones técnicas de los proyectos, para ambos casos.

4.5.3 Instalación del Sistema de Colección de Desagües

Para la colección de desagües se instalaron redes de alcantarillado en los campamentos de Colquijirca y Huaraucaca, ampliándose el servicio a ambas poblaciones, mediante la colocación de líneas troncales y conexiones domiciliarias a las viviendas, e instituciones públicas. En ambos casos, los ductos se juntan en un colector principal, para luego ser conducidos por gravedad al sistema de tratamiento conformado por lagunas de oxidación (Colquijirca) y tanques sépticos (Huaraucaca).

4.5.4 Tratamiento de Desagües en Lagunas de Oxidación (Colquijirca)

Consiste en la construcción de cuatro (04) lagunas de oxidación, dispuestas en forma de cascada. La descarga final del sistema, se realiza al riachuelo Ocshapampa, aguas abajo al campamento y ciudad de Colquijirca, los que son aprovechadas como agua de riego de pastizales de la comunidad de Vicco.

Principios del Funcionamiento de las Lagunas de Oxidación:

Las lagunas de oxidación ofrecen una gran superficie de contacto de las aguas servidas con el aire, lo que permite que los microorganismos presentes en el agua puedan degradar la materia orgánica. El proceso es diseñado de manera tal que la población microbiológica oxide la materia orgánica en la etapa de crecimiento endógeno, resultando una pequeña producción de biomasa. Este mecanismo opera con elevados tiempos de retención hidráulica y celular. Dado que todo el sustrato removido es canalizado a energía de metabolismo y oxidación, el proceso de aireación extendida maximiza el requerimiento total de oxígeno por unidad el sustrato removido por unidad de tiempo.

Una vez que el agua tratada ha recibido la suficiente cantidad de oxígeno pasa gravitacionalmente al estanque de sedimentación o clarificación, donde se producen las condiciones ideales de separación líquido-sólido. Las partículas tratadas van sedimentando hacia el fondo del estanque debido a que el clarificador presenta una ligera inclinación en sus muros.

4.5.6 Tratamiento de Desagües Mediante Tanques Sépticos (Huaraucaca)

Se instaló dos (02) baterías de tanques sépticos, de tres (03) compartimentos cada uno, cuyas descargas son al río San Juan. Cada batería está formada por un tanque principal, un tanque auxiliar (para ser usado durante la limpieza del principal) y un tanque que actúa como filtro anaeróbico.

Los tanques sépticos han sido diseñados y construidos teniendo en consideración el Reglamento de Normas Sanitarias para el Diseño de Tanques Sépticos, Campos de Percolación y Pozos de Absorción

(07/01/66).

Para mejorar la calidad del efluente, los tanques sépticos principales cuentan con dos cámaras de sedimentación y aireación, dispuestas de manera que sólo el agua de rebose de la primera cámara pase a la segunda.

Principio de Funcionamiento de los Pozos Sépticos

Los pozos sépticos, son reservorios de concreto que permiten la sedimentación de sólidos en suspensión, actuando también como digestores anaeróbicos.

Los sólidos sedimentables presentes en el agua residual sedimentan en el tanque formando una capa de fango en la parte inferior. Las grasas y demás materiales ligeros ascienden a la superficie dando lugar a una capa de espumas formada por la acumulación de materia flotante. El agua residual decantada y libre de sólidos en suspensión que se encuentra entre las capas de fango y espuma, fluye hacia la superficie de drenaje.

La materia orgánica que queda retenida en la parte inferior del tanque sufre un proceso de descomposición anaeróbica y facultativa y se convierte en gases: Dióxido de Carbono (CO_2), Metano (CH_4) y Sulfuro de Hidrógeno (H_2S).

A pesar de que en el pozo séptico se genera sulfuro de hidrógeno, no existen olores debido a que este se combina con los metales presentes en los sólidos sedimentados dando lugar a la formación de sulfuros metálicos insolubles.

4.5.7 Frecuencia Y Parámetros De Monitoreo

Las descargas finales fueron monitoreados mensualmente para

determinar la calidad de la descarga hacia los cuerpos de agua receptores (riachuelo Oschapampa y río San Juan). Los parámetros a analizar son: coliformes totales, coliformes fecales, DBO y OD. Para la descarga final de las lagunas de oxidación, se establecieron los puntos de monitoreo, DC1, DC2, DC3 y DC4. Para los tanques sépticos el punto de monitoreo es DH1.

4.5.8 Resultados Socio-Ambientales

- Tratar los desagües de los campamentos de Colquijirca y Huaraucaca, cumpliendo con los estándares de calidad de la Ley General de Aguas.
- Se extendió el servicio de tratamiento de desagües a las poblaciones de Colquijirca y Huaraucaca, beneficiando a 4000 habitantes y contribuyendo a una mejor calidad de vida de la gente y del ambiente, reduciendo los riesgos de enfermedades.
- La descarga final de las lagunas de oxidación son aprovechadas por la Comunidad Campesina de Vicco, para el riego de sus pastizales en la zona denominada "Tomachisga".
- Se contribuyó a un mejor relacionamiento social con las poblaciones de Colquijirca y Huaraucaca.
- Se contribuyó a la mejora de la imagen minera en la región Pasco.
- Generación de empleo local, ya que en la construcción de las lagunas de oxidación participaron personas de la localidad.

4.5.9 Inversión Realizada

La inversión realizada durante los cinco (05) años fue de **US\$ 308,564;**

siendo el compromiso **US\$ 101,250**.

4.6 MANEJO DE RESIDUOS DOMESTICOS

Con el fin de evitar la contaminación del medio ambiente y reducir los riesgos a la salud del personal. Se colecto los residuos sólidos domésticos de los campamentos de Colquijirca y Huaraucaca para disponerlos adecuadamente

4.6.1 Situación Pre-PAMA

Antes de 1997, los residuos sólidos domésticos eran recolectados en cilindros y luego incinerados en un descampado cerca a los depósitos de desmonte. También el riachuelo Ocshapampa, se convirtió en un canal de descarga de residuos domésticos de todo tipo, los que eran arrastrados a los pastizales de la comunidad campesina de Vicco.

Para tener un manejo ambiental adecuado de los residuos sólidos domésticos, se propuso en el PAMA (1996), implementar un sistema de recolección colocando contenedores en diferentes lugares de los campamentos y disponerlos con criterios ambientales. Esta actividad, también benefició a las poblaciones de vecinas a las operaciones mineras (Colquijirca, Smelter, Huaraucaca, Río Blanco y Jupayragra).

4.6.2 Acciones Realizadas

Se elaboró e implementó el Plan de Manejo de Residuos Sólidos, realizando diferentes procedimientos de manejo para los siguientes tipos

de residuos: domésticos (cilindros verdes), inflamables (cilindros rojos), metálicos (cilindros amarillos) y peligrosos (cilindros azules). La recolección se realiza a través de contenedores de diferentes colores, teniendo una disposición final según sea el caso. Los residuos inflamables y metálicos son comercializados a empresas autorizadas por la Dirección General de Salud Ambiental (Digesa). Los residuos peligrosos son encapsulados en el botadero de desmontes.

Los residuos domésticos están formados principalmente por papeles, maderas, plásticos, restos de comida y excretas. Se colectan dos (02) veces por semana mediante un camión recolector contratado por la empresa. La cantidad que se recoge es de 10 TM/semana aproximadamente. De esta cantidad, solamente 1 TM/semana corresponde a los campamentos de la empresa. Lo demás, son los residuos domésticos que se generan en las poblaciones de Colquijirca, Huaracaca, Smelter, Río Blanco y Jupayragra, donde también se colocaron cilindros verdes y a quienes se extendió el servicio de recojo, transporte y disposición final de residuos domésticos.

Los residuos sólidos domésticos son transportados a los botaderos del tajo norte, donde son descargados y cubiertos inmediatamente con alrededor de 300,000 TM/semana (relación residuo doméstico/desmote=1/30,000) de desmontes, contribuyendo a mejorar la calidad el suelo por ser residuos fácilmente degradables. La disposición final de los residuos domésticos avanza en crecimiento horizontal y vertical conforme al avance de los botaderos de desmote.

4.6.3 Resultados Socio-Ambientales

Se logró reducir la contaminación del medio ambiente, así como; los riesgos a la salud de los trabajadores de la mina.

Se benefició a las poblaciones del entorno de las operaciones mineras. Si la empresa no haría esta labor, la situación de salubridad en estas poblaciones sería muy preocupante.

Se logró concientizar al personal de la empresa en cuanto al manejo adecuado de los residuos domésticos. También esta labor de concientización se extendió a las poblaciones vecinas y los alumnos de los colegios y escuelas del distrito de Tinyahuarco.

Se contribuyó a un mejor relacionamiento social con las poblaciones del distrito de Tinyahuarco.

Se contribuyó a la mejora de la imagen minera en la región Pasco.

Generación de empleo local, ya que el camión recolector y personal obrero que realiza el recojo de los residuos domésticos pertenecen a empresas de la localidad.

4.6.4 Inversión Realizada

La inversión realizada durante los cinco (05) años fue de **US\$ 35,211**; siendo el compromiso **US\$ 67,500**.

4.7 PLAN DE CONTINGENCIAS

El objetivo principal es contar con un plan de contingencias, que permita tener al personal de la empresa preparado para enfrentar cualquier situación de emergencia que podría presentarse en la unidad de

producción

4.7.1 Situación Pre-PAMA

No se contaba con un Plan de Contingencias. Sin embargo se realizó un análisis de la situación actual y las medidas correctivas

4.7.2 Acciones Realizadas

El Plan de Contingencias, fue elaborado por el Departamento de Seguridad y Medio Ambiente, en diciembre del año 1997. Se recogieron los aportes de los diferentes jefes de sección y trabajadores de mayor experiencia. Este plan se revisa y actualiza semestralmente.

El plan está orientado básicamente a dar respuesta oportuna y adecuada a potenciales desastres naturales como: sismos, derrumbes, deslizamientos, derrames de combustibles y/o relaves, incendios, atentados, lluvias torrenciales, derrame de concentrados y desborde de lagunas. Este plan fue mejorado con la publicación del “Manual de Procedimientos y Plan de Contingencias de Sustancias Peligrosas”, R.M. N° 134-2000-EM/DGM.

Se adquirieron equipos de rescate y de atención a emergencias. Se formó la Brigada de Rescate Minero. Se realizan simulacros de acuerdo a un programa establecido en el año.

4.7.3 Resultados Socio-Ambientales

Se logró sensibilizar al personal de la unidad de producción en cuanto a las acciones a realizar frente a una emergencia.

Coordinación con las autoridades de Defensa Civil de la Región y autoridades locales, para enfrentar juntos las emergencias que puedan presentarse.

Se contribuyó a un mejor relacionamiento social con las poblaciones vecinas, instituciones del estado y autoridades locales

4.7.4 Inversión Realizada

La inversión realizada durante los cinco (05) años fue de **US\$ 10,614**; siendo el compromiso **US\$ 35,000**.

4.8 DEPOSITOS DE RELAVES N° 1 y N° 2

El estudio permitió asegurar la estabilidad física y química de los depósitos de relaves N° 1 y N° 2, a corto y largo plazo.

4.8.1 Situación Pre-PAMA

La planta concentradora de Huaraucaca, disponía los relaves en el depósito N° 2. El depósito N° 1, ya se encontraba fuera de operación. Ambos depósitos se encuentran en la margen derecha del río San Juan y a 100 m de distancia de la planta concentradora. La disposición de los relaves se realizaba mediante el sistema aguas arriba e hidrocicloneo tradicional. Los gruesos sirven para construir el dique periférico y los finos se descargan al interior del depósito. Como se sabe, este sistema de disposición significa factores de seguridad bajos.

Durante los trabajos de campo para la elaboración del PAMA (1996), se encontró que los taludes presentaban fenómenos de tubificación y afloramientos de humedad, lo que indicaba problemas de estabilidad

física. Asimismo; pruebas de relación Ácido-Base, con muestras de relaves de dichos depósitos, indicaron que eran potenciales generadores de drenaje ácido. Ante estas evidencias, se propusieron la ejecución de trabajos de estabilización física en los taludes de ambos depósitos, así como; la revegetación del depósito N° 1.

4.8.2 Acciones Realizadas

Con la finalidad de resolver los problemas de inestabilidad de taludes en los depósitos de relaves N° 1 y N° 2, así como; evitar la generación de aguas ácidas, se contrataron los servicios de dos (02) empresas consultoras para realizar los estudios de “Estabilidad Física en los Depósitos de Relaves N° 1 y N° 2” y de “Cobertura y Revegetación del Depósito de Relaves N° 1”.

El análisis de estabilidad bajo condiciones estáticas, pseudo-estática y post-licuefacción, determino que los depósitos N° 1 y N° 2, tenían factores de seguridad por debajo del requerimiento mínimo fijado para condiciones sísmicas y post-licuefacción; por lo cual se recomendó la reducción de la pendiente del talud en el depósito N° 1 y la construcción de un contrafuerte o berma perimetral de refuerzo con material de préstamo, en el talud norte del depósito N° 2.

Por otro lado, el estudio de cobertura y revegetación para el depósito de relaves N° 1, recomendó usar como sustrato adecuado para la revegetación un perfil con tierra agrícola de un espesor de 0.25 m; caliza, 0.20 m y arcilla 0.10 m y la siembra de rye-grass ingles.

4.8.3 Descripción de los Trabajos en el Depósito de Relaves N° 1

Se disminuyó el ángulo de talud trasladando el material que se encontraba en la parte media-superior del talud hacia el centro del depósito, perfilando y nivelando la parte superior.

Para la estabilización química de este depósito, se cubrió la superficie utilizando el substrato constituido por arcilla, calizas y finalmente tierra vegetal (top soil), alcanzando espesores entre 0.80 a 1.20 m. Posteriormente, se realizó la siembra de rye-grass (*Lolium perenne*). El área revegetada es de 6 has aproximadamente.

4.8.4 Descripción de los Trabajos en el Depósito de Relaves N° 2

Se construyó una berma perimetral de refuerzo o contrafuerte, con material de préstamo debidamente compactada. En esta labor se colocó un filtro (Geotextil) entre la cara externa del depósito de relaves y el contrafuerte, a fin de evitar que relaves finos sean lavados por el agua de infiltración y puedan producir entubamiento. El contrafuerte ha sido construido con material de préstamo (grava de río), debidamente seleccionada y compactada, llegando obtener un talud exterior de 2H:1V, ancho de berma de 13,5 m en el talud Norte, 9,5 en el talud Este y 14 m en el talud Sur y factores de seguridad muy por encima de los mínimos exigibles.

4.8.5 Monitoreo

Para monitorear las posibles infiltraciones desde los depósitos de relaves

N° 1 y N° 2 hacia las aguas subterráneas, se instaló un piezómetro ubicado a 320 m al SE de estos depósitos.

4.8.6 Resultados Socio-Ambientales

Se logró la estabilización física y química de los depósitos de relaves N° 1 y N°2, además; del control de la emisión de polvos y el mejoramiento del paisaje local mediante la revegetación y forestación.

Se firmó un convenio con el Centro de Investigación y Capacitación Campesina (CICCA), de la Universidad Nacional Agraria de La Molina, para realizar estudios de investigación de bio-acumulación de metales en los pastos, organismos de los vacunos y la leche de éstos. Los primeros resultados obtenidos indican la no presencia de estos.

Aprovechamiento de pastos por las comunidades vecinas.

Contribuyó a un mejor relacionamiento social con la comunidad campesina de Huaraucaca y mejora de la imagen minera en la región Pasco.

Generación de empleo local, debido a que en esta actividad participaron intensamente personas de la localidad.

4.8.7 Inversión Realizada

La inversión realizada durante los cinco(05) años fue de **US\$ 635,637**; siendo el compromiso **US\$ 400,000**.

4.9 ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE COMBUSTIBLES

Prevenir posibles derrames de combustibles durante el desarrollo de las operaciones, mediante la construcción de bermas de protección.

4.9.1 Situación Pre-PAMA

La mina Colquijirca, contaba con reservorios de concreto subterráneos para el almacenamiento de combustibles, grifo en el tajo principal y tanques de combustibles.

Por otro lado; se realizaba el manipuleo de combustibles en los talleres de mantenimiento mecánico y centrales hidroeléctricas, con frecuentes derrames al piso. Se implementaron el uso de bandejas y cilindros para recolectar los combustibles residuales del mantenimiento de los equipos.

En el PAMA, se planteó la necesidad de construir bermas perimétricas de protección y estanca, alrededor de los tanques o reservorios de almacenamiento de combustibles, con el fin de prevenir posibles derrames hacia el medio ambiente.

A inicios del año 1998, la empresa decidió tercerizar las operaciones de minado y transporte de mineral, lo cual contribuyó a un mejor control ambiental en cuanto al uso de los combustibles, mediante la construcción de trampas de grasas y aceites.

4.9.2 Acciones Realizadas

Construcción de bermas perimétricas de protección alrededor de los tanques de combustibles de la Central Térmica de Huaraucaca y alrededor del reservorio del grifo del tajo Principal en Colquijirca. Estas bermas de protección tenían un volumen de almacenamiento igual al 110% de la capacidad de los tanques y fueron impermeabilizados en el fondo y las paredes.

Construcción de canales de derivación alrededor de los reservorios de

almacenamiento, casa compresoras y talleres de mantenimiento mecánico en Colquijirca.

4.9.3 Resultados Socio-Ambientales

- Se eliminaron los derrames y/o filtraciones de combustibles en todas las operaciones.
- Se previene cualquier contingencia de derrame y/o ruptura de los tanques y los impactos negativos al suelo y cuerpos de agua receptores.
- Se logró concientizar al personal mediante la capacitación en mejores prácticas de manejo de combustibles.
- Se contribuyó a la descontaminación de los ríos Ocshapampa y San Juan, por descargas de efluentes con contenido de combustibles.

4.9.4 Inversión Realizada

La inversión realizada durante los cinco (05) años fue de **US\$ 993**; siendo el compromiso **US\$ 37,500**.

4.10 MANEJO DE ACEITES USADOS

Con la finalidad de evitar la contaminación de suelos y cursos de agua, se colectó y dispuso adecuadamente los aceites usados.

4.10.1 Situación Pre-PAMA

El consumo promedio de aceites en la unidad era de 1,597 gal/mes. Los aceites residuales colectados se usaban como combustible en el horno secador de concentrados de la planta concentradora y en algunos casos

se “regaban” los accesos para mitigar la presencia de polvos.

4.10.2 Acciones Realizadas

Se mejoró la colección de aceites residuales en los talleres de mantenimiento mecánico y centrales hidroeléctricas, mediante la colocación de recipientes de acopio. También se ubicaron cilindros con tapa rosca para almacenarlos. Estos fueron comercializados a empresas autorizadas por la Digesa.

Se construyó una trampa de grasas y aceites, adyacente a los talleres de mantenimiento mecánico de equipos, donde se recuperaban los aceites residuales para comercializarlos a las empresas autorizadas. El agua recuperada se reutilizaba para regar las carreteras y accesos.

Se capacitó a los trabajadores directamente involucrados con las labores de manipuleo, almacenamiento y mantenimiento mecánico de equipos, en cuanto al manejo ambiental adecuado de los aceites y grasas.

4.10.3 Resultados Socio-Ambientales

- Se implementó un procedimiento para realizar el manejo adecuado de los aceites residuales, evitando impactos negativos al suelo y los cursos de agua.
- Se logró concientizar al personal directamente involucrado en el manipuleo de los aceites y grasas.
- Se contribuyó a la descontaminación de los ríos Ocshapampa y San Juan, por descargas de efluentes con contenidos aceites y grasas.

4.10.4 Inversión Realizada

La inversión realizada durante los cinco (05) años fue de **US\$ 14,050**; siendo el compromiso **US\$ 37,500**.

4.11 COLECCION Y TRATAMIENTO DE AGUAS DE MINA

Colectar y tratar las aguas acidas proveniente de las operaciones actuales y antiguas de la mina.

4.11.1 Situación Pre-PAMA

Los efluentes ácidos con que contaba las operaciones de mina fueron:

Efluente del Socavón Smelter: Drenaje de las operaciones subterráneas antiguas que tuvo la mina. Tiene un caudal de 5 l/s, pH=5.5, contenido de metales pesados (Pb, Zn, As, Cu, Fe, Mn y Cd). También existe la presencia de sulfatos y nitratos. Este efluente, y el drenaje ácido del pasivo ambiental de la Ex-Fundición de Tinyahuarco, se descargaban directamente al río San Juan.

