

ESTUDIO HIDROLOGICO DEL AREA DEL PROYECTO PICHITA- CALUGA

CAPITULO I INTRODUCCION

1.1 GENERALIDADES

Compañía Minera Los Chunchos S.A.C. es una empresa minera privada que se dedicará a la explotación y procesamiento de minerales polimetálicos para tal fin iniciaría la explotación de la mina, instalara una planta de beneficio con capacidad de 150 TM/día, construirá un botadero de desmontes, deposito de relaves e instalaciones auxiliares en el área del proyecto Pichita-Caluga, ubicado en el distrito de San Ramón, provincia de Chanchamayo, Departamento de Junín; durante la etapa de construcción y operación contemplara las normas ambientales vigentes.

El estudio hidrológico consistió en estimar las descargas máximas, a partir un análisis de frecuencia de las precipitaciones máximas en 24 horas registradas en las estaciones pluviométricas ubicadas en áreas adyacentes a la zona del proyecto.

Por tanto el estudio hidrológico comprende, el cálculo de caudales máximos de diseño para obras de drenaje y volúmenes de agua disponibles para el sistema de recirculación.

El procedimiento seguido en el estudio fue el siguiente:

- Selección de las estaciones pluviométricas
- Recopilación de la información cartográfica, pluviométrica y datos hidrometeorológicos.
- Análisis estadístico de la información
- Determinación de las precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes períodos de retorno.
- Cálculo de las descargas máximas.

Asimismo este informe contiene un inventario de las aguas superficiales y subterráneas (riachuelos, arroyos, manantiales y efluentes) mediante el cartografiado, muestreo, aforo y mediciones de propiedades físicas in situ de los cursos de agua.

1.2 OBJETIVOS

- El objetivo del presente estudio diseñar y construir el botadero de desmonte para el almacenamiento de material de desmonte generaría la explotación del tajo abierto “Lomo de Corvina”. y deposito de relaves para la disposición de de material de relaves que generaría el proceso metalúrgico.
- Realizar un inventario de las aguas superficiales y subterráneas (ríos, arroyos manantiales y efluentes) mediante el cartografiado, muestreo, aforo y mediciones de propiedades físicas *in-situ* de los cursos de agua
- Determinar de las características hidrogeológicas de las cuencas del área donde se emplaza el proyecto Pichita-Caluga.
- Determinar el régimen pluvial en la zona del proyecto Pichita-Caluga para conocer los caudales de diseño que se emplearan en la construcción de obras drenaje.

1.3 ALCANCES

- Los resultados del estudio permitirán identificar y evaluar los cursos de agua en época de lluvia y estiaje, además permitirá la identificación de los impactos que generaría las operaciones mineras a la cuenca del río Casca.
- Establecer las acciones de mitigación, para la prevención y control de los impactos ambientales.

1.4 METODOLOGIA DEL TRABAJO

1.4.1 Trabajo de campo

En la evaluación de campo participaron por ACOMISA los ingenieros Cesar Milla V, Alfredo Apaza Z. y Patricio Pareja C. y por CMCHSAC los Ingenieros Cosme Mejia, Jorge Osorio y Vilma Salome; en la primera etapa se realizo un cartografiado e inventario de las aguas superficiales y subterráneas (ríos arroyos, mantéales, efluentes, etc.) muestreo de los cursos de agua; También se realizo mediciones *in-situ* (temperatura, pH y conductividad eléctrica).

En la segunda etapa de evaluación de campo, se verifico las condiciones hidrológicas de las áreas propuestas para la construcción del depósito de relaves botadero de desmontes y tajo abierto.

1.4.2 Trabajo de gabinete.

Comprende la recopilación y clasificación sistemática de la información de campo también incluye elaboración de planos y evaluación de los resultados de los ensayos de la calidad de agua y suelo.

Para la elaboración del estudio se ha tomado información básica de entidades privadas y del sector público Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA)

1.5 UBICACIÓN Y ACCESO DEL PROYECTO

El área del Proyecto Pichita Caluga, políticamente se encuentra ubicado en el distrito de San Ramón, provincia de Chanchamayo, Departamento de Junín a una altitud promedio de 2,165 msnm. y a 8 kilómetros en línea recta hacia el NW de la ciudad de San Ramón. (*Plano de Ubicación N° 01*).

El acceso por vía Terrestre desde la ciudad de Lima a las instalaciones del proyecto minero Pichita Caluga, es relativamente fácil a través de la Carretera Central y una carretera afirmada, con un recorrido total de 326 Km. el itinerario se detalla en el Cuadro N° 1-01.

Cuadro N° 1-01: Itinerario de Acceso de Lima a Proyecto Minero

Origen	Destino	Distancia Km.	Tipo de vía
Lima	La Oroya	181	Carretera Asfaltada
La Oroya	Tarma	57	Carretera Asfaltada
Tarma	San Ramón	65	Carretera Asfaltada
San Ramón	Proy. Pichita	23	Carretera Afirmada
Total		326	Carretera Asfal- Afirm.

CAPITULO II

GEOLOGIA DEL AREA DE ESTUDIO

2.1 RELIEVE TOPOGRAFICO

La zona donde se ubica el proyecto Pichita-Caluga corresponde a las laderas del cerro Pichita. Esta situada en la cordillera oriental de los Andes. El relieve presenta una superficie ondulada con pendientes moderadas a fuertes, debido a la composición litológica del área.

El relieve regional presenta variedad de geoformas, por el cual discurren los ríos que conforman las cuencas hidrográficas del Perené, Palcazu, Pichis, y Pachitea. Las unidades geográficas que caracterizan al área estudiada, corresponden a la Cordillera Oriental, selva alta (Faja Subandina), valles y Selva baja.

2.2 GEOLOGIA LOCAL

Localmente se ha reconocido en el área de estudio limolitas, areniscas y conglomerados a brechas arcósicas de color rojizo a moderado, con niveles de yeso hacia el techo por correlación estratigráfica correspondería al Grupo Mitu que aflora en los alrededores generado relieves suaves conformando cerros con crestas subredondeadas de flancos moderados.

El Grupo Mitu esta conforma mayormente una secuencia clástica de origen continental, asociada a eventos vulcanoclásticos desarrollada en ambientes epicontinental. Existe variabilidad en la composición litológica del Grupo Mitu, encontrándose constituida por conglomerados, areniscas y limoarcillitas intercaladas con vulcanitas (lavas andesíticas) y piroclastitas de color verdoso a violáceo.

En esta secuencia estratigrafía se encuentran emplazados las estructura mineralizadas se trata de una brecha de matriz calcárea con fragmentos angulosos de caliza y dolomita de color grisáceo presenta carbonatos de zinc rellenando pequeñas fracturas también se alojan traza de plomo. (*Lamina N° 02 Plano Geológico*).

2.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Regionalmente se muestra el estilo estructural que está definido por pliegues amplios y comprimidos, normales e invertidos, así como la presencia de escurrimientos, según las imágenes SLAR se ha definido dos sistemas de lineamientos uno NE paralelo al río Tarma o Palca y otro NNW paralelo al río

Oxabamba, lo que indica que las megas estructuras controlan el drenaje actual y también tuvieron control en el desarrollo de la cuenca, lo cual se ha puesto en evidencia al observar los cambio de fáciles y espesores está en relación directa con los lineamientos.

La secuencia Pre-Uncush de la Mina San Vicente tiene un espesor de más o menos 1250 metros mientras que en la Mina Pichita tiene no más de 150 metros aunque el adelgazamiento es progresivo, el cambio de facies es marcado

2.4 GEOMORFOLOGÍA DE LA ZONA DE ESTUDIO

El área del proyecto se encuentra localizado en la Cordillera Oriental de los Andes, en la zona de estudio de ha evidenciado dos unidades geomorfológicas principales:

La unidad geomorfológica de colina, presentándose en la cumbre del cerro Pichita, con pendientes moderadas, cubierto por vegetación.

