

Informe Técnico N° A6835

INSPECCIÓN HIDROGEOLÓGICA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE SAN JERÓNIMO DE TUNÁN

Región Junín
Provincia Huancayo
Distrito San Jerónimo de Tunán



FLUQUER PEÑA LAUREANO
FABIEN RENOU
MARLON CCOPA ALEGRE

NOVIEMBRE
2018

INSPECCIÓN HIDROGEOLÓGICA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE SAN JERÓNIMO DE TUNAN

Región Junín

Provincia Huancayo

Distrito San Jerónimo de Tunan

CONTENIDO

| | |
|---|----|
| RELACIÓN DE FIGURAS E ILUSTRACIONES | 4 |
| 1.0. RESUMEN | 7 |
| 2.0. ANTECEDENTES | 8 |
| 3.0. INTRODUCCIÓN | 9 |
| 3.1. Objetivos..... | 9 |
| 3.2. Objetivos específicos..... | 9 |
| 3.3 Actividades..... | 10 |
| 3.4. Equipo de trabajo..... | 10 |
| 3.5. Ubicación y accesibilidad..... | 10 |
| 4.0. GEOMORFOLOGÍA | 12 |
| 4.1. Planicies | 12 |
| 4.2. Montañas y colinas..... | 12 |
| 4.3. Piedemontes..... | 14 |
| 5.0. HIDROLOGIA | 17 |
| 5.1. Precipitación | 17 |
| 5.2. Temperatura | 25 |
| 5.3. Hidrografía de los sectores de San Jerónimo de Tunán y El Ingenio..... | 27 |
| 6.0. GEOLOGÍA | 29 |
| 6.1. Neoproterozoico | 29 |
| 6.2. Paleozoico..... | 29 |
| 6.3. Pérmico superior-triásico inferior..... | 30 |
| 6.4. Triásico superior-triasico inferior y medio | 31 |
| 6.5. Cuaternarios | 33 |
| 6.6. Rocas intrusivas | 34 |

| | |
|--|-----------|
| 6.7. Rasgos estructurales | 34 |
| 7.0. EVALUACIÓN HIDROGEOLÓGICA..... | 36 |
| 7.1. Identificación de fuentes de aguas subterráneas | 36 |
| 7.2. Caracterización hidrogeológica de las formaciones geológicas..... | 41 |
| 8. HIDROQUÍMICA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS..... | 51 |
| 8.1. Estaciones de muestreo de aguas subterráneas | 51 |
| 8.2. Selección de la serie analítica | 51 |
| 8.3. Análisis de resultados | 51 |
| 8.4. Parámetros físico-químicos de las aguas..... | 52 |
| 8.5. Facies hidroquímicas..... | 52 |
| 8.6. Aptitud de las aguas para consumo humano | 56 |
| 9.0. PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN | 59 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 62 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | |
| ANEXOS | |

INSPECCIÓN HIDROGEOLÓGICA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE SAN JERÓNIMO DE TUNAN

Región Junín

Provincia Huancayo

Distrito San Jerónimo de Tunan

RELACIÓN DE MAPAS E ILUSTRACIONES

FIGURAS

- Figura 3.1. Mapa de ubicación
- Figura 4.1. Mapa geomorfológico de los sectores de San Jerónimo de Tunán y El Ingenio
- Figura 5.1. Mapa de isoyetas de los sectores de San Jerónimo de Tunán y El Ingenio
- Figura 5.2. Mapa de drenaje de los sectores de San Jerónimo de Tunán y El Ingenio
- Figura 6.1. Mapa geológico de los sectores de San Jerónimo de Tunán y El Ingenio
- Figura 7.1. Mapa de inventario de fuentes de agua de los sectores de San Jerónimo de Tunán y El Ingenio
- Figura 7.2. Mapa hidrogeológico de los sectores de San Jerónimo de Tunán y El Ingenio
- Figura 8.1. Mapa hidroquímico de los sectores de San Jerónimo de Tunán y El Ingenio

CUADROS

- Cuadro 5.7. Estaciones meteorológicas utilizadas para la elaboración del mapa de isoyetas de San Jerónimo de Tunan
- Cuadro 5.2. Estación Viques, precipitación total mensual (mm). (Periodo 1965 – 2012)
- Cuadro 5.3. Estación Huayao, precipitación total mensual (mm). (Periodo 1965 – 2012)
- Cuadro 5.4. Estación Ingenio, precipitación total mensual (mm). (Periodo 1965 – 2012)
- Cuadro 5.5. Estación Jauja, precipitación total mensual (mm). (Periodo 1965 – 2012)
- Cuadro 5.6. Estación Santa Ana, precipitación total mensual (mm). (Periodo 1992 – 2012)
- Cuadro 5.7. Promedio anual de precipitación generada en base a información de 5 estaciones meteorológicas de San Jerónimo de Tunan

- Cuadro 7.1. Resumen del inventario de fuentes de agua subterránea, parámetros hidráulicos y físico-químicos
- Cuadro 8.1. Fuentes de agua muestreadas durante la campaña de campo
- Cuadro 8.2. Comparación de la composición de las aguas de los sectores de San Jerónimo de Tunán y El Ingenio con los límites establecidos para el ECA Categoría 1 – Subcategoría A

GRÁFICOS

- Gráfico 5.1. Estación Viques, variaciones temporales de temperatura (2013-2017)
- Gráfico 5.2. Estación Huayao, variaciones temporales de temperatura (2013-2017)
- Gráfico 5.3. Estación Santa Ana, variaciones temporales de temperatura (2012-2017)
- Gráfico 5.4. Estación Ingenio, variaciones temporales de temperatura (2012-2017)
- Gráfico 5.5. Estación Jauja, variaciones temporales de temperatura (2013-2017)
- Gráfico 8.1. Diagramas de Piper y Miffin para las fuentes de agua subterránea de los sectores de San Jerónimo de Tunán y El Ingenio
- Gráfico 8.2. Diagrama de potabilidad para las aguas subterráneas de los sectores de San Jerónimo de Tunán y El Ingenio

FOTOGRAFÍAS

- Fotografía 4.1. Montañas en rocas sedimentarias, camino al sector de Ingenio. Nótese las laderas de alta pendiente y la elevación de la montaña
- Fotografía 4.2. Quebradas que forman parte de la disección de las montañas de rocas sedimentarias
- Fotografía 4.3. Colinas en rocas sedimentarias, en el sector de San Jerónimo de Tunan, conformadas por rocas sedimentarias e intrusivas, a media altura se ubican las surgencias de aguas subterráneas en forma de manantiales
- Fotografía 5.1. Sector de Ingenio, nótese los rastros de infiltración en las facturas de las rocas
- Fotografía 5.2. Río Chía, donde se encuentra la captación del Ingenio, que abastece de agua potable al centro poblado de San Jerónimo de Tunan
- Fotografía 6.1. Afloramiento de areniscas rojizas de grano fino pertenecientes al Grupo Mitu, en las inmediaciones del Ingenio
- Fotografía 6.2. Afloramiento de calizas de la Formación Chambará, altamente fracturado y con buzamientos verticales, los cuales constituyen un acuífero fisurado
- Fotografía 7.1. Manantial Dos de mayo, aforado con el método volumétrico, $Q = 0.5 \text{ L/s}$

- Fotografía 7.2. Manantial captado Ancall
- Fotografía 7.3. Aforo del manantial captado Ancall con el método volumétrico, $Q = 104.0$ L/s
- Fotografía 7.4. Manantial captado Ancall 2, $Q=3.5$ L/s
- Fotografía 7.5. Cueva en presencia de una columna en las inmediaciones de la captación del manantial Ancall. Evidenciando la posible presencia de niveles de karstificación
- Fotografía 7.6. Manantial Ancall, aforo diferencial en diversos puntos de la surgencia que desborda la capacidad de la infraestructura de captación instalada
- Fotografía 7.7. Manantial Ancall, aforo diferencial en el punto de mayor producción del manantial
- Fotografía 7.8. Manantial Ancall 2, nótese la surgencia por debajo del afloramiento rocoso
- Fotografía 7.9. Manantial Ancall 3, nótese la surgencia del agua en el contacto entre calizas y el suelo
- Fotografía 7.10. Manantial Alahuato, nótese la captación rústica con uso de plástico y tapa de cemento desgastado
- Fotografía 7.11. Manantial Vitas 1, nótese la cámara de reunión con filtros de grava
- Fotografía 7.12. Reservorio deteriorado por la salida de agua de rebose
- Fotografía 9.1. Desperfectos en la captación del manantial Ancall conduciendo a pérdidas significativas de agua
- Fotografía 9.2. Producción de agua subterránea que sale al costado de la captación Ancall
- Fotografía 9.3. Aguas superficiales del río Chía y captación Ancall ubicada en la margen izquierda. Se sugiere represar estas aguas en la parte alta del río Chía, para incrementar el volumen de abastecimiento.

INSPECCIÓN HIDROGEOLÓGICA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE SAN JERÓNIMO DE TUNAN

Región Junín

Provincia Huancayo

Distrito San Jerónimo de Tunan

1.0. RESUMEN

El centro poblado de San Jerónimo de Tunan, se ubica en la planicie de Huancayo, hacia el sector noreste de la ciudad principal. Los rasgos geomorfológicos de la planicie, son el resultado de diferentes procesos sedimentarios y tectónicos que ocurrieron en el pasado, dando como resultado geformas de relieve diferente, el valle amplio y alargado de Huancayo, montañas y colinas aledañas que tiene mucha influencia al momento del diagnóstico hidrogeológico.

El estudio hidrogeológico permitió identificar 2 sistemas acuíferos, ambos abastecen de agua potable al centro poblado de San Jerónimo de Tunan. El primer sistema, se ubica, en las inmediaciones, sector de Vitas donde en superficie corresponde a rocas semipermeables como limoarcillitas intercaladas con delgados niveles de areniscas, que además se encuentra en contacto fallado con rocas intrusivas, se presentan como una especie de un enjambre de diques, limitado por dos fallas de dirección noroeste sureste y cortado por otras fallas transversales. Estas estructuras han generado un nivel fracturado semipermeable en los intrusivos, areniscas y limolitas, por donde circulan aguas subterráneas y constituyen un acuífero especial bastante somero. La evidencia de funcionamiento de este acuífero, se encuentra en la surgencia de 6 manantiales, aunque en promedio su caudal es bajo. Estas aguas se utilizan en el consumo humano de un gran sector del centro poblado de San Jerónimo de Tunan hasta donde llega la infraestructura de agua potable instalada, sin embargo, algunas de sus captaciones están deterioradas y son algo rústicas, un reservorio está colmatado por falta mantenimiento. Se sugiere una reparación y mantenimiento adecuado y constante para que el sistema funcione con mayor eficiencia.

Por otro lado, la forma de incrementar volúmenes de agua en estos manantiales es trabajar en las zonas de alimentación y recarga, se puede utilizar tecnología de recarga artificial ancestral como amunas, zanjas de infiltración y/o otras más modernas que podrían incrementar el volumen de infiltración en lo acuífero y por ende mejorar la producción en los manantiales.

El segundo sistema acuífero se ubica en el sector del El Ingenio, donde el sistema es fisurado kárstico, limita en la base por un contacto fallado con el acuitardo Mitu y corresponde a las formaciones Chambará y Condorsinga, cuya naturaleza de calizas fracturadas y con evidencias de karstificación les otorga alta permeabilidad y porosidad efectiva favorable para el almacenamiento y circulación de aguas subterráneas. La dimensión del afloramiento fisurado kárstico nos permite clasificarlo como reservorio de alta productividad, corroborado además por

la identificación de una surgencia o manantial llamado Ancall, que tiene 104 L/s de caudal, evidenciando la presencia de un sistema acuífero altamente productivo.

De ambos sistemas de acuíferos, se inventariaron 9 fuentes de aguas subterráneas, 6 manantiales captados en el sector de San Jerónimo de Tunán y 3 manantiales en el sector de El Ingenio (1 manantial captado y 2 manantiales sin captar). Los manantiales captados del sector de San Jerónimo de Tunán presentan caudales bajos, desde 0.1 L/s (manantial captado Huando) hasta 8.3 L/s (manantial captado Vitas 2). Los manantiales en el sector de El Ingenio presentan mayor caudal, siendo el manantial Ancall el más caudaloso (104 L/s).

La predominancia química de las aguas subterráneas es de tipo bicarbonatada cálcica, típica de aguas de corto recorrido dentro del acuífero y/o provenientes de calizas. El manantial captado Ancall presenta un mayor contenido en calcio, reflejo claro de la circulación de las aguas subterráneas en contacto con las calizas de la Formación Condorsinga, aunque llama la atención la presencia del arsénico, que se deberá estudiar con otras metodologías y objetivos.

