

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PROFESIONAL

**“EVALUACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS DE LAS MICROCUENCAS
QUEBRADA MINAS Y OJOS PARA EL MANEJO DE AGUAS”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADA POR EL BACHILLER:
Segundo Eduardo Castrejón Villanueva**

ASESORES:
Ing. Luis Vásquez Ramírez
Ing. Zenón Quispe Mamani

**Cajamarca - Perú
2013**



PRELIMINAR



AGRADECIMIENTOS

El que suscribe hace un agradecimiento a cada una de las personas que aportaron para la realización del presente estudio.

Agradezco a la Universidad Nacional de Cajamarca, EAP de Ingeniería Civil y a su excelente plana docente por los cinco años de aprendizaje.

Agradezco a mis asesores Ing. Luis Vásquez Ramírez e Ing. Zenón Quispe Mamani por su constante apoyo durante la elaboración de la tesis profesional.

Agradezco al Ing. Víctor Narro de los Ríos por el apoyo voluntario que me brindó durante la realización de la tesis.



DEDICATORIA

Este estudio va dedicado a:

Mi Padre quien aportó lo suficiente durante su vida para lograr mis estudios universitarios.

Mi Madre quien nunca se rinde y deposita toda la confianza en mí.

A mi sobrino por estar junto a mí durante mi vida académica en la universidad y su apoyo desinteresado.

A mi Nena que me apoya día a día y complementa mi existir.

A mis hermanos por motivarme al estudio constante y a su apoyo moral.



RESUMEN

La tesis: Evaluación de Recursos Hídricos de las Microcuencas Quebradas Minas y Ojos Para el Manejo de Aguas, viene a ser un estudio ubicado en las microcuencas indicadas del distrito de Llapa, Provincia de San Miguel, Departamento y Región de Cajamarca; dentro de la Microcuenca Quebrada Minas se encuentra situado el Centro Poblado Menor de Pampa Cuyoc – La Collpa y en la Microcuenca Quebrada Ojos está ubicado el Centro Poblado Menor de San Antonio de Ojos.

Ambas microcuencas son influencia directa de la mina SIPAN que ha operado desde el año 1997 hasta el año 2003, agotándose sus reservas y pasando desde ese instante a su cierre ambiental.

En las microcuencas de estudio se ha observado la existencia de aguas ácidas, las que por sus características fisicoquímicas son riesgosas para el consumo humano, animal y para riego de parcelas. La mina SIPAN cuenta con plantas de tratamiento de aguas acidas que hace su tratamiento mediante el método de Neutralización, Coagulación Dinámica (NCD), las aguas acidas son captadas y una vez tratadas son enviadas al medio ambiente en condiciones que la legislación peruana controla.

El estudio está básicamente orientado a tomar muestras de agua de diversos puntos como los efluentes, puntos de descarga y piezómetros existentes en las microcuencas para analizar sus características fisicoquímicas y compararlos con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales, de la legislación peruana, se hace además un estudio geológico de la zona, así mismo hacer un análisis de la capacidad de tratamiento de las plantas que cuenta la mina, hacer un análisis hidrológico y comparar si las plantas efectivamente tiene capacidad de tratar el caudal de agua ácida generado en las microcuencas, finalmente proponer un plan de separación de aguas de lluvia de aguas ácidas así como dar algunas recomendaciones.

El presente estudio servirá como línea base de futuros estudios al interior de las microcuencas



SUMARY

The thesis: Evaluation Water Resource from Microcuenca Minas and Ojos broken to Water Management is a study located in Llapa's town, San Miguel's Province, Cajamarca Department and Region; inside of microcuenca Broken Minas is a Pampa Cuyoc- La Collpa Town, and inside of microcuenca Broken Ojos is a San Antonio de Ojos Town.

Both microcuencas are direct influence by SIPAN Mine, which operated from 1997 to 2003 year, depleted their reserves and continuing with environmental closure hitherto.

In the microcuencas of study have been observed presence of acid water, which have physicochemical characteristics are dangerous to humans, animals, and irrigation plots. SIPAN Mine has treatment plants of acid water which doing treatment with Neutralization, Dynamic Coagulation (NCD); the water are captured, treated and sent to environment with characteristic that are controlled with Peruvian law.

The study is basically oriented to take water samples of varies places like effluents, discharge mine points, piezometers to analyze their physicochemical characteristics and compared with Environmental Quality Standards (ECA) category 3: Plants irrigation and animal's drinking, of Peruvian law. Doing geologic study by the zone, and analyze capacity of treatment plant which have the mine, doing hydrologic analyze to compare with capacity of treatment plant and see if the treatment plant process the all of the acid water flow generated in both microcuenca, finally propose plan about storm water separation of acidic water and give a some findings.

The present study will like a basic line to future studies inside microcuencas.



INDICE

CONTENIDO	Pág.
SECCION PRELIMINAR	
Agradecimientos	I
Dedicatoria	II
Resumen	III
Summary	IV
Indice	V
Lista de Tablas	VIII
Lista de Cuadros	IX
Lista de Figuras	X
CUERPO DE LA TESIS PROFESIONAL	
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	2
1.1 Introducción	2
1.2 Planteamiento del Problema	3
1.2.1 Definición	3
1.2.2 Delimitación	4
1.2.3 Justificación	5
1.3 Objetivos de la Investigación	7
1.3.1 General	7
1.3.2 Específicos	7
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	9
2.1 Antecedentes	9
2.2 Teorías Existentes Relativo al Problema de Investigación	15
2.2.1 Hidrología de la Cuenca	15
2.2.1.1 Cuenca Hidrográfica	15
2.2.1.2 Parámetros Geomorfológicos	15
2.2.1.3 Análisis de Información Pluviométrica	20
2.2.1.4 Escurrimiento Superficial	25
2.2.2 Plantas de Tratamiento	31
2.2.2.1 Revisión de Expedientes Técnicos	31
2.2.2.2 Descripción de la Planta de Tratamiento	32
2.2.2.3 Control de Caudales de Ingreso	34



CONTENIDO	Pág.
2.2.3 Geología de la Cuenca	34
2.2.3.1 Geología General	34
2.2.3.2 Estratigrafía	34
2.2.3.3 Geología Histórica	36
2.2.3.4 Tectónica	37
2.2.3.5 Sismicidad	38
2.2.3.6 Condiciones Hidrogeológicas	38
2.2.4 Suelos y Capacidad de Uso Mayor	39
2.2.4.1 Descripción de los Suelos	39
2.2.4.2 Descripción de la Capacidad de Uso Mayor	44
2.2.5 Hidroquímica	48
2.2.6 Cierre de Mina	53
2.3 Formulación de Hipótesis	56
CAPITULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	58
3.1 Tipo y Diseño de la Investigación	58
3.2 Procedimientos y Técnicas de Recolección de Datos	58
3.3 Descripción del Equipo e Instrumentos de Medida	60
3.4 Técnicas del Procesamiento y Análisis de Datos	61
3.5 Control de Calidad de los Datos	61
CAPITULO IV. GENERALIDADES DE LA ZONA DE ESTUDIO	63
4.1 Ubicación Política	63
4.2 Ubicación Geográfica	63
4.3 Accesibilidad	64
4.4 Demografía	64
4.5 Fisiografía y Geografía	68
4.6 Climatología	70
CAPITULO V. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	72
5.1 Resultados de la Investigación	72
5.1.1 Hidrología de la Cuenca	72
5.1.2 Plantas de Tratamiento	75
5.1.3 Geología de la Cuenca	79
5.1.4 Suelos y Capacidad de Uso Mayor	79
5.1.5 Hidroquímica	81
5.2 Análisis de la información	123
5.3 Contrastación con la Hipótesis	129



CONTENIDO	Pág.
5.4 Interpretación de la Información	130
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	133
6.1 Conclusiones	133
6.2 Recomendaciones	134
CAPITULO VII. BIBLIOGRAFÍA	136
CAPITULO VIII. ANEXOS	139
17.1 ANEXO A: Plan de Separación de Aguas	141
17.2 ANEXO B: Datos Hidrológicos de la Estación Llapa	145
17.3 ANEXO C: Cálculo de Caudales de Microcuenca	151
17.4 ANEXO D: Datos Geológicos	158
17.5 ANEXO E: Estándares de Calidad Ambiental	161
17.6 ANEXO F: Panel Fotográfico	169
17.7 ANEXO G: Planos	194



LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1: Parámetros μ_y y σ_y para el cálculo de α y β de la probabilidad de Gumbel</i>	23
<i>Tabla 2: Valores críticos d para la prueba Kolmogorov-Smirnov de bondad de ajuste.</i>	24
<i>Tabla 3: Selección de N</i>	28
<i>Tabla 4: Selección del tipo de suelo estimado</i>	29
<i>Tabla 5: Valores de corrección de N</i>	29
<i>Tabla 6: Datos Estadístico de Precipitación mensual</i>	74
<i>Tabla 7: Precipitación Máxima 24 Horas según periodo de retorno</i>	74
<i>Tabla 8: Caudales según periodo de retorno.</i>	75
<i>Tabla 9-20: caudales de ingreso a plantas de tratamiento</i>	76
<i>Tabla 21-23: Características Fisicoquímicas de ingreso de agua a plantas</i>	84
<i>Tabla 24,25: Características Fisicoquímicas de descarga de agua de Mina</i>	88
<i>Tabla 26- 34: Características Fisicoquímicas de agua de efluentes</i>	96
<i>Tabla 35, 36: Características Fisicoquímicas de cuerpos receptores</i>	106
<i>Tabla 37-48: Características Fisicoquímicas de Piezómetros</i>	111



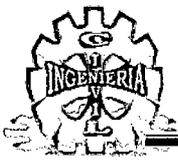
LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1: Precipitación efectiva vs Precipitación y Número de Curva</i>	<i>27</i>
<i>Figura 2: Valores de Z, método de Chow</i>	<i>30</i>



LISTA DE CUADROS

<i>Cuadro 1.- Fases por pendiente</i>	43
<i>Cuadro 2: Clasificación Natural de los Suelos</i>	43
<i>Cuadro 3: Superficie de las Unidades de Suelo (Consociaciones)</i>	44
<i>Cuadro 4: Coordenadas de BM.</i>	59
<i>Cuadro 5: Población y crecimiento</i>	65
<i>Cuadro 6: Población por sexo</i>	66
<i>Cuadro 7: Parámetros geomorfológicos de la Microcuenca Minas</i>	72
<i>Cuadro 8: Parámetros geomorfológicos de la Microcuenca Ojos</i>	73
<i>Cuadro 9: Precipitación total anual de estación Llapa.</i>	73
<i>Cuadro 10: superficie de consociaciones de suelos</i>	80
<i>Cuadro 11: Descripción de las Unidades de Uso Mayor de las Tierras.</i>	80



CAPITULO I

INTRODUCCION



CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 INTRODUCCION

Las Microcuencas Quebrada Minas y Quebrada Ojos que se encuentran ubicadas en el Distrito de Llapa, Provincia de San Miguel, Departamento y Región de Cajamarca hace un aporte de 9.1 Millones de Metros Cúbicos (MMC) de agua al año.

Además en las microcuencas debido a la geología del lugar y a la actividad minera que realizó su explotación durante la década de los 90 se observa la presencia de aguas ácidas, las que vienen siendo tratadas en las plantas de tratamiento de la mina SIPAN y para el año 2012 se realizó el tratamiento de 0.64 MMC.

La mina Sipán, es una unidad minera de la compañía Minera ARES SAC, la cual pertenece al grupo HOCHSCHILD MINING, esta mina explotó oro y cobre durante la década de los 90, en ella se observa la presencia de dos tajos abierto llamados: Tajo Ojos y Tajo Minas, además de tres depósitos de desmonte, en los cuales no se ha tenido el cuidado respectivo durante la explotación y que en la actualidad son pasivos que afectan tanto a la población como a la empresa.

Actualmente la Mina Sipán se encuentra en la fase de cierre final debido a que sus reservas se han agotado en el año 2003, y en la zona se ve la revegetación realizada en distintas estructuras de mina, sin embargo en su interior de algunas estructuras hay la presencia de argílicos o rocas que generan drenaje ácido de mina (Aguas ácidas-DAM).

Así mismo en la zona se registra fuertes precipitaciones durante el invierno y con ello aumenta los pasivos en el interior de las microcuencas, habiendo quejas de pobladores y en ocasiones intervenciones del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental sancionándolos con fuertes sumas de dinero.



La geología juega un rol importante en la calidad fisicoquímica de las aguas que discurren por las cuencas hidrográficas, ya que el agua al tener contacto con la superficie terrestre esta arrastra sólidos en suspensión además de generar reacciones fisicoquímicas, provocando que las aguas sean duras o blandas, ácidas, neutras o básicas, con alto concentrado de metales o con bajos niveles de sólidos.

Las alteraciones de la geología a través del movimiento de tierras que genera la minería influye considerablemente en la calidad de las aguas, siempre y cuando la minería se encuentre en zonas con precipitaciones fuertes o cabeceras de cuenca, por ello el estado peruano ha venido implementando medidas de control para el agua, a través de leyes y protocolos.

Existen métodos de tratamiento de aguas ácidas que permiten que las aguas suban su pH, se logre sedimentar los metales pesados y enviarlos al medio ambiente en condiciones que la legislación peruana controla mediante parámetros de calidad de agua, uno de esos métodos es el método de Neutralización, Coagulación Dinámica (NCD)

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 DEFINICION

El agua constituye un medio esencial para el desarrollo de la vida. De hecho es uno de los cuatro requerimientos biológicos fundamentales, es decir, alimentos, agua, aire, y espacio vital, siendo esto válido para todos los seres vivientes. En el caso del hombre, lo indispensable del agua no se circunscribe solo a su presencia, sino que requiere de las cualidades de suficiencia, permanencia y calidad.

La evaluación de recursos hídricos de las microcuencas Quebradas Minas y Ojos para el manejo de aguas comprende diversos problemas, tales como, calidad de las aguas superficiales, de aguas subterráneas, de los manantiales, de bofedales, el



arrastre de sedimentos, de la gestión de los recursos hídricos, del registro de precipitaciones que exista en el lugar, la geología y su influencia en el agua, la minería y la gestión de recursos hídricos, tratamiento de aguas acidas provenientes de la actividad minera, etc.

En la presente, nos enfocaremos únicamente en la evaluación fisicoquímica de las aguas superficiales en los efluentes de las quebradas Minas y Ojos, siendo estos impactados por la actividad de la Mina Sipán en la década de los 90.

La mina SIPAN ha realizado sus operaciones desde 1997 hasta 2003 en el interior de las microcuencas Quebradas Minas y Ojos, posterior a ello la Mina SIPAN inicia su cierre ambiental; y en diversos puntos de la zona se han observado presencia de aguas ácidas por la alteración de la superficie terrestre, estas aguas son tratadas con plantas de tratamiento de aguas ácidas, así mismo en la zona de estudio se registra intensas lluvias las que originan un caudal mayor de estas aguas y por otro lado el estado peruano ha venido implementando controles de calidad como Estándares de Calidad Ambiental (ECA).

1.2.2 DELIMITACION

Dada la amplitud del problema, en la evaluación de recursos hídricos de microcuencas, esta investigación se realizará exclusivamente la evaluación fisicoquímica de aguas que se encuentran en el área de la Mina Sipán, para conocer la cantidad de metales pesados que se encuentran estas y si sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental de la Categoría 3, siendo estas aptas para la bebida de animales y el regadío de plantas. Así mismo de realizar una evaluación a las plantas de tratamiento de aguas ácidas que tiene la mina Sipán tanto en caudal como en calidad. Hacer una comparación con el análisis hidrológico, es decir si las plantas de tratamiento se abastecen para cubrir el caudal que se generan en el área



minera. Y por otro lado conocer las características geológicas y de uso mayor de suelos, los cuales también influyen en la calidad y condiciones de las aguas en el área de estudio.

Por ello, la presente tesis profesional corresponde a la evaluación de recursos hídricos de ingreso de plantas de tratamiento de aguas ácidas, puntos de descarga de la mina SIPAN, efluentes, cuerpos receptores, y piezómetros de la mina SIPAN, las que se ubican en el interior de las microcuencas Quebradas Minas y Ojos, de las comunidades campesinas de Pampa Cuyoc-La Collpa y San Antonio de Ojos respectivamente, del distrito de Llapa, Provincia de San Miguel, Región de Cajamarca.

La zona de estudio se encuentra situada entre las coordenadas entre las coordenadas geográficas $6^{\circ} 56' 01.73''$ – $6^{\circ} 53' 18.26''$ Latitud Sur y $78^{\circ} 47' 30.19''$ – $78^{\circ} 44' 48.14''$ Longitud, o $744\ 000E$ – $749\ 000E$, $9\ 233\ 000N$ – $9\ 238\ 000N$ en coordenadas UTM WGS 84; la altitud varía desde los 2800 msnm hasta los 3700 msnm, teniendo una área total de 9.39 Km² de las cuales 6.24Km² forma parte de la Microcuenca Quebrada Ojos y 3.15 Km² en la Microcuenca Quebrada Minas; las microcuencas en estudio pertenecen a la subcuenca del río Yanahuanga y esta forma parte de la cuenca del Alto Jequetepeque que drena sus aguas al océano pacífico. El área de la Mina SIPAN representa el 1.66 Km² y está compartido en ambas microcuencas, contando con pendientes que varían desde 10% al 100% además de una intensa vegetación y revegetación.

1.2.3 JUSTIFICACION

El agua es el elemento más importante para la formación de la vida, y el bienestar general de los seres vivos. Para el ser humano es de vital importancia, además de ser utilizada para su consumo, es también empleada para múltiples actividades diarias,



a los cuales afecta a todas las áreas sociales y económicas de la comunidad. Es por ello que las características fisicoquímicas del agua deben estar en buenas condiciones para su administración por los usuarios, autoridades locales del agua y autoridad nacional garantizando su calidad, permanencia y suficiencia para las actividades que se desarrollan en la comunidad.

El análisis ambiental de los recursos hídricos nos permite, tanto a usuarios como a científicos y administradores del recurso, tener un punto de partida para la elaboración de planes y manejo de aguas y ser utilizada de manera óptima, así mismo la elaboración del análisis permite obtener referencias claras y precisas acerca de los factores, fenómenos y procesos que influyen en su calidad.

En el Perú existen muchos conflictos socio ambientales, los cuales se han derivado desde la actividad minera, tal es el caso muy sonado en la ciudad de Cajamarca por la Mina Yanacocha la que ha sido denunciado por muchos casos de contaminación de agua, sequia de manantiales y canales, mala calidad de aguas que afectan a los pobladores de Cajamarca, así como por compromisos incumplidos, entre otros. Y en la zona de estudio se encuentra la Mina Sipán que al igual que otras empresas mineras han sido denunciadas, este caso, por derrames de aguas ácidas, y pasivos ambientales que tuvo durante su explotación.

En la Las Microcuencas Quebrada Minas y Quebrada Ojos son de influencia directa de la Mina SIPAN y con presencia de aguas acidas en diversos puntos como efluentes, cuerpos receptores, entre otros; los que se combinan con fuertes lluvias que se registran en el área, por lo que existe la necesidad de hacer una evaluación de los recursos hídricos en lugares específicos de las microcuencas para determinar la presencia de sólidos en suspensión y si estos están sobre los parámetros que se indican en los estándares de calidad ambiental; además debiéndose el registro de fuertes precipitaciones es menester realizar una evaluación de la capacidad de



tratamiento de las plantas de tratamiento de aguas acidas que nos permita conocer si ellas se abastecen para tratar el caudal generado; así como conocer si la geología influye en las características fisicoquímicas de las aguas.

1.3 OBJETIVO DE LA INVESTIGACION

1.3.1 GENERAL

Realizar el estudio de evaluación de los recursos hídricos de las microcuencas de la quebrada minas y quebrada ojos, incidiendo en la calidad fisicoquímica de las aguas de efluentes de la Mina Sipán.

1.3.2 ESPECIFICOS

- a) Caracterización de aguas superficiales del área de Mina
- b) Caracterización de suelos del área de Mina
- c) Evaluación de la capacidad de plantas de tratamiento de aguas ácidas de la Mina
- d) Plan de manejo para separación de aguas de lluvia de aguas ácidas



CAPITULO II

MARCO TEORICO



CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES

Se han venido desarrollando estudios referentes al tema en el ámbito Internacional, Nacional y Local los que han servido de base para el presente estudio:

- PASCUA LAMA: CONTROVERTIDO PROYECTO MINERO PONE EN RIESGO LOS GLACIARES, EL AGUA Y DESARROLLO AGRICOLA EN EL VALLE DEL RIO HUAYCO, NORTE DE CHILE. Sara Larrain, directora del programa Chile Sustentable.

El proyecto Pascua Lama, iniciado por la empresa minera canadiense Barrick Gold Corporation, a través de su filial chilena Compañía Minera Nevada S.A., contempla la exploración subterránea de yacimientos de oro, cobre, plata en la comuna de Alto del Carmen, en la precordillera del valle del Huasco, III Región Atacama en el norte de Chile.

El proyecto, situado en la frontera entre Chile y Argentina, en virtud del tratado binacional minero entre ambos países, se encuentra bajo tres glaciares, cuya importancia es fundamental en esta árida región de Chile. Los Glaciares Toro I, Toro II y Esperanza constituyen parte del ciclo hidrológico de la cuenca del Río Huasco, y son fuente de seguridad y respaldo para el abastecimiento de agua para las actividades agrícolas del valle del Huasco. Además, el proyecto Pascua Lama se ubica en territorios ancestrales pertenecientes a la comunidad diaguita de los Huascoaltinos, reconocidos como pueblo indígena por el estado de Chile en el año 2006.

El proyecto pascua Lama pone en evidencia la confrontación entre las grandes mineras transnacionales, que amparadas por su aporte al crecimiento de la economía exportadora; continúan destruyendo los territorios y el ambiente; amenazando la actividad agrícola, al economía local de subsistencia y los derechos de los pueblos indígenas.



Los Impactos de Pascua Lama afectarán la alta precordillera y el valle del río Huasco; sus faenas intervienen la cuenca generando una amenaza sobre la cantidad y calidad de las aguas superficiales y subterráneas de las cuales depende toda la economía de la provincia del Huasco basada en la Producción agrícola; y pone en grave riesgo económico y social a la población y la economía de ésta árida región del país. El desarrollo del proyecto Pascua Lama también vulnera los derechos de las comunidades indígenas presentes en el territorio, ya que estas privilegian modos de desarrollo local en base a la conservación de la integridad ambiental; y su subsistencia está ligada a la disponibilidad de recursos naturales y a los servicios ambientales que proveen los ecosistemas de la cuenca.

Se llegaron a las siguientes conclusiones:

- El proyecto de explotación minera para la extracción de oro por la empresa transnacional Barrick Gold en el valle del Huasco, Región de Atacama, fue aprobado por la autoridad ambiental de Chile en 2005, después de dos evaluaciones ambientales. Tanto las insuficiencias del proceso de evaluación ambiental como el comportamiento irresponsable de la empresa, a lo cual hay que sumar las deficiencias en la fiscalización por parte del estado Chileno, ya evidencia al iniciarse las faenas daños sobre glaciares, extracción ilegal de aguas y falta de seguridad laboral de los trabajadores
- Actualmente, dado que todos los intentos de poner fin al proyecto Pascua Lama con argumentos de prevención de daños ambientales fracasaron, la única vía de reducir los impactos del proyecto en la zona, es establecer un sistema consistente de fiscalización y monitoreo, con las correspondientes sanciones, incluyendo la cancelación del permiso ambiental y la paralización de faenas.
- La ciudadanía requiere urgentemente lograr que se realicen estudios científicos en el área y demandar insistentemente la publicación de monitoreos independientes sobre los glaciares que se incluyeron en la



resolución de calificación ambiental que aprobó el proyecto. Este monitoreo, sumado a la fiscalización, permitiría asegurar un control a la empresa en términos de las restricciones al uso del agua, la contaminación de esta, el daño físico a los glaciares y otros impactos sobre los habitantes de la zona.

- ESTUDIO DE AFIANZAMIENTO HIDRICO DE LAS SUBCUENCAS PACCHA, AZUFRE Y GRANDE DE CHONTA, CAJAMARCA-PERU. Nippon Koei-2010

Las microcuencas de los ríos Paccha, Azufre y Grande forman parte de la subcuenca del Río Chonta, este último al unirse al río Mashcón dan origen al río Cajamarquino. En el límite norte, parte alta de las cuencas de los ríos Paccha y Azufre se encuentra el área de concesión minera Yanacocha S.R.L. la cual comenzó a operar en 1993. Desde el inicio de las operaciones de la mina surgieron problemas con las comunidades indígenas y campesinas localizadas en el área de influencia de la explotación minera, agravándose con la expansión de esta a partir del 2000.

En respuesta a las reclamaciones de las comunidades, en setiembre de 2001 se constituyó una mesa de diálogo y consenso con la participación de 60 personas en representación de los Gobiernos Nacional, Regional y Local, la empresa Yanacocha, las agencias de desarrollo nacional e internacional, la sociedad Civil (ONGs), la cooperación financiera internacional, etc. El objetivo de la misma era la búsqueda de soluciones permanentes a los problemas planteados por las comunidades.

Recientemente los conflictos entre la minera Yanacocha y la población de la zona se agudizaron, reclamando estos últimos que la mina había afectado significativamente la cantidad y calidad de los recursos hídricos requeridos para consumo humano, cría de animales y riego.

Se llegaron a las siguientes conclusiones:



- El uso actual de la tierra está caracterizada principalmente por la presencia de pastos naturales (38.93%), cultivos alimenticios (27.12%), pastos cultivados (7.04%), tierras improductivas (16.04%), y vegetación arbustiva (5.10%). Menor proporción ocupan las áreas destinadas a forestales, lagunas, centros urbanos, áreas mineras y otros.
- En términos edafológicos, el 85% corresponde a terrenos con capacidad de uso potencial correspondiente a clase VI, VII y VIII. Alrededor del 94% de las tierras corresponden a suelos profundos y cerca del 70% presentan de erosión moderada a severa. De acuerdo a la capacidad de uso mayor, el 60% del área está constituido por suelos aptos para cultivos permanentes, pastoreo y forestales, 33% por suelos aptos para protección y únicamente 7% para cultivos en limpio.
- La actividad minera está instalado en la parte alta de la Jalca, existen desarrollos mineros en la actual explotación, como minera Yanacocha y otros reportados en exploración como minas Conga y minas Galeno. El distrito minero Yanacocha, se constituye como el mayor extractor de oro a nivel nacional, constituyéndose en una actividad que permite al estado peruano captar un importante ingreso por impuestos.
- El impacto de la actividad minera en los recursos hídricos de las cuencas se ve plasmado en la disminución del área aportante con altas precipitaciones ocupada por la mina y además por el bombeo realizado en forma constante que afecta el flujo base de las escorrentías aguas abajo. En compensación y sustentado en los resultados de un modelo hidrogeológico, MYSRL realiza la reposición de los caudales afectados, desde un reservorio de agua que es abastecido con efluentes de las plantas de tratamiento de la mina.
- Sobre la calidad del agua superficial se debe señalar que se realizó dentro del tiempo que duró el estudio, un programa de monitoreo participativo que comprendió cuatro campañas a lo largo del mismo. Participación principal tuvieron las entidades dedicadas a tales evaluaciones, dentro de las cuales se puede citar a DESA, COMOCA, SEDACAJ, MYSRL y la Universidad Nacional de Cajamarca. Asimismo, se realizaron talleres de



capacitación a la población rural interesada. Los resultados de las muestras analizadas reportan la presencia de sólo algunos metales (fierro, aluminio y manganeso) por encima de los estándares; en las partes bajas, se señala la presencia de coliformes fecales elevados como consecuencia de las descargas de los efluentes sanitarios a los ríos Mashcón y Chonta sin un tratamiento adecuado.

- ESTUDIO HIDROLOGICO PARA EL MANEJO DEL AGUA DURANTE EL POST CIERRE DE LA MINA SIPAN – FASE I: EPOCA DE LLUVIAS, FASE II: EPOCA DE ESTIAJE. Hydro-Geo Ingeniería SAC Mayo y Noviembre de 2010.

La Mina Sipán es una de las unidades de la compañía minera Ares del grupo Hochschild, se dedicó a la producción de oro mediante la lixiviación en pilas del material de un yacimiento de origen epitermal. En la actualidad está en un proceso de cierre de mina por lo cual se realiza el estudio hidrogeológico, en dos fases, la primera fase Época de Lluvias y la segunda fase Época de Estiaje.

Se realiza el estudio en dos fases con el objetivo de evaluar las condiciones actuales, tanto en época de lluvia como en estiaje, del agua superficial y subterránea que afectan el cierre de la mina Sipán; otro de los objetivos fue de hacer un inventario de fuentes de agua, superficial y subterránea, realizando las correspondientes mediciones hidrométricas, determinación de la calidad química de las aguas; y hacer una implementación de un programa para separar las aguas de buena calidad, de las ácidas, reduciendo el caudal del drenaje ácido de roca, reducir costos de tratamiento de estas aguas y mejorar la calidad del agua para uso de la población circundante a la unidad minera , así también las aguas que se vierten al río Yanahuanga.

El área del botadero 2, el material de desmonte con cierto contenido de sulfuros, ha sido depositado encima de manantiales y bofedales los cuales alimentan de agua limpia aña base del botadero, ocasionando la generación continua de agua ácida. En el área de los tajos abiertos Minas y Ojos, aún quedan cantidades importantes de sulfuros que no han podido ser extraídos durante el minado, los



cuales, debido a las presencia de aguas subterráneas que en forma natural fluyen desde el cerro Chicche, también ocasionan la generación de aguas ácidas que de forma permanente descargan en la base de los tajos. Los botaderos 1 y 3, además de los taludes de los accesos que contienen sulfuros expuestos, incluyendo el acceso que fue rellenado con sulfuros, continúan generando aguas ácidas.

Se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Según los aforos, indica que solo el 26% de las precipitaciones se evacuan por medio de los canales a las quebradas, mientras que el 74% restante se infiltra o ingresa a las plantas de tratamiento de aguas ácidas.
- Separando las escorrentías de las aguas ácidas, se estima que el caudal total de agua ácida que ingresaría a las plantas de tratamiento sería de aproximadamente de 150 l/s, separándolas de la siguiente manera: en la planta de Tratamiento del ex – Pad 45 l/s aproximadamente, Planta Alta 75l/s aproximadamente y Planta Baja 30 l/s aproximadamente.
- En términos generales, durante la época de lluvias, se ha comprobado que los canales de evacuación de aguas ácidas, en algunos casos, se encuentran, destruidos y deteriorados por tramos, y en otros, se encuentran colmatados. En forma similar, muchas de las cunetas se encuentran colmatadas, lo cual permite que el agua de las escorrentías se quede estancadas y se infiltre en el subsuelo.
- Debido a la fuerte alteración mineralógica, las aguas subterráneas son en su mayoría de procedencia ácida, lo que hace probable encontrar aguas de buena calidad.
- Según el cálculo de la escorrentía en la época de estiaje, se han identificado aguas ácidas y de regular calidad, que son tratadas en conjunto en las plantas de tratamiento de aguas ácidas en un caudal total aproximado de 12.57 l/s mientras que las aguas que se derivan a la quebrada agua potable suma solo 0.84 l/s.



2.2 TEORIAS EXISTENTES RELATIVO AL PROBLEMA DE INVESTIGACION

2.2.1 HIDROLOGIA DE LA CUENCA

2.2.1.1 CUENCA HIDROGRAFICA

Es el área de terreno donde las aguas de escorrentía se distribuyen en una red natural de drenaje, confluyendo luego hacia un colector común o curso principal (Hidrología de Superficie – Oswaldo Ortiz Vera 1994)

La cuenca hidrográfica puede dividirse en espacios definidos por la relación entre el drenaje superficial y la importancia que tiene con el curso principal. El trazo con la red hídrica es fundamental para delimitar los espacios en que se divide una cuenca. A un curso principal llega un afluente secundario, este comprende una subcuenca. Luego al curso principal de una subcuenca llega un afluente terciario, este comprende una microcuenca estando las quebradas que son cauces menores. (Conceptos Básicos de Cuencas – Módulo I – World Vision)

2.2.1.2 PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS

a) Área de la Cuenca

Este factor que dependiendo de la ubicación de la cuenca, tiene importancia efectiva en la hidrografía del sistema. Para cuantificar primero es necesario, delimitar la cuenca, La delimitación de la cuenca se hace respecto a un punto de interés del cauce principal llamado punto emisor, el cual es el punto más bajo de la cuenca. (Hidrología de Superficie – Oswaldo Ortiz Vera 1994)

El área se obtiene mediante el planimetrado de la superficie comprendida entre los límites del perímetro, y se expresa generalmente en Km². (Hidrología de Superficie – Oswaldo Ortiz Vera 1994)



b) Longitud del Cauce

La longitud del cauce es un parámetro asociado con la geometría y tiempo de concentración; en consecuencia expresa de alguna manera el grado de intensidad de la escorrentía directa de la cuenca. Se mide con el curvómetro y se expresa en Km, siendo la distancia en que hay entre el punto emisor y el extremo final del tramo de igual orden que el de la cuenca. (Hidrología de Superficie – Oswaldo Ortiz Vera 1994)

c) Perímetro de la Cuenca

Es la longitud de la curva cerrada correspondiente al divortium aquarum, se expresa generalmente en Km y se determina mediante el curvómetro. (Hidrología de superficie – Oswaldo Ortiz Vera 1994)

d) Parámetros de Forma

▪ **Factor de Forma de Horton**

Parámetro adimensional introducido por Horton que denota el efecto combinado de la cuenca y la configuración neta del drenaje. Se expresa mediante:

$$F = \frac{A}{L^2} \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

F = Factor de Forma

A = Área de la Cuenca

L = Longitud del cauce

(Hidrología de Superficie – Oswaldo Ortiz Vera 1994)

▪ **Índice de Gravelius**

Conocido como coeficiente de Compacidad o de compactación, mide el grado de circularidad de la cuenca y tiene gran influencia en el tiempo de equilibrio del área colectora.



Matemáticamente se expresa como la relación entre el perímetro P de la cuenca y el perímetro πD de un círculo equivalente de igual área A de la cuenca.

$$K_c = \frac{P}{\pi D} = 0.02821PA^{-1/2} \dots\dots\dots (2)$$

Los valores de K_c son mayores que la unidad; cuanto más se acerquen a 1 la cuenca tiende más a la circularidad, esto es que las áreas tienen similar distribución respecto a un punto. Valores mayores que 2 indican que las cuencas son muy alargadas.

Este parámetro adimensional, indicador de la geometría de la cuenca, nos da una idea clara acerca de la escorrentía directa y la forma del hidrograma resultante de una determinada tormenta caída en la cuenca. (Hidrología de superficie – Oswaldo Ortiz Vera 1994)

▪ **Razón de Circularidad**

La razón de circularidad fue introducida por Miller en 1935 y relaciona el área (A) de la cuenca en cuestión con el área de un círculo de igual perímetro (P), viniendo esta variable representada por R_c , de tal forma que:

$$R_c = \frac{4\pi A}{P^2} \dots\dots\dots (3)$$

(Formas de Una Cuenca de Drenaje. Análisis de las Formas Morfométricas que nos la Definen – Monserrat Jardí 1985)



e) **Parámetros Relativos al Relieve**

▪ **Altitud Media**

Está definida por la ordenada media \bar{H} de la curva hisométrica, o sea: (Hidrología de Superficie – Oswaldo Ortiz Vera 1994)

$$\bar{H} = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n H_i A_i \dots \dots \dots (4)$$

▪ **Centro de Gravedad**

Definiremos al centro de gravedad de una cuenca como el punto central de la misma atendiendo exclusivamente a la forma del perímetro (P). Su localización no es inmediata, sino que viene dada por el valor medio de las coordenadas X_i ; Y_i de la superficie de la cuenca.

La posición del centro de gravedad, si es equidistante de la línea del perímetro, nos señalará cierta simetría de la cuenca respecto a un punto central, lo que nos indicará la redondez de la misma. (Formas de Una Cuenca de Drenaje. Análisis de las Formas Morfométricas que nos la Definen – Monserrat Jardí 1985)

▪ **Pendiente del Cauce Principal**

En general, la pendiente del cauce principal varía a lo largo de toda su longitud, siendo necesario usar un método adecuado para estimar una pendiente representativa. El concepto generalizado de que la pendiente es el cociente dado por la diferencia de alturas entre la longitud del cauce es muy inexacto e impreciso. Y para salvar este inconveniente se han desarrollado métodos basados en el perfil longitudinal del río o relieve y considerando una pendiente equivalente.



$$S = \left[\frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{S_i^2}} \right]^2 \dots \dots \dots (5)$$

(Hidrología de Superficie – Oswaldo Ortiz Vera 1994)

f) Tiempo de Concentración

Llamado también tiempo de equilibrio o tiempo de viaje, es el tiempo que toma la partícula hidráulicamente más lejana en viajar hasta el punto emisor. (Hidrología de Superficie – Oswaldo Ortiz Vera 1994).

Para los diversos cálculos que veremos a continuación necesitaremos conocer el tiempo de concentración de la cuenca. Esto puede hacerse por otros procedimientos, pero lo más sencillo es la utilización de fórmulas que proporcionan una aproximación. Para su determinación se utilizaron las conocidas fórmulas de Kirpich, el US Corps Of Engineers y Bransby – Willams. (Hidrología Superficial III – F Javier Sánchez San Román – Dpto Geología- Universidad Salamanca (España))

Fórmula de Kirpich:

$$T_c = 0.06628 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \dots \dots \dots (6)$$

Donde:

Tc = Tiempo de concentración en horas

L = Longitud del cauce principal en Km

S = Pendiente entre altitudes máximas y mínimas del cauce en m/m

Fórmula del US Corps of Engineers

$$T_c = 0.3 \frac{L^{0.76}}{S^{0.19}} \dots \dots \dots (7)$$



Donde:

T_c = Tiempo de concentración en horas

L = Longitud del cauce en Km

S = Pendiente en m/m

Fórmula de Bransby – Willams

$$T_c = 0.2433LA^{-0.1} \frac{L^{-0.1}}{S^{0.2}} \dots\dots\dots(8)$$

2.2.1.3 ANALISIS DE INFORMACION PLUVIOMETRICA

a) Precipitación

Se llama precipitación a toda forma de humedad que llega a la superficie terrestre luego de haberse iniciado en las nubes. Por lo tanto son formas de precipitación: la lluvia, granizadas, nevadas, garúas, escarcha, etc. (Hidrología de Superficie – Oswaldo Ortiz Vera 1994)

b) Pluviometría

Es la medida de la precipitación. Se expresa por el espesor (en milímetros) de una lámina de agua ficticia que quedaría sobre la superficie terrestre de no existir flujo ni pérdidas después de haber hecho contacto con el suelo. (Hidrología de Superficie – Oswaldo Ortiz Vera 1994)

c) Periodo de Retorno

El periodo de retorno de un evento con una magnitud dada puede definirse como el intervalo de ocurrencia promedio entre eventos que igualan o exceden una magnitud especificada, y se expresa:

(Hidrología Aplicada – Ven Te Chow 1988)



$$T = \frac{1}{P(X \geq x_t)} \dots \dots \dots (9)$$

Cada espacio muestral tiene su propia función de distribución o de densidad de probabilidad, que normalmente no se conoce a priori. Cuando de ese espacio se extrae un grupo de datos (muestra) al azar, es razonable esperar que su función de distribución de probabilidad sea similar a la del espacio completo, en particular si la muestra es grande. Además lo más razonable que se puede suponer en cuanto a la frecuencia de cada dato del grupo es que esta sea, dentro del espacio muestral, igual a la observada.

Así m es el número de orden y n el número total de datos y se tiene para un valor de x con un número de orden m.

$$P(X \leq x) = 1 - \frac{m}{n + 1} \dots \dots \dots (10)$$

De las ecuaciones (9) y (10) se obtiene que el periodo de retorno del m-ésimo evento de los n registrados es:

$$T = \frac{n + 1}{m} \dots \dots \dots (11)$$

d) Riesgo de Falla

El criterio de riesgo es la fijación, a priori, del riesgo que se desea asumir por el caso de que la obra llegase a fallar dentro de su tiempo de vida útil, lo cual implica que no ocurra un evento de magnitud superior a la utilizada en el diseño durante el primer año, durante el segundo, y así sucesivamente para cada uno de los años de vida de la obra.



El riesgo de falla admisible en función del periodo de retorno y vida útil de la obra está dada por: (Manual de Hidrología, Hidraulica y Drenaje – Ministerio de Transporte y Comunicaciones 2008)

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n \dots\dots\dots (12)$$

e) Modelos de Distribución

El análisis de frecuencias tiene la finalidad de estimar precipitaciones, intensidades o caudales máximos, según sea el caso, para diferentes periodos de retorno, mediante la aplicación de diferentes modelos probabilísticos, los cuales pueden ser discretos o continuos. (Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje – Ministerio de Transporte y Comunicaciones 2008)

f) Modelo de Gumbel

Supóngase que se tienen N muestras, cada una de las cuales tiene n eventos. Si se selecciona el máximo x de los n eventos de cada muestra, es posible demostrar que, a medida que n aumenta, la función de distribución de probabilidad de x tiende a:

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}} \dots\dots\dots (13)$$

La función de densidad de probabilidad es entonces:

$$f(x) = \alpha e^{-\alpha(x-\beta)-e^{-\alpha(x-\beta)}} \dots\dots\dots (14)$$

Donde α y β son los parámetros de la función, y se estiman como:

$$\alpha = \frac{1.2825}{S} \dots\dots\dots (15)$$

$$\beta = \bar{x} - 0.45 S \dots\dots\dots (16)$$



Para muestras muy grandes, o bien como:

$$\alpha = \frac{\sigma_y}{S} \dots \dots \dots (17)$$

$$\beta = \bar{x} - \frac{\mu_y}{\alpha} \dots \dots \dots (18)$$

Para muestras relativamente pequeñas, donde μ_y y σ_y se muestran en la tabla 1

Tabla 1: Parámetros μ_y y σ_y para el cálculo de α y β de la probabilidad de Gumbel

<i>n</i>	μ_y	σ_y
10	0.4952	0.9496
15	0.5128	1.0206
20	0.5236	1.0626
25	0.5309	1.0914
30	0.5362	1.1124
35	0.5403	1.1285
40	0.5436	1.1413
45	0.5463	1.1518
50	0.5485	1.1607
55	0.5504	1.1682
60	0.5521	1.1747
65	0.5535	1.1803
70	0.5548	1.1854
75	0.5559	1.1898
80	0.5569	1.1938
85	0.5578	1.1974
90	0.5586	1.2007
95	0.5593	1.2037
100	0.5600	1.2065



(Fundamentos de hidrología de superficie – Francisco J. Aparicio Mijares 1989)

g) Prueba de Ajuste de Kolmogorov – Smirnov

Esta prueba consiste en comparar el máximo valor absoluto de la diferencia D entre la función de distribución de probabilidad observada $F_0(x_m)$ y la estimada $F(x_m)$.

$$D = \text{máx}|F_0(x_m) - F(x_m)| \dots \dots \dots 19$$

Con un valor crítico d que depende del número de datos y el nivel de significancia seleccionado (ver tabla 2). Si $D < d$, se acepta la hipótesis nula. Los valores de α que se usan normalmente son del 10, 5 y 1%. El valor de α , en la teoría estadística, es la probabilidad de rechazar la hipótesis nula. La función de distribución de probabilidad observada se calcula como:

$$F_0(x_m) = 1 - \frac{m}{n + 1} \dots \dots \dots (20)$$

Donde m es el número de orden del dato x_m en una lista de mayor a menor y n es el número total de datos.

