

APENDICE E

1. Introducción

1.1 Antecedentes del proyecto

La Compañía Minera Buenaventura está realizando estudios de pre-factibilidad con respecto al desarrollo del yacimiento de oro La Zanja, ubicado en la Provincia de Cajamarca en el norte de Perú. El área del proyecto dista aproximadamente 80 km del pueblo de Cajamarca y está ubicada en terreno montañoso a cotas sobre los 3.500 m.

Water Management Consultants (WMC) ha sido contratada para realizar las investigaciones hidrológicas, hidrogeológicas y geoquímicas requeridas para caracterizar el área del proyecto. Estas investigaciones han incluido la implementación de un amplio programa de monitoreo para recolectar datos de la línea base, un componente de la cual es la ubicación y caracterización preliminar de las características de descarga (manantiales y filtraciones) en el área del proyecto. Los resultados de las investigaciones con respecto a las características de los manantiales y filtraciones se presentan en este informe.

1.2 Objetivos generales

El estudio de las características de descarga en el área de La Zanja tuvo por objetivo lo siguiente:

- Ubicar, describir y recolectar datos acerca de las zonas de descarga.
- Describir la importancia hidrológica de las características de descarga.
- Evaluar la naturaleza de la fuente y los mecanismos de descarga de las descargas (depósitos aluviales, basamento rocoso, flujo del deshielo, circulación a mayor profundidad).
- Cuantificar los caudales de descarga para su inclusión como información de entrada en los estudios del balance de aguas general para el sitio.

1.3 Area de investigación

El área de la investigación se limitó a los sitios dentro de la propiedad minera, excepto en el caso de los sitios MAS 1 y 2, que se encuentran fuera del límite de la propiedad y sirven como información para la línea base en un área no asociada a la mina.

1.4 Metodología

El mapeo de las características de descarga en la región que circunda el yacimiento La Zanja se realizó durante la semana del 22 de marzo de 2004. La metodología aplicada fue limitada debido al breve tiempo de preparación y a la falta de información específica para el sitio e incluyó:

- Revisión de mapas topográficos digitales.

- Determinación de las áreas de los manantiales y las filtraciones utilizando los conocimientos de los habitantes locales.
- Intento por dar una máxima cobertura espacial al estudio.

1.4.1 Mapeo en terreno

El mapeo en terreno se llevó a cabo con el objetivo de ubicar con precisión, describir y recolectar todos los datos relevantes con respecto a las características de descarga. El mapeo en terreno se realizó en cada una de las áreas de estudio y, en cada una de las características de descarga identificadas, se registró la siguiente información:

- La ubicación se determinó por medio de un GPS de múltiples estaciones y se registró en terreno en las coordenadas UTM utilizando los niveles de referencia locales. Las cotas se determinaron a partir del mismo estudio mediante GPS.
- Se tomó una fotografía de las áreas de descarga y las áreas circundantes.
- Se registró la fecha y la hora de la inspección.
- Se realizaron estimaciones del flujo mediante inspección visual, dado que la mayoría de los caudales fueron inferiores a 20 l/m y estaban dispersos a través de áreas más extensas o entre vegetación densa.
- Descripción del tamaño del área de descarga y la naturaleza de la descarga (puntual o difusa).

1.4.2 La clasificación del sitio como un manantial, filtración o vega se realizó utilizando las siguientes definiciones:

Filtración: un área relativamente pequeña en la cual el agua percola lentamente a la superficie del suelo.

Manantial: un lugar en el cual un flujo natural concentrado de agua subterránea surge como un flujo definitivo hacia la superficie del suelo.

Vegas: terreno muy húmedo con vegetación generalmente abundante. Están asociadas a áreas de descarga y generalmente forman terrenos húmedos.

Vegetación ribereña: vegetación asociada a un arroyo o río cercano y agua aluvial somera.

1.4.3 Mapeo resumido de las principales unidades hidrogeológicas en las proximidades, tales como rocas volcánicas, morrena glacial, depósitos coluviales y depósitos aluviales.

1.4.4 Descripción de depósitos de precipitados, si están presentes.

1.4.5 Descripción de la vegetación (en caso de haberla, incluir el tamaño del área y el estado general) que parece estar asociada a la descarga.