Se propone, intervenir en mejorar las captaciones, y todo el sistema de agua potable de Vitas, realizar estudios para emplazamiento de una presa en El Ingenio, considerando, límites hidrogeológicos y la presencia de las fallas noroeste sureste, mejorar la captación del manantial Ancall, a fin de aprovechar al máximo los recursos hídricos actualmente disponibles.

20. ANTECEDENTES

El Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – Ingemmet, es una institución técnico científica que, a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo, realizó trabajos de hidrogeología para inspeccionar y proponer mejoras del sistema de abastecimiento de agua potable del distrito de San Jerónimo de Tunán ubicada en la provincia de Huancayo.

El presente trabajo se desarrolló a solicitud de la municipalidad distrital de San Jerónimo de Tunán (Provincia Huancayo, Región Junín), representada por el Lic. Aldo J. Martínez Veiz, Alcalde de San Jerónimo de Tunán, quien a través del oficio N° 223-2017-MDSJT/A, del 09 de mayo del 2017, solicitaron al presidente del consejo directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico-Ingemmet, la realización de un estudio GeoHídrico en el distrito de San Jerónimo de Tunán.

Los días 16 y 18 de julio del 2018, se realizaron los trabajos de campo, para dicho efecto, se constituyeron en San Jerónimo de Tunán, la brigada conformada por el MSc. Ing. Fluquer Peña Laureano, el MSc. Fabien Renou y el Geólogo John Ccopa Alegre, integrantes de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo del Ingemmet, quienes realizaron los trabajos de campo consistente en el análisis hidrogeológico de la zona, el inventario de fuentes agua subterránea, medidas de parámetros físico-químicos de manantiales captados y no captados, muestreo de aguas para conocer la composición físico-química de las aguas y realización de medidas hidráulicas para determinar el caudal de producción de los manantiales.

El trabajo de campo sirvió para recoger la mayor cantidad de información hidrogeológica que permita realizar un diagnóstico hidrogeológico del distrito de San Jerónimo de Tunan, además de una evaluación de la infraestructura de agua potable de la zona.

3.0. INTRODUCCIÓN

El presente informe contiene un diagnóstico hidrogeológico de la zona de San Jerónimo de Tunán y El Ingenio (donde se encuentra la captación principal). Contiene información recopilada en campo, apoyado con información bibliográfica, análisis e interpretación de datos de campo y descripción de, propuestas de intervención para mejorar el sistema de captación de manantiales y proponer mejoras en la infraestructura de agua potable.

Este trabajo se realizó atendiendo a la solicitud de las autoridades del centro poblado de San Jerónimo de Tunán, que tiene como objetivo mejorar el servicio de abastecimiento de agua potable e incrementar el volumen de suministro de agua potable del centro poblado.

El trabajo parte de la revisión bibliográfica, de la cartografía geológica, para el cual se consideró información de la carta geológica nacional, específicamente la geología del cuadrángulo 24-m, hoja de Jauja.

Se registraron las evidencias de la presencia del agua subterránea manifestado en superficie, a través de un registro de inventario de manantiales de los cuales la mayoría se encuentran captados. Se identificó también de las condiciones hidrogeológicas de las diferentes unidades geológicas, que permitió diferenciar las rocas reservorio de las rocas impermeables. Todos estos trabajos fueron registrados en fichas, libretas de campo, mapas y fotos.

Los trabajos de gabinete, laboratorios, análisis de muestras, elaboración de mapas y preparación del presente reporte se realizó durante el año 2018.

Los trabajos de campo se centraron en la evaluación de la infraestructura, de los cuales las captaciones se encuentran deterioradas y antiguas, algunos reservorios colmatados y desbordando su capacidad, sin que el rebose funcione adecuadamente. La evaluación de campo también incluye medidas de calidad para lo cual se tomaron muestras de aguas que fueron analizadas por aniones, cationes y metales disueltos. Las muestras obtenidas fueron analizadas en el laboratorio de INGEMMET por el método Espectrometría de Emisión Atómica por Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-AES) y Espectrometría de Masa por Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-MS) que dio como resultado la composición química y la calidad de las aguas.

Las aguas subterráneas, son un recurso importante, la previa identificación de los materiales por donde circula, es la base fundamental para entender su funcionamiento, su ambiente de formación y surgencia a través de manantiales.

3.1. Objetivos

Elaborar un estudio hidrogeológico de las zonas de San Jerónimo de Tunán y el Ingenio, cuya información técnica sirva de base para mejorar la infraestructura del sistema de abastecimiento de agua potable.

3.2. Objetivos específicos

- Identificar las formaciones geológicas con capacidad para el almacenamiento y circulación de las aguas subterráneas.
- Evaluar las fuentes de agua subterránea utilizadas en el abastecimiento de agua potable, sus técnicas de captación y el estado actual de su infraestructura.

- Determinar las características hidroquímicas y la calidad de las aguas de abastecimiento.
- Realizar propuestas de intervención para mejorar las infraestructuras del sistema de agua potable, captaciones, reservorio, etc.
- Realizar un informe hidrogeológico de la zona del centro poblado de San Jerónimo de Tunán y el Ingenio.

3.3 Actividades

- Recopilación de información disponible del área tal como el mapa geológico a escala 1:100,000 de los cuadrángulos ubicados en el sector del centro poblado de San Jerónimo de Tunán y el Ingenio.
- Se realizó el inventario de fuentes de aguas subterráneas en el centro poblado de San Jerónimo de Tunán y el Ingenio.
- Se tomaron muestras de aguas subterráneas en manantiales, para análisis de metales disueltos, aniones y cationes mayoritarios.
- Se realizaron evaluaciones hidrogeológicas de las propiedades físicas de las rocas, diferenciando las rocas permeables (almacén) y las rocas impermeables (condicionantes de borde o almacenamiento).
- Preparación del presente reporte con la descripción y análisis de la hidrogeología e hidroquímica que incluye mapas, figuras, diagramas, gráficos, cuadros y resultados de análisis químico.

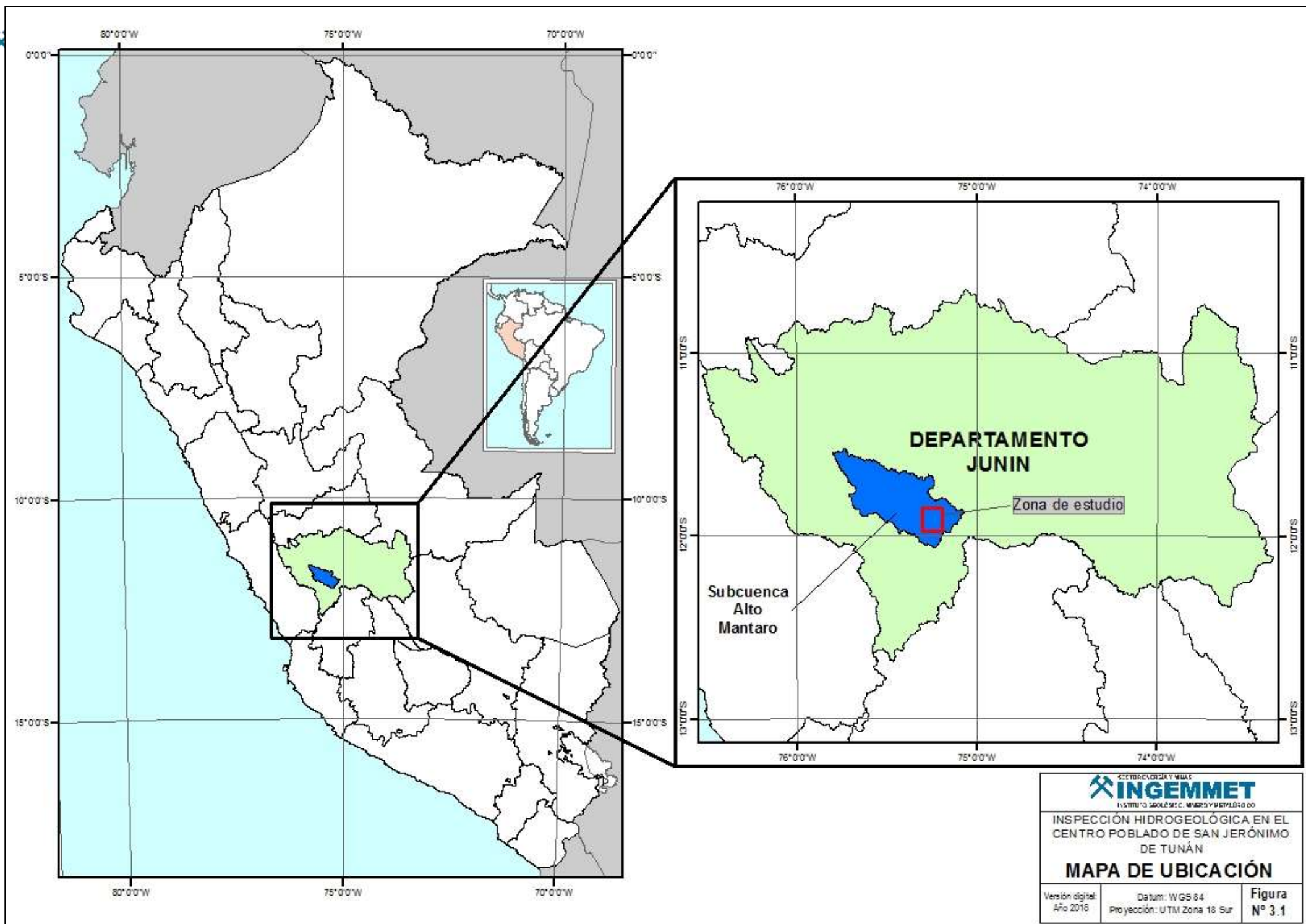
3.4. Equipo de trabajo

En la elaboración del presente informe participaron el MSc. Fluquer Peña Laureano como responsable de trabajo de campo, con el apoyo del MSc. Fabien Renou y el geólogo John Ccopa Alegre.

3.5. Ubicación y accesibilidad

Gran parte de la zona de estudio se encuentra ubicada en la zona centro occidental del territorio peruano, en la parte occidental del departamento de Junín y dentro de la subcuenca Alto Mantaro. Políticamente corresponde a la región Junín (Figura 3.1), y comprende los distritos de Concepción, El Tambo, Hualhuas, Orcotuna, Quichuay, Quilcas, San Agustín, San Antonio de Ocopa, Santa Rosa, Santo Domingo del Prado, Saño, Ingenio y San Jerónimo de Tunán. La mayoría de las fuentes inventariadas se ubican en estos dos últimos distritos.

Para llegar al centro poblado de San Jerónimo de Tunán desde Lima, se utiliza la Carretera Central, con un recorrido de 310 km (08 horas en promedio) hasta la ciudad de Huancayo. Desde ahí se toma una vía asfaltada hasta llegar al distrito de San Jerónimo de Tunan. El acceso a la zona de estudio, concretamente a la ubicación de manantiales captados se realiza a través de trochas carrózables y caminos de herradura, los cuales son de diferentes longitudes.



INSPECCIÓN HIDROGEOLÓGICA EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JERÓNIMO DE TUNÁN

MAPA DE UBICACIÓN

| | | |
|------------------------------|--|------------------|
| Versión digital: Año 2018 | Datum: WGS 84 Proyección: UTM Zona 18 Sur | Figura N° 3.1 |
|------------------------------|--|------------------|

4.0. GEOMORFOLOGÍA

Los rasgos geomorfológicos encontrados en el área de estudio son el resultado de diferentes procesos sedimentarios y tectónicos, que han dado como resultado formas de relieve con distribución especial, principalmente por la presencia de valles amplios y alargados, montañas y colinas (Figura 4.1). Estas unidades están definidas por sus formas y características del relieve; sin embargo, las formas de relieve tienen diferente interacción con la presencia del agua subterránea, en algunos casos favorecen la alimentación y recarga con litologías y estructuras permeables y en otros casos favorece a la surgencia de manantiales sobre todo en laderas y altiplanicies condicionados por cambios de litología y pendiente, los ideales favorecen y condicionan su almacenamiento en reservorios acuíferos.

Para la descripción de las unidades geomorfológicas, se ha tomado como base el mapa geomorfológico del Ingemmet.

4.1. Planicies y planicie inundable

Las planicies se encuentran en la parte sur, en los alrededores de San Jerónimo de Tunán, y pertenecen a la depresión Jauja-Huancayo.

La depresión Jauja-Huancayo es alargada tiene dirección noroeste - sureste; con una longitud aproximada de 70 km y ancho que varía entre 3 km y 15 km. En el sector de Huancayo su altura varía entre 3160 m s.n.m. y 3350 m s.n.m., cuya diferencia de altitudes favorecen a la presencia de acuíferos de tipo poroso no consolidado.