Efluente del Tajo Norte: Drenaje ácido que se acumulaba en el fondo del tajo norte. Se evacuaban por gravedad a través de labores subterráneas antiguas que existen entre el tajo y el pique Lumbrerapampa, hacia donde confluían. Desde aquí se drenaba por gravedad hacia un canal en tierra impactando negativamente la pampa Unish y los pastizales de la Comunidad Campesina de Vicco.

4.11.2 Acciones Realizadas

Se contrató los servicios de dos (02) empresas consultoras para elaborar los estudios hidrogeológicos y geotécnicos, así como; el diseño de la

Planta de Tratamiento de Aguas Acidas (PTAA).

a) Sistema de colección de aguas ácidas de las operaciones actuales

- Se realizó la limpieza y rehabilitación de las labores antiguas, que conectaban el tajo abierto con el pique Lumbrerapampa, de manera que el agua de mina drene hacia este pique.
- Instalación en el fondo del pique Lumbrerapampa, de dos bombas de impulsión de las aguas ácidas hacia un reservorio de concreto construido en superficie.
- Se instaló un sistema de bombeo en superficie para almacenar el agua ácida que se bombeaba desde el fondo del pique.
- Instalación de 3,800 m de tuberías de PVC, de 8" de diámetro para conducir las aguas ácidas desde el pique Lumbrerapampa, hacia el tanque reactor de la Planta de Tratamiento de Aguas Acidas.

b) Sistema de Tratamiento de Aguas Acidas:

- Se logró establecer una servidumbre con la Comunidad Campesina de Smelter, para el uso de treinta y tres(33) has de sus terrenos en la quebrada de Huachuacaja, para instalar la planta de tratamiento de aguas ácidas, dos(02) lagunas de sedimentación y una(01) laguna de colección de aguas ácidas.
- La capacidad de la planta considera flujos de diseño de 60 y 120 l/s para los efluentes ácidos provenientes del Socavón Smelter y el Pique Lumbrerapampa. También se consideró un caudal ácido proveniente del pasivo ambiental de la Ex-Fundición de

Tinyahuarco. La planta es del tipo SLN (Simple Lime Neutralization). Considera una tolva de cal, molinos, tanque de lechada de cal, tanque agitador, tanque reactor (para proporcionar el tiempo de retención suficiente para la neutralización, oxidación y reacción necesario para remover metales como zinc, manganeso, etc. presentes en el efluente). El control del pH es automatizado y determina la dosificación requerida de lechada de cal.

- La laguna de colección de aguas ácidas permite almacenar los drenajes ácidos provenientes del Socavón Smelter y el Pasivo Ambiental de la Ex-Fundición de Tinyahuarco. Luego se bombean hacia la planta de tratamiento de aguas acidas.
- Las lagunas de sedimentación (02) permiten sedimentar los lodos y operan en forma alternada. El agua clarificada, con contenidos metálicos muy por debajo de los niveles permisibles se descargan por sifoneo simple al riachuelo Andacancha, afluente del río San Juan.

4.11.3 Monitoreo

- La descarga final proveniente de las lagunas de sedimentación, son monitoreados semanal y mensualmente. Se estableció la estación de monitoreo E-OF/LS.

4.11.4 Resultados Socio-Ambientales

- Se logró tratar los efluentes ácidos provenientes de las operaciones actuales y antiguas de la mina. Inclusive; una parte importante del

drenaje ácido que se origina en el pasivo ambiental de la Ex-Fundición de Tinyahuarco. Las concentraciones metálicas de la descarga final, están muy por debajo de los niveles permisibles establecidos por el MEM.

- Eliminación de conflictos sociales con las comunidades campesinas de Vicco, Huaraucaca, Smelter y Villa de Pasco, por eliminación de descarga ácida contaminante hacia sus terrenos pastizales, los que posteriormente fueron remediados.
- Reducción sustancial de la contaminación del río San Juan y por ende del Lago Junín y río Mantaro, debido a que el riachuelo Andacancha, afluente del río San Juan, redujo sus aportes metálicos.
- Se contribuyó a un mejor relacionamiento social con las comunidades vecinas y la mejora de la imagen minera en la región Pasco.
- Se generó empleo local, ya que todo el personal de la planta de tratamiento de aguas ácidas (11), pertenecen a la planilla de SMEB y provienen de la comunidad campesina de Smelter.

4.11.5 Inversión Realizada

La inversión realizada durante los cinco (05) años fue de **US\$ 1'729,533**; siendo el compromiso **US\$ 3'200,000**.

4.12 CONTROL DE POLVOS EN CAMINOS

Se consideró el control de las emisiones de polvo al ambiente, por el paso de los equipos (livianos y pesados), a través de los accesos y carreteras de la mina, principalmente en épocas secas.

4.12.1 Situación Pre-PAMA

Las operaciones de la mina Colquijirca, cuentan con vías de acceso y carreteras, que son traficadas por equipos livianos (camionetas) y pesados (volquetes, palas, tractores, motoniveladoras, tractores, etc.), generando emisiones de polvos al ambiente.

4.12.2 Acciones Realizadas

Riego permanente con agua, de las vías de acceso y carreteras de la mina y planta concentradora, mediante camiones cisterna. Esta actividad también incluyó el riego de las avenidas principales de las poblaciones de Colquijirca, Huaraucaca y Smelter.

4.12.3 Monitoreo

Se realiza monitoreos trimestrales de calidad de aire en las localidades de Colquijirca, Smelter y Huaraucaca. Los parámetros considerados son PM10, Arsénico, Plomo y Zinc.

4.12.4 Resultados Socio-Ambientales

- Se logró minimizar las emisiones de polvos al medio ambiente, cumpliendo los estándares nacionales de calidad de aire.
- Se contribuyó a una mejor calidad ambiental de las poblaciones vecinas, mediante el riego de sus avenidas principales.
- Se contribuyó a un mejor relacionamiento social con las poblaciones

vecinas a las operaciones mineras.

- Se generó empleo local, ya que las cisternas son alquilados a personas de las poblaciones vecinas.

4.12.5 Inversión Realizada

La inversión realizada durante los cinco (05) años fue de **US\$ 169,071**; siendo el compromiso **US\$ 50,000**.

4.13 TAJO PRINCIPAL Y TAJO MERCEDES CHOCAYOC

Se inició el manejo de aguas de escorrentía, tratamiento de posibles drenajes ácidos, monitoreo de deslizamientos y vibraciones.

4.13.1 Situación Pre-PAMA

Durante el trabajo de campo (PAMA 1996), se identificaron áreas susceptibles de sufrir fenómenos de fallamiento, en las paredes del flanco oeste del tajo principal, debido principalmente a una configuración incompetente de la masa rocosa, y la presencia de filtraciones y agua de escorrentía.

Por otro lado, los resultados preliminares del análisis de muestras tomadas del tajo, arrojaban bajas probabilidades de generación de drenaje ácido.

Considerando estos problemas de estabilidad física y de generación de drenaje ácido, en el PAMA se recomendó la estabilización de los taludes involucrados; realizándose previamente la evaluación geotécnica del tajo

y el análisis del riesgo sísmico respectivo. De igual manera, se recomendó la realización de obras de derivación de aguas de escorrentía.

4.13.2 Estudios Técnicos Realizados

Los estudios técnicos realizados para la ejecución de los trabajos de estabilización de taludes y control de drenaje ácido, fueron:

- Estudio de Estabilidad de Taludes, realizado por el consultor Ing. David Córdova Rojas.
- Determinación del potencial de drenaje ácido, realizados por SVS – Klohn Crippen Ingenieros (1997), para la ejecución del estudio del PAMA. También, la firma Knight Piesold Consulting (1997), realizó un estudio similar para la elaboración del diagnóstico ambiental de la ampliación del tajo.
- Monitoreos de deslizamientos y vibraciones, mediante instrumentación geotécnica, (sismógrafo y varillas extensométricas).

4.13.3 Obras Recomendadas

Para lograr una mejor estabilización física de las operaciones del tajo Principal y Mercedes Chocayoc, se propusieron las siguientes obras:

- Descarga del material colapsado de la parte superior del área de deslizamiento.
- Monitoreo topográfico y extensómetro superficial.
- Construcción de redes de drenaje superficial en base a canales cubiertos con geomembrana, para recolectar aguas de escorrentía.

4.13.4 Descripción de las Obras Ejecutadas

Durante el desarrollo de este proyecto se realizaron las obras que a continuación se indican:

a) Estabilidad física

- Se realizó la descarga de la parte superior de los taludes, con problemas de estabilidad.
- Se optimizaron las técnicas de voladura controlada, minimizando los posibles daños debido a las vibraciones. Para esto se implementó el registro de monitoreos de vibraciones para el control de la estabilidad geofísica.
- Se ha continuado con los monitoreos de desplazamientos de masas rocosas, el cual se constituye parte integrante de la operación minera.

b) Control de drenaje ácido

- Se implementaron sistemas adecuados de drenaje subterráneo, mediante la conducción de las aguas del tajo hacia el pique Lumbrerapampa.
- Se controló el ingreso de aguas de escorrentía a las labores, mediante la construcción de canales de derivación al rededor de los tajos abiertos, impermeabilizados con geomembrana. Estos canales, se reubicaban frecuentemente debido al avance de las operaciones de minado.

4.13.5 Resultados Socio-Ambientales

- Se logró manejar las escorrentías de agua y direccionarlas adecuadamente.
- Las aguas ácidas se colectaron en el pique Lumbrerapampa y luego fueron bombeadas hacia la planta de tratamiento de aguas ácidas.
- Se implementó el monitoreo de vibraciones, cuya información permitió reducir los efectos adversos al interior de las operaciones de mina y las poblaciones cercanas.
- Se implementó el monitoreo de deslizamientos, cuya información permitió mejorar la gestión de riesgos para las personas, equipos, instalaciones, procesos y medio ambiente.
- Suministro de agua de mejor calidad a la comunidad campesina de Vicco, ya que ésta se encontraba libre de aguas ácidas.
- Se contribuyó a un mejor relacionamiento social con las poblaciones vecinas.

4.13.6 Inversión Realizada

La inversión realizada durante los cinco (05) años en ambos tajos abiertos fue de **US\$ 90,771**; siendo el compromiso **US\$ 358,623**.

4.14 REHABILITACION AMBIENTAL PROGRESIVA

Se programó Recuperar progresivamente las áreas que fueron impactadas negativamente por las operaciones minero-metalúrgicas, antiguas y actuales de la empresa. Esta recuperación significaba

revegetación.

4.14.1 Situación Pre-PAMA

Existían áreas que fueron impactadas negativamente por las operaciones de SMEB, ya sea durante los trabajos de exploración, construcción de botaderos de desmonte, construcción de depósitos de relaves, construcción de carreteras y otras construcciones para servicios auxiliares, que obligaban al inicio inmediato de un programa de remediación que contribuya a una mejor calidad del ambiente y un mejor relacionamiento con las poblaciones del entorno, como una señal positiva de hacer una nueva forma de minería.

4.14.2 Acciones Realizadas

Entre las principales actividades de rehabilitación ambiental progresiva podemos mencionar:

- Remediación de carreteras y accesos, en desuso, que fueron construidas para realizar perforaciones diamantinas, mediante cobertura y revegetación, generando empleo para las poblaciones vecinas.
- Remediación de botaderos de desmonte que generaban drenaje ácido, mediante cobertura con calizas, arcillas y material orgánico (tierra negra), generando empleo para las poblaciones vecinas.
- Remediación de terrenos comunales impactados por drenaje ácido y otros tipos de trabajos, mediante cobertura con calizas, arcillas y

material orgánico (tierra negra), utilizando equipos y mano de obra de las comunidades campesinas vecinas.

- Mejoramiento de los campamentos de Colquijirca y Huaraucaca, así como; las diferentes oficinas, mediante la instalación de áreas verdes, siembra de árboles (quinuales y colle) y ubicación de maceteros.
- Inicio de un programa laboral con las diferentes comunidades campesinas vecinas, fomentando la creación de “Empresas Comunes”, e involucrarlas en los trabajos de la mina. La filosofía que utilizó la empresa fue: “darles la caña de pescar y no el pescado”.
- Inicio de un programa educativo en las diferentes escuelas y colegios del distrito de Tinyahuarco, mediante la instalación de “Laboratorios Ecológicos Educativos”, para el cultivo de hortalizas en invernaderos. Se construyeron ocho (08) invernaderos.

4.14.3 Resultados Socio-Ambientales

- Se logró un mejor relacionamiento de mutuo beneficio con las poblaciones vecinas, ya que éstos participaron directamente de los trabajos de remediación.
- Se logró mostrar una mejor señal a las poblaciones vecinas, en relación a una forma diferente de hacer minería.
- Se contribuyó en el mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones vecinas, debido a la generación de empleo local y una mejor calidad ambiental.

- Se contribuyó a la mejora de imagen de la minería en el distrito de Tinyahuarco y la región Pasco.

4.14.4 Inversión Realizada

La inversión realizada durante los cinco (05) años fue de **US\$ 133,255**; siendo el compromiso **US\$ 125,000**.

4.15 PLAN DE CIERRE DETALLADO

Se elaboró el plan de cierre detallado que deberá ejecutar SMEB, luego que concluyan las operaciones minero-metalúrgicas en la unidad de producción de Colquijirca.

4.15.1 Situación Pre-PAMA

SMEB no contaba con un plan de cierre que permita una clausura efectiva de las operaciones mineras, con el objeto de proteger la salud, reducir la degradación ambiental y permitir el uso productivo del suelo. Este plan de cierre debe garantizar la estabilidad física, química y estética en el largo plazo.

4.15.2 Acciones Recomendadas:

Entre las principales acciones que deberían realizarse al término de las operaciones mineras, son:

a) Infraestructura

- Desmantelamiento de las estructuras e inmuebles, que no sirvan

para el uso de la población local.

- Algunos inmuebles serán habilitados para satisfacer los requerimientos de vivienda de la población local.
- El emplazamiento minero deberá ser rehabilitado para alcanzar condiciones aptas de uso de la población local.
- Las centrales hidroeléctricas pueden ser vendidas al gobierno o en el peor de los casos desmantelados.
- Los tanques de abastecimiento de combustibles deberán desmantelarse y luego remediar las áreas con impactos negativos.
- Las carreteras, caminos y accesos deberán ser cerrados previa consulta a la comunidad o la población local, con el objeto de conservar aquellas que sean de uso general.

b) Tajos Abiertos

- Elaborar un estudio de ingeniería para elegir la mejor alternativa de cierre.
- Como idea general, se debe nivelar el terreno, rellenar la abertura e instalar cercos alrededor de los tajos abiertos.

c) Botaderos de Desmonte

- Renivelar los taludes y la cresta con el objeto de facilitar las labores de rehabilitación.
- Asegurar la estabilidad física, química y estética en el largo plazo.
- Revegetar con especies de plantas típicas que garanticen su sostenibilidad y uso futuro.
- Eliminar las posibles fuentes generadoras de drenaje ácido.

d) Planta Concentradora

- Desmantelamiento de las estructuras.
- Los equipos y materiales deben ser puestos en venta.
- Los productos químicos y explosivos existentes deberán ser devueltos a los proveedores, vendidos o eliminados de una manera apropiada.
- Asegurar la estabilidad física, química y estética en el largo plazo.
- Revegetar con especies de plantas típicas que garanticen su sostenibilidad y uso futuro.

e) Depósitos de Relaves

- Asegurar la estabilidad física, química y estética en el largo plazo.
- Revegetar con especies de plantas típicas que garanticen su sostenibilidad y uso futuro.
- Identificar fuentes de posibles filtraciones las que deben ser controladas con métodos que aseguren su sostenibilidad.

4.15.3 Resultados Socio-Ambientales

- Se elaboró un Plan de Cierre Detallado, a cargo de la firma TRC Hydro-Geo Ingeniería S.A.C., de Denver Colorado.
- Se logró especificar también las actividades post-cierre.
- Se logró establecer la primera aproximación del costo de cierre de las operaciones en US\$ 3'264,250.

4.15.4 Inversión Realizada

La inversión realizada durante los cinco (05) años fue de **US\$ 18,266**; siendo el compromiso **US\$ 15,000**.

CAPITULO V

INVERSION EN LA EJECUCION DEL PROGRAMA DE ADECUACION Y MANEJO AMBIENTAL (PAMA), PERIODO 1997–2001

5.1 INTRODUCCION

El detalle de las inversiones efectuadas en la ejecución de los diferentes proyectos ambientales contemplados en el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), de la Unidad de Producción Colquijirca, entre los años 1997 y 2001, se encuentran en los respectivos anexos que se adjuntan al presente informe.

5.2 CRONOGRAMA DE INVERSIONES

El siguiente cuadro muestra el Cronograma de las Inversiones Programadas y Ejecutadas de los dieciséis (16) proyectos ambientales contemplados en el PAMA.

Tabla 5.1 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PAMA COLQUIJIRCA

Nº	PROYECTO	PROGRAMADO	EJECUTADO	INICIO DE OPERACION
1	Monitoreo Agua Potable	1997-2001	1997-2001	1995
2	Monitoreo Aguas Superficiales	1997-2001	1997-2001	1995
3	Monitoreo Efectos Ambientales	1997-2001	1999-2001	1999
4	Planta de Tratamiento Agua Potable	1997	Nov. 2000 - Ene. 2001	Feb. 2001
5	Colección y Tratamiento de Desagües	1997	Lag. Ox. 1998 Tq. Sept. 1999	1999 2000
6	Manejo de Residuos Domésticos	1997	1997 -2001	1997
7	Plan de Contingencias	1997-2001	1997	1997
8	Depósitos de Relaves N° 1 y 2	1998-1999	1998-2001	Est. Fis. 1998 Est. Quim. 2001
9	Almacenamiento y Manejo de Combustibles	1998	1996-1997	Jun. 1997
10	Manejo de Aceites Usados	1998	1997	1997-2001
11	Colección y Tratamiento de Aguas de Mina	2000-2001	Abr. 1998 - Nov. 1999	Nov. 1999
12	Control de Polvos en Caminos	1999	1997-2001	1997-2001
13	Tajo Principal	1999-2000	1998	1998
14	Tajo Mercedes Chocayoc	1999-2000	1998	1998
15	Rehabilitación Ambiental Progresiva	1997-2001	1997-2001	1995
16	Plan de Cierre Detallado	1998-2001	2000	2001

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

5.3 INVERSIONES PROGRAMADAS VS EJECUTADAS

En el cuadro de Inversiones Programadas y Ejecutadas se muestra los desembolsos realizados por la empresa en la realización de los proyectos ambientales contemplados en el PAMA.

Las inversiones programadas están relacionadas con aquellos montos que se mencionaron en el documento presentado al Ministerio de Energía y Minas, y que fueron calculados en base a estimaciones de costos ambientales de países con mayor experiencia que el nuestro,

principalmente Canadá. Se puede observar, en algunos casos, diferencias notables con los costos reales ejecutados.

Las inversiones ejecutadas, son aquellas desembolsadas por SMEB en la realización de cada uno de los proyectos ambientales.

Las inversiones programadas para todo el período del PAMA (1997-2001), alcanzan la suma total de **US \$ 7'169,490** y las inversiones ejecutadas por SMEB, en el mismo período, alcanzan la suma de **US \$ 3'534,197**.

CONCLUSIONES

Sociedad Minera El Brocal S.A.A., cumplió con la ejecución de los proyectos ambientales comprometidos con el Estado Peruano, dentro del plazo establecido (05 años), que le fuera concedido.

La ejecución de los proyectos ambientales más importantes, como: “Planta de Tratamiento de Agua Potable”, “Colección y Tratamiento de Desagües”, “Depósitos de Relaves N° 1 y 2”, “Colección y Tratamiento de Aguas de Mina”, “Tajo Principal”, “Tajo Mercedes Chocáyoc” y “Plan de Cierre Detallado”, fueron realizados en base a estudios técnicos a nivel de ingeniería de detalle, elaborados por empresas de reconocido prestigio nacional e internacional, cuya documentación obra en poder de la empresa.

La ejecución de los proyectos ambientales, como: “Monitoreo de Agua Potable”, “Monitoreo de Aguas Superficiales”, “Monitoreo de Efectos Ambientales”, “Manejo de Residuos Domésticos”, “Plan de Contingencias”, “Almacenamiento y Manejo de Combustibles”, “Manejo de Aceites Usados”, “Control de Polvos en Caminos” y “Rehabilitación

Ambiental Progresiva”, fue dirigido directamente y en forma acertada por personal del Área de Medio Ambiente de SMEB, contando con la participación de profesionales de otras áreas de la empresa y contratistas.

