

ANEXO 5

INFORME VISITA TERRENO CMQB 23-24 DE MARZO DE 2007

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe resume las principales actividades asociadas a la caracterización hidrogeológica de la Quebrada Ciénaga Grande (QCG), los días 23 y 24 de Marzo del presente año.

En primer lugar se realizó una revisión general de la QCG desde sus nacientes, recorriendo sus puntos principales, los cuales se van identificando en un registro fotográfico (**Anexo N°6 de la presente adenda**), las que quedan referidas al plano de planta que se entrega en la Figura 1.1 del presente anexo, con el fin de entender como interactúa esta formación con el sistema principal de Quebrada Blanca - Choja.

En la Figura 1.1 del presente anexo, se incluyen los puntos principales asociados a las fotos tomadas en la visita a terreno, debidamente georeferenciadas. Además, es posible apreciar el trazado aproximado del fondo de la QCG, el cual fue definido de acuerdo a información topográfica que posee la Gerencia de Medio Ambiente de Quebrada Blanca y las cartografía base IGM de la zona.

En la Figura 1.2, se indica en detalle la zona de confluencia de la Quebrada Ciénaga Grande con Quebrada Blanca, indicando a su vez, las fotos que fueron tomadas en la visita a terreno.

2. ANÁLISIS DE ANTECEDENTES

2.1 Análisis de Fuentes de Agua

Al realizar el recorrido por la QCG, fue posible identificar que existen tres fuentes principales de agua que llegan a ésta.

La primera fuente corresponde a la escorrentía producto de las precipitaciones, las cuales se pueden considerar por medio del estudio hidrológico. A partir de esta última información es posible determinar que el caudal considerado, para efectos de aporte superficial en la cuenca aportante de quebrada CG, en promedio no supera a 1 l/s.

La otra fuente se refiere a los eventuales vertidos de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de la CMQB. En la actualidad esta planta (Foto 17 **Anexo N°6**) se encuentra operando para una capacidad de aproximadamente 700 trabajadores, lo que equivale a un caudal del orden de 4 l/s. Con una capacidad máxima de 3000 trabajadores, el caudal asociado podría llegar a sobre 15 l/s. Sin embargo, tanto la planta de tratamiento como el sistema de evacuación de las aguas tratadas consideran diversas medidas de manejo para dichos efluentes. En primer lugar, la planta fue diseñada originalmente considerando los planes de expansión, y en segundo lugar, las aguas que descarga en la actualidad están siendo evacuadas por una tubería que lleva las aguas hacia aguas abajo del muro interceptor y no debería descargar directamente a la QCG (Foto 16 **Anexo N°6**).

Finalmente, la otra fuente a considerar se refiere a la potenciales infiltraciones que podría originar la piscina de emergencia (Fotos 6 y 7, **Anexo N°6**), ubicada en la zona alta de la QCG. Pese a que esta obra se encuentra debidamente impermeabilizada y con los respectivos tratamientos del suelo (compactación, estabilización y tratamiento impermeable), podría existir un pequeño flujo que se infiltre, el cual se puede monitorear por medio del pozo ubicado hacia aguas abajo del muro de la piscina (pozo MAC-3, identificado en las Fotos 8 y 9, **Anexo N°6**).

2.2 Información de Pozos Existentes

En la zona de estudio se encuentra el pozo MAC-3, el cual presenta una estratigrafía relativamente uniforme con un dominancia de gravas lixiviadas hacia el fondo de éste, llegando a la roca basal a una profundidad de 12 m, lo que viene a confirmar que la potencia del acuífero de Quebrada Ciénaga Grande no debería superar los 15 m. La ubicación aproximada de este pozo se presenta en la Figura 2.1, mientras que una descripción estratigráfica se muestra en la Figura 2.2.

Información adicional entregada por CMQB permitió identificar tres sondajes mineros ubicados en el área de interés. Estos sondajes son los denominados RC-975, RC-968 y RC-967, cuya ubicación aproximada se indica en la Figura 2.1.

Información sobre la calidad del agua subterránea en la zona de estudio se obtuvo de los datos de monitoreo del pozo MAC-3. Este pozo representa la zona media de la Quebrada en estudio, y está particularmente influenciado por la actividad minera, debido a su ubicación inmediatamente aguas abajo de la piscina de emergencia. El Cuadro 2.1, muestra los resultados para todo el año 2006, para los principales parámetros normativos.