La unidad geomorfológica de quebradas, las que se ubican en las zonas bajas de las colinas, estas presenta zonas de quebradas abruptas con valles encañonados, con presencia de fuerte pendiente, lo que indica levantamiento tectónico reciente de la cordillera.

2.5 ASPECTOS SISMICOS DEL AREA

2.5.1 Generalidades

El Perú es considerado como una de las regiones de más alta actividad sísmicas. Forma parte del cinturón circumpacífico, según estas consideraciones es necesario considerar la influencia del efecto sísmico sobre la estabilidad del talud del depósito de desmonte.

a) Zonificación Sísmica

Dentro del territorio peruano se ha establecido diversas zonas sísmicas, las cuales presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor ocurrencia de los sismos. Según el Mapa de Zonificación Sísmica propuesto por la nueva Norma de Diseño sismorresistente E-030 del reglamento nacional de construcciones (1997), presentado en la **Figura 4.1**, el área de estudio se encuentra comprendida en la zona 2 clasificada como zona de mediana sismicidad.

b) Intensidad

Según el análisis sismo tectónico, existen en el mundo dos zonas muy importantes de actividad sísmica conocidas como el Circulo Alpino Himalayo y el Circulo Circumpacífico. En esta última, donde se localiza el Perú, han ocurrido el 80% de los eventos sísmicos en el mundo. Por lo tanto, nuestro país está comprendido entre una de las regiones de más alta actividad sísmica.

La fuente de datos básica de intensidades sísmicas que describe los principales eventos sísmicos ocurridos en el Perú, ha sido presentada por Silgado (1978). En la **Figura 4.2** se muestra el mapa de distribuciones de máximas intensidades sísmicas observadas (Alva et al, 1984), de acuerdo a esta información, se concluye que según la historia sísmica del área de estudio (400 años), han ocurrido sismos de intensidades altas como V – VI en la escala Mercalli Modificado.

2.5.2 EVALUACION PROBABILISTICA DE PELIGRO SISMICO

Se han realizado varias evaluaciones probabilísticas de peligro sísmico utilizando el método de Cornell McGuire (1976), los sismos son modelados ya sea como áreas de fuerte sísmica o como zonas de fuerte lineal (fallas). Los sismos son tratados como eventos independientes ubicados en fuentes puntuales aleatorias. La relación magnitud-recurrencia y magnitud máxima para cada zona son estimadas a partir de la sismicidad registrada dentro de cada zona de fuente. Casaverde y Vargas (1980), Castillo y Alva (1993) fig.4.3, y Ceresis (1996) han efectuado evaluaciones similares. De acuerdo al mapa de distribución de isoaceleraciones (Alva et al. 1993) indican que la aceleración máxima del terreno (AMT) para la zona de estudio sería aproximadamente 0.28g para un 10% de excedencia en 50 años, lo que representa un periodo de retorno de 500 años, ver **Figura 4.3**.

CAPITULO III HIDROLOGIA

3.1 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

La zona del proyecto, se caracteriza por la ocurrencia de altas precipitaciones principalmente entre los meses de Octubre a Marzo.

Para el Deposito de Relaves durante el proceso de operaciones se ha proyectado drenes a diferentes niveles del terreno de fundación del deposito, evitando deposiciones de agua en la parte inferior del deposito.

Para el deposito de desmontes, durante el proceso de operaciones se proyectara obras de drenaje que están hacia el lado de zona de operaciones, para evitar que las aguas de escorrentía superficial ingresen al a zona de operaciones. Del mismo modo se complementara para el cierre de operaciones proyectando estructuras de drenaje para evitar la inestabilidad del depósito de desmontes. Estas obras tienen por finalidad de evacuar las aguas provenientes de la escorrentía superficial.

3.3.1 Hidrografía de la Zona

La Unidad Minera se encuentra ubicada en la divisoria (divortium aquarium) de la subcuenca del río Casca y la microcuenca de la quebrada Pichita, las que están comprendidas dentro de la cuenca del río Chanchamayo, enmarcada dentro de la cuenca del río Perené, que forma parte de la cuenca del Río Amazonas quien desemboca en el Océano Atlántico.

Dentro del área de influencia correspondiente al presente estudio se ha reconocido a la microcuenca de la quebrada Pichita y la subcuenca del río Casca.

Las descargas de aguas por efecto de precipitaciones se conducen por efectos de gravedad hacia la quebrada Pichita, dicho cauce presenta pendientes bastante pronunciadas, teniendo como consecuencia procesos erosivos relevantes y transportes de material granular.

La subcuenca del río Casca pertenece a la cuenca del río Oxabamba, los cuales presentan flujos de aguas de manera constante.

En la Lamina N° 03 se muestra las quebradas y cauces en el área de influencia del proyecto.

Quebrada Pichita

La cuenca hidrográfica de la quebrada Pichita tiene un área 670 Ha, el cauce principal tiene una longitud de 3.90 Km. y una pendiente promedio de 33.30%. (Ver Lamina N° 03).

Localmente, el área donde se desarrollan las operaciones mineras, ocupa a las cabeceras de la quebrada Pichita. El área de drenaje de la concesión hacia esta quebrada es de 195 Ha.

La quebrada Pichita es un afluente del río Casca, la parte mas alta de su línea divisoria de aguas se ubica a una altitud de 2905 msnm, esta quebrada es de naturaleza intermitente, y discurre su flujo de aguas de NW a SE hasta llegar a la confluencia con el río Casca. El caudal promedio que presenta este cauce es de 30.00 L/s.

Río Casca

El río Casca constituye el cuerpo hídrico principal de la zona ubicada a una distancia aproximada de 2,000 m al NW del área de la Unidad de Producción con una diferencia de altitud de -960 m. El río Casca en su nacimiento tiene mas de 4,600 msnm y discurre de SW a NE hacia la confluencia del Río Oxabamba ubicada aproximadamente a 1000 msnm. El caudal promedio que presenta dicho río es de 2.90 m³/s.

La cuenca hidrográfica del río Casca tiene un área 27,440 Has hasta la confluencia con río Oxabamba, el cauce principal tiene una longitud de 32.10 Km. y una pendiente promedio de 8.70%. En el recorrido del río Casca recibe el aporte de las quebradas y lagunas que se encuentran a ambos márgenes, los cuales aportan al sostenimiento del caudal. Por la margen izquierda, presenta los aportes mas significativos, dentro de estas se encuentran las quebradas Shalaccasa, Cascavado, Buenavista y Yanacochoa, asimismo presentan las lagunas de Matacochoa, y por la margen derecha en menor proporción recibe el drenaje de la microcuenca Pichita, las lagunas Visca y Hatuncochoa.

(Ver Lamina N° 03 Hidrológica del Área)

3.2 CLIMA Y METEOROLOGIA

3.2.1 Clima

El clima en la zona del proyecto es templado y húmedo. La temperatura media anual es de 19°C presentando fluctuaciones mayores durante el estiaje y siendo más estable durante la época de lluvias. Cabe señalar la temperatura se ve influenciada por su cercanía a la Selva Alta.

La zona de proyecto se encuentra tipificada como zona húmeda por la evaporación de aguas generadas por las altas temperaturas de esta zona.

3.2.2 Fuente de Información

Para el presente estudio se ha considerado la información regional de las estaciones meteorológicas del SENAMHI más cercana a la Zona del Proyecto, a continuación se muestra en el Cuadro N° 01 los datos de ubicación de las estaciones.