El río Mantaro, atraviesa a la planicie de Huancayo siguiendo un eje de dirección noroeste sureste constituyéndose en la fuente de recarga del acuífero poroso no consolidado en la planicie aluvial y en la planicie inundable, sin embargo, el emplazamiento del centro poblado de San Jerónimo de Tunan, se encuentra en el extremo nororiental y lejos de tener alguna relación hidrogeológica con la parte central del acuífero, aunque mantiene una zona con potencial presencia de depósitos no consolidados de piso de valle, con posible presencia de acuíferos porosos no consolidados que puede ser explotados mediante pozos, previo estudios más detallados. El fondo de la cuenca está cubierto por espesas formaciones cuaternarias que constituyen un sistema de terrazas, en los bordes del río Mantaro, se ubican terrazas de diferente altura, la terraza baja aluvial en sectores escalonados, localmente interrumpidos por los conos aluviales de los pequeños afluentes del río Mantaro.

4.2. Montañas y colinas, montañas y colinas

Las montañas y colinas (RMC-rs) en el sector del Ingenio constituyen la forma de relieve de mayor interés hidrogeológico, pertenecen a la unidad definida como Altas Mesetas Centrales y es en estas geoformas se ubican la mayor cantidad de manantiales.

Las montañas en rocas sedimentarias (RM-rs) se ubican en el extremo nororiental de la zona de estudio, en este sector de Ingenio las elevaciones montañosas en calizas poseen altas pendientes (Fotografía 4.1), cuya coincidencia de cambios de litología (entre calizas y areniscas) generan la surgencia de un gran manantial (Ancall, 104 L/s), a esto se suma la presencia de fallas de dirección noroeste sureste y la dirección de buzamiento al sur, que condicionan la dirección de flujo en la surgencia. En el eje de la quebrada se observa en la margen izquierda del curso

superficial (Fotografía 4.2) que aportan como tributarios del río Marañón

Las colinas en rocas sedimentarias (RC-rc) se ubican en las inmediaciones de San Jerónimo de Tunan (Fotografía 4.3), cuya configuración litológica de estas montañas, son escasamente favorables para el almacenamiento y circulación de aguas subterráneas, sin embargo, corresponden a materiales semipermeables que presentan manantiales, aunque de bajo caudal de producción (entre 1 L/s y 8 L/s).

La ubicación de estos manantiales y sus respectivos reservorios en colinas, son favorables para ejercer presión en la acometida domiciliaria, generando desigualdad en los servicios de agua potable a la población, la presión es mayor en las zonas bajas y menor en las zonas altas del centro poblado de San Jerónimo de Tunan, por lo tanto, el servicio de agua potable es desigual, las viviendas de la parte bajan tienen mayor tiempo de servicio y las viviendas de la parte alta, menor tiempo de cobertura.

Adicionalmente en el mapa (Figura 4.1) se observan colinas en rocas intrusivas, las que posiblemente tenga influencia en la formación de niveles de acuíferos fracturados en superficies someras, son los intrusivos ubicados en las inmediaciones de San Jerónimo de Tunan, las mismas que por encontrarse con fallas que se entrecruzan generan niveles permeables someros.

4.3. Piedemontes

En el sector de San Jerónimo de Tunán y El Ingenio, se define como piedemonte a depósitos coluviales que se ubican en la parte baja de las colinas. Son el resultado de procesos de erosión de laderas y en el eje de quebradas.

La vertiente de detritos (V-d) se ubica en una especie de eje que alinea de noroeste a sur este los sectores de Santa Cruz de Mayo, Casacancha y el centro poblado de Colpa, que incluye el sector de Llacta, donde la vertiente de detritos es amplia y está conformada por materiales sueltos no consolidados, rocas subangulosas a subredondeadas de diferente tamaño envueltos en matriz de limo arena y arcilla.

Los depósitos morrenicos (Mo) están compuestos de rocas subangulosas con bolones grandes y con matiz areno limosa y limo arcilloso, se ubican al borde nor oriental de la zona de estudio.

En general estos materiales son porosos y permeables, sin embargo, su configuración geomorfológica y geológica nos permite interpretar que tiene escasas condiciones de formar un acuífero.



Fotografía 4.1. Montañas en rocas sedimentarias, camino al sector de Ingenio, Nótese las laderas de alta pendiente y la elevación de la montaña.



Fotografía 4.2. Quebradas que forman parte de la disección de las montañas de rocas sedimentarias.



Fotografía 4.3. Colinas en rocas sedimentarias, en el sector de San Jerónimo de Tunán, conformadas por rocas sedimentarias e intrusivas, a media altura se ubican las surgencia de aguas subterráneas en forma de manantiales.



Fuentes de agua inventariadas

- Manantial
- Manantial Captado



SÍMBOLOS

| | | |
|--|--------------------------------------|---------------------------------|
| Rumbo y buzamiento de estratos | Capital de departamento | Curva de nivel - primaria |
| Rumbo y buzamiento de foliación | Localidad común | Curva de nivel - secundaria |
| Rumbo y buzamiento de capas invertidas | Capital de distrito | Río principal |
| Estratos verticales | Baños termales | Río secundario |
| Foliación vertical | Escuela | Quebrada |
| Faja normal | Iglesia | Quebrada seca una parte del año |
| Faja inferida | Hacienda | Quebrada seca e intermitente |
| Faja inversa | Casa aislada | |
| Lineamiento | Cementerio | |
| Faja normal inferida | Cota comprobada | |
| Eje de anticlinal | Carretera asfaltada o Dos o mas vías | |
| Eje de sincinal | Carretera afirmada, transitable | |
| Eje de anticlinal inferido | Camino camozable | |
| Eje de sincinal inferido | Camino de herradura | |
| Eje de sincinal tumbado inferido | Ferrocarril | |
| Eje de anticlinal tumbado inferido | Sendero | |
| Eje de anticlinal tumbado inferido | Túnel | |
| Dataciones radiométricas | Puente | |
| | Cable Transmisor de fza. eléctrica | |
| | Línea telegráfica | |
| | Línea telefónica | |
| | Contorno de ciudad | |

GEOMORFOLOGÍA

| UNIDAD | ETIQUETA | SUB UNIDAD |
|--------------------|----------|---|
| Planicie | PI-al | Llanura o planicie aluvial |
| Planicie Inundable | PI-i | Llanura o planicie inundable |
| | Tb-al | Terraza baja aluvial |
| Montañas y colinas | RMC-rs | Montañas y colinas en roca sedimentaria |
| Montañas | RM-rs | Montaña en roca sedimentaria |
| Colinas | RC-rs | Colina en roca sedimentaria |
| | RC-ri | Colina en roca intrusiva |
| Piedemonte | V-d | Vertiente coluvial de detritos |
| | Mo | Morrenas |

INGEMMET
 INSTITUTO NACIONAL DE GEOMINERÍA Y PETRÓLEO
 INSPECCIÓN HIDROGEOLÓGICA EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JERÓNIMO DE TUNÁN
 MAPA GEOMORFOLÓGICO DE LOS SECTORES DE SAN JERÓNIMO DE TUNÁN Y EL INGENIO
 Versión digital: Año 2015
 Escala: 1:50 000
 Figura N°4.1

5.0. HIDROLOGÍA

La hidrología, es el estudio de las interrelaciones entre el agua superficial y subterránea. Localmente sirve para cuantificar los niveles de aporte (entrada) y salida (descarga) que tiene los sistemas acuíferos. La hidrología presta singular atención al agua localizada cerca de la superficie del suelo, se interesa particularmente en aquellos componentes del ciclo hidrológico como precipitación, evapotranspiración, escorrentía e infiltración.

La meteorología, concentra un especial interés en el agua localizada en la superficie terrestre, donde se produce la precipitación y los cálculos de aporte; mientras que la hidrometría se encarga de medir los caudales, la velocidad, la fuerza, que generan las aguas de escorrentía y la surgencia de aguas subterráneas, estableciendo así los caudales de producción. La hidrografía involucra la descripción y la elaboración de mapas de los grandes cuerpos de agua, tales como ríos, lagos, mares y océanos. Por el otro lado, la hidrología subterránea se concentra en el agua que se encuentra en la zona saturada debajo de la superficie del suelo, y en la física suelo-agua en la zona no saturada desde donde se han monitoreado para el presente informe

5.1. Precipitación

La precipitación es todo tipo de agua meteórica que cae en la superficie de la tierra, tanto en forma líquida (llovizna, lluvia, etc.) y sólida (nieve, granizo, etc.) y las precipitaciones ocultas (rocío, la helada blanca, etc.). Ellas son provocadas por un cambio de la temperatura o de presión. La precipitación constituye la única entrada principal al sistema hidrológico continental (Musy, 2001).

En la zona del centro poblado de San Jerónimo de Tunan, la precipitación tiene un año hidrológico que comienza en setiembre con esporádicas lluvias, que se intensifica entre enero y marzo, dejando el tiempo de estío entre mayo-junio a agosto.

Las precipitaciones de baja intensidad, pero continuas, son las que favorecen a la recarga de acuíferos, en el presente informe hemos considerado las precipitaciones en forma general calculados en años anteriores (de 1965 al 2012) y de diferentes estaciones ubicadas en la zona de Huancayo (Cuadro 5.1), se puede visualizar la relación de estaciones consideradas para el análisis hidrológico, cuyos valores registrados (Cuadros 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 y 5.6), fueron analizados para el cálculo de isoyetas, adicionalmente se tiene los valores promedio (Cuadro 5.7) con el que fue posible elaborar un mapa de isoyetas para la zona de trabajo.

Las estaciones que registran de precipitación para San Jerónimo de Tunan es de 630.10 mm anuales (Cuadro 5.7), lo que corresponde cantidad de precipitación óptima para la recarga de acuíferos y mantener un caudal base en los manantiales (Fotografía 5.1), los mismos que garantizaría la presencia de manantiales en San Jerónimo de Tunan y el Ingenio.

El mapa Isoyetas (Figura 5.1), elaborado con los datos de los cuadros 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, y 5.7, tiene una probable inconsistencia, los valores de isoyetas en el valle (710 mm) son mayores a las isoyetas (690 mm) de la parte alta, aunque su diferencia es mínima. Esta variación ligera se debe a la falta de datos al momento de la regionalización, estaciones dispersas y a diferente altura y la

variación de registro en los datos, o registros focalizados, sin embargo, el promedio anual final (630.10 mm anuales) que es concordante con la presencia de lluvias en la zona de estudio.

Cuadro 5.1
 Estaciones meteorológicas utilizadas para la elaboración del mapa de isoyetas de San Jerónimo de Tunan.

| Código | Estación | X | Y | Z |
|--------|-----------|--------|---------|------|
| 608 | Viques | 474403 | 8655405 | 3186 |
| 635 | Huayao | 463205 | 8669185 | 3315 |
| 477 | Santa Ana | 475961 | 8672976 | 3295 |
| 155231 | Ingenio | 468659 | 8686607 | 3450 |
| 503 | Jauja | 446956 | 8696993 | 3322 |

Fuente. Elaboración Propia en base a datos de SENAMHI 2018



Fotografía 5.1. Sector de Ingenio, nótese los rastros de infiltración en las fracturas de las rocas.

