# PROYECTO EL GALENO

# MONITOREO SEMESTRAL DE CALIDAD DE AGUA – TEMPORADA HÚMEDA 2020

## INFORME ZONA I

**Revisión D**

## Preparado para:

## LUMINA COPPER S.A.C.

Lumina copper sac

Av. El Derby 055, Edificio Cronos, Torre 1, Piso 9,
Santiago de Surco - Perú
T. (511) 616-3500
F. (511) 616-3525

## Preparado por:

## ING. CECILIA PECHE BECERRA

CIP139912
Lima - Perú

**LIMA, ABRIL 2021**

## CONTENIDO


| | | |
|---|---|---|
| **1** | **INTRODUCCIÓN** | **4** |
| 1.1 | Introducción | 4 |
| 1.2 | Participación de la población local | 4 |
| **2** | **UBICACIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO** | **6** |
| 2.1 | Puntos de monitoreo con toma de muestra | 6 |
| 2.2 | Puntos de monitoreo con solo registro de parámetros de campo | 6 |
| **3** | **MEDICIÓN DE PARÁMETROS IN-SITU Y AFOROS** | **8** |
| 3.1 | Muestreo para el análisis de laboratorio | 10 |
| 3.2 | Control de calidad | 12 |
| 3.3 | Estándares y guías aplicadas | 13 |
| 3.4 | Laboratorio de análisis | 13 |
| **4** | **RESULTADOS EN PUNTOS CON TOMA DE MUESTRA** | **14** |
| 4.1 | Aguas empleadas en consumo humano directo, Categoría 1-A1 | 14 |
| 4.1.1 | Parámetros fisicoquímicos | 14 |
| 4.1.2 | Inorgánicos (Metales) | 17 |
| 4.1.3 | Microbiológicos y parasitológicos | 18 |
| 4.2 | Aguas Superficiales en ríos y quebradas, Categoría 3 | 19 |
| 4.2.1 | Parámetros fisicoquímicos | 19 |
| 4.2.2 | Inorgánicos (Metales) | 22 |
| 4.2.3 | Microbiológicos y parasitológicos | 24 |
| 4.3 | Aguas superficiales en lagunas, Categoría 4 | 24 |
| 4.3.1 | Parámetros fisicoquímicos | 24 |
| 4.3.2 | Inorgánicos (Metales) | 26 |
| 4.3.3 | Microbiológicos y parasitológicos | 27 |
| 4.4 | Agua subterránea | 27 |
| 4.5 | Evaluación Hidroquímica | 27 |
| **5** | **RESULTADOS EN PUNTOS CON REGISTRO DE SOLO PARÁMETROS DE CAMPO** | **33** |
| 5.1 | Aguas empleadas en consumo humano directo, Categoría 1-A1 | 33 |
| 5.2 | Aguas superficiales, Categorías 3 y 4 | 33 |
| **6** | **CONTROL DE CALIDAD** | **35** |
| 6.1 | Duplicado de muestra | 35 |
| 6.2 | Blancos | 36 |

6.2.1 Blanco de campo 36
6.2.2 Blanco viajero 36
6.3 Control de calidad de los resultados de laboratorio 36
6.3.1 Balance iónico 36
6.3.2 Revisión cruzada de parámetros 38

**7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 39**

**8 REFERENCIAS 42**

## LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1 Listado de puntos de monitoreo de calidad de agua – Zona I 6
Tabla 2.2 Listado de puntos de registro de solo parámetros de campo – Zona I 6
Tabla 3.1 Parámetros fisicoquímicos registrados en campo 8
Tabla 3.2 Flujos registrados en campo 9
Tabla 3.3 Listado de parámetros de monitoreo de calidad de agua según categoría 11
Tabla 3.4 Listado de muestras de control de calidad 12
Tabla 3.5 Informes de ensayo de laboratorio 13
Tabla 4.1 Resumen de resultados de parámetros fisicoquímicos en aguas Categoría 1-A1 14
Tabla 4.2 Resumen de resultados de metales en aguas Categoría 1-A1 17
Tabla 4.3 Resultados de parámetros microbiológicos en aguas Categoría 1-A1 19
Tabla 4.4 Resumen de resultados de parámetros fisicoquímicos en aguas Categoría 3 y 4 20
Tabla 4.5 Resumen de resultados de análisis de metales en aguas Categoría 3 y 4 22
Tabla 4.6 Resumen de resultados de parámetros microbiológicos en aguas Categoría 3 24
Tabla 4.7 Resumen de resultados de parámetros fisicoquímicos en aguas Categoría 4 (M22) 24
Tabla 4.8 Resumen de resultados de análisis de metales en aguas Categoría 4 (M22) 26
Tabla 4.9 Concentraciones de aniones y cationes principales (meq/L) 28
Tabla 4.10 Iones principales y tipos de agua 30
Tabla 5.1 Parámetros de campo en puntos Categoría 1-A1 33
Tabla 5.2 Parámetros de campo en puntos Categoría 3 y 4 34
Tabla 6.1 Criterios de análisis de balance iónico 37
Tabla 6.2 Balance iónico 37