Cuadro N° 01. Estaciones Meteorológicas Cercanas a la Zona del Proyecto

Estación	Ubicación		
	Longitud	Latitud	Altitud (msnm)
Base Aérea de San Ramón	75°18'	11°06'	800
Huasahuasi	75°39'	11°19'	2820

3.2.3 Temperatura

La temperatura es el parámetro meteorológico más ligado al factor altitudinal, encontrándose por consiguiente asociada a las “zonas de vida” las cuales son definidas por rangos de temperatura para cada piso altitudinal.

La estación meteorológica de San Ramón ha registrado datos de temperaturas para el periodo 1968-1970, con una temperatura mensual mínima de 11.90° C y una máxima de 33.80° C. Asimismo presenta una precipitación promedio anual de 23.40° C.

La estación meteorológica de Huasahuasi ha registrado la serie histórica de temperaturas medias mensuales mínimas y máximas correspondiente al periodo 1995-2003, la que presenta un promedio mensual que varía de

4.2 ° C (Julio, 1995) a 20.1° C (Noviembre, 2003), con un promedio de 12.20 ° C en todo este periodo.

El área del proyecto ha sido referenciada con la altitud a la relación de la temperatura, para lo cual se ha proyectado una temperatura media de 19.00°C.

Cuadro N° 02. TEMPERATURA-ESTACION SAN RAMON

Magnitud	Periodo	TEMPERATURA MENSUALES (°C)												
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom.
Máxima	1968	32.30	32.40	32.80	33.00	32.10	31.20	31.70	32.60	33.80	33.00	33.80	32.90	32.60
Media	a	22.70	22.70	23.00	22.70	22.10	21.90	21.80	22.40	23.10	23.60	23.50	23.30	22.70
Mínima	1970	17.50	16.30	16.00	16.00	14.00	12.50	11.90	12.80	14.70	16.20	16.30	16.90	15.00

Fuente: INRENA

Cuadro N° 03. TEMPERATURA-ESTACION SAN RAMON

AÑO	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1969	23.50	23.90	24.60	24.10	24.00	22.60	22.60	-	24.40	24.60	25.40	24.20
1970	23.90	22.80	23.10	23.10	22.70	22.10	21.80	22.60	23.20	24.10	23.90	23.00
1971	22.80	23.20	24.20	23.90	23.40	23.00	22.90	-	-	23.90	24.30	23.30
1972	23.70	-	22.80	23.70	23.40	22.30	22.20	23.10	23.30	24.40	24.40	24.50
1973	23.50	23.20	23.90	23.20	23.10	22.80	22.50	22.90	23.20	23.60	-	-
1974	-	-	22.90	22.40	22.70	22.40	21.00	-	22.90	23.70	25.20	24.00
1975	23.50	28.00	22.90	23.50	23.40	22.60	21.10	22.20	23.00	23.60	23.80	23.10
1976	22.80	23.00	23.00	23.70	23.60	23.40	23.10	23.80	23.50	26.00	25.70	26.00
1977	25.00	23.10	22.90	22.70	21.50	20.60	22.40	23.70	23.40	24.80	23.50	23.60
1978	24.00	24.90	23.60	23.50	23.00	22.00	22.80	22.80	23.10	23.60	24.20	23.70
PROMEDIO MENSUAL	23.63	24.01	23.39	23.38	23.08	22.38	22.24	23.01	23.33	24.23	24.49	23.93

Fuente: SENHAMI

Cuadro N° 04 TEMPERATURA-ESTACION HUASAHUASI

AÑO	TEMPERATURA MAXIMA MENSUAL (°C)												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
1995	18.60	18.70	18.20	19.30	18.60	18.20	18.00	18.70	18.40	19.40	19.10	19.10	18.69
1996	17.40	18.20	17.80	17.80	17.80	17.70	16.90	17.60	19.00	19.20	18.90	18.70	18.08
1997	18.40	18.00	17.90	18.50	17.60	18.20	18.10	17.20	18.40	19.10	19.00	19.10	18.29
1998	19.20	19.20	19.10	20.00	19.60	17.80	18.10	18.30	19.00	19.00	18.80	18.30	18.87
1999	17.10	17.30	17.40	17.60	17.80	17.60	16.80	17.50	18.70	18.70	19.30	18.70	17.88
2000	17.70	17.40	17.00	17.90	18.70	17.70	17.10	18.00	18.30	18.30	19.30	18.80	18.02
2001	16.60	16.80	17.20	18.70	18.60	17.60	17.20	18.40	19.10	19.70	19.70	19.00	18.22
2002	19.20	18.10	18.20	18.50	18.50	17.90	16.40	18.10	18.00	19.10	18.50	19.00	18.29
2003	19.00	18.40	17.80	18.10	18.00	18.00	17.20	17.20	18.50	20.00	20.10	18.00	18.36

Fuente: SENHAMI

Cuadro N° 05. TEMPERATURA-ESTACION HUASAHUASI

AÑO	TEMPERATURA MÍNIMA MENSUAL (°C)												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
1995	9.70	9.90	10.00	8.70	6.00	5.50	4.20	4.60	6.00	6.80	6.50	8.60	7.20
1996	9.10	9.20	9.20	8.50	6.50	4.60	4.00	6.80	7.00	8.10	7.80	9.30	7.50
1997	10.20	9.80	9.30	8.50	7.50	6.20	6.00	8.00	9.10	10.20	10.50	11.50	8.90
1998	11.90	12.40	11.70	10.80	8.00	7.60	6.20	8.40	8.60	10.40	9.90	10.20	9.70
1999	10.40	10.70	10.50	9.70	8.00	6.60	6.00	6.20	8.70	8.70	9.30	10.10	8.70
2000	10.50	10.40	10.30	9.30	7.50	7.90	6.10	7.20	8.10	9.20	7.90	9.20	8.60
2001	10.50	10.60	10.40	8.40	8.20	5.90	6.70	5.40	8.40	9.90	10.90	10.10	8.80
2002	9.90	11.00	10.50	9.80	8.20	6.30	7.80	6.80	9.10	9.80	10.30	10.00	9.10
2003	10.80	10.60	10.50	9.70	8.40	6.10	8.60	7.10	8.40	9.20	9.30	10.80	9.10

Fuente: SENHAMI

3.2.4 Precipitación Pluvial

La precipitación se origina de masas de aire de tipo tropical con alto contenido de humedad, provenientes de la cuenca Amazónica, las cuales son elevadas por los vientos alisios del Noreste sobre la Cordillera de los Andes ocasionando la pluviosidad en la zona. Las masas son de características inestables acentuándose estas condiciones de inestabilidad durante el verano austral como resultado del desplazamiento hacia el sur de la zona de convergencia intertropical. El régimen de las precipitaciones es estacional registrándose los valores más altos de octubre a marzo originando el denominado periodo de lluvias coincidente con el periodo de avenidas o creciente de ríos. Los valores mínimos anuales ocurren en los meses de junio y julio debido a las masas de aire superior que tienen su origen en los valles interandinos. Estas masas son frías, secas y estables y dan origen a un periodo de cielos despejados.

Para fines del presente estudio se ha considerado la información pluviométrica local disponible a fin de encontrar los valores de la precipitación diaria y mensual del área de emplazamiento de operaciones minero-metalúrgicas.

La estación meteorológica de San Ramón (1968-1970), la precipitación anual promedio fue de 1921 mm. Durante la época de estiaje, de junio-agosto, la precipitaciones descienden significativamente (Ver Cuadro N° 06).