CUADRO 2.1
CALIDAD DE AGUA DE POZO MAC-3, AÑO 2006
FUENTE: GERENCIA MEDIO AMBIENTE CMQB)

Análisis	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Aluminio	mg/l	300	2571	800	2500	1500	1500
Arsénico	mg/l	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Bario	mg/l	0.0499	0.0499	0.0499	0.0499	0.0499	0.0499
Boro	mg/l	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Cadmio	mg/l	2.6	4.58	2.6	2.41	4.1	3.51
Cinc	mg/l	22	15	23	31	12	26
Cloruro	mg/l	145	104	134	75	113	100
Cobalto	mg/l	6.6	7.3	9	7.4	4.6	9
Cobre	mg/l	383	197	281	370	382	315
Conductividad	uS/cm	220	18840	20000	18750	16400	15340
Cromo	mg/l	0.15	0.15	0.24	0.27	0.28	0.25
Hierro T	mg/l	1028	140	402	380	355	438
Manganeso	mg/l	280	107	310	283	268	325
pH	U. pH	2.98	2.7	2.81	2.81	2.68	2.37
Plata	mg/l	0.0499	0.0499	0.0499	0.0499	0.0499	0.0499
Selenio	mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Sulfato	mg/l	25243	27218	27549	24597	26585	26100

Análisis	Unidad	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Aluminio	mg/l	2000	2000	2000	2500	2390	2000
Arsénico	mg/l	0.001	0.001		<0.001	<0.001	<0.001
Bario	mg/l	0.0499	0.0499	0.0499	<0.05	<0.05	<0.05
Boro	mg/l	1.2	1.1		1.1	1.2	1.2
Cadmio	mg/l	2.2	2	2.3	2.65	3.5	2.86
Cinc	mg/l	24	26	25	28	30	39
Cloruro	mg/l	121	110	104	100	94	88
Cobalto	mg/l	6.9	7.4	7	9.31	9.8	8.9
Cobre	mg/l	324	328	343	402	398	417
Conductividad	uS/cm	19410	19610	19300	15550	14300	19530
Cromo	mg/l	0.19	0.22	0.2	0.22	0.18	0.19
Hierro T	mg/l	528	550	518	660	690	844
Manganeso	mg/l	304	380	362	348	348	331
pH	U. pH	2.3	2.27	1.31	2.64	1.88	1.5
Plata	mg/l	0.0499	0.0499	0.0499	<0.05	<0.05	<0.05
Selenio	mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Sulfato	mg/l	26798	2060	26578	27482	26746	26746

2.3 Piscina de Emergencia de Quebrada Ciénaga Grande

Para completar el análisis anterior es necesario conocer el flujo que pasa a través de la zona en que se ubica la Piscina de Emergencia en Quebrada Ciénaga Grande y el que eventualmente trae el acuífero desde aguas arriba de ésta. Antes de entrar en ese análisis, es necesario señalar que la piscina de emergencia actúa como barrera al flujo proveniente desde aguas arriba en el acuífero, considerando la pequeña potencia del sistema y el hecho que esta obra tiene una profundidad de aproximadamente 15 m., con una capacidad de almacenamiento de aproximadamente 100.000 m³, por lo cual debido a esto es posible identificar zonas de afloramiento y bofedales hacia aguas arriba (Fotos 3 y 4, **Anexo N°6**).

Las características técnicas y objetivo de ésta Piscina de Emergencia, es recibir soluciones de proceso en eventos de corte de energía eléctrica y temporales de lluvia. Posteriormente esta piscina también es utilizada como pantalla impermeable para interceptar cualquier escurrimiento subsuperficial a través del relleno de la quebrada que pudiera provenir del sector del botadero sur de ríos de lixiviación.

La piscina de emergencia está construida con materiales de relleno de la misma Quebrada Ciénaga Grande y cuenta con membranas impermeables y geotextil en su talud de aguas arriba, para impedir las filtraciones. Además cuenta con una zanja de anclaje excavada en el estrato impermeable de la quebrada, fundándose en el manto rocoso existente.

La operación de la piscina, contempla mantenerla vacía, bajo condiciones normales, ya que cualquier acumulación de PLS y aguas de escorrentía es recirculada a la planta de procesos.