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 Procedimiento de muestreo ..... 10

Figura 4.1 Valores de pH y CE registrados en campo y laboratorio en aguas Categoría 1-A1 ..... 15
Figura 4.2 Parámetros físico - químicos que exceden los ECA para la Categoría 1-A1 ..... 15
Figura 4.3 Valores de STD, Dureza, CE y alcalinidad total en aguas Categoría 1-A1 ..... 16
Figura 4.4 Metales que exceden los ECA para la Categoría 1-A1 ..... 17
Figura 4.5 Valores de pH y CE registrados en campo y laboratorio en aguas Categoría 3 . 21
Figura 4.6 Parámetros físico - químicos que exceden los ECA para la Categoría 3 ..... 21
Figura 4.7 Metales que exceden los ECA para la Categoría 3 ..... 23
Figura 4.8 Parámetros físico - químicos que exceden los ECA para la Categoría 4 ..... 25
Figura 4.9 Distribución de carga catiónica en los puntos de monitoreo ..... 29
Figura 4.10 Distribución de carga aniónica en los puntos de monitoreo ..... 30
Figura 4.11 Clasificación hidroquímica ..... 31
Figura 4.12 Diagrama Piper ..... 32
Figura 6.1 Comparación de muestra duplicado ..... 35

## LISTA DE MAPAS

Mapa 1.1 Mapa de ubicación del proyecto
Mapa 2.1 Mapa de ubicación de puntos de monitoreo con toma de muestra
Mapa 2.2 Mapa de ubicación de puntos de monitoreo de solo parámetros de campo
Mapa 4.1 Mapa de tipos químicos de agua

## LISTA DE ANEXOS

Anexo A Resultados de análisis de laboratorio
Anexo B Memoria fotográfica
Anexo C Actas de participación
Anexo D Fichas de identificación de puntos de monitoreo
Anexo E Fichas de información de campo
Anexo F Registros de aforo
Anexo G Cadenas de Custodia
Anexo H Informes de ensayo de laboratorio

# 1 Introducción

## 1.1 Introducción

El proyecto El Galeno, está ubicado en el noreste del Perú, en el límite de los distritos de La Encañada y Sorochuco, pertenecientes a las provincias de Cajamarca y Celendín respectivamente, en el departamento de Cajamarca. El Mapa 1.1 muestra la ubicación del proyecto, así como la red hidrográfica de la zona de estudio.

El presente informe muestra los resultados de la ronda de monitoreo semestral de calidad de aguas correspondiente a la temporada húmeda 2020. El monitoreo fue ejecutado del 25 de noviembre al 04 de diciembre de 2020. Las áreas de trabajo de la zona I incluyeron las quebradas Hierbabuena, Chamcas y Yanacocha Los resultados de los análisis se presentan en el Anexo A, mientras que el Anexo B presenta la memoria fotográfica.

El monitoreo ha sido efectuado por SGS del Perú S.A. siguiendo los lineamientos establecidos en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (ANA, 2016), aprobado mediante Resolución Jefatural N°010-2016-ANA. En aquellos puntos que por su naturaleza no han sido clasificados como agua superficial, se ha mantenido el uso de este protocolo a fin de mantener uniformidad en la ronda de monitoreo.

Los parámetros analizados corresponden a aquellos regulados por el Decreto Supremo N°004-2017-MINAM, en concordancia con los estándares de calidad ambiental para agua (ECA) empleados en el instrumento de gestión ambiental vigente en la fecha de ejecución del monitoreo.