(Fundamentos de Hidrología de Superficie – Francisco J. Aparicio Mijares 1989)

Tabla 2: Valores críticos d para la prueba Kolmogorov-Smirnov de bondad de ajuste.

Tamaño de la Muestra	$\alpha = 0.10$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$
5	0.51	0.56	0.67
10	0.37	0.41	0.49
15	0.30	0.34	0.40



Tamaño de la Muestra	$\alpha = 0.10$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$
20	0.26	0.29	0.35
25	0.24	0.26	0.32
30	0.22	0.24	0.29
40	0.19	0.21	0.25
n grande	$1.22/\sqrt{n}$	$1.36/\sqrt{n}$	$1.63/\sqrt{n}$

2.2.1.4 ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL

a) Escurrimiento Superficial

Es la componente que fluyendo sobre la superficie del terreno llega al cauce natural, se llama también escorrentía directa y se caracteriza también por tener un tiempo de viaje relativamente pequeño, comparado con el tiempo de viaje que utilizan las otras componentes. (Hidrología de Superficie – Oswaldo Ortiz Vera 1994)

b) Relación Precipitación – Escorrentía

Con frecuencia no suele tenerse registros de información de descargas en el lugar de interés que facilite tener los parámetros de diseño. Generalmente, la información de precipitaciones es más abundante que la de descargas, sin embargo las primeras ofrecen la ventaja de no estar afectadas por el hombre como consecuencia del desarrollo en el aprovechamiento del recurso hídrico en la cuenca. Por ello es sumamente importante y conveniente el conocimiento de metodologías que permiten generar descargas a partir de datos de precipitación y parámetros de la cuenca. (Hidrología de Superficie – Oswaldo Ortiz Vera 1994)



c) Metodologías de Generación de Escorrentía a Partir de Datos de Precipitación

Se han desarrollado diversos métodos que permiten relacionar la escorrentía superficial con la precipitación, es decir, relacionar causa-efecto. Estas relaciones pueden ser desde las más sencillas hasta las más complejas, dependiendo de la cantidad de variables importantes que se incluyan. (Hidrología de Superficie – Oswaldo Ortiz Vera 1994)

d) Método del Hidrograma Unitario Sintético (HUS)

Se han desarrollado gran cantidad de metodologías para la obtención del HUS, desgraciadamente el semiempirismo utilizado reduce o le quita generalidad a dichas metodologías, sin embargo para cuencas sin información constituye una alternativa valiosa de solución. (Hidrología de Superficie – Oswaldo Ortiz Vera 1994)

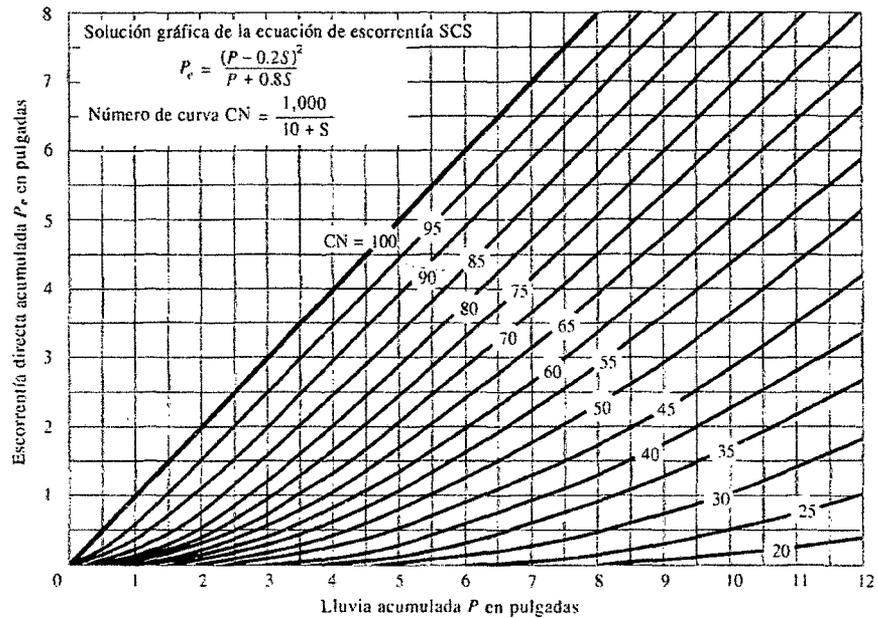
e) Números de Esguerrimiento (Curve Number del Soil Conservation Service - SCS)

Dado que la mayor parte de las cuencas del país no están aforadas, es necesario tener métodos con los que se pueda estimar la lluvia efectiva a partir de la total y las características de la cuenca.

El Natural Resources Conservatios Service NRCS (Ex Soil Conservatios Service-SCS) propone el siguiente método llamado “de los números de esguerrimiento”.

La altura de lluvia total P se relaciona con la altura de lluvia efectiva P_e mediante las curvas mostradas en la figura 1.

Figura 1: Precipitación efectiva vs Precipitación y Número de Curva



Estas curvas se pueden expresar algebraicamente mediante la ecuación (21), que resulta más práctica de usar que la figura 2.1, especialmente para valores P pequeños.

$$P_e = \frac{\left[P - \frac{508}{N} + 5.08 \right]^2}{P + \frac{2032}{N} - 20.32} \dots \dots \dots (21)$$

En la tabla 3 se muestran los valores de N para algunas condiciones. El tipo de suelo se estima tomando como guía la tabla 4, para tomar en cuenta las condiciones iniciales de humedad del suelo, se hace una corrección al número de escurrimiento obtenido de la tabla 5, según la altura de precipitación acumulada 5 días antes de la fecha en cuestión 11_5 , de la siguiente manera:

- Si $11_5 < 2.5\text{cm}$, hacer corrección A.
- Si $2.5 < 11_5 < 5\text{cm}$, no hacer corrección.
- Si $11_5 > 5\text{cm}$, hacer la corrección B.

Las correcciones A y B mencionadas se muestran en la tabla 5.



(Fundamentos de Hidrología de Superficie – Francisco J. Aparicio Mijares 1989)

Tabla 3: Selección de N

<i>Uso de la tierra y Cobertura</i>	<i>Tratamiento del suelo</i>	<i>Pendiente del Terreno en %</i>	<i>Tipo de Suelo</i>			
			<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
<i>Sin Cultivo</i>	<i>Surcos Rectos</i>	-	77	86	91	94
<i>Cultivos en surco</i>	<i>Surcos Rectos</i>	>1	72	81	88	91
	<i>Surcos Rectos</i>	<1	67	78	85	89
	<i>Contorneo</i>	>1	70	79	84	88
	<i>Contorneo</i>	<1	65	75	82	86
	<i>Terrazas</i>	>1	66	74	80	82
	<i>Terrazas</i>	<1	62	71	78	81
<i>Cereales</i>	<i>Surcos Rectos</i>	>1	65	76	84	88
	<i>Surcos Rectos</i>	>1	63	75	83	87
	<i>Contorneo</i>	>1	63	74	82	85
	<i>Contorneo</i>	<1	61	73	81	84
	<i>Terrazas</i>	>1	61	72	79	82
	<i>Terrazas</i>	<1	59	70	78	81
<i>Leguminosas o Praderas con rotación</i>	<i>Surcos Rectos</i>	>1	66	77	85	89
	<i>Surcos Rectos</i>	<1	58	72	81	85
	<i>Contorneo</i>	>1	64	75	83	85
	<i>Contorneo</i>	<1	55	69	78	83
	<i>Terrazas</i>	>1	63	73	80	83
	<i>Terrazas</i>	<1	51	67	76	80
<i>Pastizales</i>	-----	>1	68	79	86	89
	-----	<1	39	61	74	80
	<i>Contorneo</i>	>1	47	67	81	88
	<i>Contorneo</i>	<1	6	35	70	79
<i>Pradera Permanente</i>	-----	<1	30	58	71	78
<i>Bosques Naturales</i>						



<i>Uso de la tierra y Cobertura</i>	<i>Tratamiento del suelo</i>	<i>Pendiente del Terreno en %</i>	<i>Tipo de Suelo</i>			
			<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
<i>Muy Ralo</i>	-----	-	56	75	86	91
<i>Ralo</i>	-----	-	46	68	78	84
<i>Normal</i>	-----	-	36	60	70	77
<i>Espeso</i>	-----	-	26	52	62	69
<i>Muy Espeso</i>	-----	-	15	44	54	61
<i>Caminos</i>						
<i>De Terracería</i>	-----	-	72	82	87	89
<i>Con Superficie Dura</i>	-----	-	74	84	90	92

Tabla 4: Selección del tipo de suelo estimado

<i>Tipo de Suelo</i>	<i>Textura del Suelo</i>
<i>A</i>	<i>Arenas con poco limo y arcilla, suelos muy permeables</i>
<i>B</i>	<i>Arenas finas y limos</i>
<i>C</i>	<i>Arenas muy finas, limos, suelos con alto contenido de arcilla</i>
<i>D</i>	<i>Arcillas en grandes cantidades; suelos poco profundos con subhorizontes de roca sana; suelos muy impermeables</i>

Tabla 5: Valores de corrección de N

<i>N</i>	<i>N Con Corrección A</i>	<i>N Con Corrección B</i>
0	0	0
10	4	22
20	9	37
30	15	50
40	22	60
50	31	70

<i>N</i>	<i>N Con Corrección A</i>	<i>N Con Corrección B</i>
60	40	78
70	51	85
80	63	91
90	78	96
100	100	100

f) Método de Chow

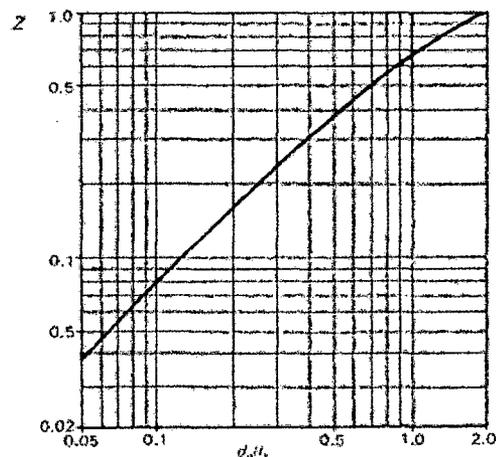
Chow desarrolló un método para el cálculo del gasto pico de hidrogramas de diseño para estructuras de drenaje pequeñas. Este método solo proporciona el gasto pico y es aplicable a cuencas no urbanas con un área menor de 25Km2.

La ecuación está dada por:

$$Q_p = \frac{0.278P_e A}{d_e} Z \dots\dots\dots (22)$$

El factor de reducción de pico Z se calcula según Chow, como una función del tiempo de retraso (tiempo que transcurre del centro de masa de la precipitación al pico del hidrograma) y de la duración en exceso d_e (de la precipitación efectiva) como se muestra en la figura 2.2.

Figura 2: Valores de Z, método de Chow





El tiempo de retraso se calcula, según Chow, como:

$$t_r = 0.005 \left[\frac{L}{\sqrt{S}} \right]^{0.64} \dots \dots \dots (23)$$

Donde:

L= Longitud del Cauce Principal

S= Pendiente en %

t_r = tiempo de retraso en h

(Fundamentos de Hidrología de Superficie – Francisco J. Aparcicio Mijares 1989)

2.2.2 PLANTAS DE TRATAMIENTO

2.2.2.1 REVISION DE EXPEDIENTES TECNICOS

En las microcuencas en estudio se encuentra ubicada la Mina SIPAN, la que ha ejercido sus operaciones desde 1997 hasta 2003, y para controlar la calidad de aguas en base a la legislación peruana cuenta con plantas de tratamiento de aguas ácidas las que se denominan: Planta de Tratamiento de Aguas Ácidas Neutralización Coagulación Dinámica (NCD), estando una de ellas, Planta NCD N° 01, en el interior del campamento, dentro de la Microcuenca de la Quebrada Ojos, y la otra, Planta NCD N° 02, cerca al C.P. Pampa Cuyoc, en la Microcuenca Quebrada Minas; ambas contribuyen a que las aguas provenientes de las microcuencas en estudio sean tratadas; estas Plantas se han elaborado por la Empresa Smallvill S.A.C, de la cual se presenta en la presente Tesis un resumen para conocer sus características principales de las plantas y realizar un estudio de Eficiencia de las Plantas en cuanto a Procedimiento de tratamiento, calidad y cantidad de tratamiento.

Las plantas de Tratamiento que cuenta la Unidad Minera SIPAN únicamente es utilizada para el tratamiento de aguas ácidas provenientes de las estructuras cerradas de la unidad; la Planta de tratamiento NCD 01, hace el tratamiento de las aguas ácidas provenientes del ex PAD, El Depósito de desmonte N°02. La Planta de Tratamiento NCD 02 hace el tratamiento de los Depósitos de Desmonte N° 01 y 03, además de los Tajos Ojos y Minas.

La planta de tratamiento NCD 01 se ha diseñado para realizar el tratamiento efectivo de 45 l/s, inclusive llegando a un máximo de duplicarse su caudal de tratamiento en las condiciones más extremas. Por otro lado la Planta de Tratamiento NCD 02 está diseñada para 75 l/s en condiciones normales, llegando a 100 l/s.

2.2.2.2 DESCRIPCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

La planta NCD consta con las siguientes secciones:

- **Una sección de almacenamiento de aguas ácidas**, que consta de pozas de aguas ácidas en las que se almacenaría las aguas provenientes de las estructuras cerradas de la unidad minera que son generadoras de aguas ácidas.
- **Una sección de alimentación de aguas ácidas**, se realiza con una bomba sumergible inoxidable, Grindex Master N de 45 l/s de capacidad y 10 Hp, desde las pozas de almacenamiento.
- **Una sección de captación de impulsión**, está únicamente para la planta NCD 01 debido a las aguas provenientes del depósito de desmonte N°02 que se encuentra metros debajo de la planta de tratamiento, esta sección consta una capacidad de almacenamiento de 100m³, dos bombas de aguas ácidas de 10 l/s de capacidad y 1630 m de tubería hasta las pozas de almacenamiento.
- **Una sección de almacenamiento de cal**, la cual es el espacio en donde se deposita big bags de cal de 1 tn, además del depósito de floculante.



- **Una sección de preparación y repulpado**, con dos tanques de agitación de 4' x 4' para preparación de pulpa de caliza y de cal y un tanque de 8' x 8' para disolución de cal, ambos con bombas centrífugas que transfieren dichas pulpas de un tanque a otro con caudales en el orden de 2 a 2.2 l/s.
- **Una sección de dosificación de pulpa de caliza y de cal**, con dos tanques de 8' x 8' y bombas peristálticas con una capacidad de 0.35 y 0.22 l/s de pulpas de caliza y cal respectivamente.
- **Una sección de preparación de floculante** en el que se prepara y dosifica una solución de floculante de 1000l/h de capacidad.
- **Una sección e neutralización** con caliza y cal compuesta por dos tanques agitadores de 13' x 18' y uno de 12' x 19' cada uno acondicionado por un motor de 15 Hp.
- **Una sección de sedimentación** con un sedimentador de alta capacidad Outotec de 6.5m de diámetro que descargará el agua tratada por gravedad hasta una poza de clarificación mientras que los lodos generados serán conducidos hasta la poza ubicada en el Ex Pad por dos líneas paralelas de bombeo cada una con dos bombas peristálticas instalados en serie.
- **Una sección de almacenamiento de agua tratada**, que consta de una poza de clarificación en la que se almacenará el rebose del sedimentador antes de su disposición final en la quebrada, complementando así la clarificación del agua tratada.
- **Una sección de almacenamiento de lodos**, con la poza Ex Pad de 13 634m² de extensión que está ubicada en la parte superior del antiguo Pad de Lixiviación, y será el destino final de los lodos generados en las plantas de tratamientos.
- **La casa de fuerza**, adyacente a la sección de neutralización, albergando transformadores y tableros de energía que se suministra para la planta.



2.2.2.3 CONTROL DE CAUDALES DE INGRESO

Se registra los ingresos de los caudales a las plantas de tratamiento son en total cuatro, dos de las cuales realizan un tratamiento simple basado en un tanque agitador en la que se mezcla la cal, pasando posteriormente a una poza de sedimentación y luego de ser sedimentada es enviada al medio ambiente. Y dos plantas que se realiza el tratamiento con el método NCD, explicado anteriormente y de los cuales se ha analizado su expediente técnico y brindado una descripción previa.

El control de caudales de las plantas lo ha realizado la mina Sipán y han sido proporcionados para el presente estudio.

2.2.3 GEOLOGIA DE LA CUENCA

2.2.3.1 GEOLOGIA GENERAL

La Geología es la ciencia que estudia el planeta tierra en su conjunto, describe los materiales que la forman para averiguar su historia y su evolución e intenta comprender la causa de los fenómenos endógenos y exógenos. (Manual de Geología para Ingenieros – Gonzalo Duque Escobar 2003)

2.2.3.2 ESTRATIGRAFIA

La estratigrafía es esencialmente el estudio de la historia de la tierra tal como ha quedado registrada hasta hoy en las rocas estratificadas. Incluye esta historia grandes episodios de construcción de montañas, procesos magmáticos y metamorfismo de rocas. (Manual de Geología para Ingenieros – Gonzalo Duque Escobar 2003)

a) Grupo Calipuy (Ti-vca)

El grupo Calipuy consiste de aproximadamente 2000 m de lavas ácidas a intermedias y Piroclásticas que suprayacen a la pronunciada



discordancia de las unidades mesozoicas depositadas en la cuenca peruana occidental.

El grupo Calipuy comúnmente, aunque no invariablemente, contiene un horizonte de conglomerado o cantos rodados en la base, compuestos de fragmentos bien redondeados de caliza y cuarcita, de origen local y con menores cantidades de material volcánico. En general el grupo Calipuy yace discordantemente sobre las unidades del cretáceo superior en el este y con pronunciada discordancia angular sobre formaciones más antiguas al oeste, indicando que la intensidad de los movimientos prevolcánicos se incrementaron hacia el oeste. Hacia arriba, continua con lavas predominantemente Andesíticas y Piroclásticos de tonos verdosos y púrpura.

En el norte del Perú, el grupo Calipuy ha sido subdividido en dos unidades. La formación Llama es el equivalente a la parte inferior del grupo, mientras que la formación Proculia representa el Calipuy superior. Las dos formaciones están marcadas por una marcada fase de fallamiento, de tal modo que la formación Proculia yace generalmente sobre unidades tan antiguas como las del paleozoico inferior. (Estudio Geológico de la Cordillera Occidental del Norte del Perú – J. Cobbing; W. Pitcher; J. Wilson; J. Baldock; W. Taylor; W. MacCourt; N. J. Spelling 1961)

b) Volcánico Llama: (Ti-vii)

Constituye la unidad inferior del grupo Calipuy y está integrado principalmente por una potente secuencia de volcánicos, que en su base presenta un conglomerado basal de color rojizo y sobre él, capas de derrames y tobas andesíticas moradas a violáceas que cuando se hallan intemperizadas adquieren un color marrón oscuro. En general la secuencia consiste principalmente de andesitas y brechas andesíticas, aunque en forma subordinada ocurren dacitas y riódacitas. La



formación comúnmente se halla estratificada en capas de medianas a gruesas. (Plan de Cierre de Mina Sipán – Walsh 2006).

c) Depósitos fluvioglaciares: (Qp-fg)

Los depósitos fluvioglaciares generalmente se presentan cerca de las antiguas áreas de glaciación, y se desplazan hasta altitudes aproximadas de 3500 metros sobre el nivel del mar, eventualmente, conforman área de bofedales o de mal drenaje. (Plan de Cierre de Mina Sipán – Walsh 2006)

Estos depósitos corresponden a los antiguos frentes de fusión de glaciares cuaternarios, que redepositaban los materiales arrastrados por los hielos, dejando una cobertura de materiales principalmente finos, de limos, arenas y grava fina, que muestran una escasa selección de sus componentes, estratificación incipiente y un espesor de 10 a 15 metros. (Plan de Cierre de Mina Sipán – Walsh 2006)

d) Depósitos Coluviales: (Qr-co)

Son materiales transportados por gravedad, la acción del hielo, deshielo y, principalmente, por el agua. Su origen es local, producto de la alteración in-situ de las rocas y posterior transporte como derrumbos de ladera. Su composición depende de la roca de la que proceden, estando formado por fragmentos angulares y heterométricos, generalmente de tamaño grueso, englobados en una matriz limo arcillosa. (Manual Instructivo para el Levantamiento de Suelos en Base al enfoque territorial para los Procesos de Macro, Meso y Microzonificación cológica Económica – 2010)

2.2.3.3 GEOLOGIA HISTORICA

La historia geológica de la región es el resultado de los diversos eventos geotectónicos por los cuales ha pasado. Se inicia con la deposición en una cuenca oscilante de los materiales sedimentarios y volcánico-sedimentarios del cretáceo que afloran muy cerca de las cuencas de



estudio; luego de esta etapa sedimentaria, ocurre durante el cretáceo tardío el primer evento del ciclo geotectónico andino (fase Peruana) que levanta a niveles moderados el bloque rocoso andino. (Plan de Cierre de Mina Sipán – Walsh 2006)

En el pleistoceno como consecuencia de las oscilaciones climáticas se producen las grandes glaciaciones mundiales de las cuales las dos últimas han sido reconocidas en el país, estas glaciaciones han dado lugar a un característico modelado del relieve, en territorios ubicados por encima de los 3 800 msnm. Las glaciaciones tuvieron también notables consecuencias indirectas en las zonas bajas, habiendo condicionado períodos de lluvias más intensos, que los que actualmente existen. Dichas lluvias “abarrancaron” los relieves agrestes de la Cordillera Occidental, dejando asimismo una gruesa cobertura coluvial en la base de las vertientes. (Plan de Cierre de Mina Sipán – Walsh 2006)

2.2.3.4 TECTONICA

a) Tectónica de Placas

El origen de la mayoría de los sismos es explicado satisfactoriamente por la teoría de la Tectónica de Placas. La validez de la teoría de la tectónica de placas recibió un fuerte apoyo de los datos sísmicos reunidos a través de los años mediante la red sísmica mundial, que fue establecida hacia el final de la década de 1950. (Texto Guía de Ingeniería Antisísmica – Ivan R. Goytia Torrez, Rolando Villanueva Inca 2001)

b) Fallas y Pliegues Geológicos

Las fallas son fracturas en las cuales ha tenido lugar el desplazamiento relativo de los lados de la ruptura. La longitud de las fallas puede alcanzar desde varios metros hasta cientos de kilómetros y extenderse desde la superficie a varias decenas de kilómetros de profundidad.



La presencia de fallas en la superficie no necesariamente implica que el área tiene actividad sísmica, así como la inexistencia de las mismas no implica que el área sea asísmica, que muchas veces las fracturas no alcanzan a aflorar a la superficie. (Texto Guía de Ingeniería Antisísmica – Ivan R. Goytia Torrez, Rolando Villanueva Inca 2001)

Los pliegues son arrugas producidas en las rocas mientras se encuentran en su estado plástico, sus dimensiones van de centímetro a varios kilómetros. Los pliegues se producen preferentemente en los bordes compresivos de las placas, es decir, en las zonas de subducción, y en general a importante profundidad, presentando anticlinales y sinclinales. (Manual de Geología para Ingenieros – Gonzalo Duque Escobar 2003)

2.2.3.5 SISMICIDAD

El Perú se localiza entre las regiones de más alta actividad sísmica que existe en la Tierra, principalmente por encontrarse dentro del cinturón circumpacífico o cinturón de fuego del pacífico, que conforma una de las zonas sísmicas más activas del mundo. (Estudio de Impacto Ambiental Parque Eólico Tres Hermanas – Walsh 2012)

Dado que los sismos de la región se originan en las fricciones corticales debidas a la subducción de la placa oceánica bajo la continental, resulta que a igualdad de condiciones los sismos resultan más intensos en las regiones costeras, decreciendo generalmente hacia la sierra y selva, donde la subducción y fricción cortical es paulatinamente más profunda. Las zonas alejadas del oriente amazónico, sufren de pocos eventos sísmicos precisamente por la gran profundidad en que se produce la subducción bajo esta región, en comparación a lo que ocurre en la costa. (Plan de Cierre de Mina Sipán – Walsh 2006)

2.2.3.6 CONDICIONES HIDROGEOLOGICAS

Las condiciones hidrogeológicas del área de estudio están influenciadas por su ubicación altitudinal en el frente occidental andino y por la



topografía, porosidad, permeabilidad y estructuras del substrato rocoso, así como por el grado de precipitaciones atmosféricas que ocurren en las partes altas de las cuencas, muy variadas en función a la altitud.

Los numerosos estudios realizados sobre las variaciones de la Precipitación Total Anual en función a la altitud, arrojan que las precipitaciones dentro del área de estudio, que se halla sobre los 3 000 metros de altitud varían entre 250 y 300 mm. En cuanto a las descargas hidrológicas, las mismas fuentes revelan que éstas están concentradas entre los meses de enero a abril, período en que discurre el 75% del volumen anual de las aguas. La mayor parte de las precipitaciones son drenadas por el río Yanahuanga y quebradas afluentes, y debido a la escasa permeabilidad de las rocas volcánicas andesíticas, la alimentación por infiltración de las aguas de lluvia al interior de los macizos rocosos es escasa, salvo en las zonas fisuradas por diaclasamiento o fallamiento. (Plan de Cierre de Mina Sipán – Walsh 2006)

2.2.4 SUELOS Y CAPACIDAD DE USO MAYOR

2.2.4.1 DESCRIPCION DE LOS SUELOS

a) Fases por Pendiente:

Está en función de la gradiente (entendida como la inclinación de la superficie del suelo a la horizontal), longitud y aspecto; y tiene una importante influencia sobre la cantidad, tipo de escurrimiento y sedimentación asociado a la esorrentía. (Manual Instructivo para el Levantamiento de Suelos en Base al Enfoque Territorial, para los Procesos de Macro, Mezo y Microzonificación Ecológica Económica – MINAM 2010)



b) Taxonomía de Suelos:

El instrumento oficial para la clasificación de suelos de los horizontes del suelo señalado en el D.S. 033-85-AG (Actual D.S. 013-2010-AG), reglamento para la ejecución del levantamiento de suelos, siendo un sistema básico de clasificación de suelos para la toma e interpretación de estudios de suelos. (Manual Instructivo para el Levantamiento de Suelos en Base al Enfoque Territorial, para los Procesos de Macro, Mezo y Microzonificación Ecológica Económica – MINAM 2010)

c) Orden:

Categoría que agrupa a suelos diferenciados por la presencia o ausencia de horizontes diagnósticos, o por características que expresen las diferencias en el grado y la clase de los procesos de formación. (D.S 013-2010- AG)

d) Sub Orden:

Categoría que agrupa los suelos según su homogeneidad genética. Se establece mediante la subdivisión de órdenes, en base a la presencia o ausencia de características asociadas con humedad, regímenes de humedad, temperatura, material parental y, estado de la descomposición de la vegetación en caso de los histosols. (D.S 013-2010- AG)

e) Gran Grupo:

Categoría que agrupa los suelos que tienen en común las siguientes propiedades:

- *Estrecha similitud en la clase, arreglo y grado de expresión en sus horizontes,*
- *Estrecha similitud en los regímenes de humedad y temperatura*
- *Presencia o ausencia de las capas de diagnóstico (fragipán, duripán, etc)*



- *Similitud en el nivel de saturación de bases.*

(D.S 013-2010- AG)

f) Sub Grupo:

Categoría que agrupa suelos que tienen propiedades, que aunque aparentemente subordinadas, aún son rasgos de procesos importantes de desarrollo edáfico. (D.S 013-2010- AG)

g) Consociación:

Es u a unidad cartográfica que tiene un solo componente de forma dominante, el cual puede ser suelo o área miscelánea. Las consociaciones son nominadas por el nombre del suelo o área miscelánea que domina la unidad del mapa, anteponiendo la palabra consociación. (D.S 013-2010- AG)

h) Tierras Misceláneas:

Son unidades esencialmente no edáficas, que pueden o no soportar algún tipo de vegetación, debido a factores desfavorables que presenta, como por ejemplo, una severa erosión activa, lavaje por intensa escorrentía superficial, condiciones desfavorables del suelo, o actividades del hombre. (D.S 013-2010- AG)

i) Andisol:

Los andisoles tienen un alto potencial para la producción agrícola, pero muchos de ellos no se usan hasta su capacidad, los andisoles generalmente son suelos, particularmente los andisoles son ceniza volcánica intermedia o básica y no expuestos a lavado excesivo, la fuerte fijación de fosfatos es un problema causada por el Aluminio y Hierro Libres. (Base Referencial Mundial del Recurso Suelo – FAO 2006)



j) Epipedón:

Es un horizonte que se forma en o cerca de la superficie del suelo y en el cual, la mayor parte de la roca ha sido destruida. Está oscurecido por la materia orgánica o muestra evidencias de eluviacion. (Clasificación y Taxonomía del Suelo – Arnulfo Encina, Alcira Valdez 2011)

k) Aquands:

Es uno de los Sub orden del Andisol, el cual tiene en años normales, una temperatura media anual del suelo de 0°C o más fría y una temperatura media de verano del suelo que de 8°C. (Claves para la Taxonomía del Suelo – Servicio de Conservación de Recursos Naturales 2006)

l) Cryaquands:

Es el gran grupo del Aquands, y tienen en la mitad o mas de cada pedón, un horizonte plácico, dentro de los 100 cm desde la superficie del suelo mineral o de la parte superior de una capa orgánica con propiedades ándicas del suelo, cualquiera que esté más somera. (Claves para la Taxonomía de Suelos – Servicio de Conservación de recursos Naturales 2006)

m) Cryaquands Lítico:

Es el Sub grupo del Cryaquands y son los que tienen un contacto lítico dentro de los 50 cm. Desde la superficie del suelo mineral o de la parte superior de una capa orgánica con propiedades ándicas de suelo, cualquiera que esté más somera. ((Claves para la Taxonomía de Suelos – Servicio de Conservación de recursos Naturales 2006)

n) Cryaquands Tipico:

Otros Cryaquands, siendo este un sub grupo del Cryaquands. (Claves para la Taxonomía de Suelos – Servicio de Conservación de recursos Naturales 2006)

Para el mapeo de suelos se ha determinado fases por pendiente, cuyas clases y rangos se presentan en el cuadro 1; Por razones prácticas, para su identificación se ha convenido en denominar a los suelos con un nombre local (Sipán), en el cuadro 2; se muestra la clasificación natural de los suelos con su respectiva correlación con la clasificación FAO y D.S. 013-2010-AG. En el cuadro 3, se muestra la superficie en consociación.

Cuadro 1.- Fases por pendiente

Símbolo	Rango de pendiente (%)	Descripción
A	0 – 3	Plana a ligeramente inclinada
B	3 – 8	Moderadamente inclinada
C	8 – 16	Fuertemente inclinada
D	16 – 30	Moderadamente empinada
E	30 – 60	Empinada
F	> 60	Extremadamente empinada

Fuente: Manual Instructivo para el Levantamiento de Suelos en base al enfoque territorial para los Procesos de Macro, Mezo y Microzonificación Ecológica Económica – MINAM 2010

Cuadro 2: Clasificación Natural de los Suelos

SOIL TAXONOMY (1994)				FAO (1994)	Nombre Común de los Suelos
Orden	Sub orden	Gran grupo	Sub grupo	Unidad	
Andisol	Aquands	Cryaquands	Cryaquands Típico	Andisol	Sipán
			Cryaquands Lítico	Andisol	Sipán



Fuente: Claves para la Taxonomía de Suelos – Servicio de Conservación de recursos Naturales 2006

Cuadro 3: Superficie de las Unidades de Suelo (Consociaciones)

Unidades	Símbolo
SIPAN	Sipán/A
	Sipán/B
	Sipán/C
	Sipán/D
	Sipán/E
	Sipán/F
TIERRAS MISCELANEAS	M
TOTAL	

2.2.4.2 DESCRIPCIÓN DE LA CAPACIDAD DE USO MAYOR

a) Interpretación de la Capacidad de Uso Mayor

La Capacidad de Uso Mayor (CUM) correspondiente a cada unidad de tierra, es determinada mediante la interpretación cuantitativa de las características edáficas, climática, (zonas de vida) y de relieve, los que intervienen de forma conjugada. (D.S. N°017-2009-AG)

b) Definición de la Capacidad de Uso Mayor

La Capacidad de uso de un suelo se expresa en la aptitud natural para producir de forma constante, bajo tratamiento continuo y usos específicos. (D.S. N°017-2009-AG)

c) Categorías del Sistema de Clasificación de Tierras Según su Capacidad de Uso Mayor

El sistema de Clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor está conformado por tres categorías de uso: Grupo de Capacidad de Uso



Mayor, Clase de Capacidad de Uso Mayor, y Sub Clase de Capacidad de Uso Mayor. (D.S. N°017-2009-AG)

d) Grupo de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras.

Esta Categoría Representa la más alta abstracción del sistema, agrupa a las tierras de acuerdo a su máxima vocación de uso, es decir, a tierras que presentan características y cualidades similares en cuanto a su aptitud natural para la producción sostenible, de cultivos en limpio, cultivos permanentes, pastos, producción forestal, y las que no reúnen estas condiciones son consideradas tierras de protección. (D.S. N°017-2009-AG)

e) Tierras Aptas Para Cultivo en Limpio (A)

Reúne a las tierras que presentan características climáticas, de relieve y edáficas para la producción de cultivos en limpio que demanden remociones o araduras periódicas y continuadas del suelo. Estas tierras, debido a sus características ecológicas, también pueden destinarse a otras alternativas de uso, ya sea cultivos permanentes, pastos, producción forestal y protección. (D.S. N°017-2009-AG)

f) Tierras Aptas Para Cultivos Permanentes (C)

Reúne a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para la producción de cultivos que requieren la remoción periódica y continuada del suelo (cultivos en limpio), pero permiten la producción de cultivos permanentes, ya sean arbustivos o arbóreos (frutales principalmente). Estas tierras, también pueden destinarse, a otras alternativas de uso ya sea producción de pastos, producción forestal. (D.S. N°017-2009-AG)



g) Tierras Aptas Para Pastos (P)

Reúne a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para el cultivo en limpio, ni permanentes, pero si para la producción de pastos naturales o cultivados que permitan el pastoreo continuado o temporal, sin deterioro de la capacidad productiva del recurso suelo. Estas tierras según su condición ecológica (zona de vida), podrán destinarse también para producción forestal o protección cuando así convenga. (D.S. N°017-2009-AG)

h) Tierras Aptas Para Producción Forestal (F)

Agrupar a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para cultivos en limpio, permanentes, ni pastos, pero, si para la producción de especies forestales maderables. Estas tierras también pueden destinarse, a la producción forestal no maderable o protección cuando así convenga. (D.S. N°017-2009-AG)

i) Tierras de Protección (X)

Están constituidas por tierras que no reúnen las condiciones edáficas, climáticas ni de relieve mínimas requeridas para la producción sostenible de cultivos en limpio, permanentes, pastos, o producción forestal. En ese sentido, las limitaciones o impedimentos tan severos de orden climático, edáfico y de relieve determinan que esas tierras sean declaradas de protección.

En este grupo se incluyen, los escenarios glaciáricos (nevados), formaciones líticas, tierras con cárcavas, zonas urbanas, zonas mineras, playas de litoral, centros arqueológicos, ruinas, cauces de ríos y quebradas, cuerpos de agua (lagunas) y otros no diferenciados, las que según su importancia económica pueden ser destinadas para producción minera, energética, fósiles, hidrenergía, vida silvestre, valores escénicos y culturales, recreativos, turismo,



científico y otros que contribuyen al beneficio del Estado, social y privado. (D.S. N°017-2009-AG)

j) Clase de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras

Es el segundo nivel categórico del presente sistema de clasificación de tierras. Reúne a unidades de suelos tierra según su calidad agrológica dentro de cada grupo. Un grupo de capacidad de uso mayor reúne numerosas clases de suelos que presentan una misma aptitud o vocación de uso general, pero, que no tienen una misma calidad agrológica ni las mismas limitaciones, por consiguiente, requiere de prácticas de manejo específicas de diferente grado de intensidad. (D.S. N°017-2009-AG)

La calidad agrológica viene a ser la síntesis de las propiedades de fertilidad, condiciones físicas, relaciones suelo agua, las características de relieve y climáticas, dominantes y representa el resumen de la potencialidad del suelo para producir plantas específicas o secuencias de ellas bajo un definido conjunto de prácticas de manejo. (D.S. N°017-2009-AG)

*De esta forma se han establecido tres clases de calidad agrológica: alta, media y baja. La **clase de calidad alta (1)** comprende las tierras de mayor potencialidad y las que requieren prácticas de manejo y conservación de suelos de menor intensidad. La **clase de calidad baja (3)** reúne a las tierras de menor potencialidad dentro de cada grupo de uso, exigiendo mayores y más intensas prácticas de manejo y conservación de suelos para la obtención de una producción económica y continuada. La **clase de calidad media (2)** corresponde a las tierras con algunas limitaciones y que exigen prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos. Las tierras de protección no se clasifica en ninguna clase. (D.S. N°017-2009-AG)*



k) Sub-Clase de Capacidad de Uso Mayor de Tierras

*Constituye la tercera categoría del presente sistema de clasificación de tierras, establecida en función a factores limitantes, riesgos y condiciones especiales que restringen o definen el uso de las tierras. La subclase de capacidad de uso, agrupa tierras de acuerdo al **tipo de limitación** o problema de uso. Lo importante en este nivel categórico es puntualizar la deficiencia o condiciones más relevantes como causal de la limitación del uso de las tierras. (D.S. N°017-2009-AG)*

En el sistema elaborado, han sido reconocidos seis tipos de limitación fundamentales que caracterizan a las subclases de capacidad: Limitación por suelo (s), limitación por sales (l), limitación por topografía – riesgo de erosión (e), limitación por drenaje (w), limitación por riesgo de inundación (i), limitación por clima (c); además en el sistema también se reconocen tres condiciones especiales que se caracterizan la subclase de capacidad: Uso temporal (t), terraceo o andenería (a), y por riesgo permanente o suplementario (r).(D.S. N°017-2009-AG)

2.2.5 HIDROQUIMICA

La administración del agua y de sus bienes asociados la ejerce de manera exclusiva la Autoridad Nacional del Agua, los gobiernos regionales y locales participan a través de Consejos de Recursos Hídricos de Cuenca y de conformidad con sus respectivas leyes orgánicas, así mismo participan los Usuarios organizados en la forma que señala la ley 29338. (Ley de recursos hídricos y su reglamento)

Dentro de la legislación nacional, el recurso hídrico está protegido por:

- Ley de recursos hídricos, Ley 29338, que deroga a la ley general de aguas, esta ley regula el uso y gestión de los recursos hídricos, los que



comprende: el agua superficial, subterránea, continental y bienes asociados a ésta y se extiende el agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable.

- Ley general del ambiente, Ley 28611, en numeral 1° del artículo 31°, Define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como medida que establece el nivel de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no presenta riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.
- Ley de Recursos Hídricos, Ley 29338, Artículo 79°, establece que la Autoridad Nacional del Agua autoriza el vertimiento del agua residual tratada a un cuerpo natural de agua continental o marina, previa opinión técnica favorable de las autoridades ambiental y de salud sobre el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles.
- Mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, se aprobaron los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental Para Agua, estableciéndose en su única disposición complementaria Transitoria, que el Ministerio del Ambiente – MINAM, dictará las normas para su implementación.
- Mediante Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, se aprobaron las disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) Para Agua.

El ministerio del ambiente ha elaborado el proyecto de disposiciones para la implementación de los Estándares de Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA), el cual fue sometido a consulta pública mediante publicación efectuada en el diario oficial El Peruano.



Para la implementación se ha tenido en consideración las siguientes precisiones de las categorías de los ECA para agua.

CATEGORÍA 1. POBLACIONAL Y RECREACIONAL

- Sub Categoría A. Aguas Superficiales Destinadas a la Producción de Agua Potable.

○ A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

Son aquellas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con desinfección, de conformidad con la norma vigente.

○ A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

Son aquellas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con tratamiento convencional, que puede estar conformado por los siguientes procesos: Decantación, Coagulación, Floculación, Sedimentación. y/o Filtración, o métodos equivalentes; además de la desinfección de conformidad con lo señalado en la normativa vigente.

○ A3. Aguas que pueden ser potabilizados con tratamiento avanzado

Son aquellas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano que incluya tratamiento físico y químico avanzado como pre-cloración, micro-filtración, ultra-filtración, nano-filtración, carbón activado, ósmosis inversa o método equivalente; que sea establecido por el sector competente.

- Sub Categoría B. Aguas Superficiales Destinadas Para Recreación

○ B1. Contacto primario

Son las aguas superficiales destinadas al uso recreativo de contacto primario por la autoridad de salud, incluyen actividades como natación, esquí acuático, buceo libre, surf, canotaje, navegación en tabla a vela, mota acuática, pescas submarinas o similares.



○ **B2. Contacto secundario**

Son las aguas superficiales destinadas al uso recreativo por la autoridad de Salud, incluyen actividades como deportes acuáticos con botes, lanchas o similares.

CATEGORIA 2. ACTIVIDADES MARINO COSTERAS

- **Sub Categoría C1. Extracción y Cultivo de Moluscos Bivalvos**

Son las aguas donde se extrae o cultivan los moluscos bivalvos, definiéndose por moluscos bivalvos a los lamelibranquios que se alimentan por filtración, tales como ostras, almejas, choros, navajas, manchas, conchas de abanico, palabritas, mejillones y similares; se incluyen a los gasterópodos como el caracol, lapa; equinodermos como estrellita de mar y tunicados.