La ejecución de todos los proyectos ambientales contemplados en el PAMA de SMEB, lograron alcanzar y superar en algunos casos, los objetivos ambientales planteados inicialmente. Los programas de monitoreo ambiental establecidos muestran el cumplimiento con los niveles máximos permisibles establecidos.

Los logros socioambientales más significativos de la ejecución de los proyectos del PAMA, están constituidos por el manejo total de las aguas ácidas provenientes de las operaciones antiguas y actuales, así como; una parte del pasivo ambiental de Huachuacaja, que no es responsabilidad de la empresa. También el tratamiento de los desagües provenientes de los campamentos y las poblaciones de Colquijirca y Huaraucaca. Ambos proyectos contribuyeron a mejorar la calidad de las aguas del río San Juan y el riachuelo de Ocshapampa, así como; la calidad de vida de ambas poblaciones.

La ejecución de los proyectos ambientales, como: “Planta de Tratamiento de Agua Potable”, “Colección y Tratamiento de Desagües”, “Manejo de Residuos Domésticos”, “Depósitos de Relaves N° 1 y 2”, “Colección y Tratamiento de Aguas de Mina”, “Control de Polvos en Caminos” y “Rehabilitación Ambiental Progresiva”, tienen el ingrediente fundamental de favorecer a las poblaciones vecinas y contribuyen decisivamente a un

mejor saneamiento ambiental en el distrito de Tinyahuarco.

La ejecución de los diferentes proyectos ambientales contemplados en el PAMA, contribuyeron a la generación de empleo estable y eventual para las poblaciones vecinas. En el caso de las comunidades campesinas vecinas, se impulsó la formación de las empresas comunales.

La ejecución de los diferentes proyectos ambientales contemplados en el PAMA de SMEB, contribuyeron a un mejor relacionamiento social con las comunidades campesinas, autoridades locales, regionales y demás grupos de interés de la empresa.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que dichos proyectos sean mantenidos y mejorados continuamente.

Se recomienda continuar con esta buena práctica para futuros estudios y/o proyectos.

Se recomienda revisar, actualizar y mejorar continuamente los procedimientos de manejo ambiental con que cuenta la empresa.

Se recomienda implementar un sistema de gestión ambiental que permita certificar en ISO14001 y promover la mejora continua.

Se recomienda participar directamente en la solución del pasivo ambiental de Huachuacaja.

Se recomienda continuar con esta buena práctica de responsabilidad social.

Se recomienda impulsar una mayor capacitación de las empresas comunales.

Se recomienda continuar y mejorar las buenas prácticas de responsabilidad social empresarial.

BIBLIOGRAFÍA

- MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS: *Informe de Auditoría Ambiental al Programa Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) de la Unidad de Producción Colquijirca*. EFE Tecnología XXI S.A. Lima, Setiembre 2002.

- SOCIEDAD MINERA EL BROCAL S.A.A.: *Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) de la Unidad Minera Colquijirca*. Volumen 1 y Volumen 2. Departamento de Seguridad y Medio Ambiente. Lima, Agosto 1996.

- SOCIEDAD MINERA EL BROCAL S.A.A.: *Informes de Geología y Exploraciones, en la Unidad de Producción Colquijirca*. Superintendencia de Geología. Colquijirca, 1997, 2000 y 2006.

- SOCIEDAD MINERA EL BROCAL S.A.A.: *Informes de Operaciones del Tajo Principal y Mercedes Chocáyoc, de la Unidad de Producción Colquijirca*. Superintendencia de Mina. Colquijirca, 1997, 2000 y 2006.

- SOCIEDAD MINERA EL BROCAL S.A.A.: *Informes de Operaciones de la Planta Concentradora, de la Unidad de Producción Colquijirca. Superintendencia de Planta Concentradora.* Colquijirca, 1997, 2000 y 2006.

- SOCIEDAD MINERA EL BROCAL S.A.A.: *Informe de Ejecución del Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), de la Unidad de Producción Colquijirca.* Departamento de Asuntos Ambientales y Comunidades Campesinas. Lima, Enero, 2002.

- SOCIEDAD MINERA EL BROCAL S.A.A.: *Informes de Fiscalización de Medio Ambiente en la Unidad de Producción Colquijirca.* Departamento de Seguridad y Medio Ambiente. Colquijirca, 1997 - 2007.

ANEXOS

ANEXOS A: Inversiones Programadas y Ejecutadas

ANEXOS B: Panel fotográfico

ANEXOS C: Planos

ANEXOS A

INVERSIONES PROGRAMADAS VS EJECUTADAS

Tabla A1 PROGRAMA DE ADECUACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL (PAMA) INVERSIONES PROGRAMADAS VS EJECUTADAS: 1997-2001

PROYECTO	PROGRAMADO (US \$)	EJECUTADO (US \$)					
		TOTAL	1997	1998	1999	2000	2001
Monitoreo del agua potable	10.350	33.126	2.862	8.073	10.840	7.395	3.956
Monitoreo de aguas superficiales	72.450	255.258	40.587	84.131	59.708	62.181	8.651
Monitoreo de efectos ambientales	150.000	26.345	0	0	2.542	10.196	13.607
Planta de tratamiento de agua potable	165.163	73.462	3.079	203	4.769	57.621	7.790
Colección y tratamiento de desagües	171.056	308.564	44.034	23.303	172.467	62.240	6.520
Relleno sanitario	202.500	35.211	25	9.916	6.928	9.245	9.097
Plan de contingencias	140.000	10.614	10.555	59	0	0	0
Cancha de Relaves N°1 y 2.	427.060	635.637	0	435.248	217	187.612	12.560
Almacenamiento y manejo de combustibles	56.250	993	0	450	0	453	90
Manejo de aceites residuales	56.250	14.091	0	0	14.050	0	41
Colección y tratamiento de aguas de mina	4.996.038	1.729.533	51.105	178.363	1.010.121	331.953	157.991
Control de polvos en caminos	111.250	169.071	33.251	31.047	24.950	43.635	36.188
Tajo Principal	192.760	29	0	0	0	0	29
Tajo Mercedes Chocayoc	165.862	63.446	0	0	24.317	23.501	15.628
Rehabilitación Ambiental Progresiva	125.000	133.255	9.544	21.290	60.685	30.259	11.477
Plan de Cierre Detallado.	127.500	18.266	0	85	130	18.050	1
TOTAL	7.169.489	3.506.901	195.042	792.168	1.391.724	844.341	283.626

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

Tabla A2 INVERSIÓN DE GASTO DE CAPITAL Y GASTO OPERATIVO DEL PAMA

PROYECTO	INVERSIONES DE GASTO DE CAPITAL Y GASTO OPERATIVO DEL PAMA																						
	1997		1998		1999		2000		2001		TOTAL A Dic 2001												
	INVER.	GASTO	INVER.	GASTO	INVER.	GASTO	INVER.	GASTO	INVER.	GASTO	INVER.	GASTO	TOTAL										
1.- Monitoreo de Agua Potable		2.862		8.073		8.073		10.840		7.395		7.395		3.956		3.956		0		33.126		33.126	
2.- Monitoreo de Aguas Superficiales		40.587		84.131		84.131		59.708		62.181		62.181		8.651		8.651		0		255.258		255.258	
3.- Monitoreo de Efectos Ambientales		0		0		0		2.542		10.196		10.196		13.607		13.607		0		26.345		26.345	
4.- Planta de Tratamiento de Agua Potable	3.079		3.079		203		4.769		57.621		57.621		7.790		7.790		65.672		0		7.790		73.462
5.- Colección y Tratamiento de Desagües	44.034		44.034		23.303		172.467		172.467		62.240		62.240		6.520		302.044		0		6.520		308.564
6.- Relleno Sanitario		25		9.916		9.916		6.928		9.245		9.245		9.097		9.097		0		35.211		35.211	
7.- Plan de Contingencias		10.555		10.555		59		0		0		0		0		0		0		10.614		10.614	
8.- Cancha de Relave N° 1 y 2		0		408.672		26.576		435.248		187.612		187.612		12.560		408.672		0		226.965		635.637	
Almacenamiento y Manejo de Combustibles		0		450		450		0		453		453		90		90		0		993		993	
10.- Manejo de Aceites usados		0		0		0		0		0		0		41		41		0		41		41	
11.- Colección y Tratamiento de Aguas de Mina	51.105		51.105		178.363		976.195		33.926		1.010.121		331.953		157.991		1.205.663		0		523.870		1.729.533
12.- Control de Polvos	33.251		33.251		31.047		24.950		24.950		43.635		43.635		36.188		169.071		0		169.071		169.071
13.- Tajo Principal		0		0		0		0		0		0		29		29		0		29		29	
14.- Tajo Mercedes Chocayoc		0		0		0		24.317		23.501		23.501		15.628		15.628		0		63.446		63.446	
Rehabilitación Ambiental Progresiva	9.544		9.544		21.290		60.685		60.685		30.259		30.259		11.477		11.477		0		133.255		133.255
16.- Plan de Cierre Detallado		0		85		85		130		18.050		18.050		1		1		0		18.266		18.266	
TOTAL	98.218	96.824	195.042	610.541	181.627	792.168	1.153.431	224.243	1.377.674	119.861	724.480	844.341	0	283.626	283.626	1.982.051	1.510.800	0	18.266	3.492.851	1.510.800	3.492.851	

NOTAS :

- 1) Para el proyecto N°10 "Manejo de Aceites Usados" (C.C. 62908), no se realizó desembolso alguno debido a que los costos fueron absorbidos por los salarios del personal de Almacén, quienes fueron capacitados en un correcto manejo, transporte y almacenamiento de contenedores de aceites residuales y otros procedimientos. El monto desprendido de la planilla de Almacén, para esta actividad es US\$ 2319.64 (1997), US\$ 2529.96 (1998), US\$ 2667.70 (1999), 2914.49 (2000) y US\$ 1245.45 (hasta mayo 2001, fecha en la que terminaron los trabajos).
- 2) Para el proyecto N° 13 "Tajo Principal", no se realizaron desembolsos debido a que las actividades de mitigación fueron incorporadas al costo operativo de Mina (transporte de desmonte, estabilidad de taludes desmonte y control de vibraciones).

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

ESTACION: M - 3 (Pileta del Hotel Staff - Colquijirca)

Microorg. Aer. Mesóf.	UFC/ml	<10	460	5	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	500
Coliformes Totales	NMP/100ml	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	0
Coliformes Fecales	NMP/100ml	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	0
Detección Protozoos	c/100ml	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	0
Detección Parásitos	c/100ml	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	0
Cloro Residual	mg/l	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1	<0.5	1.5	4.57	<0.5	<0.5	2.5	<0.5	0.3-0.5
Hora	H:m	15:05	18:03	15:50	15:30	15:05	15:50	14:30	15:10	15:40	15:25	16:35	16:15	***
Laboratorio	***	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	***

ESTACION: M-4 (Pileta del Campamento de Obreros-Huaraucaca)

PARAMETROS	U/M	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	NMP - OMS
Microorg. Aer. Mesóf.	UFC/ml	<10	15	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	500
Coliformes Totales	NMP/100ml	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	0
Coliformes Fecales	NMP/100ml	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	0
Detección Protozoos	c/100ml	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	0
Detección Parásitos	c/100ml	N	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	0
Cloro Residual	mg/l	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1	<0.5	1.4	2.28	<0.5	1	2.7	1	0.3-0.5
Hora	H:m	15:05	16:45	14:50	14:30	14:15	13:30	14:50	14:20	15:55	15:50	15:30	13:45	***
Laboratorio	***	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	***

ESTACION: M-5 (Pileta del Campamento de Empleados-Huaraucaca)

Microorg. Aer. Mesóf.	UFC/ml	<10	<10	6	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	500
Coliformes Totales	NMP/100ml	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	0
Coliformes Fecales	NMP/100ml	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	0
Detección Protozoos	c/100ml	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	0
Detección Parásitos	c/100ml	N	N	P	N	N	P	N	N	N	P	P	N	0
Cloro Residual	mg/l	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1	<0.5	0.6	4.02	<0.5	<0.5	1.6	0.7	0.3-0.5
Hora	H:m	15:17	17:03	15:15	14:45	14:25	13:45	15:05	14:35	16:20	16:10	15:45	14:05	***
Laboratorio	***	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	***

ESTACION: M-6 (Pileta de la Cocina del Comedor Staff-Huaraucaca)

Microorg. Aer. Mesóf.	UFC/ml	<10	<10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	500
Coliformes Totales	NMP/100ml	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	0
Coliformes Fecales	NMP/100ml	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	0
Detección Protozoos	c/100ml	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	0
Detección Parásitos	c/100ml	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	0
Cloro Residual	mg/l	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1	<0.5	<0.5	2.55	<0.5	0.5	2.1	<0.5	0.3-0.5
Hora	H:m	15:10	16:50	15:05	14:55	14:30	14:55	14:15	14:45	14:10	16:20	15:50	14:20	***
Laboratorio	***	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	***

N = NEGATIVO

P = POSITIVO

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

ESTACION: M - 3 (Pileta del Hotel Staff - Colquijirca)

Microorg. Aer. Mesóf.	UFC/ml	480	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	***	***	***	***	***	500
Coliformes Totales	UFC/100ml	44	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	3.0	0
Coliformes Fecales	UFC/100ml	<2	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.0	0
Detección Protozoos	c/100ml	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	0
Detección Parásitos	c/100ml	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	0
Cloro Residual	mg/l	0.7	<0.5	1.8	1.0	1.0	3.0	1.0	<1	<1	2.0	<0.5	<1.0	0.3-0.5	
Fecha	d-M	20-E	09-F	08-M	12-A	10-M	13-J	13-J	09-A	13-S	11-O	13-N	18-D	***	
Hora	H:m	10:24	14:10	17:20	13:30	14:30	14:20	13:45	14:15	13:25	13:40	15:40	13:50	***	
Laboratorio	***	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	***

ESTACION: M - 4 (Pileta del Campamento de Obreros-Huaraucaca)

PARAMETROS	U/M	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	NMP - OMS	
Microorg. Aer. Mesóf.	UFC/ml	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	***	***	***	***	***	500
Coliformes Totales	UFC/100ml	<2	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.0	0
Coliformes Fecales	UFC/100ml	<2	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.0	0
Detección Protozoos	c/100ml	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	0
Detección Parásitos	c/100ml	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	0
Cloro Residual	mg/l	1.8	1.0	1.6	0.9	2.0	3.0	3.0	1.0	1.0	2.0	<0.5	2.0	0.3-0.5	
Fecha	d-M	20-E	09-F	08-M	12-A	10-M	13-J	13-J	09-A	13-S	11-O	13-N	18-D	***	
Hora	H:m	11:20	14:40	17:45	14:10	15:10	14:55	15:00	14:32	14:00	14:15	16:15	14:25	***	
Laboratorio	***	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	***

ESTACION: M-5 (Pileta del Campamento de Empleados-Huaraucaca)

Microorg. Aer. Mesóf.	UFC/ml	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	***	***	***	***	***	500
Coliformes Totales	UFC/100ml	<2	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.0	0
Coliformes Fecales	UFC/100ml	<2	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.0	0
Detección Protozoos	c/100ml	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	0
Detección Parásitos	c/100ml	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	0
Cloro Residual	mg/l	0.7	0.9	1.6	<0.5	1	3	1.0	1.0	1.0	2.0	<0.5	<1.0	0.3-0.5	
Fecha	d-M	20-E	09-F	08-M	12-A	10-M	13-J	13-J	09-A	13-Set	11-O	13-N	18-D	***	
Hora	H:m	11:30	14:50	01:12	14:20	15:20	15:20	14:50	14:40	14:10	14:25	16:25	14:35	***	
Laboratorio	***	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	***

ESTACION: M - 6 (Pileta de la Cocina del Comedor Staff-Huaraucaca)

Microorg. Aer. Mesóf.	UFC/ml	<1	<1	<1	45	<1	<1	<1	<1	***	***	***	***	***	500
Coliformes Totales	UFC/100ml	<2	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	4.0	0
Coliformes Fecales	UFC/100ml	<2	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.0	0
Detección Protozoos	c/100ml	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	0
Detección Parásitos	c/100ml	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	0
Cloro Residual	mg/l	0.9	<0.5	1.8	<0.5	1	3	1.0	1.0	1.0	2.0	<0.5	<1.0	0.3-0.5	
Fecha	d-M	20-E	09-F	08-M	12-A	10-M	13-J	13-J	09-A	13-S	11-O	13-N	18-D	***	
Hora	H:m	11:42	15:03	18:12	14:30	15:30	15:25	14:35	14:50	14:18	14:23	16:23	14:40	***	
Laboratorio	***	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	***

N = NEGATIVO

P = POSITIVO

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

ESTACION: M - 5 (Pileta del Campamento de Empleados - Huaraucaca)

Coliformes Totales	NMP/100ml	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<23	<2	<2	<1.1	0
Coliformes Fecales	NMP/100ml	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<2	<2	<1.1	0
Detección Protozoos	c/100ml	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	0
Cloro Residual	mg/l	<0.5	<0.5	<0.5	1.0	0.9	<1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<1	<0.5	0.3-0.5
Fecha	d-M	09-E	14-F	19-M	17-A	09-M	21-J	19-J	20-A	12-S	17-O	23-O	20-D	***
Hora	H:m	15:23	14:30	14:50	15:25	15:22	15:52	15:15	15:52	14:45	15:50	16:20	16:10	***
Laboratorio	***	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	***

ESTACION: M - 6 (Pileta de la Cocina del Comedor Staff - Huaraucaca)

Coliformes Totales	NMP/100ml	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	16.7	<2	<2	<1.1	0
Coliformes Fecales	NMP/100ml	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1	<2	<2	<1.1	0
Detección Protozoos	c/100ml	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	0
Cloro Residual	mg/l	<0.5	<0.5	<0.5	1.0	0.9	<1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<1	<0.5	0.3-0.5
Fecha	d-M	09-E	14-F	19-M	17-A	09-M	21-J	19-J	20-A	12-S	17-O	23-O	20-D	***
Hora	H:m	15:15	14:40	15:00	15:50	15:30	16:00	15:25	16:00	14:55	16:00	16:30	16:25	***
Laboratorio	***	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	***

N = NEGATIVO

P = POSITIVO

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

Tabla A8 MONITOREO DE AGUAS SUPERFICIALES Y EFLUENTES - 1997

PARAMETROS	UM	E-1	E-2	E-3	E-4	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10	E-11	E-ANG	E-YAN	E-PUN	E-LAB	E-UNISH	N M P		
																	YCM	YPA	LGA-CIII
Caudal(Q)	l/s	71.7	54.38	53	5364	4.9	192	225	3000	2354	28.9	25	3000	3000	2.5	88			
	m³/d	6192	469800	45.36	462800	425	102860	19440	259200	203400	2495	2160	259200	259200	216	7560			
pH	-	6.3	7.5	10.6	7.5	4.7	6.3	4.3	8.4	6.8	3.1	8.5	8.3	8.4	5.3	6.6	5.5-10.5	5.5-10.5	6.0 - 8.0
Eh	mV	168	129	40.75	114.0	2.87	194.0	286.0	68.7	148.4	343.0	44.6	117.8	108	275	112			
Conductividad	uS	770	340	710.6	353	10.98	663	1241	134	600.9	1277.0	107.6	187.5	183.2	323.3	759.4			
Temperatura	°C	10.7	12.4	12.30	12.5	8.6	14.4	16.0	11.0	14.2	16.6	12.4	12.2	12.7	11.2	11.3			
Hora	H:m	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***			
Acetef/Gasas	mg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1	3.192	<1	<1	<1	<1	<1	<2	<1	<1			0.5 (**)
Arsénico (As)	mg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.007	<0.007	0.105	<0.005	<0.005	<0.005	<0.006	<0.005	<0.006	<0.005	<0.005	1	0.5	0.2
Cadmio(Cd)	mg/l	0.019	<0.007	<0.006	0.006	0.230	0.036	0.084	<0.005	0.018	0.028	<0.005	<0.006	<0.005	<0.005	0.016			0.05
Cianuro(CN)	mg/l	<0.02	0.038	2.006	0.061	<0.02	0.118	0.048	<0.02	0.231	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	2	1	1
Cobre(Cu)	mg/l	0.150	0.132	3.216	0.198	10.65	0.439	3.193	<0.03	1.016	3.592	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.117	2	1	0.5
Hierro(Fe)	mg/l	33.01	0.232	<0.03	0.18	54.63	20.21	88.1	<0.03	1.124	18.2	0.042	<0.03	<0.03	0.185	4.47	5	2	1
Manganeso(Mn)	mg/l	14.69	2.98	<0.03	3.24	64.03	21.02	40.2	<0.03	11.58	4.64	<0.03	<0.03	0.185	0.12	13.94			0.5
Mercurio(Hg)	mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001			0.01
Nitratos(NO ₃)	mg/l	11.81	12.73	59.41	11.89	17.70	14.06	12.69	6.7	11.18	15.93	9.06	8.59	8.23	11.05	7.68			10 (*)
Plomo(Pb)	mg/l	<0.03	<0.03	1539	<0.03	0.032	0.101	0.828	<0.03	<0.03	0.183	<0.03	<0.03	<0.03	0.15	0.039	1	0.5	0.1
Sulfatos(SO ₄)	mg/l	637	149.4	804.9	220	1210	588.3	929.6	45.1	342.7	744	52.3	43.1	61.7	29.5	596.5			400
TSD	mg/l	1155	296.8	1688	273	2347	1026.3	1674	152.8	659.8	1554	85.3	131.8	171.1	143.3	1049			1000 (**)
TSS	mg/l	112.7	59.7	33.63	67	82.42	165.5	461	19.5	110.9	416	23.7	19.4	27.1	11.8	205.5	100	50	
Zinc(Zn)	mg/l	84.31	1.20	0.125	1.66	82.53	18.55	41.57	<0.01	8.08	15.16	0.014	<0.01	0.192	0.1017	72.33	6	3	25

NMP = Nivel Máximo Permisible **YCM** = Valor en Cualquier Momento **SD** = Sin Drenaje
(*) = Valor Promedio Anual **LGA - CIII** = Ley General de Aguas - Clase III (Aguas para Fiegos de Vegetales de consumo crudo y bebida de animales).
()** = Límite OMS para agua potable (tomado solo referencialmente).
(*)** = Límite EPA (tomado solo referencialmente).
(**)** = No se analizó.