La estación meteorológica de Huasahuasi (1995-2003), la precipitación anual mínima fue de 167.00 mm, la máxima de 893.40 mm y el promedio de 563.29 mm. Del mismo modo, en época de estiaje, la precipitaciones descienden significativamente (Ver Cuadro N° 07).

De acuerdo a los análisis de precipitación-altitud se ha determinado una precipitación anual 1080 mm para la zona de estudio.

Cuadro N° 06

Precipitación Mensual en la Estación San Ramón

PERIODO	MAGNITUD	PRECIPITACION MENSUAL TOTAL												TOTAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1968-1970	PROMEDIO	230	226	169	236	95	93	91	98	107	185	172	219	1921

Fuente: INRENA

Cuadro N° 07

Precipitación Mensual en la Estación Huasahuasi

AÑO	PRECIPITACION MENSUAL TOTAL													TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
1995	S/D	6.70	106.80	50.30	29.30	8.90	3.60	4.00	43.50	44.60	80.10	51.70	429.50	
1996	58.90	91.00	128.70	47.40	7.10	3.00	7.60	13.50	22.30	26.10	42.70	33.20	481.50	
1997	80.30	142.50	33.60	31.80	21.50	1.60	0.80	21.70	48.50	61.90	57.70	98.70	600.60	
1998	89.20	117.40	132.00	8.20	3.40	4.80	0.30	13.10	31.40	49.00	33.20	82.30	564.30	
1999	107.50	111.70	105.50	60.20	25.70	5.30	5.20	9.20	11.80	39.70	61.30	37.20	580.30	
2000	1009.6 (*)	127.90	142.10	41.20	14.00	8.10	10.80	15.90	46.80	16.00	46.60	64.30	533.70	
2001	107.00	107.40	93.20	41.00	27.60	14.70	21.40	9.60	16.10	51.40	42.30	77.30	609.00	
2002	19.90	92.70	98.10	54.30	25.20	0.90	34.90	6.30	35.30	104.50	87.10	56.60	615.80	
2003	50.90	98.70	114.10	40.70	19.20	1.60	7.40	23.40	13.40	24.70	29.00	85.00	508.10	
PROMEDIO	73.39	99.56	106.01	41.68	19.22	5.43	10.22	12.97	29.90	46.43	53.33	65.14	563.29	
MINIMO	19.90	6.70	33.60	8.20	3.40	0.90	0.30	4.00	11.80	16.00	29.00	33.20	167.00	
MAXIMO	107.50	142.50	142.10	60.20	29.30	14.70	34.90	23.40	48.50	104.50	87.10	98.70	893.40	

Nota: (*) Dato inconsistente

Fuente: SENHAMI

i

3.2.5 Balance de Aguas

Se ha realizado un balance aguas para un año promedio con la finalidad de aprovechar las aguas de lluvia que se recolectara en el depósito de relaves, para que mediante un proceso de recirculación puedan ser

reutilizadas. Cabe señalar que el depósito de relaves también será usado como receptor de eventos máximos para luego ser conducido hacia la Poza de Recuperación de manera que inmediatamente sea impulsado hacia la Planta de procesos.

En el balance de aguas se han considerado los siguientes parámetros, los cuales se han calculado para cada mes durante la vida del proyecto:

- Precipitación mensual histórica.
- Evaporación mensual histórica.
- Caudal de ingreso al depósito de relaves proporcionado por CMCHSA.
- Áreas totales de la superficie total del depósito aportando aguas de lluvias al sistema.
- Porcentaje de retención del agua en los sólidos transportados y por infiltración.

El balance de aguas se basó en un modelo que utiliza la siguiente ecuación:

$$P - E + Q_t = Q_a + Q_i$$

Donde:

- P es la precipitación mensual proyectada.
- E es la evaporación mensual proyectada.
- Q_t es el volumen de entrada que proviene de la Planta de procesos.
- Q_a es el volumen de agua de salida.
- Q_i es el volumen de retención de los sólidos transportados más la infiltración.

De acuerdo a lo descrito anteriormente, el agua que llegue al depósito de relaves será recirculado hacia la planta de procesos, dicho caudal de retorno será el 75% del caudal de ingreso al depósito de relaves, debido a que el sólido transportado absorbe el 25% del flujo de agua.

En la Tabla 01 del Balance de Aguas se observa que desde el mes de diciembre a marzo se tendrán flujos de agua que permitirán aportar al sistema volúmenes de agua significativos, de esta manera se podría reducir la demanda de agua que se realiza de la Quebrada Cóndor.

3.3 ANALISIS DE LA PRECIPITACIÓN – ESCORRENTÍA

3.3.1 Recopilación de Información

3.3.1.1 Información Cartográfica

Para identificar el área de estudio se contó con la siguiente información:

- 23-m: Carta Nacional a escala 1:100.000 – La Merced.
- Lamina P-1: Levantamiento Topográfico proporcionado por CMCHSA.

3.3.1.1 Información Pluviométrica

Los registros de precipitación requeridos para la elaboración del estudio son los de precipitación máxima en 24 horas perteneciente a la estación Huasahuasi y San Ramón operadas por el SENAMHI.

Asimismo se nos proporcionó información meteorológica de la Estación Huasahuasi y San Ramón.

3.4 ANALISIS DE INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA

Para el cálculo de caudales se ha realizado el análisis de frecuencias de eventos hidrológicos máximos, aplicables a caudales de avenida y precipitación máxima. Al no contar con registros de aforo en el lugar de estudio, se consideró el siguiente procedimiento:

- Uso de valores de precipitaciones máximas en 24 horas.
- Procesamiento de las distribuciones de frecuencia más usuales y obtención de la distribución de mejor ajuste a los registros históricos.
- Análisis estadístico de precipitaciones máximas para períodos de retorno de 20, 50, 100 y 500 años.

3.4.1 Análisis de Frecuencia

Se basa en las diferentes distribuciones de frecuencia usadas en análisis de eventos hidrológicos máximos. Las distribuciones de frecuencia más usuales, en el caso de eventos máximos son:

- Distribución Normal (N)
- Distribución Gumbel (EVI)
- Distribución Log – Normal de 2 Parámetros (LN)
- Distribución Log – Normal de 3 Parámetros (3LN)
- Distribución Log – Pearson III (LP3)

Los parámetros de las distribuciones se calcularon por los métodos de Momentos y de Máxima Verisimilitud.

a) Distribución Normal

La distribución normal, es simétrica con respecto a la media y no ha sido muy usada en análisis de frecuencias de avenidas, puesto que la mayoría de las series de avenidas tiene un sesgo positivo. Sin embargo se ha encontrado apropiada para ciertas series de eventos de descargas y niveles de agua.

La función de distribución de probabilidades está dada por:

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} dx$$

Donde:

μ : media de la muestra

σ : desviación estándar de la muestra

Considerando la variable estandarizada:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

$$F(z) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int e^{-\frac{z^2}{2}} dz$$

b) Valor Extremo Tipo 1 (EV1)

La distribución de valores tipo 1 conocida como distribución Gumbel, es aplicada tanto a precipitaciones máximas como avenidas máximas. La función de distribución de probabilidades está dada por:

$$F(x) = \int e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}} dx$$

$$\alpha = \frac{1.2825}{\sigma}$$

$$\beta = \mu - 0.45\sigma$$

c) Distribución Log Normal (LN)

Es muy usada por su consistencia y facilidad de aplicación e interpretación.

La función de distribución de probabilidades está dada por:

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}x\sigma} \int e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x - \mu}{\sigma}\right)^2} dx$$

La variable estandarizada está dada por:

$$z = \frac{\ln x - \mu}{\sigma}$$

Donde: μ y σ , son la media y desviación estándar de los logaritmos de las precipitaciones o caudales.

d) Distribución Log Normal de 3 Parámetros (3LN)

Esta variante de la distribución Log Normal, podrá ser usada cuando la transformada presenta un sesgo significativo.