## 1.2 Participación de la población local

Durante el monitoreo de calidad de agua de la temporada húmeda se contó con la participación de los siguientes actores:

1. En los puntos de monitoreo de El Pedregal, el viernes 27 de noviembre participó el señor William Huamán Soto, presidente de la JASS del caserío de El Pedregal.
2. Santiago Vera Rodríguez, presidente de la JASS de Yerba Buena Grande participó en el monitoreo de agua de Yerba Buena Grande el lunes 30 de noviembre.
3. En los puntos de monitoreo del PIASAA, el martes 01 de diciembre participaron los señores Guillermo Mantilla, presidente del Comité Central del PIASAA; Guillermo Huamán Rudas, representante del PIASAA por el distrito de Baños del Inca; Segundo Casas Chuan, representante del PIASAA por el distrito de Llacanora; y Segundo Daniel Cabanilla Lucano, fiscal del PIASAA.
4. En los puntos de monitoreo del caserío Rodacocha participó el viernes 04 de diciembre el señor Epifanio Alvarado Villanueva, presidente de la JASS del Caserío Rodacocha. Así mismo el punto de monitoreo de Sogorón Alto, participó el señor Santiago Llanos Juárez secretario de la JASS del caserío Sogorón Alto.

Además, participaron los monitores ambientales de los caseríos:

- Anunciación Huamán Chávez - Caserío El Valle, quien participó en el monitoreo de agua los días 25, 26 y 27 de noviembre.
- Nando Miranda Miranda - Caserío El Punre, quien participó en el monitoreo de agua los días 28 de noviembre y 01 de diciembre.
- Olger Tacilla Alvarado- Caserío El Porvenir, quien participó en el monitoreo de agua los días 29, 30 de noviembre y 04 de diciembre.
- Manuel Salazar Llanos - Caserío Sogorón Alto, quien participó en el monitoreo de agua el 02 de diciembre.

El Anexo C presenta las actas de participación ciudadana debidamente firmadas.

# 2 Ubicación de puntos de monitoreo

## 2.1 Puntos de monitoreo con toma de muestra

La Tabla 2.1 muestra el listado de puntos de monitoreo en los cuales se efectuó toma de muestras para el análisis de laboratorio, así como registro de parámetros de campo. El Anexo D presenta las fichas de identificación de puntos de monitoreo.

**Tabla 2.1 Listado de puntos de monitoreo de calidad de agua – Zona I**

| Punto | Este | Norte | Altitud | Descripción | Categoría | Efectuado |
|---|---|---|---|---|---|---|
| M9B | 794068 | 9225738 | 3735 | Tanque #1 ACD Chamcas | 1-A1 | Si |
| M9C | 794630 | 9225358 | 3790 | Tanque #2 ACD Chamcas | 1-A1 | Si |
| PIA1 | 793377 | 9225583 | 3554 | Caja de reunión del Proyecto PIASAA | 1-A1 | Si |
| S12 | 793481 | 9227024 | 3930 | Guagayoc, tanque de ACD | 1-A1 | Si |
| S22 | 792958 | 9227677 | 3833 | ACD en la escuela de YB Alta | 1-A1 | Si |
| S22C | 793192 | 9227478 | 3936 | Nuevo tanque ACD YB Alta | 1-A1 | Si |
| S23 | 791362 | 9228701 | 3864 | ACD en El Porvenir de YB | 1-A1 | Si |
| S24T | 792009 | 9227904 | 3770 | Nuevo tanque de ACD en San Juan YB | 1-A1 | Si |
| S30A | 792294 | 9221146 | 3609 | Tanque de ACD de Sogorón Alto | 1-A1 | Si |
| S32A | 794470 | 9223170 | 3647 | Tanque de ACD en Rodacocha | 1-A1 | Si |
| S34 | 792982 | 9223866 | 3565 | Tanque de ACD en El Pedregal | 1-A1 | No |
| M1 | 793714 | 9225861 | 3596 | Qda. Chamcas | 3 y 4 | Si |
| M17 | 790736 | 9226450 | 3512 | Qda. Hierbabuena | 3 y 4 | Si |
| M2 | 794581 | 9226800 | 3768 | Qda. Kerosene | 3 y 4 | Si |
| M21 | 791571 | 9222394 | SD | Río Grande | 3 y 4 | Si |
| M21B | 793585 | 9223606 | 3418 | Qda. Yanacocha | 3 y 4 | Si |
| M22 | 796527 | 9226652 | 3756 | Laguna Mamacocha | 4-E1 | Si |
| P11 | 791992 | 9227158 | 3645 | Piezómetro artesiano | A. Sub. | Si |

Nota: ACD = agua para consumo doméstico; A. Sub. = Agua subterránea; YB = Yerba Buena. M38: punto agregado en campo; S/M = sin muestra.