Sitio # 1

Nombre del punto: MAS 1
Coordenadas: 0733601 mE, 9248268 mN
Cota: 3.560 m snmm
Fecha de inspección: 23/03/04
Hora: 1424 hrs
Tipo y descripción: Manantial aluvial y filtraciones en la base de la depresión en la columna de suelo en una ladera abrupta. El manantial surge de un punto específico, pero las filtraciones están presentes en toda el área de la depresión. El área tiene algunos árboles de hasta 3 metros y una mayor densidad de vegetación que las áreas circundantes. Los suelos son negros y con aspecto de turba, con muy pocos componentes arenosos o ripiosos. Las condiciones meteorológicas eran nubosas.

Parámetros de terreno

Ubicación	Descripción	Temperatura (°C)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	pH	Caudal (l/m)
Sitio 1	Manantial pequeño				20-30



Muestra tomada de aquí



Área de depresión encima del punto de toma de la muestra

Sitio # 2

Nombre del punto: MAS 2
Coordenadas: 0733766 mE, 9248176 mN
Cota: 3.603 m snmm
Fecha de inspección: 23/03/04
Hora: 1530 hrs
Tipo y descripción: Manantial en depósitos aluviales – basamento rocoso y filtraciones en la base de una abrupta ladera encima del corte del camino. El manantial podría haber surgido bajo el área del camino antes de su construcción, pero actualmente el corte presenta un quiebre en su pendiente, que permite que el manantial fluya hacia el camino. El manantial surge de un punto específico, pero las filtraciones están presentes en un área de aproximadamente 10 metros de ancho. Los manantiales y filtraciones surgen del contacto entre los depósitos aluviales y el basamento rocoso. El área de la cuenca de captación es un cerro con una cota 200 metros más alta que el área del manantial. Hay árboles de hasta 3 metros y una mayor densidad de vegetación que las áreas circundantes. Los suelos son arenosos a ripiosos y la ladera presenta abundantes cantos rodados. Las condiciones meteorológicas eran nubosas.

Parámetros de terreno

Ubicación	Descripción	Temperatura (°C)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	pH	Caudal (l/m)
Sitio 2	Pequeños manantiales y filtraciones				20-30



Ubicación de la muestra



Área bajo el manantial y el camino

Sitio # 3

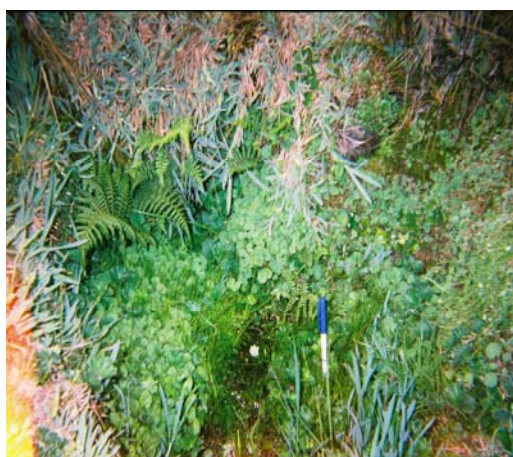
Nombre del punto: MAS 3
Coordenadas: 0734046 mE, 9246241 mN
Cota: 3.570 m snmm
Fecha de inspección: 23/03/04
Hora: 1707 hrs
Tipo y descripción: Manantial aluvial y filtraciones en la base de la depresión en la columna de suelo en una ladera abrupta. El manantial surge de un punto específico, pero las filtraciones están presentes en toda el área de la depresión. El área de aguas abajo de las descargas tiene una mayor densidad de vegetación que las áreas circundantes. Los suelos son negros y con aspecto de turba, con muy pocos componentes arenosos o ripiosos. Las condiciones meteorológicas eran nubosas. La depresión tiene aproximadamente 3 metros de ancho por 1 metro de altura y forma una vega con una longitud de 10 metros y flujo de agua. Existe otra área con una vega aproximadamente 30 metros más lejos, pero no tiene flujo visible.