Además se realizó un análisis de posibles filtraciones mediante investigaciones geotécnicas de terreno y mediciones de la permeabilidad de la fundación y del material de fundación de la misma. De acuerdo a estos estudios se determinó que:

- Las filtraciones podrían provenir desde el área de depositación de la piscina, percolando por medio de fisuras del liner de HDPE, a través del terreno de fundación.
- El análisis de filtraciones indicaría que las filtraciones máximas, percolarían hacia el terreno de fundación con un caudal del orden de 1,7 l/s, correspondiente a un caso extremo y siempre y cuando el liner presente fallas de consideración.

2.4 Sector de Acopio de Minerales de baja Ley del Botadero de Estériles

Posteriormente, y bajo la zona del Botadero de Óxidos (Fotos 12, 13, 14 y 15, **Anexo N°6**) se observa una tubería que parte en el fondo de la quebrada y penetra algunos metros en el botadero, con el objetivo de recolectar todas las aguas del fondo de la quebrada y las que eventualmente lixivien del botadero respectivo. Esto ocurre actualmente, considerando que no se ha implementado el proyecto de recuperación del lixiviado para su posterior proceso. El caudal identificado a la salida de la tubería señalada anteriormente, es de alrededor de 1 l/s, a lo menos durante la visita realizada (Marzo 2007).

2.5 Sector de Botadero de Estériles y Confluencia con Quebrada Blanca

Posterior a esta descarga, se emplaza el depósito de estériles (Foto 11, **Anexo N°6**), donde el flujo que anteriormente había sido descargado por la tubería proveniente del depósito de óxidos, en parte se infiltra y el resto sigue su recorrido incorporándose a la masa de suelo de los inertes, cuya granulometría permitiría una infiltración rápida de los flujos provenientes desde aguas arriba.

Finalmente, en las Fotos 18 y 19 del **Anexo N°6**, es posible apreciar la salida de la quebrada, la cual se verifica en la Figura 1.1, correspondiendo a un punto ubicado aguas arriba de la Piscina de Emergencia de Quebrada Blanca del proyecto Dump Leach.

En las Fotos 20 y 21 del **Anexo N°6**, es posible observar la solución adoptada para evacuar las aguas captadas al fondo de la Quebrada Ciénaga Grande al llegar o confluir a QB. Esta solución (similar a la solución a la salida del sector de Acopio de Minerales de Baja Ley) se basa en una tubería que penetra algunos metros en la estructura del Botadero de Estériles, con el objetivo de captar todas las aguas que drenan por el fondo de la quebrada. Cabe destacar que el punto de salida de la quebrada Ciénaga Grande está por sobre la cota de Quebrada Blanca, producto que en el punto de confluencia la Quebrada Blanca ha sido alterada con la instalación del Dump Leach y todas las obras anexas.

Posteriormente en las Fotos 22, 23 y 24 del **Anexo N°6**, se puede apreciar el punto de descarga de la tubería en la piscina de emergencia de QB. En este último punto de descarga, se realizó una toma de muestra de la calidad del agua, obteniéndose los resultados que se indican en el Cuadro 2.2.

CUADRO 2.2
CALIDAD DE AGUAS EFLUENTE QUEBRADA CIÉNAGA GRANDE

Muestra	Hora	pH	T [°C]	EC [mS/cm]	Sólidos Totales [mg/l]	Cobre [mg/l]
MC	15:15	3.33	15.7	9.07	9.034	270

De acuerdo a los datos del cuadro anterior, es posible verificar la presencia de Cobre, probablemente originado en los lixiviados del sector de acopio de minerales de baja ley, lo cual a su vez se refleja en el bajo pH de la muestra analizada. Adicionalmente, durante la actividad de terreno en la que se tomó la muestra para calidad de agua subterránea se midió el caudal de descarga o efluente, el que alcanzó un valor de 0,7 l/s, lo que indicaría que gran parte del caudal natural de la Quebrada Ciénaga Grande es captado por este sistema de conducción, sin presentar grandes filtraciones debido a que el punto de descarga se encuentra interceptando la zona del relleno acuífero asociada al fondo de la quebrada.

2.6 Recomendaciones Finales y Plan de Monitoreo

De acuerdo a las observaciones de terreno, es posible considerar dos posibles casos en cuanto a los flujos pasantes de la Quebrada Ciénaga Grande.