La función de distribución de probabilidades está dada por:

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int \frac{1}{(x-a)\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{\ln(x-a)-\mu}{\sigma}\right]^2} dx$$

La variable estandarizada está dada por:

$$z = \frac{\text{Ln}(x - a) - \mu}{\sigma}$$

e) Distribución Log Pearson III (LP3)

Es una distribución muy usada en el análisis de avenidas con buenos resultados sobre todo en Canadá y Estados Unidos de Norteamérica.

La función de distribución de probabilidades está dada por:

$$F(x) = \frac{1}{\alpha\Gamma(\beta)} \int e^{-\left(\frac{\text{Ln}x - \delta}{\alpha}\right)} \left(\frac{\text{Ln}x - \delta}{\alpha}\right)^{\beta-1} dx$$

En este caso se tienen las relaciones adicionales:

$$\mu = \alpha\beta + \delta$$

$$\sigma^2 = \alpha^2\beta$$

$$\gamma = \frac{2}{\sqrt{\beta}}$$

Siendo γ el sesgo.

3.4.2 Pruebas de Bondad de Ajuste

Para determinar cuál de las distribuciones estudiadas. se adaptan mejor a la información histórica, se tienen diferentes métodos:

- Análisis gráfico
- Método del error cuadrático mínimo
- Test de Kolmogorov - Smirnov
- Test de Chi Cuadrado

En el presente estudio, se aplicó la prueba Chi Cuadrado por considerarlo más completo.

a) Prueba Chi Cuadrado χ^2

Su aplicación requiere en primer lugar agrupar los valores caudales o precipitación en intervalos de clase, para lo cual se debe calcular el número de intervalos usando la expresión dada por Yevjevich:

$$IC = 1 + 1.33Ln(N)$$

Donde

IC es el número de intervalos de clase y N el número total de datos.

Luego, calcular la probabilidad esperada (P_i):

$$P_i = \frac{1}{IC}$$

La frecuencia esperada es (NP_i):

$$NP_i = N\left(\frac{1}{IC}\right)$$

La probabilidad esperada (P_i) es:

$$P_i = \frac{1}{m}$$

La frecuencia esperada es (NP_i):

$$NP_i = n\left(\frac{1}{m}\right)$$

Identificar \hat{X} (descarga ajustada) de las celdas

$$\int_{-\infty}^{\hat{X}} f(x)dx = P_i$$

O usando el factor de frecuencia:

$$\hat{X} = x + \bar{K}\sigma_x$$

Cálculo de la frecuencia observada (N_i). La frecuencia observada es el número de datos que está comprendido entre dos valores X .

Cálculo de Chi-Cuadrado calculado:

$$\chi^2_C = \sum_{i=1}^n \frac{(N_i - NP_i)^2}{NP_i}$$

Cálculo de Chi-Cuadrado tabular (χ^2_T): Con grados de libertad $\nu = IC - 3$ y $\alpha=0.05$, en las tablas estadísticas, se obtiene el valor de χ^2_T .

Criterio de Aceptación del Ajuste:

Si $\chi^2_T \leq \chi^2_{0.05}$, se afirma que el modelo probabilístico se ajusta a los datos observados

Si $\chi^2_T > \chi^2_{0.05}$, se afirma que el modelo probabilístico no se ajusta a los datos observados

3.4.3 Precipitación Máxima en 24 Horas

En base a registros de precipitaciones máximas diarias para el periodo 1995-2003 de la Estación Huasahuasi, se observa que el evento de mayor valor fue de 29.40 mm, ocurrido en febrero de 1997 (Ver Cuadro N° 08).

Del mismo modo para la Estación San Ramón se observa que la máxima precipitación diaria fue de 88.20 mm, en Noviembre de 1979 (Ver Cuadro N° 09).

Cuadro N° 08

Precipitación Máxima 24 Horas – Estación Huasahuasi

AÑO	PRECIPITACION MAXIMA 24 HORAS												MAXIMO
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1995	S/D	3.40	18.70	14.10	13.70	4.20	3.60	2.40	9.90	13.60	17.40	11.80	18.70
1996	16.30	8.90	17.40	17.10	3.40	2.10	2.90	4.70	10.80	5.90	14.10	9.90	17.40
1997	15.20	29.40	6.50	10.50	9.40	1.30	0.80	7.50	12.90	12.70	15.60	24.00	29.40
1998	20.00	19.30	18.90	2.70	1.80	2.30	0.30	6.90	17.20	10.80	9.00	10.50	20.00
1999	14.80	24.40	18.90	13.00	8.10	2.50	2.60	4.40	2.80	23.00	10.70	10.80	24.40
2000	25.80	20.20	14.70	18.20	5.10	3.40	4.90	9.80	8.50	3.00	22.90	9.50	25.80
2001	12.90	21.80	18.60	9.40	8.20	4.50	11.30	2.50	4.90	12.20	19.90	15.60	21.80
2002	5.70	16.20	13.90	14.00	10.30	0.40	6.50	3.30	7.50	23.80	15.40	12.90	23.80
2003	9.10	15.60	19.10	7.40	5.40	1.40	6.80	7.00	6.50	12.10	9.20	18.90	19.10

Fuente: SENHAMI

Cuadro N° 09

Precipitación Máxima 24 Horas – Estación San Ramón

AÑO	PRECIPITACION MAXIMA 24 HORAS												MAXIMO
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1968	86.40	59.90	37.00	75.00	2.70	14.20	20.50	41.50	32.50	53.00	26.40	32.70	86.40
1969	18.40	30.00	23.80	49.00	21.00	33.00	3.20	S/D	27.30	40.00	40.00	55.00	55.00
1970	39.00	37.00	27.00	35.00	25.00	31.00	50.00	20.00	40.00	65.00	35.00	44.00	65.00
1971	60.00	40.00	45.00	32.00	27.00	50.00	32.00	39.00	20.00	70.00	70.00	60.00	70.00
1972	31.00	S/D	58.00	88.00	32.00	39.00	25.00	16.80	56.40	44.30	60.10	42.90	88.00
1973	67.20	75.00	56.00	47.30	56.70	72.20	50.00	37.30	32.60	23.00	S/D	S/D	75.00
1974	S/D	S/D	32.50	39.00	16.80	17.50	29.20	25.00	15.00	45.30	19.00	37.90	45.30
1975	50.60	60.80	38.10	47.20	33.20	35.00	26.50	35.90	47.40	38.00	28.90	43.70	60.80
1978	34.20	54.80	39.90	42.70	29.30	11.70	13.90	13.80	43.60	54.10	18.80	39.30	54.80
1979	33.00	46.40	44.10	61.00	62.00	5.00	22.80	41.00	36.60	26.00	88.20	44.80	88.20

Fuente: SENHAMI

a) Precipitación Máxima en 24 horas para diferentes períodos de retorno

Para la estación Huasahuasi, los datos de precipitación máxima en 24 horas se ajustaron a la distribución probabilística Gumbel, para lo cual se ha calculado las precipitaciones para los diferentes periodos de retorno como se observa en el Cuadro N° 10. Del mismo modo se calculo para la Estación San Ramón las correspondientes

precipitaciones para los diferentes periodos de retorno como se especifica en el Cuadro N° 11.