Parámetros de terreno

Ubicación	Descripción	Temperatura (°C)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	PH	Caudal (l/m)
Sitio 3	Pequeños manantiales y filtraciones				20-30



Ubicación de la muestra



Detalle de la ubicación de la muestra

Sitio # 4

Nombre del punto: MAS 4
Coordenadas: 0734045 mE, 9246242 mN
Cota: 3.585 m snmm
Fecha de inspección: 23/03/04
Hora: 1747 hrs
Tipo y descripción: Manantiales aluviales y filtraciones en la base de 4 depresiones en la columna de suelo en una ladera que descarga a un solo flujo de salida en la quebrada ubicada más abajo. La muestra de agua se tomó desde un punto en el cual existe agua clara semi-estancada en una vega. Las descargas se producen a través de un ancho de aproximadamente 7 metros. La vega de aguas abajo tiene un área de aproximadamente 10 metros de ancho por 30 metros de largo. La vega está llena de plantas de áreas húmedas que son similares al berro. El área de aguas abajo de las descargas tiene una mayor densidad de vegetación que las áreas circundantes. Los suelos son negros y con aspecto de turba, con muy pocos componentes arenosos o ripiosos. Las condiciones meteorológicas eran nubosas.

Parámetros de terreno

Ubicación	Descripción	Temperatura (°C)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	PH	Caudal (l/m)
Sitio 4	Pequeño manantial y filtraciones				60+



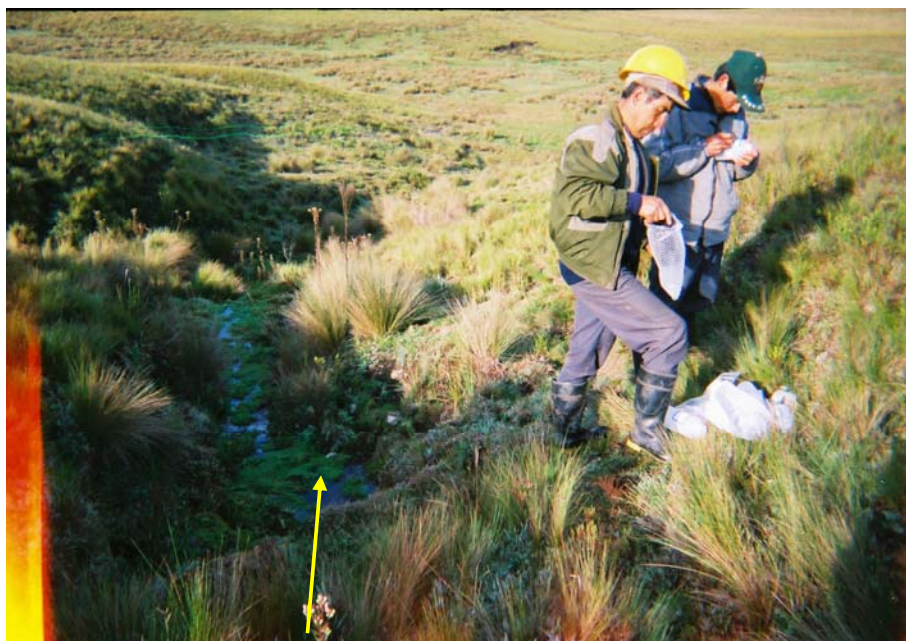
Ubicación de la muestra

Sitio # 5

Nombre del punto: MAS 5
Coordenadas: 0734210 mE, 9246054 mN
Cota: 3.562 m snmm
Fecha de inspección: 24/03/04
Hora: 0746 hrs
Tipo y descripción: Manantiales aluviales y filtraciones en la base de 3 depresiones en la columna de suelo en una ladera que descarga a un solo flujo de salida en la quebrada ubicada más abajo. Las descargas ocurren a través de un ancho de aproximadamente 3 metros. El área de aguas abajo tiene una pendiente abrupta, de manera que no se ha formado una vega. El área de aguas abajo de las descargas tiene una mayor densidad de vegetación que las áreas circundantes. Los suelos son negros y con aspecto de turba, con algunos componentes arenosos y ripiosos y existen guijarros en el corte del suelo causado por la depresión. Las condiciones meteorológicas eran despejadas.