- **Sub Categoría C2. Extracción y Cultivo de Otras Especies Hidrobiológicas**

Son las aguas destinadas a la extracción o cultivo de otras especies hidrobiológicas para el consumo humano directo e indirecto, comprende a los peces y las algas comestibles.

- **Sub Categoría C3. Otras Actividades**

Son las aguas destinadas para actividades diferentes a las precisadas en las sub-categorías C1 y C2, tales como tránsito comercial marítimo, infraestructura marítima portuaria y de actividades industriales.

CATEGORIA 3. RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES

- **Vegetales de Tallo Bajo**

Son las aguas utilizadas para el riego de plantas, frecuentemente de porte herbáceo y de poca longitud de tallo, que usualmente tienen un sistema radicular difuso o fibroso poco profundo. Ej. Ajo, Lechuga, Fresa, Col, repollo, apio, arvejas y similares.



- **Vegetales de Tallo Alto**

Son las aguas para el riego de plantas, de porte arbustivo o arbóreo, que tienen una mayor longitud de tallo. Ejemplos, árboles forestales, árboles frutales, entre otros.

- **Bebida de Animales**

Son las aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno, ovino, porcino, equino o camélido, y para animales menores como ganado caprino, cuyes, aves y conejos.

CATEGORIA 4. CONSERVACION DEL MEDIO ACUATICO

Son aquellos cuerpos de agua superficiales, cuyas características requieren ser preservadas por formar parte de ecosistemas frágiles o áreas naturales protegidas y sus zonas de amortiguamiento.

- **Lagos y Lagunas**

Comprenden todas las aguas que no presentan corriente continua, corresponden a aguas en estado lentic, incluyendo humedales.

- **Ríos**

Incluyen todas las aguas que se mueven continuamente en una misma dirección. Existe por consiguiente un movimiento definido y de avance irreversible; corresponde a aguas en estado lótico.

○ **Ríos de la costa y sierra**

Son aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la vertiente hidrográfica del Pacífico y del Titicaca, y en la vertiente oriental de la cordillera de los Andes.

○ **Ríos de la selva**

Son aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la vertiente oriental de la cordillera de los Andes; en las zonas meándricas.



- **Ecosistemas Marino Costeros**

○ **Estuarios**

Son las zonas en donde las agua de mar ingresa en valles o cauces de ríos, hasta el límite superior del nivel de marea; incluye marismas y manglares.

○ **Marinos**

Son las zonas del mar, comprendido desde los 500 m de la línea paralela de baja marea hasta el límite marítimo nacional.

No se encuentran comprendidas dentro de las categorías señaladas, las aguas marinas con fines de potabilización, las aguas subterráneas, las aguas de origen minero – medicinal, aguas geotermales, aguas atmosféricas; y las aguas residuales tratadas para reúso.

2.2.6 CIERRE DE MINA

2.2.6.1 Cierre de Mina

Es un conjunto de actividades a ser implementadas en una mina, o componentes de una mina, que varían desde la preparación de un plan inicial hasta la ejecución de actividades de post-minado, con el fin de cumplir objetivos ambientales y sociales específicos. El cierre normalmente incluye la implementación de diferentes medidas tales como el desmantelamiento de instalaciones, estabilización física y química, recuperación y rehabilitación de suelos, revegetación y rehabilitación de hábitats acuáticos.

El cierre de mina incluye todas aquellas actividades, empezando con la preparación del plan de cierre inicial, culminación de actividades del cierre progresivo durante la operación, investigación del cierre durante la operación para determinar las técnicas óptimas y económicamente eficientes para que formen parte del plan de cierre final, ejecución de actividades de cierre final y actividades post-cierre, según se hayan identificado en el plan de cierre final. (Guía



Para la Elaboración y Revisión de Planes de Cierre de Minas – MEM
2002)

2.2.6.2 Cierre Temporal

Como resultado de las circunstancias económicas u operacionales, es posible que las actividades mineras y/o de procesamiento puedan cesar y que la operación cierre en forma temporal. Por ejemplo, las operaciones mineras pueden ser descontinuadas esperando la recuperación de los precios de los metales.

Un cierre temporal de esta naturaleza es normalmente planificado y asume que la operación se reiniciará. El proceso de cuidado y mantenimiento incluye la preparación e implementación inmediatas de un detallado plan de cuidado y mantenimiento, tomando en cuenta el potencial para operaciones futuras en el sitio. Además, se debería tomar en consideración los impactos sociales en el cierre temporal y las medidas implementadas para mitigar estos impactos.

Los objetivos del cierre temporal son diferentes a los objetivos del cierre final debido a que, por definición, el cierre temporal no es una condición permanente y existe la posibilidad de que la mina regrese a una condición de operación. Los objetivos de un cierre temporal normalmente se enfocan en asuntos de seguridad e higiene, así como la estabilización física y química. Un cierre temporal ocasionará una revisión del plan de cierre, cuya implementación será requerida si las circunstancias continúan adversas para el reinicio de la operación. (Guía Para la Elaboración y Revisión de Planes de Cierre de Minas – MEM 2002)

2.2.6.3 Cierre Progresivo

El cierre progresivo es un escenario que ocurre durante la etapa de operación de un proyecto minero cuando, como resultado de las condiciones operacionales del proyecto (y como una consecuencia directa de aplicar el principio de diseño para el cierre), un



componente o parte de un componente del proyecto es sometido a actividades de cierre tales como desmantelamiento, recontorneo o revegetación. Las actividades de cierre progresivo están diseñadas para cumplir los objetivos ambientales y sociales específicos y deben ser descritas en los planes de cierre inicial y final. (Guía Para la Elaboración y Revisión de Planes de Cierre de Minas – MEM 2002)

2.2.6.4 Cierre Final

El cierre final es iniciado cuando, como resultado del agotamiento de los recursos minerales económicos, las operaciones de minado y de procesamiento son cesadas. El cierre final incluye la ejecución del cierre y de las medidas definidas en el plan de cierre final para cumplir con los objetivos ambientales y sociales específicos. La implementación de las actividades de cierre presentadas en el plan de cierre final comprende el desarrollo de los diseños de ingeniería requeridos para el desmantelamiento, demolición y /o salvamento, estabilización física y geoquímica, recontorneo del terreno, revegetación, rehabilitación de hábitats acuáticos, reconversión laboral, provisiones para servicios esenciales a la comunidad, propiedad y acceso a tierras, etc.

El cierre final de la mina es seguido por un programa de mantenimiento y monitoreo post-cierre que es desarrollado para medir la efectividad del cierre. En la mayoría de casos se requerirá el cuidado y mantenimiento post-cierre para mantener la estabilidad y seguridad de un emplazamiento minero cerrado. El plan de cierre final debe indicar explícitamente que tipo de cuidado y mantenimiento post-cierre será requerido. En otros casos es posible que se establezcan condiciones donde el cuidado y mantenimiento ya no sean requeridos después de un cierto periodo de tiempo. Si esta condición ideal de “abandono técnico” es lograda, entonces el sitio puede ser abandonado.



En el caso de un cierre repentino y no planeado, se necesitará implementar un proceso de cierre acelerado. Esto incluye la preparación inmediata y la presentación de un plan de cierre final (basado en la más reciente actualización del plan de cierre inicial) para ser revisado por la autoridad ambiental y obtener la aprobación e implementación de las actividades del plan de cierre final. (Guía Para la Elaboración y Revisión de Planes de Cierre de Minas – MEM 2002)

2.3 FORMULACION DE LA HIPOTESIS

2.3.1 Hipótesis

La Mina Sipán ubicado en las Microcuencas Quebradas Minas y Ojos, luego de su explotación y actual cierre de mina, sus efluentes genera un nivel de contaminación mayor al establecido en los Estándares de Calidad Ambiental Categoría III: Riego de Vegetales y Bebida de Animales.

2.3.2 Variables

2.3.2.1 Variables Independientes

- Efluentes de la Mina Sipán.

2.3.2.2 Variables Dependientes

- Actividad minera
- Estándares de Calidad Ambiental Categoría III, Riego de vegetales y bebida de animales.

2.3.2.3 Ámbito de Referencia

- Microcuencas Quebradas Minas y Ojos, Mina SIPAN



CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION



CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION

La presente tesis es del tipo no experimental por tratarse de parámetros conocidos y de valores ya establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental del DS 002-2008-MINAM además las muestras son tomadas en el campo siendo estos parámetros reales.

La tesis es una investigación con un diseño Hipotético-Deductivo, por las razones de iniciar la investigación desde similares problemas que se presentan en la ciudad de Cajamarca y el mundo; y realizando una hipótesis que se irán probando mediante las teoría existentes y plasmadas en el presente estudio, asimismo de los resultados que nos brinde las muestras recogidas de la zona de estudio para poder deducir si las condiciones, en este caso, del agua son buenas o malas.

3.2 PROCEDIMIENTOS Y TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS

El procedimiento para la recolección de datos se ha realizado en las siguientes fases:

- **Levantamiento Topográfico de las Microcuencas**

Para el levantamiento topográfico se tuvo en cuenta el DATUM WGS-84, así como los BM existentes en la zona de estudio, detallándose en el cuadro 4 además de contar con la Carta Nacional para la zona de estudio. El levantamiento topográfico que se realizó fue un levantamiento aéreo, que además del relieve a curvas de nivel nos proporcionó la imagen satelital para ser trabajada en el Arc Gis.

Cuadro 4: Coordenadas de BM.

BM	Este	Norte	Altura	Referencia
BM1	744 047.675	9 236 295.133	3529.825	Parte alta, Ingreso a Mina
BM2	744 280.246	9 235 980.886	3567.040	Ex – PAD
BM3	744 312.539	9 235 613.203	3568.151	Ex – PAD
BM4	744 466.225	9 235 640.773	3569.068	Ex – PAD
BM5	744 756.985	9 236 277.909	3484.132	Inicio Quebrada Ojos
BM6	744 945.697	9 236 224.375	3483.510	Quebrada Ojos
BM7	745 387.282	9 236 415.188	3505.896	Camino a Playa el Tambo
BM8	744 739.703	9 235 838.264	3501.874	Campamento de Mina
BM9	744 840.332	9 235 530.463	3532.541	Bofedales
BM10	744 657.997	9 235 0924.568	3649.042	Acceso a Cerro Chicche
BM11	745 421.973	9 235 894.128	3488.516	Talud de Botadero 2
BM12	745 258.056	9 235 630.152	3512.869	Superficie Botadero 2
BM13	745 458.071	9 235 485.459	3476.979	Superficie Botadero 1
BM14	745 102.466	9 234 730.622	3604.449	Acceso Cerro Chicche
BM15	745 481.188	9 234 924.889	3431.792	El mirador Pampa Cuyoc
BM16	745 690.785	9 235 293.588	3423.236	Tajo Minas
BM17	746 435.288	9 235 292.717	3385.462	Tajo Ojos

○ **Toma de Datos Meteorológicos**

Los datos meteorológicos para el presente estudio son de gran importancia por su participación en ella, sobre todo los datos de precipitaciones ya que con ellos se realizará el análisis hidrológico de la Microcuenca; para ello se tiene en cuenta la altura media de la cuenca, y tomando la estación meteorológica de Llapa como referencia, que es manejada por SENAMHI.



○ **Toma de Datos Geológicos**

Para la toma de los datos geológicos se ha tenido en cuenta la carta geológica del Perú, hoja 14f, chota, elaboradas por INGEMMET además de haber hecho el recorrido por la microcuenca tomando muestras de rocas y suelos haciendo el reconocimiento del mismo para su clasificación. Verificando algunas características fisicoquímicas y su influencia en las aguas superficiales de las microcuencas, haciéndose una caracterización de suelos.

○ **Toma de Datos de Calidad de Aguas**

Para la toma de datos de calidad de aguas, se han procedido de acuerdo al protocolo de monitoreo de calidad de agua elaborado por el ministerio de energía y minas de la república del Perú en la que estas deben ser analizadas por laboratorios acreditados y teniendo en cuenta ello, se ha realizado con el laboratorio NKAP Srl.

Para la toma de muestras de agua se ha identificado puntos como efluentes de agua, puntos de descarga de agua tratada, y otros, los que se han referenciado con GPS Etrex en coordenadas UTM WGS-84 y colocados en el plano; además de ello se ha tomado mediciones de pH y Conductividad eléctrica mediante el pHmetro para mejor referencia.

3.3 DESCRIPCION DEL EQUIPO E INSTRUMENTOS DE MEDIDA

Para la toma de datos se ha tenido en cuenta los siguientes equipos e instrumentos como:

- Estación Total
- Primas
- GPS
- Frascos de plástico
- Ácido Nítrico



- Foto aérea
- Frascos
- Bolsas
- Cámara

3.4 TECNICAS DEL PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS

- Para el procesamiento y análisis de datos topográficos se ha tenido en cuenta los programas Autodesk Civil 3D, haciendo la importación de puntos y generación de curvas de nivel a cada 2m para su precisión en la delimitación de la cuenca.
- Ha sido de gran importancia el programa de ArcGis-ESRI, Auto Cad para el análisis y procesamiento de datos geológicos.
- Para el procesamiento de datos meteorológicos, se ha tomado en cuenta los datos de precipitaciones y uso de las hojas de cálculo de Microsoft Office Excel y Programas como Hidroesta, MEC-HMS, otros.
- El procesamiento de datos de calidad de aguas ha estado a cargo del laboratorio acreditado NKAP Srl. Dado que así lo considera la normatividad peruana. Y el análisis de datos por cuenta del tesista mediante la elaboración de cuadros y gráficos en el programa de computación Microsoft office Excel.

3.5 CONTROL DE CALIDAD DE LOS DATOS

Los datos analizados se consideran de calidad debido a que son de fuentes confiables como laboratorio acreditado NKAP, instituciones reconocidas como INGEMMET, SENAMHI, INDECI, entre otras; así como las muestras han sido recogidos directamente de la zona de estudio para la presente tesis.



CAPITULO IV

GENERALIDADES DE LA ZONA DE ESTUDIO



CAPITULO IV

GENERALIDADES DE LA ZONA DE ESTUDIO

4.1 UBICACIÓN POLITICA

- Región : Cajamarca
- Departamento : Cajamarca
- Provincia : San Miguel de Pallaques
- Distrito : Llapa
- Centro Poblado : San Antonio de Ojos y Pampa Cuyoc
- Cuenca : Microcuenca Q° Ojos y Q° Minas

4.2 UBICACIÓN GEOGRAFICA

Las microcuencas se encuentran ubicadas entre las coordenadas geográficas $6^{\circ} 56' 01.73''$ – $6^{\circ} 53' 18.26''$ Latitud Sur y $78^{\circ} 47' 30.19''$ – $78^{\circ} 44' 48.14''$ Longitud, o $744\ 000E$ – $749\ 000E$, $9\ 233\ 000N$ – $9\ 238\ 000N$ en coordenadas UTM WGS 84; la altitud varía desde los 2800 msnm hasta los 3700 msnm, teniendo una área total de 9.39 Km² de las cuales 6.24Km² forma parte de la Microcuenca Quebrada Ojos y 3.15 Km² en la Microcuenca Quebrada Minas; las microcuencas en estudio pertenecen a la subcuenca del río Yanahuanga y esta forma parte de la cuenca del Alto Jequetepeque que drena sus aguas al océano pacífico.

Dentro de las microcuencas en estudio encontramos para la microcuenca Quebrada Minas la comunidad Campesina Pampa Cuyoc – La Collpa, y para la microcuenca Quebrada Ojos encontramos la Comunidad Campesina de San Antonio de Ojos.



4.3 ACCESIBILIDAD

El acceso a la zona de estudio es únicamente por vía terrestre desde Cajamarca y por vía aérea o terrestre a la ciudad de Cajamarca. Para acceso terrestre y teniendo como referencia el departamento de Lima se hace el recorrido por la panamericana norte hasta Ciudad de Dios (Denominado el Cruce) a unos 685 Km, carretera asfaltada y tomando el desvío que conduce a Cajamarca a unos 185 km, carretera asfaltada; desde Cajamarca se hace el recorrido por la carretera hacia Bambamarca unos 75 Km hasta el cruce denominado el Empalme, carretera asfaltada, y dirigiéndonos desde ahí hacia el oeste unos 25 Km por carretera afirmada para llegar a la zona en estudio. Para llegar por vía aérea a la ciudad de Cajamarca se toma la línea aérea en el Aeropuerto Jorge Chávez en Lima, arribando en el aeropuerto Armando Revoredo Iglesias en Cajamarca continuando por vía terrestre hasta la zona de estudio anteriormente descrita.

4.4 DEMOGRAFIA

En las microcuencas a estudiar se encuentran situadas dos comunidades campesinas, para la microcuenca Quebrada Minas está ubicada la Comunidad Campesina de Pampa Cuyoc – La Collpa y para la Microcuenca Quebrada Ojos se encuentra situada la Comunidad Campesina de San Antonio de Ojos; ambas Comunidades Campesinas presentan similares características dado que comparten una misma herencia histórica y cultural, ambas poblaciones fueron parte de una misma comunidad anteriormente.

Las comunidades campesinas pertenecen geopolíticamente al distrito de Llapa, Provincia de San Miguel, Departamento y Región de Cajamarca. Por lo que haremos en primera instancia un análisis de la demografía del distrito de Llapa y paralelamente de las comunidades campesinas ubicadas en las microcuencas en estudio.

El distrito de Llapa cuenta con 14 Centros Poblados: Llapa, El Empalme, Pabellón Chico, El Convento, La Calzada, Rodeopampa, Sabana Alto, Sabana



Bajo, Guerreros Altos, Ventanillas, Vitian Bajo, Lladén, Pampa Cuyoc, San Antonio de Ojos. Los últimos dos Centros Poblados se encuentran dentro de las cuencas de estudio.

Para el estudio sociodemográfico se tiene en cuenta el censo 2007 XI de población y VI de vivienda elaborado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI, los cuales muestran los datos a nivel de Centro Poblado.

4.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACION

4.4.1.1 Población y Crecimiento

La población de Pampa Cuyoc ha tenido para el año 1993 una población de 196 habitantes y para el año 2007 una población de 271 habitantes, presentando un crecimiento poblacional de 2.43% anual; realizando una proyección al 2012, se observa que en el centro poblado de Pampa tiene una población de 305 habitantes.

Por otro lado la población de San Antonio de Ojos ha tenido para el año 1993 una población de 275 habitantes y para el año 2007 una población de 288 habitantes, presentando un crecimiento poblacional de 0.33% anual, haciendo una proyección al 2012 este Centro Poblado presenta una población de 293 habitantes, lo que nos muestra que la población es mayor que la de Pampa Cuyoc.

Cuadro 5: Población y crecimiento

ITEM	CENTRO POBLADO	1993	2007	TC	2012
1	Pampa Cuyoc	196	271	2.34%	305
2	San Antonio de Ojos	275	288	0.33%	293

Fuente: INEI, Censos Nacionales de 1993 y 2007

4.4.1.2 Composición de la Población por Sexo y Edad

La composición de la población de Pampa Cuyoc por sexo en el año 1993 es de 98 Hombres y 98 Mujeres, para el año 2007 es de 143 Hombres y 128 Mujeres, la tasa de crecimiento de hombres es de 2.74% para Hombres, y 1.93% para Mujeres; para el 2012 según la tasa de crecimiento para este Centro Poblado hay 164 Hombres y 141 Mujeres.

El Centro Poblado de San Antonio de Ojos tiene una población compuesta según sexo como sigue, para el año 1993 de 129 Hombres y 146 Mujeres, para el año 2007 de 142 Hombres y 146 Mujeres, teniendo una tasa de crecimiento de 0.69% para Hombres y de 0% de Mujeres, haciendo una proyección para el año 2012 hay una población según sexo de 147 Hombres y 146 Mujeres.

Cuadro 6: Población por sexo

ITEM	1993		2007		TC		2012	
	H	M	H	M	H	M	H	M
Pampa Cuyoc	98	98	143	128	2.74%	1.93%	164	141
San Antonio de Ojos	129	146	142	146	0.69%	0%	147	146

Fuente: Censos Nacionales INEI 1993, 2007

La distribución de la población según la edad del Centro Poblado de Pampa Cuyoc es de menores de 1 año en 1993 es de 5, 2007 es de 4, haciendo una proyección al año 2012 hay 4 habitantes; de 1 a 4 años en 1993 es de 26, en 2007 es de 24, haciendo una proyección al año 2012 hay 23 habitantes; de 5 a 14 años en 1993 es de 63, en el 2007 es de 52, haciendo una proyección al año 2012 hay 49 habitantes; de 15 a 64 en 1993 es de 92 habitantes, en 2007 es de 169 habitantes, haciendo una proyección al año 2012 hay 210 habitantes; de 65 a más en 1993 es de 10



Habitantes, en 2007 es de 22 Habitantes, haciendo una proyección al año 2012 hay 29 habitantes.

La distribución de la población según la Edad en el Centro Poblado de San Antonio de Ojos es para menores de 1 año en 1993 de 7 habitantes, en el 2007 de 3 habitantes, haciendo una proyección al año 2012 hay 2 habitantes; entre 1 y 4 años en 1993 es de 28 habitantes, en 2007 es de 38 Habitantes, haciendo una proyección al año 2012 hay 42 habitantes; de 5 a 14 años en 1993 es de 64 Habitantes, en 2007 es de 58 Habitantes, haciendo una proyección al año 2012 hay 56 habitantes; de 15 a 64 años en 1993 es de 156 Habitantes, en 2007 es de 167 habitantes, haciendo una proyección al año 2012 hay 171 habitantes; de 65 a más en 1993 es de 20 habitantes, en 2007 es de 22 Habitantes, haciendo una proyección al año 2012 hay 23 habitantes.

4.4.2 CARACTERISTICAS SOCIALES

4.4.2.1 Características Educativas

En el Centro Poblado de Pampa Cuyoc existe el servicio de educación por lo que en dicho Centro Poblado hay educación Inicial, Primaria y Secundaria, permitiendo bajar la migración y que la población pueda instruirse en su misma localidad.

En el Centro Poblado de San Antonio de Ojos también existe Educación Inicial, Primaria y Secundaria, la población estudia en su mismo centro Poblado salvo algunos casos de migración.

4.4.2.2 Cobertura de Seguro de Salud

En el Centro Poblado de Pampa Cuyoc existe una posta médica equipada y con atención permanente por profesionales como Enfermeras, se brinda campañas médicas, entre otros.



En el Centro Poblado de San Antonio de Ojos existe una posta médica equipada con atención permanente de profesionales en enfermería, se brindan campañas médicas.

4.4.3 PARTICIPACION EN LA ACTIVIDAD ECONOMICA

4.4.3.1 Población en Edad de Trabajar (PET)

En el Centro Poblado de Pampa Cuyoc en el año 1993 la Población en edad de trabajar eran 54 de un total de 196, y en el año 2007 eran 77 de un total de 271 habitantes. Haciendo una proyección hacia el 2012 en el Centro Poblado de Pampa Cuyoc hay 87 habitantes en Edad de Trabajar.

En el Centro Poblado de San Antonio de Ojos en el año 1993 la Población en Edad de trabajar eran 106 de un total de 275 habitantes y en el año 2007 eran 78 de un total de 288 habitantes. Haciendo una proyección al año 2012 en el Centro Poblado de San Antonio de Ojos hay 70 habitantes en edad de trabajar.

4.5 FISIOGRAFIA Y GEOGRAFIA

La zona en estudio se encuentra ubicada en la cordillera occidental, en los andes del norte del Perú, La cordillera occidental es un macizo elevado, siendo la parte más alta de la misma una llanura ondulada que alcanza los 4000 msnm aproximadamente y habiendo sido los flancos profundamente disectados por el encañonamiento de los ríos, ocasionando relieves locales de hasta 2000 m de desnivel.

La morfología ha sido intensamente modificada por varias etapas de erosión. La superficie de erosión en la cordillera del norte del Perú están conformadas por planicies alta delimitadas por grupos de cumbres de aproximadamente la misma altura, las cuales ya representan superficies ya casi destruidas, lográndose



observar con facilidad estas superficies en erosión entre los 2900 msnm y los 3500msnm.

La topografía de las microcuencas en estudio es por lo general accidentada, compuesta por una sucesión de montañas o cerros, entre los cuales discurren cursos de agua que forman parte de las quebradas Minas y Ojos llegando al río Yanahuanga, dichas quebradas presentan una fuerte pendiente en su curso superior pero suavizándose conforme van llegando al río principal Yanahuanga.

El río Yanahuanga es el único colector principal para los cursos de agua de esta zona discurriendo en dirección de Noreste a Suroeste formando un valle estrecho entre las montañas.

En la parte inferior de la Microcuenca Q° Minas existe una depresión que tiene una extensión aproximada de 45 Ha. Esta superficie ligeramente ondulada que tiene entre 5° y 6° de inclinación hacia el sureste, está circundada por cadena de cerros al suroeste, noroeste y noreste, mientras que su límite sureste es una ladera que desciende con pendientes de 20° hacia el río Yanahuanga.

Esta relieve está identificado como Pampa Cuyoc y se ubica entre los 3000 msnm y 3250 msnm, teniendo una longitud de 1000 m y un ancho de 300 en la cabecera y 600 en la parte inferior. Las laderas que se levantan sobre esta superficie tienen perfiles redondeados donde se han modelado quebradas, resaltando la quebrada Minas (cuenca en estudio). Sobre la superficie de Pampa Cuyoc se han formado ciénagas o llamados Bofedales por encima de la cota 3060 msnm.

La zona alta de las microcuencas se encuentra ubicada las instalaciones de la mina SIPAN así como estructuras generadas durante la operación como botaderos, PAD, y Tajos (Minas y Ojos), la que es una explanada que se extiende al norte del cerro Chicche, entre las cotas 3500 msnm y 3550 msnm con una extensión de 85 Ha, coincidiendo con la divisoria de aguas de las microcuencas Quebrada Minas y Quebrada Ojos.



La capa superficial del terreno se encuentra formada por material turboso, aunque existe dispersos en el llano una serie de promontorios rocosos combinados con depósitos coluviales que se forman a una distancia relativamente corta de dichos afloramientos. Esta zona se caracteriza por su superficie ondulada, las cimas tienen un relieve de declive suave y bastante tendido, lo que supone que sufrieron periodos de erosión prolongados, además de probables modificaciones por acción glaciaria.

4.6 CLIMATOLOGIA

El clima de la zona en estudio es característico de la sierra peruana, con un periodo de lluvias que van desde el mes de Octubre y se extiende hasta Marzo, seguido por uno de estiaje que inicia en Abril hasta el mes de Setiembre, con temperaturas bajas durante el invierno y un ambiente relativamente seco, el número de horas de sol también es mínimo no solo por la presencia de neblinas durante la época de lluvias sino por la presencia de nubes propiamente dichas. Por otro lado la exposición a la dinámica de vientos de altura y de valle juega un papel fundamental en la distribución de las precipitaciones presentadas y el mantenimiento de la humedad.

Los valores de la temperatura tomados de la estación meteorológica ubicada en el campamento de la mina SIPAN tiene una temperatura promedio anual de 8.54°C con un mínimo medio mensual de 3.4°C en el mes de Mayo y un máximo de 22.10°C en el mes de abril.

Los valores de humedad relativa fueron tomados de los datos máximos y mínimos medios mensuales de la estación ubicada en el campamento de la Mina SIPAN, obteniendo un promedio anual de 71.68% de humedad con un mínimo medio mensual de 15% para el mes de Noviembre y un máximo de 98% en diversos meses.



CAPITULO V

PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

CAPITULO V

PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

5.1 RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

5.1.1 HIDROLOGÍA DE LA CUENCA

a) Parámetros Geomorfológicos

En la cuadro 7 se presenta los parámetros geomorfológicos de la microcuenca Minas, las que nos dan una idea de la forma de la microcuenca, y nos sirve para el cálculo de los caudales.

Cuadro 7: Parámetros geomorfológicos de la Microcuenca Minas

Característica	Resultados	
Área (A)	3.15 Km ²	
Longitud del cauce (L)	3.74 Km	
Perímetro (P)	7.16 Km	
Parámetros de forma		
Factor de Forma Hortón	$R_f = \frac{A}{L^2}$	Rf = 0.23
Índice de Gravellius	$I_c = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$	Ic = 1.13
Razón de Circularidad	$R_{ci} = \frac{4\Pi A}{P^2}$	Rc = 0.77
Parámetros Relativos al Relieve		
Altitud Media	3137 msnm	
Centro de Gravedad	745 985.65 Este 9 234 569.47 Norte	
Pendiente de cauce	0.184 m/m	

El área de la Mina que influye en esta microcuenca es de: 0.75Km²



En la cuadro 8 se presenta los parámetros geomorfológicos de la microcuenca Minas, las que nos dan una idea de la forma de la microcuenca, y nos sirve para el cálculo de los caudales.

Cuadro 8: Parámetros geomorfológicos de la Microcuenca Ojos

Característica	Resultados	
Área (A)	6.24 Km ²	
Longitud del cauce (L)	4.88 Km	
Perímetro (P)	13.08 Km	
Parámetros de forma		
Factor de Forma Hortón	$R_f = \frac{A}{L^2}$	Rf = 0.26
Índice de Gravellius	$I_c = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$	Ic = 1.47
Razón de Circularidad	$R_{ci} = \frac{4\pi A}{P^2}$	Rc = 0.46
Parámetros Relativos al Relieve		
Altitud Media	3350 msnm	
Centro de Gravedad	746 063.93 Este 9 235 759.86 Norte	
Pendiente de cauce	0.110 m/m	

El área de la Mina que influye en esta microcuenca es de: 0.91 Km²

b) Precipitación promedio anual

En el cuadro 9, se muestra la precipitación total anual promedio de la estación Llapa.

Cuadro 9: Precipitación total anual de estación Llapa.

Estación	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)	Ubicación Política			Período de Registro	Precipitación Total Anual (mm)
	Este	Norte		Región	Provincia	Distrito		
Llapa	741 226	9 227 526	3030	Cajamarca	San Miguel	Llapa	1965-2006	971,6

c) Resultados estadísticos de Precipitación

En la tabla 6, se muestran los resultados estadísticos de las precipitaciones mensuales, de la estación Llapa. Los datos de precipitación se encuentran en el anexo B.

Tabla 6: Datos Estadístico de Precipitación mensual

1994 - 2006	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Promedio	118.4	154.4	193.7	114.5	43.9	20.0	8.5	15.0	48.5	87.6	73.1	93.9
Mediana	96.8	143.6	163.5	100.6	44.9	15.7	6.1	8.4	49.7	99.6	63.2	102.2
Mínimo	12.4	42.2	0.0	18.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	10.5	1.2
Máximo	284.0	380.8	439.4	245.0	112.4	75.9	49.7	58.5	123.3	172.6	419.1	199.6
Desv. Estand.	74.1	81.9	129.0	52.0	78.5	100.2	110.2	104.6	75.0	51.6	76.0	55.6

d) Precipitación Máxima según Periodo de Retorno

En el tabla 7, se muestra los resultados de las precipitaciones máximas en 24 Horas para distintos periodos de retorno, con los cuales se han realizado el cálculo para los caudales de diseño, los cálculos se muestran en el anexo C.

Tabla 7: Precipitación Máxima 24 Horas según periodo de retorno

Tr (años)	P24 (mm)
2	32.1
5	41.7
10	48.1
20	54.2
50	62.0



Tr (años)	P24 (mm)
100	67.9
200	73.8
500	81.6

e) Caudales de la Cuenca

En la tabla 8 se muestra los caudales para distintos periodos de retorno, con las cuales nos da una idea de la cantidad de agua que discurre por más microcuencas y posibles avenidas futuras. Las mismas que sirven para el diseño de infraestructura que se realice en la zona de estudio. Los cálculos se muestran en el anexo C.

CUADRO DE CAUDALES EN CUENCAS (m ³ /s)								
Tr (años)	Duración							
	De, Minas	De, Ojos	Z Minas	Z Ojos	A Minas	A Ojos	Q Minas	Q Ojos
2	0.00	0.00	0.02	0.02	0.75	0.91	0.15	0.13
5	0.01	0.01	0.02	0.02	0.75	0.91	0.21	0.18
10	0.01	0.01	0.02	0.02	0.75	0.91	0.24	0.21
20	0.02	0.02	0.02	0.02	0.75	0.91	0.27	0.24
50	0.03	0.04	0.06	0.055	0.75	0.91	0.87	0.77
100	0.03	0.05	0.07	0.07	0.75	0.91	1.22	1.08
200	0.04	0.06	0.08	0.082	0.75	0.91	1.57	1.39
500	0.05	0.07	0.12	0.12	0.75	0.91	2.55	2.26

Tabla 8: Caudales según periodo de retorno.

5.1.2 PLANTAS DE TRATAMIENTO

Desde la tabla 9, hasta, la tabla 20 se muestra los caudales registrados día a día durante los 12 meses del año de las plantas de tratamiento existentes de la Mina Sipán,

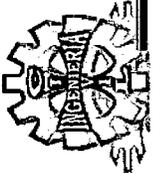


Tabla Nº 9: Caudal de plantas mes de Enero

Table with 33 columns (DIA 1-31) and 6 rows (PTPA, PTPB, NCD Nº01, NCD Nº02, Sub-total L/S, Sub-total M3/DIA). Title: FLOTOS - ENERO 2012. Includes TOTAL and Promedio (lit./seg.) columns.

Tabla Nº 10: Caudal de plantas mes de Febrero

Table with 33 columns (DIA 1-31) and 6 rows (PTPA, PTPB, NCD Nº01, NCD Nº02, Sub-total L/S, Sub-total M3/DIA). Title: FLOTOS - FEBRERO 2012. Includes TOTAL and Promedio (lit./seg.) columns.

Tabla Nº 11: Caudal de plantas mes de Marzo

Table with 33 columns (DIA 1-31) and 6 rows (PTPA, PTPB, NCD Nº01, NCD Nº02, Sub-total L/S, Sub-total M3/DIA). Title: FLOTOS - MARZO 2012. Includes TOTAL and Promedio (lit./seg.) columns.

Tabla Nº 12: Caudal de plantas mes de Abril

Table with 33 columns (DIA 1-31) and 6 rows (PTPA, PTPB, NCD Nº01, NCD Nº02, Sub-total L/S, Sub-total M3/DIA). Title: FLOTOS - ABRIL 2012. Includes TOTAL and Promedio (lit./seg.) columns.



5.1.3 GEOLOGÍA DE LA CUENCA

Para el desarrollo de la identificación geológica de la zona de estudio, se ha tenido en cuenta la carta elaborada por INGEMMET, cuadrángulo 14 f, (ANEXO C) en que se nota claramente la formación Volcánico Llama.

De acuerdo a la carta cronoestratigráfica (ver ANEXO C), se ha determinado que a zona de estudio pertenece al grupo calipuy (Ti-vca), con las formaciones Volcánico Llama (Ti-vll) con presencia de depósitos fluviograciares (Qp-fg) y Depósitos Coluviales (Qr-co). (Ver Plano geológico).

En la zona se han reconocido algunas estructuras plegadas y falladas con dirección NO-SE paralelos al eje principal de la cadena andina que han favorecido el rápido desarrollo de la erosión lineal, el plegamiento consiste de anticlinales y sinclinales de mediano recorrido que afecta la secuencia rocosa del terciario inferior; en tanto que el fallamiento es de tipo normal, habiendo afectado asimismo las rocas más antiguas de las áreas vecinas. También existe un marcado diaclasamiento transversal a la dirección andina.

Consecuentemente, la zona estudiada, según su posición, resulta ubicada en una zona de alto riesgo sísmico, tanto por la frecuencia de los movimientos, como por la severidad de ellos debido a su ocurrencia a escasas profundidades de la corteza. En tal sentido, según el Mapa de Intensidades Sísmicas elaborado por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), que toma como base la escala modificada de Mercalli (Ver Plano Registros Históricos), el área de estudio se ubica en la zona VI de intensidades perceptibles.

5.1.4 SUELOS Y CAPACIDAD DE USO MAYOR

a) Descripción general de suelos

En la cuadro 10, se muestra la descripción taxonómica de los suelos encontrados en la zona de estudio, con su respectiva área de influencia.



Cuadro 10: superficie de consociaciones de suelos

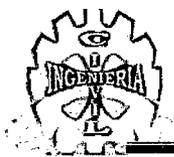
Unidades	Símbolo	Área (Ha)
SIPAN	Sipán/A (Si/A)	17.95
	Sipán/B (Si/B)	46.99
	Sipán/C (Si/C)	98.75
	Sipán/D (Si/D)	55.67
	Sipán/E (Si/E)	59.69
	Sipán/F (Si/F)	62.38
MUTUY	Mutuy/C (Mu/C)	200.11
	Mutuy/D (Mu/D)	149.64
TIERRAS MISCELANEAS	M.M	237.86
TOTAL		929.04

b) Uso Mayor de Tierras

En el cuadro 11 se muestra la descripción de las unidades de uso Mayor de las tierras encontradas en la zona de estudio, con su respectiva área de influencia.

Cuadro 11: Descripción de las Unidades de Uso Mayor de las Tierras.

Símbolo	Área (Ha)	Descripción	Suelo
A3sc	10.57	Tierras aptas para cultivo en limpio, calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y clima.	Sipán/A
A3sce	354.96	Tierras aptas para cultivo en limpio, calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo, clima y erosión.	Sipán/B Sipán/C
P2se	204.78	Tierras aptas para pastoreo, calidad agrológica media y con limitaciones por suelo y erosión	Sipán/D
X	358.53	Tierras de protección con limitaciones severas de suelo y erosión, incluye tierras misceláneas.	Sipán/E-F M.M



5.1.5 HIDROQUIMICA

Los resultados de la investigación están basados en los emitidos por el laboratorio acreditado NKAP SRL, en la que se da a conocer el pH y el contenido de metales pesados para cada punto de muestreo.

Los puntos de muestreo están divididos en cinco categorías. El primero que trata de los puntos de ingreso de agua hacia las plantas, el segundo de las descargas de agua tratada que realiza la unidad minera, la tercera los efluentes de las quebradas Ojos y Minas, el cuarto el rio Yanahuanga antes y después de las microcuencas, y el quinto de los piezómetros existentes. De manera que se logre visualizar la mayor cantidad de datos del interior de las microcuencas.