Cuadro 5.2.
Estación Viques, precipitación total mensual (mm).
(Período 1965 – 2012)

| Año | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Set. | Oct. | Nov. | Dic. | Total |
|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| 1 1965 | 55.4 | 278.3 | 123.2 | 18.6 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 0.5 | 30.5 | 0.4 | 18.8 | 7.4 | 535.1 |
| 2 1966 | - | - | - | 26.6 | 1.7 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 0.8 | 61.1 | 23.1 | 14.7 | 128.4 |
| 3 1967 | 5.1 | 35.6 | 31.9 | 2.8 | 0.9 | 0.0 | 1.3 | 1.2 | 2.4 | 2.7 | 1.1 | 2.3 | 87.3 |
| 4 1968 | 9.4 | 3.7 | 26.6 | 1.6 | 0.2 | 0.0 | 3.2 | 1.5 | 1.3 | 4.6 | 9.5 | 5.8 | 67.4 |
| 5 1969 | 1.8 | 12.3 | 3.2 | 2.9 | 0.0 | 1.1 | 0.0 | 1.8 | 2.8 | 2.8 | 1.7 | 19.2 | 49.6 |
| 6 1970 | 35.6 | 24.0 | 6.0 | 4.0 | - | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 7.4 | 5.5 | 2.9 | 18.1 | 104.3 |
| 7 1971 | 14.4 | 18.8 | 12.1 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.6 | 2.5 | 9.7 | 3.7 | 12.9 | 77.0 |
| 8 1972 | 18.8 | 21.9 | 32.0 | 11.6 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 5.2 | 2.7 | 13.8 | 107.6 |
| 9 1973 | 421.0 | 515.0 | 128.7 | 28.3 | 0.0 | 0.9 | 0.0 | 1.0 | 1.6 | 13.6 | 5.9 | 52.5 | 1168.5 |
| 10 1974 | 32.3 | 241.6 | 9.9 | 2.1 | 0.0 | 3.9 | 0.8 | 1.0 | 0.1 | 1.3 | 2.8 | 3.2 | 299.0 |
| 11 1975 | 6.4 | 23.6 | 22.2 | 3.3 | 3.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.3 | 12.4 | 19.2 | 13.7 | 108.5 |
| 12 1976 | - | 28.3 | 8.6 | 1.8 | 2.6 | 3.1 | 0.0 | 4.3 | 5.3 | 6.6 | 1.2 | 16.1 | 77.9 |
| 13 1977 | 26.7 | 46.5 | 44.4 | 20.7 | 2.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 11.2 | 5.6 | 19.7 | 19.9 | 197.6 |
| 14 1978 | 49.1 | 37.3 | 22.4 | 24.7 | 5.0 | 2.5 | 0.0 | 0.4 | 8.7 | 21.4 | 123.0 | 351.6 | 646.1 |
| 15 1979 | 110.0 | 143.7 | 336.0 | 37.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 22.6 | 6.8 | 6.6 | 10.8 | 673.5 |
| 16 1980 | 12.0 | 18.7 | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.3 | 18.5 | 19.8 | 2.7 | 74.0 |
| 17 1981 | 46.3 | 64.1 | 299.3 | 6.5 | 2.5 | 1.0 | 0.0 | 1.6 | 17.4 | 33.3 | 150.8 | 220.3 | 843.1 |
| 18 1982 | 56.2 | 242.7 | 145.1 | 2.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 34.9 | 10.8 | 30.9 | 16.8 | 541.2 |
| 19 1983 | 13.3 | 7.6 | 9.8 | 4.9 | 1.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.3 | 70.3 | 81.0 | - | 194.9 |
| 20 1984 | 169.4 | 392.5 | 130.6 | 36.3 | 0.0 | 10.0 | - | - | - | - | - | - | 738.8 |
| 21 1985 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 22 1986 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 23 1987 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 24 1988 | - | - | 65.3 | 22.1 | 3.9 | 7.2 | 1.0 | 11.3 | 10.0 | 30.3 | 33.8 | 104.8 | 289.7 |
| 25 1989 | 103.7 | 140.4 | 107.4 | 57.9 | 13.8 | 8.8 | - | - | - | 136.9 | 117.0 | 60.0 | 745.9 |
| 26 1990 | 212.5 | 136.7 | 81.8 | 14.6 | 110.2 | 136.7 | 7.3 | 31.1 | 74.0 | 158.3 | 234.3 | 130.9 | 1328.4 |
| 27 1991 | 84.7 | 66.8 | 145.8 | 40.5 | 23.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 66.7 | 87.3 | 90.6 | 18.8 | 624.2 |
| 28 1992 | 130.7 | 163.9 | 144.2 | 44.6 | 0.0 | 14.4 | 96.1 | 35.0 | 8.0 | 83.0 | 25.5 | 9.1 | 754.5 |
| 29 1993 | 216.2 | 214.6 | 41.1 | 24.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.4 | 25.2 | 94.8 | 173.8 | 142.7 | 942.5 |
| 30 1994 | 198.8 | 227.2 | 77.6 | 39.7 | 13.1 | 0.0 | 0.0 | 3.9 | 19.6 | 75.1 | 52.2 | 53.1 | 760.3 |
| 31 1995 | 76.0 | 145.0 | 152.4 | 42.9 | 3.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 11.2 | 45.9 | 49.4 | 76.5 | 602.8 |
| 32 1996 | 226.0 | 85.9 | 66.5 | 22.2 | 3.2 | 5.8 | 0.0 | 10.0 | 50.5 | 32.2 | 49.0 | 72.2 | 623.5 |
| 33 1997 | 126.3 | 134.5 | 74.3 | 34.1 | 4.9 | 0.0 | 21.1 | 11.7 | 69.9 | 41.3 | 38.7 | 139.1 | 695.9 |
| 34 1998 | 123.3 | 123.2 | 23.8 | 22.5 | 0.0 | 2.7 | 0.0 | 10.4 | 5.6 | 112.3 | 69.0 | 34.9 | 527.7 |
| 35 1999 | 89.4 | 167.0 | 59.2 | 29.7 | 0.0 | 3.4 | 5.8 | 0.0 | 36.1 | 22.9 | 50.7 | 46.8 | 511.0 |
| 36 2000 | 82.3 | 99.0 | 89.3 | 18.3 | 13.0 | 2.8 | 5.8 | 35.1 | 36.1 | 68.4 | 34.2 | 84.3 | 568.6 |
| 37 2001 | 163.7 | 103.8 | 143.1 | 29.3 | 23.0 | 0.0 | 23.6 | 8.8 | 53.5 | 116.9 | 47.0 | 104.6 | 817.3 |
| 38 2002 | 121.4 | 127.9 | 81.3 | 19.6 | 0.0 | 1.1 | 20.8 | 0.0 | 41.6 | 72.4 | 98.2 | 51.2 | 635.5 |
| 39 2003 | 75.4 | 166.3 | 129.3 | 43.0 | 14.2 | 0.0 | 0.0 | 7.4 | 30.4 | 26.0 | 79.9 | 90.8 | 662.7 |
| 40 2004 | 22.0 | 135.3 | 67.1 | 40.5 | 25.8 | 23.5 | 11.1 | 14.2 | 29.6 | 33.0 | 52.3 | 97.3 | 551.7 |
| 41 2005 | 54.1 | 76.2 | 61.8 | 21.2 | 11.9 | 0.0 | 0.0 | 17.5 | 32.4 | 108.0 | 51.1 | 80.6 | 514.8 |
| 42 2006 | 131.7 | 81.0 | 87.8 | 34.8 | 0.0 | 4.4 | 0.0 | 27.7 | 21.6 | 51.8 | 39.9 | 110.3 | 591.0 |
| 43 2007 | 84.1 | 32.6 | 108.1 | 25.1 | 0.0 | 0.0 | 9.2 | 0.0 | 23.4 | 31.2 | 37.2 | 35.0 | 385.9 |
| 44 2008 | 123.8 | 109.2 | 69.1 | 0.0 | 2.1 | 9.6 | 0.0 | 0.0 | 38.0 | 78.4 | 52.8 | 104.8 | 587.8 |
| 45 2009 | 87.8 | 57.5 | 118.9 | 39.9 | 22.1 | 0.0 | 5.8 | 21.4 | 9.9 | 59.0 | 83.1 | 171.8 | 677.2 |
| 46 2010 | 150.0 | 89.5 | 103.5 | 38.0 | 0.0 | 22.1 | 38.0 | 6.8 | 15.4 | 33.1 | 59.2 | 188.6 | 744.2 |
| 47 2011 | 202.6 | 300.1 | 180.7 | 96.7 | 17.3 | 0.0 | 8.4 | 11.0 | 69.4 | 53.4 | 56.0 | 128.6 | 1124.2 |
| 48 2012 | 115.5 | 203.8 | 92.1 | 122.1 | 21.0 | 19.7 | 5.6 | 6.2 | 55.7 | 42.9 | 42.2 | - | 726.8 |
| Media | 97.3 | 124.3 | 87.5 | 25.8 | 7.9 | 6.3 | 6.2 | 6.9 | 23.2 | 45.2 | 50.9 | 70.0 | 527.0 |
| Desviación Estándar | 82.6 | 108.1 | 70.5 | 24.0 | 17.6 | 20.8 | 16.1 | 9.8 | 21.6 | 40.2 | 49.3 | 71.9 | 319.2 |
| Mínima | 1.8 | 3.7 | 3.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.4 | 1.1 | 2.3 | 49.6 |
| Máxima | 421.0 | 515.0 | 336.0 | 122.1 | 110.2 | 136.7 | 96.1 | 35.1 | 74.0 | 158.3 | 234.3 | 351.6 | 1328.4 |

Fuente: SENAMHI, 2018

Cuadro 5.3.
Estación Huayao, precipitación total mensual (mm).
(Periodo 1965 – 2012)