Es necesario señalar que las condiciones pluviométricas en la parte oriental de los Andes no tienen el mismo comportamiento que el flanco occidental, pues como se sabe la altitud con respecto a la precipitación es directa en la parte occidental, mientras que en la parte oriental están zonificados los eventos pluviométricos y la condicionante precipitación-altitud no es aplicable en esta zona. Bajo esta premisa se analizaron las dos estaciones más cercanas a la zona de estudio, donde se observa que las precipitaciones de mayor descarga se originan en la zona más baja (Estación San Ramón - 800msnm), y la menor descarga sucede en la zona alta (Estación Huasahuasi - 2820msnm).

Para el presente diseño se tomará la precipitación máxima correspondiente a un periodo de retorno de 500 años de la estación con los valores más conservadores, debido a que son eventos extremos, para lo cual se ha elegido a la Estación San Ramón.

**Cuadro N° 10. Precipitaciones Máximas en 24 horas para Diferentes
Períodos de Retorno – Estación Huasahuasi (2820 msnm)**

T (años)	P (mm)	P Corregida (mm)
2	21.63	24.22
5	25.08	28.09
10	27.36	30.65
20	29.55	33.10
50	32.39	36.28
100	34.52	38.66
200	36.64	41.03
500	39.43	44.16

**Cuadro N° 11. Precipitaciones Máximas en 24 horas para Diferentes
 Períodos de Retorno – Estación San Ramón (800 msnm)**

T (años)	P (mm)	P Corregida (mm)
2	66.33	74.29
5	79.87	89.46
10	88.83	99.49
20	97.43	109.12
25	100.16	112.18
50	108.56	121.59
100	116.90	130.93
200	125.21	140.23
500	136.17	152.51

Los valores de precipitación máxima en 24 horas compensadas, y para períodos de retorno de 10, 20, 50, 100, 200 y 500 años, se han afectado, de acuerdo a la recomendación que realiza la Organización Meteorológica Mundial, por un factor de 1.12, que toma en cuenta el número de lecturas en el pluviómetro por día, que se asume por seguridad en 1 vez por día. Los resultados se muestran en el Cuadro N° 10 y 11.

b) Intensidades Máximas

En base a los valores obtenidos de las precipitaciones se han generado las intensidades máximas mediante la expresión del Soil Conservation Service (SCS).

La intensidad de las lluvias para diferentes períodos de retorno y tiempos de concentración se calculó mediante la siguiente expresión, según el Soil Conservation Service (SCS):

$$I_{TR} = \frac{0.280049 * Pp_{TR}}{T_c^{0.6}}$$

Donde:

I_{TR} : Intensidad de lluvia para un tiempo de retorno, mm/hr

Pp_{TR} : Precipitación máxima 24 horas para un T_r , mm.

T_c : Tiempo de concentración, horas.

Para el presente caso en que la geomorfología de zona predomina en taludes y cauces con pendientes pronunciadas, el tiempo de concentración ha sido evaluado con fórmulas aplicables al predominio de flujo, resultando un tiempo de concentración promedio de 10 minutos para ambos.

Para los diseños de obras de drenaje se tendrán en cuenta las intensidades que se originan en la Estación San Ramón, debido a que estas obras deberán soportar situaciones mas criticas y conservadoras.

Cuadro N° 12. Intensidades Máximas

T (años)	I (mm/Hr)
2	60.96
5	73.41
10	81.64
20	89.54
25	92.05
50	99.77
100	107.44
200	115.07
500	125.15

3.5 CAUDAL DE DISEÑO

Los flujos máximos debidos a tormentas descendiendo desde las laderas adyacentes fueron calculados utilizando el método racional, dada la poca extensión de las áreas de drenaje, como se indica a continuación:

El concepto básico del Método Racional, asume que el máximo porcentaje de escurrimiento de una cuenca pequeña ocurre cuando la intensidad de tal cuenca está contribuyendo el escurrimiento y que el citado porcentaje de escurrimiento es igual a un porcentaje de la intensidad de lluvia promedio. Lo anterior en forma de ecuación resulta:

$$Q = 0.278 * C * I * A$$

Donde:

- Q : caudal de diseño en m³/seg.
C : coeficiente de escorrentía.
I : intensidad de la lluvia en mm/hr.
A : área de la cuenca en Km².

Tabla 01. Coeficiente de Escorrentía C del Método Racional

FACTORES DE CLASIFICACION		VALORES c' *
TOPOGRAFIA	Terreno plano, con pendiente de 0.15%	0.30
	Terreno ondulado, con pendiente de 0.35%	0.20
	Terreno accidentado, con pendiente de 4.00%	0.10
SUELOS	Arcilloso - firme	0.10
	Arcillo - arenoso	0.20
	Arcillo - arenoso suelto	0.40
COBERTURA	Terrenos cultivados	0.10
	Bosques	0.20

* El coeficiente de escurrimiento C se obtiene restando a la unidad la suma de los c' para cada uno de los tres factores

Tabla 02. Coeficiente de Escorrentía C

TOPOGRAFIA	DESCRIPCION DE SUELOS O TIPOS DEL SCS	COBERTURA	COEFICIENTE
LLANA	Arcilloso firme impenetrable (D)	Cultivo	0.50
		Bosque	0.40
	Arcillo - arenoso firme (C y B)	Cultivo	0.40
		Bosque	0.30
	Arcillo - arenoso abierto (A)	Cultivo	0.20
		Bosque	0.10
ONDULADA	Arcilloso firme impenetrable (D)	Cultivo	0.60
		Bosque	0.50
	Arcillo - arenoso firme (C y B)	Cultivo	0.50
		Bosque	0.40
	Arcillo - arenoso abierto (A)	Cultivo	0.30
		Bosque	0.20
ACCIDENTADA	Arcilloso firme impenetrable (D)	Cultivo	0.70
		Bosque	0.60
	Arcillo - arenoso firme (C y B)	Cultivo	0.60
		Bosque	0.50
	Arcillo - arenoso abierto (A)	Cultivo	0.40
		Bosque	0.30

Tabla 03. Coeficiente de Escorrentía C

TIPOS DE SUELOS SEGÚN U.S.S.C.S.	(P _{24h}) mm	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA PARA AREAS EN Km ²				
		= 0.1	0.1 - 1.0	1.0 - 10	10 - 100	< 100
TIPO (D)	= 80	0.60	0.70	0.65	0.65	0.60
	81 - 150	0.90	0.85	0.80	0.80	0.80
	151 - 200	0.95	0.90	0.90	0.90	0.90
	201 - 250	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95

En base a las características físicas del área drenante, se determinaron de las tablas 01, 02 y 03, tres coeficientes de escurrimiento, los cuales se promediaron para obtener el definitivo a utilizar. En este caso el coeficiente de escurrimiento C se tomó igual a 0.60.

Los caudales específicos para el Periodo de Operaciones y Cierre se presentan en el Cuadro N° 13.

Cuadro 13. Caudales Específicos

T (años)	I (mm/Hr)	Q (L/s/Ha)
2	60.96	102
5	73.41	122
10	81.64	136
20	89.54	149
25	92.05	154
50	99.77	166
100	107.44	179
200	115.07	192
500	125.15	209

3.6 SISTEMA DE DRENAJE

Es necesario proyectar obras de drenaje de aguas superficiales para conducir las hacia los cauces naturales, reduciendo de esta manera la deposición de aguas en la zona de exploración del tajo, depósito de relaves y desmontes.

El depósito de relaves se ubicará en la subcuenca del río Casca ocupando una pequeña depresión topográfica en la ladera del cerro Pichita. Para los diseños de

los canales que captaran las aguas superficiales se tendrán en cuenta las áreas de influencia drenante aguas arriba del depósito. Cabe señalar que se proyectará obras de subdrenaje para controlar las aguas de infiltración y las aguas que no han sido drenadas por las quenas. De este modo se estaría controlando todo el flujo de aguas que involucra el sistema de relaves.