Parámetros de terreno

Ubicación	Descripción	Temperatura (°C)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	pH	Caudal (l/m)
Sitio 5	Pequeños manantiales y filtraciones				20-30



Ubicación de la muestra

Sitio # 6

Nombre del punto: MAS 6
Coordenadas: 0734242 mE, 9246018 mN
Cota: 3.570 m snmm
Fecha de inspección: 24/03/04
Hora: 0828 hrs
Tipo y descripción: Manantiales aluviales y filtraciones en la base de depresiones en la columna de suelo en una ladera. Las descargas ocurren a través de un ancho de aproximadamente 3 metros. El área de aguas abajo de las descargas tiene una mayor densidad de vegetación que las áreas circundantes. Los suelos son negros y con aspecto de turba, con algunos componentes arenosos y ripiosos y existen guijarros en el corte del suelo causado por la depresión. Las arenas y gravas del fondo del arroyo presentan manchas de hierro. Las condiciones meteorológicas eran despejadas.

Parámetros de terreno

Ubicación	Descripción	Temperatura (°C)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	pH	Caudal (l/m)
Sitio 6	Pequeños manantiales y filtraciones				15-30



Ubicación de la muestra

Sitio # 7

Nombre del punto: MAS 7
Coordenadas: 0734422 mE, 9245354 mN
Cota: 3.565 m snmm
Fecha de inspección: 24/03/04
Hora: 0928 hrs
Tipo y descripción: Filtración aluvial en la base de la depresión en la columna de suelo en una ladera. Puntos de descarga difusos forman una pequeña vega de aproximadamente 30 metros de largo, con flujo de agua. Las descargas ocurren a través de un ancho de aproximadamente 2 metros. El área de aguas abajo de las descargas tiene una mayor densidad de vegetación que las áreas circundantes. Los suelos son negros y con aspecto de turba. Se tomó una muestra de agua clara estancada en el fondo de la depresión. Las condiciones meteorológicas eran despejadas.

Parámetros de terreno

Ubicación	Descripción	Temperatura (°C)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	pH	Caudal (l/m)
Sitio 7	Filtraciones pequeñas				1-5



Sitio # 8

Nombre del punto: MAS 8
Coordenadas: 0734474 mE, 9244607 mN
Cota: 3.604 m snmm
Fecha de inspección: 24/03/04
Hora: 1030 hrs
Tipo y descripción: Filtraciones aluviales en la base de la depresión en la columna de suelo en una ladera. Puntos de descarga difusos. El área de aguas abajo de las descargas tiene una mayor densidad de vegetación que las áreas circundantes e incluyen plantas tipo berro. Los suelos son negros y con aspecto de turba. Se tomó una muestra de agua clara estancada en el fondo de la depresión. Las condiciones meteorológicas eran despejadas. Cerca del sitio del campamento.

Parámetros de terreno

Ubicación	Descripción	Temperatura (°C)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	pH	Caudal (l/m)
Sitio 8	Manantiales y filtraciones				15 – 30



Sitio # 9

Nombre del punto: MAS 9
Coordenadas: 0734438 mE, 9244334 mN
Cota: 3.643 m snmm
Fecha de inspección: 24/03/04
Hora: 1030 hrs
Tipo y descripción: El manantial surge de las antiguas labores del túnel de la mina en la intersección con el camino principal. La descarga forma una gran laguna desde la cual se tomó la muestra de agua. El túnel está excavado en el basamento rocoso. Los suelos son arenosos y ripiosos encima del basamento rocoso. Se tomó una muestra de agua clara estancada en la laguna. Las condiciones meteorológicas eran despejadas.

Parámetros de terreno

Ubicación	Descripción	Temperatura (°C)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	pH	Caudal (l/m)
Sitio 9	Manantiales				10 -15



Ubicación de la muestra

Sitio # 10

Nombre del punto: MAS 10
Coordenadas: 0734035 mE, 9243859 mN
Cota: 3.664 m snmm
Fecha de inspección: 24/03/04
Hora: 1211 hrs
Tipo y descripción: Filtración en la base de la depresión en la columna de suelo en una ladera. Puntos de descarga difusos. El área de aguas abajo de las descargas tiene una mayor densidad de vegetación que las áreas circundantes e incluyen una pequeña vega. Los suelos son negros y con aspecto de turba. Se tomó una muestra de agua clara que fluía lentamente en el fondo de la depresión. Las condiciones meteorológicas eran despejadas.