| Año | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Set. | Oct. | Nov. | Dic. | Total | |
|----------------------------|------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1 | 1965 | 93.6 | 124.8 | 117.3 | 59.5 | 11.2 | 0.0 | 9.7 | 15.9 | 95.5 | 77.8 | 68.2 | 80.3 | 753.8 |
| 2 | 1966 | 102.2 | 42.5 | 67.8 | 24.9 | 42.4 | 6.1 | 0.0 | 4.3 | 46.9 | 99.5 | 64.8 | 112.3 | 613.7 |
| 3 | 1967 | 107.5 | 142.9 | 184.7 | 39.9 | 41.5 | 1.5 | 23.4 | 23.0 | 52.2 | 99.4 | 43.6 | 65.5 | 825.1 |
| 4 | 1968 | 152.2 | 93.8 | 118.3 | 40.9 | 1.5 | 3.9 | 20.6 | 68.0 | 18.8 | 57.3 | 42.2 | 65.0 | 682.5 |
| 5 | 1969 | 51.9 | 78.1 | 59.0 | 65.3 | 6.1 | 12.8 | 21.9 | 14.2 | 37.6 | 44.1 | 78.3 | 106.0 | 575.3 |
| 6 | 1970 | 178.4 | 121.0 | 69.5 | 40.9 | 25.3 | 5.5 | 4.0 | 1.0 | 67.7 | 69.6 | 37.5 | 115.2 | 735.6 |
| 7 | 1971 | 83.5 | 177.6 | 150.0 | 45.8 | 5.4 | 3.5 | 6.1 | 79.1 | 24.5 | 64.4 | 68.3 | 82.4 | 790.6 |
| 8 | 1972 | 94.3 | 121.9 | 148.0 | 135.7 | 38.4 | 4.3 | 9.2 | 17.3 | 21.5 | 44.8 | 45.7 | 140.4 | 821.5 |
| 9 | 1973 | 152.8 | 153.7 | 137.1 | 97.4 | 12.9 | 3.6 | 23.9 | 21.3 | 48.1 | 94.1 | 39.8 | 87.9 | 872.6 |
| 10 | 1974 | 154.9 | 176.8 | 67.9 | 56.6 | 0.5 | 26.2 | 2.8 | 30.4 | 13.2 | 68.5 | 54.2 | 62.1 | 714.1 |
| 11 | 1975 | 83.6 | 120.1 | 162.6 | 38.4 | 31.2 | 3.6 | 0.5 | 38.9 | 130.7 | 86.0 | 65.5 | 111.4 | 872.5 |
| 12 | 1976 | 95.6 | 126.7 | 133.5 | 31.2 | 17.3 | 15.2 | 1.5 | 25.4 | 37.4 | 26.3 | 56.1 | 103.8 | 670.0 |
| 13 | 1977 | 85.5 | 124.6 | 124.0 | 125.1 | 22.9 | 1.8 | 7.3 | 6.7 | 53.0 | 70.0 | 125.6 | 89.9 | 836.4 |
| 14 | 1978 | 226.0 | 93.0 | 66.2 | 24.8 | 5.4 | 1.6 | - | 0.0 | 72.7 | 38.6 | 134.9 | 84.9 | 748.1 |
| 15 | 1979 | 129.4 | 80.6 | 108.7 | 72.0 | 22.4 | 0.5 | 3.4 | 20.9 | 31.6 | 22.9 | 76.0 | 61.9 | 630.3 |
| 16 | 1980 | 59.9 | 87.5 | 185.4 | 33.0 | 17.8 | - | - | - | - | - | - | - | 383.6 |
| 17 | 1981 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 18 | 1982 | 118.0 | 112.9 | 65.5 | 64.1 | 0.0 | 10.4 | 6.8 | 24.0 | 43.0 | 133.6 | 77.8 | 86.9 | 743.0 |
| 19 | 1983 | 124.8 | 55.4 | 120.6 | 36.1 | 24.4 | 13.8 | 0.7 | - | - | - | 52.7 | 35.1 | 463.6 |
| 20 | 1984 | 170.9 | 219.4 | 141.9 | 36.7 | 24.3 | 11.2 | 3.4 | 1.6 | 43.7 | 87.7 | 162.5 | - | 903.3 |
| 21 | 1985 | 78.5 | 161.7 | 80.7 | 55.6 | 19.2 | 5.6 | 9.7 | 10.1 | 89.9 | 76.3 | 89.2 | 137.2 | 813.7 |
| 22 | 1986 | 157.2 | 223.8 | 157.8 | 126.9 | 11.4 | 0.0 | 6.4 | 20.9 | 41.0 | 33.1 | 35.7 | 78.0 | 892.2 |
| 23 | 1987 | 156.3 | 147.0 | 68.3 | 72.7 | 14.4 | 15.3 | 11.7 | 6.2 | 40.2 | 33.9 | 41.5 | 118.2 | 725.7 |
| 24 | 1988 | 209.5 | 129.0 | 87.7 | 54.0 | 25.6 | 1.0 | 0.0 | 8.6 | 27.1 | 68.7 | 29.9 | 161.5 | 802.6 |
| 25 | 1989 | 96.6 | 188.9 | 145.3 | 88.9 | 19.2 | 15.1 | 0.5 | 17.5 | 13.5 | 123.0 | 45.2 | 40.8 | 794.5 |
| 26 | 1990 | 119.1 | 135.6 | 100.7 | 41.1 | 20.1 | 63.0 | 10.2 | 21.5 | 61.0 | 75.1 | 133.1 | 95.4 | 875.9 |
| 27 | 1991 | 71.0 | 54.4 | 163.3 | 82.1 | 34.4 | 16.6 | 1.4 | 0.0 | 57.4 | 57.6 | 65.7 | 38.7 | 642.6 |
| 28 | 1992 | 77.9 | 102.8 | 82.2 | 23.2 | 8.1 | 17.2 | 4.5 | 11.7 | 26.7 | 51.6 | 34.9 | 60.5 | 501.3 |
| 29 | 1993 | 139.9 | 144.6 | 107.2 | 103.2 | 18.6 | 1.0 | 3.7 | 25.1 | - | 66.0 | 109.1 | 133.7 | 852.1 |
| 30 | 1994 | 121.2 | 198.0 | 128.3 | 90.9 | 31.1 | 1.5 | 1.3 | 16.9 | 16.5 | 58.7 | 61.8 | 111.7 | 837.9 |
| 31 | 1995 | 68.9 | 131.3 | 125.4 | 19.6 | 26.9 | 2.6 | 9.2 | 16.4 | 36.5 | 76.0 | 56.0 | 98.3 | 667.1 |
| 32 | 1996 | 121.4 | 113.8 | 105.2 | 37.7 | 4.6 | 1.3 | 0.0 | 16.3 | 22.8 | 58.8 | 32.3 | 86.0 | 600.2 |
| 33 | 1997 | 103.9 | 137.9 | 70.6 | 37.5 | 2.9 | 0.3 | 1.3 | 18.3 | 46.7 | 34.4 | 75.0 | 125.6 | 654.4 |
| 34 | 1998 | 153.5 | 126.0 | 61.3 | 81.6 | 1.9 | 3.9 | 0.0 | 35.0 | 33.9 | 93.5 | 56.8 | 79.3 | 726.7 |
| 35 | 1999 | 113.3 | 148.7 | 75.5 | 59.7 | 6.6 | 22.7 | 8.1 | 7.9 | 62.8 | 51.2 | 82.6 | 76.8 | 715.9 |
| 36 | 2000 | 106.9 | 141.7 | 111.6 | 16.1 | 16.3 | 3.8 | 10.0 | 36.4 | 17.6 | 68.8 | 31.7 | 114.8 | 675.7 |
| 37 | 2001 | 166.0 | 92.3 | 161.0 | 26.1 | 15.8 | 1.5 | 18.6 | 5.9 | 62.7 | 104.9 | 57.7 | 115.8 | 828.3 |
| 38 | 2002 | 95.6 | 149.2 | 115.8 | 28.4 | 12.3 | 4.4 | 31.0 | 11.7 | 66.2 | 71.7 | 93.9 | 133.3 | 813.5 |
| 39 | 2003 | 127.7 | 111.6 | 133.6 | 99.6 | 26.0 | 2.6 | 1.5 | 22.3 | 31.2 | 37.7 | 65.7 | 116.3 | 775.8 |
| 40 | 2004 | 52.1 | 159.6 | 51.1 | 35.9 | 16.6 | 9.0 | 15.0 | 7.3 | 44.6 | 49.5 | 95.9 | 81.4 | 618.0 |
| 41 | 2005 | 52.1 | 73.4 | 74.3 | 26.6 | 14.0 | 0.6 | 6.3 | 5.8 | 19.3 | 116.7 | 61.1 | 72.1 | 522.3 |
| 42 | 2006 | 158.3 | 73.4 | 80.9 | 19.4 | 2.3 | 5.0 | 31.9 | 7.9 | 52.3 | 50.7 | 51.2 | 86.6 | 619.9 |
| 43 | 2007 | 97.4 | 36.3 | 139.8 | 55.6 | 13.0 | 0.0 | 2.6 | 2.2 | 15.9 | 64.4 | 50.6 | 77.8 | 555.6 |
| 44 | 2008 | 105.1 | 62.3 | 50.7 | 24.5 | 3.8 | 11.8 | 6.4 | 18.9 | 40.1 | 70.1 | 32.3 | 67.9 | 493.9 |
| 45 | 2009 | 92.5 | 90.2 | 131.0 | 62.9 | 16.4 | 9.7 | 7.4 | 32.1 | 26.4 | 40.1 | 114.6 | 111.7 | 735.0 |
| 46 | 2010 | 173.6 | 86.3 | 108.3 | 41.3 | 1.1 | 6.4 | 4.8 | 1.0 | 6.7 | 48.8 | 25.4 | 100.2 | 603.9 |
| 47 | 2011 | 157.3 | 231.8 | 111.8 | 72.9 | 19.3 | 0.0 | 3.6 | 1.9 | 68.6 | 48.7 | 71.3 | 124.9 | 912.1 |
| 48 | 2012 | 77.6 | 145.3 | - | 87.7 | 19.3 | 14.3 | 0.4 | - | 32.0 | 31.8 | 73.6 | - | 482.0 |
| Media | | 117.3 | 124.5 | 109.9 | 56.2 | 16.4 | 7.9 | 7.8 | 17.7 | 43.1 | 65.5 | 66.7 | 94.0 | 710.1 |
| Desviación Estándar | | 41.1 | 46.1 | 36.9 | 30.6 | 11.1 | 10.6 | 8.3 | 16.1 | 24.5 | 26.0 | 30.9 | 28.5 | 131.3 |
| Mínima | | 51.9 | 36.3 | 50.7 | 16.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.7 | 22.9 | 25.4 | 35.1 | 383.6 |
| Máxima | | 226.0 | 231.8 | 185.4 | 135.7 | 42.4 | 63.0 | 31.9 | 79.1 | 130.7 | 133.6 | 162.5 | 161.5 | 912.1 |

Fuente: SENAMHI, 2018

Cuadro 5.4
Estación Ingenio, precipitación total mensual (mm).
(Periodo 1965 – 2012)

| Año | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Set. | Oct. | Nov. | Dic. | Total | |
|----------------------------|------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| 1 | 1965 | 99.3 | 157.3 | 159.5 | 21.1 | 11.9 | 0.7 | 8.5 | 10.8 | 49.7 | 15.5 | 46.6 | 154.4 | 735.3 |
| 2 | 1966 | 101.2 | 59.9 | 29.0 | 12.1 | 30.6 | 0.0 | 0.5 | 7.4 | 38.2 | 94.8 | 84.6 | 110.6 | 568.9 |
| 3 | 1967 | 52.6 | 208.9 | 205.2 | 20.0 | 27.4 | 4.9 | 22.0 | 21.9 | 21.4 | 95.5 | 40.9 | 109.2 | 829.9 |
| 4 | 1968 | 171.8 | 110.6 | 145.5 | 33.5 | 0.0 | 9.4 | - | - | - | - | - | 149.2 | 620.0 |
| 5 | 1969 | 102.4 | 131.4 | 119.3 | 79.8 | 0.0 | 23.5 | 19.8 | 8.7 | 46.9 | 73.3 | 97.0 | 188.2 | 890.3 |
| 6 | 1970 | 240.7 | 121.0 | 118.0 | 97.5 | 11.1 | 24.6 | 6.0 | 0.0 | 72.7 | 97.6 | 72.2 | 152.9 | 1014.3 |
| 7 | 1971 | 180.3 | 230.2 | 153.9 | 45.3 | 6.8 | 14.6 | 0.0 | 18.9 | 20.9 | 74.7 | 63.7 | 126.5 | 935.8 |
| 8 | 1972 | 162.2 | 93.2 | 209.7 | 132.8 | 30.2 | 0.0 | 7.1 | 9.7 | 48.6 | 74.2 | 60.5 | 128.4 | 956.6 |
| 9 | 1973 | 162.1 | 196.4 | 163.6 | 83.2 | 23.6 | 8.5 | 44.9 | 17.8 | 45.0 | 110.8 | 62.7 | 169.3 | 1087.9 |
| 10 | 1974 | 216.6 | 246.8 | 147.5 | 77.4 | 0.0 | 25.7 | 3.6 | 25.2 | 1.9 | 91.1 | 90.4 | 123.5 | 1049.7 |
| 11 | 1975 | 153.1 | 190.8 | 157.7 | 72.9 | 54.8 | 0.0 | 0.0 | 9.6 | 56.4 | 68.6 | 40.9 | 94.4 | 899.2 |
| 12 | 1976 | 141.1 | 221.1 | 90.5 | 25.1 | 8.2 | 12.6 | 1.1 | 6.1 | 7.3 | 16.3 | 35.9 | 72.4 | 637.7 |
| 13 | 1977 | 117.7 | 136.5 | 129.3 | 59.8 | 37.6 | 1.1 | 0.0 | 7.0 | 38.6 | 63.4 | 108.8 | 107.7 | 807.5 |
| 14 | 1978 | 194.7 | 143.7 | 132.2 | 32.6 | 18.3 | 3.7 | 7.3 | 0.0 | 59.0 | 38.3 | 135.3 | 119.0 | 884.1 |
| 15 | 1979 | 89.2 | 147.5 | 145.5 | 58.1 | 58.8 | 0.0 | 0.0 | 11.0 | 46.2 | 41.5 | 107.9 | 76.5 | 782.2 |
| 16 | 1980 | 109.9 | 170.0 | - | 19.1 | 0.0 | 0.0 | 4.9 | 2.3 | 9.2 | 126.2 | 67.5 | 72.1 | 581.2 |
| 17 | 1981 | 145.5 | 170.6 | 58.7 | 10.6 | 40.1 | 0.0 | 0.0 | 25.9 | 16.8 | 99.9 | 145.8 | 214.9 | 928.8 |
| 18 | 1982 | 185.2 | 188.6 | 73.8 | 78.5 | 0.0 | 5.1 | 6.2 | 12.7 | 44.0 | 96.3 | 122.9 | 126.7 | 940.0 |
| 19 | 1983 | 83.1 | 90.0 | 128.9 | 57.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | 359.5 |
| 20 | 1984 | 245.5 | 279.8 | 168.6 | 31.4 | 34.6 | 18.1 | 0.0 | 3.1 | 27.1 | 86.0 | 259.1 | - | 1153.3 |
| 21 | 1985 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 22 | 1986 | 727.0 | 255.3 | 233.1 | 64.8 | 26.9 | 0.0 | 0.5 | 4.0 | 0.0 | 1.8 | 180.7 | 209.7 | 1703.8 |
| 23 | 1987 | 158.1 | 128.6 | 70.3 | - | 3.2 | 2.9 | 0.6 | 0.0 | 0.2 | 0.7 | 90.9 | 7.5 | 463.0 |
| 24 | 1988 | 202.2 | 47.7 | 39.2 | 27.2 | 20.3 | 5.3 | 9.3 | 9.8 | 62.8 | 55.5 | 41.0 | 11.8 | 532.1 |
| 25 | 1989 | 57.8 | 32.4 | 31.2 | 18.5 | 20.7 | 10.5 | - | - | - | - | - | - | 171.1 |
| 26 | 1990 | - | - | - | - | 72.1 | 69.7 | 3.0 | 31.8 | 37.1 | 45.1 | 40.9 | 60.5 | 360.2 |
| 27 | 1991 | 22.8 | 23.0 | 23.0 | 6.8 | 5.2 | 0.3 | 0.5 | 0.5 | 3.2 | 17.1 | 1.6 | 3.1 | 107.1 |
| 28 | 1992 | 4.2 | 6.2 | 4.3 | 2.3 | 0.9 | 16.0 | 0.7 | 13.5 | 6.3 | 15.9 | 18.2 | 7.6 | 96.1 |
| 29 | 1993 | 24.3 | 49.2 | - | 81.2 | 17.1 | 0.6 | 0.5 | 2.1 | 10.9 | 70.9 | 181.3 | 90.6 | 528.7 |
| 30 | 1994 | 96.2 | 66.4 | 46.4 | 35.6 | 12.8 | 3.8 | 1.6 | 2.5 | 10.0 | 39.7 | 68.7 | 53.7 | 437.4 |
| 31 | 1995 | 59.5 | 66.4 | 39.6 | 91.7 | 4.6 | 3.0 | 1.5 | 1.6 | 23.1 | 60.4 | 26.2 | 26.5 | 404.1 |
| 32 | 1996 | 69.6 | 76.6 | 27.6 | 36.0 | - | 1.9 | 0.0 | 14.0 | 25.6 | 79.2 | 55.5 | 156.3 | 542.3 |
| 33 | 1997 | 194.9 | 134.9 | 72.0 | 54.6 | 22.1 | 8.4 | 0.1 | 2.9 | 36.5 | 69.9 | 108.3 | 223.0 | 927.6 |
| 34 | 1998 | 197.1 | 123.2 | 106.8 | 49.9 | 10.6 | 14.0 | 0.0 | 11.9 | 23.9 | - | 90.9 | 136.8 | 765.1 |
| 35 | 1999 | 129.1 | 171.4 | 94.7 | 123.6 | 29.6 | 11.3 | 9.3 | 1.0 | 66.6 | 56.6 | 89.0 | 113.9 | 896.1 |
| 36 | 2000 | 211.5 | 168.8 | 116.2 | 31.2 | 11.5 | 0.0 | 8.7 | 8.4 | 25.4 | 59.4 | 37.7 | 119.8 | 798.6 |
| 37 | 2001 | 158.0 | 119.1 | 213.5 | 38.7 | 15.0 | 0.0 | 7.2 | 0.0 | 16.0 | 51.8 | 72.1 | 86.3 | 777.7 |
| 38 | 2002 | 29.5 | 73.5 | 71.0 | 36.1 | 1.0 | 1.0 | 10.0 | 0.0 | 26.0 | 100.1 | 87.7 | 111.3 | 547.2 |
| 39 | 2003 | 124.7 | 76.4 | 175.2 | 78.1 | 15.0 | 0.0 | 0.0 | 16.0 | 19.1 | 8.9 | 61.0 | 130.0 | 704.4 |
| 40 | 2004 | 100.9 | 155.3 | 147.0 | 24.8 | 8.1 | 6.4 | 12.0 | 6.8 | 27.0 | 66.9 | 83.8 | 143.3 | 782.3 |
| 41 | 2005 | 82.6 | 75.6 | 105.7 | 23.1 | 5.7 | 0.0 | 0.0 | 15.7 | 12.5 | 85.8 | 62.5 | 121.6 | 590.8 |
| 42 | 2006 | 135.1 | 85.0 | 127.5 | 39.3 | 0.0 | 2.3 | 1.5 | 1.3 | 21.1 | 58.5 | 105.4 | 90.1 | 667.1 |
| 43 | 2007 | 87.4 | 91.6 | 136.0 | 48.9 | 12.9 | 0.0 | 7.5 | 0.0 | 18.2 | 53.2 | 57.7 | 100.5 | 613.9 |
| 44 | 2008 | 118.3 | 86.4 | 64.9 | 26.0 | 6.8 | 11.8 | 8.1 | 2.7 | 38.9 | 82.3 | 36.7 | 96.8 | 579.7 |
| 45 | 2009 | 113.8 | 98.9 | 104.3 | 84.1 | 16.6 | 4.9 | 0.0 | 9.3 | 32.3 | 70.3 | 95.9 | 172.9 | 803.3 |
| 46 | 2010 | 155.5 | 133.9 | 84.0 | 55.6 | 2.2 | 0.0 | 0.0 | 2.8 | 8.7 | 61.9 | 57.2 | 130.0 | 691.8 |
| 47 | 2011 | 196.6 | 205.3 | 161.2 | 45.4 | 12.8 | 0.0 | 4.1 | 0.0 | 49.4 | 74.2 | 54.9 | 135.3 | 939.2 |
| 48 | 2012 | 88.6 | 132.2 | 75.7 | 135.7 | 19.9 | 28.0 | 0.0 | 3.8 | 28.4 | 51.6 | 67.1 | - | 631.0 |
| Media | | 141.3 | 129.9 | 111.5 | 51.3 | 17.1 | 7.7 | 5.0 | 8.2 | 29.1 | 62.8 | 79.9 | 112.4 | 717.5 |
| Desviación Estándar | | 106.3 | 64.4 | 56.6 | 32.7 | 16.5 | 12.2 | 8.1 | 8.0 | 19.0 | 30.2 | 47.2 | 53.4 | 285.9 |
| Mínima | | 4.2 | 6.2 | 4.3 | 2.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 1.6 | 3.1 | 96.1 |
| Máxima | | 727.0 | 279.8 | 233.1 | 135.7 | 72.1 | 69.7 | 44.9 | 31.8 | 72.7 | 126.2 | 259.1 | 223.0 | 1703.8 |