Por un lado, se encuentran los efectos que actualmente presentan los flujos que atraviesan los materiales de relleno del acuífero de CG y los materiales de relleno depositados tanto en el sector de acopio de minerales de baja ley como el de estériles, debido a que están confluyendo a un punto de descarga en Quebrada Blanca, quedando a su vez interceptados por las obras de emergencia de esta quebrada asociado a la solución del Dump Leach.

Por otro lado, la posibilidad cierta de que los flujos de CG sean interceptados por el avance del límite del rajo, es cada vez más cercano, considerando las etapas de expansión de la mina. Y a la factibilidad de que los flujos estén siendo preferentemente influenciados ante la presencia de zonas de fallas con dirección predominante NorPoniente (Figura 2.3).

Por último, es necesario considerar que durante las actividades de lixiviación del sector de acopio de minerales de baja ley, la percolación de los lixiviados debiera estar fuertemente controlada. Sin embargo, la lixiviación de ácidos en el peor de los escenarios llegará irremediablemente a Quebrada Blanca, en un punto que ya posee un sistema de contención y control de este tipo de sustancias.

Sin embargo, y bajo la lógica de seguimiento y monitoreo del sistema de botadero de óxidos se considera fundamental instalar un par de sondajes, que permitan la caracterización estratigráfica de elástica del sistema en esta zona en particular y que sirvan para el control de niveles y calidad de las aguas, conforme la actividad de lixiviación del acopio de minerales de baja ley comience a operar.

Finalmente cabe destacar que, de acuerdo a los antecedentes anteriormente entregados, y particularmente en referencia al punto de llegada o confluencia de la Quebrada Ciénaga Grande con Quebrada Blanca, ante la eventualidad de futuras emergencias, todas las obras que se han dispuesta en Quebrada Blanca, a raíz del proyecto de Dump Leach, pueden actuar como barrera, de tal forma de impedir fugas o en definitiva contaminación hacia aguas abajo.

Este último aspecto, es relevante desde el punto de vista de las condiciones de operación y control de las instalaciones del Dump Leach, particularmente la piscina de emergencia, que es el punto de llegada de la Quebrada Ciénaga Grande, y todas las condiciones y parámetros de control de la cortina que se encuentra aguas abajo de este punto.

Al considerar estos últimos puntos, se hace imperativo juntar los aspectos de monitoreo de las actividades de lixiviación del sector de acopio de minerales de baja ley con el sistema de contención, ya mencionado, de Quebrada Blanca. Toda vez que la operación conjunta de ambas quebradas se debiera manejar en forma eficiente, particularmente ante posibles eventos de contaminación, provocado por alguna emergencia.