Parámetros de terreno

Ubicación	Descripción	Temperatura (°C)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	pH	Caudal (l/m)
Sitio 10	Manantial				15 -30



Sitio # 11

Nombre del punto: MAS 11
Coordenadas: 0730275 mE, 9244727 mN
Cota: 3.504 m snmm
Fecha de inspección: 24/03/04
Hora: 1335 hrs
Tipo y descripción: Filtración aluvial en la base de la depresión en la columna de suelo en una ladera. Puntos de descarga difusos. El área de aguas abajo de las descargas presenta una pequeña laguna y una vega. Los suelos son negros y con aspecto de turba. Se tomó una muestra de agua clara tranquila de la laguna. Las condiciones meteorológicas eran despejadas.

Parámetros de terreno

Ubicación	Descripción	Temperatura (°C)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	pH	Caudal (l/m)
Sitio 11	Manantial pequeño				5 -10



Sitio # 12

Nombre del punto: MAS 12
Coordenadas: 0733779 mE, 9244046 mN
Cota: 3.657 m snmm
Fecha de inspección: 24/03/04
Hora: 1518 hrs
Tipo y descripción: Filtración aluvial en la base de la depresión en la columna de suelo en una ladera. Puntos de descarga difusos. El área de aguas abajo de las descargas tiene una pequeña laguna y una vega. Los manantiales surgen del fondo de la laguna. Los suelos son negros y con aspecto de turba. Se tomó una muestra y una muestra duplicada de agua clara tranquila de la laguna. Granos de arena ligeramente manchados con óxido de hierro son expulsados desde el manantial por el agua que fluye. Las condiciones meteorológicas eran despejadas.

Parámetros de terreno

Ubicación	Descripción	Temperatura (°C)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	pH	Caudal (l/m)
Sitio 12	Manantial pequeño				5 -10



Ubicación de la muestra

Sitio # 13

Nombre del punto: MAS 13
Coordenadas: 0733222 mE, 9244845 mN
Cota: 3.631 m snmm
Fecha de inspección: 24/03/04
Hora: 1629 hrs
Tipo y descripción: Manantial aluvial en la base de la depresión en la columna de suelo en una ladera. El área de aguas abajo de las descargas presenta una pequeña laguna y una vega de 3 x 2 metros. La vega está truncada debido al quiebre de la pendiente del cerro ubicado aguas abajo. Los suelos son negros y con aspecto de turba. Se encuentran presentes arena, grava y guijarros ligeramente manchados con óxido de hierro en el fondo del arroyo. Las condiciones meteorológicas eran nubosas.

Parámetros de terreno

Ubicación	Descripción	Temperatura (°C)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	pH	Caudal (l/m)
Sitio 13	Manantial				60



Ubicación de la muestra

Sitio # 14

Nombre del punto: MAS 14
Coordenadas: 0732894 mE, 9244792 mN
Cota: 3.581 m snmm
Fecha de inspección: 25/03/04
Hora: 0759 hrs
Tipo y descripción: Manantial aluvial en la base de la depresión en la columna de suelo en una ladera. El área de aguas abajo de las descargas presenta una pequeña laguna artificial y bajo ésta, una vega de 3 m de ancho x 2 m de largo. Los suelos son negros y con aspecto de turba en el área ubicada pendiente arriba, pero la vega tiene suelos que exponen suelos arenosos a ripiosos. Se tomaron muestras de agua tranquila de la laguna. Las condiciones meteorológicas eran soleadas.

Parámetros de terreno

Ubicación	Descripción	Temperatura (°C)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	pH	Caudal (l/m)
Sitio 14	Manantial				30



Ubicación de la muestra



Sitio # 15

Nombre del punto: MAS 15
Coordenadas: 0732978 mE, 9244828 mN
Cota: 3.573 m snmm
Fecha de inspección: 25/03/04
Hora: 0902 hrs
Tipo y descripción: Manantial aluvial en la base de la depresión en la columna de suelo en una ladera. Existen 3 filtraciones de descarga cercanas. El área de aguas abajo del área de descarga presenta una vega de 3 m de ancho por 10 m de largo que tiene 2 cauces distintos. Los suelos son negros y con aspecto de turba en el área ubicada pendiente arriba, pero la vega tiene suelos que exponen suelos arenosos, ripiosos y con guijarros. Se tomaron muestras de agua clara de la vega. Las condiciones meteorológicas eran nubosas.