El depósito de desmontes se ubica en el área del Cerro Pichita. Para los diseños del drenaje superficial se tendrá en cuenta el área drenante total del depósito. Asimismo se proveerá proyectar un sistema de subdrenaje, para captar las aguas provenientes de infiltración por precipitaciones ocurridas en épocas de lluvias, controlando de esta manera la generación de depósitos de agua durante el proceso de Operaciones.

3.7 RECURSOS HIDRICOS

3.7.1 Aguas Superficiales

El proyecto se encuentra ubicada en la subcuenca del río Casca este río presenta un flujo de aguas de manera constante, el caudal promedio de este río es de 2.95 m³/s, la que están comprendidas dentro de la cuenca del río Oxabamba que confluyen con el río Tulumayo para dar lugar al río Chanchamayo y en su recorrido toma el nombre de Perené, conformante de la red hidrográfica del Océano Atlántico.

En el área de emplazamiento del Proyecto no existen recursos hídricos agua superficial y subterráneas; sin embargo producto de las precipitaciones y almacenamiento subterráneo se ha determinado diferentes niveles freáticos que esta evidenciado por el drenaje de agua que fluye por las quebradas. El drenaje principal del área es el río Casca se ha estimado un caudal de 2.95 m³/s para época de precipitaciones pluviales (marzo) considerando que este caudal disminuiría en época de estiaje.

El depósito de relaves se ubicará en la subcuenca del río Casca ocupando una pequeña depresión topográfica en la ladera del cerro Pichita.

En las áreas de emplazamiento del depósito de relaves y del depósito de desmontes no existen cursos de agua, ni bofedales, las precipitaciones pluviales no producen escorrentía directa, excepto en los meses de avenidas, esto se debe a la caracterización topográfica y la exuberante

vegetación de la zona que permite que las aguas drenen al cauce del río Casca.

3.7.2 Aguas Subterráneas

En el área de estudio se ha identificado la presencia de afloramientos de régimen temporal que se ubican en las partes bajas razón por la cual en estas áreas se ubican terrenos de cultivo y en algunos casos viviendas rurales, en época de lluvias tienden a aparecer y desaparecer en época de estiaje.

Las áreas de recarga de los acuíferos que alojan al agua subterránea, generalmente se ubican en las cumbres y en el perímetro de la microcuenca Pichita. A través de las rocas fracturadas se infiltran y afloran por estas en las zonas altas de la quebrada. Cabe señalar que estos afloramientos se ubican aguas arriba del área del proyecto.

3.8 CALIDAD DE AGUAS

Esta sección describe las características físico-químicas de las aguas superficiales dentro del área del Proyecto. En el marco del estudio de línea de base ambiental, el componente de la calidad de las aguas superficiales se realizó con los siguientes objetivos:

- Caracterizar la variación espacial y temporal en la calidad del agua dentro de la quebrada Pichita que drenan del área del proyecto, las quebradas vecinas, el Río Casca y en ubicaciones aguas arriba y aguas abajo del área del proyecto.
- Identificar las fuentes existentes de contaminación que podrían afectar la calidad de agua del área del Proyecto y desarrollar una relación cualitativa entre la variación espacial y temporal de la calidad del agua y las fuentes de contaminación existente e identificada.

Para conocer las condiciones actuales de la calidad del agua y el nivel de contaminación que podría generar las actividades de exploraciones se tomaron muestras puntuales en el cauce de la Quebrada Pichita y en cauce del río Casca.

3.8.1 Puntos de Muestreo de Agua

Como parte de las investigaciones de línea base, se ha establecido tres estaciones de monitoreo de agua en puntos estratégicos, se ha tomado muestras puntuales en el cauce del río Casca antes y después de la confluencia con el riachuelo Pichita, asimismo se ha tomado muestras de agua en el cauce del riachuelo Pichita antes de su confluencia con el río Casca. Para la recolección de las muestras se ha considerado los procedimientos y criterios técnicos establecidos en el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua. Los puntos de muestreo se describen en el Cuadro N° 14 y se ubican en el Plano de monitoreo de calidad de aguas. (Ver Lamina N° 02: Plano de Monitoreo).

Cuadro N° 14: Puntos de Muestreo Calidad de Agua

Estaciones	Coordenadas		Ubicación
	Norte	Este	
CH - 01	8'776,336	453,137	Río Casca, aguas arriba de la confluencia con la Quebrada Pichita.
CH - 02	8'776,662	453,282	Quebrada Pichita, antes de la confluencia con el río Casca.
CH - 03	8'776,658	453,285	Río Casca, aguas abajo de la confluencia con la Quebrada Pichita.

3.8.2 Interpretación de los resultados Analíticos

La interpretación se enfoca tomado en cuenta los estándares de calidad establecidos por la Ley General de Aguas, para los casos de cuerpos receptores, los parámetros establecidos en la R.M. N° 011-96-EM/VMM Anexo 2, correspondiente a los Niveles Máximos Permisibles de emisión de Efluentes Líquidos para actividades minero metalúrgicos.

Las muestras de agua se han analizado en laboratorio CIMM PERU S.A., los resultados de los análisis se muestran en los Cuadros N° 15 y 16. Los reportes de los Ensayes se adjuntan en los Anexos.

Cuadro N° 15: Ensayes según Ley General de Aguas

Parámetros	Puntos de Monitoreo			Ley General de Aguas -Clase III-
	CH - 01	CH - 02	CH - 03	
pH	7.94	8.26	7.99	> 5.0 y < 9.0
Conductividad uS/cm	96.5	219.0	104.0	--
STS (mg/l)	81	6	78	--
Plomo (mg/l)	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.1
Cobre (mg/l)	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.5
Zinc (mg/l)	0.03	0.06	0.08	25
Hierro (mg/l)	3.36	1.44	2.95	1.0
Arsénico (mg/l)	0.0038	-	0.0039	0.2
Cadmio (mg/l)	< 0.005	< 0.005	< 0.005	0.05
Mercurio (mg/l)	< 0.0005	0.0006	0.0008	0.01
Cianuro Total (mg/l)	< 0.005	< 0.005	< 0.005	1.0

Cuadro N°. 16 Ensayes según RM N°. 011-96 EM/VMM

Parámetros	Puntos de Monitoreo			R.M. N° 011-96-EM/VMM - (*)
	CH - 01	CH - 02	CH - 03	
pH	7.94	8.26	7.99	> 5.0 y < 9.0
Conductividad uS/cm	96.5	219.0	104.0	-
STS (mg/l)	81	6	78	50
Plomo (mg/l)	< 0.02	< 0.02	< 0.02	1.0
Cobre (mg/l)	< 0.02	< 0.02	< 0.02	2.0
Zinc (mg/l)	0.02	0.06	0.08	6.0
Hierro (mg/l)	0.12	<0.05	0.09	5.0
Arsénico (mg/l)	0.0038	-	0.0039	1.0
Cadmio (mg/l)	< 0.005	< 0.005	< 0.005	--
Mercurio (mg/l)	< 0.0005	0.0006	0.0008	--
Cianuro Total (mg/l)	< 0.005	< 0.005	< 0.005	2.0

(*) Valor en cualquier momento

Se concluye de la siguiente manera:

Potencial Hidrogeno (pH)

Los puntos de monitoreo considerados en el río Casca y el agua de la quebrada Pichita se encuentran dentro del rango permisible establecido por la Ley General de Aguas.