FIGURA 1.1
ZONA DE ESTUDIO

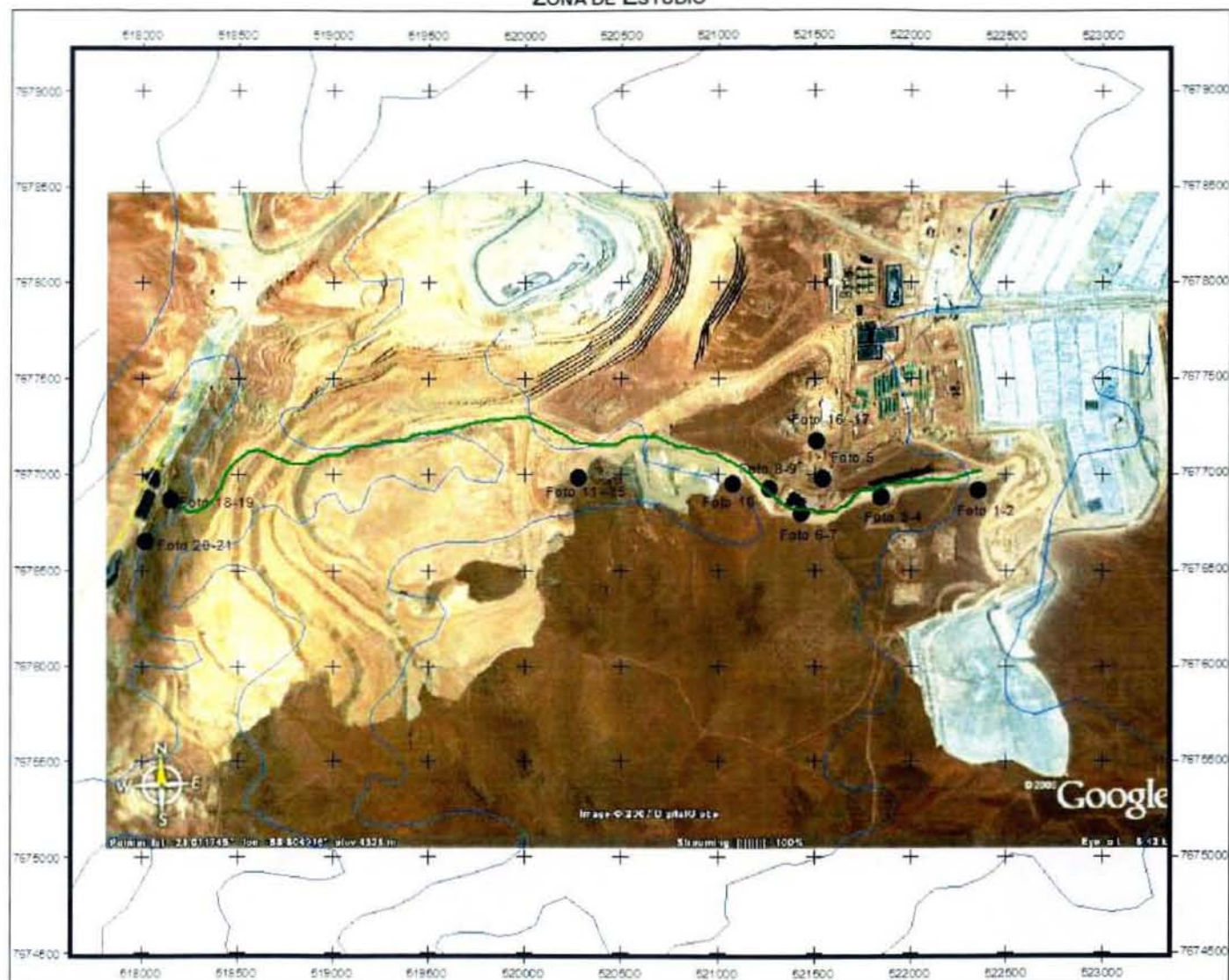


FIGURA 1.2
UBICACIÓN FOTOS EN