Parámetros de terreno

Ubicación	Descripción	Temperatura (°C)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	pH	Caudal (l/m)
Sitio 15	Manantial y 3 filtraciones				Menos de 30



Ubicación de la muestra



Sitio # 16

Nombre del punto: MAS 16
Coordenadas: 0733484 mE, 9244819 mN
Cota: 3.604 m snmm
Fecha de inspección: 25/03/04
Hora: 0948 hrs
Tipo y descripción: Manantial aluvial en la base de la depresión en la columna de suelo en una ladera. Abundante vegetación en el área del manantial. El área de aguas abajo de las áreas de descarga difusa presenta un canal artificial destinado a desviar el agua del camino. El área de la vega podría haber sido cubierta por las obras del camino. Los suelos de aguas arriba son negros y con aspecto de turba, pero el área de aguas abajo presenta suelos que exponen suelos arenosos, ripiosos y con guijarros. Se tomaron muestras de agua clara del área inmediata del manantial. Las condiciones meteorológicas eran nubosas.

Parámetros de terreno

Ubicación	Descripción	Temperatura (°C)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	pH	Caudal (l/m)
Sitio 16	Manantiales				50



Ubicación de la muestra



naciente del manantial



Aguas abajo

Sitio # 17

Nombre del punto: MAS 17
Coordenadas: 0732452 mE, 9245404 mN
Cota: 3.521 m snmm
Fecha de inspección: 25/03/04
Hora: 1036 hrs
Tipo y descripción: Área de manantiales aluviales difusos y filtraciones en la base de una extensa área de depresión de 12 m de ancho x 45 m de largo en la columna de suelo en una ladera. Abundante vegetación en el área de los manantiales. El área de descargas difusas tiene 45 m de largo por 12 m de ancho. Esta área muestra una cubierta de 30 cm de suelos oscuros bajo los cuales se extiende material de basamento rocoso piroclástico que está meteorizado. El agua surge en el punto de contacto entre el suelo y la roca más dura. La muestra de agua se tomó desde una pequeña laguna de agua clara dentro del área. Esta es un área que sería probablemente impactada cuando la mina esté en operación. Las condiciones meteorológicas eran soleadas a nubosas.

Parámetros de terreno

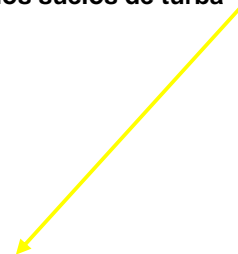
Ubicación	Descripción	Temperatura (°C)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	pH	Caudal (l/m)
Sitio 17	Manantiales y filtraciones				50



Ubicación de la muestra del camino que muestra el basamento rocoso bajo los suelos de turba



Área de aguas abajo encima del corte



Sitio # 18

Nombre del punto: MAS 18
Coordenadas: 0731995 mE, 9244721 mN
Cota: 3.431 m snmm
Fecha de inspección: 25/03/04
Hora: 1446 hrs
Tipo y descripción: Manantial y filtraciones en la base de un gran cerro con drenaje desde los cortes del camino de pendiente arriba. Una ladera muy abrupta drena en el valle ubicado abajo. Vegetación muy abundante y bosques en el área de los manantiales. El punto de descarga se encuentra dentro del basamento rocoso fracturado y manchado al igual que las filtraciones. La muestra de agua se tomó del manantial que surge como una fuente puntual. Esta es un área que posiblemente fue impactada por la construcción del camino, que podría desviar alguna escorrentía del manantial. Sin embargo, es probable que todas las descargas terminen en el río ubicado abajo y sean impactadas cuando la mina esté en operación. Las condiciones meteorológicas eran soleadas a nubosas.

Parámetros de terreno

Ubicación	Descripción	Temperatura (°C)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	pH	Caudal (l/m)
Sitio 18	Manantial del basamento rocoso				30

Ubicación de la muestra