No fue posible obtener una muestra en el Punto S34 ya que el reservorio se halló en reconstrucción.

## 2.2 Puntos de monitoreo con solo registro de parámetros de campo

La Tabla 2.2 muestran el listado de puntos de monitoreo en los que se efectuó el registro de solo parámetros de campo.

**Tabla 2.2 Listado de puntos de registro de solo parámetros de campo – Zona I**

| Punto | Este | Norte | Altitud | Descripción | Categoría | Efectuado |
|---|---|---|---|---|---|---|
| S1 | 793911 | 9225445 | 3661 | Manantial El Ojo del Peje (PIASAA) | 1-A1 | Si |
| S2 | 793663 | 9225816 | 3594 | Manantial Puente Viejo (PIASAA) | 1-A1 | Si |
| S3 | 793657 | 9225755 | 3599 | Manantial El Moro (PIASAA) | 1-A1 | Si |
| S4 | 793545 | 9225701 | 3593 | Manantial La Peña Mala (PIASAA) | 1-A1 | Si |
| S5 | 793472 | 9225714 | 3593 | Manantial La Chilca (PIASAA) | 1-A1 | Si |

| Punto | Este | Norte | Altitud | Descripción | Categoría | Efectuado |
|---|---|---|---|---|---|---|
| S6 | 793387 | 9225615 | SD | Manantial El Suro - Proyecto PIASAA | 1-A1 | Sin flujo |
| S7 | 793380 | 9225602 | 3556 | Manantial Uñigan - Proyecto PIASAA | 1-A1 | Si |
| S8 | 793414 | 9226125 | 3692 | Manantial El Derrumbe (PIASAA) | 1-A1 | Si |
| S20A | 793125 | 9224765 | 3518 | Manantial en terreno Sra. M. Chávez | 3 | Si |
| S20B | 793351 | 9224885 | 3550 | Manantial en terreno Sr. Genaro Ocas | 3 | Si |
| S21A | 794318 | 9224627 | 3627 | Manantial en terreno Sr. Elías Palacio | 3 | Sin flujo |
| S21B | 794441 | 9224647 | 3575 | Manantial en terreno Sra. M. Lucano | 3 | Si |
| S21C | 794635 | 9224686 | 3598 | Manantial en terreno Sr. Emeregildo, | 3 | Si |
| S21D | 794645 | 9224761 | 3626 | Manantial en terreno Sr. Emeregildo, | 3 | Si |
| S21E | 794768 | 9224768 | 3633 | Manantial en terreno Sr. A. Cabrera | 3 | Si |
| S30B | 796489 | 9225343 | 3858 | Captación ACD Sogorón Alto | 1-A1 | Si |
| S30C | 796496 | 9225116 | 3818 | Captación ACD Sogorón Alto | 1-A1 | Si |
| S30D | 796373 | 9225063 | 3783 | Captación ACD Sogorón Alto | 1-A1 | Si |
| S34A | 795311 | 9224771 | 3693 | Capt. agua para riego El Pedregal | 3 | Si |
| S34B | 794865 | 9224496 | 3641 | Captación de ACD El Pedregal | 1-A1 | Si |
| M37 | 794005 | 9227270 | 3913 | Bofedal Pajablanca | 3 | Si |
| M4 | 795021 | 9228060 | 3968 | Laguna Cama de los Shingos | 4 E1 | Si |
| M5 | 795644 | 9227329 | 3891 | Laguna Kerosene | 4 E1 | Si |

Nota: ACD = agua para consumo doméstico; A. Sub. = Agua subterránea; EM: Efluente minero; YB = Yerba Buena

De los puntos programados para el registro de solo parámetros de campo, no fe posible efectuar la medición en los puntos S21A y S6 por encontrarse secos.

# 3 Medición de parámetros in-situ y aforos

Las mediciones de campo son una evaluación rápida in situ de la calidad de agua que pueden detectar cambios en las propiedades químicas debido a la volatilización, ventilación u otras condiciones variantes entre el campo y el laboratorio, y son un mecanismo de aseguramiento de calidad de los resultados de laboratorio. En la Tabla 3.1 se presentan los parámetros de campo registrados. El Anexo E presenta las fichas de recojo de parámetros in-situ.