Fuente: SENAMHI, 2018

Cuadro 5.5
 Estación Jauja, precipitación total mensual (mm).
 (Periodo 1965 – 2012)

| Año | | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Set. | Oct. | Nov. | Dic. | Total |
|----------------------------|------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1 | 1965 | 88.0 | 90.4 | 90.7 | 64.5 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 22.0 | 52.5 | 54.1 | 28.8 | 120.3 | 612.3 |
| 2 | 1966 | 118.9 | 80.9 | 88.1 | 64.5 | 24.0 | 1.0 | 0.0 | 4.0 | 22.3 | - | 70.4 | 119.0 | 593.1 |
| 3 | 1967 | 102.6 | 190.9 | 141.1 | 38.6 | 18.5 | 14.9 | 15.2 | 14.4 | 11.0 | 115.3 | 34.7 | 75.1 | 772.3 |
| 4 | 1968 | 56.1 | 63.1 | 132.6 | - | 15.8 | 0.6 | 14.2 | 33.2 | 22.6 | 57.0 | - | - | 395.2 |
| 5 | 1969 | - | - | - | - | - | - | 13.6 | - | - | - | - | - | - |
| 6 | 1970 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 7 | 1971 | - | 155.8 | - | - | - | - | - | 20.9 | - | - | - | - | 176.7 |
| 8 | 1972 | - | - | - | - | - | 0.0 | 10.5 | - | - | 59.0 | - | - | 69.5 |
| 9 | 1973 | - | 154.6 | - | - | - | - | 11.2 | - | - | - | 54.9 | - | 220.7 |
| 10 | 1974 | - | - | - | - | - | 16.6 | 0.0 | - | - | - | - | - | 16.6 |
| 11 | 1975 | - | - | - | - | - | 0.0 | 0.0 | - | - | - | - | - | - |
| 12 | 1976 | - | - | - | - | 4.1 | 11.3 | 0.0 | - | - | - | - | - | 15.4 |
| 13 | 1977 | - | 132.3 | 58.8 | - | 43.7 | 0.0 | 0.0 | 3.1 | - | - | - | 79.4 | 317.3 |
| 14 | 1978 | 184.7 | 143.7 | 93.7 | 70.1 | 4.7 | 3.0 | 8.3 | 0.0 | 84.5 | - | 146.0 | 143.9 | 882.6 |
| 15 | 1979 | 108.2 | 137.9 | - | 104.8 | 16.3 | 0.0 | 2.0 | - | - | - | 129.5 | - | 498.7 |
| 16 | 1980 | - | - | - | - | 0.0 | 0.0 | 3.2 | 0.5 | 22.5 | 138.1 | 66.8 | 95.4 | 326.5 |
| 17 | 1981 | 111.4 | 166.4 | 129.0 | 10.0 | 4.5 | 0.0 | 0.0 | 46.2 | 20.3 | 68.7 | 139.3 | 175.5 | 871.3 |
| 18 | 1982 | 142.0 | 156.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 298.0 |
| 19 | 1983 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 20 | 1984 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 21 | 1985 | - | - | - | - | - | - | 6.3 | 2.4 | 34.2 | 33.4 | 104.6 | 114.6 | 295.5 |
| 22 | 1986 | 130.8 | 167.4 | 105.5 | 61.3 | 9.6 | - | - | 13.7 | 32.6 | 35.7 | 31.7 | 79.6 | 667.9 |
| 23 | 1987 | 62.9 | 96.6 | 67.8 | 17.7 | 4.6 | 3.2 | 14.8 | 0.4 | 26.6 | 60.0 | 80.8 | 89.3 | 524.7 |
| 24 | 1988 | 134.1 | 126.4 | 72.5 | 52.4 | - | 0.0 | - | - | - | - | - | - | 385.4 |
| 25 | 1989 | - | - | - | - | - | 18.3 | 7.1 | 11.7 | 34.6 | 51.1 | 92.5 | 52.9 | 268.2 |
| 26 | 1990 | 123.8 | 45.8 | 82.8 | 32.6 | 10.0 | 44.8 | - | - | - | - | - | 99.3 | 439.1 |
| 27 | 1991 | 78.8 | 63.6 | 137.9 | 49.2 | 22.4 | 14.5 | 1.4 | 0.0 | 35.9 | 68.3 | 41.8 | 55.3 | 569.1 |
| 28 | 1992 | 65.8 | 48.5 | 33.1 | 14.7 | 0.6 | 19.4 | 0.5 | 8.3 | 16.1 | 35.7 | 46.0 | 40.6 | 329.3 |
| 29 | 1993 | 137.4 | 113.5 | 82.4 | - | 7.1 | 0.8 | - | 7.5 | 42.2 | 90.5 | 116.5 | 129.1 | 727.0 |
| 30 | 1994 | 130.8 | 114.7 | 111.4 | 85.4 | 11.1 | 4.3 | 0.0 | 3.0 | - | - | 64.7 | 83.4 | 608.8 |
| 31 | 1995 | 67.4 | 86.0 | 132.6 | 37.4 | - | 1.2 | 10.1 | 2.5 | 2.8 | 62.8 | 72.5 | 115.2 | 590.5 |
| 32 | 1996 | 84.7 | 101.9 | 138.5 | 61.4 | - | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 31.8 | - | - | 79.7 | 498.4 |
| 33 | 1997 | 131.5 | 125.8 | 58.4 | 20.9 | 16.5 | 0.2 | 2.2 | 5.8 | 12.1 | 19.7 | 61.4 | 100.2 | 554.7 |
| 34 | 1998 | 121.6 | 111.1 | 85.1 | 19.1 | 1.0 | 2.3 | 0.0 | 0.0 | 7.8 | 122.0 | 68.2 | 105.5 | 643.7 |
| 35 | 1999 | 139.3 | 132.9 | 88.7 | 69.0 | 7.8 | 2.3 | 2.0 | 0.0 | 69.7 | 58.3 | 48.5 | 82.2 | 700.7 |
| 36 | 2000 | 152.5 | 148.2 | 147.4 | 32.4 | 10.5 | 3.9 | 4.4 | 12.5 | 16.8 | 52.6 | 40.8 | 99.9 | 721.9 |
| 37 | 2001 | 125.2 | 77.3 | 169.4 | 34.0 | 18.9 | 7.8 | 6.6 | 1.7 | 18.4 | 70.3 | 93.7 | 76.8 | 700.1 |
| 38 | 2002 | 53.4 | 136.3 | 131.5 | 79.1 | 8.1 | 2.0 | 18.2 | 3.6 | 66.0 | 51.6 | 88.8 | 101.8 | 740.4 |
| 39 | 2003 | 122.5 | 82.7 | 130.7 | 54.1 | 4.9 | 1.5 | 0.7 | 6.0 | 14.5 | 39.1 | 63.3 | 117.2 | 637.2 |
| 40 | 2004 | 50.3 | 136.1 | 108.5 | 38.3 | 14.7 | 6.1 | 4.7 | 5.1 | 36.1 | 50.4 | 89.5 | 78.5 | 618.3 |
| 41 | 2005 | 68.4 | 122.2 | 89.8 | 27.5 | 17.3 | 0.0 | 0.7 | 14.9 | 15.4 | 93.2 | 42.9 | 103.1 | 595.4 |
| 42 | 2006 | 105.3 | 98.1 | 114.6 | 43.2 | 8.0 | 19.9 | 4.0 | 3.9 | 17.0 | 48.1 | 50.2 | 89.9 | 602.2 |
| 43 | 2007 | 81.1 | 76.2 | 169.4 | 50.1 | 17.4 | 0.0 | 4.6 | 1.4 | 12.5 | 66.3 | 63.3 | 76.2 | 618.5 |
| 44 | 2008 | 112.7 | 100.5 | 63.3 | 11.3 | 13.3 | 6.4 | 0.6 | 4.2 | 28.0 | 64.2 | 31.4 | 72.8 | 508.7 |
| 45 | 2009 | 95.7 | 76.0 | 115.1 | 89.4 | 47.2 | 3.8 | 2.6 | 15.4 | 8.6 | 55.4 | 122.8 | 149.9 | 781.9 |
| 46 | 2010 | 130.5 | 96.1 | 59.0 | 52.7 | 6.2 | 2.2 | 0.5 | 0.6 | 27.9 | 72.6 | 51.8 | 106.9 | 607.0 |
| 47 | 2011 | 113.8 | 162.4 | 170.8 | 51.8 | 14.2 | - | 2.9 | 2.3 | 16.0 | 65.7 | 77.8 | 140.7 | 818.4 |
| 48 | 2012 | 98.4 | 110.2 | 62.4 | 89.0 | 24.6 | 3.2 | 0.4 | 4.4 | 45.2 | 52.3 | 91.4 | - | 581.5 |
| Media | | 106.8 | 114.3 | 104.9 | 49.2 | 13.0 | 5.7 | 4.5 | 7.9 | 28.3 | 63.7 | 72.9 | 98.5 | 520.9 |
| Desviación Estándar | | 31.9 | 36.0 | 36.1 | 24.9 | 10.9 | 9.0 | 5.3 | 10.1 | 18.9 | 26.0 | 32.1 | 29.0 | 220.1 |
| Mínima | | 50.3 | 45.8 | 33.1 | 10.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.8 | 19.7 | 28.8 | 40.6 | 15.4 |
| Máxima | | 184.7 | 190.9 | 170.8 | 104.8 | 47.2 | 44.8 | 18.2 | 46.2 | 84.5 | 138.1 | 146.0 | 175.5 | 882.6 |