5.1.5.1 INGRESO DE AGUA A PLANTAS

5.1.5.1.1 ENCD-01

Representa al punto de ingreso de aguas que se dirigen a la Planta de Tratamiento NCD N°01, estas aguas provienen de las estructuras que están en cierre de la unidad minera SIPAN, dichas estructuras son: Ex Pad de Lixiviación, Poza de Lodos N°01. (Ver tabla 21)

Las coordenadas que corresponde a este punto son:

Este:	744 771E
Norte:	9 236 032N
Cota:	3518msnm



5.1.5.1.2 ENCD-02

Representa el punto de ingreso de agua de la planta NCD 02, ubicado cerca al centro poblado de Pampa Cuyoc, estas aguas provienen desde la poza de contingencia de aguas acidas de la planta NCD 02 ubicado en la parte inferior del tajo Ojos, las aguas son recolectadas del Depósito de Desmonte N° 01, Depósito de Desmonte N° 03, Tajo Minas, Tajo Ojos. (Ver tabla 22)

Las coordenadas correspondientes a este punto son:

Este:	745 997E
Norte:	9 234 692N
Cota:	3180msnm



5.1.5.1.3 D-2

Representa el punto de colección de agua del Depósito de Desmonte N° 02, encontrándose en ella una caseta de bombeo, conduciendo sus aguas hacia la planta NCD 01. (Ver tabla 23)

Las coordenadas que corresponden a este punto son:

Este:	745 369E
Norte:	9 236 048N
Cota:	3440msnm



Tabla N° 21: Características fisicoquímicas de agua-Planta NCD 01

ENCD-01		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM	MIN	MAX
PH		5.36	7.48	2.78	2.36	2.37	2.2	2.33	2.43	2.38		2.59	2.36	3.14909	6.5	8.5
Aluminio	Al	5.076	99.902	182.675	161.986	81.871	109.462	204.579	198.119	211.878		204.859	170.72	148.284	5	
Antimonio	Sb	0.00667	0.00667	5.4E-05	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667		0.00667	0.00667	0.00607		
Arsénico	As	0.109	2.142	4.784	4.254	1.993	2.874	5.368	4.746	6.026		5.38	4.329	3.81864	0.05	
Bario	Ba	0.004	0.014	0.001	3.6E-05	0.009	0.005	0.001	0.001	3.6E-05		0.001	0.002	0.00346	0.7	
Berilio	Be	4.8E-05	4.8E-05	6.3E-05	0.001	4.8E-05	4.8E-05	0.002	0.001	0.002		0.002	0.002	0.00093	0.1	
Boro	B	0.00814	0.99	1.931	1.772	1.365	1.835	1.082	1.804	2.312		1.733	1.574	1.49147	0.5	
Cadmio	Cd	0.00015	0.117	0.381	0.329	0.215	0.347	0.425	0.372	0.128		0.308	0.381	0.27301	0.005	
Calcio	Ca	432.022	448.619	344.214	320.56	407.795	372.994	332.873	279.457	290.704		301.011	328.441	350.79		
Cerio	Ce	0.049	0.109	0.06	0.063	0.072	0.055	0.082	0.01	0.053		0.048	0.049	0.05909		
Cobalto	Co	0.066	1.688	5.047	4.469	1.892	3.011	5.695	4.43	6.267		5.464	4.379	3.85527	1	
Cobre	Cu	0.882	17.946	41.241	36.992	16.079	23.844	38.44	39.415	43.152		40.336	33.9	30.2025	0.2	
Cromo	Cr	3E-05	3E-05	0.038	0.032	3E-05	0.031	0.047	0.036	0.063		0.049	0.038	0.03037	0.1	
Estaño	Sn	0.00391	0.008	0.00145	0.00391	0.009	0.01	0.01	0.009	0.00391		0.01	0.01	0.0072		
Estroncio	Sr	1.042	1.287	0.603	0.453	0.928	0.7	0.403	0.355	0.35		0.369	0.486	0.63418		
Fósforo	P	0.159	1.077	4.543	3.963	0.504	1.66	2.313	3.383	0.75		2.149	2.452	2.08664		
Hierro	Fe	12.802	214.917	339.284	324.766	183.86	225.315	365.368	319.859	361.421		348.883	303.514	272.726	1	
Litio	Li	0.034	0.029	0.034	0.03	0.03	0.031	0.034	0.036	0.041		0.037	0.034	0.03364	2.5	
Magnesio	Mg	22.113	25.995	31.867	29.364	25.461	27.419	32.704	30.317	16.263		26.428	30.147	27.098	150	
Manganeso	Mn	1.577	4.326	11.797	10.617	5.577	8.068	13.314	11.025	14.298		12.879	10.802	9.48	0.2	
Mercurio	Hg	3.3E-05	3.3E-05	0.00031	3.3E-05	3.3E-05	3.3E-05	3.3E-05	3.3E-05	3.3E-05		3.3E-05	3.3E-05	5.8E-05	0.001	
Molibdeno	Mo	0.0005	0.078	0.104	0.095	0.0005	0.095	0.127	0.106	0.0005		0.117	0.109	0.07568		
Níquel	Ni	0.063	0.359	0.738	0.689	0.338	0.464	0.767	0.662	0.905		0.778	0.631	0.58127	0.2	
Plata	Ag	0.00155	0.00155	0.00042	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155		0.00155	0.00155	0.00145	0.05	
Plomo	Pb	0.00158	0.00158	0.00323	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158		0.00158	0.00158	0.00173	0.05	
Potasio	K	1.957	1.806	3.51	2.573	1.951	2.519	1.522	1.501	1.128		1.384	1.847	1.97255		
Selenio	Se	0.0163	0.0163	0.00941	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163		0.0163	0.0163	0.01567	0.05	
Silicio	Si *	4.649	53.583	59.064	53.149	36.194	38.021	39.65	54.433	61.474		51.852	44.035	45.1004		
Sodio	Na	38.703	31.727	42.823	40.493	33.758	37.456	41.202	42.001	41.769		41.657	40.22	39.2554		
Talio	Tl	0.00549	0.205	0.288	0.266	0.222	0.264	0.369	0.304	0.374		0.349	0.312	0.26895		
Titanio	Ti	0.0001	0.191	0.039	0.0001	0.115	0.039	0.0001	0.0001	0.0001		0.0001	0.039	0.03851		
Vanadio	V	0.00072	0.00072	0.00022	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072		0.00072	0.00072	0.00068		
Zinc	Zn	0.043	4.656	8.794	7.886	3.916	5.295	9.079	8.101	7.73		8.303	7.492	6.48136	2	



Tabla N° 22: Características fisicoquímica de agua- Planta NCD 02

ENCD-02		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM	MIN	MAX
PH		2.80	2.85	2.87	2.75	2.2	2.6	2.13	2.77	2.82		2.86	2.2	2.62273	6.5	8.5
Aluminio	Al	59.148	84.55	90.213	80.311	71.849	77.97	67.536	77.17	57.28		67.329	74.225	73.4165	5	
Antimonio	Sb	0.00667	0.00667	5.4E-05	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667		0.00667	0.00667	0.00607		
Arsénico	As	0.510	1.687	2.044	1.308	1.099	1.414	1.264	0.969	0.264		0.832	1.216	1.14609	0.05	
Bario	Ba	0.009	0.012	0.006	0.01	0.011	0.009	0.006	0.007	0.008		0.007	0.007	0.00836	0.7	
Berilio	Be	4.8E-05	4.8E-05	6.3E-05	0.001	4.8E-05	4.8E-05	0.001	4.8E-05	0.001		0.001	0.001	0.00048	0.1	
Boro	B	0.212	0.678	0.781	0.509	0.445	0.557	0.00814	0.523	0.23		0.377	0.54	0.44183	0.5	
Cadmio	Cd	0.243	0.391	0.454	0.298	0.317	0.363	0.396	0.477	0.108		0.327	0.412	0.34418	0.005	
Calcio	Ca	136.656	148.599	153.342	160.938	142.628	146.199	154.161	128.475	120.008		134.215	142.945	142.561		
Cerio	Ce	0.00451	0.009	0.023	0.056	0.00451	0.016	0.033	0.00451	0.00451		0.033	0.025	0.01937		
Cobalto	Co	0.985	1.911	2.424	1.684	1.448	1.773	1.628	1.535	0.972		1.378	1.645	1.58027	1	
Cobre	Cu	8.662	32.996	30.674	18.368	20.829	24.111	15.485	20.405	12.606		16.165	20	20.0274	0.2	
Cromo	Cr	3E-05	3E-05	0.0004	3E-05	3E-05	3E-05	3E-05	3E-05	3E-05		3E-05	3E-05	6.4E-05	0.1	
Estaño	Sn	0.00391	0.007	0.00145	0.00391	0.00391	0.007	0.00391	0.005	0.00391		0.005	0.006	0.00464		
Estroncio	Sr	0.976	0.947	1.174	0.963	0.962	1.032	1.09	1.102	1.03		1.074	1.075	1.03864		
Fósforo	P	0.587	0.81	2.045	1.227	0.699	1.147	0.371	0.781	0.00481		0.576	0.766	0.81944		
Hierro	Fe	105.694	190.537	207.18	161.048	148.116	167.804	165.098	163.24	108.313		145.55	165.381	157.087	1	
Litio	Li	0.029	0.033	0.035	0.029	0.031	0.032	0.026	0.036	0.026		0.029	0.031	0.03064	2.5	
Magnesio	Mg	35.116	37.219	45.471	46.467	36.168	39.269	40.629	30.267	15.233		28.71	36.722	35.5701	150	
Manganeso	Mn	15.002	18.38	24.554	21.215	16.691	19.312	23.993	13.982	15.996		17.99	19.096	18.7465	0.2	
Mercurio	Hg	3.3E-05	3.3E-05	0.00031	3.3E-05	3.3E-05	3.3E-05	3.3E-05	3.3E-05	3.3E-05		3.3E-05	3.3E-05	5.8E-05	0.001	
Molibdeno	Mo	0.0005	0.03	0.034	0.035	0.0005	0.032	0.032	0.018	0.0005		0.025	0.027	0.02132		
Níquel	Ni	0.277	0.405	0.474	0.374	0.341	0.385	0.329	0.335	0.28		0.315	0.35	0.35136	0.2	
Plata	Ag	0.00155	0.00155	0.00042	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155		0.00155	0.00155	0.00145	0.05	
Plomo	Pb	0.00158	0.00158	0.00323	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158		0.00158	0.00158	0.00173	0.05	
Potasio	K	1.26	0.723	0.981	1.121	0.992	0.988	1.07	0.925	0.961		0.985	0.994	1		
Selenio	Se	0.0163	0.0163	0.00941	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163		0.0163	0.0163	0.01567	0.05	
Silicio	Si *	32.274	36.015	39.133	40.599	34.195	35.841	20.495	43.966	35.706		33.389	33.434	35.0043		
Sodio	Na	7.478	5.67	5.798	5.76	6.564	6.309	5.774	7.153	6.484		6.47	6.412	6.352		
Talio	Tl	0.062	0.113	0.145	0.135	0.088	0.107	0.145	0.113	0.068		0.109	0.122	0.10973		
Titanio	Ti	0.0001	0.0001	1.7E-05	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001		0.0001	0.0001	9.6E-05		
Vanadio	V	0.00072	0.023	0.026	0.008	0.00072	0.025	0.013	0.004	0.00072		0.009	0.014	0.01129		
Zinc	Zn	3.608	3.801	4.25	3.561	3.705	3.886	4.03	5.04	3.276		4.115	4.319	3.96282	2	



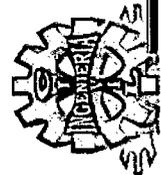


Tabla N°23: Características fisicoquímicas de agua-Depósito de Desmonte N° 02

D - 2		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OGT	NOV	DIC	PROM	MIN	MAX
PH		2.44	2.16	2.15	2.1	2.26		2.3	2.45	2.34		2.56	2.02	2.278	6.5	8.5
Aluminio	Al	197.701	144.967	207.783	184.026	171.334		202.881	191.965	187.407		194.084	200.876	188.302	5	
Antimonio	Sb	0.00667	0.00667	5.4E-05	0.00667	0.00667		0.00667	0.00667	0.00667		0.00667	0.00667	0.00601		
Arsénico	As	3.718	4.328	4.969	3.28	4.023		2.885	2.703	2.911		2.833	3.519	3.5169	0.05	
Bario	Ba	0.007	3.6E-05	0.002	0.005	3.6E-05		0.003	0.001	0.003		0.002	0.002	0.00251	0.7	
Berilio	Be	4.8E-05	4.8E-05	0.003	0.005	4.8E-05		0.006	0.004	0.005		0.005	0.004	0.00321	0.1	
Boro	B	3.069	2.2	3.137	2.324	2.635		2.088	2.81	2.957		2.618	2.678	2.6516	0.5	
Cadmio	Cd	0.643	0.426	0.679	0.506	0.535		0.769	0.748	0.043		0.52	0.732	0.5601	0.005	
Calcio	Ca	217.107	128.033	231.841	219.233	172.57		271.251	222.405	223.627		239.094	241.832	216.699		
Cerio	Ce	0.332	0.133	0.359	0.309	0.233		0.369	0.26	0.262		0.297	0.329	0.2883		
Cobalto	Co	13.478	7.205	11.914	9.622	10.342		12.927	10.883	12.036		11.949	11.908	11.2264	1	
Cobre	Cu	39.319	29.024	45.247	30.63	34.172		34.943	37.538	35.673		36.051	39.243	36.184	0.2	
Cromo	Cr	0.043	0.019	0.05	0.029	0.031		0.037	0.025	0.031		0.031	0.037	0.0333	0.1	
Estaño	Sn	0.00391	0.012	0.00145	0.00391	0.00391		0.012	0.014	0.003		0.01	0.013	0.00772		
Estroncio	Sr	0.852	0.476	0.879	0.741	0.664		0.96	0.9	0.973		0.944	0.913	0.8302		
Fósforo	P	3.903	1.054	3.758	2.726	2.479		1.585	2.244	0.3		1.376	2.529	2.1954		
Hierro	Fe	392.211	367.197	389.088	373.734	379.704		396.291	379.4	383.646		386.446	388.26	383.598	1	
Litio	Li	0.08	0.051	0.083	0.064	0.066		0.072	0.077	0.077		0.075	0.077	0.0722	2.5	
Magnesio	Mg	129.261	70.04	127.79	113.451	99.651		142.655	128.857	66.901		112.804	133.101	112.451	150	
Manganeso	Mn	105.687	51.319	96.872	83.095	78.503		114.503	94.696	99.437		102.879	102.024	92.9015	0.2	
Mercurio	Hg	3.3E-05	3.3E-05	0.00031	3.3E-05	3.3E-05		3.3E-05	3.3E-05	3.3E-05		3.3E-05	3.3E-05	6E-05	0.001	
Molibdeno	Mo	0.143	0.087	0.145	0.121	0.115		0.151	0.124	0.0005		0.138	0.14	0.11645		
Níquel	Ni	1.33	0.795	1.199	0.986	1.063		1.192	1.032	1.201		1.142	1.141	1.1081	0.2	
Plata	Ag	0.00155	0.00155	0.00042	0.00155	0.00155		0.00155	0.00155	0.00155		0.00155	0.00155	0.00144	0.05	
Plomo	Pb	0.00158	0.00158	0.00323	0.00158	0.00158		0.00158	0.00158	0.00158		0.00158	0.00158	0.00175	0.05	
Potasio	K	2.998	0.446	1.757	1.723	1.722		2.504	2.844	6.833		4.06	2.368	2.7255		
Selenio	Se	0.0163	0.0163	0.00941	0.0163	0.0163		0.0163	0.081	0.0163		0.081	0.081	0.03502	0.05	
Silicio	Si *	60.513	43.752	67.112	66.46	52.133		45.416	59.198	58.652		54.422	57.242	56.49		
Sodio	Na	9.116	2.385	5.664	5.205	5.751		6.73	7.565	7.543		7.279	6.653	6.3891		
Talio	Tl	0.483	0.279	0.485	0.411	0.381		0.555	0.472	0.471		0.499	0.504	0.454		
Titanio	Ti	0.0001	0.0001	1.7E-05	0.0001	0.0001		0.0001	0.0001	0.0001		0.0001	0.0001	9.5E-05		
Vanadio	V	0.124	0.061	0.093	0.06	0.093		0.127	0.123	0.143		0.131	0.114	0.1069		
Zinc	Zn	4.855	2.883	4.862	4.268	3.869		5.296	4.636	3.69		4.541	4.931	4.3831	2	

5.1.5.2 PUNTOS DE DESCARGA MINA SIPAN

5.1.5.2.1 E-7

Representa el punto de descarga de agua tratada que emite la planta NCD 01 hacia la quebrada Ojos, perteneciente a la microcuenca Q. Ojos. (Ver tabla 24)

Sus coordenadas son:

Este: 744 776E
Norte: 9 236 156N
Cota: 3501msnm



5.1.5.2.2 V-2

Representa el punto de descarga de la Planta NCD 02 hacia la quebrada Minas, son aguas tratadas por la mina SIPAN. (Ver tabla 25)

Sus coordenadas son:

Este: 746 186E
Norte: 9 234 838N
Cota: 3104msnm

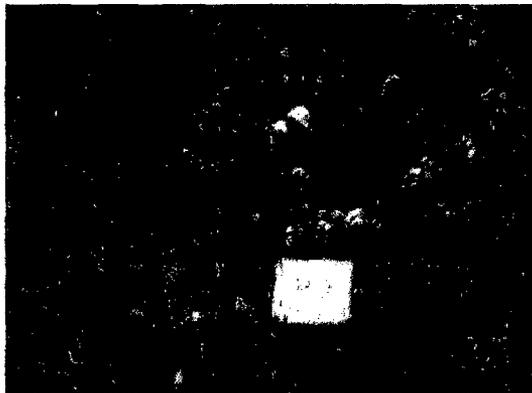




Tabla N°24: Características fisicoquímicas de agua-descarga de Planta NCD01

E-7		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM	MIN	MAX
PH		8.13	10.46	8.93	7.17	8.99	8.9	7.81	8.15	8.39		8.48	8.74	8.55909	6.5	8.5
Aluminio	Al	0.287	1.516	2.611	1.413	0.431	1.252	0.468	0.748	0.026		0.608	0.823	0.92573	5	
Antimonio	Sb	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667		0.00667	0.00667	0.00667		
Arsénico	As	0.0133	0.03	0.015	0.0133	0.0133	0.023	0.0133	0.006	0.0133		0.006	0.014	0.01459	0.05	
Bario	Ba	0.004	0.008	0.01	0.011	0.007	0.008	0.008	0.007	0.008		0.008	0.008	0.00791	0.7	
Berilio	Be	4.8E-05	4.8E-05	0.002	4.8E-05	4.8E-05	0.002	4.8E-05	4.8E-05	4.8E-05		4.8E-05	0.002	0.00058	0.1	
Boro	B	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814		0.00814	0.00814	0.00814	0.5	
Cadmio	Cd	0.00015	0.00015	0.00015	0.001	0.00015	0.001	0.00015	0.001	0.002		0.002	0.001	0.00079	0.005	
Calcio	Ca	440.416	438.324	444.762	449.629	437.741	442.174	474.409	451.114	408.024		444.516	455.899	444.273		
Cerio	Ce	0.072	0.033	0.096	0.128	0.045	0.075	0.032	0.009	0.00451		0.021	0.039	0.05041		
Cobalto	Co	0.00015	0.00015	0.00015	0.027	0.00015	0.027	0.00015	0.00015	0.031		0.031	0.027	0.01308	1	
Cobre	Cu	0.00039	0.00039	0.00039	0.187	0.00039	0.187	0.08	0.00039	0.00039		0.08	0.134	0.06094	0.2	
Cromo	Cr	3E-05		3E-05	3E-05	3E-05	0.1									
Estaño	Sn	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.002	0.00391	0.003		0.003	0.002	0.0034		
Estroncio	Sr	1.22	1.09	1.401	1.2	1.104	1.203	1.281	1.175	1.418		1.291	1.22	1.23664		
Fósforo	P	0.077	0.00481	0.148	0.133	0.00481	0.119	0.00481	0.00481	0.00481		0.00481	0.119	0.05681		
Hierro	Fe	0.00072	0.00072	0.015	0.018	0.00072	0.017	0.055	0.00072	0.00072		0.055	0.036	0.01815	1	
Litio	Li	0.027	0.023	0.032	0.032	0.024	0.028	0.032	0.046	0.049		0.042	0.035	0.03364	2.5	
Magnesio	Mg	19.147	7.288	14.296	10.391	9.974	12.219	14.464	27.216	34.145		25.275	17.966	17.4892	150	
Manganeso	Mn	0.56	0.153	0.04	0.41	6.6E-06	0.291	0.893	1.201	2.062		1.385	0.795	0.70818	0.2	
Mercurio	Hg	3.3E-05		3.3E-05	3.3E-05	3.3E-05	0.001									
Molibdeno	Mo	0.0005	0.01	0.0005	0.04	0.0005	0.025	0.016	0.004	0.0005		0.01	0.015	0.01109		
Níquel	Ni	0.00032	0.006	0.00032	0.00032	0.00032	0.006	0.011	0.012	0.027		0.017	0.01	0.00821	0.2	
Plata	Ag	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155		0.00155	0.00155	0.00155	0.05	
Plomo	Pb	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158		0.00158	0.00158	0.00158	0.05	
Potasio	K	2.468	1.62	4.816	3.142	2.434	2.896	3.02	3.239	3.177		3.145	3.052	3.00082		
Selenio	Se	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163		0.0163	0.0163	0.0163	0.05	
Silicio	Si *	2.033	2.967	0.772	2.795	1.312	1.976	0.0369	1.393	1.469		1.431	1.684	1.62445		
Sodio	Na	44.026	31.621	43.701	42.354	35.426	39.426	39.394	45.139	45.037		43.19	41.32	40.9667		
Talio	Tl	0.00549	0.00549	0.071	0.099	0.00549	0.085	0.02	0.00549	0.00549		0.02	0.053	0.03413		
Titanio	Ti	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001		0.0001	0.0001	0.0001		
Vanadio	V	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072		0.00072	0.00072	0.00072		
Zinc	Zn	0.00056	0.00056	0.00056	0.138	0.00056	0.138	0.00056	0.00056	0.008		0.00056	0.138	0.03872	2	



Tabla N°25: Características fisicoquímicas de agua-descarga de Planta NCD02

V-2		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OGT	NOV	DIC	PROM	MIN	MAX
PH		8.22	10.8	8.32	8.7	8.57	9	8.52	8.21	11.4		8.79	8.94	9.04273	6.5	8.5
Aluminio	Al	1.279	4.531	2.793	5.351	2.422	3.275	1.84	1.885	0.388		1.371	1.863	2.45436	5	
Antimonio	Sb	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667		0.00667	0.00667	0.00667		
Arsénico	As	0.0133	0.023	0.017	0.018	0.0133	0.02	0.0133	0.03	0.0133		0.03	0.03	0.02011	0.05	
Bario	Ba	0.007	0.007	0.01	0.007	3.6E-05	0.008	0.004	0.005	0.006		0.005	0.005	0.00582	0.7	
Berilio	Be	4.8E-05	4.8E-05	0.002	4.8E-05	4.8E-05	0.002	4.8E-05	4.8E-05	4.8E-05		4.8E-05	4.8E-05	0.0004	0.1	
Boro	B	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814		0.00814	0.00814	0.00814	0.5	
Cadmio	Cd	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015		0.00015	0.00015	0.00015	0.005	
Calcio	Ca	410.307	436.429	446.366	450.755	422.821	433.336	414.587	437.563	358.951		403.7	426.075	421.899		
Cerio	Ce	0.00451	0.057	0.139	0.159	0.00451	0.118	0.00451	0.024	0.00451		0.024	0.024	0.05119		
Cobalto	Co	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015		0.00015	0.00015	0.00015	1	
Cobre	Cu	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039		0.00039	0.00039	0.00039	0.2	
Cromo	Cr	3E-05		3E-05	3E-05	3E-05	0.1									
Estaño	Sn	0.00391	0.004	0.00391	0.00391	0.00391	0.004	0.00391	0.00391	0.00391		0.00391	0.00391	0.00393		
Estroncio	Sr	1.449	1.772	2.086	1.518	1.275	1.62	1.39	1.559	1.64		1.53	1.475	1.574		
Fósforo	P	0.00481	0.00481	0.172	0.199	0.00481	0.186	0.00481	0.00481	0.00481		0.00481	0.00481	0.05413		
Hierro	Fe	0.145	0.00072	0.00072	0.151	0.00072	0.148	0.5	0.299	0.086		0.295	0.4	0.1842	1	
Litio	Li	0.031	0.037	0.039	0.033	0.026	0.033	0.026	0.041	0.029		0.032	0.034	0.03282	2.5	
Magnesio	Mg	17.882	2.377	21.975	3.344	1.021	9.32	14.763	12.255	0.279		9.099	13.509	9.62036	150	
Manganeso	Mn	0.978	6.6E-06	0.646	0.094	6.6E-06	0.573	0.506	0.173	6.6E-06		0.34	0.34	0.33182	0.2	
Mercurio	Hg	3.3E-05		3.3E-05	3.3E-05	3.3E-05	0.001									
Molibdeno	Mo	0.0005	0.008	0.0005	0.052	0.0005	0.03	0.004	0.003	0.0005		0.004	0.004	0.00973		
Níquel	Ni	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032		0.00032	0.00032	0.00032	0.2	
Plata	Ag	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155		0.00155	0.00155	0.00155	0.05	
Plomo	Pb	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158		0.00158	0.00158	0.00158	0.05	
Potasio	K	2.03	1.489	2.134	1.503	1.373	1.706	1.471	1.68	1.378		1.51	1.576	1.62273		
Selenio	Se	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163		0.0163	0.0163	0.0163	0.05	
Silicio	Si *	0.111	0.559	0.207	2.768	0.268	0.783	0.0369	0.0369	1.922		1.922	0.0369	0.78643		
Sodio	Na	10.815	9.054	10.546	6.219	4.169	8.161	6.926	11.324	8.644		8.965	9.125	8.54073		
Talio	Tl	0.00549	0.006	0.102	0.142	0.00549	0.122	0.005	0.00549	0.00549		0.005	0.005	0.03718		
Titanio	Ti	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001		0.0001	0.0001	0.0001		
Vanadio	V	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072		0.00072	0.00072	0.00072		
Zinc	Zn	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056		0.00056	0.00056	0.00056	2	



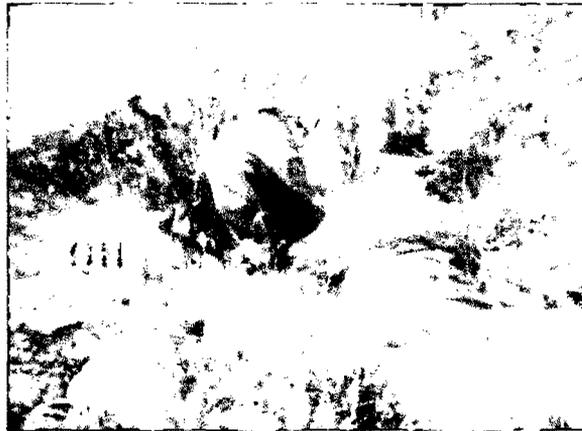
5.1.5.3 EFLUENTES

5.1.5.3.1 QH – QUEBRADA HUERTAS

Es un efluente de la quebrada Ojos, encontrándose en los terrenos de la familia Huertas, por lo que el nombre del Mismo. (Ver tabla 26)

Sus coordenadas son:

Este: 745 099E
Norte: 9 236 182N
Cota: 3459msnm



5.1.5.3.2 QAM-QUEBRADA AMALIA MAYTA

Efluente de la quebrada Ojos, que se encuentra en los terrenos de la familia Mayta. (Ver tabla 27)

Sus coordenadas son:

Este: 745 295E
Norte: 9 236 082N
Cota: 3436msnm



5.1.5.3.3 DQO-DIQUE QUEBRADA OJOS

Este punto se ubica antes de la caseta de bombeo de aguas ácidas de la planta NCD 01, se encuentra posteriormente de la unión de las quebradas Amalia Mayta y Huertas. (Ver tabla 28)

Sus coordenadas son:

Este: 745 332E
Norte: 9 236 068N
Cota: 3431msnm



5.1.5.3.4 DQO*-A 20M DE DIQUE QUEBRADA OJOS

Este punto se ubica metros debajo de la caseta de bombeo de la planta NCD 01, considerándose este punto por la observación de filtraciones en la parte inferior de la ubicación de la caseta. (Ver tabla 29)

Sus coordenadas son:

Este: 745 405E
Norte: 9 236 086N
Cota: 3426msnm



5.1.5.3.5 QO-QUEBRADA OJOS

Este punto se ubica antes de llegar al rio Yanahuanga, mostrándonos la calidad de agua que presenta la quebrada Ojos, con sus influencias, tanto minera como natural. (Ver tabla 30)

Sus coordenadas son:

Este: 747 893E
Norte: 9 235 138N
Cota: 3000msnm



5.1.5.3.6 E-2, EFLUENTE Q MINAS 2

Este punto pertenece a uno de los efluentes de la quebrada Minas, se encuentra en sobre el canal terrados a unos 15 metros, en él se acumulan las aguas que provienen del cerro Chicche. (Ver tabla 31)

Sus coordenadas son:

Este: 746 493E
Norte: 9 234 172N
Cota: 3042msnm



5.1.5.3.7 QAP- QUEBRADA AGUA POTABLE

Este punto se encuentra en la quebrada agua potable, esta descarga sus aguas hacia la quebrada Minas, el punto se ubica diez metros antes de la unión entre la quebrada Minas y el canal terrados. (Ver tabla 32)

Sus coordenadas son:

Este: 746 468E
Norte: 9 234 134N
Cota: 3038msnm



5.1.5.3.8 E-3, EFLUENTE Q MINAS 3

Este punto se encuentra metros debajo de la carretera que ingresa hacia el CPM de Pampa Cuyoc, en el puente Pampa Cuyoc. (Ver tabla 33)

Sus coordenadas son:

Este: 746 646E
Norte: 9 233 944N
Cota: 3015msnm



5.1.5.3.9 E-4, EFLUENTE Q MINAS 4

Este punto se encuentra en la quebrada minas, metros antes del ingreso al río Yanahuanga. (Ver tabla 34)

Sus coordenadas son:

Este: 746 493E
Norte: 9 233 760N
Cota: 2942msnm





Tabla N°26: Características fisicoquímicas de agua-Quebrada Huertas

QH		FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OGT	NOV	DIC	ENE	PROM	MIN	MAX
PH		5.89	6.5	7.46	7.9	6.1	7.17	7.81	8.15	8.39	7.42	7.06	7.03	6.94778	6.5	8.5
Aluminio	Al	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.151	0.026	0.026	0.026	0.151	0.026	0.026	0.05378	5	
Antimonio	Sb	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667		
Arsénico	As	0.03	0.0133	0.0133	0.036	0.033	0.0133	0.0133	0.006	0.0133	0.036	0.033	0.007	0.02388	0.05	
Bario	Ba	0.009	0.011	0.011	0.011	0.011	0.019	0.008	0.007	0.008	0.014	0.014	0.019	0.01322	0.7	
Berilio	Be	4.8E-05	0.1													
Boro	B	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.5	
Cadmio	Cd	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.001	0.002	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.005	
Calcio	Ca	4.59	9.852	7.725	3.931	6.525	18.088	474.409	451.114	408.024	10.624	11.488	12.842	9.51833		
Cerio	Ce	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.032	0.009	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451		
Cobalto	Co	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.031	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	1	
Cobre	Cu	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.08	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.2	
Cromo	Cr	3E-05	0.1													
Estaño	Sn	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.002	0.00391	0.003	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391		
Estroncio	Sr	0.036	0.08	0.054	0.038	0.052	0.149	1.281	1.175	1.418	0.089	0.094	0.108	0.07778		
Fósforo	P	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481		
Hierro	Fe	0.00072	0.202	0.00072	0.00072	0.202	0.063	0.055	0.00072	0.00072	0.133	0.156	0.00072	0.08432	1	
Litio	Li	0.001	0.001	1.579	0.002	0.001	6.7E-05	0.032	0.046	0.049	0.002	0.001	6.7E-05	0.17635	2.5	
Magnesio	Mg	1.049	2.1	6.6E-06	1.038	1.442	3.276	14.464	27.216	34.145	2.138	2.273	2.794	1.79	150	
Manganeso	Mn	6.6E-06	6.6E-06	3.3E-05	6.6E-06	0.095	0.01056	0.2								
Mercurio	Hg	3.3E-05	0.001													
Molibdeno	Mo	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.016	0.004	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005		
Níquel	Ni	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.011	0.012	0.027	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.2	
Plata	Ag	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.05	
Plomo	Pb	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.05	
Potasio	K	0.248	0.22	0.375	0.302	0.286	0.338	0.1	0.1	0.1	0.287	0.281	0.252	0.28767		
Selenio	Se	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.05	
Silicio	Si *	7.108	7.786	7.778	7.012	7.421	0.0369	7	7	7	7.399	7.604	6.782	6.54743		
Sodio	Na	1.474	1.18	0.573	1.326	1.138	1.801	1.394	1.139	1.037	1.436	1.373	1.491	1.31022		
Talio	Tl	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549		
Titanio	Ti	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001		
Vanadio	V	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072		
Zinc	Zn	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	2	



Tabla N°27: Características fisicoquímicas de agua-Quebrada Amalia Mayta

QAM		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM	MIN	MAX
PH		4.93	4	4.52	4.5	8.32	4.5	5.26	6.35	7.14		6.16	4.51	5.47182	6.5	8.5
Aluminio	Al	1.886	4.433	4.059	4.06	3.16	3.52	1.199	0.055	0.026		0.627	1.591	2.23782	5	
Antimonio	Sb	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667		0.00667	0.00667	0.00667		
Arsénico	As	0.0133	0.022	0.0133	0.018	0.0133	0.022	0.0133	0.003	0.0133		0.003	0.013	0.01341	0.05	
Bario	Ba	0.064	0.049	0.037	0.042	0.057	0.05	0.051	0.047	0.045		0.048	0.049	0.049	0.7	
Berilio	Be	4.8E-05		4.8E-05	4.8E-05	4.8E-05	0.1									
Boro	B	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814		0.00814	0.00814	0.00814	0.5	
Cadmio	Cd	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015		0.00015	0.00015	0.00015	0.005	
Calcio	Ca	31.18	24.853	26.775	28.803	28.017	27.926	49.083	39.787	42.553		43.808	38.932	34.7015		
Cerio	Ce	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451		0.00451	0.00451	0.00451		
Cobalto	Co	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015		0.00015	0.00015	0.00015	1	
Cobre	Cu	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039		0.00039	0.00039	0.00039	0.2	
Cromo	Cr	3E-05		3E-05	3E-05	3E-05	0.1									
Estaño	Sn	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391		0.00391	0.00391	0.00391		
Estroncio	Sr	0.338	0.213	0.257	0.225	0.276	0.262	0.496	0.485	0.568		0.516	0.414	0.36818		
Fósforo	P	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481		0.00481	0.00481	0.00481		
Hierro	Fe	0.431	0.214	0.134	0.249	0.323	0.27	0.153	0.06	0.08		0.098	0.161	0.19755	1	
Litio	Li	0.001	0.001	0.001	6.7E-05	0.001	0.001	6.7E-05	0.001	0.001		0.001	0.001	0.00083	2.5	
Magnesio	Mg	6.521	6.955	7.621	0.697	6.738	6.926	9.795	8.507	9.162		9.155	8.409	7.31691	150	
Manganeso	Mn	0.373	0.798	0.761	0.697	0.586	0.643	0.413	0.14	0.21		0.254	0.399	0.47945	0.2	
Mercurio	Hg	3.3E-05		3.3E-05	3.3E-05	3.3E-05	0.001									
Molibdeno	Mo	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005		0.0005	0.0005	0.0005		
Níquel	Ni	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032		0.00032	0.00032	0.00032	0.2	
Plata	Ag	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155		0.00155	0.00155	0.00155	0.05	
Plomo	Pb	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158		0.00158	0.00158	0.00158	0.05	
Potasio	K	0.912	0.372	0.262	0.729	0.642	0.583	0.633	0.631	0.583		0.616	0.616	0.59809		
Selenio	Se	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163		0.0163	0.0163	0.0163	0.05	
Silicio	Si *	8.069	7.824	7.999	8.628	7.947	8.093	0.0369	10.356	10.213		10.285	9.225	8.06145		
Sodio	Na	4.56	2.976	2.033	2.145	3.768	3.096	4.042	4.167	4.549		4.253	3.768	3.57791		
Talio	Tl	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549		0.00549	0.00549	0.00549		
Titanio	Ti	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001		0.0001	0.0001	0.0001		
Vanadio	V	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072		0.00072	0.00072	0.00072		
Zinc	Zn	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056		0.00056	0.00056	0.00056	2	



Tabla N°28: Características fisicoquímicas de agua-Dique de Quebrada Ojos (Frente a Depósito de Desmonte N° 02)

DQO		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM	MIN	MAX
PH		5.3	5.35	5.08	6.07	7.94	6.5	6.12	7	7.41		7.01	6.82	6.41818	6.5	8.5
Aluminio	Al	1.131	1.136	2.071	1.927	0.587	1.566	0.678	0.06	0.026		0.369	0.768	0.93809	5	
Antimonio	Sb	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667		0.00667	0.00667	0.00667		
Arsénico	As	0.0133	0.021	0.0133	0.0133	0.0133	0.021	0.0133	0.004	0.0133		0.004	0.013	0.01298	0.05	
Bario	Ba	0.052	0.025	0.038	0.035	0.01925	0.038	0.044	0.039	0.04		0.041	0.04	0.03739	0.7	
Berilio	Be	4.8E-05		4.8E-05	4.8E-05	4.8E-05	0.1									
Boro	B	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814		0.00814	0.00814	0.00814	0.5	
Cadmio	Cd	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015		0.00015	0.00015	0.00015	0.005	
Calcio	Ca	39.957	145.112	62.142	227.439	48.159	118.663	54.303	95.395	51.74		67.146	89.454	90.8645		
Cerio	Ce	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451		0.00451	0.00451	0.00451		
Cobalto	Co	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015		0.00015	0.00015	0.00015	1	
Cobre	Cu	0.00039	0.00039	0.00039	0.014	0.00039	0.014	0.00039	0.00039	0.00039		0.00039	0.014	0.0041	0.2	
Cromo	Cr	3E-05		3E-05	3E-05	3E-05	0.1									
Estaño	Sn	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391		0.00391	0.00391	0.00391		
Estroncio	Sr	0.331	0.308	0.298	0.613	0.16275	0.388	0.439	0.447	0.482		0.456	0.425	0.39543		
Fósforo	P	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481		0.00481	0.00481	0.00481		
Hierro	Fe	0.003	0.013	0.078	0.095	0.01275	0.047	0.032	0.00072	0.00072		0.032	0.04	0.0322	1	
Litio	Li	0.001	0.004	0.002	0.007	0.00125	0.004	6.7E-05	0.003	0.001		0.002	0.003	0.00257	2.5	
Magnesio	Mg	6.521	5.229	7.993	7.3	3.006	6.761	8.38	9.472	8.039		8.63	8.204	7.23045	150	
Manganeso	Mn	0.217	0.319	0.488	0.38	0.14875	0.351	0.268	0.112	0.103		0.161	0.244	0.2538	0.2	
Mercurio	Hg	3.3E-05		3.3E-05	3.3E-05	3.3E-05	0.001									
Molibdeno	Mo	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005		0.0005	0.0005	0.0005		
Níquel	Ni	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032		0.00032	0.00032	0.00032	0.2	
Plata	Ag	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155		0.00155	0.00155	0.00155	0.05	
Plomo	Pb	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158		0.00158	0.00158	0.00158	0.05	
Potasio	K	0.9	0.571	0.661	1.438	0.37125	0.893	0.685	1.007	0.645		0.779	0.862	0.80111		
Selenio	Se	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163		0.0163	0.0163	0.0163	0.05	
Silicio	Si *	7.665	6.974	8.969	10.909	3.65925	8.629	0.0369	7.934	9.359		8.647	8.282	7.36947		
Sodio	Na	5.071	6.485	4.292	12.2	2.91625	7.012	3.836	8.398	4.534		5.589	6.415	6.06802		
Talio	Tl	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549		0.00549	0.00549	0.00549		
Titanio	Ti	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001		0.0001	0.0001	0.0001		
Vanadio	V	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072		0.00072	0.00072	0.00072		
Zinc	Zn	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056		0.00056	0.00056	0.00056	2	



Tabla N°29: Características fisicoquímicas de agua-bajo de Depósito de Desmonte N° 02

DQO*		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM	MIN	MAX
PH		4.96	5.4	7.32	6.3	5.74	6.7	6.56	6.89	7.68		7.2	6.9	6.51364	6.5	8.5
Aluminio	Al	1.135	1.213	1.785	1.577	1.174	1.377	1.023	0.026	0.026		1.023	1.2	1.05082	5	
Antimonio	Sb	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667		0.00667	0.00667	0.00667		
Arsénico	As	0.0133	0.026	0.0133	0.0133	0.0133	0.026	0.0133	0.002	0.0133		0.002	0.014	0.01362	0.05	
Bario	Ba	0.05	0.027	0.033	0.026	0.039	0.035	0.061	0.034	0.029		0.041	0.043	0.038	0.7	
Berilio	Be	4.8E-05		4.8E-05	4.8E-05	4.8E-05	0.1									
Boro	B	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814		0.00814	0.00814	0.00814	0.5	
Cadmio	Cd	0.00015	0.00015	0.00015	0.001	0.00015	0.001	0.00015	0.00015	0.00015		0.00015	0.001	0.00038	0.005	
Calcio	Ca	39.815	152.821	60.595	181.016	96.318	106.113	78.518	86.678	46.436		70.544	90.436	91.7536		
Cerio	Ce	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451		0.00451	0.00451	0.00451		
Cobalto	Co	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015		0.00015	0.00015	0.00015	1	
Cobre	Cu	0.00039	0.00039	0.00039	0.003	0.00039	0.003	0.00039	0.00039	0.00039		0.00039	0.003	0.0011	0.2	
Cromo	Cr	3E-05		3E-05	3E-05	3E-05	0.1									
Estaño	Sn	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.001	0.00391	0.00391		0.001	0.001	0.00312		
Estroncio	Sr	0.327	0.324	0.279	0.37	0.326	0.325	0.617	0.401	0.419		0.479	0.448	0.39227		
Fósforo	P	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481		0.00481	0.00481	0.00481		
Hierro	Fe	0.018	0.033	0.025	0.104	0.026	0.041	0.237	0.00072	0.00072		0.237	0.139	0.07831	1	
Litio	Li	0.001	0.004	0.002	0.006	0.003	0.003	0.001	0.003	0.001		0.002	0.002	0.00255	2.5	
Magnesio	Mg	6.479	5.545	7.211	5.622	6.012	6.174	12.148	8.447	6.727		9.107	8.923	7.49045	150	
Manganeso	Mn	0.251	0.344	0.467	0.36	0.298	0.344	0.43	0.091	0.119		0.213	0.288	0.29136	0.2	
Mercurio	Hg	3.3E-05		3.3E-05	3.3E-05	3.3E-05	0.001									
Molibdeno	Mo	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005		0.0005	0.0005	0.0005		
Níquel	Ni	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032		0.00032	0.00032	0.00032	0.2	
Plata	Ag	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155		0.00155	0.00155	0.00155	0.05	
Plomo	Pb	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158		0.00158	0.00158	0.00158	0.05	
Potasio	K	0.854	0.631	0.556	1.224	0.743	0.802	1.064	0.799	0.503		0.789	0.888	0.80482		
Selenio	Se	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163		0.0163	0.0163	0.0163	0.05	
Silicio	Si *	7.698	6.939	8.322	6.467	7.319	7.349	0.0369	7.189	8.273		7.731	7.269	6.78117		
Sodio	Na	4.66	7.005	4.128	9.985	5.833	6.322	6.44	5.895	3.672		5.336	6.219	5.95409		
Talio	Tl	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549		0.00549	0.00549	0.00549		
Titanio	Ti	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001		0.0001	0.0001	0.0001		
Vanadio	V	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072		0.00072	0.00072	0.00072		
Zinc	Zn	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056		0.00056	0.00056	0.00056	2	

Tabla N°30: Características fisicoquímicas de agua-Quebrada Ojos

QO		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM	MIN	MAX
PH		7.17	7.29	7.7	7.1	6.79	7.6	7.53	8.14	7.94		7.27	7.33	7.44182	6.5	8.5
Aluminio	Al	0.02	0.577	0.355	0.701	0.557	0.548	0.023	0.026	0.026		0.023	0.189	0.27682	5	
Antimonio	Sb	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667		0.00667	0.00667	0.00667		
Arsénico	As	0.0133	0.021	0.0133	0.021	0.0133	0.021	0.0133	0.002	0.0133		0.002	0.002	0.01232	0.05	
Bario	Ba	0.036	0.035	0.033	0.039	0.034	0.035	0.034	0.059	0.049		0.047	0.042	0.04027	0.7	
Berilio	Be	4.8E-05		4.8E-05	4.8E-05	4.8E-05	0.1									
Boro	B	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814		0.00814	0.00814	0.00814	0.5	
Cadmio	Cd	0.00015	0.00015	0.001	0.00015	0.00015	0.001	0.00015	0.00015	0.00015		0.00015	0.001	0.00038	0.005	
Calcio	Ca	33.453	69.698	55.67	78.47	60.225	66.016	41.366	137.503	18.386		65.752	78.18	64.0654		
Cerio	Ce	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451		0.00451	0.00451	0.00451		
Cobalto	Co	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015		0.00015	0.00015	0.00015	1	
Cobre	Cu	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039		0.00039	0.00039	0.00039	0.2	
Cromo	Cr	3E-05		3E-05	3E-05	3E-05	0.1									
Estaño	Sn	0.00391	0.004	0.00391	0.00391	0.00391	0.004	0.00391	0.00391	0.00391		0.00391	0.00391	0.00393		
Estroncio	Sr	0.314	0.252	0.316	0.293	0.265	0.281	0.349	0.671	0.265		0.428	0.445	0.35264		
Fósforo	P	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481		0.00481	0.00481	0.00481		
Hierro	Fe	0.038	0.093	0.063	0.115	0.074	0.086	0.078	0.00072	0.014		0.046	0.071	0.0617	1	
Litio	Li	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	6.7E-05	0.002	0.001		0.002	0.002	0.00155	2.5	
Magnesio	Mg	4.215	3.566	4.806	4.397	3.459	4.057	3.834	9.269	3.169		5.424	5.97	4.74236	150	
Manganeso	Mn	6.6E-06	0.158	0.071	0.134	0.133	0.124	6.6E-06	6.6E-06	6.6E-06		6.6E-06	0.071	0.06282	0.2	
Mercurio	Hg	3.3E-05		3.3E-05	3.3E-05	3.3E-05	0.001									
Molibdeno	Mo	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005		0.0005	0.0005	0.0005		
Níquel	Ni	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032		0.00032	0.00032	0.00032	0.2	
Plata	Ag	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155		0.00155	0.00155	0.00155	0.05	
Plomo	Pb	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158		0.00158	0.00158	0.00158	0.05	
Potasio	K	1.097	0.55	0.577	0.971	0.732	0.693	0.85	1.146	0.821		0.939	0.858	0.83945		
Selenio	Se	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163		0.0163	0.0163	0.0163	0.05	
Silicio	Si *	11.721	9.789	13.877	12.784	10.242	11.673	0.0369	11.492	11.319		11.406	12.685	10.6386		
Sodio	Na	5.726	4.474	4.34	5.979	4.764	4.889	4.479	10.484	3.501		6.155	6.434	5.56591		
Talio	Tl	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549		0.00549	0.00549	0.00549		
Titanio	Ti	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001		0.0001	0.0001	0.0001		
Vanadio	V	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072		0.00072	0.00072	0.00072		
Zinc	Zn	0.00056	0.00056	0.00056	0.009	0.00056	0.009	0.00056	0.00056	0.00056		0.00056	0.00056	0.00209	2	