**Tabla 3.1 Parámetros fisicoquímicos registrados en campo**

| Punto | pH | Conductividad Eléctrica (uS/cm) | Oxígeno Disuelto (mg/L) | Temperatura (ºC) | Turbidez (NTU) |
|---|---|---|---|---|---|
| M1 | 7.06 | 35 | 6.89 | 12.2 | 65 |
| M14 | 6.45 | 246.0 | 5.92 | 11.8 | 1.10 |
| M2 | 5.14 | 16.8 | 6.16 | 12.0 | 2 |
| S23 | 7.61 | 295.0 | 6.30 | 11.1 | 0.51 |
| S24T | 7.42 | 397.0 | 6.30 | 13.2 | 0.91 |
| M17 | 8.01 | 120.1 | 6.45 | 13.1 | 3.93 |
| M21 | 8.59 | 207.0 | 6.57 | 14.3 | 5.78 |
| M21B | 8.02 | 30.2 | 5.95 | 12.9 | 2.23 |
| PIA-1 | 7.65 | 410.0 | 6.81 | 12.7 | 0.81 |
| P11 | 7.72 | 405.0 | 3.65 | 13.1 | 0.6 |
| S22C | 7.57 | 159.2 | 7.29 | 10.5 | 1.5 |
| S22 | 6.80 | 101.0 | 6.77 | 10.8 | 0.95 |
| S12 | 7.85 | 289.0 | 6.97 | 11.5 | 1.23 |
| M9B | 6.82 | 50.5 | 7.31 | 12.7 | 0.7 |
| M9C | 7.35 | 55.3 | 6.58 | 11.6 | 0.48 |
| M22 | 4.38 | 27.3 | 6.59 | 10.8 | 2.81 |
| S34 | Reservorio en reconstrucción. No se tomó muestras. | | | | |
| S32A | 5.01 | 12.2 | 6.70 | 11.5 | 1.51 |
| S30A | 4.59 | 14.6 | 8.17 | 13.3 | 1.8 |
| S21E | 6.64 | 46.8 | 6.51 | 13.5 | 2.2 |
| S21D | 5.87 | 34.8 | 5.05 | 11.5 | 0.9 |
| S21C | 6.60 | 44.6 | 6.37 | 14.9 | 2.4 |
| S21B | 7.25 | 45.1 | 4.90 | 15.0 | 7.4 |
| S21A | seco | | | | |
| S20A | 7.51 | 445 | 5.58 | 13.9 | 19 |
| S20B | 8.13 | 353 | 4.12 | 13.5 | 11.9 |
| M5 | 5.70 | 7.5 | 6.70 | 11.6 | 2.2 |
| M4 | 5.42 | 5.6 | 5.84 | 13.7 | 0.9 |
| M37 | 5.98 | 14.7 | 5.47 | 16.5 | 0.5 |
| S30B | 5.16 | 6.4 | 6.88 | 11.1 | 0.7 |
| S30C | 4.73 | 32.8 | 5.59 | 11.0 | 0.5 |
| S30D | 5.02 | 38.0 | 3.80 | 11.8 | 0.4 |
| S34A | 4.95 | 7.3 | 6.65 | 11.9 | 0.0 |
| S34B | 4.46 | 11.2 | 6.21 | 12.0 | 0.0 |
| S1 | 6.51 | 38.8 | 6.71 | 13.5 | 0.85 |
| S7 | 7.53 | 411.0 | 6.84 | 12.5 | 0.73 |
| S5 | 7.47 | 381.0 | 6.28 | 12.8 | 1.10 |
| S8 | 7.39 | 379.0 | 6.35 | 12.6 | 1.03 |
| S4 | 7.43 | 262.0 | 6.32 | 12.6 | 1.02 |
| S3 | 6.20 | 38.5 | 6.67 | 13.3 | 0.76 |
| S2 | 7.10 | 166.1 | 5.93 | 13.0 | 0.87 |

La medición de caudales fue efectuada mediante tres procedimientos distintos dependiendo de las condiciones de flujo de cada fuente a medir:

- Método volumétrico. Principalmente usado en las captaciones de agua para consumo doméstico.
- Método área velocidad empleado flotador. Este método fue empleado para cuantificar el flujo en pequeños cauces con bajo caudal, en los cuales el tirante no fue suficiente como para emplear un correntómetro.
- Método área velocidad empleado correntómetro. Este método fue empleado para cuantificar el flujo de ríos y quebradas de mediano caudal, con un tirante suficiente para la manipulación del equipo.