ÁREA DE ESTUDIO

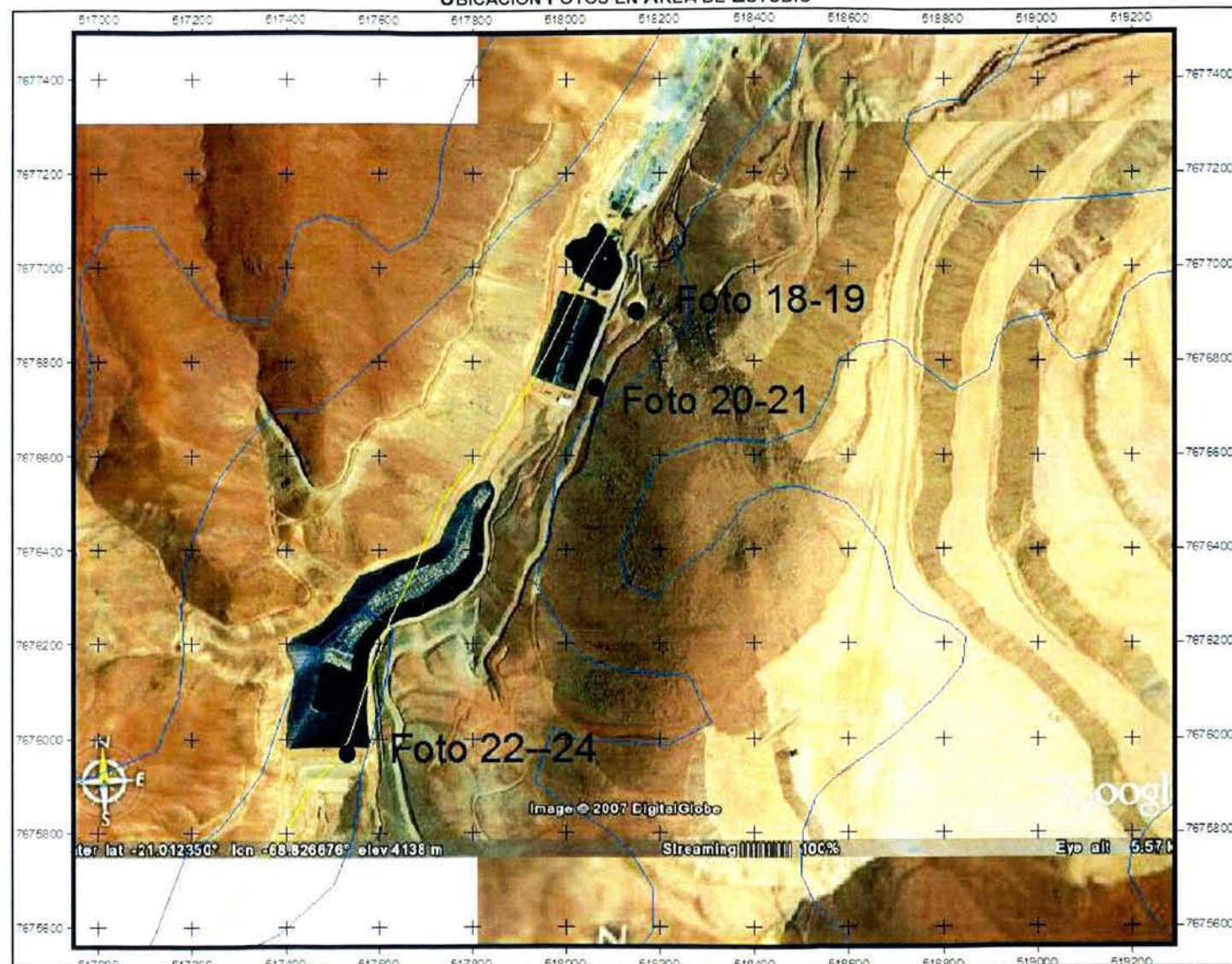
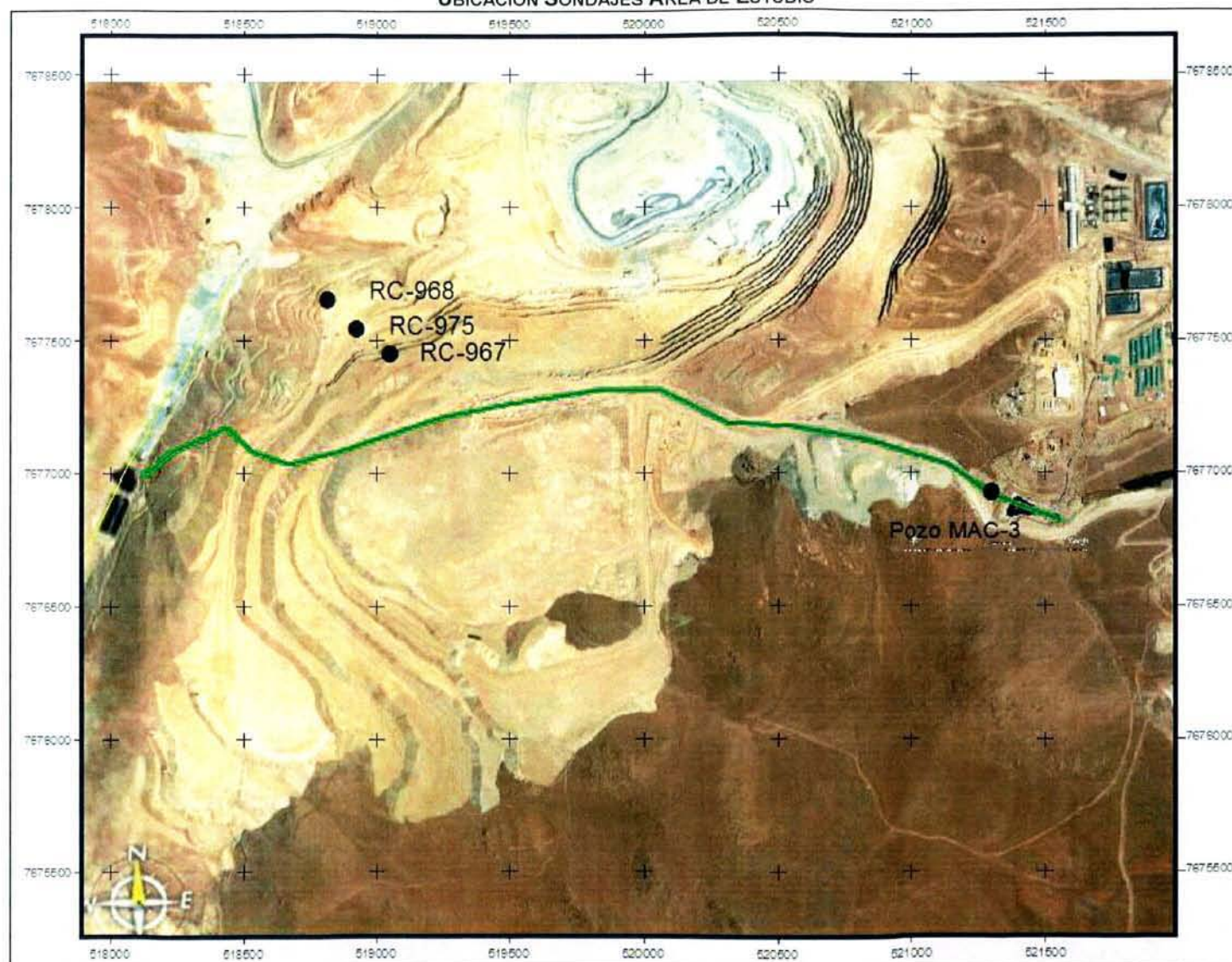