E-1	Drenaje de Pique Lumbreira Pampa	E-10	Río San Juan, 100m ag arr. CHE Jupayragra
E-2	Río San Juan, altura Puente San Gregorio	E-11	Drenaje de Qda. Huachuacaja
E-3	Aguas naturales aflorando al SE de canchas de relave	E-ANG	Toma de agua de Laguna Angascancha
E-4	Río San Juan, 100m ag arr. Planta Concentradora	E-VAIL	Canal de Agua desde Laguna Punrún.
E-6	Drenaje Socavón Smelter.	E-PUN.	Toma de agua en dique laguna Punrún
E-7	Río San Juan, altura Puente Los Angeles	E-LAB.	Desague de aguas del Laboratorio Químico - Huaracaca.
E-8	Descarga de Depósito de Relaves de Quilacocha	E-UNISH.	Drenaje total de las operaciones de Colquijirca.
E-9	Descarga de aguas turbinadas de CHE Jupayragra		

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

Tabla A9 MONITOREO DE AGUAS SUPERFICIALES Y EFLUENTES - 1998

MONITOREO DE AGUAS SUPERFICIALES Y EFLUENTES - 1998																				
PARAMETROS	U/M	E - 1	E - 2	E - 3	E - 4	E - 6	E - 7	E - 8	E - 9	E - 10	E - 11	E-ANG	E-VAN	E-PUN	E-LAB	UNISH	VCM	VPA	I M P	LGA-CIII
Caudal(Q)	l/s	20.2	6675	75.8	6542	5.0	1417	271	3000	3542	73	18	3000	3000	2.0	34.6				
	m ³ /d	1746	576720	6552	565200	432	122400	23400	259200	306000	6336	1512	259200	259200	176.4	2988				
pH	-	7.1	8.0	10.7	7.9	5.0	7.2	6.6	8.4	7.5	5.1	8.4	8.5	8.4	6.2	7.2	5.5-10.5	5.5-10.5	6.0-8.0	
Eh	mV	140.4	107.2	31.4	114.1	265	161	211	34.3	135.2	161.7	80.8	102	95	213	140				
Conductividad	µS	269.6	135.6	567.9	145.5	673	434	418	110.5	387.2	325	96.0	112	104	262	393				
Temperatura	°C	10.7	12.2	12.2	12.3	11.0	14.2	15.9	11.3	13.4	14.0	12.4	12.0	11.8	12.5	13.0				
Hora	H:m	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***				
Acetilos/Grasas	mg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1.1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1				0.5 (**)
Arsénico(As)	mg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.006	<0.005	<0.005	<0.006	<0.005	<0.005	<0.008	<0.005	1	0.5	0.2	
Cadmio(Cd)	mg/l	0.044	<0.009	<0.005	<0.005	0.245	0.014	0.016	<0.005	<0.005	0.033	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.034				0.05
Cianuro(CN)	mg/l	<0.02	<0.02	0.043	<0.02	<0.02	<0.02	0.039	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.04	<0.02	2	1	1	
Cobre(Cu)	mg/l	0.59	0.398	0.372	0.045	13.33	0.111	0.036	<0.03	0.099	0.818	<0.03	<0.03	<0.03	0.033	0.421	2	1	0.5	
Hierro(Fe)	mg/l	17.86	8.735	<0.03	0.207	55.76	0.452	10.4	0.038	0.264	54.55	0.036	<0.03	<0.05	0.504	6.705	5	2	1	
Manganeso(Mn)	mg/l	7.15	1.944	0.202	0.954	54.46	5.366	15.81	<0.03	2.95	3.22	<0.03	<0.03	<0.05	0.053	8.543				0.5
Mercurio(Hg)	mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.002	<0.001	<0.001	<0.005	<0.001				0.01
Nitratos(NO ₃)	mg/l	4.99	2.01	13.11	1.577	1.482	1.77	2.912	1.633	1.862	2.56	1.66	1.38	1.265	5.91	2.518				10 (**)
Plomo(Pb)	mg/l	0.04	0.063	2.088	<0.03	0.044	0.035	0.037	<0.03	<0.04	0.06	<0.03	<0.03	<0.03	0.346	0.056	1	0.5	0.1	
Sulfatos(SO ₄)	mg/l	413.0	209.5	972.1	117.8	1010	297.9	475.1	66.92	246.6	1039	40.25	50.00	60.92	44.50	386.7				400
TSD	mg/l	836	436.4	1877	247.8	2093	579.5	821.1	156.8	507.4	1868	93.25	150.2	141.7	179.1	765				1000 (**)
TSS	mg/l	32.17	37.50	36.08	22.66	66.83	55.08	297.9	5.833	85.83	128.75	5.25	6.00	6.330	79.08	54.66	100	50	3	
Zinc(Zn)	mg/l	41.96	2.101	0.114	0.368	66.13	2.285	10.32	<0.01	1.253	13.94	<0.02	<0.02	0.026	0.378	44.28	6	3	25	

NMP = Nivel Máximo Permisible **VCM** = Valor en Cualquier Momento **SD** = Sin Drenaje
VPA = Valor Promedio Anual **LGA - CIII** = Ley General de Aguas - Clase III (Aguas para Riego de Vegetales de consumo crudo y bebida de animales)
 (*) = Límite OMS para agua potable (tomado solo referencialmente).
 (**) = Límite EPA (tomado solo referencialmente).
 (***) = No se analizó.

E-1	Drenaje de Pique Lumbrera Pampa	E-10	Río San Juan, 100m ag arr. CHE Jupayragra
E-2	Río San Juan, altura Puente San Gregorio	E-11	Drenaje de Qda. Huachuacaja
E-3	Aguas naturales aflorando al SE de canchas de relave	E-ANG.	Toma de agua de Laguna Angascancha
E-4	Río San Juan, 100m ag arr. Planta Concentradora	E-VAN.	Canal de Agua desde Laguna Punrún.
E-6	Drenaje Socavón Smelter.	E-PUN.	Toma de agua en dique laguna Punrún
E-7	Río San Juan, altura Puente Los Angeles	E-LAB.	Desague de aguas del Laboratorio Químico - Huarauacaca.
E-8	Descarga de Depósito de Relaves de Quiulacocha	E-UNISH.	Drenaje total de las operaciones de Colquijirca.
E-9	Descarga de aguas turbinadas de CHE Jupayragra		

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

Tabla A10 MONITOREO DE AGUAS SUPERFICIALES Y EFLUENTES
- 1999

MONITOREO DE AGUAS SUPERFICIALES Y EFLUENTES - 1999																			
PARAMETROS	UIM	E-1	E-2	E-3	E-4	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10	E-11	E-ANG	E-VAN	E-PUN	E-LAB	UINISH	VCM	VPA	LGA-CIII
Caudal(Q)	l/s	4.2	8333	15.3	8333	5.9	25.83	425	3000	5333	47.1	15	3000	3000	0.5	22.9			
	m ³ /d	360	720000	1318	720000	511	223200	36720	259200	460800	4068	1296	259200	259200	79.2	1980			
pH	-	7.3	7.9	8.5	7.9	4.6	7.5	7.0	8.4	7.6	4.63	8.5	8.4	8.4	7.2	7.7	5.5-10.5	5.5-10.5	6.0 - 8.0
Eh	mV	132.3	91.7	74.4	98.0	239	124	144	83.4	121.2	281.8	105.3	100	85	164	124			
Conductividad	uS	357.8	164.9	649.9	173.8	807	294	417	117.9	281.3	855.6	97.8	111	103	150	315			
Temperatura	°C	9.4	10.3	12.7	9.9	9.5	12.2	13.2	10.0	11.5	12.6	10.5	9.7	11.5	10.9	10.3			
Hora	H:m	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***			
Acetatos(Grasas)	mg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1			0.5 (*)
Arsénico(As)	mg/l	0.009	<0.005	0.006	0.006	0.007	0.005	0.006	<0.005	0.006	0.012	0.0051	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	1	0.5	0.2
Cadmio(Cd)	mg/l	0.054	<0.005	0.005	<0.005	0.374	0.006	0.021	<0.005	0.005	0.068	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.031			0.05
Cianuro(CN)	mg/l	<0.02	<0.02	0.052	<0.02	<0.02	0.161	0.060	<0.02	0.061	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	2	1	1
Cobre(Cu)	mg/l	0.692	0.065	0.304	0.061	21.98	0.819	0.171	<0.03	0.204	3.484	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.161	2	1	0.5
Hierro(Fe)	mg/l	36.84	0.273	0.040	0.283	143.4	0.376	5.31	0.032	0.265	145.04	0.032	0.031	<0.03	0.037	10.60	5	2	1
Manganeso(Mn)	mg/l	12.20	1.306	1.125	1.255	61.31	3.293	8.68	<0.03	1.764	19.04	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	7.49			0.5
Mercurio(Hg)	mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001			0.01
Nitratos(NO ₃)	mg/l	7.381	1.233	6.807	1.221	2.248	3.558	2.69	0.767	1.751	1.300	1.01	0.68	0.758	0.845	3.249			10 (*)
Plomo(Pb)	mg/l	0.073	0.433	0.036	0.061	0.188	0.043	0.047	<0.03	0.043	0.136	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.032	1	0.5	0.1
Sulfatos(SO ₄)	mg/l	579.2	129.00	972	123.6	1431	325.3	412.1	61.7	162.8	1352	67.6	71.9	73.08	72.7	429.2			400
TSS	mg/l	1217	300.8	1826	281.3	2988	598.8	805.8	165.8	352.2	2694	120.2	169.7	163.9	175.8	828			1000 (*)
TSS	mg/l	17.58	20.66	20.92	20.83	52.33	30.00	277.4	13.42	19.42	91.75	11.08	11.17	7.83	15.00	67.67	100	50	
Zinc(Zn)	mg/l	76.8	0.425	0.069	0.399	180.6	1.425	6.79	0.01	0.649	101.39	0.013	<0.01	0.016	0.023	38.54	6	3	25

NMP = Nivel Máximo Permisible VCM = Valor en Cualquier Momento SD = Sin Drenaje
VPA = Valor Promedio Anual LGA - CIII = Ley General de Aguas - Clase III (Aguas para Riego de Vegetales de consumo crudo y bebida de animales)
(*) = Límite OMS para agua potable (tomado solo referencialmente).
(**) = Límite EPA (tomado solo referencialmente).
(***) = No se analizó.

E-1	Drenaje de Pique Lumbrera Pampa	E-10	Río San Juan, 100m ag arr. CHE Jupayragra
E-2	Río San Juan, altura Puente San Gregorio	E-11	Drenaje de Qda. Huachuacaja
E-3	Aguas naturales aflorando al SE de canchitas de relave	E-ANG.	Toma de agua de Laguna Angascancha
E-4	Río San Juan, 100m ag arr. Planta Concentradora	E-VAN.	Canal de Agua desde Laguna Punrún.
E-5	Drenaje Socavón Smelter.	E-PUN.	Toma de agua en dique laguna Punrún
E-6	Río San Juan, altura Puente Los Angeles	E-LAB.	Desague de aguas del Laboratorio Químico - Huaracaca.
E-7	Descarga de Depósito de Relaves de Quiulacocho	E-OF/LS	Aguas acidas tratadas en Planta de Aguas Ácidas - SMEB
E-8	Descarga de aguas turbinadas de CHE Jupayragra	E-UNISH.	Drenaje total de las operaciones de Colquijirca.

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

Tabla A11 MONITOREO DE AGUAS SUPERFICIALES Y EFLUENTES
- 2000

MONITOREO DE AGUAS SUPERFICIALES Y EFLUENTES - 2000																					
PARAMETROS	UM	E-1	E-2	E-3	E-4	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10	E-11	E-ANG	E-YAN	E-PUN	E-LAB	E-OFILS	UNISH	MMP			
																		YCM	YPA	LGA-CIII	
Caudal(Q)	l/s	8.5	967	19	9167	6.3	3208	525	3000	6083	73	16	3000	3000	211	58.3	75				
	m ³ /d	734	792000	1656	792000	540	2772000	45360	259200	5256000	6336	1375	259200	259200	1824	5040	6516				
pH	-	7.1	7.6	7.4	7.8	5.4	7.2	6.63	7.9	7.5	5.1	8.2	8.0	8.18	7.6	11.2	8.8				
Eh	mV	118	80.3	101.6	91	197.8	117.9	144.2	67.8	86.7	161.7	102.5	89.4	71.2	136.0	131.5	97.8				
Conductividad	uS	222	167.4	202	173	317	236	263	132	178	325	99	131.2	138.2	161.7	260.1	240.9				
Temperatura	°C	9.3	9.8	12.7	10.3	9.4	12.4	12.4	9.6	11.0	14.0	11.5	8.58	10.96	10.18	11.36	13.1				
Hora	H:m	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**			
Acetilos/Grasas	mg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	NSA	<1			0.5 (*)	
Arsénico (As)	mg/l	<0.005	0.005	<0.005	0.005	0.006	0.005	0.005	<0.005	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.005	0.011	<0.005	0.006	1	0.5	0.2	
Cadmio(Cd)	mg/l	0.019	<0.005	<0.005	<0.005	0.316	0.009	0.0318	<0.005	0.007	0.033	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.034			0.05	
Cianuro(CN)	mg/l	<0.02	0.027	<0.02	0.028	<0.02	0.063	0.0308	<0.02	0.093	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	2	1	1	
Cobre(Cu)	mg/l	0.25	0.073	0.04	0.066	11.53	0.37	0.29	<0.03	0.263	0.818	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.032	2	1	0.5	
Hierro(Fe)	mg/l	<0.03	0.087	0.033	0.094	48.30	0.375	8.68	0.033	0.104	54.55	<0.03	0.03	<0.03	0.076	0.033	4.91	5	2	1	
Manganeso(Mn)	mg/l	1.61	1.48	0.781	1.33	46.27	6.18	14.02	<0.03	5.36	3.22	<0.03	<0.03	<0.03	0.044	<0.03	3.42			0.5	
Mercurio(Hg)	mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001			0.01	
Nitratos(NO ₃)	mg/l	6.20	113	3.39	1.11	2.79	3.41	4.61	0.483	2.58	2.56	0.89	0.571	0.599	2.75	1.879	3.81			10 (*)	
Plomo(Pb)	mg/l	<0.03	<0.03	0.033	<0.03	0.07	0.034	0.07	<0.03	0.03	0.06	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.03	1	0.5	0.1	
Sulfatos(SO ₄)	mg/l	255	92	430	82	356	270	482	49	213	1039	32	52.89	42.56	52.33	1203	247			400	
TSS	mg/l	644	270	825.8	251.8	1821.3	563.5	914.3	159.6	465	1868	100	162.7	151.9	195.1	1956	504.4			1000 (*)	
TSS	mg/l	6	47.9	15.4	55.4	107.5	63.9	424.7	1317	48.75	128.75	15.7272	16.55	19.00	95.11	55.80	109.0	100	50	3	
Zinc(Zn)	mg/l	7.22	0.32	0.023	0.31	50.36	3.16	10.64	0.01	2.09	13.94	0.01	0.016	0.021	0.051	0.252	7.92	6	3	25	

NMP = Nivel Máximo Permissible VCM = Valor en Cualquier Momento SD = Sin Drenaje
 VPA = Valor Promedio Anual LGA - CIII = Ley General de Aguas - Clase III (Aguas para Riego de Vegetales de consumo crudo y bebida de animales)
 (*) = Limite OIMS para agua potable (tomado solo referencialmente).
 (**) = Limite EPA (tomado solo referencialmente).
 (***) = No se analizó.

E-1	Drenaje de Pique Lumbrera Pampa	E-10	Río San Juan, 100m ag arr. CHE Jupayragra
E-2	Río San Juan, altura Puente San Gregorio	E-11	Drenaje de Qda. Huachuacaja
E-3	Aguas naturales aflorando al SE de canchales de relave	E-ANG.	Toma de agua de Laguna Angascancha
E-4	Río San Juan, 100m ag arr. Planta Concentradora	E-VANL.	Canal de Agua desde Laguna Punrún.
E-6	Drenaje Socavón Smelter.	E-PUN.	Toma de agua en dique laguna Punrún
E-7	Río San Juan, altura Puente Los Angeles	E-LAB.	Desague de aguas del Laboratorio Químico - Huarauacaca.
E-8	Descarga de Depósito de Relaves de Quiulacochoa	E-OFILS	Aguas acidas tratadas en Planta de Aguas Acidas - SIMEB
E-9	Descarga de aguas turbinadas de CHE Jupayragra	E-UNISH.	Drenaje total de las operaciones de Colquijirca.

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

Tabla A12 MONITOREO DE AGUAS SUPERFICIALES Y EFLUENTES
- 2001

MONITOREO DE AGUAS SUPERFICIALES Y EFLUENTES - 2001																	
PARAMETROS	U/M	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-7	E-8	E-9	E-10	E-11	E-AMG	E-OF/LS	UNISH	VCM	NMP	LGA-CIII
Caudal(Q)	l/s	3	9917	29	9917	24.4	4292	525	3000	6917	87	16	48	37			
	m ³ /d	245	856800	2520	856800	2110	370800	45360	259200	597600	7488	1368	4104	3153.6			
pH	-	6.6	7.2	7.1	9.0	6.6	6.03	7.5	6.9	5.1	7.8	9.7	9.7	7.4	5.5-10.5	5.5-10.5	6.0 - 8.0
EH	mV	117.4	79.3	113.2	101.6	117.0	103.3	219.3	50.9	106.9	239.2	94.2	96.4	86.9			
Conductividad	uS	308	155	287	158	279.7	347	485	93	155	825	80	667	197.8			
Temperatura	°C	10.0	10.5	11.3	10.3	14.0	11.7	12.1	9.4	11.6	13.9	10.9	12.2	12.3			
Aceites/Grasas	mg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	***	<1			0.5 (**)
Arsénico (As)	mg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	1	0.5	0.2
Cadmio(Cd)	mg/l	0.004	0.002	0.002	<0.002	0.013	0.006	0.061	<0.001	0.004	0.016	<0.001	0.004	0.011			0.05
Cianuro(CN)	mg/l	<0.02	0.020	<0.02	0.03	<0.02	0.062	<0.02	<0.02	0.02	<0.02	<0.02	***	<0.02	2	1	1
Cobre(Cu)	mg/l	0.049	0.054	0.263	0.059	0.292	0.230	1.111	<0.011	0.009	0.63	<0.03	0.131	0.203	2	1	0.5
Hierro(Fe)	mg/l	1.422	1.164	0.407	1.191	3.562	5.526	81.28	0.024	4.293	42.06	<0.03	3.143	1.799	5	2	1
Manganeso(Mn)	mg/l	1.935	1.435	0.397	1.298	3.173	5.696	22.40	<0.013	5.261	2.984	<0.03	0.420	2.681			0.5
Mercurio(Hg)	mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	***	<0.001			0.01
Nitratos(NO ₃)	mg/l	7.22	1.55	2.30	1.55	6.73	1.90	4.69	0.88	1.95	1.46	1.06	2.660	5.270			10 (**)
Plomo(Pb)	mg/l	0.036	0.041	0.066	0.025	0.395	0.101	4.751	<0.03	0.046	0.088	<0.012	0.037	0.047	1	0.5	0.1
Sulfatos(SO ₄)	mg/l	172.3	49.65	294.1	46.66	261.0	147.1	376.7	11.23	154.3	562.4	2.58	697.6	216.8			400
TSD	mg/l	334.7	125.3	506.1	134.2	462.0	277.8	631.1	65.83	244.1	890.0	38.79	1225.1	359.4			1000 (**)
TSS	mg/l	13.33	6.941	14.58	6.29	250.8	26.09	356.0	1.416	14.75	38.7	1.54	46.50	65.83	100	50	
Zinc(Zn)	mg/l	3.61	0.688	0.078	0.750	4.020	3.246	22.99	<0.01	2.708	9.95	<0.01	2.198	3.717	6	3	25

NMP = Nivel Máximo Permissible VCM = Valor en Cualquier Momento SD = Sin Drenaje
VPA = Valor Promedio Anual LGA - CIII = Ley General de Aguas - Clase III (Aguas para Riego de Vegetales de consumo crudo y bebida de animales)
(*) = Límite OMS para agua potable (tomado solo referencialmente).
(**) = Límite EPA (tomado solo referencialmente).
(***) = No se analizó.