Los valores de cada medición fueron anotados en los correspondientes formatos de campo para su posterior cálculo. La Tabla 3.2 presenta los resultados de los aforos realizados. El Anexo F presenta los formatos de recojo de información de aforos en campo.

**Tabla 3.2 Flujos registrados en campo**

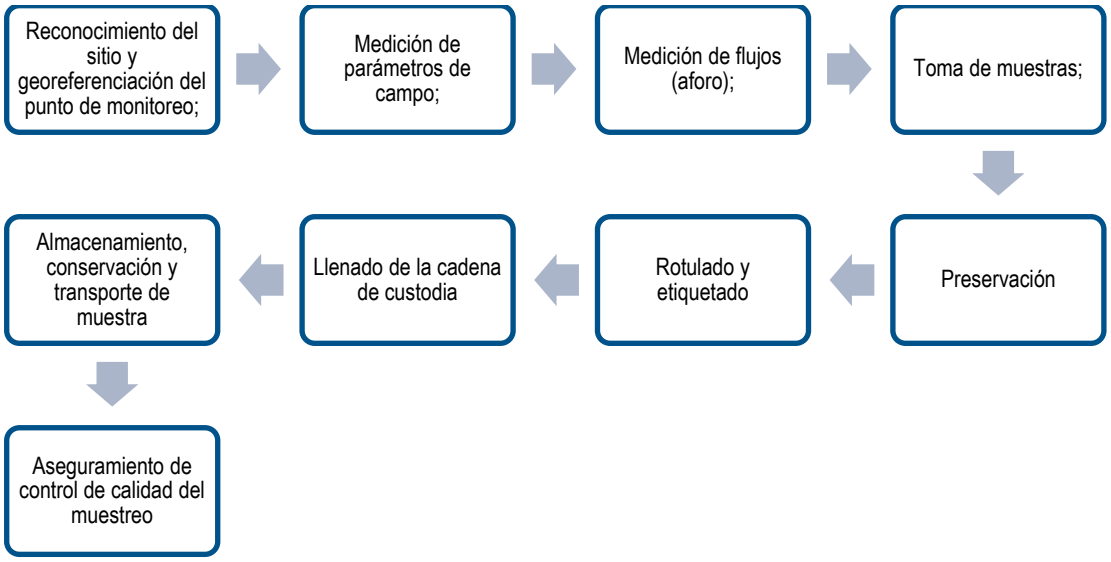
| Punto | Caudal (L/s) | Comentarios |
|---|---|---|
| S21E | 0.773 | |
| S21D | 0.605 | |
| S21C | - | No se midió caudal. Flujo disperso |
| S21B | - | No se midió caudal. Flujo mínimo |
| S21A | - | seco |
| S20A | 0.06 | |
| S20B | - | No se midió caudal. Flujo mínimo |
| M5 | - | Laguna |
| M4 | - | Laguna |
| M37 | 3.171 | |
| S30B | 0.7 | |
| S30C | 1.064 | |
| S30D | - | No se realizó la medición de caudal, la captación se encontró empozada. |
| S34A | 2.427 | |
| S34B | 2.17 | |
| M1 | 172.5 | |
| M2 | 33.58 | |
| S23 | 0.9 | |
| S24T | 0.46 | |
| M17 | 188.23 | |
| M21 | 1945 | |
| M21B | 162 | |
| PIA-1 | 5.64 | SGS reporta 4.78 L/s, sin embargo, a ese valor de le debe añadir el caudal que ingresa desde S1=0.86. Total = 4.78+0.86 L/s |
| S1 | 0.86 | |
| S7 | 2.637 | |
| S8 | 0.51 | |
| S5 | 0.241 | |
| S4 | 0.217 | |
| S3 | 1.29 | |
| S2 | 0.39 | |
| S6 | - | Seco |
| P11 | - | Piezómetro |
| S22C | - | Reservorio cerrado |

| Punto | Caudal (L/s) | Comentarios |
|---|---|---|
| S22 | - | Reservorio cerrado |
| S12 | 0.54 | |
| M9B | 0.91 | |
| M9C | 0.11 | |
| M22 | - | Laguna |
| S34 | - | Reservorio en reconstrucción |
| S32A | 2.35 | |
| S30A | 3.89 | |