Sólidos Totales en Suspensión (STS)

La concentración de Sólidos Totales Suspendidos superan los Niveles Máximos Permisibles (NMP) establecidos por la R.M. N° 011-96 EM/VMM en los puntos de monitoreo correspondientes al río Casca (CH-01 y CH-03), sin embargo se observa concentraciones por debajo de los NMP en el punto de monitoreo correspondiente a las aguas de la quebrada Pichita (CH-02).

Plomo

La concentración de Plomo en los tres puntos de muestreo (CH-01 , CH-02 y CH-03) no superan los NMP establecidos en la Ley General de Aguas – Clase III.

Cobre

La concentración de Cobre en cada uno de los tres puntos de muestreo (CH-01, CH-02 y CH-03), no superan los NMP establecidos en la Ley General de Aguas – Clase III.

Zinc

La concentración de Zinc en cada uno de los tres puntos de muestreo (CH-01 , CH-02 y CH-03), no superan los NMP establecidos en la Ley General de Aguas – Clase III.

Hierro

La concentración de Hierro en los tres puntos de muestreo (CH-01 , CH-02 y CH-03), no superan los NMP establecidos en el sector competente, la Ley General de Aguas – Clase III.

Arsénico

La concentración de este contaminante se encuentra dentro de los niveles permisibles establecidos en la Ley General de Aguas – Clase III en puntos de muestreo, cuya tendencia se observa tanto en el punto muestreado en el Río Casca (CH-01) aguas arriba de la quebrada Pichita y CH-03 ubicado aguas abajo de la confluencia de la quebrada Pichita.

Cadmio

Las concentraciones reportadas de este contaminante no superan los Niveles Máximos Permisibles establecidos en la Ley General de Aguas – Clase III, para cada una de los puntos de muestreo establecidos en el área del proyecto.

Mercurio

Las concentraciones de este contaminante no superan los Niveles Máximos Permisibles establecidos por la Ley General de Aguas – Clase III en los tres puntos de muestreo

Cianuro

La concentración de Cianuro se encuentra en valores inferiores a 0.005 mg/L, como una tendencia en los tres puntos de muestreo, no superando lo establecido en la Ley General de Aguas – Clase III.

3.9 ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA USO INDUSTRIAL

La fuente a utilizar es agua de manantial ubicada en la quebrada Cóndor. Dicho sistema contiene los siguientes componentes: Captación, sistema de conducción por gravedad (Tubería), Reservorio, Desinfección y red de distribución.

3.9.1 Captación

La captación se encuentra ubicada sobre la quebrada Cóndor, cuyo rendimiento promedio es de 26 L/s, desde un punto vista hidrológico. Se ha considerado para hallar el caudal promedio las precipitaciones mensuales totales promedias de últimos 9 años, relacionados con el área de drenaje aguas arriba de la captación originan el caudal mencionado.

El agua se conduce por gravedad mediante una tubería. Se captará 13 L/s, el cual será usado para los procesos metalúrgicos en la mina.

Según los aforamientos realizados en zona de captación presenta un caudal promedio de 30 L/s. Lo cual indica que los caudales que se originan de la relación precipitación-escorrentía corroboran lo aforado en el punto de captación

3.9.2 Sistema de Conducción

El sistema de conducción estará conformado por una tubería de PVC de diámetro 6", la cual es conducida por gravedad hasta la zona de operaciones de la mina.

El caudal de captación que se conducirá será de 13 L/s.

3.9.3 Reservorio

Actualmente existe un reservorio, cuya función principal es la de almacenar el agua proveniente de la captación en la quebrada Cóndor. Asimismo se usa para crear carga para la línea de distribución.

3.9.4 Línea de distribución

Prevista para conducir el agua desde el tanque reservorio hasta las instalaciones. La tubería es de PVC-clase A-10 y cuyos diámetros de acuerdo a su función son de 2", 1", 3/4" y 1/2".

CONCLUSIONES

- El área del proyecto se encuentra ubicada en la divisoria (divortium aquarum) de la subcuenca del río Casca y la microcuenca de la quebrada Pichita, las que están

comprendidas dentro de la cuenca del río Chanchamayo, enmarcada dentro de la cuenca del río Perené, que forma parte de la red hidrográfica del Océano Atlántico.

- La cuenca hidrográfica de la quebrada Pichita tiene un área de 600 Hás., el cauce principal tiene una longitud de 3.9 Km. y una pendiente promedio de 33 %, la cuenca hidrográfica del río Casca tiene un área de 27,440 Hás.
- La zona del proyecto se encuentra tipificada dentro de una zona húmeda por la evaporación de las aguas generadas por las altas temperaturas que se registran en la zona.
- Para fines del presente estudio se han considerado la información de las Estaciones Meteorológica de San Ramón y Huasahuasi.
- El área del proyecto se encuentra ubicada en la Zona de Sismicidad 2, según la zonificación sísmica del Perú realizada por el Instituto Geofísico del Perú.
- En el área del proyecto se ha identificado la presencia de afloramiento de aguas subterráneas de régimen temporal que se ubican en las partes bajas, razón por la cual en estas áreas se ubican los terrenos de cultivo y algunas viviendas rurales, sin embargo durante la evaluación geotécnica de las áreas del botadero de desmontes y depósito de relaves no se ha detectado la presencia de aguas subterráneas, lo que demuestra que este se encuentra a cotas inferiores
- Se ha considerado en el estudio los diseños de estructuras hidráulicas para manejar máximos eventos, teniendo en cuenta la máxima escorrentía calculada para un periodo de retorno de 500 años, tomando como información la intensidad de las precipitaciones que se registran en la estación meteorológica de San Ramón.
- El presente estudio a permitido conocer la calidad de las aguas superficiales mediante el monitoreo del riachuelo Pichita y el río Casca.

RECOMENDACIONES

- Implementar una Estación Meteorológica portátil en el área del proyecto con la finalidad de determinar los parámetros meteorológicos de precipitación pluvial, temperatura externa, humedad relativa, velocidad y dirección del viento.
- Para evitar que las aguas de escorrentía ingresen al área del botadero de desmontes y depósito de relaves deberá construirse canales de coronación para coleccionar las aguas de escorrentía. Las estructuras hidráulicas deberán estar diseñadas para manejar eventos de máxima precipitación pluvial, asimismo deberán instalarse sistemas de subdrenaje para el manejo de las aguas que capte el área del botadero de desmontes y depósito de relaves.
- Instalar piezómetros para detectar probables fugas y alteración de la calidad de las aguas subterráneas en el depósito de relaves.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Farraday R., Charlton, F. "Hydraulic Factors in bridge Design", Hydraulics Research, Wallingford, 1983.
- Ven Te Chow; Maidment; Mays, Hidrología Aplicada, 1994
- Wolfgang Trau; Raúl Gutierrez Irigoyen. Análisis Regional de las Avenidas en los ríos del Perú. Comisión Multisectorial del Plan Nacional de Ordenamiento de los Recursos Hidráulicos. Lima, Abril 1979.
- Mejía Abel y Nicolás de Piérola. Estadística Aplicada a la Hidrología. Universidad Nacional Agraria La Molina. 1985
- Ven Te Chow, Handbook of applied hydrology
- Témez R, José, Cálculo Hidrometeorológico de Caudales Máximos en Pequeñas Cuencas Naturales, MOPU, 1978
- Ponce Victor, Engineering hydrology, USA, 1990
- Aparicio Mijares Francisco, Fundamentos de Hidrología de Superficie, Limusa, 2001.
- Yevjevich Vujica , Probability and Statistics in Hydrology, Water Resources Publication, USA, 1972.
- IILA – SENAMHI – UNI, Estudio de la Hidrología del Perú, Convenio de Cooperación Técnica, 1983
- James Sherrad, Earh and Earth-Rock Dams, John Wiley and Sons