E-1	Drenaje de Pique Lumbrera Pampa	E-10	Río San Juan, 100m ag arr. CHE Jupayragra
E-2	Río San Juan, altura Puente San Gregorio	E-11	Drenaje de Qda. Huachuacaja
E-3	Aguas naturales aflorando al SE de canchas de relave	E-ANG.	Toma de agua de Laguna Angascancha
E-4	Río San Juan, 100m ag arr. Planta Concentradora	E-VAN.	Canal de Agua desde Laguna Pumrún.
E-6	Drenaje Socavón Smelter.	E-PUN.	Toma de agua en dique laguna Pumrún
E-7	Río San Juan, altura Puente Los Angeles	E-LAB.	Desague de aguas del Laboratorio Químico - Huaraucaca.
E-8	Descarga de Depósito de Relaves de Quiulacocha	E-UNISH.	Drenaje total de las operaciones de Colquijirca.
E-9	Descarga de aguas turbinadas de CHE Jupayragra		

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

Tabla A13 MONITOREO DE EFECTOS AMBIENTALES - LISTADO DE ESPECIES VEGETALES EN LA ZIC

N°	Especies	Familia	N° Ind.	N°	Especies	Familia	N° Ind.
1	Trifolium repens	Fabaceae	780	64	Weberbaueria herzogii	Brassicaceae	48
2	Calamagrostis rigecens	Poaceae	538	65	Dissanthelium macusaniense	Poaceae	113
3	Bowlesia sp.	Apiaceae	120	66	Solanum acaule	Solanaceae	15
4	Coronopus didimus	Brassicaceae	652	67	Perezia pungens	Asteraceae	9
5	Paranephelius uniflorus	Asteraceae	35	68	Trisetum sp.	Poaceae	609
6	Paspalum pygmaeum	Poaceae	1766	69	Viola sp.	Violaceae	17
7	Hypochoeris taraxacoides	Asteraceae	486	70	Senecio tephrosoides	Asteraceae	10
8	Margiricarpus strictus	Rosaceae	59	71	Belloa piptolepis	Asteraceae	394
9	Astragalus arequipensis	Fabaceae	327	72	Mimulus glabratus	Scrophulariaceae	38
10	Ribes sp.	Rosaceae	944	73	Gnaphallium sp.	Asteraceae	101
11	Aciachne pulvinata	Poaceae	4072	74	Paspalum sp.	Poaceae	146
12	Poa sp.	Poaceae	435	75	Paranephelius ovatus	Asteraceae	89
13	Muelhenbergia peruviana	Poaceae	2966	76	Acaulimalva sp.	Malvaceae	6
14	Alchemilla pinnata	Rosaceae	2098	77	Ranunculus flagelliformis	Ranunculaceae	31
15	Hypochoeris eremophyla	Asteraceae	388	78	Oxychloe andina	Poaceae	347
16	Ribes sp2.	Rosaceae	17	79	Distichia muscoides	Juncaceae	501
17	Plantago orbygniana	Plantaginaceae	17	80	Castilleja sp.	Scrophulariaceae	14
18	Belloa sp.	Asteraceae	15	81	Sarcostema postrata	Asclepiadaceae	18
19	Geranium sessiliflorum	Geraniaceae	59	82	Cyperus sp.	Cyperaceae	75
20	Brassica sp.	Brassicaceae	220	83	Aa sp.	Orchidaceae	3
21	Trifolium sp.	Fabaceae	162	84	Carex ecuadorica	Cyperaceae	32
22	Cotula mexicana	Asteraceae	853	85	Calamagrostis tricophylla	Poaceae	32
23	Vulpia sp.	Poaceae	49	86	Hypochoeris meyeniana var. brachylepis	Asteraceae	26
24	Ophioglossum crotaloroides	Ophioglossaceae	65	87	Stipa ichu	Poaceae	44
25	Stachys sp.	Verbenaceae	8	88	Valeriana rigida	Valerianaceae	19
26	Nototriche sp.	Malvaceae	360	89	Viola micranthella	Violaceae	14
27	Jaborosa minima	Solanaceae	27	90	Nototriche sp2.	Malvaceae	51
28	Nototriche sp1.	Malvaceae	161	91	Senecio spinosum	Asteraceae	26
29	Paranephelius sp.	Asteraceae	3	92	Gomphrena meyeniana	Amaranthaceae	17
30	Baccharis cespitosa	Asteraceae	606	93	Lycopodium sp.	Lycopodiaceae	522
31	Werneria nubigena	Asteraceae	320	94	Gamochaetta erythraetis	Asteraceae	61
32	Calamagrostis heterophylla	Poaceae	399	95	Erodium cicutarum	Geraniaceae	9
33	Villadia sp.	Crassulaceae	70	96	Calandrinia acaulis	Portulacaceae	8
34	Bidens andicola	Asteraceae	6	97	Arenaria digyna	Caryophyllaceae	542
35	Picnophyllum molle	Caryophyllaceae	481	98	Bromus sp.	Poaceae	47
36	Azorella diapienoides	Apiaceae	1470	99	Paspalum vaginatum	Poaceae	43
37	Alchemilla sp.	Rosaceae	699	100	Sysirinchium sp.	Iridaceae	18
38	Werneria villosa	Asteraceae	202	101	Senecio canecens	Asteraceae	22
39	Astragalus weddellianus	Fabaceae	179	102	Werneria sp.	Asteraceae	26
40	Calamagrostis lagurus	Poaceae	2085	103	Ephedra americana	Ephedraceae	88
41	Sarcostema sp.	Asclepiadaceae	26	104	Malvaceae sp2.	Malvaceae	31
42	Belloa schultzi	Asteraceae	1613	105	Ophioglossum sp.	Ophioglossaceae	11
43	Calamagrostis vicunnarum	Poaceae	67	106	Azorella compacta	Apiaceae	33
44	Bowlesia tenella	Apiaceae	11	107	Calamagrostis heteroloba	Poaceae	45
45	Oreomyrrhis andicola	Apiaceae	29	108	Calamagrostis acicularis	Poaceae	92
46	Astragalus peruvianus	Fabaceae	3	109	Plantago rigida	Plantaginaceae	12
47	Chersodoma sp.	Asteraceae	15	110	Viola pygmaea	Violaceae	9
48	Vicia graminea	Fabaceae	42	111	Bromus lanatus	Poaceae	31
49	Cerastium crassipes	Caryophyllaceae	88	112	Ribes sp1.	Rosaceae	58
50	Eleocharis albibracteata	Cyperaceae	499	113	Oxalis nubigena	Oxalidaceae	250
51	Scirpus rigidus	Cyperaceae	694	114	Carex pinnetorum	Cyperaceae	13
52	Epilobium sp.	Onagraceae	121	115	Jaborosa squarrosa	Solanaceae	66
53	Bromus catharticus	Poaceae	585	116	Hypochoeris meyeniana	Asteraceae	40
54	Perezia multiflora	Asteraceae	174	117	Lusillia aretioides	Asteraceae	189
55	Descurainia miryophylla	Brassicaceae	2	118	Villadia imbricata	Crassulaceae	84
56	Taraxacum officinale	Asteraceae	2	119	Pernetia postrata	Ericaceae	7
57	Polypogon sp.	Poaceae	66	120	Arcytophyllum sp.	Rubiaceae	6
58	Viola alba	Violaceae	95	121	Lupinus weberbaueri	Fabaceae	12
59	Minthostachys sp.	Verbenaceae	159	122	Gamochaetta sp.	Asteraceae	496
60	Acaulimalva drydifolia	Malvaceae	27	123	Urtica fiabellata	Urticaceae	3
61	Malvaceae sp1.	Malvaceae	7				
62	Opuntia sp.	Cactaceae	9				
63	Festuca dolichophylla	Poaceae	427				

Total de Individuos (N)

34,679

Total de Especies (S)

123

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

**Tabla A15 MONITOREO DE EFECTOS AMBIENTALES -
COEFICIENTES DE DIVERSIDAD FLORISTICA**

N°	Zona Muestral	N°	Punto Muestral	Coordenadas UTM		Altura (msnm)	Parámetros					
				Norte	Este		H'	1-D	1/D	E	Cob %	d
1	CHE Jupayragra	1	Ribera Margen derecha	8,808,294	356,735	4,218	1.8373	0.8277	5.8048	0.9442	100	1.0568
		2	Laderas margen derecha	8,808,184	356,734	4,240	1.9436	0.7570	4.1159	0.7177	70	2.2897
		3	Meseta superior en margen derecha	8,808,228	356,638	4,255	2.0734	0.8569	6.9891	0.8647	100	1.6056
2	Pampa Hcca	1	Plot N°1 Pampa	8,805,680	358,410	4,201	1.2595	0.5580	2.2623	0.5069	75	1.6278
		2	Plot N°2 Pampa	8,805,925	358,117	4,204	2.0178	0.8084	5.2198	0.7451	80	2.0131
3	Planta Concentradora	1	Alrededor del Reservorio de Agua	8,807,092	358,181	4,234	2.3074	0.8685	7.6028	0.8322	85	2.3383
		2	Laderas del canal de Jupayragra	8,807,114	357,722	4,218	2.5498	0.9073	0.0000	0.9000	90	2.5151
		3	Jardín del Hotel de Ingenieros	8,806,893	358,296	4,202	1.1849	0.6724	3.0520	0.6613	100	0.9735
4	Pampa San Gregorio	1	Roquedales	8,805,565	360,577	4,196	2.5230	0.9029	10.2976	0.8569	100	2.6675
		2	Alrededor Pampa Cultivada	8,804,754	360,993	4,184	1.8575	0.7859	4.6709	0.7242	60	1.8520
		3	Pradera	8,805,121	360,782	4,190	1.8068	0.7808	4.5627	0.8223	90	1.4343
5	Pampa Tomachisga	1	Pampa disturbada - agricultura	8,805,040	362,799	4,191	1.4477	0.6944	3.2725	0.6962	65	1.1747
		2	Pampa natural	8,805,553	362,744	4,192	1.8897	0.7821	4.5899	0.7367	100	1.8476
		3	Pampa contaminada	8,805,688	363,104	4,192	1.6932	0.7854	4.6603	0.8143	30	1.2583
6	Quebrada Unish	1	Alrededor de Plataforma de trasbordo de concentrados	8,808,622	362,485	4,214	2.2369	0.8809	8.3970	0.8068	85	2.3805
		2	Pampa hacia San Gregorio	8,807,848	362,459	4,214	2.2896	0.8765	8.0959	0.8455	100	2.1625
		3	Bofedales	8,808,193	362,243	4,225	2.2744	0.8774	8.1573	0.8867	80	1.7618
		4	Zona Contaminada	8,809,271	362,076	4,241	1.6086	0.7583	4.1367	0.8978	60	1.0430
		5	Zona muy contaminada	8,809,575	361,911	4,244	0.9398	0.5524	2.2341	0.8554	10	0.5586
7	Laguna Angascancha	1	Dique de la laguna	8,812,562	364,332	4,349	2.4712	0.9076	10.8202	0.9364	92	1.9912
		2	Orilla norte de la laguna	8,812,727	364,408	4,358	2.0689	0.8604	7.1618	0.8985	90	1.5302
		3	Camino de acceso - Cuenca media	8,812,190	363,542	4,346	2.2464	0.8670	7.5188	0.8512	100	2.0702
		4	Camino de acceso - Cuenca baja	8,811,557	362,585	4,266	2.2214	0.8726	7.8505	0.8940	90	1.7372
8	Alto Peru	1	Base de talud de botadero sur	8,810,558	360,933	4,346	2.0736	0.8168	5.4576	0.7479	100	2.2675
		2	Roquedales	8,810,647	360,688	4,354	1.4960	0.7535	4.0575	0.9295	30	0.8890
9	Cerro Marcapunta	1	Zona Roquedal Bajo	8,806,098	360,924	4,209	1.9950	0.8559	6.9382	0.9079	80	1.4231
		2	Zona Pradera baja	8,805,994	361,643	4,189	2.1150	0.8572	7.0004	0.8014	100	1.8648
		3	Zona Roquedal Media	8,807,857	360,053	4,276	1.4392	0.7479	3.9670	0.8033	30	1.1630
		4	Zona Pradera Media	8,806,971	360,874	4,256	1.9429	0.8316	5.9386	0.8843	100	1.4073
		5	Zona Roquedal Alto	8,807,619	360,281	4,305	1.6646	0.7669	4.2893	0.8005	30	1.6653
		6	Zona Pradera Alta	8,807,515	360,393	4,311	1.8025	0.8127	5.3387	0.8668	30	1.6462
10	Quebrada Condorcayán	1	Roquedales de Cuenca Alta	8,811,949	360,311	4,398	1.8437	0.7780	4.5049	0.6986	100	2.2834
		2	Pradera Cuenca Alta	8,812,164	359,996	4,350	1.0180	0.5515	2.2297	0.6325	30	0.7871
		3	Lupinar	8,812,102	360,225	4,365	2.1504	0.8200	5.5568	0.7440	90	2.4937
		4	Laderas de Cuenca media	8,813,150	361,670	4,367	1.6564	0.7680	4.3105	0.7539	80	1.3454
		5	Pradera de Cuenca Baja	8,812,786	362,101	4,318	2.1034	0.8674	7.5398	0.9135	50	1.5285
11	Quebrada Huachuacaja	1	Cuenca Media - Roquedales	8,809,264	358,781	4,217	1.7931	0.7563	4.1032	0.7478	85	1.6748
		2	Cuenca Media - Bofedal	8,810,042	358,914	4,208	1.6971	0.7710	4.3672	0.7724	90	1.2426
		3	Cuenca Media - Zona contaminada	8,810,039	359,573	4,210	1.6947	0.8033	5.0841	0.9458	80	0.9020
		4	Cuenca Baja - Dique de perforación	8,807,938	359,364	4,190	2.2099	0.8677	7.5557	0.8616	70	1.8154
		5	Cuenca Baja - Zona Contaminada	8,810,039	359,573	4,210	1.3745	0.6905	3.2312	0.8540	30	0.9769
		6	Cuenca Alta - Pajonal	8,813,315	359,080	4,405	2.2466	0.8496	6.6467	0.7930	65	2.4879
			Valores Máximos	8,813,315	364,408	4,405	2.5498	0.9076	10.8202	0.9458	100	2.667
			Valores Mínimos	8,804,754	356,638	4,184	0.9398	0.5515	0.0000	0.5069	10	0.559

H' : Coeficiente de Diversidad de Shannon - Weaver

1 - D : Coeficiente de Diversidad de Simpson

1/D : N° Real de Especies de Simpson

E : Equidad

d : Coeficiente de Riqueza

Se evaluó el impacto ambiental de las operaciones de SMEBSA mediante coeficientes de diversidad tales como aquellos que evalúan riqueza (H' y d) y los que evalúan uniformidad (1-D, 1/D y E). En el gráfico de la página siguiente se grafica el comportamiento de H' (Coeficiente de Shannon y Weaver), en la determinación de impactos. De acuerdo a la teoría de la sucesión ecológica, aquellas zonas con baja diversidad y alta uniformidad son zonas alteradas. En la gráfica, se puede observar que las zonas impactadas en lo referente a diversidad vegetal, es la pampa de Unish al E de Cerro Marcapunta, La Qda Huachuacaja, afectada por el pasivo de las pilas de carbón, un pasivo ambiental ajeno a la empresa, y la pampa de Huaracaca próxima al SO de las canchas de relaves.

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

Tabla A16 RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS EN LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE COLQUIJIRCA Y TANQUES SÉPTICOS DE HUARAUCACA (ENE - JUN 2000)

ENERO 2000

Parámetros	U/M	DC-1	DC-2	DC-3	DC-4	DH-1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160000	13000	160000	2300	NR	5000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160000	800	50000	300	NR	1000
DBO	mg/l	NR	NR	NR	NR	NR	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	NR	NR	NR	NR	NR	3

FEBRERO 2000

Parámetros	U/M	DC-1	DC-2	DC-3	DC-4	DH-1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160000	800	40	130	NR	5000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160000	800	20	20	NR	1000
DBO	mg/l	102	2	3	1	NR	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	1	5	3	3	NR	3

MARZO 2000

Parámetros	U/M	DC-1	DC-2	DC-3	DC-4	DH-1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	30,000	2,800	20	20	NR	5000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	30,000	2,800	20	20	NR	1000
DBO	mg/l	150	96	122	121	NR	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	4.7	4.7	2.6	4.4	NR	3

ABRIL 2000

Parámetros	U/M	DC-1	DC-2	DC-3	DC-4	DH-1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160000	2,300	800	20	NR	5000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160000	2,300	800	20	NR	1000
DBO	mg/l	54	46	27	19	NR	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	2	4	6	7	NR	3

MAYO 2000

Parámetros	U/M	DC-1	DC-2	DC-3	DC-4	DH-1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160000	2,300	80	20	NR	5000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160000	500	20	20	NR	1000
DBO	mg/l	178	112	5	2	NR	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	1	5	5	8	NR	3

JUNIO 2000

Parámetros	U/M	DC-1	DC-2	DC-3	DC-4	DH-1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160000	20	20	20	NR	5000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160000	20	20	20	NR	1000
DBO	mg/l	197	175	285	197	NR	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	1	8	8	7	NR	3

DC - 1	Aguas servidas que ingresan a la Laguna de Oxidación - Colquijirca.
DC - 2	Aguas servidas que ingresan a la 2° Laguna de Oxidación - Colquijirca.
DC - 3	Aguas servidas que ingresan a la 3° Laguna de Oxidación - Colquijirca.
DC - 4	Efluente final de Lagunas de Oxidación - Colquijirca (aguas tratadas). Desagues de Huaraucaca. Descarga del Tanque Séptico
DH - 1	N°1
NMP LGACIII	Nivel Máximo Permissible según la clase III de la Ley General de Aguas (DL 17752).
NMP / 100ml	Número mas probable de microorganismos en una muestra de 100ml.
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno.