FIGURA 2.1
UBICACIÓN SONDajes ÁREA DE ESTUDIO



PROYECTO SONDAJE - 2000
RCN# MAC-03 M00
GEOLOGO MMV FECHA 16/7/2

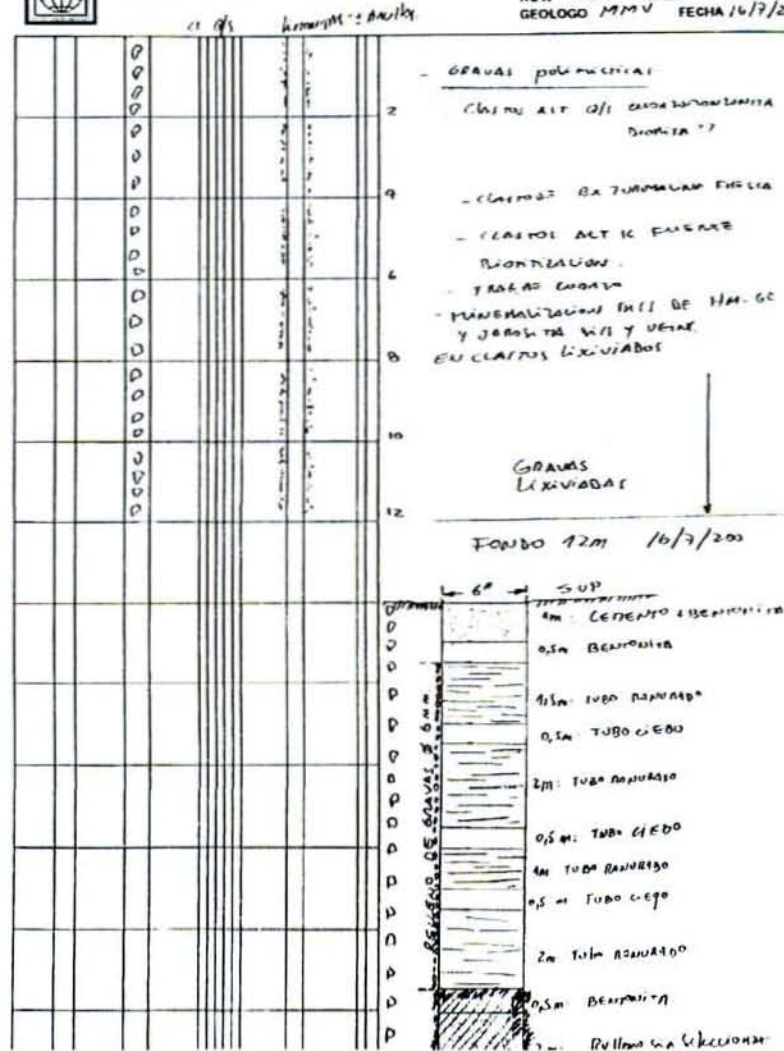


FIGURA 2.3
ZONAS MONITOREO HIDROGEOLÓGICO CONFORME AVANCE DE MINA Y ESTRUCTURAS DE FALLAS.