## 3.1 Muestreo para el análisis de laboratorio

El monitoreo ha sido efectuado por SGS del Perú S.A. siguiendo los lineamientos establecidos en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (R.J. Nº 010-2016-ANA), el mismo que se resume a continuación:

**Figura 3.1 Procedimiento de muestreo**




Además de los parámetros de campo, se han registrado los siguientes datos:

- Nombre de la persona que tomó la muestra;
- Fecha, hora y cualquier condición especial;
- Condiciones climatológicas;
- Condición del punto de muestreo;
- Coordenadas y altitud del punto de muestreo;
- Nombre de la muestra;
- Parámetros que deben analizarse para cada muestra;
- Tipo y cantidad de preservantes añadidos (en etiqueta y cadena de custodia); y
- Una fotografía del lugar de la toma de muestras.

El Anexo G presenta las cadenas de custodia

Los parámetros de monitoreo para el análisis de laboratorio de calidad de agua son mostrados en la Tabla 3.4. Estos parámetros han sido seleccionados considerando tanto los ECA para agua vigentes, y además considerando parámetros de monitoreo adicionales que permitan la caracterización química de las aguas, tales como alcalinidad total, solidos totales disueltos, aniones y metales disueltos.

**Tabla 3.3 Listado de parámetros de monitoreo de calidad de agua según categoría**

| Parámetro | 1-A1 | 3 y 4 | 4 | Asub | BK |
|---|---|---|---|---|---|
| Aceites y Grasas | x | x | x | x | |
| Alcalinidad Total | x | x | x | x | |
| Amoniaco | | x | x | | |
| Bromuro, Br- | x | x | x | x | x |
| Cianuro Total | x | | | | |
| Cianuro Wad | | x | | x | |
| Cianuro Libre | | x | x | | |
| Clorofila A | | | x | | |
| Cloruros. Cl- | x | x | x | x | x |
| Color Verdadero | x | x | x | x | |
| Conductividad | x | x | x | x | |
| Cromo Hexavalente | | x | x | | |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) | x | x | x | x | |
| Demanda Química de Oxígeno | x | x | | x | |
| Detergentes Aniónicos | | x | | | |
| Dureza Total | x | | | | |
| Fenoles | x | x | x | x | |
| Fluoruros. F- | x | x | x | x | x |
| Fósforo Total | x | x | x | | |
| Fosfatos, PO4-3 | x | x | x | x | x |
| Nitratos. NO3- | x | x | x | x | x |
| Nitritos. NO2- | x | x | x | x | x |
| Nitrógeno Amoniacal | x | | | | |
| Nitrógeno Total | | | x | | |
| pH | x | x | x | x | |
| Sólidos Totales Disueltos | x | x | x | x | |
| Sólidos Totales Suspendidos | | x | x | | |
| Sulfatos. SO4-2 | x | x | x | x | x |
| Sulfuros | | x | x | | |
| Turbidez | x | x | x | x | |
| Metales disueltos | x | x | x | x | x |
| Metales totales | x | x | x | x | x |
| Coliformes Fecales o Termotolerantes | x | x | x | x | |
| Coliformes totales | x | | | | |
| Enterococos intestinales | x | x | | | |
| Escherichia coli | x | | | | |
| Vibrio cholerae | x | | | | |
| Microcistina LR | x | | | | |
| Formas Parasitarias | x | | | | |

| Parámetro | 1-A1 | 3 y 4 | 4 | Asub | BK |
|---|---|---|---|---|---|
| Huevos de Helmintos | | x | | | |
| Organismos de Vida Libre | x | | | | |

Nota: Asub = agua subterránea; BK = blanco de campo y blanco viajero

## 3.2 Control de calidad

Para garantizar la calidad del proceso de muestreo y la repetibilidad de los resultados de las pruebas de las muestras, debe seguirse los siguientes procedimientos y anotarse cualquier información adicional cuando se tomen muestras superficiales y/o subterráneas:

- Los recipientes de muestras de calidad de agua deben ser específicamente suministrados por el laboratorio;
- Se debe utilizar los preservantes correctos de acuerdo con las especificaciones del laboratorio para cada parámetro;
- Se debe usar guantes de plástico descartables cuando se recogen y manipulan las muestras. Estos guantes deben cambiarse para cada lugar de toma de muestra;
- Las muestras deben mantenerse a la temperatura indicada por el laboratorio hasta que sean analizadas;
- Cada recipiente debe etiquetarse con letra clara y registrarse en la cadena de custodia (CDC);

Para garantizar, o por lo menos cuantificar, la precisión de los métodos de muestreo de campo y resultados analíticos se ha considerado la toma de muestras de control de calidad. Las muestras de control de calidad han sido establecidas conforme se especifica en el ítem 6.17 del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (R.J. Nº 010-2016-ANA).