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

Tabla A17 RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS EN LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE COLQUIJIRCA Y TANQUES SÉPTICOS DE HUARAUCA. (JUL - DIC 2000)

JULIO 2000

Parámetros	U/M	DC-1	DC-2	DC-3	DC-4	DH-1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160000	2,300	20	20	>= 160000	5000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160000	170	20	20	>= 160000	1000
DBO	mg/l	129	107	86	90	107	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	1	6	5	6	<1	3

AGOSTO 2000

Parámetros	U/M	DC-1	DC-2	DC-3	DC-4	DH-1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160000	35,000	1,600	110	>= 160000	5000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160000	11,000	500	23	>= 160000	1000
DBO	mg/l	148	138	199	116	120	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	1	1	1	3	<1	3

SEPTIEMBRE 2000

Parámetros	U/M	DC-1	DC-2	DC-3	DC-4	DH-1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160000	300	70	60	>= 160000	5000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160000	230	20	20	>= 160000	1000
DBO	Mg/l	164	165	95	235	81	15
Oxígeno Disuelto	Mg/l	1	1	1	1	3	3

OCTUBRE 2000

Parámetros	U/M	DC-1	DC-2	DC-3	DC-4	DH-1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160000	8000	1700	3000	40	5000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160000	1300	40	<20	<20	1000
DBO	mg/l	292	205	37	8	14	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	<1	1	2	5	6	3

NOVIEMBRE 2000

Parámetros	U/M	DC-1	DC-2	DC-3	DC-4	DH-1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160000	1300	170	<20	80	5000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160000	500	<20	<20	<20	1000
DBO	mg/l	226	164	177	49	70	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	<1	3	6	7	6	3

DICIEMBRE 2000

Parámetros	U/M	DC-1	DC-2	DC-3	DC-4	DH-1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160000	1300	40	20	40	5000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160000	130	<20	<20	<20	1000
DBO	mg/l	103	7	13	17	18	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	<1	4	8	7	8	3

DC - 1	Aguas servidas que ingresan a la Laguna de Oxidación - Colquijirca.
DC - 2	Aguas servidas que ingresan a la 2° Laguna de Oxidación - Colquijirca.
DC - 3	Aguas servidas que ingresan a la 3° Laguna de Oxidación - Colquijirca.
DC - 4	Efluente final de Lagunas de Oxidación - Colquijirca (aguas tratadas).
DH - 1	Desagues de Huarauca. Descarga del Tanque Séptico N°1
NMP LGACIII	Nivel Máximo Permissible según la clase III de la Ley General de Aguas (DL 17752).
NMP / 100ml	Número mas probable de microorganismos en una muestra de 100ml.
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno.

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

Tabla A18 RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS EN LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE COLQUIJIRCA Y TANQUES SÉPTICOS DE HUARAUCACA (ENE - JUN 2001)

ENERO 2001

Parámetros	U/M	DC - 1	DC - 2	DC - 3	DC - 4	DH - 1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160,000	1,100	170	80	160,000	5,000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160,000	330	40	<20	160,000	1,000
DBO	mg/l	46	16	19	15	23	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	3	7	10	10	2	3

FEBRERO 2001

Parámetros	U/M	DC - 1	DC - 2	DC - 3	DC - 4	DH - 1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160,000	2,800	<20	<20	<20	5,000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160,000	2,200	<20	<20	<20	1,000
DBO	mg/l	160	161	53	40	53	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	<1	<1	2	4	3	3

MARZO 2001

Parámetros	U/M	DC - 1	DC - 2	DC - 3	DC - 4	DH - 1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160,000	50,000	13,000	40	230	5,000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160,000	50,000	13,000	40	230	1,000
DBO	mg/l	112	63	13	22	42	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	1	2	6	4	5	3

ABRIL 2001

Parámetros	U/M	DC - 1	DC - 2	DC - 3	DC - 4	DH - 1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160,000	80	<20	<20	17,000	5,000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160,000	<20	<20	<20	17,000	1,000
DBO	mg/l	252	139	42	152	45	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	<1	5	6	7	6	3

MAYO 2001

Parámetros	U/M	DC - 1	DC - 2	DC - 3	DC - 4	DH - 1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160,000	2,800	<20	<20	<20	5,000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160,000	2,200	<20	<20	<20	1,000
DBO	mg/l	160	161	53	40	53	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	<1	<1	2	4	3	3

JUNIO 2001

Parámetros	U/M	DC - 1	DC - 2	DC - 3	DC - 4	DH - 1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160,000	NR	NR	2	80	5,000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160,000	NR	NR	<2	23	1,000
DBO	mg/l	145	NR	NR	60	22	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	<1	NR	NR	7	7	3

DC - 1	Aguas servidas que ingresan a la Laguna de Oxidación - Colquijirca.
DC - 2	Aguas servidas que ingresan a la 2° Laguna de Oxidación - Colquijirca.
DC - 3	Aguas servidas que ingresan a la 3° Laguna de Oxidación - Colquijirca.
DC - 4	Efluente final de Lagunas de Oxidación - Colquijirca (aguas tratadas).
DH - 1	Desagues de Huaraucaca. Descarga del Tanque Séptico N°1
NMP LGACIII	Nivel Máximo Permissible según la clase III de la Ley General de Aguas (DL 17752).
NMP / 100ml	Número mas probable de microorganismos en una muestra de 100ml.
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno.

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

Tabla A19 RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS EN LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE COLQUIJIRCA Y TANQUES SÉPTICOS DE HUARAUCACA (JUL - DIC 2001)

JULIO 2001

Parámetros	U/M	DC - 1	DC - 2	DC - 3	DC - 4	DH - 1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160,000	NR	NR	40	130	5,000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160,000	NR	NR	<20	20	1,000
DBO	mg/l	141	NR	NR	41	69	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	<1	NR	NR	6	7	3

AGOSTO 2001

Parámetros	U/M	DC - 1	DC - 2	DC - 3	DC - 4	DH - 1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160,000	NR	NR	80	70	5,000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160,000	NR	NR	20	20	1,000
DBO	mg/l	122	NR	NR	53	94	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	<1	NR	NR	4	3	3

SETIEMBRE 2001

Parámetros	U/M	DC - 1	DC - 2	DC - 3	DC - 4	DH - 1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160,000	NR	NR	<20	8000	5,000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160,000	NR	NR	<20	8000	1,000
DBO	mg/l	125	NR	NR	25	66	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	<1	NR	NR	6	3	3

OCTUBRE 2001

Parámetros	U/M	DC - 1	DC - 2	DC - 3	DC - 4	DH - 1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160,000	NR	NR	130	3000	5,000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160,000	NR	NR	80	3000	1,000
DBO	mg/l	301	NR	NR	265	229	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	<1	NR	NR	1	2	3

NOVIEMBRE 2001

Parámetros	U/M	DC - 1	DC - 2	DC - 3	DC - 4	DH - 1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>=160,000	NR	NR	<20	80	5,000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>=160,000	NR	NR	<20	20	1,000
DBO	mg/l	301	NR	NR	35	20	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	>1	NR	NR	6	5	3

DICIEMBRE 2001

Parámetros	U/M	DC - 1	DC - 2	DC - 3	DC - 4	DH - 1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160000	NR	NR	<20	80	5,000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160000	NR	NR	<20	20	1,000
DBO	mg/l	207	NR	NR	107	79	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	<1	NR	NR	7	5	3

DC - 1	Aguas servidas que ingresan a la Laguna de Oxidación - Colquijirca.
DC - 2	Aguas servidas que ingresan a la 2° Laguna de Oxidación - Colquijirca.
DC - 3	Aguas servidas que ingresan a la 3° Laguna de Oxidación - Colquijirca.
DC - 4	Efluente final de Lagunas de Oxidación - Colquijirca (aguas tratadas).
DH - 1	Desagues de Huarauca. Descarga del Tanque Séptico N°1
NMP LGACIII	Nivel Máximo Permissible según la clase III de la Ley General de Aguas (DL 17752).
NMP / 100ml	Número mas probable de microorganismos en una muestra de 100ml.
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno.

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

Tabla A20 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS (ENE - JUL 2000)

Mes de Enero - 2000

Parámetros	U/M	DC-1	DC-2	DC-3	DC-4	DH-1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160000	13000	160000	2300	NR	5000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160000	800	50000	300	NR	1000
DBO	mg/l	NR	NR	NR	NR	NR	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	NR	NR	NR	NR	NR	3

Mes de Febrero - 2000

Parámetros	U/M	DC-1	DC-2	DC-3	DC-4	DH-1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160000	800	40	130	NR	5000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160000	800	20	20	NR	1000
DBO	mg/l	102	2	3	1	NR	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	1	5	3	3	NR	3

Mes de marzo - 2000

Parámetros	U/M	DC-1	DC-2	DC-3	DC-4	DH-1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	30,000	2,800	20	20	NR	5000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	30,000	2,800	20	20	NR	1000
DBO	mg/l	150	96	122	121	NR	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	4.7	4.7	2.6	4.4	NR	3

Mes de Abril - 2000

Parámetros	U/M	DC-1	DC-2	DC-3	DC-4	DH-1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160000	2,300	800	20	NR	5000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160000	2,300	800	20	NR	1000
DBO	mg/l	54	46	27	19	NR	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	2	4	6	7	NR	3

Mes de Mayo - 2000

Parámetros	U/M	DC-1	DC-2	DC-3	DC-4	DH-1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160000	2,300	80	20	NR	5000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160000	500	20	20	NR	1000
DBO	mg/l	178	112	5	2	NR	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	1	5	5	8	NR	3

Mes de Junio - 2000

Parámetros	U/M	DC-1	DC-2	DC-3	DC-4	DH-1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160000	20	20	20	NR	5000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160000	20	20	20	NR	1000
DBO	mg/l	197	175	285	197	NR	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	1	8	8	7	NR	3

DC - 1	Aguas servidas que ingresan a la Laguna de Oxidación - Colquijirca.
DC - 2	Aguas servidas que ingresan a la 2° Laguna de Oxidación - Colquijirca.
DC - 3	Aguas servidas que ingresan a la 3° Laguna de Oxidación - Colquijirca.
DC - 4	Efluente final de Lagunas de Oxidación - Colquijirca (aguas tratadas).
DH - 1	Desagues de Huaraucaca. Descarga del Tanque Séptico N°1
NMP LGACIII	Nivel Máximo Permissible según la clase III de la Ley General de Aguas (DL 17752).
NMP / 100ml	Número mas probable de microorganismos en una muestra de 100ml.
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno.

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

Tabla A21 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS (JUL - DIC 2000)

Mes de Julio - 2000

Parámetros	U/M	DC-1	DC-2	DC-3	DC-4	DH-1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160000	2,300	20	20	>= 160000	5000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160000	170	20	20	>= 160000	1000
DBO	mg/l	129	107	86	90	107	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	1	6	5	6	<1	3

Mes de Agosto - 2000

Parámetros	U/M	DC-1	DC-2	DC-3	DC-4	DH-1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160000	35,000	1,600	110	>= 160000	5000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160000	11,000	500	23	>= 160000	1000
DBO	mg/l	148	138	199	116	120	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	1	1	1	3	<1	3

Mes de Setiembre - 2000

Parámetros	U/M	DC-1	DC-2	DC-3	DC-4	DH-1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160000	300	70	60	>= 160000	5000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160000	230	20	20	>= 160000	1000
DBO	Mg/l	164	165	95	235	81	15
Oxígeno Disuelto	Mg/l	1	1	1	1	3	3

Mes de Octubre - 2000

Parámetros	U/M	DC-1	DC-2	DC-3	DC-4	DH-1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160000	8000	1700	3000	40	5000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160000	1300	40	<20	<20	1000
DBO	mg/l	292	205	37	8	14	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	<1	1	2	5	6	3

Mes de Noviembre - 2000

Parámetros	U/M	DC-1	DC-2	DC-3	DC-4	DH-1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160000	1300	170	<20	80	5000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160000	500	<20	<20	<20	1000
DBO	mg/l	226	164	177	49	70	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	<1	3	6	7	6	3

Mes de Diciembre - 2000

Parámetros	U/M	DC-1	DC-2	DC-3	DC-4	DH-1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160000	1300	40	20	40	5000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160000	130	<20	<20	<20	1000
DBO	mg/l	103	7	13	17	18	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	<1	4	8	7	8	3

DC - 1	Aguas servidas que ingresan a la Laguna de Oxidación - Colquijirca.
DC - 2	Aguas servidas que ingresan a la 2° Laguna de Oxidación - Colquijirca.
DC - 3	Aguas servidas que ingresan a la 3° Laguna de Oxidación - Colquijirca.
DC - 4	Efluente final de Lagunas de Oxidación - Colquijirca (aguas tratadas).
DH - 1	Desagues de Huaraucaca. Descarga del Tanque Séptico N°1
NMP LGACIII	Nivel Máximo Permissible según la clase III de la Ley General de Aguas (DL 17752).
NMP / 100ml	Número mas probable de microorganismos en una muestra de 100ml.
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno.

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

Tabla A22 RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS EN LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE COLQUIJIRCA Y TANQUES SÉPTICOS DE HUARAUCACA (ENE - JUN 2002)

ENERO 2002

Parámetros	U/M	DC - 1	DC - 2	DC - 3	DC - 4	DH - 1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	>= 160,000	NR	NR	2	17,000	5,000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	>= 160,000	NR	NR	<2	<2	1,000
DBO	mg/l	10	NR	NR	37	7	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	5	NR	NR	7	4	3

FEBRERO 2002

Parámetros	U/M	DC - 1	DC - 2	DC - 3	DC - 4	DH - 1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	13000	NR	NR	4	NR	5,000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	1300	NR	NR	4	NR	1,000
DBO	mg/l	272	NR	NR	241	NR	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	1	NR	NR	4	NR	3

MARZO 2002

Parámetros	U/M	DC - 1	DC - 2	DC - 3	DC - 4	DH - 1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	9000000	NR	NR	230	1300	5,000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	5000000	NR	NR	50	300	1,000
DBO	mg/l	160	NR	NR	170	40	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	<1	NR	NR	4	3	3

ABRIL 2002

Parámetros	U/M	DC - 1	DC - 2	DC - 3	DC - 4	DH - 1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	160000	NR	NR	80	240	5,000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	160000	NR	NR	4	170	1,000
DBO	mg/l	100	NR	NR	104	37	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	<1	NR	NR	4	2	3

MAYO 2002

Parámetros	U/M	DC - 1	DC - 2	DC - 3	DC - 4	DH - 1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	1600000	NR	NR	4	11	5,000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	1600000	NR	NR	2	8	1,000
DBO	mg/l	38	NR	NR	2	5	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	2	NR	NR	3	3	3

JUNIO 2002

Parámetros	U/M	DC - 1	DC - 2	DC - 3	DC - 4	DH - 1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	5000000	NR	NR	<2	<2	5,000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	2300000	NR	NR	<2	<2	1,000
DBO	mg/l	30	NR	NR	9	8	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	<1	NR	NR	4	3	3

DC - 1 Aguas servidas que ingresan a la Laguna de Oxidación - Colquijirca.
 DC - 2 Aguas servidas que ingresan a la 2° Laguna de Oxidación - Colquijirca.
 DC - 3 Aguas servidas que ingresan a la 3° Laguna de Oxidación - Colquijirca.
 DC - 4 Efluente final de Lagunas de Oxidación - Colquijirca (aguas tratadas).
 DH - 1 Desagues de Huaraucaca. Descarga del Tanque Séptico N°1
 NMP LGACIII Nivel Máximo Permisible según la clase III de la Ley General de Aguas (DL 17752).
 NMP / 100ml Número mas probable de microorganismos en una muestra de 100ml.
 DBO Demanda Bioquímica de Oxígeno.

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

Tabla A23 RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS EN LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE COLQUIJIRCA Y TANQUES SÉPTICOS DE HUARAUCACA (JUL - DIC 2002)

JULIO 2002

Parámetros	U/M	DC - 1	DC - 2	DC - 3	DC - 4	DH - 1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml	24000	NR	NR	23	350	5,000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	13000	NR	NR	<2	23	1,000
DBO	mg/l	39	NR	NR	3	10	15
Oxígeno Disuelto	mg/l	4	NR	NR	<1	<1	3

AGOSTO 2002

Parámetros	U/M	DC - 1	DC - 2	DC - 3	DC - 4	DH - 1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml						5,000
Coliformes Fecales	NMP/100ml						1,000
DBO	mg/l						15
Oxígeno Disuelto	mg/l						3

SETIEMBRE 2002

Parámetros	U/M	DC - 1	DC - 2	DC - 3	DC - 4	DH - 1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml						5,000
Coliformes Fecales	NMP/100ml						1,000
DBO	mg/l						15
Oxígeno Disuelto	mg/l						3

OCTUBRE 2002

Parámetros	U/M	DC - 1	DC - 2	DC - 3	DC - 4	DH - 1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml						5,000
Coliformes Fecales	NMP/100ml						1,000
DBO	mg/l						15
Oxígeno Disuelto	mg/l						3

NOVIEMBRE 2002

Parámetros	U/M	DC - 1	DC - 2	DC - 3	DC - 4	DH - 1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml						5,000
Coliformes Fecales	NMP/100ml						1,000
DBO	mg/l						15
Oxígeno Disuelto	mg/l						3

DICIEMBRE 2002

Parámetros	U/M	DC - 1	DC - 2	DC - 3	DC - 4	DH - 1	NMP LGACIII
Coliformes Totales	NMP/100ml						5,000
Coliformes Fecales	NMP/100ml						1,000
DBO	mg/l						15
Oxígeno Disuelto	mg/l						3

- DC - 1 Aguas servidas que ingresan a la Laguna de Oxidación - Colquijirca.
 DC - 2 Aguas servidas que ingresan a la 2° Laguna de Oxidación - Colquijirca.
 DC - 3 Aguas servidas que ingresan a la 3° Laguna de Oxidación - Colquijirca.
 DC - 4 Efluente final de Lagunas de Oxidación - Colquijirca (aguas tratadas).
 DH - 1 Desagües de Huaraucaca. Descarga del Tanque Séptico N°1
 NMP LGACIII Nivel Máximo Permissible según la clase III de la Ley General de Aguas (DL 17752).
 NMP / 100ml Número mas probable de microorganismos en una muestra de 100ml.
 DBO Demanda Bioquímica de Oxígeno.

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

Tabla A24 COLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS DE MINA - 2000

PARAMETROS	U/M	COLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS DE MINA - 2000												PROM	N.M.P			
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		VCM	VPA	LGA-CIII	
Caudal (Q)	l/s	70	70	70	60	60	60	50	50	50	50	50	50	50	58.3			
	m ³ /d	6048	6048	6048	5184	5184	5184	4320	4320	4320	4320	4320	4320	4320	5040			
pH	...	10.6	12.0	11.7	10.5	10.8	10.8	11.3	11.2	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.2	5.5 - 10.5	5.5 - 10.5	5.0 - 9.0
Eh	mV	103	184	192	184	112	100	100	232	81	67	118	105	131.5				
Conductividad	uS	396	265	258	235	470	198	161	184	172	244	246	292	260.1				
Temperatura	°C	10.3	11.1	10.5	10.5	11.4	11.1	11.6	11.2	10.9	9.8	17.7	10.2	11.36				
Hora	H:m	14:26	10:09	10:29	12:15	12:20	15:42	15:31	14:00	14:45	14:44	14:21	14:40	***				
Aceites/Grasas	mg/l	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA			0.5
Arsénico (As)	mg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	1	0.5	0.2
Cadmio (Cd)	mg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005			0.05
Cianuro (CN)	mg/l	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	<0.02	NSA	NSA	NSA	NSA	<0.02		2	1	1
Cobre (Cu)	mg/l	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	2	1	0.5
Hierro (Fe)	mg/l	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.06	<0.03	<0.03	<0.03	0.033		5	2	1
Manganeso (Mn)	mg/l	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03			0.5
Mercurio (Hg)	mg/l	NSA	NSA	<0.001	NSA	NSA	<0.001	<0.001	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	<0.001				0.01
Nitratos (NO ₃)	mg/l	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA				10 (*)
Plomo (Pb)	mg/l	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	1	0.5	0.1
Sulfatos (SO ₄)	mg/l	1417	1054	1205	1713	1357	1047	1354	1013	1023	980	903	1372	1203				400
TSD	mg/l	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	2170	1688	NSA	NSA	NSA	NSA	1956				1000 (*)
TSS	mg/l	5	110	85	40	69	87	103	24	19	28	25	71	55.50	100	50		
Zinc (Zn)	mg/l	0.03	0.23	0.07	0.02	0.05	0.63	0.27	0.02	0.07	0.29	1.13	0.21	0.252	6	3		25

(*) : Límite OMS para agua potable (tomado solo referencialmente).
 N.M.P = NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE VCM = VALOR EN CUALQUIER MOMENTO (MEM) NSA = NO SE ANALIZO
 VPA = VALOR PROMEDIO ANUAL (MEM) NR = NO REPORTADO
 LGA - CIII = Ley General de Aguas - Clase III (Agua para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales).