Tabla N°31: Características fisicoquímicas de agua-Efluente en Q Minas 02

E-2		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM	MIN	MAX
PH		10.34	11.73	9.33	6.5	11.52	7.2	6.6	7.89	7.63		7.8	7.5	8.54909	6.5	8.5
Aluminio	Al	6.044	4.482	2.087	16.849	2.724	6.437	3.336	2.011	1.157		2.168	2.674	4.54264	5	
Antimonio	Sb	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667		0.00667	0.00667	0.00667		
Arsénico	As	0.0133	0.0133	0.0133	0.065	0.002	0.034	0.008	0.048	0.006		0.021	0.028	0.0229	0.05	
Bario	Ba	0.01	0.012	0.006	0.01	0.011	0.01	0.012	0.011	0.009		0.011	0.012	0.01036	0.7	
Berilio	Be	4.8E-05		4.8E-05	4.8E-05	4.8E-05	0.1									
Boro	B	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814		0.00814	0.00814	0.00814	0.5	
Cadmio	Cd	0.00015	0.00015	0.00015	0.007	0.002	0.005	0.00015	0.00015	0.00015		0.00015	0.00015	0.00138	0.005	
Calcio	Ca	344.515	384.299	382.21	344.712	392.76	369.699	290.481	76.833	325.644		230.986	183.657	302.345		
Cerio	Ce	0.00451	0.00451	0.00451	0.031	0.00451	0.031	0.00451	0.00451	0.00451		0.00451	0.00451	0.00933		
Cobalto	Co	0.00015	0.00015	0.00015	0.07	0.00015	0.07	0.00015	0.00015	0.00015		0.00015	0.00015	0.01285	1	
Cobre	Cu	0.00039	0.072	0.021	0.819	0.134	0.262	0.00039	0.00039	0.00039		0.00039	0.00039	0.11912	0.2	
Cromo	Cr	3E-05		3E-05	3E-05	3E-05	0.1									
Estaño	Sn	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.003	0.003	0.001	0.00391	0.00391		0.001	0.001	0.00295		
Estroncio	Sr	1.107	1.383	1.328	0.932	1.462	1.242	0.932	0.332	1.348		0.871	0.632	1.05173		
Fósforo	P	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481		0.00481	0.00481	0.00481		
Hierro	Fe	2.333	2.35	1.643	18.956	1.962	5.449	6.906	7.75	2.041		5.566	7.328	5.66218	1	
Litio	Li	0.022	0.027	0.029	0.025	0.024	0.025	0.034	0.028	0.026		0.029	0.031	0.02727	2.5	
Magnesio	Mg	2.807	2.833	1.85	13.199	5.827	5.303	3.497	1.971	1.733		2.4	2.734	4.014	150	
Manganeso	Mn	0.562	0.431	0.279	3.368	0.351	0.998	0.487	0.422	0.101		0.337	0.455	0.70827	0.2	
Mercurio	Hg	3.3E-05		3.3E-05	3.3E-05	3.3E-05	0.001									
Molibdeno	Mo	0.0005	0.0005	0.0005	0.006	0.0005	0.006	0.0005	0.0005	0.0005		0.0005	0.0005	0.0015		
Níquel	Ni	0.00032	0.007	0.00032	0.041	0.00032	0.024	0.00032	0.00032	0.00032		0.00032	0.00032	0.00678	0.2	
Plata	Ag	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155		0.00155	0.00155	0.00155	0.05	
Plomo	Pb	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158		0.00158	0.00158	0.00158	0.05	
Potasio	K	1.803	1.147	1.678	1.294	1.294	1.443	1.283	0.976	1.368		1.209	1.13	1.32955		
Selenio	Se	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163		0.0163	0.0163	0.0163	0.05	
Silicio	Si *	4.107	3.061	3.092	9.804	3.111	4.635	0.0369	6.11	2.833		4.472	6.11	4.30654		
Sodio	Na	8.307	6.389	6.113	4.51	6.796	6.423	6.327	4.52	8.058		6.302	5.424	6.28809		
Talio	Tl	0.00549	0.00549	0.00549	0.01	0.00549	0.01	0.00549	0.00549	0.00549		0.00549	0.00549	0.00631		
Titanio	Ti	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001		0.0001	0.0001	0.0001		
Vanadio	V	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072		0.00072	0.00072	0.00072		
Zinc	Zn	0.00056	0.00056	0.00056	0.228	0.00056	0.228	0.138	0.00056	0.00056		0.138	0.138	0.07939	2	



Tabla N°32: Características fisicoquímicas de agua-Quebrada Agua Potable

QAP		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OGT	NOV	DIC	PROM	MIN	MAX
PH		4.05	3.05	7.07	3.6	3.74	3.9	4.5	4.18	4.03		4.6	4.63	4.30455	6.5	8.5
Aluminio	Al	5.164	6.328	5.411	7.339	4.621	5.925	6.467	6.748	7.749		6.988	6.608	6.30436	5	
Antimonio	Sb	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667		0.00667	0.00667	0.00667		
Arsénico	As	0.001	0.02	0.0133	0.0133	0.0133	0.02	0.0133	0.021	0.0133		0.021	0.021	0.0155	0.05	
Bario	Ba	0.016	0.02	0.019	0.019	0.015	0.018	0.014	0.012	0.01		0.012	0.013	0.01527	0.7	
Berilio	Be	4.8E-05		4.8E-05	4.8E-05	4.8E-05	0.1									
Boro	B	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814		0.00814	0.00814	0.00814	0.5	
Cadmio	Cd	0.01	0.006	0.007	0.009	0.006	0.007	0.024	0.018	0.025		0.022	0.021	0.01409	0.005	
Calcio	Ca	32.429	17.234	20.99	22.305	13.941	18.618	48.714	40.67	49.056		46.147	44.692	32.2542		
Cerio	Ce	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451		0.00451	0.00451	0.00451		
Cobalto	Co	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.001		0.001	0.00015	0.0003	1	
Cobre	Cu	0.712	0.442	0.582	0.59	0.427	0.51	1.26	1.204	1.216		1.227	1.232	0.85473	0.2	
Cromo	Cr	3E-05		3E-05	3E-05	3E-05	0.1									
Estaño	Sn	0.001	0.00391	0.00391	0.00391	0.001	0.001	0.00391	0.00391	0.00391		0.00391	0.00391	0.00312		
Estroncio	Sr	0.162	0.093	0.107	0.098	0.069	0.092	0.244	0.236	0.292		0.257	0.24	0.17182		
Fósforo	P	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481		0.00481	0.00481	0.00481		
Hierro	Fe	0.056	2.706	0.55	1.154	0.698	1.277	0.16	0.16	0.111		0.144	0.16	0.65236	1	
Litio	Li	0.022	0.013	0.017	0.016	0.011	0.014	0.027	0.026	0.027		0.027	0.027	0.02064	2.5	
Magnesio	Mg	3.619	2.411	2.507	2.733	2.003	2.414	3.993	3.636	3.625		3.751	3.815	3.137	150	
Manganeso	Mn	0.434	0.371	0.04	0.497	0.294	0.391	0.703	0.574	0.684		0.654	0.639	0.48009	0.2	
Mercurio	Hg	3.3E-05	3.3E-05	3.3E-05	3.3E-05	0.012	0.012	3.3E-05	3.3E-05	3.3E-05		3.3E-05	3.3E-05	0.00221	0.001	
Molibdeno	Mo	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005		0.0005	0.0005	0.0005		
Níquel	Ni	0.006	0.008	0.007	0.006	0.00032	0.007	0.019	0.014	0.023		0.019	0.017	0.01148	0.2	
Plata	Ag	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155		0.00155	0.00155	0.00155	0.05	
Plomo	Pb	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158		0.00158	0.00158	0.00158	0.05	
Potasio	K	0.393	0.354	0.246	0.44	0.321	0.34	0.548	0.516	0.494		0.519	0.532	0.42755		
Selenio	Se	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163		0.0163	0.0163	0.0163	0.05	
Silicio	Si *	8.223	8.44	8.29	9.433	8.118	8.57	0.0369	7.412	7.948		7.68	7.412	7.41481		
Sodio	Na	2.899	2.274	1.574	1.083	1.504	1.609	2.923	2.921	3.17		3.005	2.922	2.35309		
Talio	Tl	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549		0.00549	0.00549	0.00549		
Titanio	Ti	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001		0.0001	0.0001	0.0001		
Vanadio	V	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072		0.00072	0.00072	0.00072		
Zinc	Zn	0.00056	0.00056	0.00056	0.065	0.00056	0.065	0.197	0.103	0.044		0.115	0.15	0.06738	2	



Tabla N°33: Características fisicoquímicas de agua-Efluente en Quebrada Minas 03

E-3		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM	MIN	MAX
PH		7.56	9.08	7.07	6.7	8.67	6.7	6.3	6.5	6.95		6.47	7.3	7.20909	6.5	8.5
Aluminio	Al	5.607	4.473	3.555	13.399	4.246	6.256	3.512	3.443	2.761		3.239	3.478	4.90627	5	
Antimonio	Sb	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667		0.00667	0.00667	0.00667		
Arsénico	As	0.0133	0.0133	0.0133	0.056	0.004	0.03	0.0133	0.029	0.003		0.016	0.029	0.02002	0.05	
Bario	Ba	0.014	0.012	0.009	0.015	0.015	0.013	0.015	0.017	0.013		0.015	0.016	0.014	0.7	
Berilio	Be	4.8E-05		4.8E-05	4.8E-05	4.8E-05	0.1									
Boro	B	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814		0.00814	0.00814	0.00814	0.5	
Cadmio	Cd	0.00015	0.002	0.002	0.005	0.004	0.003	0.01	0.007	0.006		0.008	0.009	0.0051	0.005	
Calcio	Ca	201.696	221.125	240.205	205.077	216.471	216.915	136.434	60.692	219.879		139.002	98.563	177.824		
Cerio	Ce	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.045	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451		0.00451	0.00451	0.00819		
Cobalto	Co	0.00015	0.00015	0.00015	0.037	0.00015	0.037	0.00015	0.00015	0.00015		0.00015	0.00015	0.00685	1	
Cobre	Cu	0.223	0.178	0.212	0.762	0.274	0.33	0.39	0.414	0.194		0.333	0.402	0.33745	0.2	
Cromo	Cr	3E-05		3E-05	3E-05	3E-05	0.1									
Estaño	Sn	0.00391	0.005	0.00391	0.00391	0.001	0.003	0.00391	0.00391	0.00391		0.00391	0.00391	0.00366		
Estroncio	Sr	0.639	0.669	0.705	0.561	0.669	0.649	0.474	0.292	0.92		0.562	0.383	0.593		
Fósforo	P	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481		0.00481	0.00481	0.00481		
Hierro	Fe	0.00072	2.065	1.306	12.154	1.782	3.783	2.075	0.216	1.582		1.291	1.146	2.49097	1	
Litio	Li	0.02	0.019	0.022	0.022	0.02	0.021	0.025	0.022	0.025		0.024	0.024	0.02218	2.5	
Magnesio	Mg	2.355	2.074	2.662	9.977	4.91	4.396	4.047	3.403	2.922		3.457	3.725	3.99345	150	
Manganeso	Mn	0.392	0.335	0.305	2.298	0.409	0.748	0.6	0.467	0.352		0.473	0.534	0.62845	0.2	
Mercurio	Hg	3.3E-05		3.3E-05	3.3E-05	3.3E-05	0.001									
Molibdeno	Mo	0.0005	0.0005	0.0005	0.04	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005		0.0005	0.0005	0.00409		
Níquel	Ni	0.00032	0.003	0.001	0.026	0.00032	0.01	0.003	0.003	0.00032		0.003	0.003	0.00481	0.2	
Plata	Ag	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155		0.00155	0.00155	0.00155	0.05	
Plomo	Pb	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158		0.00158	0.00158	0.00158	0.05	
Potasio	K	1.33	0.632	0.778	1.057	0.864	0.932	0.733	0.672	0.982		0.796	0.703	0.86173		
Selenio	Se	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163		0.0163	0.0163	0.0163	0.05	
Silicio	Si *	5.474	4.76	4.786	10.726	6.048	6.359	0.0369	6.366	5.355		5.861	6.366	5.6489		
Sodio	Na	6.696	3.705	3.664	3.987	3.934	4.397	3.939	4.099	6.175		4.738	4.019	4.48664		
Talio	Tl	0.00549	0.00549	0.00549	0.099	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549		0.00549	0.00549	0.01399		
Titanio	Ti	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001		0.0001	0.0001	0.0001		
Vanadio	V	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072		0.00072	0.00072	0.00072		
Zinc	Zn	0.00056	0.00056	0.00056	0.17	0.00056	0.17	0.114	0.051	0.00056		0.083	0.083	0.06125	2	

Tabla N°34: Características fisicoquímicas de agua-Efluente en Quebrada Minas 04

E-4		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OGT	NOV	DIC	PROM	MIN	MAX
PH		7.29	8.34	6.65	6.95	8.63	7.1	6.09	6.3	6.92		6.62	6.81	7.06364	6.5	8.5
Aluminio	Al	5.823	4.713	3.53	1.413	4.067	3.431	1.89	2.339	2.05		2.093	2.115	3.04218	5	
Antimonio	Sb	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667		0.00667	0.00667	0.00667		
Arsénico	As	0.0133	0.017	0.015	0.0133	0.001	0.011	0.001	0.027	0.0133		0.014	0.014	0.01272	0.05	
Bario	Ba	0.017	0.014	0.01	0.011	0.012	0.012	0.016	0.019	0.014		0.016	0.018	0.01445	0.7	
Berilio	Be	4.8E-05		4.8E-05	4.8E-05	4.8E-05	0.1									
Boro	B	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814		0.00814	0.00814	0.00814	0.5	
Cadmio	Cd	0.00015	0.002	0.003	0.001	0.004	0.003	0.006	0.004	0.005		0.005	0.005	0.00347	0.005	
Calcio	Ca	165.031	231.461	256.74	418.313	174.98	270.374	122.24	60.803	191.968		125.004	91.522	191.676		
Cerio	Ce	0.00451	0.00451	0.00451	0.018	0.00451	0.018	0.00451	0.00451	0.00451		0.00451	0.00451	0.00696		
Cobalto	Co	0.00015	0.00015	0.00015	0.005	0.00015	0.005	0.00015	0.00015	0.00015		0.00015	0.00015	0.00103	1	
Cobre	Cu	0.227	0.207	0.345	0.187	0.272	0.253	0.189	0.246	0.067		0.167	0.218	0.21618	0.2	
Cromo	Cr	3E-05		3E-05	3E-05	3E-05	0.1									
Estaño	Sn	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.001	0.001	0.00391	0.00391	0.00391		0.00391	0.00391	0.00338		
Estroncio	Sr	0.531	0.713	0.757	1.009	0.532	0.753	0.42	0.295	0.821		0.512	0.358	0.60918		
Fósforo	P	0.00481	0.00481	0.00481	0.133	0.00481	0.133	0.00481	0.00481	0.00481		0.00481	0.00481	0.02812		
Hierro	Fe	1.387	2.603	2.355	0.018	1.766	1.686	1.64	0.039	1.221		0.967	0.84	1.32018	1	
Litio	Li	0.019	0.02	0.023	0.023	0.017	0.021	0.019	0.019	0.021		0.02	0.019	0.02009	2.5	
Magnesio	Mg	2.577	2.628	2.856	6.823	4.396	4.176	4.221	3.223	3.263		3.569	3.722	3.76855	150	
Manganeso	Mn	0.373	0.427	0.433	0.255	0.396	0.378	0.611	0.469	0.415		0.498	0.54	0.43591	0.2	
Mercurio	Hg	3.3E-05		3.3E-05	3.3E-05	3.3E-05	0.001									
Molibdeno	Mo	0.0005	0.0005	0.0005	0.003	0.0005	0.003	0.0005	0.0005	0.0005		0.0005	0.0005	0.00095		
Níquel	Ni	0.00032	0.006	0.003	0.016	0.00032	0.008	0.00032	0.00032	0.00032		0.00032	0.00032	0.0032	0.2	
Plata	Ag	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155		0.00155	0.00155	0.00155	0.05	
Plomo	Pb	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158		0.00158	0.00158	0.00158	0.05	
Potasio	K	1.244	0.671	0.955	2.852	0.791	1.317	0.623	0.855	0.938		0.805	0.739	1.07182		
Selenio	Se	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163		0.0163	0.0163	0.0163	0.05	
Silicio	Si *	6.101	5.426	5.603	2.795	6.984	5.202	0.0369	6.407	5.011		5.709	6.407	5.06199		
Sodio	Na	6.863	4.124	4.102	34.377	3.416	11.505	3.506	4.519	5.71		4.578	4.013	7.883		
Talio	Tl	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549		0.00549	0.00549	0.00549		
Titanio	Ti	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001		0.0001	0.0001	0.0001		
Vanadio	V	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072		0.00072	0.00072	0.00072		
Zinc	Zn	0.00056	0.00056	0.00056	0.138	0.00056	0.138	0.062	0.00056	0.00056		0.062	0.062	0.0423	2	

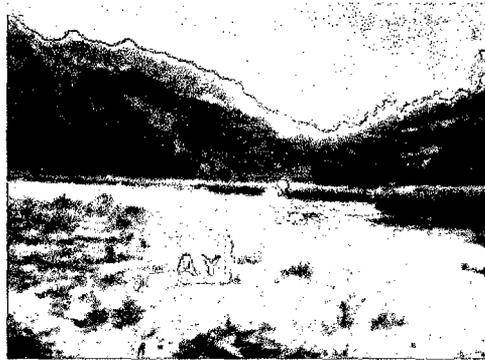
5.1.5.4 CUERPOS RECEPTORES DE CUENCA

5.1.5.4.1 AY- ANTES DE YANAHUANGA

Este punto se encuentra en el río Yanahuanga, antes de la intersección con la quebrada Ojos, permitiendo conocer las características fisicoquímicas de la misma antes de la cuenca de estudio. (Ver tabla 35)

Sus coordenadas son:

Este: 748 129E
Norte: 9 235 056N
Cota: 2987msnm



5.1.5.4.2 DY-DESPUES DE YANAHUANGA

Este punto se encuentra en el río Yanahuanga, luego de la intersección con la quebrada Minas, permitiendo conocer las características fisicoquímicas de las aguas luego de la cuenca de estudio, es decir con la influencia de este. (Ver tabla 36)

Sus coordenadas son:

Este: 746 527E
Norte: 9 233 182N
Cota: 2886msnm





Tabla N° 35: Características fisicoquímicas de agua-Antes de Microcuenca Ojos (En Río Yanahuanga)

AY		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OGT	NOV	DIC	PROM	MIN	MAX
	PH	7.7	8.15	8.41	7.49	7.26	8.9	7.75	7.49	7.26		7.59	7.68	7.78909	6.5	8.5
Aluminio	Al	0.049	0.079	0.026	1.254	0.181	0.391	0.026	0.026	0.009		0.133	0.026	0.2	5	
Antimonio	Sb	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667		0.00667	0.00667	0.00667		
Arsénico	As	0.0133	0.024	0.0133	0.018	0.001	0.014	0.0133	0.0133	0.0133		0.0133	0.014	0.01371	0.05	
Bario	Ba	0.012	0.016	0.012	0.024	0.013	0.015	0.01	0.015	0.015		0.017	0.013	0.01473	0.7	
Berilio	Be	4.8E-05	4.8E-05	4.8E-05	4.8E-05	4.8E-05	0.002	4.8E-05	4.8E-05	4.8E-05		4.8E-05	4.8E-05	0.00023	0.1	
Boro	B	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814		0.00814	0.00814	0.00814	0.5	
Cadmio	Cd	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015		0.00015	0.00015	0.00015	0.005	
Calcio	Ca	12.323	10.798	10.033	18.378	6.989	11.704	6.23	7.641	9.09		14.362	8.525	10.5521		
Cerio	Ce	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451		0.00451	0.00451	0.00451		
Cobalto	Co	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015		0.00015	0.00015	0.00015	1	
Cobre	Cu	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039		0.00039	0.00039	0.00039	0.2	
Cromo	Cr	3E-05		3E-05	3E-05	3E-05	0.1									
Estaño	Sn	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.002	0.002	0.00391	0.00391	0.00391		0.00391	0.002	0.00339		
Estroncio	Sr	0.076	0.061	0.064	0.087	0.045	0.067	0.054	0.065	0.084		0.077	0.062	0.06745		
Fósforo	P	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481		0.00481	0.00481	0.00481		
Hierro	Fe	0.011	0.19	0.00072	0.472	0.1	0.193	0.026	0.00072	0.487		0.00072	0.11	0.14465	1	
Litio	Li	0.001	0.001	0.001	0.001	6.7E-05	0.001	6.7E-05	0.001	0.001		0.004	0.001	0.0011	2.5	
Magnesio	Mg	1.007	1.093	0.882	1.831	0.71	1.105	0.471	0.88	1.237		1.715	0.819	1.06818	150	
Manganeso	Mn	6.6E-06		6.6E-06	6.6E-06	6.6E-06	0.2									
Mercurio	Hg	3.3E-05		3.3E-05	3.3E-05	3.3E-05	0.001									
Molibdeno	Mo	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005		0.0005	0.0005	0.0005		
Níquel	Ni	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032		0.00032	0.00032	0.00032	0.2	
Plata	Ag	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155		0.00155	0.00155	0.00155	0.05	
Plomo	Pb	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158		0.00158	0.00158	0.00158	0.05	
Potasio	K	0.764	0.41	0.298	0.648	0.43	0.51	0.434	0.568	0.587		1.307	0.504	0.58727		
Selenio	Se	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163		0.0163	0.0163	0.0163	0.05	
Silicio	Si *	10.935	11.325	12.323	14.931	12.678	12.438	0.0369	14.119	14.502		11.624	13.279	11.6537		
Sodio	Na	3.413	2.03	0.969	1.878	1.237	1.905	1.127	1.926	2.625		2.35	1.653	1.91936		
Talio	Tl	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549		0.00549	0.00549	0.00549		
Titanio	Ti	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001		0.0001	0.0001	0.0001		
Vanadio	V	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072		0.00072	0.00072	0.00072		
Zinc	Zn	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056		0.00056	0.00056	0.00056	2	



Tabla N° 36: Características fisicoquímicas de agua-Despues de Microcuenca Minas (En Rio Yanahuanga)

DY		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM	MIN	MAX
	PH	8.03	8.02	7.86	7.61	8.24	7.9	7.25	7.55	7.81		7.62	7.7	7.78091	6.5	8.5
Aluminio	Al	0.091	0.124	0.054	1.2	0.338	0.361	0.026	0.026	0.037		0.817	0.026	0.28182	5	
Antimonio	Sb	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667		0.00667	0.00667	0.00667		
Arsénico	As	0.0133	0.025	0.0133	0.018	0.0133	0.022	0.0133	0.0133	0.0133		0.0133	0.022	0.01637	0.05	
Bario	Ba	0.016	0.017	0.018	0.019	0.019	0.018	0.015	0.023	0.016		0.022	0.019	0.01836	0.7	
Berilio	Be	4.8E-05		4.8E-05	4.8E-05	4.8E-05	0.1									
Boro	B	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814		0.00814	0.00814	0.00814	0.5	
Cadmio	Cd	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015		0.00015	0.00015	0.00015	0.005	
Calcio	Ca	12.611	14.585	20.047	19.915	15.312	16.494	11.671	17.156	13.362		16.968	15.107	15.748		
Cerio	Ce	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451		0.00451	0.00451	0.00451		
Cobalto	Co	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015		0.00015	0.00015	0.00015	1	
Cobre	Cu	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039	0.00039		0.00039	0.00039	0.00039	0.2	
Cromo	Cr	3E-05		3E-05	3E-05	3E-05	0.1									
Estaño	Sn	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.002	0.002	0.00391	0.00391	0.00391		0.00391	0.002	0.00339		
Estroncio	Sr	0.081	0.071	0.109	0.098	0.077	0.087	0.09	0.139	0.112		0.095	0.105	0.09673		
Fósforo	P	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481		0.00481	0.00481	0.00481		
Hierro	Fe	0.076	0.111	0.008	0.489	0.172	0.171	0.09	0.00072	0.046		0.25	0.131	0.14043	1	
Litio	Li	0.001	0.001	0.001	0.001	6.7E-05	0.001	0.001	0.001	0.002		0.004	0.001	0.00128	2.5	
Magnesio	Mg	0.93	1.153	1.886	1.372	1.059	1.28	1.191	1.699	1.047		2.156	1.39	1.37845	150	
Manganeso	Mn	6.6E-06		0.007	6.6E-06	0.00064	0.2									
Mercurio	Hg	3.3E-05		3.3E-05	3.3E-05	3.3E-05	0.001									
Molibdeno	Mo	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005		0.0005	0.0005	0.0005		
Níquel	Ni	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032	0.00032		0.00032	0.00032	0.00032	0.2	
Plata	Ag	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155		0.00155	0.00155	0.00155	0.05	
Plomo	Pb	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158		0.00158	0.00158	0.00158	0.05	
Potasio	K	0.752	0.452	0.425	0.631	0.494	0.551	0.48	0.684	0.528		0.764	0.572	0.57573		
Selenio	Se	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163		0.0163	0.0163	0.0163	0.05	
Silicio	Si *	11.226	10.953	13.753	14.609	13.813	12.871	0.0369	14.747	14.354		0.826	13.809	10.9998		
Sodio	Na	3.122	2.208	2.271	1.366	1.671	2.128	1.831	2.926	2.174		2.787	2.295	2.25264		
Talio	Tl	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549		0.00549	0.00549	0.00549		
Titanio	Ti	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001		0.0001	0.0001	0.0001		
Vanadio	V	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072	0.00072		0.00072	0.00072	0.00072		
Zinc	Zn	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056	0.00056		0.00056	0.00056	0.00056	2	



5.1.5.5 PIEZÓMETROS

5.1.5.5.1 SMW-02

Se encuentra hacia el lado Norte del ex Pad de lixiviación de la mina SIPAN. (Ver tabla 37)

Sus coordenadas son:

Este: 744 350E
Norte: 9 236 174N
Cota: 3527msnm

5.1.5.5.2 SMW-03

Se ubica este punto en el lado Norte de las pozas de almacenamiento de aguas ácidas de la mina SIPAN. (Ver tabla 38)

Sus coordenadas son:

Este: 744 570E
Norte: 9 236 284N
Cota: 3508msnm

5.1.5.5.3 SMW-04

Se ubica hacia el sur del campamento de la mina SIPAN, en las faldas del cerro Chicche. (Ver tabla 39)

Sus coordenadas son:

Este: 744 847E
Norte: 9 235 308N
Cota: 3543msnm

5.1.5.5.4 SMW-05

Este punto se ubica en la parte inferior del depósito de desmonte 01, hacia el lado sur-oeste. (Ver tabla 40)

Sus coordenadas son:

Este: 745 702E
Norte: 9 235 176N
Cota: 3378msnm



5.1.5.5.5 SMW-06

Este punto se ubica hacia el lado este del depósito de desmonte N°02 de la mina SIPAN. (Ver tabla 41)

Sus coordenadas son:

Este: 744 988E
Norte: 9 235 678N
Cota: 3494msnm

5.1.5.5.6 SMW-08

Este punto se ubica hacia el lado oeste del depósito de desmonte N°02 y lado norte del depósito de desmonte N° 01. (Ver tabla 42)

Sus coordenadas son:

Este: 745 418E
Norte: 9 235 772N
Cota: 3460msnm

5.1.5.5.7 SMW-09

Este punto se ubica en la parte media del tajo Ojos, por la parte sur del mismo. (Ver tabla 43)

Sus coordenadas son:

Este: 746 334E
Norte: 9 235 206N
Cota: 3318msnm

5.1.5.5.8 SMW-10

Este punto se ubica sobre la poza de contingencia de aguas ácidas de la planta NCD02, parte inferior de los tajos Minas y Ojos. (Ver tabla 44)

Sus coordenadas son:

Este: 745 492E
Norte: 9 235 094N
Cota: 3270msnm



5.1.5.5.9 SMW-11

Se ubica este punto hacia el lado sur-este de la planta de aguas ácidas parte alta, hacia el sur del depósito de desmonte N°03 y tajo Minas. (Ver tabla 45)

Sus coordenadas son:

Este: 745 931E
Norte: 9 234 826N
Cota: 3183msnm

5.1.5.5.10 SMW-12

Este punto se ubica antes del ingreso hacia la planta NCD 02, costado del acceso principal, al norte del CPM Pampa Cuyoc. (Ver tabla 46)

Sus coordenadas son:

Este: 745 808E
Norte: 9 234 404N
Cota: 3147msnm

5.1.5.5.11 S1

Este punto se ubica hacia el Nor-oste del campamento de la mina SIPAN, perímetro de la ex poza de grandes eventos. (Ver tabla 47)

Sus coordenadas son:

Este: 744 925E
Norte: 9 236 174N
Cota: 3487msnm

5.1.5.5.12 S3

Este punto se ubica hacia el Nor-oste del campamento de la mina SIPAN, perímetro de la ex poza de grandes eventos, al norte de S1. (Ver tabla 48)

Sus coordenadas son:

Este: 744 951E
Norte: 9 236 274N
Cota: 3489msnm



“EVALUACION DE RECURSOS HIDRICOS DE LAS MICROCUENCAS QUEBRADAS MINAS Y OJOS PARA EL MANEJO DE AGUAS”



Tabla N°37: Características fisicoquímicas de agua-Piezometro SMW-02 (Interior Mina)

SMW-02		ENE	MAR	MAY	JUL	SET	NOV	PROM	MIN	MAX
PH		6.62	7.22	6.42	6.52	6.1	7.29	6.695	6.5	8.5
Aluminio	Al	0.272	0.026	0.026	0.108	0.026	0.179	0.106167	5	
Antimonio	Sb	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667		
Arsénico	As	0.0133	0.0133	0.011	0.003	0.033	0.002	0.0126	0.05	
Bario	Ba	0.036	0.046	0.034	0.035	0.011	0.116	0.046333	0.7	
Berilio	Be	4.81E-05	0.1							
Boro	B	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.5	
Cadmio	Cd	0.000145	0.000145	0.000145	0.000145	0.000145	0.000145	0.000145	0.005	
Calcio	Ca	2.066	4.05	0.492	0.231	6.525	5.601	3.160833		
Cerio	Ce	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451		
Cobalto	Co	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	1	
Cobre	Cu	0.000387	0.000387	0.000387	0.000387	0.000387	0.000387	0.000387	0.2	
Cromo	Cr	2.96E-05	0.1							
Estaño	Sn	0.00391	0.00391	0.004	0.00391	0.00391	0.00391	0.003925		
Estroncio	Sr	0.01	0.011	4.19E-05	0.008	0.052	0.051	0.022007		
Fósforo	P	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481		
Hierro	Fe	0.039	0.011	0.000723	0.198	0.202	0.424	0.145787	1	
Litio	Li	0.001	6.69E-05	6.69E-05	0.001	0.001	0.001	0.000689	2.5	
Magnesio	Mg	0.938	1.578	0.689	0.426	1.442	1.195	1.044667	150	
Manganeso	Mn	6.59E-06	0.2							
Mercurio	Hg	3.26E-05	0.001							
Molibdeno	Mo	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495		
Níquel	Ni	0.000316	0.000316	0.000316	0.000316	0.000316	0.000316	0.000316	0.2	
Plata	Ag	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.05	
Plomo	Pb	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.05	
Potasio	K	0.648	0.759	0.554	0.88	0.286	2.977	1.017333		
Selenio	Se	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.05	
Silicio	Si *	6.419	8.59	7.457	6.978	7.421	6.939	7.300667		
Sodio	Na	2.02	1.78	0.678	1.577	1.138	1.588	1.4635		
Talio	Tl	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549		
Titanio	Ti	0.000104	0.000104	0.000104	0.000104	0.000104	0.000104	0.000104		
Vanadio	V	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724		
Zinc	Zn	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	2	



Tabla N°38: Características fisicoquímicas de agua-Piezometro SMW-03 (Interior Mina)

SMW-03		ENE	MAR	MAY	JUL	SET	NOV	PROM	MIN	MAX
PH		5.67	6.06	6.3	6.35	8.32	6.75	6.575	6.5	8.5
Aluminio	Al	0.026	0.026	0.026	0.026	3.16	9.017	2.046833	5	
Antimonio	Sb	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667		
Arsénico	As	0.0133	0.0133	0.008	0.003	0.002	0.001	0.006767	0.05	
Bario	Ba	0.022	0.035	0.026	0.023	0.057	0.225	0.064667	0.7	
Berilio	Be	4.81E-05	0.1							
Boro	B	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.5	
Cadmio	Cd	0.000145	0.000145	0.000145	0.000145	0.000145	0.000145	0.000145	0.005	
Calcio	Ca	6.438	13.695	4.604	2.665	3.35	5.561	6.052167		
Cerio	Ce	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451		
Cobalto	Co	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	1	
Cobre	Cu	0.000387	0.000387	0.000387	0.000387	0.000387	0.000387	0.000387	0.2	
Cromo	Cr	2.96E-05	0.1							
Estaño	Sn	0.00391	0.00391	0.004	0.00391	0.00391	0.00391	0.003925		
Estroncio	Sr	0.087	0.105	0.073	0.082	0.081	0.08	0.084667		
Fósforo	P	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481		
Hierro	Fe	0.02	0.208	0.261	0.025	0.323	3.658	0.749167	1	
Litio	Li	0.001	6.69E-05	6.69E-05	0.001	0.001	0.002	0.000856	2.5	
Magnesio	Mg	1.497	2.689	1.078	0.718	1.45	2.139	1.595167	150	
Manganeso	Mn	6.59E-06	6.59E-06	6.59E-06	6.59E-06	0.586	6.59E-06	0.097672	0.2	
Mercurio	Hg	3.26E-05	0.001							
Molibdeno	Mo	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495		
Níquel	Ni	0.000316	0.000316	0.000316	0.000316	0.000316	0.000316	0.000316	0.2	
Plata	Ag	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.05	
Plomo	Pb	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.05	
Potasio	K	0.597	0.881	0.758	0.719	0.642	0.692	0.714833		
Selenio	Se	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.05	
Silicio	Si *	18.302	23.852	23.379	20.348	22	31.734	23.26917		
Sodio	Na	3.9	4.044	2.288	3.181	2.97	2.251	3.105667		
Talio	Tl	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549		
Titanio	Ti	0.000104	0.000104	0.000104	0.000104	0.000104	0.048	0.008087		
Vanadio	V	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724	0.002	0.000937		
Zinc	Zn	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	2	

Tabla N°39: Características fisicoquímicas de agua-Piezometro SMW-04 (Interior Mina)

SMW-04		ENE	MAR	MAY	JUL	SET	NOV	PROM	MIN	MAX
PH		6.39	7.03	7.84	7.37	7.94	7.59	7.36	6.5	8.5
Aluminio	Al	0.443	0.078	2.071	0.011	0.587	1.7	0.815	5	
Antimonio	Sb	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667		
Arsénico	As	0.0133	0.0133	0.0133	0.003	0.0056	0.013	0.01025	0.05	
Bario	Ba	0.043	0.047	0.038	0.031	0.15	0.523	0.138667	0.7	
Berilio	Be	4.81E-05	0.1							
Boro	B	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.5	
Cadmio	Cd	0.000145	0.000145	0.000145	0.000145	0.000145	0.000145	0.000145	0.005	
Calcio	Ca	24.198	29.899	62.142	21.935	48.159	37.602	37.3225		
Cerio	Ce	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451		
Cobalto	Co	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	1	
Cobre	Cu	0.000387	0.000387	0.000387	0.000387	0.000387	0.000387	0.000387	0.2	
Cromo	Cr	2.96E-05	0.1							
Estaño	Sn	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391		
Estroncio	Sr	0.258	0.269	0.298	0.372	0.4	0.439	0.339333		
Fósforo	P	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481		
Hierro	Fe	0.272	0.337	0.078	0.09	0.01275	3.128	0.652958	1	
Litio	Li	0.005	0.005	0.002	0.003	0.00125	0.006	0.003708	2.5	
Magnesio	Mg	2.769	2.933	7.993	4.162	3.006	6.625	4.581333	150	
Manganeso	Mn	0.013	0.002	0.488	6.59E-06	0.14875	0.116	0.127959	0.2	
Mercurio	Hg	3.26E-05	0.001							
Molibdeno	Mo	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495		
Níquel	Ni	0.000316	0.000316	0.000316	0.000316	0.000316	0.000316	0.000316	0.2	
Plata	Ag	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.05	
Plomo	Pb	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.05	
Potasio	K	1.351	1.599	0.661	0.59	0.37125	1.242	0.969042		
Selenio	Se	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.05	
Silicio	Si *	11.843	15.161	8.969	19.953	3.65925	29.537	14.85371		
Sodio	Na	19.808	19.827	4.292	7.489	2.91625	10.291	10.77054		
Talio	Tl	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549		
Titanio	Ti	0.000104	0.000104	0.000104	0.000104	0.000104	0.126	0.021087		
Vanadio	V	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724		
Zinc	Zn	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	2	



Tabla N°40: Características fisicoquímicas de agua-Piezometro SMW-05 (Interior Mina)

SMW-05		ENE	MAR	MAY	JUL	SET	NOV	PROM	MIN	MAX
	PH	3.12	2.85	3.18	3.42	5.74	3.38	3.615	6.5	8.5
Aluminio	Al	7.972	13.999	15.519	6.994	1.174	0.578	7.706	5	
Antimonio	Sb	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667		
Arsénico	As	0.0133	0.0133	0.006	0.009	0.0133	0.0133	0.011367	0.05	
Bario	Ba	0.013	0.028	0.02	0.023	0.039	0.226	0.058167	0.7	
Berilio	Be	4.81E-05	0.1							
Boro	B	0.00814	0.044	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.014117	0.5	
Cadmio	Cd	0.000145	0.000145	0.000145	0.002	0.002	0.000145	0.000763	0.005	
Calcio	Ca	202.06	291.966	247.593	218.305	96.318	153.425	201.6112		
Cerio	Ce	0.00451	0.025	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.007925		
Cobalto	Co	0.077	0.146	0.104	0.069	0.000148	0.000148	0.066049	1	
Cobre	Cu	0.000387	0.000387	0.077	0.003	0.000387	0.000387	0.013591	0.2	
Cromo	Cr	2.96E-05	0.1							
Estaño	Sn	0.00391	0.008	0.003	0.00391	0.00391	0.00391	0.00444		
Estroncio	Sr	0.479	0.599	0.513	0.53	0.326	2.459	0.817667		
Fósforo	P	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481		
Hierro	Fe	16.065	18.853	8.561	17.202	0.026	1.384	10.3485	1	
Litio	Li	0.003	0.005	0.005	0.003	0.003	0.003	0.003667	2.5	
Magnesio	Mg	49.409	69.484	61.668	52.004	6.012	21.789	43.39433	150	
Manganeso	Mn	10.752	15.368	12.579	11.233	0.298	0.682	8.485333	0.2	
Mercurio	Hg	3.26E-05	0.001							
Molibdeno	Mo	0.000495	0.008	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495	0.001746		
Níquel	Ni	0.004	0.023	0.02	0.002	0.000316	0.000316	0.008272	0.2	
Plata	Ag	0.00155	0.00155	0.001	0.002	0.00155	0.00155	0.001533	0.05	
Plomo	Pb	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.05	
Potasio	K	0.86	1.528	1.48	1.145	0.743	1.723	1.2465		
Selenio	Se	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.05	
Silicio	Si *	7.688	12.483	12.197	9.258	7.319	19.048	11.33217		
Sodio	Na	5.29	6.726	5.648	4.158	5.833	15.88	7.255833		
Talio	Tl	0.00549	0.024	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.008575		
Titanio	Ti	0.000104	0.000104	0.000104	0.000104	0.000104	0.008	0.00142		
Vanadio	V	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724		
Zinc	Zn	0.000557	0.102	0.038	0.000557	0.000557	0.000557	0.023705	2	

Tabla N°41: Características fisicoquímicas de agua-Piezometro SMW-06 (Interior Mina)