**Tabla 3.4 Listado de muestras de control de calidad**

| Tipo de Control | Objetivo de evaluación |
|---|---|
| Blanco de campo | Contaminación en alguna parte del monitoreo |
| Blanco de viaje | Contaminación durante el transporte |
| Duplicado de campo | Precisión y repetitividad de los procedimientos de recolección |

Un blanco de campo es un conjunto de recipientes de muestra que han sido llenados con agua bidestilada y etiquetados con una identificación de ubicación falsa. Los blancos de campo analizan las fuentes de contaminación durante el proceso de muestreo. Estos blancos de campo también pueden ayudar a identificar contaminación de laboratorio.

En cuanto al blanco de viaje, se trata de una muestra preparada en laboratorio a base de agua ultrapura, y que es enviada junto con el material de muestreo hasta el proyecto con la finalidad de efectuar el control de calidad da toda la cadena de campo.

Para preparar un duplicado ciego, se tomaron dos muestras al mismo tiempo y en el mismo lugar y se registró una de ellas con una identificación de lugar, hora y fecha ficticios en sus etiquetas.

## 3.3 Estándares y guías aplicadas

Se han seguido los siguientes estándares y guías nacionales en lo que resulta aplicable a las condiciones de monitoreo:

- Protocolo Nacional para el Monitoreo de los Recursos Hídricos Superficiales, aprobado mediante Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, del 11 de enero del 2016. El protocolo permite dar pautas de cómo se realiza la toma de muestra, preservación, conservación, transporte de muestras y el aseguramiento de la calidad para el desarrollo del monitoreo de la calidad de los recursos hídricos.
- Límites Máximos Permisibles (LMP) para la descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero-Metalúrgicas, aprobados mediante Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM, publicado en el diario oficial El Peruano el 21 de agosto del 2010.
- Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, aprobado mediante Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, publicado en el diario oficial El Peruano el 07 de junio del 2017. Estos ECA para agua han sido empleados de manera referencial.

## 3.4 Laboratorio de análisis

Se ha empleado como laboratorio de análisis a SGS Perú S.A.C., el cual se encuentra acreditado por el Organismo Peruano de Acreditación del Instituto Nacional de la Calidad (INACAL), por lo cual los informes de ensayo cuentan con valor oficial. Los informes de ensayo de laboratorio son presentados en el Anexo H. Las muestras recibidas por el laboratorio han sido clasificadas en “grupos” de ensayo, como sigue:

**Tabla 3.5 Informes de ensayo de laboratorio**

| Punto | Informe de Ensayo | Fecha de Muestreo | Hora de Muestreo |
|---|---|---|---|
| M1 | MA2022941 | 28/11/2020 | 10:10 |
| M2 | MA2022941 | 28/11/2020 | 11:20 |
| S23 | MA2023137 | 30/11/2020 | 09:10 |
| S24T | MA2023153 | 30/11/2020 | 10:20 |
| M17 | MA2023094 | 30/11/2020 | 12:00 |
| M21 | MA2023094 | 30/11/2020 | 13:30 |
| M21B | MA2023094 | 30/11/2020 | 14:40 |
| PIA-1 | MA2023154 | 1/12/2020 | 09:40 |
| P11 | MA2023553 | 3/12/2020 | 08:10 |
| S22C | MA2023548 | 3/12/2020 | 09:20 |
| S22 | MA2023548 | 3/12/2020 | 10:10 |
| S12 | MA2023548 | 3/12/2020 | 10:50 |
| M9B | MA2023548 | 3/12/2020 | 13:30 |
| M9C | MA2023548 | 3/12/2020 | 14:30 |
| M22 | MA2023552 | 4/12/2020 | 08:30 |
| S32A | MA2023550 | 4/12/2020 | 10:30 |
| S30A | MA2023550 | 4/12/2020 | 12:00 |

Adicionalmente se analizaron 2 duplicados de campo (Categoría 4 y agua subterránea), y 3 puntos de control de calidad (2 blancos de campo y 1 blanco viajero).