Fuente: SENAMHI, 2018

Cuadro 5.6
Estación Santa Ana, precipitación total mensual (mm).
(Periodo 1992 – 2012)

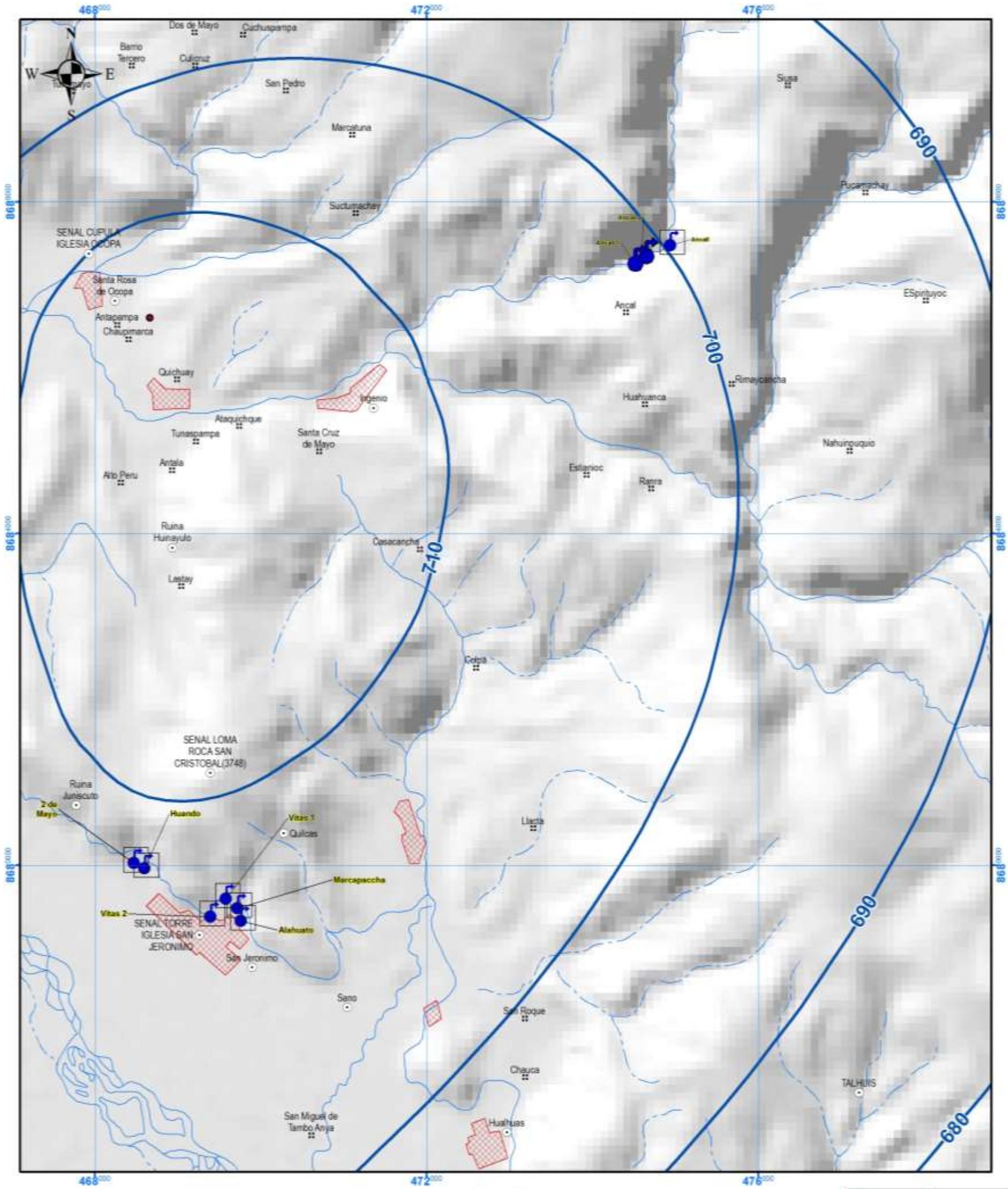
| Año | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Set. | Oct. | Nov. | Dic. | Total | |
|----------------------------|------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| 1 | 1992 | - | 88.8 | 50.2 | 16.8 | 3.4 | 11.5 | 2.9 | 17.6 | 15.7 | 33.4 | 67.0 | 36.6 | 343.9 |
| 2 | 1993 | 112.0 | 106.4 | 109.1 | 88.5 | 23.4 | 1.8 | 3.4 | 13.0 | 14.5 | 19.6 | 63.2 | 66.2 | 621.1 |
| 3 | 1994 | 100.4 | 76.8 | 62.8 | 36.8 | 16.6 | 6.0 | 0.0 | 5.7 | 5.3 | 44.8 | 63.9 | 94.8 | 513.9 |
| 4 | 1995 | 77.6 | 78.7 | 108.2 | 19.8 | 7.4 | 1.5 | 6.4 | 8.7 | 17.8 | 86.7 | 76.8 | 120.1 | 609.7 |
| 5 | 1996 | 113.7 | 90.5 | 107.2 | 71.4 | 3.8 | 1.0 | 0.0 | 3.3 | 39.1 | 40.7 | 50.3 | - | 521.0 |
| 6 | 1997 | - | 146.3 | 60.9 | 30.3 | 3.3 | 2.1 | 2.4 | 20.2 | 32.4 | 46.0 | 74.2 | 155.8 | 573.9 |
| 7 | 1998 | 182.3 | 181.9 | 56.3 | 71.1 | 7.6 | 7.0 | 0.0 | 7.6 | 27.7 | 94.4 | 89.9 | 88.1 | 813.9 |
| 8 | 1999 | 83.6 | 159.8 | 81.5 | 31.6 | 6.2 | 20.4 | 11.1 | 3.6 | 60.5 | 67.4 | 102.0 | 86.6 | 714.3 |
| 9 | 2000 | 103.6 | 138.2 | 89.3 | 39.6 | 15.0 | 1.8 | 7.3 | 21.4 | 5.5 | 60.1 | 43.0 | 82.2 | 607.0 |
| 10 | 2001 | 108.9 | 117.5 | 178.6 | 31.5 | 9.9 | 0.8 | 8.4 | 4.1 | 40.2 | 78.3 | 71.3 | 120.7 | 770.2 |
| 11 | 2002 | 67.2 | 112.3 | 127.4 | 36.5 | 12.1 | 1.5 | 24.3 | 21.9 | 62.2 | 84.8 | 149.1 | 124.2 | 823.5 |
| 12 | 2003 | 95.5 | 121.2 | 166.9 | 64.3 | 30.9 | 0.0 | 0.5 | 21.0 | 25.4 | 25.7 | 83.8 | 166.4 | 801.6 |
| 13 | 2004 | 71.3 | 136.4 | 78.3 | 29.5 | 13.3 | 11.0 | 9.9 | 11.7 | 35.4 | 37.7 | 95.9 | 126.9 | 657.3 |
| 14 | 2005 | 50.8 | 120.8 | 87.5 | 26.8 | 5.2 | 12.0 | 2.6 | 0.4 | 13.1 | 129.8 | 60.0 | 134.7 | 643.7 |
| 15 | 2006 | 178.3 | 91.0 | 91.7 | 28.5 | 1.4 | 6.4 | 5.1 | 12.1 | 41.4 | 57.6 | 73.2 | 143.1 | 729.8 |
| 16 | 2007 | 104.0 | 75.5 | 150.7 | 37.2 | 13.7 | 0.0 | 6.3 | 13.6 | 20.8 | 56.9 | 59.8 | 74.5 | 613.0 |
| 17 | 2008 | 116.0 | 94.5 | 46.3 | 24.7 | 11.0 | 11.1 | 0.0 | 6.2 | 45.7 | 117.4 | 48.9 | 97.5 | 619.3 |
| 18 | 2009 | 94.7 | 102.8 | 120.9 | 84.2 | - | 1.8 | 7.6 | 23.3 | 39.1 | 48.4 | 129.1 | 133.2 | 785.1 |
| 19 | 2010 | 142.9 | 151.0 | 84.1 | 26.9 | 0.7 | 3.1 | 19.4 | 6.9 | 7.0 | 68.7 | 49.8 | 122.4 | 682.9 |
| 20 | 2011 | 205.7 | 271.0 | 139.2 | 79.1 | 11.5 | 0.0 | 9.8 | 3.8 | 79.9 | 73.4 | 55.7 | 140.7 | 1069.8 |
| 21 | 2012 | 108.4 | 133.6 | 75.8 | 126.7 | 29.5 | 28.0 | 0.0 | 2.0 | 37.1 | 58.0 | 61.8 | - | 660.9 |
| Media | | 111.4 | 123.6 | 98.7 | 47.7 | 11.3 | 6.1 | 6.1 | 10.9 | 31.7 | 63.3 | 74.7 | 111.3 | 675.0 |
| Desviación Estándar | | 40.4 | 44.6 | 37.6 | 28.9 | 8.6 | 7.4 | 6.5 | 7.5 | 19.8 | 28.3 | 26.6 | 33.4 | 146.4 |
| Mínima | | 50.8 | 75.5 | 46.3 | 16.8 | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 5.3 | 19.6 | 43.0 | 36.6 | 343.9 |
| Máxima | | 205.7 | 271.0 | 178.6 | 126.7 | 30.9 | 28.0 | 24.3 | 23.3 | 79.9 | 129.8 | 149.1 | 166.4 | 1069.8 |

Fuente: SENAMHI, 2018

Cuadro 5.7
Promedio anual de precipitación generada en base a información de 5 estaciones meteorológicas de San Jerónimo de Tunan.

| N° | Estación | X | Y | Z | Periodo | Precipitación media anual (mm) |
|-----------------------|-----------|--------|---------|------|-----------|--------------------------------|
| 5.2 | Viques | 474403 | 8655405 | 3186 | 1965-2012 | 527.00 |
| 5.3 | Huayao | 463205 | 8669185 | 3315 | 1965-2012 | 710.10 |
| 5.4 | Ingenio | 468659 | 8686607 | 3450 | 1965-2012 | 717.50 |
| 5.5 | Jauja | 446956 | 8696993 | 3322 | 1965-2012 | 520.90 |
| 5.6 | Santa Ana | 475961 | 8672976 | 3295 | 1992-2012 | 675.00 |
| Promedio Total | | | | | | 630.10 |

Fuente. Elaboración Propia en base a datos de SENAMHI 2018



| SÍMBOLOS | |
|----------|---------------------------------|
| | Capital de departamento |
| | Localidad común |
| | Capital de distrito |
| | Baños termales |
| | Escuela |
| | Iglesia |
| | Hacienda |
| | Casa aislada |
| | Cementerio |
| | Cota comprobada |
| | Isoyetas |
| | Río principal |
| | Río secundario |
| | Quebrada |
| | Laguna |
| | Quebrada seca una parte del año |
| | Quebrada seca e intermitente |

| Fuentes de agua inventariadas | |
|-------------------------------|-------------------|
| | Manantial |
| | Manantial Captado |



INGEMMET
INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

INSPECCIÓN HIDROGEOLOGICA EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JERÓNIMO DE TUNÁN
MAPA DE ISOYETAS DE LOS SECTORES DE SAN JERÓNIMO DE TUNÁN Y EL INGENIO

Versión digital: Año 2018

Escala: 1:50 000

Figura N°5.1

5.2. Temperatura

La temperatura máxima en el centro poblado de San Jerónimo de Tunán, el Ingenio y alrededores, llega a niveles máximos de 19.6° C, con una mínima a 5.0°C; por lo tanto, la temperatura promedio anual es de 12.3 °C. Según los registros encontrados en la página web del SEMANHI, en promedio, la temperatura máxima extrema llega a 20.7 °C en el mes de noviembre y la mínima extrema llega a -0.2 °C en el mes de julio.

En el sector del Ingenio, la temperatura máxima llega a niveles promedio de 19.1° C y la mínima a 5.1 °C; por lo tanto, la temperatura promedio anual es de 12.1 °C. En promedio, la temperatura máxima extrema llega a 19.9°C en el mes de noviembre y la mínima extrema llega a -0.6°C en el mes de julio.