SMW-06		ENE	MAR	MAY	JUL	SET	NOV	PROM	MIN	MAX
PH		6.62	7	7.49	6.85	6.79	7.33	7.013333	6.5	8.5
Aluminio	Al	0.026	0.026	0.113	0.003	0.15	0.237	0.0925	5	
Antimonio	Sb	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667		
Arsénico	As	0.0133	0.0133	0.03	0.005	0.0133	0.011	0.014317	0.05	
Bario	Ba	0.019	0.023	0.104	0.01	0.034	0.107	0.0495	0.7	
Berilio	Be	4.81E-05	0.1							
Boro	B	0.00814	0.00814	0.183	0.00814	0.00814	0.00814	0.037283	0.5	
Cadmio	Cd	0.000145	0.000145	0.027	0.000145	0.000145	0.001	0.004763	0.005	
Calcio	Ca	22.559	27.06	81.621	14.574	60.225	25.092	38.52183		
Cerio	Ce	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451		
Cobalto	Co	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	1	
Cobre	Cu	0.000387	0.000387	0.000387	0.000387	0.000387	0.000387	0.000387	0.2	
Cromo	Cr	2.96E-05	0.1							
Estaño	Sn	0.00391	0.00391	0.011	0.00391	0.00391	0.00391	0.005092		
Estroncio	Sr	0.296	0.316	0.398	0.261	0.265	0.339	0.3125		
Fósforo	P	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481		
Hierro	Fe	1.432	9.089	104.839	1.579	0.074	9.246	21.04317	1	
Litio	Li	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001333	2.5	
Magnesio	Mg	1.035	1.349	1.369	0.321	0.95	1.037	1.010167	150	
Manganeso	Mn	0.125	0.226	1.724	0.075	0.133	0.264	0.4245	0.2	
Mercurio	Hg	3.26E-05	0.001							
Molibdeno	Mo	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495		
Níquel	Ni	0.000316	0.000316	0.017	0.000316	0.000316	0.000316	0.003097	0.2	
Plata	Ag	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.05	
Plomo	Pb	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.05	
Potasio	K	0.262	0.385	2.032	0.298	0.732	0.496	0.700833		
Selenio	Se	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.05	
Silicio	Si *	15.8	16.974	22.695	9.056	10.242	16.832	15.2665		
Sodio	Na	5.537	5.484	8.886	3.955	4.764	5.025	5.6085		
Talio	Tl	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549		
Titanio	Ti	0.000104	0.000104	0.000104	0.000104	0.000104	0.000104	0.000104		
Vanadio	V	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724		
Zinc	Zn	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	2	

Tabla N°42: Características fisicoquímicas de agua-Piezometro SMW-08 (Interior Mina)

SMW-08		ENE	MAR	MAY	JUL	SET	NOV	PROM	MIN	MAX
PH		6.46	6.62	7.29	7.17	11.52	6.91	7.661667	6.5	8.5
Aluminio	Al	0.083	0.165	0.068	0.145	2.724	11.504	2.448167	5	
Antimonio	Sb	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667		
Arsénico	As	0.0133	0.0133	0.001	0.002	0.002	0.007	0.006433	0.05	
Bario	Ba	0.043	0.061	0.051	0.035	0.011	0.287	0.081333	0.7	
Berilio	Be	4.81E-05	4.81E-05	4.81E-05	4.81E-05	4.81E-05	0.001	0.000207	0.1	
Boro	B	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.5	
Cadmio	Cd	0.000145	0.000145	0.000145	0.000145	0.002	0.002	0.000763	0.005	
Calcio	Ca	101.413	157.514	132.893	112.417	392.76	235.806	188.8005		
Cerio	Ce	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451		
Cobalto	Co	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	0.106	0.01779	1	
Cobre	Cu	0.000387	0.000387	0.000387	0.000387	0.05	0.079	0.021758	0.2	
Cromo	Cr	2.96E-05	0.1							
Estaño	Sn	0.00391	0.00391	0.004	0.00391	0.00391	0.00391	0.003925		
Estroncio	Sr	1.727	2.263	1.956	2.057	1.462	0.539	1.667333		
Fósforo	P	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481		
Hierro	Fe	1.384	0.678	0.132	0.988	1.962	22.572	4.619333	1	
Litio	Li	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.005	0.002667	2.5	
Magnesio	Mg	16.298	23.952	20.62	16.151	5.827	55.081	22.98817	150	
Manganeso	Mn	0.847	1.2	0.778	0.519	0.351	12.184	2.6465	0.2	
Mercurio	Hg	3.26E-05	0.001							
Molibdeno	Mo	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495		
Níquel	Ni	0.000316	0.000316	0.000316	0.000316	0.000316	0.011	0.002097	0.2	
Plata	Ag	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.05	
Plomo	Pb	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.05	
Potasio	K	1.416	1.99	1.889	1.53	1.294	1.125	1.540667		
Selenio	Se	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.05	
Silicio	Si *	13.89	17.891	15.479	14.209	12	13.566	14.50583		
Sodio	Na	14.412	17.176	15.683	11.877	6.796	5.285	11.8715		
Talio	Tl	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549		
Titanio	Ti	0.000104	0.000104	0.000104	0.000104	0.000104	0.028	0.004753		
Vanadio	V	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724		
Zinc	Zn	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	0.061	0.010631	2	

Tabla N°43: Características fisicoquímicas de agua-Piezometro SMW-09 (Interior Mina)

SMW-09		ENE	MAR	MAY	JUL	SET	NOV	PROM	MIN	MAX
PH		6.6	6.37	6.87	6.96	3.74	6.87	6.235	6.5	8.5
Aluminio	Al	0.15	0.232	0.113	0.103	0.1	0.971	0.278167	5	
Antimonio	Sb	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667		
Arsénico	As	0.0133	0.0133	0.007	0.005	0.0133	0.0133	0.010867	0.05	
Bario	Ba	0.014	0.019	0.023	0.019	0.015	0.261	0.0585	0.7	
Berilio	Be	4.81E-05	0.1							
Boro	B	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.5	
Cadmio	Cd	0.000145	0.001	0.000145	0.000145	0.000145	0.000145	0.000288	0.005	
Calcio	Ca	100.637	140.745	147.862	138.164	135	141.125	133.9222		
Cerio	Ce	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451		
Cobalto	Co	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	1	
Cobre	Cu	0.000387	0.000387	0.000387	0.000387	0.000387	0.000387	0.000387	0.2	
Cromo	Cr	2.96E-05	0.1							
Estaño	Sn	0.00391	0.00391	0.004	0.00391	0.00391	0.00391	0.003925		
Estroncio	Sr	0.684	0.806	0.878	1	0.87	0.908	0.857667		
Fósforo	P	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481		
Hierro	Fe	0.45	1.213	0.375	2.225	2.45	2.948	1.610167	1	
Litio	Li	0.005	0.006	0.006	0.006	0.007	0.008	0.006333	2.5	
Magnesio	Mg	14.976	19.487	22.149	19.135	19	19.994	19.1235	150	
Manganeso	Mn	1.053	1.858	1.665	1.032	1.2	1.326	1.355667	0.2	
Mercurio	Hg	3.26E-05	0.001							
Molibdeno	Mo	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495		
Niquel	Ni	0.000316	0.000316	0.000316	0.000316	0.000316	0.000316	0.000316	0.2	
Plata	Ag	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.05	
Plomo	Pb	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.05	
Potasio	K	0.566	0.654	1.031	0.809	0.86	0.913	0.8055		
Selenio	Se	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.05	
Silicio	Si *	16.078	18.202	19.863	18.014	19	24.796	19.3255		
Sodio	Na	8.426	7.457	9.898	8.189	7.65	8.123	8.2905		
Talio	Tl	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549		
Titanio	Ti	0.000104	0.000104	0.000104	0.000104	0.000104	0.052	0.008753		
Vanadio	V	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724		
Zinc	Zn	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	2	



Tabla N°44: Características fisicoquímicas de agua-Piezometro SMW-10 (Interior Mina)

SMW-10		ENE	MAR	MAY	JUL	SET	NOV	PROM	MIN	MAX
PH		3.03	2.91	3.04	3.03	3	3.64	3.108333	6.5	8.5
Aluminio	Al	27.709	31.753	28.043	26.88	24	21.012	26.56617	5	
Antimonio	Sb	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667		
Arsénico	As	0.0133	0.0133	0.015	0.09	0.03	0.014	0.029267	0.05	
Bario	Ba	0.014	0.017	0.015	0.011	0.015	0.165	0.0395	0.7	
Berilio	Be	4.81E-05	0.1							
Boro	B	0.00814	0.11	0.003	0.042	0.00814	0.00814	0.029903	0.5	
Cadmio	Cd	0.173	0.101	0.162	0.159	0.13	0.119	0.140667	0.005	
Calcio	Ca	217.764	272.679	229.627	209.461	216.471	261.196	234.533		
Cerio	Ce	0.00451	0.028	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.008425		
Cobalto	Co	0.987	1.193	0.923	0.875	0.7	0.664	0.890333	1	
Cobre	Cu	6.753	7.021	6.453	6.385	5.4	5.089	6.1835	0.2	
Cromo	Cr	2.96E-05	0.1							
Estaño	Sn	0.00391	0.004	0.004	0.001	0.001	0.00391	0.00297		
Estroncio	Sr	2.41	2.575	2.243	2.414	2.1	2.79	2.422		
Fósforo	P	0.00481	0.00481	0.071	0.034	0.00481	0.00481	0.020707		
Hierro	Fe	69.56	65.491	52.911	68.95	37	27.347	53.54317	1	
Litio	Li	0.045	0.049	0.046	0.041	0.035	0.04	0.042667	2.5	
Magnesio	Mg	52.26	62.374	56.498	48.492	52	56.611	54.70583	150	
Manganeso	Mn	17.74	21.062	17.375	16.503	12.24	14.753	16.61217	0.2	
Mercurio	Hg	3.26E-05	0.001							
Molibdeno	Mo	0.001	0.017	0.004	0.000495	0.000495	0.002	0.004165		
Níquel	Ni	0.263	0.329	0.281	0.21	0.22	0.251	0.259	0.2	
Plata	Ag	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.05	
Plomo	Pb	0.058	0.165	0.079	0.024	0.04	0.061	0.071167	0.05	
Potasio	K	1.404	2.16	2.259	1.709	1.58	1.759	1.811833		
Selenio	Se	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.05	
Silicio	Si *	31.063	38.008	33.774	32.059	35.45	32.918	33.87867		
Sodio	Na	10.323	10.526	10.161	7.858	6.57	10.521	9.3265		
Talio	Tl	0.027	0.096	0.047	0.015	0.00549	0.03	0.036748		
Titanio	Ti	0.000104	0.000104	0.000104	0.000104	0.000104	0.025	0.004253		
Vanadio	V	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724		
Zinc	Zn	4.984	6.332	5.559	4.767	3.79	4.995	5.071167	2	



Tabla N°45: Características fisicoquímicas de agua-Piezometro SMW-11 (Interior Mina)

SMW-11		ENE	MAR	MAY	JUL	SET	NOV	PROM	MIN	MAX
PH		2.6	2.52	2.53	2.59	2.5	2.57	2.551667	6.5	8.5
Aluminio	Al	87.478	107.757	92.608	89.528	91.24	91.638	93.37483	5	
Antimonio	Sb	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667		
Arsénico	As	0.402	0.465	0.464	1.577	1.567	1.836	1.051833	0.05	
Bario	Ba	0.002	0.006	0.01	0.001	0.012	0.162	0.032167	0.7	
Berilio	Be	4.81E-05	0.1							
Boro	B	0.575	1.125	0.698	0.661	0.657	0.769	0.7475	0.5	
Cadmio	Cd	1.11	0.375	1.134	0.942	1.123	1.185	0.978167	0.005	
Calcio	Ca	123.878	168.479	129.83	119.983	174.98	138.387	142.5895		
Cerio	Ce	0.00451	0.006	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.004758		
Cobalto	Co	2.506	4.067	2.614	2.148	2.546	2.679	2.76	1	
Cobre	Cu	24.516	27.349	26.448	30.074	25.879	27.101	26.8945	0.2	
Cromo	Cr	2.96E-05	0.002	2.96E-05	2.96E-05	2.96E-05	2.96E-05	0.000358	0.1	
Estaño	Sn	0.00391	0.006	0.008	0.006	0.001	0.00391	0.004803		
Estroncio	Sr	0.845	0.987	0.791	0.887	0.872	0.884	0.877667		
Fósforo	P	0.062	0.388	0.952	0.644	0.00481	0.045	0.349302		
Hierro	Fe	184.727	245.858	183.62	181.584	184.327	189.365	194.9135	1	
Litio	Li	0.073	0.089	0.077	0.071	0.07	0.072	0.075333	2.5	
Magnesio	Mg	22.693	29.617	24.89	21.372	22.343	24.606	24.2535	150	
Manganeso	Mn	9.344	14.04	9.649	8.917	9.461	10.188	10.2665	0.2	
Mercurio	Hg	3.26E-05	0.001							
Molibdeno	Mo	0.028	0.063	0.037	0.026	0.039	0.039	0.038667		
Níquel	Ni	0.605	0.772	0.644	0.485	0.565	0.611	0.613667	0.2	
Plata	Ag	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.05	
Plomo	Pb	0.00158	0.01	0.00158	0.007	0.00158	0.00158	0.003887	0.05	
Potasio	K	0.351	1.092	1.299	0.963	0.791	0.827	0.887167		
Selenio	Se	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.05	
Silicio	Si *	61.387	81.818	68.447	63.385	69.879	68.674	68.93167		
Sodio	Na	11.015	13.157	11.203	11.819	10.345	10.898	11.40617		
Talio	Tl	0.161	0.329	0.206	0.173	0.14	0.197	0.201		
Titanio	Ti	0.000104	0.000104	0.000104	0.000104	0.000104	0.027	0.004587		
Vanadio	V	0.018	0.028	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724	0.008149		
Zinc	Zn	7.868	10.939	8.701	7.442	9.675	8.137	8.793667	2	



Tabla N°46: Características fisicoquímicas de agua-Piezometro SMW-12 (Interior Mina)

SMW-12		ENE	MAR	MAY	JUL	SET	NOV	PROM	MIN	MAX
PH		4.51	4.76	5.17	5.04	8.67	6.91	5.843333	6.5	8.5
Aluminio	Al	0.609	0.142	0.079	0.16	0.987	1.105	0.513667	5	
Antimonio	Sb	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667		
Arsénico	As	0.0133	0.0133	0.006	0.015	0.004	0.004	0.009267	0.05	
Bario	Ba	0.016	0.018	0.011	0.01	0.015	0.34	0.068333	0.7	
Berilo	Be	4.81E-05	0.1							
Boro	B	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.5	
Cadmio	Cd	0.001	0.000145	0.000145	0.001	0.000145	0.000145	0.00043	0.005	
Calcio	Ca	6.082	7.993	2.822	1.488	5.565	6.382	5.055333		
Cerio	Ce	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451		
Cobalto	Co	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	1	
Cobre	Cu	0.000387	0.000387	0.000387	0.000387	0.000387	0.000387	0.000387	0.2	
Cromo	Cr	2.96E-05	0.1							
Estaño	Sn	0.00391	0.00391	0.005	0.002	0.002	0.00391	0.003455		
Estroncio	Sr	0.021	0.013	0.003	0.01	0.02	0.03	0.016167		
Fósforo	P	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481		
Hierro	Fe	13.912	9.956	5.544	6.844	1.782	3.577	6.935833	1	
Litio	Li	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001667	2.5	
Magnesio	Mg	1.23	1.682	0.999	0.598	1.232	1.784	1.254167	150	
Manganeso	Mn	0.144	0.047	0.014	6.59E-06	6.59E-06	0.052	0.042836	0.2	
Mercurio	Hg	3.26E-05	0.001							
Molibdeno	Mo	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495		
Níquel	Ni	0.000316	0.000316	0.000316	0.000316	0.000316	0.000316	0.000316	0.2	
Plata	Ag	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.05	
Plomo	Pb	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.05	
Potasio	K	0.639	0.841	0.572	0.658	0.864	0.978	0.758667		
Selenio	Se	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.05	
Silicio	Si *	4.636	5.53	4.521	3.966	6.048	8.24	5.490167		
Sodio	Na	2.336	2.255	1.115	2.472	1.934	2.214	2.054333		
Talio	Tl	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549		
Titanio	Ti	0.000104	0.000104	0.000104	0.000104	0.000104	0.065	0.01092		
Vanadio	V	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724		
Zinc	Zn	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	2	



Tabla N°47: Características fisicoquímicas de agua-Piezometro S-01 (Interior Mina)

S1		ENE	MAR	MAY	JUL	SET	NOV	PROM	MIN	MAX
PH		6.31	6.54	7.57	6.81	8.67	6.7	7.1	6.5	8.5
Aluminio	Al	2.022	0.443	0.434	2.321	4.246	6.256	2.620333	5	
Antimonio	Sb	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667		
Arsénico	As	0.0133	0.0133	0.012	0.01	0.004	0.013	0.010933	0.05	
Bario	Ba	0.062	0.029	0.018	0.024	0.015	0.013	0.026833	0.7	
Berilio	Be	4.81E-05	0.1							
Boro	B	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.5	
Cadmio	Cd	0.000145	0.000145	0.000145	0.000145	0.000145	0.000145	0.000145	0.005	
Calcio	Ca	30.335	35.382	27.042	23.127	21.34	27.435	27.4435		
Cerio	Ce	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451		
Cobalto	Co	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	1	
Cobre	Cu	0.000387	0.000387	0.000387	0.000387	0.000387	0.000387	0.000387	0.2	
Cromo	Cr	2.96E-05	0.1							
Estaño	Sn	0.011	0.00391	0.005	0.00391	0.005	0.00391	0.005455		
Estroncio	Sr	0.366	0.275	0.267	0.33	0.369	0.349	0.326		
Fósforo	P	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481	0.00481		
Hierro	Fe	3.019	0.763	0.51	1.844	1.782	1.347	1.544167	1	
Litio	Li	0.003	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	2.5	
Magnesio	Mg	1.993	1.36	1.035	0.741	0.638	0.576	1.057167	150	
Manganeso	Mn	0.121	0.022	6.59E-06	0.003	6.59E-06	6.59E-06	0.024337	0.2	
Mercurio	Hg	3.26E-05	0.001							
Molibdeno	Mo	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495		
Níquel	Ni	0.000316	0.000316	0.000316	0.000316	0.000316	0.000316	0.000316	0.2	
Plata	Ag	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.05	
Plomo	Pb	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.05	
Potasio	K	0.738	1.109	0.375	0.637	0.864	0.932	0.775833		
Selenio	Se	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.05	
Silicio	Si *	22.267	18.138	18.082	21.58	21.048	22.359	20.579		
Sodio	Na	11.238	8.306	7.693	8.441	7.934	8.397	8.668167		
Talio	Tl	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549		
Titanio	Ti	0.000104	0.000104	0.000104	0.000104	0.000104	0.000104	0.000104		
Vanadio	V	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724	0.000724		
Zinc	Zn	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	2	



Tabla N°48: Características fisicoquímicas de agua-Piezometro S-03 (Interior Mina)

S3		ENE	MAR	MAY	JUL	SET	NOV	PROM	MIN	MAX
PH		5.82	6.26	6.05	6.46	8.67	6.2	6.576667	6.5	8.5
Aluminio	Al	1.735	0.383	0.271	61.57	4.246	0.357	11.427	5	
Antimonio	Sb	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667	0.00667		
Arsénico	As	0.0133	0.0133	0.01	0.009	0.004	0.004	0.008933	0.05	
Bario	Ba	0.107	0.041	0.025	0.828	0.015	0.07	0.181	0.7	
Berilo	Be	4.81E-05	0.1							
Boro	B	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.00814	0.5	
Cadmio	Cd	0.000145	0.000145	0.000145	0.000145	0.000145	0.000145	0.000145	0.005	
Calcio	Ca	12.352	5.116	3.125	14.708	12.236	5.327	8.810667		
Cerio	Ce	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451	0.00451		
Cobalto	Co	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	0.000148	1	
Cobre	Cu	0.000387	0.000387	0.000387	0.052	0.000387	0.000387	0.008989	0.2	
Cromo	Cr	2.96E-05	0.1							
Estaño	Sn	0.00391	0.00391	0.002	0.002	0.001	0.00391	0.002788		
Estroncio	Sr	0.154	0.034	0.026	0.29	0.069	0.083	0.109333		
Fósforo	P	0.00481	0.00481	0.00481	0.126	0.00481	0.00481	0.025008		
Hierro	Fe	1.033	0.356	0.441	25.23	1.782	2.02	5.143667	1	
Litio	Li	0.001	6.69E-05	0	0.008	0.001	0.001	0.001844	2.5	
Magnesio	Mg	3.962	1.423	0.997	6.447	4.91	0.981	3.12	150	
Manganeso	Mn	0.023	6.59E-06	6.59E-06	0.039	6.59E-06	6.59E-06	0.010338	0.2	
Mercurio	Hg	3.26E-05	0.001							
Molibdeno	Mo	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495	0.000495		
Níquel	Ni	0.000316	0.000316	0.000316	0.000316	0.000316	0.000316	0.000316	0.2	
Plata	Ag	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.00155	0.05	
Plomo	Pb	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.00158	0.05	
Potasio	K	0.81	0.6	0.578	2.068	0.864	0.634	0.925667		
Selenio	Se	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.0163	0.05	
Silicio	Si *	11.255	9.326	8.522	108.228	6.048	21.784	27.52717		
Sodio	Na	4.245	2.2	1.857	3.43	3.934	2.251	2.986167		
Talio	Tl	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549	0.00549		
Titanio	Ti	0.000104	0.000104	0.000104	0.058	0.000104	0.000104	0.009753		
Vanadio	V	0.000724	0.000724	0.000724	0.166	0.000724	0.000724	0.02827		
Zinc	Zn	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	0.000557	2	

5.2 ANALISIS DE LA INFORMACION

En la zona de estudio se nota claramente que existen fuertes precipitaciones, las mismas que registran las mayores entre octubre y marzo de cada año, generando flujos de agua altos, estos deberían ser aprovechados por los habitantes de la zona en su actividad de agricultura y de ganadería.

De acuerdo a los resultados presentados, la zona de estudio está caracterizada por la presencia de andesitas, y piroclásticos, estos últimos incluyen presencia de pirita y así mismo ceniza volcánica, las mismas que son susceptibles con el contacto del agua, generando aguas ácidas en toda el área expuesta y zona que indirectamente han sufrido cambios.

Teniendo en cuenta la geología y la hidrología se deduce que hay presencia de aguas ácidas por la remoción de los suelos que realizó la actividad minera que se dio en la zona, y por ello la mina Sipán implemento plantas de tratamiento de aguas ácidas, sin embargo ante eventos inusuales estas plantas podrían fallar ya que se genera bastante flujo y la capacidad de tratamiento es baja.

La parte superficial, de las zonas no impactadas por la actividad minera es de aprovechamiento, ya que existe un buen uso de la capacidad mayor de las tierras, predominando la siembra de pastos y sembrío de áreas suficientes para las familias de la misma zona.

De acuerdo a las normas vigentes emitidas por el estado peruano, de acuerdo a sus competencias, se determina que:

Las muestras que presentan aguas con calidad fisicoquímicas deficientes o aguas ácidas son:

- El ingreso de aguas hacia las plantas de tratamiento



- **ENCD-01**

Las que tienen el pH menor a 3, excepto los meses de enero y febrero, presentan altas concentraciones de aluminio, arsénico, boro, cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso, níquel y zinc.
- **ENCD-02**

Presenta el pH menor a 3, considerándose agua ácida, además de presentar metales pesados sobre los niveles máximos permisibles, metales como: Aluminio, arsénico, boro, cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso, níquel, zinc.
- **D-2**

Las aguas que provienen de estas muestras presenta un pH menor a 3, identificándose como agua ácida, además tiene altas concentraciones de metales como: aluminio, arsénico, boro, cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso, níquel, zinc.
- Las descargas de agua de la mina SIPAN
 - **E-7**

El agua tratada de este punto presenta el pH dentro de lo estipulado por la legislación peruana, sin embargo nos da a conocer que en los meses de febrero, marzo, mayo, junio y diciembre el pH ha sobrepasado los límites mayor a 8.5 es decir que las aguas que se descargaron en estos meses fueron duras o básicas, además se nota claramente la presencia de manganeso.
 - **V-2**

Este punto muestra que el agua tratada la mayor parte del año fueron enviadas al medio ambiente con un pH mayor a 8.5, es decir fueron enviadas aguas duras o básicas, por otro lado presentan estas aguas contenido de manganeso mayor al máximo permitido, notándose esto en 6 muestras.



- Lo efluentes de las quebradas Ojos y Minas.

○ **QH**

Este punto nos muestra que sus aguas están en buenas condiciones de acuerdo a los límites establecidos por la autoridad.

Presenta en dos meses: enero y junio pH menor a 6.5, sin embargo no son tan bajos como para considerarse aguas ácidas, por otro lado el contenido de metales pesados ninguno sobrepasa los límites.

○ **QAM**

Este punto nos muestra que el pH está por debajo del límite mínimo permisible en la mayoría de los meses excepto mayo y setiembre por los valores que presenta se deduce que son aguas ligeramente ácidas, en cuanto al contenido de metales se nota claramente la presencia de manganeso.

○ **DQO**

Este punto muestra que sus aguas son ligeramente ácidas debido a que su pH es ligeramente inferior al mínimo permitido, y con contenido de manganeso superior al máximo permitido.

○ **DQO***

Este punto presenta sus aguas los últimos meses en mejores condiciones, es decir se encuentra el pH dentro de los límites establecidos, sin embargo los primeros meses del año se notan ligeramente ácidas, la concentración de manganeso es todavía la mayor parte del año alta o sobre el máximo permitido.

○ **QO**

Las aguas en este punto son de buena calidad, estando todos sus parámetros dentro de lo establecido por la legislación peruana, siendo aguas aptas para el consumo de animales y regadío.



- **E-2**

Estas aguas por el pH que presenta son consideradas básicas, el pH mayor a 8.5; sin embargo presenta la mayor parte del año altas concentraciones de hierro y manganeso y en ciertas ocasiones hay aparición de otros metales como aluminio, arsénico, cadmio y cobre.
- **QAP**

Este punto muestra sus aguas ácidas debiendo a su pH inferior al mínimo establecido, además de contar con altas concentraciones de aluminio, cadmio, cobre, manganeso, y en ciertas ocasiones la concentración alta de hierro y mercurio.
- **E-3**

Teniendo en cuenta el pH estas aguas no serían consideradas como ácidas, sino como ligeramente básicas o duras, sin embargo las concentraciones de metales como cobre, hierro, manganeso y en ocasiones de aluminio, arsénico y cadmio nos dan a entender que estas aguas son de mala calidad y consideradas como ácidas.
- **E-4**

Son aguas que el pH se encuentra dentro lo permitido la mayor parte del año, y en ocasiones se desvía ligeramente, pero el contenido metálico sobrepasa los límites máximos establecidos, metales como cobre, hierro y manganeso se consideraría estas aguas de mala calidad.
- El cuerpo receptor de cuenca, rio Yanahuanga.
 - **AY**

Las muestras antes de la cuenca en el rio Yanahuanga nos dan a conocer que estas aguas son de buena calidad estando el pH dentro de los límites establecidos así como el contenido de metales muy debajo de los máximos permitidos en la legislación peruana. Estas



aguas son de buena calidad y aptas para el consumo de animales y regadío.

○ **DY**

Las aguas luego de la cuenca de estudio se encuentran en buenas condiciones, es decir se encuentra dentro de los límites permitidos, las aguas que ingresan desde el E-4 no influyen directamente en las aguas del río debido al caudal que cuenta el mismo. Calificándolo como aptas para el consumo de animales y regadío.

- Los otros puntos que referimos son respecto a aguas subterráneas. Los códigos SMW-01, SMW-07 y S-2, no se han tomado muestras debido a que han intervenido personas extrañas malogrando los piezómetros dejándolo inhabilitados para la toma de muestras.

○ **SMW-02**

Son aguas en buenas condiciones físicoquímicas, el pH se encuentra dentro de lo establecido, excepto los meses de mayo y setiembre que hay una desviación pequeña, teniendo en cuenta además que la concentración de metales pesados se encuentra debajo del máximo permisible.

○ **SMW-03**

Son aguas ligeramente ácidas con concentración de metales pesados dentro de los límites máximos permisibles, exceptuando ciertos meses la aparición de aluminio, hierro y manganeso.

○ **SMW-04**

Son aguas de buena calidad, su pH se encuentra dentro de lo establecido por la legislación peruana, así como el como la concentración de metales se encuentra debajo del límite máximo



permisible, ciertos meses que hay una ligera concentración alta de hierro y manganeso.

○ **SMW-05**

Son aguas ácidas, su pH la mayor parte del año es inferior a 4, y presenta altas concentraciones de aluminio, hierro y manganeso, son aguas subterráneas de mala calidad.

○ **SMW-06**

Son aguas que presentan el pH dentro de lo establecido, sin embargo la concentración de hierro y manganeso nos determina que estas aguas son de mala calidad y apariciones de cadmio.

○ **SMW-08**

Son aguas que presenta el pH dentro de los límites permitidos la mayor parte del año, sin embargo en los meses de enero hay una baja de pH y en el mes de noviembre un pH alto, por otro lado la concentración de hierro y manganeso la mayor parte del año determina que estas aguas sean de mala calidad y ciertas apariciones de aluminio.

○ **SMW-09**

Son aguas que presentan concentraciones de manganeso y hierro sobre el límite máximo permisible, considerándolo como agua de mala calidad a pesar de que el pH se encuentre dentro de los límites permisibles.

○ **SMW-10**

Son aguas de mala calidad, el pH se muestra bajo el mínimo permisible, en promedio de 3, presenta las concentraciones de aluminio, cadmio, cobre, hierro, manganeso, níquel, plomo y zinc sobre el máximo permisible estipulado por la legislación peruana, por



lo que son aguas ácidas y no aptas para el consumo de animales y regadío.

○ **SMW-11**

Son aguas ácidas, su pH es inferior a 3, tiene altas concentraciones de aluminio, arsénico, boro, cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso, níquel y zinc, las que sobrepasan los límites máximos permisibles.

○ **SMW-12**

Son aguas ligeramente ácidas, su pH está por debajo del mínimo permisible, sus pH varía entre 4 y 6.9, presenta concentración de manganeso sobre el límite máximo permisible.

○ **S-1**

Son aguas que por su pH son de buena calidad, sin embargo presenta altas concentración de hierro por lo que se considerará aguas de mala calidad, además se nota la presencia de aluminio en el mes de noviembre.

○ **S-3**

Son aguas que su pH está fuera de los límites establecidos por la legislación peruana, por otro lado presenta concentraciones de hierro sobre el límite máximo permisible, además de la aparición de bario y aluminio en el mes de julio, considerándose aguas de mala calidad.

5.3 CONTRASTACION DE LA HIPOTESIS

La hipótesis planteada es: La Mina Sipán ubicado en las Microcuencas Quebradas Minas y Ojos, luego de su explotación y actual cierre de mina, sus efluentes genera un nivel de contaminación mayor al establecido en los Estándares de Calidad Ambiental Categoría III: Riego de Vegetales y Bebida de Animales.



Haciendo la contrastación con la hipótesis, podemos deducir que la mina Sipán, luego de haber realizado su explotación, ha realizado una remoción de tierras, modificando la superficie y subsuelo ha originado la exposición de materiales argílicos que con la presencia de fuertes precipitaciones se generan las aguas ácidas, estas aguas han sido modificadas sus características fisicoquímicas y superan los Estándares de Calidad Ambiental categoría III, no siendo aptas para el riego de vegetales ni para la bebida de animales, y mucho menos para el consumo humano.

En la zona de estudio se puede concluir que las aguas de la Microcuenca Quebrada Minas están con concentraciones de aluminio, cadmio, cobre, hierro, manganeso. Por otro lado sus aguas subterráneas de la misma microcuenca están con presencia de aluminio, arsénico, boro, cadmio, cobalto, cobre, hierro, manganeso, níquel y Zinc, según el análisis de los puntos de monitoreo tanto superficiales como subterráneos de esta microcuenca.

Respecto a la Microcuenca Quebrada Ojos, las condiciones son mejores que las de la otra microcuenca. En las descargas de la mina SIPAN muestra la presencia de manganeso, así como los efluentes se nota la presencia de manganeso. Las aguas subterráneas nos muestran que hay presencia de hierro y manganeso.

Las condiciones de calidad fisicoquímicas son malas de ambas microcuencas, son malas, pero de la microcuenca Q Minas es muy complicada, a diferencia de la Microcuenca Q Ojos.

5.4 INTERPRETACION DE LA INFORMACION

- La microcuenca Minas presenta mayor concentración de metales, tal como lo muestra los planos y resultados obtenidos.



- De los 19 metales establecidos en los ECA de la legislación peruana, hay presencia de 11 metales pesados como Aluminio, Arsénico, Boro Cadmio, Cobalto, Cobre, Hierro, Manganeso, Níquel, Plomo y Zinc.
- El pH es bajo o ácido en varios puntos.
- La microcuenca Ojos presenta un pH superior al máximo permisible siendo estas aguas duras.
- Antes de la cuenca se nota claramente con el punto AY (Antes de Yanahuanga) que las aguas provenientes aguas arriba de ese punto de monitoreo están en condiciones buenas y dentro de los límites establecidos.
- Posterior a la cuenca es notable que las aguas están dentro de los límites establecidos, permitiendo interpretar que el caudal generado en la cuenca no es relevante respecto al caudal proveniente aguas arriba del AY para que estas últimas estén en condiciones malas o fuera de los límites establecidos.



CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- Se realizó la caracterización de las aguas superficiales, llegándose a las siguientes conclusiones:
 - Hay presencia de aguas ácidas en diversos puntos, porque superan los Estándares de Calidad Ambiental Categoría III.
 - Estas aguas son originadas por las fuertes precipitaciones que se registran en la zona de estudio y por el tipo de material existente.
 - Las aguas subterráneas desde los piezómetros existentes, se han encontrado aguas de calidad buena así como aguas ácidas, en el interior de las microcuencas de estudio.
 - La generación de aguas ácidas se dan en la parte superior de las microcuencas, y estas afectan la parte inferior de la mismas, en donde se ubica la población y sus actividades.
 - Antes de las microcuencas y después de las microcuencas se registran que las aguas no superan los Estándares de Calidad Ambiental Categoría III, viéndose esto por la cantidad de agua que transita por el río Yanahuanga.

- Se realizó la caracterización de los suelos, teniendo como base la hoja 14-f Chota desarrollado por el INGENMET, y dando la visita ocular respectiva, llegándose a las siguientes conclusiones:
 - La formación Llama, que es de origen volcánico y que tiene presencia de andesitas, piritas, ceniza volcánica en efecto ocasionarán en contacto con el agua la formación de aguas ácidas.
 - La actividad minera ha removido los suelos en la zona, dejando expuesto el material que en contacto con el agua origina las aguas ácidas.



- La superficie en las zonas donde la minería no ha actuado es usada con fines agropecuarios por la población de la zona, con pastos, siembra de productos nativos y usados para consumo diario.
- Se realizó una evaluación a las plantas de tratamiento desde su expediente técnico, llegándose a las siguientes conclusiones:
 - El expediente Técnico muestra que la capacidad de tratamiento es de 75 l/s para la Planta NCD 01 y de 45 l/s para la planta NCD 02, sin embargo en la realidad el caudal máximo a tratar es de 25 l/s, en las mejores condiciones, por lo que ante algún evento inusual estas fallarían generándose derrames de aguas altamente ácidas perjudicando a la población y sus actividades.
- Se presenta como anexo un plan de separación de aguas para optimizar el tratamiento de las mismas y considerando el análisis de las muestras.

6.2 RECOMENDACIONES

- Realizar una impermeabilización del área con capas de arcilla, para reducir el ingreso de aguas y tengan contacto con la superficie que cambia las características fisicoquímicas del aguas superficial.
- Realizar capacitaciones y brindar información a la población de la zona para el uso adecuado de las aguas.
- Hacer la construcción de sistemas de contingencia ante eventos inusuales de precipitación que podrían afectar la zona.
- Optimizar el tratamiento de las aguas para evitar la presencia de manganeso en las descargas que brinda la mina SIPAN.
- Hacer un replanteo en las captaciones de agua, por la presencia de metales pesados en varias muestras de la microcuenca Q° Minas.
- Realizar evaluaciones continuas para verificar si mejoran las características fisicoquímicas de las aguas.



CAPITULO VII

BIBLIOGRAFIA



CAPITULO VII

BIBLIOGRAFIA

- Francisco J. Aparicio Mijares, 1989 “Fundamentos de Hidrología de Superficie”.
- Oswaldo Ortiz Vera, 1994 “Hidrología de Superficie”
- Monserrat Jardí, 1985 “Formas de una Cuenca de Drenaje. Análisis de las formas Morfométricas que nos la Definen”
- F. Javier Sánchez San Román, “Hidrología Superficial III”
- Ven Te Chow, 1988 “Hidrología Aplicada”
- Klohn Crippen Berger, 2009. “Estudio Geotécnico Complementario. Plan de Cierre SIPAN”
- Ministerio de Energía y Minas, 1995 “Guía Ambiental para el Manejo de Drenaje Ácido de Minas”
- Manuel A. Merino de Lama, 2012. Vicepresidente del Parlamento Andino. “Visión Política de la Vertiente Amazónica desde la Perspectiva del Parlamento Amazónico” Simposio: El Tiempo, El Clima y El Agua; Motores de Nuestro Futuro. 22/03/2012.
- Edmundo Umaña Gómez, 2002. “Manejo de Cuencas Hidrográficas y Protección de Fuentes de Agua”. Universidad Nacional Agraria. Taller: Educación Ambiental con Enfoque al Manejo de Cuenca y Prevención de Desastres.
- Gonzalo Duque Escobar, 2003 “Manual de Geología para Ingenieros”



- J. Cobbing; W. Pitcher; J. Wilson; J Baldock; W. Taylor; W. MacCourt; N. J. Spelling; 1961 “Estudio Geológico de la Cordillera Occidental del Norte del Perú”
- Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI, 2011. “Anuario de Estadísticas Ambientales 2011”
- Horizonte Consultores SCRL, 2011. Plan de Implementación Para el Cumplimiento de ECA y LMP de la U.O. Sipán.
- Wendor Chereque Morán, Hidrología Para Estudiantes de Ingeniería Civil, Obra Auspiciada por CONCYTEC, Pontificia Universidad Católica del Perú.
- David Rojas Caballero/ Jorge Paredes Ángeles, 2008. “Compendio de Geología General”. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2008. “Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje”.
- Ministerio de Energía y Minas,-. Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aguas. Sub Sector Minería.
- Ana Sabogal Dunin Borkowska, 2009, Artículo. “ Distribución del Agua en el Perú Desde una Perspectiva de Cuenca”
- Edinson Navarrete, 2005. “ Apuntes de Geología General-FICT-EPSOL”
- Laureano del Castillo Pinto, 2008, Ponencia CEPES. “La Crisis del Recurso Hídrico: Problemática en el Perú-Aspectos Técnicos Legales” 25/04/2008.



CAPITULO VIII

ANEXOS



CAPITULO VIII

ANEXOS

ANEXO A

PLAN DE SEPARACIÓN DE AGUAS DE LLUVIA DE AGUA ACIDAS

ANEXO B

DATOS HIDROLOGICOS DE LA ESTACION LLAPA

ANEXO C

CALCULO DE CAUDALES DE MICROCUENCA

ANEXO D

DATOS GEOLOGICOS

ANEXO E

ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL

ANEXO F

PANEL FOTOGRAFICO

ANEXO G

PLANOS



ANEXO A

PLAN DE MANEJO DE AGUAS



ANEXO A

PLAN DE MANEJO PARA SEPARACION DE AGUAS DE LLUVIA DE AGUAS ACIDAS

1. INTRODUCCION

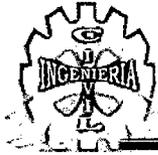
Siendo uno de los objetivos de la tesis el planteamiento del manejo de aguas para lograr la separación de las aguas de lluvia de las aguas ácidas, en ese sentido el presente anexo se enfoca en las acciones que se deben realizar en las microcuencas de estudio, así también acciones conjuntas que deben tomar la mina SIPAN, las autoridades locales, regionales y nacionales siendo de su competencia.

El manejo de aguas es de competencia desde los usuarios de agua hasta la autoridad nacional del agua (ANA) según la ley de recursos hídricos, por lo que contribuir con la calidad del mismo está en la obligación de todos sus representantes.

En el presente anexo se realiza por motivos de que en la tesis se ha notado la presencia de aguas con concentraciones altas de diversos metales pesados como aluminio, arsénico, cadmio, cobre, hierro, manganeso, mercurio, níquel, zinc, etc. Metales que en altas cantidades son peligrosas para las personas, bebida de animales y regadío, siendo de vital importancia la corrección de los mismos.

2. ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL EN LAS MICROCUENCAS QUEBRADA MINAS Y UEBRADA OJOS.

Haciendo una revisión de los planos en la que nos muestra la delimitación de acuerdo a los resultados obtenidos en las que se observa las distintas áreas afectadas con mayor concentración de metales pesados, es que se plantea esta separación de aguas, realizando diversas acciones en ambas microcuencas, por microcuencas separadas, y en el área de la mina SIPAN.



3. ACCIONES EN AMBAS MICROCUENCAS

- Hacer un involucramiento de las autoridades locales del agua, autoridades de ambos centros poblados menores, de la empresa privada para el compromiso de mejorar la situación actual de las microcuencas.
- Realizar capacitación constante de acerca de la gestión de recursos hídricos, su importancia en el manejo adecuado y tratamientos para mejorar sus características.
- Brindar información constante por parte de la empresa privada hacia los usuarios y las autoridades acerca del proceso del tratamiento del agua que se lleva a cabo en sus instalaciones.
- La empresa privada debe brindar en una línea de tiempo los avances que se han venido logrando acerca del tratamiento y mejoramiento de la calidad de aguas a las autoridades locales de los centros poblados, autoridades locales del agua, autoridad nacional.
- Las autoridades locales, nacionales del agua vienen realizando las evaluaciones de los vertimientos de las empresas en base a los Límites Máximos Permisibles (LMP) que son mayores a los ECAs por lo que debería de unificarse para una óptima evaluación de los recursos.
- Los usuarios de las aguas de ambas microcuencas deberían estar capacitados en el tratamiento de aguas previo a sus regadíos.
-

4. ACCIONES EN LA MICROCUENCA QUEBRADA OJOS

- En la microcuenca Ojos se nota la presencia de aluminio de una zona que no es llevada a las plantas de tratamiento que cuenta la mina SIPAN, por lo que debería tomarse medidas para conducir estas aguas, sin embargo las áreas que afectan directamente a esta microcuenca son conducidas para realizar el tratamiento; sin embargo cabe recalcar algunas acciones en esta microcuenca.
- Las acciones que se deben tomar en esta microcuenca es sobre todo de infraestructura como la reparación de canales de conducción de agua ácida.



- Ampliar la planta de tratamiento NCD 01 o ampliar las pozas de almacenamiento de agua ácida que cuenta la mina SIPAN para abastecerse durante la época de invierno.
- Realizar la ampliación del bombeo de aguas que discurren del Depósito de Desmonte N° 02 para la época de lluvias, debido a que la estructura actual no se abastece.