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

Tabla A25 COLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS DE MINA - 2001

PARAMETROS	U/M	COLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS DE MINA - 2001												N M P				
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM	VCM	VPA	LGA-CIII	
Caudal (Q)	l/s	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	40	40	47.5		
	m ³ /d	4320	4320	4320	4320	4320	4320	4320	4320	4320	4320	4320	4320	3456	3456	4104		
pH	...	11.5	11.1	11.3	9.4	10.9	9.0	9.0	6.5	6.5	9.0	11.0	11.0	9.7	5.5 - 10.5	5.5 - 10.5	5.0 - 9.0	
Eh	mV	115	91	81	50	141	180	115	20	20	120	112	112	96.4				
Conductividad	uS	588	601	408	603	385	450	420	1150	1150	718	766	766	667.1				
Temperatura	° C	9.4	14.4	15.2	11.9	11.7	14.5	11.3	12.8	12.8	11.2	11	10.4	12.2				
Fecha	d:M	11-Ene	08-Feb	08-Mar	10-Abr	10-May	14-Jun	10-Jul	16-Ago	13-Sep	11-Oct	08-Nov	13-Dic	***				
Hora	H:m	16:52	15:20	14:50	15:04	15:34	14:06	16:30	17:20	17:20	16:45	15:25	14:25	***				
Aceites/Grasas	mg/l	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	0.5
Arsénico (As)	mg/l	<0.005	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	<0.005	1	0.5
Cadmio (Cd)	mg/l	<0.005	0.006	0.003	0.009	0.01	0.001	0.004	0.004	0.001	0.001	0.004	0.003	0.004	0.004	0.004		0.05
Cianuro (CN)	mg/l	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	2	1
Cobre (Cu)	mg/l	<0.03	0.280	0.035	0.442	0.307	0.015	0.118	0.067	<0.01	0.011	0.195	0.071	0.131	2	1	1	0.5
Hierro (Fe)	mg/l	<0.03	9.26	1.80	1.59	2.35	0.07	6.407	7.405	0.520	0.148	6.915	1.222	3.143	5	2	2	1
Manganeso (Mn)	mg/l	<0.03	0.610	0.065	0.566	0.5	0.022	0.259	1.360	0.067	0.033	1.375	0.157	0.420				0.5
Mercurio (Hg)	mg/l	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	0.01
Nitratos (NO ₃)	mg/l	2.66	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	NSA	10 (*)
Plomo (Pb)	mg/l	<0.03	0.065	0.035	0.060	0.074	0.017	0.024	0.031	0.017	0.024	0.026	0.042	0.037	1	0.5		0.1
Sulfatos (SO ₄)	mg/l	1245	1004	778	916	617	608.1	638	482.6	419.8	475.1	451.7	735.7	697.6				400
TSD	mg/l	NSA	1755	1177	1348	853	870	938	745	655	723	730	3683	1225.1				1000 (*)
TSS	mg/l	16	50	38	70	112	12	26	77.5	23.5	22	88	24	46.50	100	50		
Zinc (Zn)	mg/l	0.09	3.98	0.35	5.35	4.25	0.21	1.50	6.56	0.129	0.19	3.367	0.41	2.198	6	3		25

(*) : Límite OMS para agua potable (tomado solo referencialmente).
 N M P = NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE VCM = VALOR EN CUALQUIER MOMENTO (MEM) NSA = NO SE ANALIZO
 VPA = VALOR PROMEDIO ANUAL (MEM) NR = NO REPORTADO
 LGA - CIII = Ley General de Aguas - Clase III (Agua para riesgo de vegetales de consumo crudo y bebida de animales).

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca s

Tabla A26 CONTROL DE POLVOS EN CAMINOS MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE: 1999 – 2001

PM - 10	Nov.99	May.00	Oct.00	Mar.01	May.01	Set.01	Dic.01	Prom. Acum.	Prom 2001	LMP
E - 1	54	34	106	13.7	73.9	33.6	33.5	49.81	38.67	350 (1) 150 (4)
E - 2	25	25	70	20.9	47.7	27.9	54.9	33.51	28.65	
E - 3	38	24	65	98.9	131	24.1	11.3	56.05	66.33	
Entidad	SGS	SGS	SGS	D&E	D&E	D&E	D&E	***	***	

Pb	Nov.99	May.00	Oct.00	Mar.01	May.01	Set.01	Dic.01	Prom. Acum.	Prom 2001	LMP
E - 1	0.28	0.09	0.27	0.04	0.11	0.08	0.12	0.14	0.09	1.5 - 2.0 (2) 1.5 (4)
E - 2	0.11	0.07	0.2	0.1	0.21	0.07	0.08	0.12	0.12	
E - 3	0.13	0.61	0.65	10.82	9.47	0.06	0.26	3.14	5.15	
Entidad	SGS	SGS	SGS	D&E	D&E	D&E	D&E	***	***	

Zn	Nov.99	May.00	Oct.00	Mar.01	May.01	Set.01	Dic.01	Prom. Acum.	Prom 2001	LMP
E - 1	0.23	0.16	0.51	0.15	0.28	0.18	4	0.79	1.15	100 (3)
E - 2	0.08	0.16	0.53	0.23	0.2	0.15	6.84	1.17	1.86	
E - 3	0.19	1.87	1.61	28.23	23.45	0.23	2.26	2.46	13.54	
Entidad	SGS	SGS	SGS	D&E	D&E	D&E	D&E	***	***	

As	Nov.99	May.00	Oct.00	Mar.01	May.01	Set.01	Dic.01	Prom. Acum.	Prom 2001	LMP
E - 1	0.09	0.01	0.02	NR	NR	NR	NR	0.04	NR	6 (1)
E - 2	0.01	0	0.01	NR	NR	NR	NR	0.006	NR	
E - 3	0.02	0	0.01	NR	NR	NR	NR	0.006	NR	
Entidad	SGS	SGS	SGS	D&E	D&E	D&E	D&E	***	***	

(1) RM N°315-96-EM/VMM.-Niveles máximos permisibles de elementos y compuestos presentes en emisiones gaseosas provenientes de las unidades minero-metalúrgicas. 19.07.96. Ministerio de Energía y Minas de la República del Perú

(2) Normas sobre Control de la Contaminación Atmosférica de la República de Venezuela. Decreto N°2.225 del 23.04.92.

(3) Normas Propuestas de Calidad de Aire Ambiental del Reglamento de Ontario 308. 1986.

(4) Reglamento de Estándares Nacionales de la Calidad del Aire. DS 074-2001 PCM.

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

Tabla A27 INVERSIONES PAMA COMPROMETIDAS CON EL MEM (1997 - 2001)

PROYECTO	INV(US\$)	1997	1998	1999	2000	2001
Monitoreo del agua potable	10,350	2,070	2,070	2,070	2,070	2,070
Monitoreo de aguas superficiales	72,450	14,490	14,490	14,490	14,490	14,490
Monitoreo de efectos ambientales	150,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
Planta de tratamiento de agua potable	165,163	99,463	16,425	16,425	16,425	16,425
Colección y tratamiento de desaguës	171,056	105,356	16,425	16,425	16,425	16,425
Relleno sanitario	202,500	67,500	33,750	33,750	33,750	33,750
Plan de contingencias	140,000	17,500	32,500	30,000	30,000	30,000
Cancha de Relaves N°1 y 2.	427,060		100,000	303,007	12,026	12,027
Almacenamiento y manejo de combustibles	56,250		37,500	6,250	6,250	6,250
Manejo de aceites residuales	56,250		37,500	6,250	6,250	6,250
Colección y tratamiento de aguas de mina	4,996,038			1,600,000	2,198,679	1,197,359
Control de polvos en caminos	111,250				76,250	35,000
Tajo Principal	192,761			85,637	92,799	14,324
Tajo Mercedes Chocayoc	165,862			74,706	80,189	10,967
Rehabilitación Ambiental Progresiva	125,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000
Plan de Cierre Detallado.	127,500		85,500	14,000	14,000	14,000
INVERSION COMPROMETIDA	7,169,490	361,379	431,160	2,258,010	2,654,603	1,464,337

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

Tabla A28 INVERSIONES PROGRAMADAS Y EJECUTADAS DEL PAMA

PROYECTO	1997		1998		1999		2000		2001		TOTAL	
	Program.	% Ejecut.	Program.	% Ejecut.	Program.	% Ejecut.	Program.	% Ejecut.	Program.	% Ejecut.	Program.	% Ejecut.
Monitoreo del agua potable	2,070	2,862	2,070	8,073	2,070	10,840	2,070	7,395	2,070	3,956	10,350	33,126
Monitoreo de aguas superficiales	14,490	40,587	14,490	84,131	14,490	59,708	14,490	62,181	14,490	8,651	72,450	255,258
Monitoreo de efectos ambientales	30,000	0	30,000	0	30,000	2,542	30,000	10,196	30,000	13,607	150,000	26,345
Planta de tratamiento de agua potable	93,463	3,079	16,425	203	16,425	4,789	16,425	57,621	16,425	7,790	165,163	73,462
Colección y tratamiento de desagués	105,356	44,034	16,425	23,303	16,425	172,467	16,425	62,240	16,425	6,520	171,056	308,564
Relleno sanitario	67,500	25	33,750	9,916	33,750	6,928	33,750	9,245	33,750	9,097	202,500	35,211
Plan de contingencias	17,500	10,555	32,500	59	30,000	0	30,000	0	30,000	0	140,000	10,614
Cancha de Pelaves N1 y 2.	0	0	100,000	435,248	303,007	217	12,026	187,612	12,027	12,560	427,060	635,637
Almacenamiento y manejo de combustibles	0	0	37,500	450	6,250	0	6,250	453	6,250	90	56,250	993
Manejo de aceites residuales	0	0	37,500	0	6,250	14,050	6,250	0	6,250	41	56,250	14,091
Colección y tratamiento de aguas de mina	0	51,105	0	178,363	1,600,000	1,010,121	2,198,679	331,953	1,197,359	157,991	4,996,038	1,729,533
Control de polvos en caminos	0	33,251	0	31,047	0	24,950	76,250	43,635	35,000	36,188	111,250	169,071
Tajo Principal	0	0	0	0	85,637	0	92,799	0	14,324	29	192,760	29
Tajo Mercedes Chocajoc	0	0	0	0	74,706	24,317	80,189	23,501	10,967	15,628	165,862	63,446
Rehabilitación Ambiental Procasia	25,000	9,544	25,000	21,290	25,000	60,685	25,000	30,259	25,000	11,477	125,000	133,255
Plan de Cierre Detallado.	0	0	85,500	85	14,000	130	14,000	18,050	14,000	1	127,500	18,266
INVERSION TOTAL	361,379	195,042	431,160	792,168	2,258,010	1,391,724	2,654,603	844,341	1,464,337	283,626	7,169,489	3,506,901
												49

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

Tabla A29 INVERSIONES DE GASTO DE CAPITAL Y GASTO OPERATIVO DEL PAMA

PROYECTO	1997		1998		1999		2000		2001		TOTAL A Die 2001	
	INVER.	GASTO	INVER.	GASTO	INVER.	GASTO	INVER.	GASTO	INVER.	GASTO	INVER.	GASTO
	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL
1 Monitoreo de Agua Potable		2,862	8,073	8,073	10,840	10,840	7,395	7,395	3,956	3,956	0	33,126
2 Monitoreo de Aguas		40,587	84,131	84,131	59,708	59,708	62,181	62,181	8,651	8,651	0	255,258
3 Efectos Ambientales		0	0	0	2,542	2,542	10,186	10,186	13,607	13,607	0	26,345
4 Tratamiento de Agua Potable	3,079	3,079	203	4,769	4,769	57,621	57,621	7,790	7,790	65,672	7,790	73,462
5 Tratamiento y Colección de Desagües	44,034	44,034	23,303	172,467	172,467	62,240	62,240	6,520	6,520	302,044	6,520	308,564
6 Relleno Sanitario	25	25	9,916	6,928	6,928	6,928	9,245	9,245	9,097	9,097	0	35,211
7 Plan de Contingencias	10,555	10,555	59	59	0	0	0	0	0	0	0	10,614
8 Cancha de Relave N° 1 y 2	0	0	408,672	26,576	217	217	187,612	187,612	12,560	12,560	408,672	226,965
9 Almacenamiento y Manejo de Combustibles	0	0	450	450	0	0	453	453	90	90	0	993
10 Manejo de Aceites usados	0	0	0	0	0	0	0	0	41	41	0	41
11 Tratamiento de Colección y Aguas de Mina	51,105	51,105	178,363	976,185	331,953	1,010,121	331,953	331,953	157,991	157,991	1,205,663	523,870
12 Control de Tajo Principal	33,251	33,251	31,047	24,950	24,950	24,950	43,635	43,635	36,188	36,188	0	169,071
13 Tajo Mercedes	0	0	0	0	0	0	0	0	29	29	0	29
14 Chocagoc Rehabilitación	0	0	0	24,317	24,317	24,317	23,501	23,501	15,628	15,628	0	63,446
15 Ambiental	9,544	9,544	21,290	60,685	60,685	60,685	30,259	30,259	11,477	11,477	0	133,255
16 Plan de Cierre Detallado	0	0	85	130	130	130	18,050	18,050	1	1	0	18,266
TOTAL	98,218	96,824	610,541	181,627	792,168	1,153,431	224,243	724,480	283,626	283,626	1,982,051	3,492,851

NOTAS :

Para el proyecto N°10 'Manejo de Aceites Usados' (CC. 62908), no se realizó desembolso alguno debido a que los costos fueron absorbidos por los salarios del personal de Almacén, quienes fueron capacitados en un correcto manejo, transporte y almacenamiento de contenedores de aceites residuales y otros procedimientos. El monto desprendido de la planilla de Almacén, para esta actividad es US\$ 2319,64 (1997), US\$ 2523,96 (1998), US\$ 2687,70 (1999), 2914,49 (2000) y US\$ 1245,45 (hasta mayo 2001, fecha en la que terminaron los trabajos).

2) Para el proyecto N° 13 'Tajo Principal', no se realizaron desembolsos debido a que las actividades de mitigación fueron incorporadas al costo operativo de Mina (transporte de desmonte, estabilidad de taludes desmonte y control de vibraciones).

FUENTE: Sociedad Minera el Brocal S.A.A. (SMEB) - Mina Colquijirca

ANEXOS B

PANEL FOTOGRAFICO



Foto B1 Estación de Monitoreo E-2, sobre cuerpo receptor (río San Juan)



Foto B2 Estación de Monitoreo E-9, sobre el efluente de la Central Hidroeléctrica de Jupayagra



Foto B3 Sistema de Tratamiento de Agua Potable: Sedimentación – Filtración – Desinfección. Colquijirca



Foto B4 Sedimentador de la Planta de Tratamiento. Colquijirca



Foto B5 Tratamiento de Aguas Servidas, mediante Lagunas de Oxidación. Colquijirca



Foto B6 Idem...

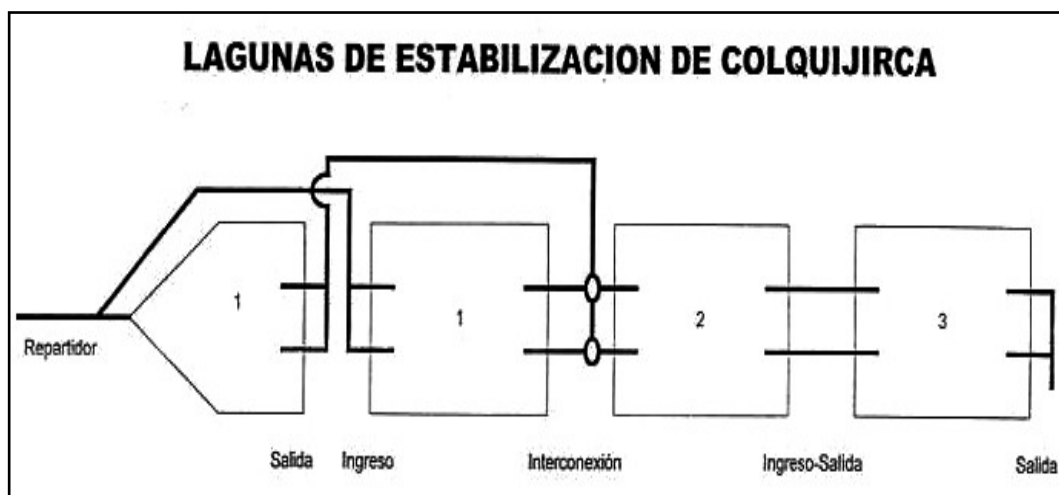


Foto B7 Esquema de Tratamiento de las Aguas Servidas, mediante Lagunas de Oxidación. Colquijirca



Foto B8 Tratamiento de Desagües, mediante Tanques Sépticos. Planta Concentradora Huaracaca

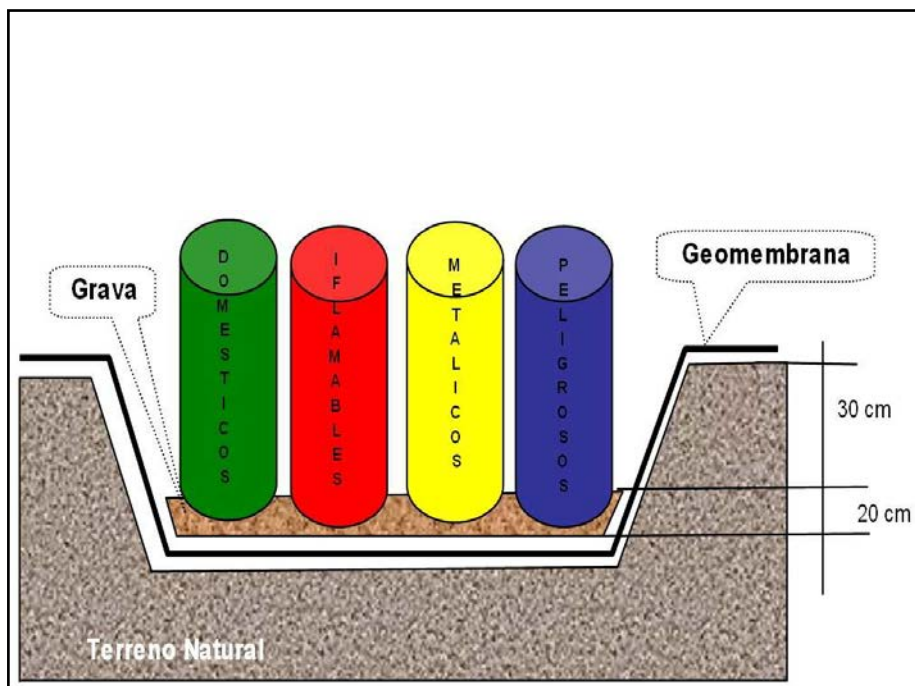


Foto B9 Clasificación de los Residuos Sólidos



Foto B10 Recolección de los Residuos Sólidos Domésticos



Foto B11 Brigada de Rescate Minero. Plan de Contingencias



Foto B12 Brigada de Rescate Minero, participando en el rescate de cadáveres luego del terremoto de Pisco, 2008



Foto B13 Proceso de revegetación de los depósitos de relaves N° 1 y 2



Foto B14 Ganado vacuno pastando sobre área revegetada en los depósitos de relaves N° 1 y 2



Foto B15 Tanques de combustibles con sus bermas antiderrames



Foto B16 Cilindros de aceites y lubricantes dentro de sus bermas antiderrames



Foto B17 Trampas de grasas y aceites en el lavadero de vehículos

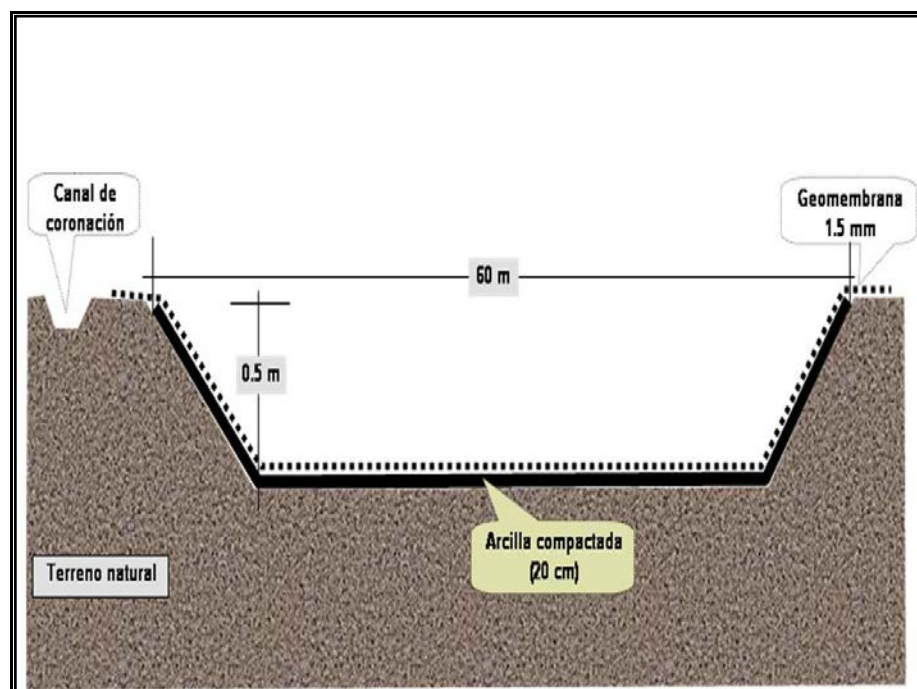


Foto B18 Esquema de la cancha de volatilización para materiales contaminados con hidrocarburos