5. ACCIONES EN LA MICROCUENCA QUEBRADA MINAS

- Debiéndose a que la microcuenca quebrada Minas es la más afectada con la calidad de aguas y se observa claramente en los planos y tabla de resultados en el capítulo XIII de la tesis es que las acciones deben ser mayores a las de la microcuenca Ojos. Acciones como.
- Reparación de canales y tuberías de conducción de aguas ácidas que van hacia las plantas de tratamiento.
- Ampliación de planta de tratamiento NCD 02 o construcción de pozas de almacenamiento de aguas ácidas para soportar el caudal generado en la época de lluvias en el lugar.
- Realizar la colocación estable de cobertura orgánica o Top Soil en las zonas expuestas.
- Construcción de canales que conduzcan el agua hacia la planta de tratamiento NCD 02 para su tratamiento.



ANEXO B

**DATOS HIDROLOGICOS DE LA ESTACION
LLAPA**



“EVALUACION DE RECURSOS HIDRICOS DE LAS MICROCUENCAS QUEBRADA MINAS Y QUEBRADA OJOS PARA EL MANEJO DE AGUAS”



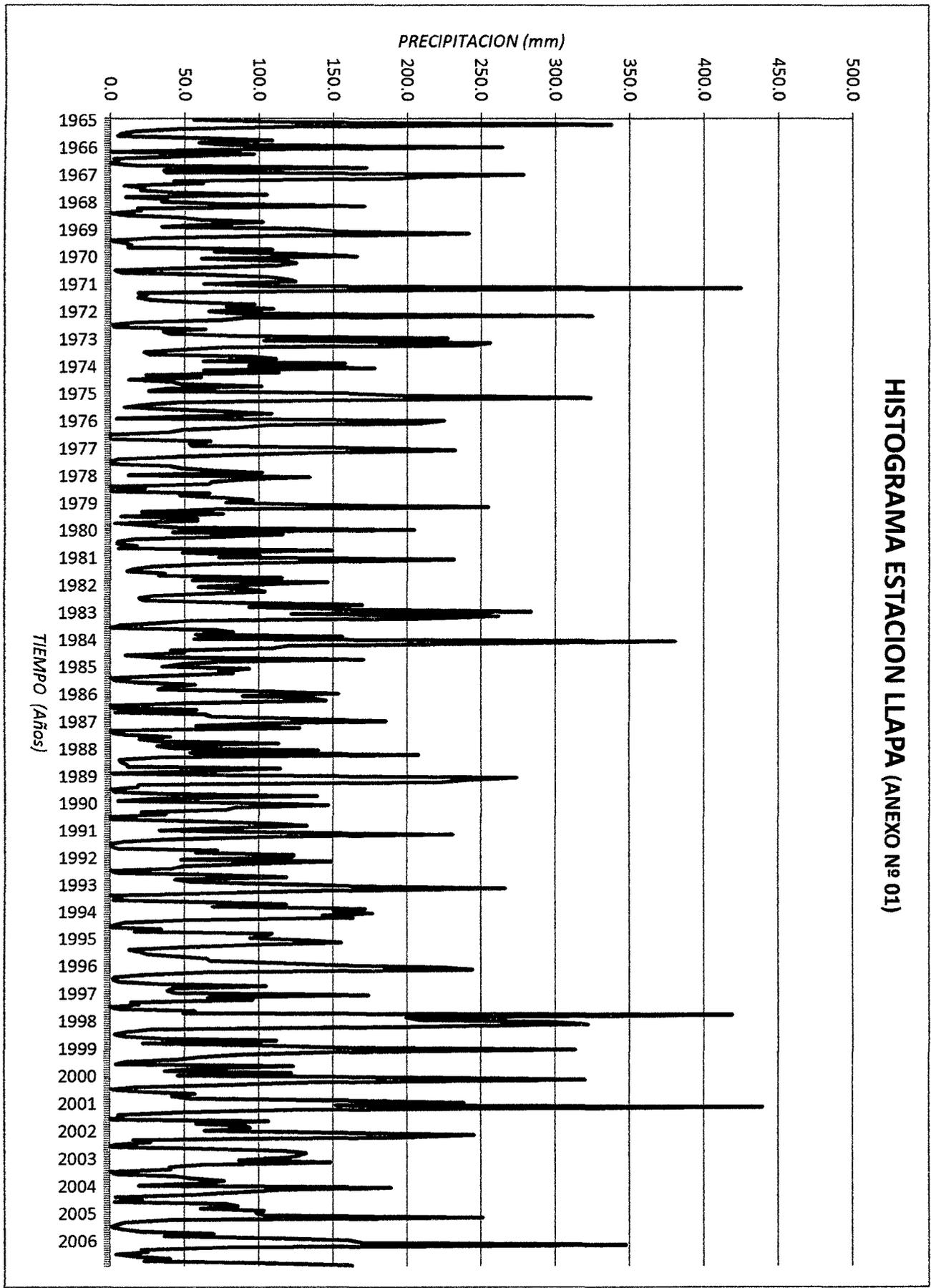
ESTACION HIDROMETEREOLÓGICA DE LA CUENCA DEL RIO LLAPA

ESTACION:	LLAPA	UTM NORTE (m)	9227526.02	DEPARTAMENTO :	CAJAMARCA
INFORMACION:	PRECIPITACION	UTM ESTE (m)	741226.54	PROVINCIA :	SAN MIGUEL
RED HIDROMÉTRICA:	SENAMHI-CAJAM.	ALTITUD :	2536 m.s.n.m.	DISTRITO :	LLAPA

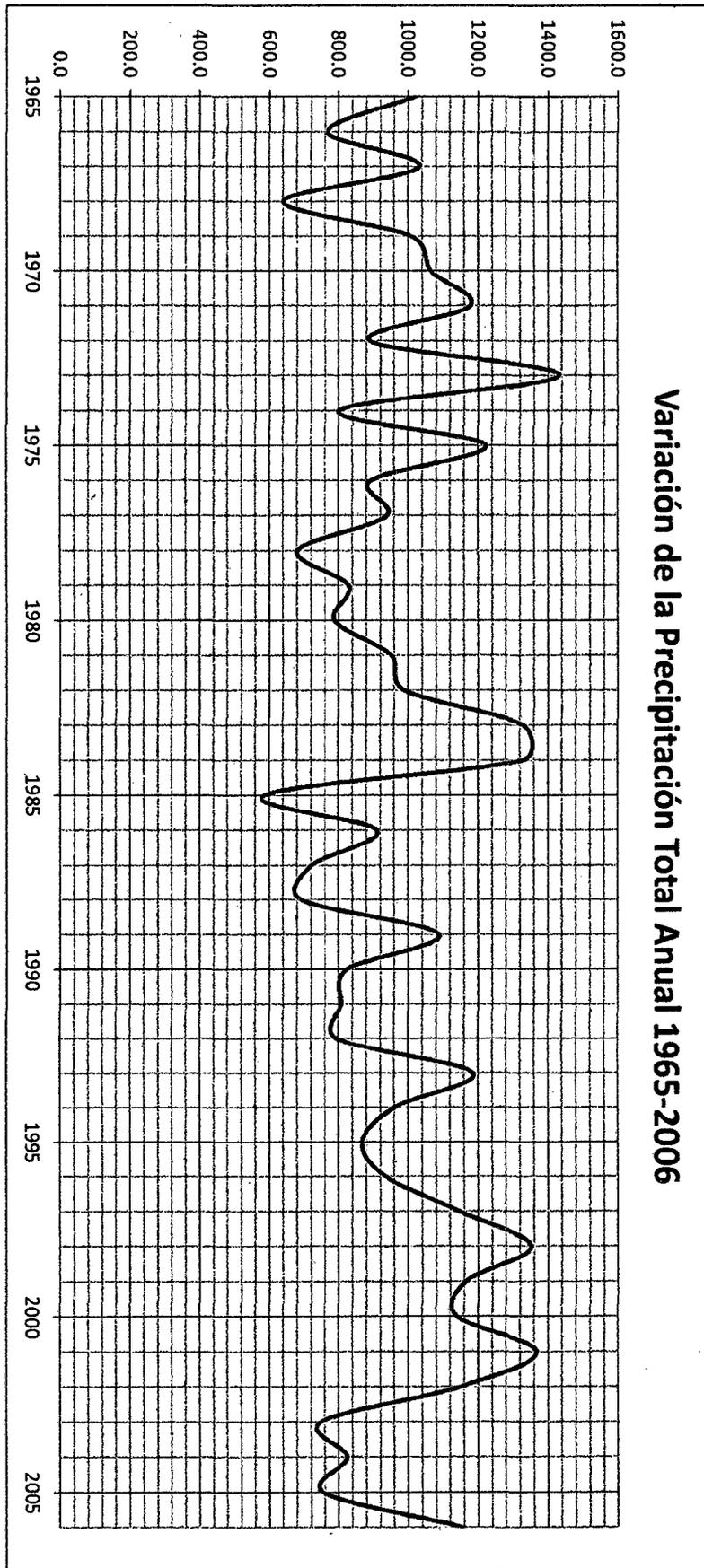
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL	ACUMULADO
1965	56.4	121.5	337.7	123.3	44.7	16.6	7.3	5.3	58.7	109.1	59.8	79.2	1019.6	1019.6
1966	264.5	88.6	0.0	96.9	47.1	2.4	6.0	0.0	17.1	172.6	36.1	37.1	768.4	1788.0
1967	278.9	210.2	188.7	43.0	62.4	9.5	23.4	20.5	42.0	105.5	10.5	38.2	1032.8	2820.8
1968	34.7	70.6	171.4	18.5	20.7	0.0	11.7	46.8	60.6	102.6	68.2	34.8	640.6	3461.4
1969	130.8	152.2	242.0	117.7	27.0	0.0	9.2	14.2	12.0	109.0	70.0	125.6	1009.7	4471.1
1970	166.1	61.3	118.2	125.3	112.4	57.9	3.2	7.4	64.2	106.2	118.4	124.8	1065.4	5536.5
1971	62.9	106.0	424.8	158.7	18.6	24.3	18.7	27.2	52.1	97.0	78.0	109.5	1177.8	6714.3
1972	66.2	87.9	325.0	89.4	75.4	15.6	1.3	3.3	63.9	35.8	40.2	85.7	889.7	7604.0
1973	227.5	103.4	256.3	245.0	75.1	47.0	23.3	26.3	96.0	111.7	62.7	158.4	1432.7	9036.7
1974	93.4	178.3	63.2	113.4	24.3	61.5	12.7	42.2	47.3	102.1	36.8	26.3	801.5	9838.2
1975	160.9	196.9	324.0	161.3	45.0	23.5	9.7	41.1	77.3	108.8	69.8	4.3	1222.6	11060.8
1976	225.4	210.3	106.3	86.6	49.4	39.7	0.0	0.0	0.0	67.5	53.5	54.8	893.5	11954.3
1977	171.2	232.8	143.4	83.0	44.3	4.9	0.0	0.0	40.3	47.9	69.1	102.5	939.4	12893.7
1978	12.4	134.2	89.2	68.6	66.4	0.0	23.3	0.0	66.8	47.1	77.3	95.9	681.2	13574.9
1979	77.7	132.9	254.9	69.6	21.2	75.9	7.3	58.5	58.6	3.0	25.4	45.0	830.0	14404.9
1980	205.0	42.2	116.0	77.9	16.1	5.2	4.8	17.9	5.6	149.6	48.7	100.7	789.7	15194.6
1981	73.0	232.0	138.0	66.3	28.8	16.1	11.3	36.6	32.7	115.6	55.5	146.8	952.7	16147.3
1982	95.0	59.5	93.8	104.3	63.8	29.2	19.7	23.1	75.4	170.0	93.6	162.4	989.8	17137.1
1983	284.0	122.0	262.3	207.6	53.4	30.4	6.2	0.0	69.8	82.8	57.4	156.4	1332.3	18469.4
1984	56.4	380.8	238.9	119.3	110.0	40.7	49.7	10.2	30.6	170.9	71.9	48.4	1327.8	19797.2
1985	35.1	93.6	73.0	82.8	39.1	0.0	3.5	21.5	57.3	37.8	32.3	110.3	586.3	20383.5
1986	153.8	89.3	137.7	145.5	60.1	0.0	0.0	58.2	3.6	63.9	68.2	131.7	912.0	21295.5
1987	185.8	102.0	57.9	127.5	0.0	0.0	10.1	40.3	19.8	33.8	113.4	31.7	722.3	22017.8
1988	43.2	140.4	53.9	207.9	31.6	6.2	7.1	10.8	11.8	114.4	63.7	1.2	692.2	22710.0
1989	93.7	274.1	240.2	224.0	19.3	18.2	0.0	3.0	37.5	139.6	33.8	5.1	1088.5	23798.5
1990	87.9	146.8	84.1	78.2	21.0	37.4	0.0	0.0	55.8	107.0	132.8	73.5	824.5	24623.0
1991	33.5	118.9	231.4	110.0	45.6	9.1	0.0	0.0	5.4	72.2	58.1	123.8	808.0	25431.0
1992	122.5	48.0	149.3	88.0	49.4	41.6	0.0	5.0	75.6	119.0	44.0	53.8	796.2	26227.2
1993	106.9	162.0	266.6	142.8	73.7	0.0	8.0	2.2	63.8	118.6	69.1	172.2	1185.9	27413.1
1994	150.6	177.0	143.3	163.8	48.9	10.1	3.5	0.0	34.5	16.6	109.0	103.8	961.1	28374.2
1995	94.2	134.9	155.6	91.3	45.6	12.8	20.2	25.2	44.3	65.3	67.4	112.3	869.1	29243.3
1996	151.6	224.3	244.5	62.8	23.3	3.0	2.0	6.9	32.1	105.1	41.8	38.7	936.1	30179.4
1997	44.4	174.1	66.1	96.1	14.2	19.5	0.0	5.9	57.1	49.4	419.1	199.6	1145.5	31324.9
1998	209.3	297.1	322.0	202.5	27.1	11.6	3.2	9.3	34.2	111.9	22.1	101.9	1352.2	32677.1
1999	151.4	313.6	147.4	89.1	61.0	46.8	10.9	4.1	123.3	58.1	37.2	122.1	1165.0	33842.1
2000	45.8	205.7	320.2	133.9	83.8	15.8	0.7	22.8	57.2	41.8	53.3	160.6	1141.6	34983.7
2001	238.8	152.0	439.4	122.8	49.3	5.8	9.1	0.0	106.7	58.2	91.3	94.5	1367.9	36351.6
2002	63.7	157.7	245.8	197.4	15.9	27.5	4.1	0.5	61.5	116.7	131.9	127.0	1149.7	37501.3
2003	119.8	86.8	149.0	61.7	40.4	41.1	0.0	5.1	44.7	56.1	77.1	67.2	749.0	38250.3
2004	19.8	189.2	113.6	85.5	58.2	4.2	21.8	3.3	78.7	86.2	61.2	103.7	825.4	39075.7
2005	98.6	104.0	251.6	39.0	10.4	4.5	1.2	9.3	21.6	70.1	36.9	109.4	756.6	39832.3
2006	162.7	170.0	347.8	78.8	21.4	25.8	4.4	17.7	40.8	23.3	104.2	163.1	1160.0	40992.3
TOTAL	5155.5	6485.1	8134.5	4807.1	1845.4	841.4	358.6	631.7	2038.3	3679.9	3070.8	3944.0	40992.3	
X̄	122.8	154.4	193.7	114.5	43.9	20.0	8.5	15.0	48.5	87.6	73.1	93.9	976.0	
S	73.7	80.0	126.5	52.5	82.7	104.5	114.6	109.0	79.1	54.3	78.7	57.6	880.0	
S ²	5426.4	6407.3	16000.3	2758.8	6838.5	10915.5	13139.1	11873.6	6260.9	2951.8	6189.4	3321.8	774430.3	
Cv	0.60	0.52	0.65	0.46	1.88	5.22	13.43	7.24	1.63	0.62	1.08	0.61	0.90	
g ₁	0.54	0.71	0.23	0.69	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.04	2.01	-0.05	0.00	
g ₂	2.32	2.69	1.13	2.79	0.03	0.00	0.00	0.00	0.04	0.83	8.95	1.23	0.01	

Donde:

- X̄: Media
- S: Desviación Estandar
- S²: Varianza
- Cv: Coeficiente de Variación
- g₁: Coeficiente de Sesgo
- g₂: Coeficiente de Kurtosis



HISTOGRAMA ESTACION LLAPA (ANEXO Nº 01)





Precipitación Máxima en 24 Horas de la Estación Llapa			
Año	P24 (mm)	Año	P24 (mm)
1964	23	1979	40.7
1965	38.5	1980	30.6
1966	31	1981	47
1967	35.4	1982	34.5
1968	20	1983	36.4
1969	27	1984	58.2
1970	23.5	1985	18.4
1971	22.3	1986	39.6
1972	49.1	1987	39
1973	30	1988	24.4
1974	26.1	1989	29.2
1975	53.2	1990	37
1976	59	1991	35.2
1977	35.1	1992	25
1978	24.1	1993	28.3
Mínimo	18.4	Máximo	59
Promedio	34.027	Desv. Estand	10.827
Mediana	32.750	Coef. Var.	0.318
Coef. Asim.	0.830	Coef. Curt.	0.143

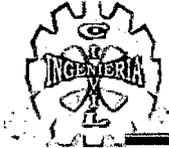


Cálculo de Intensidades haciendo uso de la Expresión de Dyck y Peschke (1978)							
año	P24Hras	5	10	15	30	60	120
1	23	5.58	6.64	7.35	8.74	10.39	12.36
2	38.5	9.61	10.03	10.29	10.75	11.22	11.72
3	31	8.86	8.96	9.01	9.11	9.21	9.31
4	35.4	9.91	9.94	9.96	9.98	10.01	10.04
5	20	5.76	5.77	5.77	5.77	5.78	5.78
6	27	6.79	6.79	6.79	6.79	6.79	6.80
7	23.5	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16
8	22.3	5.70	5.70	5.70	5.70	5.70	5.70
9	49.1	12.32	12.32	12.32	12.32	12.32	12.32
10	30	9.12	9.12	9.12	9.12	9.12	9.12
11	26.1	7.36	7.36	7.36	7.36	7.36	7.36
12	53.2	14.23	14.23	14.23	14.23	14.23	14.23
13	59	18.60	18.60	18.60	18.60	18.60	18.60
14	35.1	11.83	11.83	11.83	11.83	11.83	11.83
15	24.1	7.26	7.26	7.26	7.26	7.26	7.26
16	40.7	10.84	10.84	10.84	10.84	10.84	10.84
17	30.6	9.01	9.01	9.01	9.01	9.01	9.01
18	47	13.22	13.22	13.22	13.22	13.22	13.22
19	34.5	10.68	10.68	10.68	10.68	10.68	10.68
20	36.4	10.68	10.68	10.68	10.68	10.68	10.68
21	58.2	17.08	17.08	17.08	17.08	17.08	17.08
22	18.4	6.07	6.07	6.07	6.07	6.07	6.07
23	39.6	10.09	10.09	10.09	10.09	10.09	10.09
24	39	11.28	11.28	11.28	11.28	11.28	11.28
25	24.4	7.26	7.26	7.26	7.26	7.26	7.26
26	29.2	7.78	7.78	7.78	7.78	7.78	7.78
27	37	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03	10.03
28	35.2	10.17	10.17	10.17	10.17	10.17	10.17
29	25	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25
30	28.3	7.54	7.54	7.54	7.54	7.54	7.54



ANEXO C

**CALCULO DE CAUDALES DE
MICROCUENCAS**



“EVALUACION DE RECURSOS HIDRICOS DE LAS MICROCUENCAS
QUEBRADA MINAS Y QUEBRADA OJOS PARA EL MANEJO DE AGUAS”



Precipitaciones Máximas en 24Horas (mm) para diferentes periodos de duración.

Cuenca: Llapa

Altitud media: 3030.00 msnm

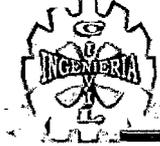
Precipitaciones Máximas en 24 Horas de la Estación Llapa(mm)

Año	DURACION					
	24 hras					
1	23.00					
2	38.50					
3	31.00					
4	35.40					
5	20.00					
6	27.00					
7	23.50					
8	22.30					
9	49.10					
10	30.00					
11	26.10					
12	53.20					
13	59.00					
14	35.10					
15	24.10					
16	40.70					
17	30.60					
18	47.00					
19	34.50					
20	36.40					
21	58.20					
22	18.40					
23	39.60					
24	39.00					
25	24.40					
26	29.20					
27	37.00					
28	35.20					
29	25.00					
30	28.30					
Desv. Est.	10.827					
Promedio	34.027					



MODELO PROBABILISTICO (ECUACIÓN DE GUMBEL)
DETERMINACION DE LOS PARAMETROS DE LA ECUACIÓN DE GUMBEL
PRECIPITACIONES MAXIMAS ORDENADAS (mm) ESTACION LLAPA

N	DURACION				
	24 hras				
1	59.00				
2	58.20				
3	53.20				
4	49.10				
5	47.00				
6	40.70				
7	39.60				
8	39.00				
9	38.50				
10	37.00				
11	36.40				
12	35.40				
13	35.20				
14	35.10				
15	34.50				
16	31.00				
17	30.60				
18	30.00				
19	29.20				
20	28.30				
21	27.00				
22	26.10				
23	25.00				
24	24.40				
25	24.10				
26	23.50				
27	23.00				
28	22.30				
29	20.00				
30	18.40				
Desv. Est.	10.827				
Promedio	34.027				
α	0.1027				
β	28.2212				



**MODELO PROBABILISTICO (ECUACION DE GUMBEL)
PROBABILIDADES DE WEIBULL Y GUMBEL**

m	P.GUMBEL $F(x<X)=\frac{1-m}{(N+1)}$	PROBABILIDADES DE GUMBEL $Pr(x<X)=\exp(-\exp(-\alpha(x-\beta)))$					
		24 hras					
1	0.9677	0.9586					
2	0.9355	0.9551					
3	0.9032	0.9261					
4	0.8710	0.8895					
5	0.8387	0.8648					
6	0.8065	0.7577					
7	0.7742	0.7330					
8	0.7419	0.7186					
9	0.7097	0.7062					
10	0.6774	0.6665					
11	0.6452	0.6495					
12	0.6129	0.6199					
13	0.5806	0.6137					
14	0.5484	0.6106					
15	0.5161	0.5918					
16	0.4839	0.4716					
17	0.4516	0.4570					
18	0.4194	0.4348					
19	0.3871	0.4048					
20	0.3548	0.3709					
21	0.3226	0.3218					
22	0.2903	0.2884					
23	0.2581	0.2485					
24	0.2258	0.2275					
25	0.1935	0.2171					
26	0.1613	0.1971					
27	0.1290	0.1809					
28	0.0968	0.1592					
29	0.0645	0.0976					
30	0.0323	0.0644					



MODELO PROBABILISTICO
PRUEBA DE SMIRNOV KOLMOGOROV

n	DESVIACIÓN ABSOLUTA $\Delta_{cm\acute{a}x}$					
	24 hras					
1	0.0092					
2	0.0196					
3	0.0228					
4	0.0186					
5	0.0261					
6	0.0487					
7	0.0412					
8	0.0233					
9	0.0035					
10	0.0110					
11	0.0043					
12	0.0069					
13	0.0331					
14	0.0623					
15	0.0757					
16	0.0123					
17	0.0053					
18	0.0154					
19	0.0177					
20	0.0160					
21	0.0007					
22	0.0020					
23	0.0096					
24	0.0016					
25	0.0236					
26	0.0358					
27	0.0519					
28	0.0625					
29	0.0331					
30	0.0321					

$\Delta_0 = 1.36/(N)^{0.5} = 0.2483$

De la tabla podemos ver que $\Delta_{cm\acute{a}x} = 0.0757$

Como $\Delta_{cm\acute{a}x} < \Delta_0$, entonces: los datos se ajustan al modelo de Gumbel.



**SIMULACIÓN MEDIANTE EL MODELO GUMBEL
REGISTRO HISTÓRICO DE LA ESTACIÓN WEBERBAUER 1975-2007**

N (años)	J%	Tr(años)	PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS (mm)				
			24 hras				
2	5	39.5	63.88				
	15	12.8	52.65				
	30	6.1	45.00				
	45	3.9	39.97				
	60	2.7	35.82				
5	10	48.0	65.79				
	15	31.3	61.57				
	20	22.9	58.49				
	35	12.1	52.08				
	50	7.7	47.45				
10	65	5.3	43.41				
	15	62.0	68.32				
	20	45.3	65.23				
	25	35.3	62.76				
	30	28.5	60.67				
20	50	14.9	54.20				
	65	10.0	50.16				
	20	90.1	71.98				
	25	70.0	69.51				
	30	56.6	67.41				
50	50	29.4	60.95				
	64	20.1	57.17				
	80	12.9	52.75				
	25	174.3	78.42				
	30	140.7	76.33				
100	50	72.6	69.86				
	63	50.8	66.35				
	80	31.6	61.67				
	90	22.2	58.18				
	30	280.9	83.08				
200	50	144.8	76.61				
	63.4	100.0	72.99				
	80	62.6	68.41				
	90	43.9	64.93				
	95	33.9	62.36				
500	30	561.2	89.82				
	50	289.0	83.36				
	63	201.7	79.85				
	80	124.8	75.16				
	90	87.4	71.67				
	95	67.3	69.11				
	30	1402.3	98.74				
	50	721.8	92.28				
	63.2	500.7	88.71				
	80	311.2	84.08				
	90	217.6	80.59				
	95	167.4	78.03				



CALCULO DEL NUMERO DE CURVA

1) TEXTURA DEL SUELO

A	Arenas con poco Limo y Arcilla, suelos muy permeables
---	---

2) SELECCIÓN DEL NUMERO DE CURVA

USO DE LA TIERRA Y COBERTURA	PENDIENTE DEL TERRENO	TIPO DE SUELO	N
Pastizales	> 1	A	68.00
Bosque Natural muy Ralo	-	A	56.00
PROMEDIO			62.00

3) CORRECCION DEL NUMERO DE CURVA

Como la Precipitación acumulada los 5 días antes varía entre 2.5cm y 5.0cm; entonces, no hacer corrección

Por lo tanto N= 62

CALCULO DE LA PRECIPITACION EFECTIVA PARA DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO

Tr (años)	P cm	Pe cm
2	3.18	0.0
5	4.34	0.0
10	5.02	0.1
20	5.72	0.1
50	6.64	0.2
100	7.30	0.3
200	7.98	0.4
500	8.87	0.5

Tr (años)	De/tr (Minas)	De/tr (Ojos)
2.00	0.00	0.00
5.00	0.01	0.01
10.00	0.03	0.03
20.00	0.05	0.05
50.00	0.07	0.07
100.00	0.09	0.09
200.00	0.11	0.11
500.00	0.14	0.14

Calculo del Tiempo de Retrazo y Duración en exceso

	Q Minas	Q Ojos
L=	3.7	4.88
S=	0.184	0.110
Tc=	0.872	1.19
Tr=	0.381	0.532

Parámetro	Unidades
De =	Horas
Z=	Adimensional
A=	Km ²

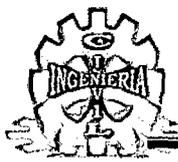
CUADRO DE CAUDALES EN CUENCAS (m ³ /s)								
Tr (años)	Duración							
	De, Minas	De, Ojos	Z Minas	Z Ojos	A Minas	A Ojos	Q Minas	Q Ojos
2	0.00	0.00	0.02	0.02	0.75	0.91	0.15	0.13
5	0.01	0.01	0.02	0.02	0.75	0.91	0.21	0.18
10	0.01	0.01	0.02	0.02	0.75	0.91	0.24	0.21
20	0.02	0.02	0.02	0.02	0.75	0.91	0.27	0.24
50	0.03	0.04	0.06	0.055	0.75	0.91	0.87	0.77
100	0.03	0.05	0.07	0.07	0.75	0.91	1.22	1.08
200	0.04	0.06	0.08	0.082	0.75	0.91	1.57	1.39
500	0.05	0.07	0.12	0.12	0.75	0.91	2.55	2.26



ANEXO D

DATOS GEOLOGICOS

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD LITOESTRATIGRAFICA	Grosor (m)	LITOLOGIA	DESCRIPCION	
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	Dep. fluviales y aluviales			Arenas, gravas. Limos, arcillas.	
		PLEISTOCENO	Dep. lagunares y glaciares			Conglomerados, areniscas y arcillas rojas.	
		PLIOCENO	Formación Condebamba	150		Lutitas, lodolitas, areniscas finas blanco amarillentas.	
	NEOGENO	MIOCENO	Sup.	Formación Bambamarca	300		Tobas dacíticas y traquiandesíticas blanquecinas. Disc. ang.
			Inf.	Grupo Calipuy	Formación Porculla	2100	Tobas blanco amarillentas intercaladas con areniscas rojizas, aglomerados y piroclastos.
		Dacita					
	PALEOGENO	OLIGOCENO		Formación Llama	600		Intercalación de derrames andesíticos, tobas blanquecinas, areniscas tobáceas y conglomerados lenticulares.
						Diorita	
						Tobas blanquecinas intercaladas con delgados lechos de areniscas y lutitas tobáceas.	
		EOCENO					Derrames y brechas andesíticas.
	PALEOCENO		Formación Chota	500		Conglomerados con cantos de cuarcita. Disc. ang.	
MESOZOICO	CRETACEO	SUPERIOR	Formación Celendín	200		Conglomerados con cantos de calizas y areniscas rojizas	
			Formación Cajamarca	600-700		Calizas, margas y lutitas gris amarillentas.	
			Grupo Quilquiñán	500		Calizas gris azuladas, macizas, con delgadas intercalaciones de lutitas y margas.	
			Grupo Pullucana	700		Calizas nodulares macizas, margas y lutitas pardo- amarillentas fosilíferas.	
						Calizas gris parduscas, fosilíferas, margas y escasos niveles de lutitas.	
		INFERIOR	Formación Panatambo	150-200		Lutitas grises o negras, calizas bituminosas nodulares.	
			Formación Chúlec	200-250		Calizas arenosas, lutitas calcáreas y margas.	
			Formación Inca	150		Areniscas calcáreas y limolitas ferruginosas.	
			Grupo Goyllarisquiza	Formación Farrat	500		Cuarcitas y areniscas blancas.
				Formación Carhuáz	500		Areniscas rojizas y cuarcitas blancas intercaladas con lutitas grises.
	Formación Santa Chimú	150-100			Lutitas grises y calizas margosas.		
				80-600		Areniscas, cuarcitas, lutitas y niveles de carbón en la parte inferior, principalmente cuarcitas en la parte superior.	
	JURASICO	SUPERIOR	Formación Chicama	500		Lutitas negras, laminares y deleznales, con intercalaciones de areniscas grises y horizontes arcillosos. Disc. ang.	
MEDIO		Formación Oyotún	500		Tobas, brechas y derrames andesíticos.		
INFERIOR		Grupo Pucará	700-800		Tonalita/granodiorita		
TRIASICO	SUPERIOR				Calizas gris azuladas, macizas con nódulos silíceos. Disc. ang.		
PALEOZOICO SUP.	PERMIANO	SUPERIOR	Grupo Mitu	300		Areniscas, limolitas y conglomerados rojizos. Disc. ang.	
	ORDOVICIANO		Formación Salas	?		Filitas pelíticas y tobáceas de colores marrones y negruzcos con algunas cuarcitas hacia la parte superior. Disc. ang.	
PROTEROZOICO			Complejo Olmos	?		Esquistos gris verdosos y anfíbolitas. Disc. ang.	



ANEXO E

ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL



“EVALUACION DE RECURSOS HIDRICOS DE LAS MICROCUENCAS QUEBRADA MINAS Y QUEBRADA OJOS PARA EL MANEJO DE AGUAS”



ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA

CATEGORIA 1: POBLACIONAL Y RECREACIONAL

PARAMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinados a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas para recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto primario	Contacto secundario
FISICOS Y QUIMICOS						
Aceites y grasas (MEH)	mg/L	1	1	1	Ausencia de película visible	**
Cianuro Libre	mg/L	0.005	0.022	0.022	0.022	0.022
Cianuro Wad	mg/L	0.08	0.08	0.08	0.08	**
Cloruros	mg/L	250	250	250	**	**
Color	Color verdadero escala Pt/Co	15	100	100	Sin cambio normal	Sin cambio normal
Conductividad	us/cm	1500	1600	**	**	**
D.B.O. ₅	mg/L	3	5	10	5	10
D.Q.O.	mg/L	10	20	30	30	50
Dureza	mg/L	500	**	**	**	**
Detergentes (SAAM)	mg/L	0.5	0.5	na	0.5	Ausencia de espuma persistente
Fenoles	mg/L	0.003	0.1	0.1	**	**
Fluoruros	mg/L	1	**	**	**	**
Fosforo Total	mg/L P	0.1	0.15	0.15	**	**
Materiales Flotantes		Ausencia de material flotante	**	**	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos	mg/L N	10	10	10	10	**
Nitritos	mg/L N	1	1	1	1 (5)	**
Nitrógeno Amoniacal	mg/L N	1.5	2	3.7	**	**
Olor		Acceptable	**	**	Acceptable	**
Oxigeno Disuelto	mg/L	>=6	>=5	>=4	>=5	>=4
pH	Unidad de pH	6.5-8.5	5.5-9.0	5.5-9.0	6-9 (2.5)	**
Solidos Disueltos Totales	mg/L	1000	1000	1500	**	**
Sulfatos	mg/L	250	**	**	**	**
Sulfuros	mg/L	0.05	**	**	0.05	**
Turbiedad	UNT*	5	100	**	100	**
INORGANICOS						
Aluminio	mg/L	0.2	0.2	0.2	0.2	**
Antimonio	mg/L	0.006	0.006	0.006	0.006	**
Arsénico	mg/L	0.01	0.01	0.05	0.01	**
Bario	mg/L	0.7	0.7	1	0.7	**
Berilio	mg/L	0.004	0.04	0.04	0.04	**
Boro	mg/L	0.5	0.5	0.75	0.5	**
Cadmio	mg/L	0.003	0.003	0.01	0.01	**
Cobre	mg/L	2	2	2	2	**
Cromo Total	mg/L	0.05	0.05	0.05	0.05	**
Cromo VI	mg/L	0.05	0.05	0.05	0.05	**
Hierro	mg/L	0.3	1	1	0.3	**
Manganeso	mg/L	0.1	0.4	0.5	0.4	**
Mercurio	mg/L	0.001	0.002	0.002	0.001	**
Níquel	mg/L	0.02	0.025	0.025	0.02	**
Plata	mg/L	0.01	0.05	0.05	0.01	0.05
Plomo	mg/L	0.01	0.05	0.05	0.1	**
Selenio	mg/L	0.01	0.05	0.05	0.01	**
Uranio	mg/L	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Vanadio	mg/L	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Zinc	mg/L	3	5	5	3	**



“EVALUACION DE RECURSOS HIDRICOS DE LAS MICROCUENCAS QUEBRADA MINAS Y QUEBRADA OJOS PARA EL MANEJO DE AGUAS”



ORGANICOS						
I. COMPUESTOS ORGANICOS VOLATILES						
Hidrocarburos totales de petróleo, HTTP	mg/L	0.05	0.02	0.02		
Trihalometanos	mg/L	0.1	0.1	0.1	**	**
Compuestos Orgánicos Volátiles COVs						
1,1,1-Tricloroetano -- 71-55-6	mg/L	2	2	**	**	**
1,1-Dicloroetano -- 75-35-4	mg/L	0.03	0.03	**	**	**
1,2-Dicloroetano -- 107-06-2	mg/L	0.03	0.03	**	**	**
1,2-Diclorobenceno -- 95-50-1	mg/L	1	1	**	**	**
Hexaclorobutadieno -- 87-68-3	mg/L	0.0006	0.0006	**	**	**
Tetracloroetano -- 127-18-4	mg/L	0.04	0.04	**	**	**
Tetracloruro de Carbono -- 56-23-5	mg/L	0.002	0.002	**	**	**
Tricloroetano -- 79-01-6	mg/L	0.07	0.07	**	**	**
BETX						
Benceno -- 71-43-2	mg/L	0.01	0.01	**	**	**
Etilbenceno -- 100-41-4	mg/L	0.3	0.3	**	**	**
Tolueno -- 108-88-3	mg/L	0.7	0.07	**	**	**
Xilenos -- 1330-20-7	mg/L	0.5	0.5	**	**	**
Hidrocarburos Aromáticos						
Benz(a)pireno -- 50-32-8	mg/L	0.0007	0.0007			
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0.009	0.009			
Triclorobencenos (Totales)	mg/L	0.02	0.02			
Plaguicidas						
Organofosforados						
Malatión	mg/L	0.0001	0.0001	**	**	**
Metamidofós (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Paraquat (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Paratión	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Organoclorados (COP)*						
Aldrin -- 309-00-2	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Clordano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
DDT	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Dieldrin -- 60-57-1	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Endosulfán	mg/L	0.000056	0.000056	*	**	**
Endrin -- 72-20-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Heptacloro -- 76-44-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Heptacloro Epóxido -- 1024-57-3	mg/L	0.00003	0.00003	*	**	**
Lindano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Carbamatos						
Aldicarb (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Policloruros Bifenilos Totales (PCBs)						
	mg/L	0.000001	0.000001	**	**	**
Otros						
Asbesto	Millones de fibras/L	7	**	**	**	**
MICROBIOLOGICO						
Coliformes Termotolerantes 44,5 °C	NMP/100 mL	0	2000	20000	200	1000
Coliformes Totales (35 - 37 °C)	NMP/100 mL	50	3000	50000	1000	4000
Enterococos Fecales	NMP/100 mL	0	0		200	**
Escherichia Coli	NMP/100 mL	0	0		Ausencia	Ausencia
Formas Parasitarias	Organismo/Litro	0	0		0	
Giardia Duodenalis	Organismo/Litro	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Salmonella	Presencia/100 mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia	0	0
Vibrio Cholerae	Presencia/100 mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

UNT Uidad Nefelométrica Turbiedad

NMP/100 mL Número Mas Probales en 100 mL

* Contaminantes Orgánicos Persistentes

** Se entenderá que para esta Sub Categoría, el parámetro no es relevante, salvo casos específicos que la autoridad competente determine.



“EVALUACION DE RECURSOS HIDRICOS DE LAS MICROCUENCAS QUEBRADA MINAS Y QUEBRADA OJOS PARA EL MANEJO DE AGUAS”



ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA

CATEGORIA 2: ACTIVIDADES MARINO COSTERAS

PARAMETRO	UNIDAD	AGUA DE MAR		
		Sub Categoría 1	Sub Categoría 2	Sub Categoría 3
		Extracción y Cultivo de Moluscos y Bivalvos C1	Extracción y Cultivo de Otras Especies Hidrobiológicas C2	Otras Actividades C3
ORGANOLEPTICO				
Hidrocarburos de Petróleo		No Visible	No Visible	No Visible
FISICOQUIMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	1	1	2
DBO ₅	mg/L	**	10	10
Oxígeno Disuelto	mg/L	>=4	>=3	>=2.5
pH	Unidad de pH	7 -8.5	6.8-8.5	6.8-8.5
Solidos Suspendidos Totales	mg/L	**	50	70
Sulfuro de Hidrógeno	mg/L	**	0.06	0.08
Temperatura	Celsius	***delta 3ºC	***delta 3ºC	***delta 3ºC
INORGANICOS				
Amoniaco	mg/L	**	0.08	0.21
Arsénico Total	mg/L	0.05	0.05	0.05
Cobre Total	mg/L	0.0093	0.0093	0.0093
Cromo VI	mg/L	0.0031	0.05	0.05
Fosfatos (P-PO4)	mg/L	0.05	0.05	0.05
Mercurio Total	mg/L	**	0.03-0.09	0.1
Níquel Total	mg/L	0.00094	0.0001	0.0001
Nitratos (N-NO3)	mg/L	0.0082	0.1	0.1
Plomo Total	mg/L	**	0.07-0.28	0.3
Silicatos (Si-Si O3)	mg/L	0.0081	0.0081	0.0081
Zinc Total	mg/L	**	0.14-0.70	**
ORGANICOS				
Hidrocarburos de Petróleo Totales (fracción aromática)	mg/L	0.007	0.007	0.01
MICROBIOLOGICOS				
Colliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	*<=14 (área aprobada)	<=30	1000
Colliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	*<=88 (área restringida)		

NMP/100 mL Número Más Probable en 100 mL.

* **Área Aprobada:** Áreas donde se extraen o cultivan moluscos bivalvos seguros para el comercio directo y consumo, libres de contaminación fecal humana o animal, de organismos patógenos ó cualquier sustancia deletérea ó venenosa y potencialmente peligrosa.

* **Área Restringida:** Áreas acuáticas impactadas por un grado de contaminación donde se extraen moluscos bivalvos seguros para consumo humano luego de ser depurados.

** Se entenderá que para este uso, el parámetro no es relevante, salvo casos específicos que la Autoridad competente lo determine.