Foto B19 Vista panorámica de la planta de tratamiento de aguas de mina (ácidas)



Foto B20 Planta de tratamiento de aguas ácidas



Foto B21 Camión cisterna regando las vías de acceso



Foto B22 Alumnos de la Escuela Primaria de la C.C. de Smelter, al lado de un muestreador PM10



Foto B23 Extensómetro en un punto de control del tajo abierto



Foto B24 Canales de derivación de aguas de escorrentía alrededor del tajo abierto, impermeabilizadas



Foto B25 Mujeres de la C.C. de Huaraucaca, participando de las labores de revegetación de áreas disturbadas por la actividad minera



Foto B26 Idem



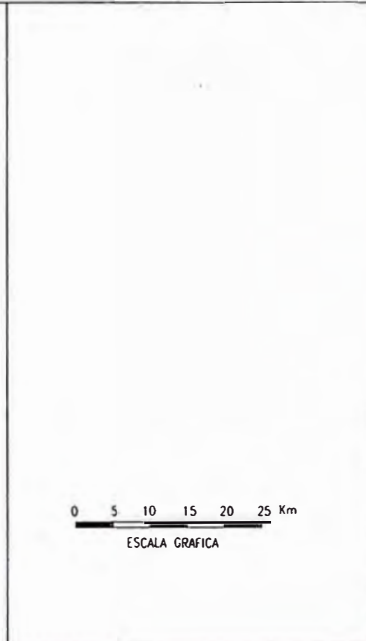
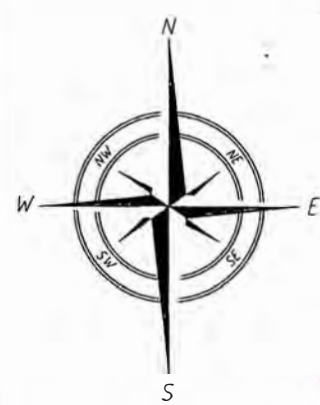
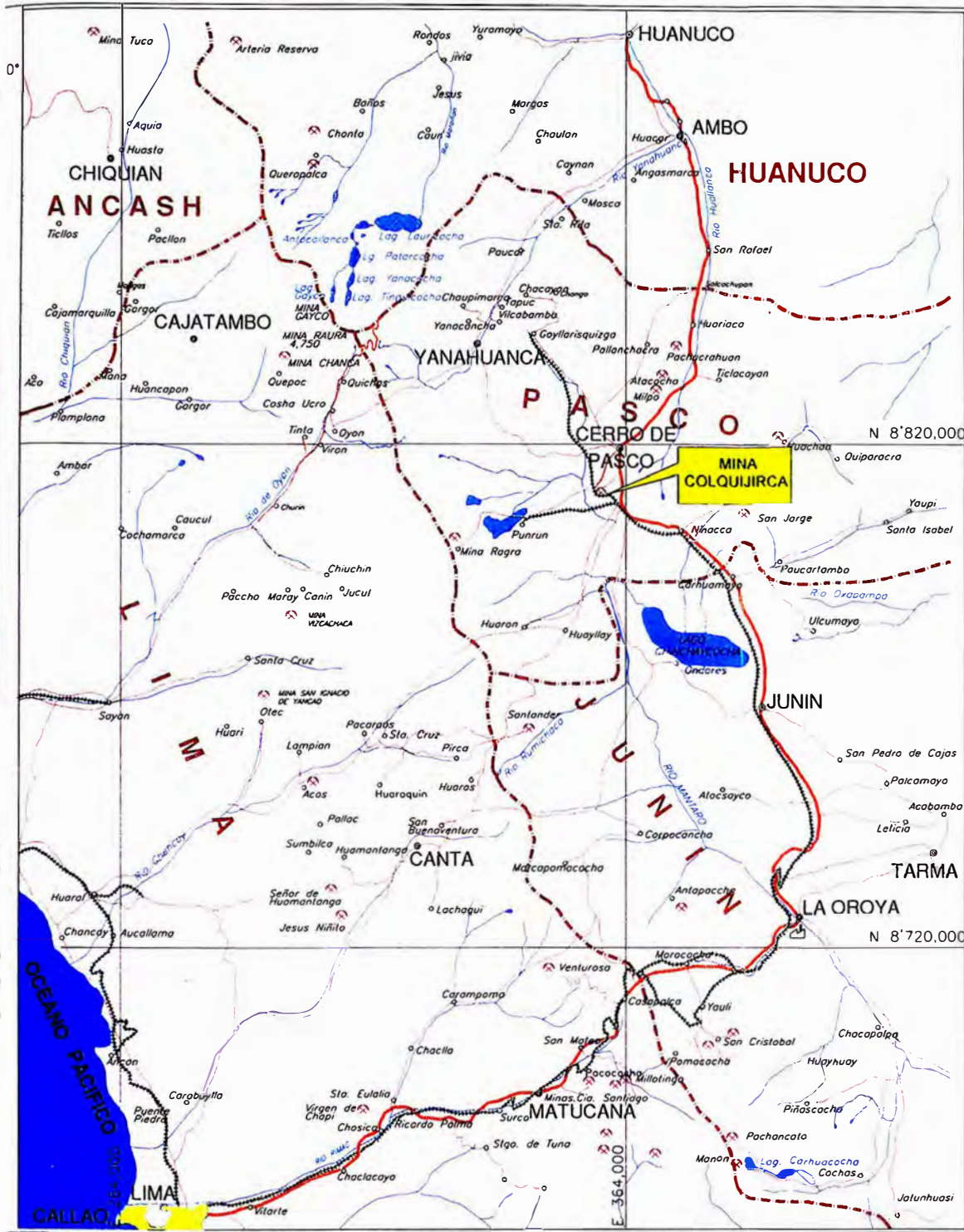
Foto B27 Personas de la C.C. de Smelter, participando de la reconstrucción del patrimonio arqueológico, en el cerro Marcapunta



Foto B28 Idem

ANEXOS C
PLANOS

Plano 1 Plano de ubicación de la Mina Colquijirca



LEYENDA

- ⊙ Capital de Departamento
- ⊙ Capital de Provincia
- - - Limite Departamental
- Río
- Laguna
- Pueblos
- Carretera
- Ferrocarril
- ⚡ Minas
- 🏭 Centros Metalurgicos

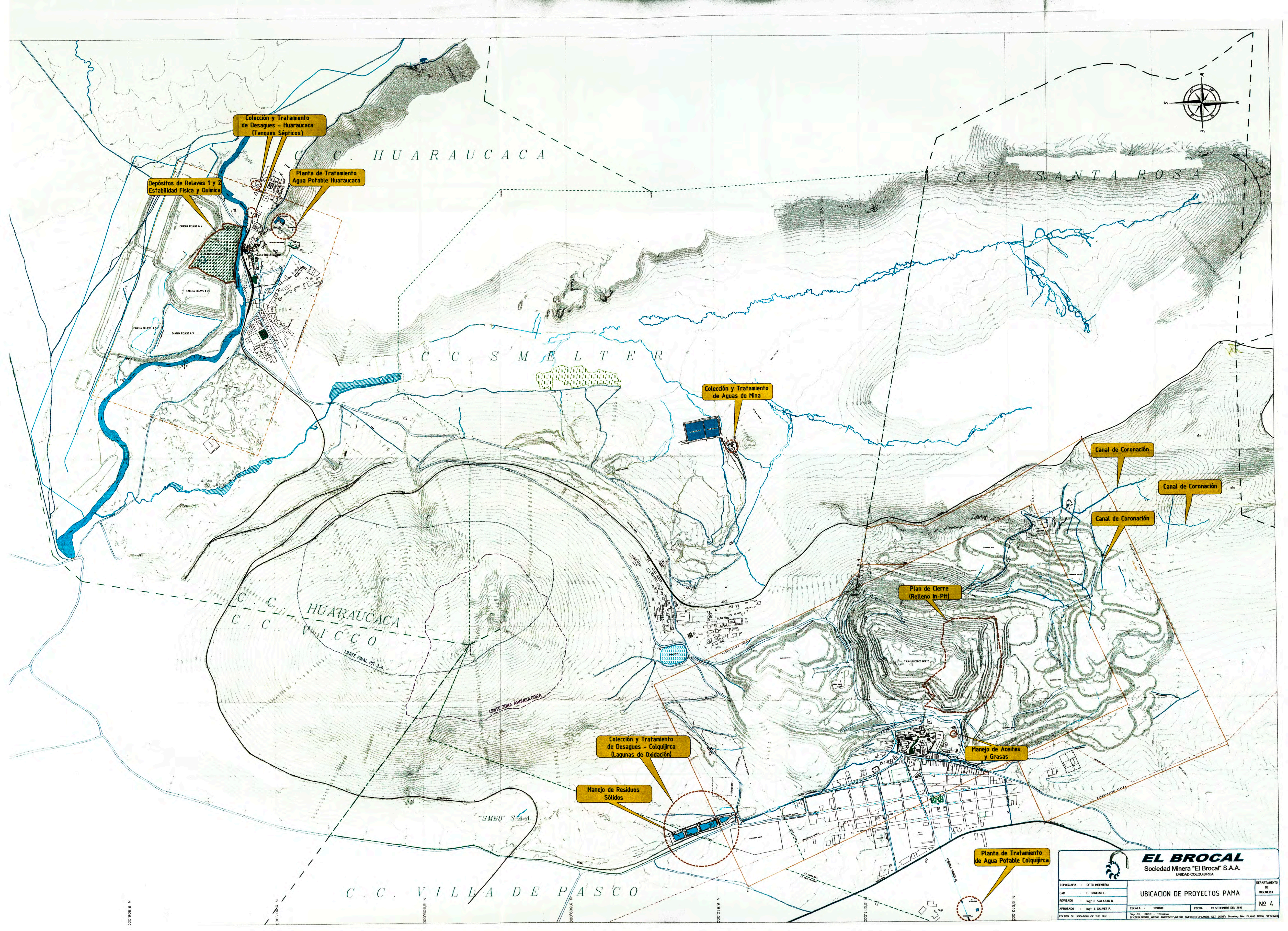
EL BROCAL
Sociedad Minera "El Brocal" S.A.A.
UNIDAD COLQUIJIRCA

**PLANO DE UBICACION
MINA COLQUIJIRCA**

DISEÑO DPTO INGENIERIA	REVISADO Ing* SALAZAR D	DPTO MINAS	
CAD E TRINIDAD I	APROBADO Ing* J FERNANDEZ G	FECHA AGOSTO 2.010	N° PU1



Plano 2 Plano de ubicación de los proyectos PAMA



EL BROCAL
Sociedad Minera "El Brocal" S.A.A.
UNIDAD COLQUIJIRCA

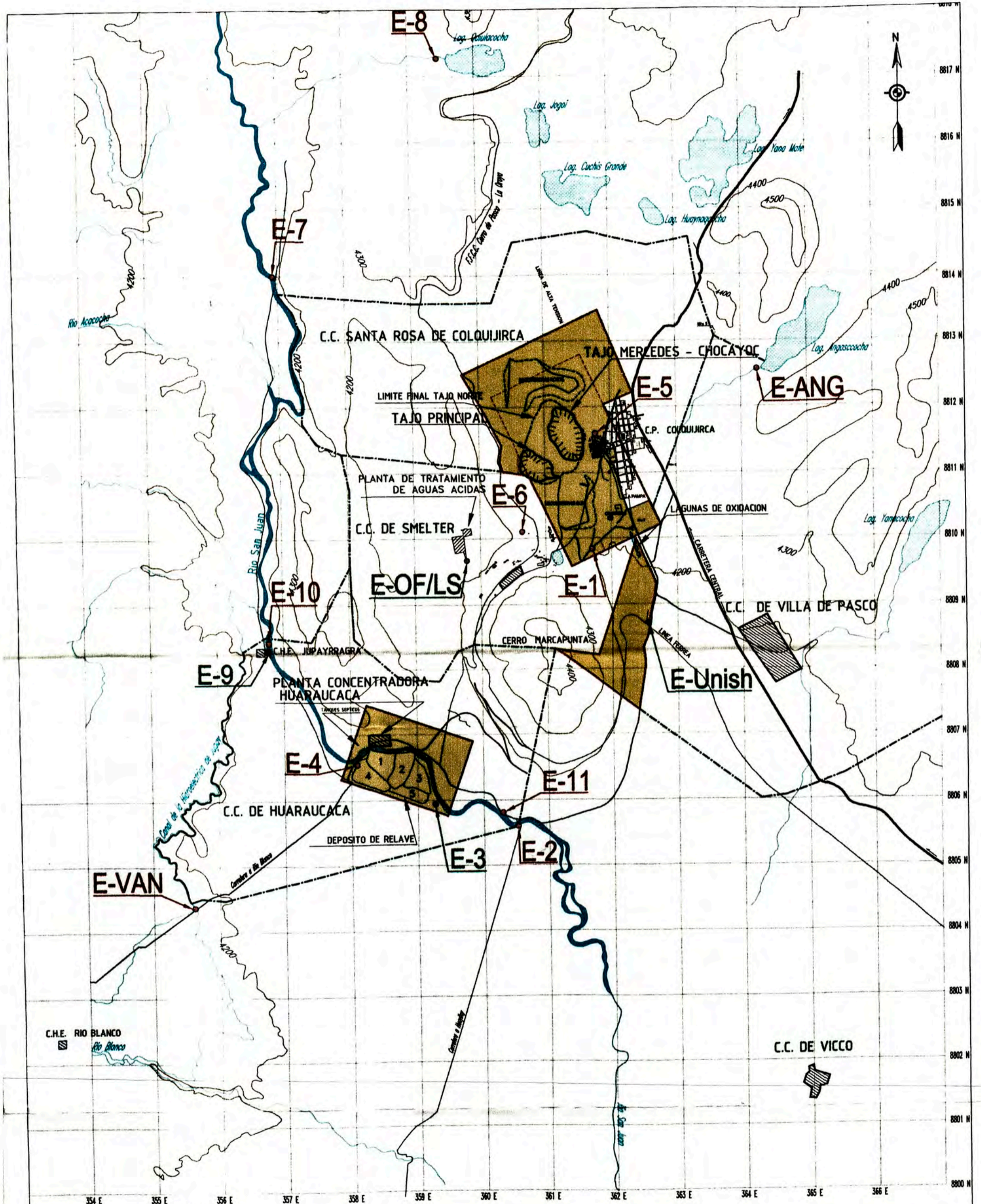
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA

UBICACION DE PROYECTOS PAMA











TOPOGRAFIA : DPTO. INGENIERIA	ESCALA : 1/10000	FECHA : 01 SETIEMBRE DEL 2010	Nº 4
CAD : E. TORREALBA L.			
REVISADO : ING. E. SALAZAR S.			
APROBADO : ING. J. GALVEZ F.			

FOUNDER OF LOCATION OF THE FILE :

Plano 3 Plano de las estaciones de monitoreo de la calidad de aguas



LEYENDA

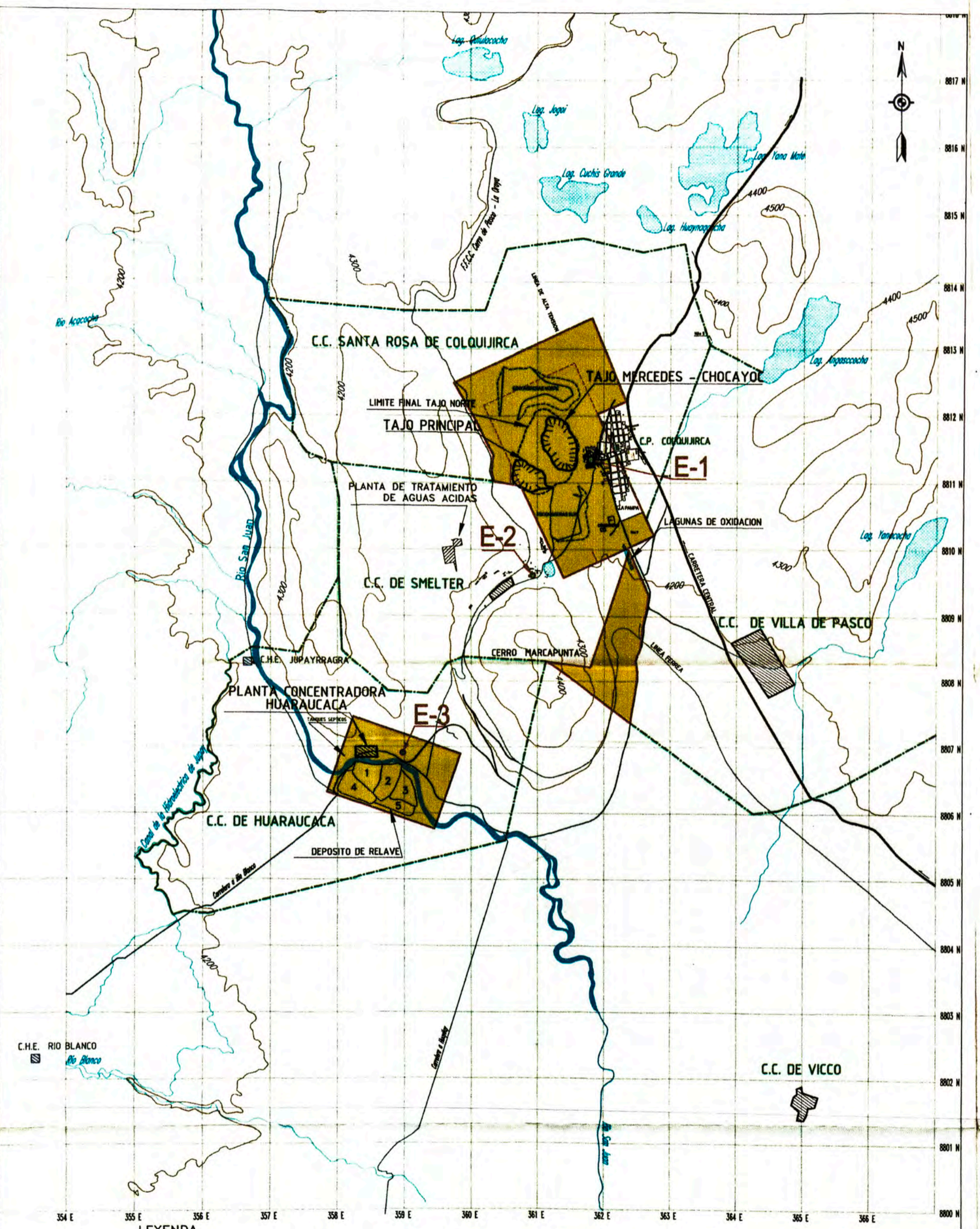
-  Pueblo
-  Laguna
-  Rio
-  Carretera Principal
-  Carretera Secundaria Colquirirca
-  Carretera Secundaria
-  Contornos Topograficos
-  Ferrocarril
- Reservación Minera
-  E-3 Efluentes
-  E-2 Cuerpo Receptor



EL BROCAL
Sociedad Minera "El Brocal" S.A.A.
UNIDAD COLQUIRIRCA

TOPOGRAFIA : DPTO INGENIERIA	ESTACIONES DE MONITOREO DE EFLUENTES Y CALIDAD DEL AGUA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
CAD : E. TRINIDAD L.		
REVISADO : Ing°. E. SALAZAR D.		
APROBADO : Ing°. V. GOBITZ C.		
ESCALA : 1/50000	FECHA : 31 AGOSTO DEL 2010	Nº 1

Plano 4 Plano de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire



LEYENDA

-  Pueblo
-  Laguna
-  Rio
-  Carretera Principal
-  Carretera Secundaria Colquirirca
-  Carretera Secundaria
-  Contornos Topograficos
-  Ferrocarril
-  Reservación Minera
- Estaciones de monitoreo



EL BROCAL

Sociedad Minera "El Brocal" S.A.A.
UNIDAD COLQUIJRCA

TOPOGRAFIA : DPTO INGENIERIA	<h2 style="margin: 0;">ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE</h2>	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
CAD : E. TRINIDAD L.		
REVISADO : Ing. E. SALAZAR D.		
APROBADO : Ing. V. GOBITZ C.		
ESCALA : 1/50000	FECHA : 31 AGOSTO DEL 2010	<h3 style="margin: 0;">Nº 1</h3>