*** La temperatura corresponde al promedio mensual multianual del área evaluada.



CATEGORIA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES		
PARAMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO Y TALLO ALTO		
PARAMETROS	UNIDAD	VALOR
FISICOQUIMICOS		
Bicarbonatos	mg/L	370
Calcio	mg/L	200
Carbonatos	mg/L	5
Cloruros	mg/L	100-700
Conductividad	(uS/cm)	<2000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40
Fluoruros	mg/L	1
Fosfatos-P	mg/L	1
Nitratos (NO3-N)	mg/L	10
Nitritos (NO2-N)	mg/L	0.06
Oxígeno Disuelto	mg/L	>=4
pH	Unidad de pH	6.5-8.5
Sodio	mg/L	200
Sulfatos	mg/L	300
Sulfuros	mg/L	0.05
Inorgánicos		
Aluminio	mg/L	5
Arsénico	mg/L	0.05
Bario Total	mg/L	0.7
Boro	mg/L	0.5-6
Cadmio	mg/L	0.005
Cianuro Wad	mg/L	0.1
Cobalto	mg/L	0.05
Cobre	mg/L	0.2
Cromo (6+)	mg/L	0.1
Hierro	mg/L	1
Litio	mg/L	2.5
Magnesio	mg/L	150
manganeso	mg/L	0.2
Mercurio	mg/L	0.001
Niquel	mg/L	0.2
Plata	mg/L	0.05
Plomo	mg/L	0.05
Selenio	mg/L	0.05
Zinc	mg/L	2
Orgánicos		
Aceites y Grasas	mg/L	1
Fenoles	mg/L	0.001
S.A.A.M (Detergentes)	mg/L	1
Plaguicidas		
Aldicarb	ug/L	1
Aldrin (CAS 309-00-2)	ug/L	0.004
Clordano (CAS 57-74-9)	ug/L	0.03
DDT	ug/L	0.001
Dieldrín (Nº CAS 72-20-8)	ug/L	0.7
Endrín	ug/L	0.004
Endosulfán	ug/L	0.02
Heptacloro (Nº CAS 76-44-8) y Heptacloripoxido	ug/L	0.1
Lindano	ug/L	4
Paratión	ug/L	7.5



PARAMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES			
PARAMETRO	UNIDAD	Vegetales de Tallo Bajo	Vegetales de Tallo Alto
		Valor	Valor
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	1000	2000(3)
Coliformes Totales	NMP/100 mL	5000	5000(3)
Enterococos	NMP/100 mL	20	100
Escherichia Coli	NMP/100 mL	100	100
Huevos de Helmintos	huevos/Litro	< 1	< 1 (1)
Salmonela sp.		Ausente	Ausente
Vibrion Cholerae		Ausente	Ausente



“EVALUACION DE RECURSOS HIDRICOS DE LAS MICROCUENCAS QUEBRADA MINAS Y QUEBRADA OJOS PARA EL MANEJO DE AGUAS”



PARÁMETROS PARA BEBIDA DE ANIMALES		
PARAMETROS	UNIDAD	VALOR
Conductividad Eléctrica	(uS/cm)	<= 5000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	<=15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40
Fluoruros	mg/L	2
Nitratos (NO ₃ -N)	mg/L	50
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	1
Oxígeno Disuelto	mg/L	>5
pH	Unidad de pH	6.5-8.4
Sulfatos	mg/L	500
Sulfuros	mg/L	0.05
Inorgánicos		
Aluminio	mg/L	5
Arsénico	mg/L	0.1
Berilio	mg/L	0.1
Boro	mg/L	5
Cadmio	mg/L	0.01
Cianuro Wad	mg/L	0.1
Cobalto	mg/L	1
Cobre	mg/L	0.5
Cromo (6+)	mg/L	1
Hierro	mg/L	1
Litio	mg/L	2.5
Magnesio	mg/L	150
manganeso	mg/L	0.2
Mercurio	mg/L	0.001
Níquel	mg/L	0.2
Plata	mg/L	0.05
Plomo	mg/L	0.05
Selenio	mg/L	0.05
Zinc	mg/L	24
Orgánicos		
Aceites y Grasas	mg/L	1
Fenoles	mg/L	0.001
S.A.A.M (Detergentes)	mg/L	1
Plaguicidas		
Aldicarb	ug/L	1
Aldrin (CAS 309-00-2)	ug/L	0.03
Clordano (CAS 57-74-9)	ug/L	0.3
DDT	ug/L	1
Dieldrin (N° CAS 72-20-8)	ug/L	0.7
Endosulfán	ug/L	0.02
Endrin	ug/L	0.004
Heptacloro (N° CAS 76-44-8) y Heptacloripoxido	ug/L	0.1
Lindano	ug/L	4
Paratión	ug/L	7.5
Biológicos		
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	1000
Coliformes Totales	NMP/100 mL	5000
Enterococos	NMP/100 mL	20
Escherichia Coli	NMP/100 mL	100
Huevos de Helmintos	NMP/100 mL	< 1
Salmonela sp.	NMP/100 mL	Ausente
Vibrión Cholerae	NMP/100 mL	Ausente

NOTA:

NMP/100 MI: Número Más Probable en 100 mL

Vegetales de Tallo Alto: Son plantas cultivables o no, de porte arbustivo o arbóreo y tienen una buena longitud de tallo. Las especies leñosas y forestales tienen un mismo sistema radicular pivotante profundo (1 a 20 metros) Ejemplo; forestales, árboles, frutales, etc.

Vegetales de Tallo Bajo: Son plantas cultivables o no, frecuentemente port herbáceo, debido a su poca longitud de tallo alcanzan poca altura. Usualmente, las especies herbáceas de porte bajo tienen un sistemas radicular difuso o fibroso poco profundo (10 a 50cm). Ejemplo; Hortalizas y verduras de tallo corto como ajo, lechuga, fresa, col, repollo, apio y arveja, etc.

Animales Mayores: Entiéndase como animales mayores a vacunos, ovinos, porcinos, camélidos y equinos, Etc.

Animales Menores: Entiéndase como animales menores a caprinos, cuyes, aves y conejos.

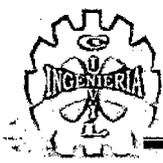
SAAM: Sustancias Activas de Azul de Metileno



ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA

CATEGORIA 1: POBLACIONAL Y RECREACIONAL

PARAMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinados a la			Aguas superficiales	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto primario	Contacto secundario

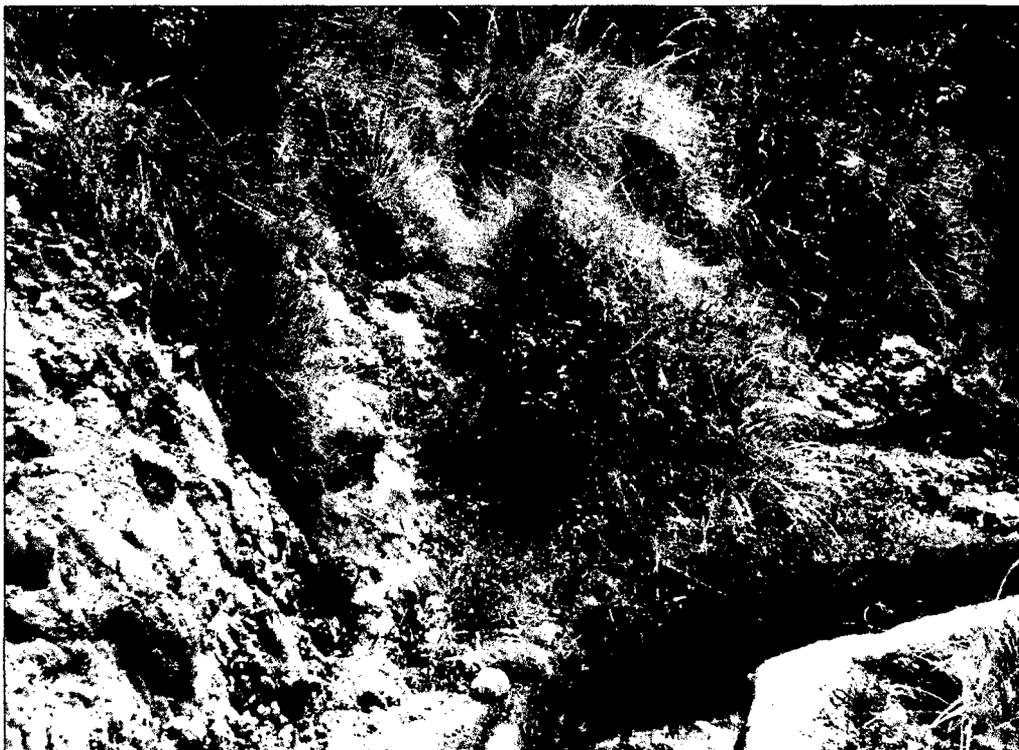


ANEXO F

PANEL FOTOGRAFICO



Foto 1 Manantial Canal Intermedio Tajo Ojos



Fotografía 2 Filtraciones Canal Intermedio Tajo Ojos.



Fotografía 3 Fuente Freático Artesiano.



Fotografía 4 Tajo Ojos-Mina SIPAN.



Fotografía 5 Conducción de Agua de los Depósitos de Desmote 1 y 3 Mina SIPAN.



Fotografía 6 Canal Colector de Aguas Superficiales Parte Baja del Tajo Ojos.



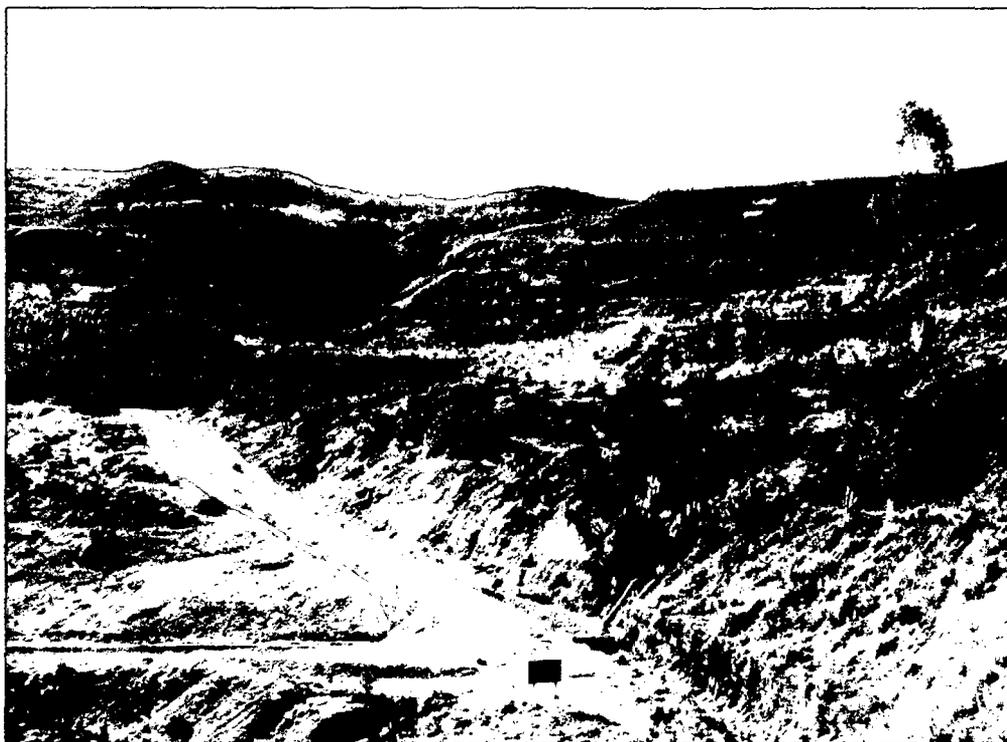
Fotografía 7 Canal de Coronación Parte Baja del Botadero 3



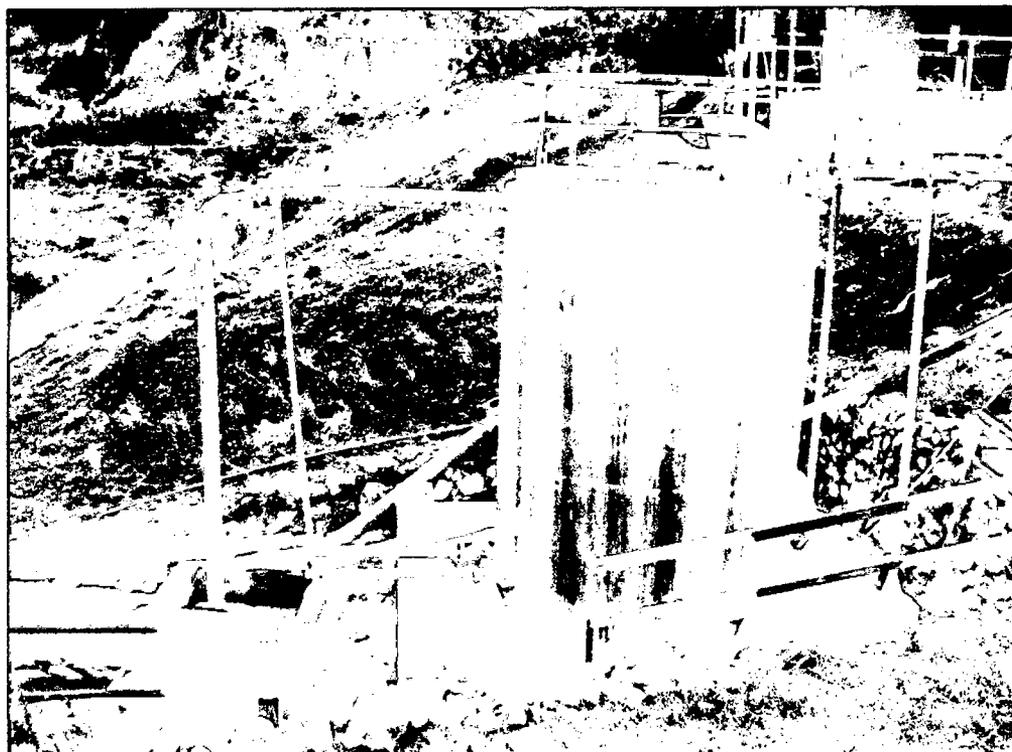
Fotografía 8 Canal Colector Parte Baja del Tajo Ojos.



Fotografía 9 Vista Panorámica del Tajo Minas-Mina SIPAN.



Fotografía 10 Canal Colector de Aguas Superficiales Parte Baja Tajo Ojos, que Descargan sus Aguas a la Quebrada Minas.



Fotografía 11 Planta de Tratamiento Activa Parte Alta.



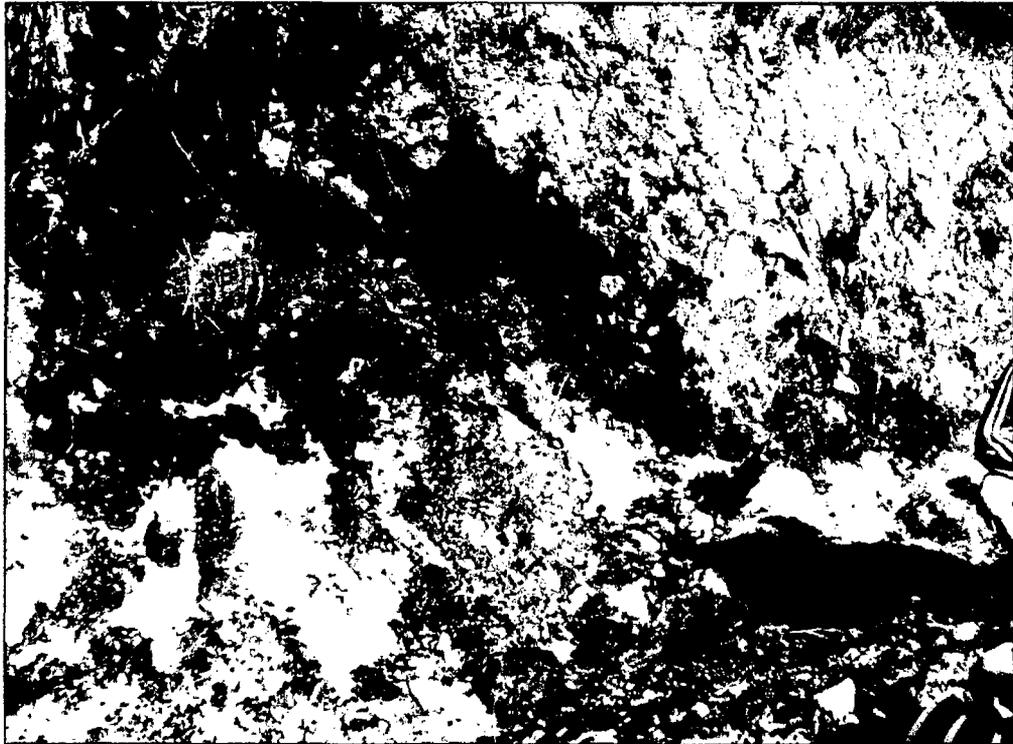
Fotografía 12 Poza de Clarificación en la Planta de Tratamiento Parte Alta.



Fotografía 13 Centro Poblado de Pampa Cuyoc.



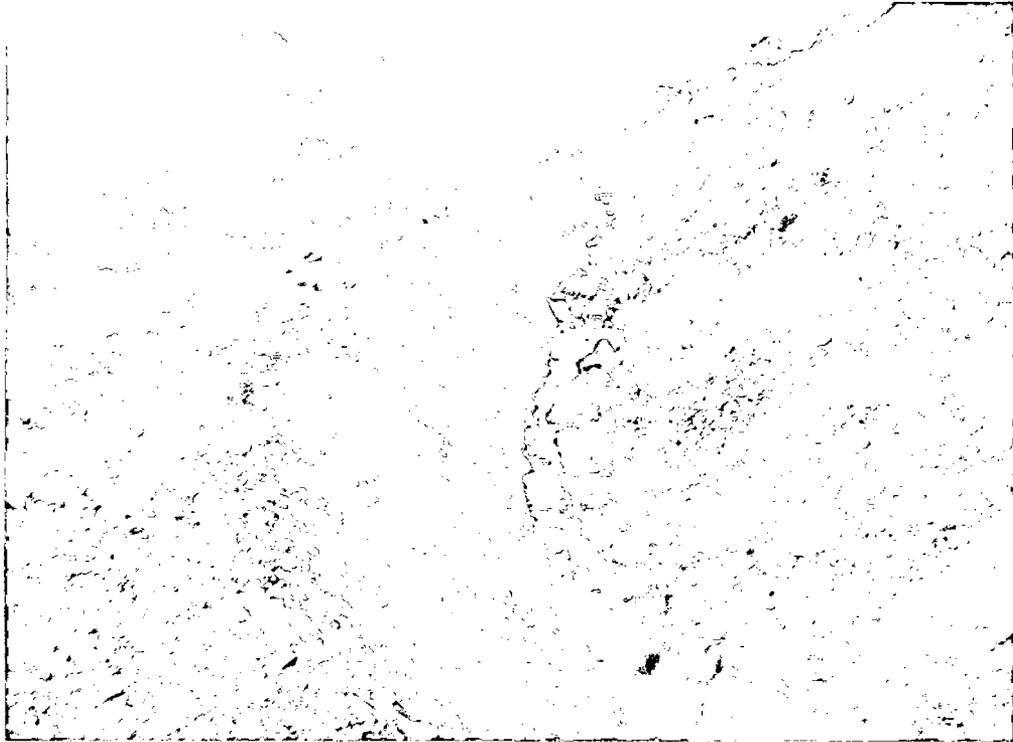
Fotografía 14 Canal de Coronación Avería Botadero 1.



Fotografía 15 Descarga de Manantiales Hacia el Canal de Coronación del Tajo Minas
(Parte Alta).



Fotografía 16 Sistema de Drenaje de Aguas Naturales Parte Alta del Tajo Minas.



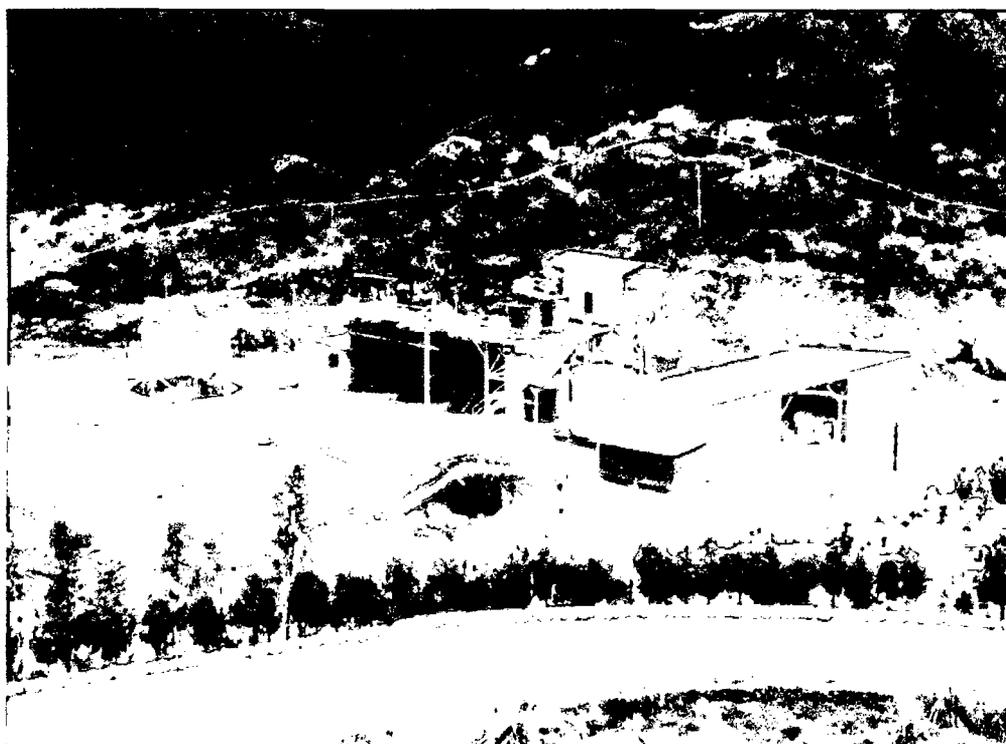
Fotografía 17 Canales No Revestidos Parte Alta del Tajo Minas.



Fotografía 18 Canales Colectores de Aguas Acidas del Botadero 1.



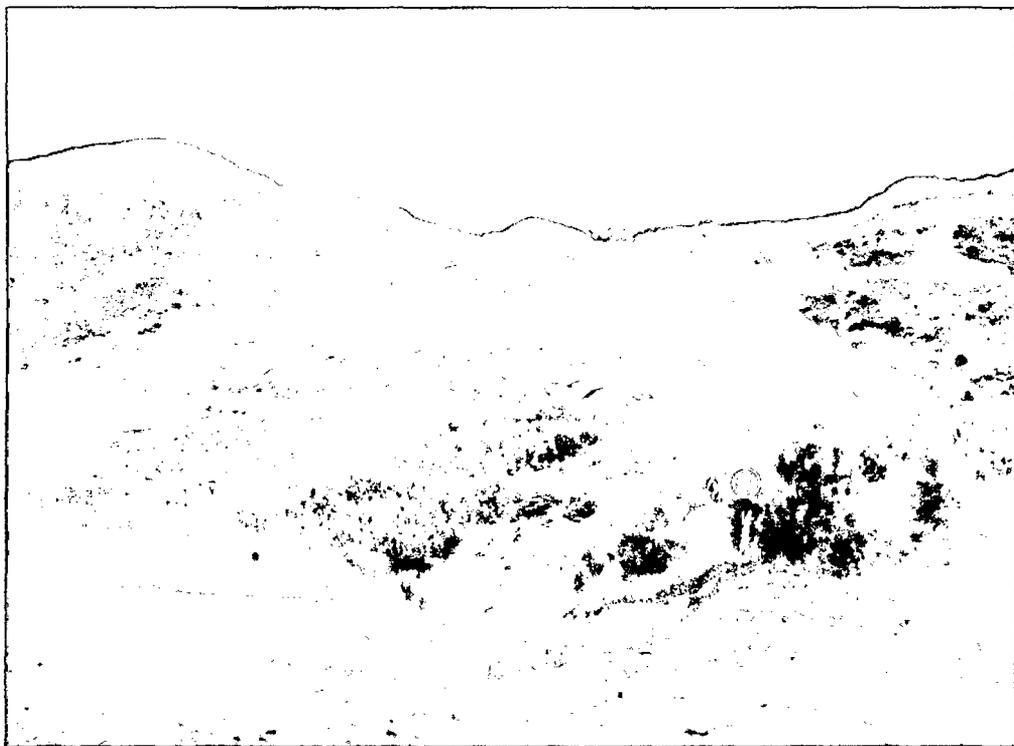
Fotografía 19 Planta de Tratamiento NCD 02 Microcuenca Minas.



Fotografía 20 Planta de Tratamiento NCD 01 Microcuenca Ojos.



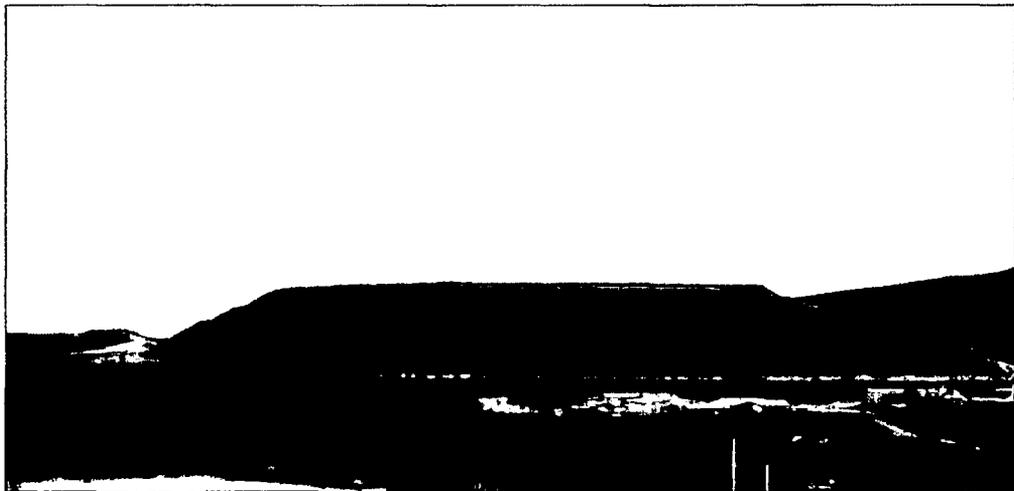
Fotografía 21 Actividades de Revegetación con Mallas Biodegradables para Fijación de Suelo Orgánico en la Parte Baja del Tajo Minas.



Fotografía 22 Vista Panorámica Tajo Minas y Cunetas Colectoras de Aguas Naturales Parte Baja.



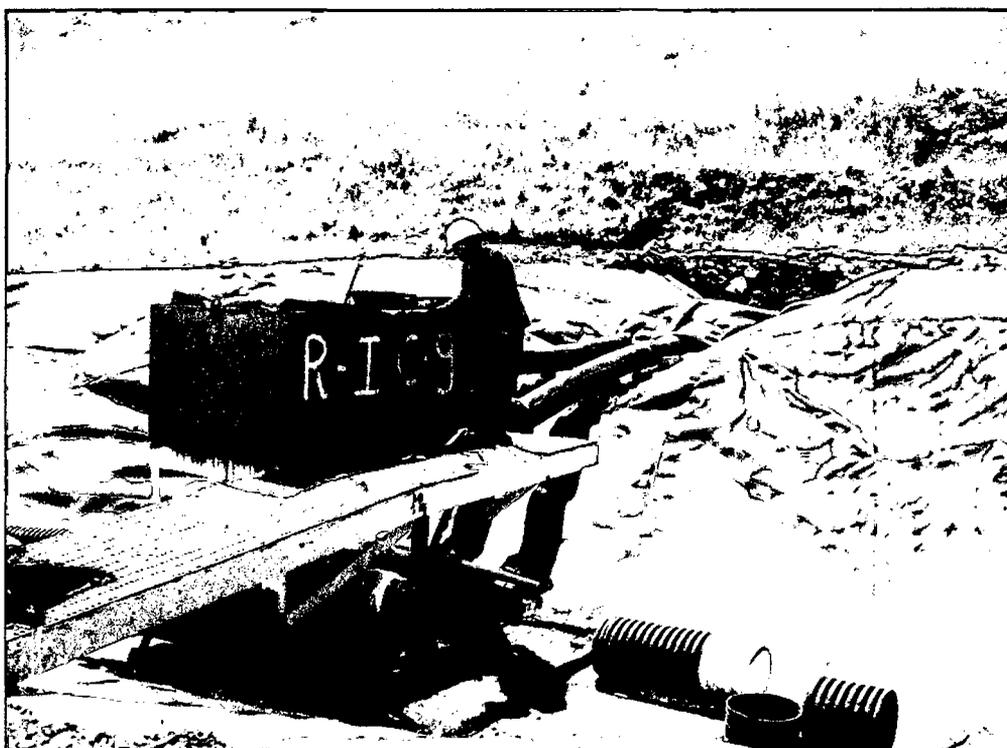
Fotografía 23 Ensayos Preliminares de Permeabilidad del Botadero 1.



Fotografía 24 Vista Panorámica del PAD de Lixiviación.



Fotografía 25 Piezómetro (SMW) en la zona de estudio.



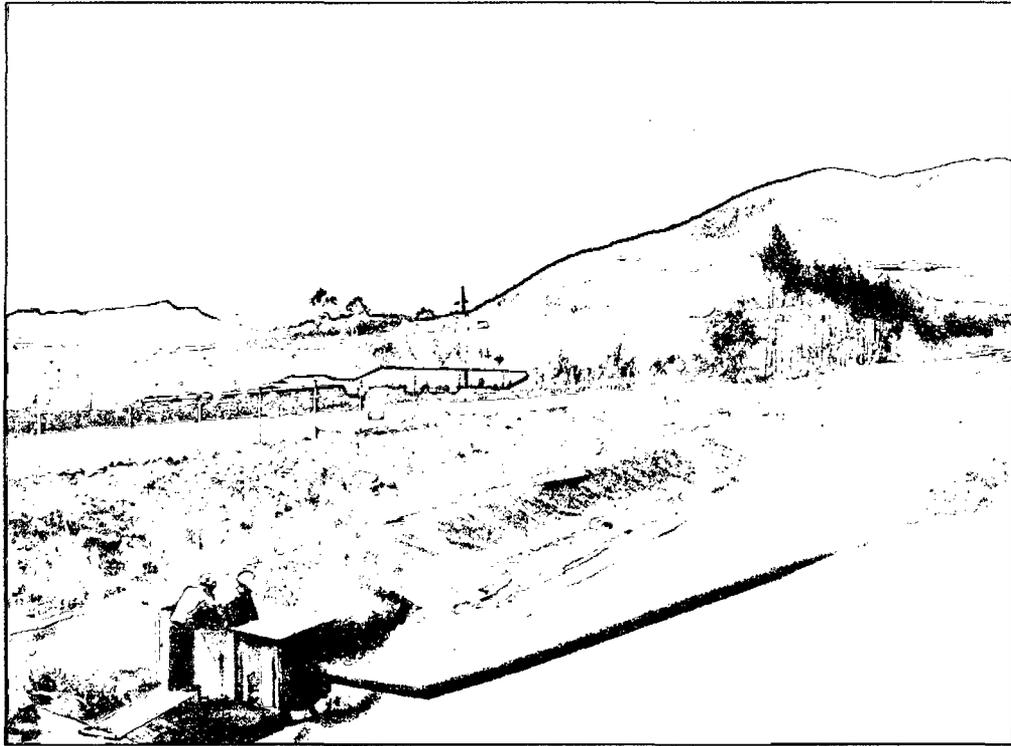
Fotografía 26 Celdas Colectoras de Aguas Acidas Producidas por el PAD de Lixiviación.



Fotografía 27 Aguas Acidas Drenadas Hacia la Planta de Tratamiento.



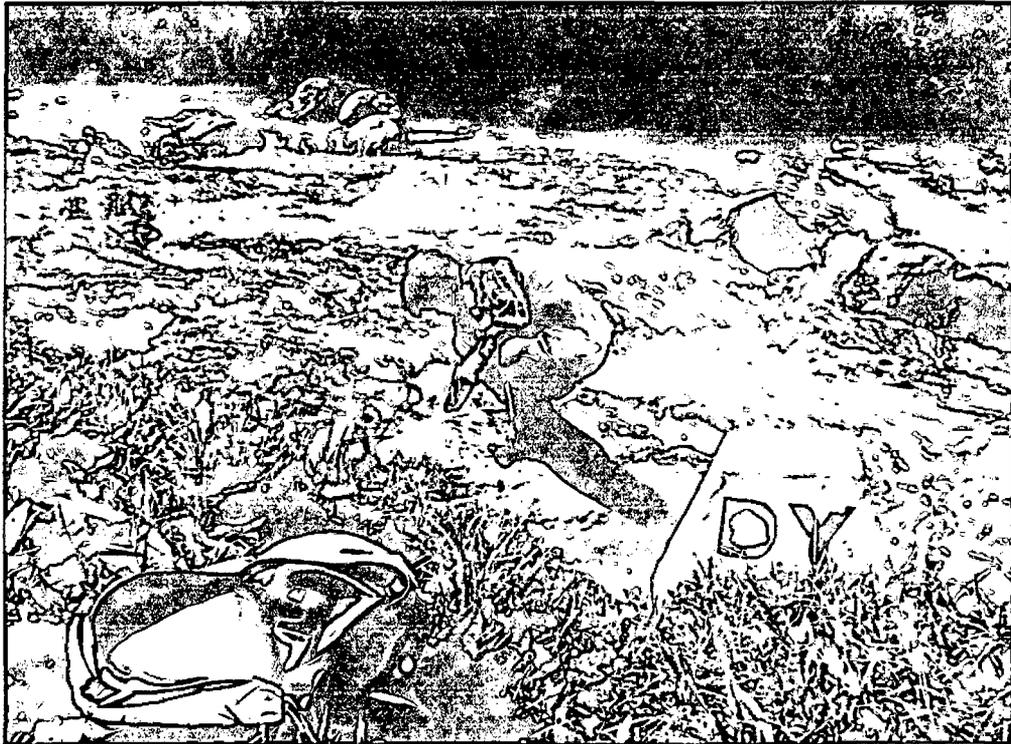
Fotografía 28 Canales Colectores de las Filtraciones del PAD de Lixiviación.



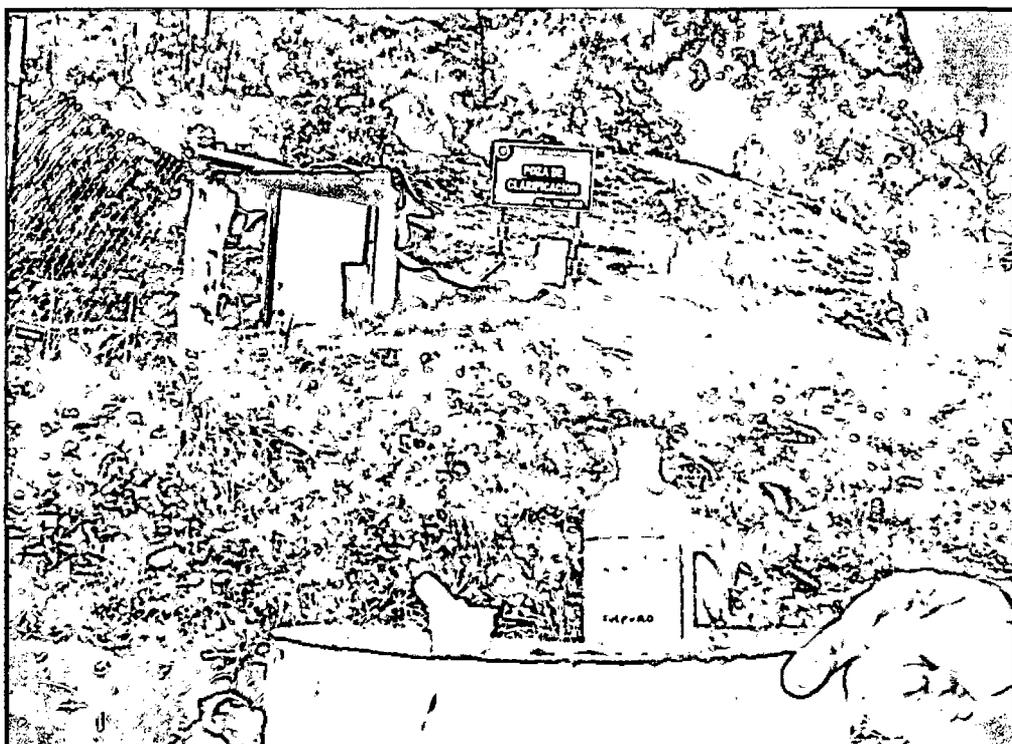
Fotografía 29 Canales de Recolección de Aguas Acidas Producidas por el PAD de Lixiviación.



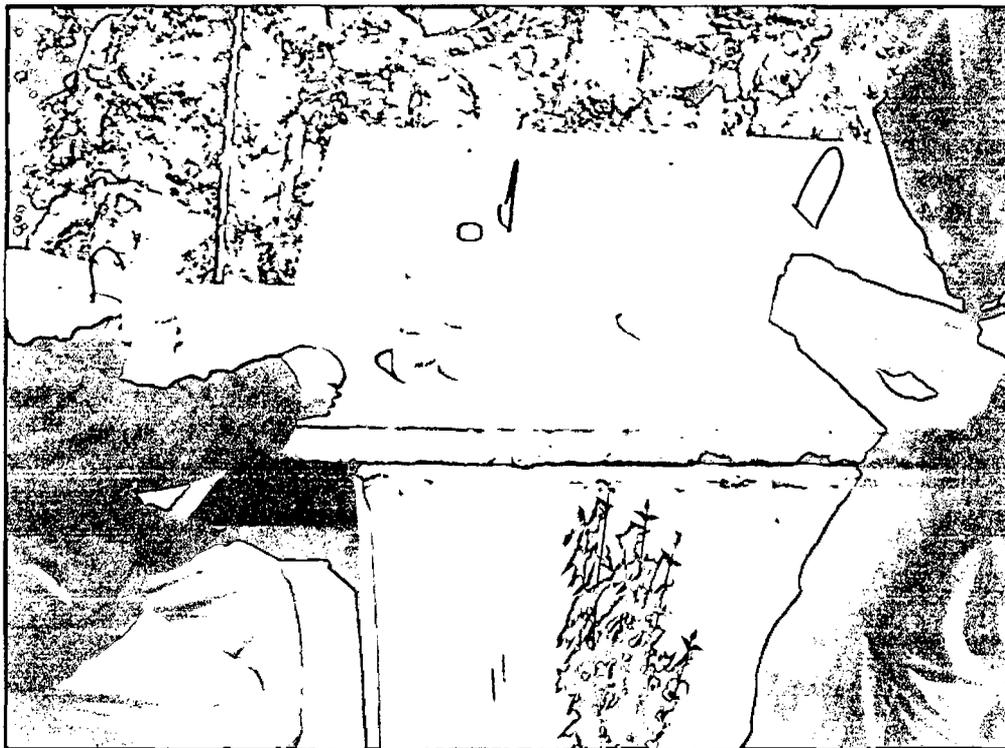
Fotografía 30 Río Yanahuanga antes de la Influencia de la Minera Sipán.



Fotografía 31 Punto de Muestreo del Río Yanahuanga, Después de la Influencia de la Minera Sipán



Fotografía 32 Toma de Muestras de Agua Planta de Tratamiento Parte Baja.



Fotografía 33 Muestreo de Agua en cajas de alivio construidas por la Mina SIPAN para conducción.



Fotografía 34 Muestreo de Agua.



Fotografía 35 Filtraciones del Tajo Minas.



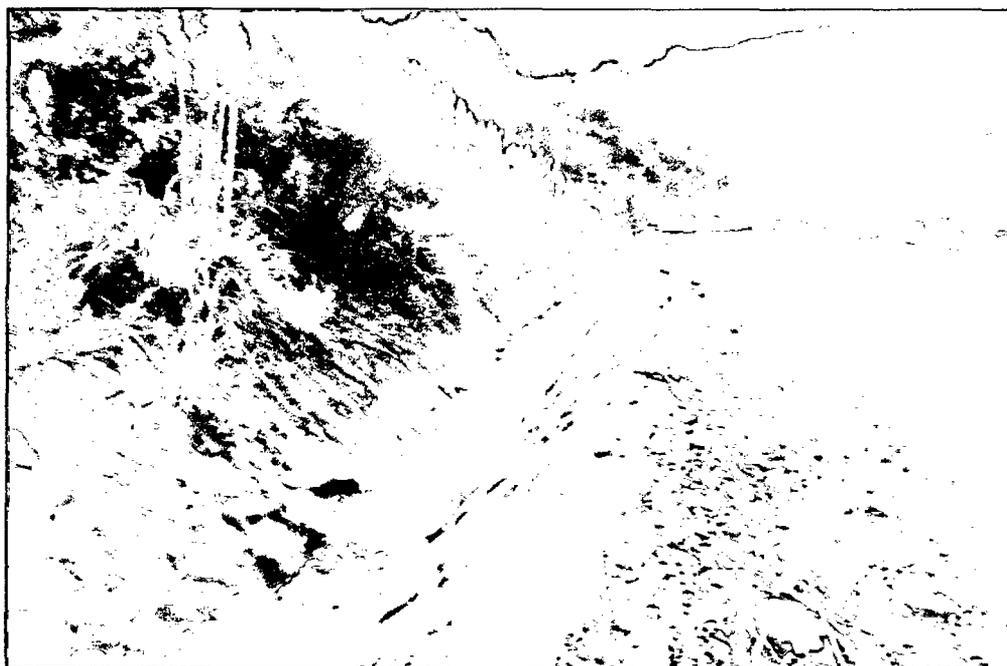
Fotografía 36 Poza de almacenamiento de aguas ácidas en la parte inferior del Tajo Ojos, se conduce luego a la Poza NCD 02.



Fotografía 37 Verificando datos de agua en quebrada Ojos con pH metro.



Fotografía 38 Verificando datos de agua en Quebrada Ojos con pH metro.



Fotografía 39 Canales de coronación de agua en accesos de Mina SIPAN.



Fotografía 40 Poza de agua tratada de Planta NCD 01.



Fotografía 41 Poza de Lodos del tratamiento NCD 01.



Fotografía 42 Agua que baja desde el cerro Chicche a la microcuenca minas.



Fotografía 43 Punto de monitoreo mensual en microcuenca minas.



Fotografía 44 Punto de ingreso de agua de Quebrada Minas a Rio Yanahuanga.



Fotografía 45 Vista de Microcuenca Minas desde la parte inferior.



Fotografía 46 Vista panorámica de la microcuenca Ojos.



Fotografía 47 Microcuenca Ojos desde la parte inferior.

FE DE ERRATAS

De la Tesis Profesional: “Evaluación de Recursos Hídricos de las Microcuencas Quebradas Minas y Ojos Para el Manejo de Aguas”, Elaborado por el Bachiller: Segundo Eduardo Castrejón Villanueva, Cajamarca 2013.

Se hace constar que se han detectado las siguientes omisiones en la Tesis Profesional: Evaluación de Recursos Hídricos de las Microcuencas Quebradas Minas y Ojos Para el Manejo de Aguas” que proceden a subsanarse a continuación:

1. Página 125. Del capítulo VI, Ítem 6.1 Conclusiones, se ha omitido por error las siguientes Conclusiones:
 - a. El estudio se ha realizado durante todo el año 2012, sin tener en cuenta la época de Lluvia ni la época de estiaje.
 - b. Debido a que una Evaluación de Recursos Hídricos de Microcuencas es muy general y conlleva diversos problemas como los especificados en el planteamiento del problema de la presente tesis, el estudio únicamente está basado en la evaluación fisicoquímica de las aguas superficiales en los efluentes de las quebradas Minas y Ojos.
2. Página 126. Del capítulo VI, Ítem 6.2 Recomendaciones, se ha omitido por error las siguientes recomendaciones:
 - a. Se recomienda realizar estudios durante la época de estiaje y durante la lluvia para reconocer la calidad de agua durante estas épocas e identificar el comportamiento del agua en la zona durante estas épocas.
 - b. Realizar diversos estudios o investigaciones de la misma zona basándose en el mismo problema u otros que se reconociere en las microcuencas, basándose en la presente tesis.