A continuación, se tienen algunos gráficos referenciales que muestran la variabilidad térmica de diferentes puntos de la zona de Huancayo (Gráficos 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 y 5.5).



Gráfico 5.1. Estación Viques, variaciones temporales de temperatura (2013-2017).

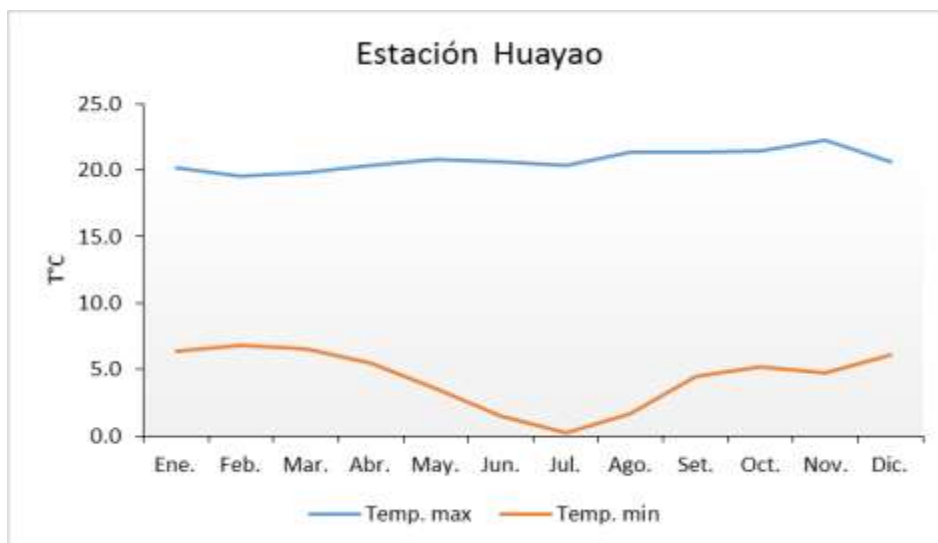


Gráfico 5.2. Estación Huayao, variaciones temporales de temperatura (2013-2017).



Gráfico 5.3. Estación Santa Ana, variaciones temporales de temperatura (2012-2017).



Gráfico 5.4. Estación Ingenio, variaciones temporales de temperatura (2012-2017).

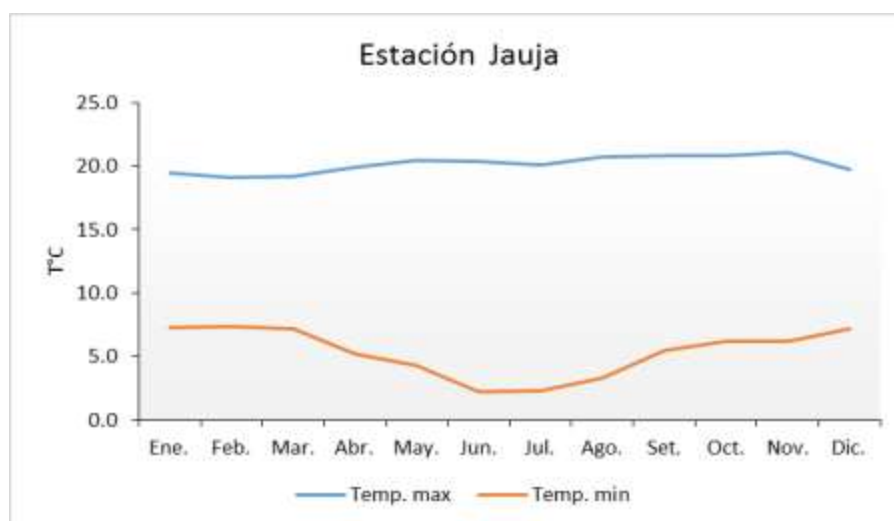


Gráfico 5.5. Estación Jauja, variaciones temporales de temperatura (2013-2017).

5.3. Hidrografía de los sectores de San Jerónimo de Tunán y El Ingenio

El centro poblado de San Jerónimo de Tunán se ubica en la sub-cuenca Alto Mantaro, las inmediaciones del poblado corresponde a un área que recibe el aporte de las aguas superficiales que drenan de las quebradas secundarias y quebradas menores, producto de los cursos superficiales y la descarga de las aguas subterráneas.

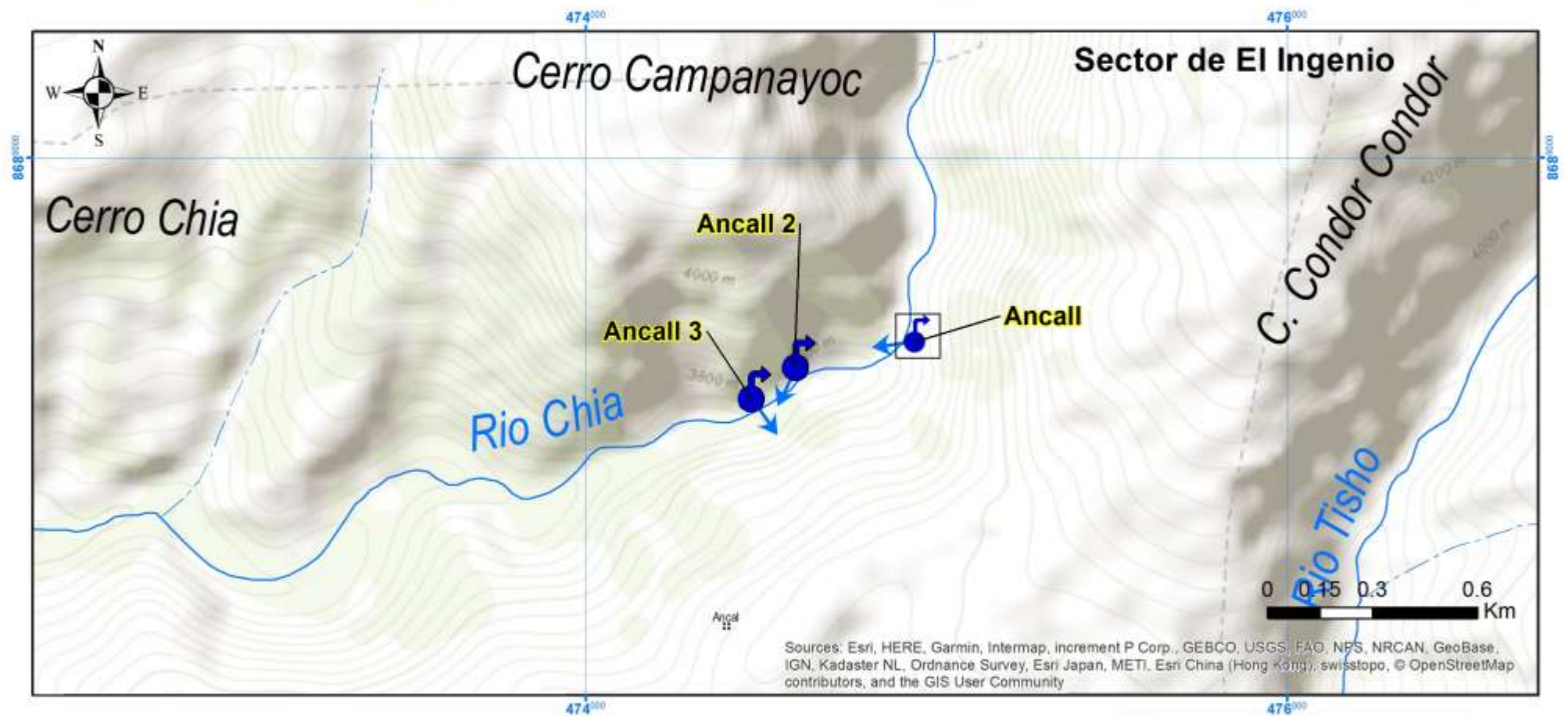
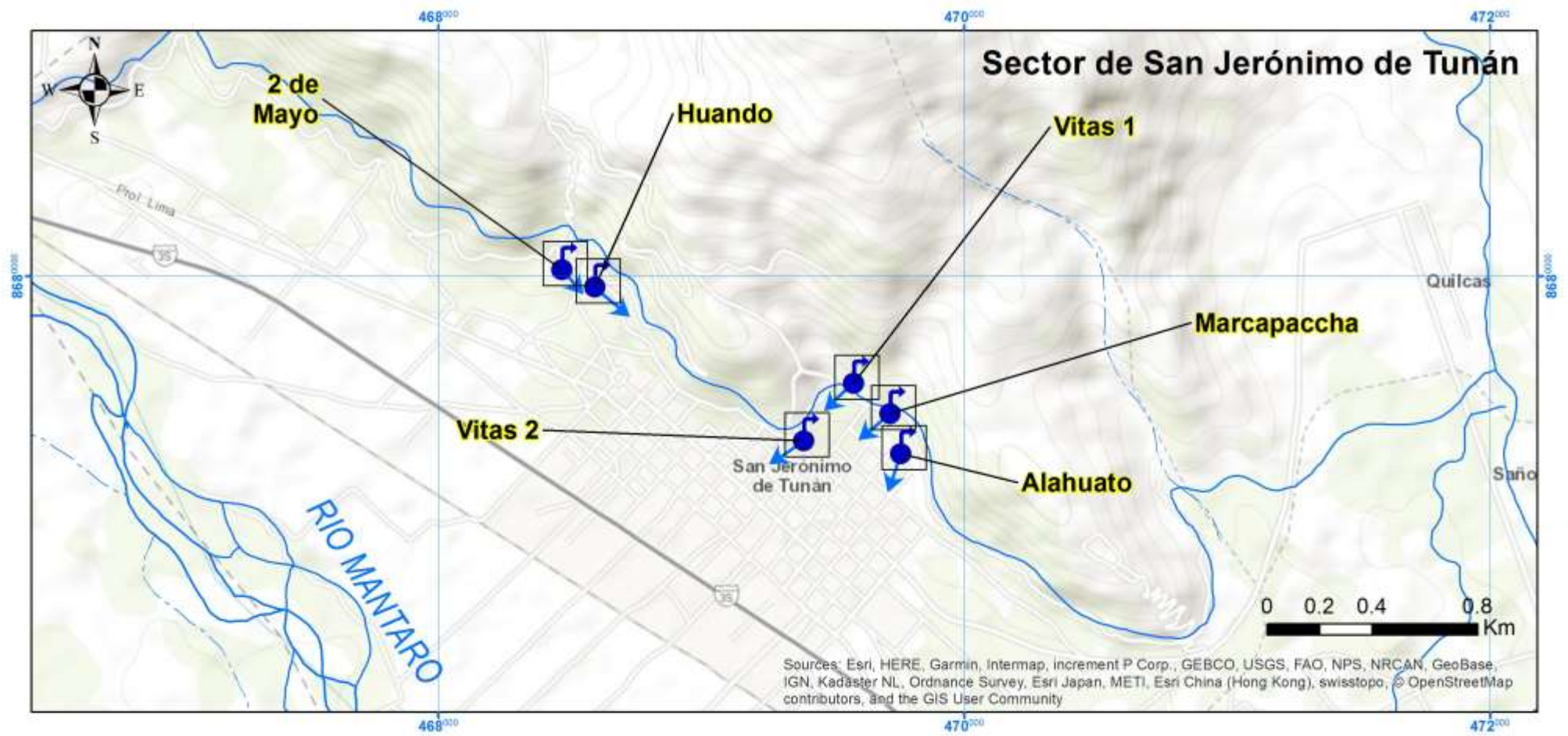
Las lluvias que caen en el sector se encuentran relacionadas a la presencia de manantiales, formando surgencias de agua de subsuelo a superficie, por lo tanto, constituye la principal fuente de alimentación y recarga que tienen los manantiales. La presencia de lluvia y la infiltración de aguas del río Mantaro en la planicie aluvial (compuesta de material no consolidado), es posible que generen la formación de acuíferos poroso no consolidados que no ha sido posible estudiarla en esta comisión, debido al escaso tiempo de inspección. Sin embargo, queda el registro de un acuífero potencial que puede ser estudiado en el futuro.

En las inmediaciones de San Jerónimo de Tunán existe presencia de agua superficial correspondiente a un canal de regadío (Canal Acha vitas) que pasa por gran parte del distrito, donde además es cortada por quebradas menores sin contenido de aguas superficiales (quebradas secas) en su gran mayoría, esta agua superficial se utiliza para el riego de zonas agrícolas del distrito.

En el Ingenio se ubica el río Chía (Fotografía 5.2), cuyos caudales son muy variables, elevados cuando responden a la época de mayor precipitación pluvial y se reduce considerablemente en la época de estío. El agua del río Chía en su mayoría es usada por pisigranjas o criaderos de trucha, que además es el insumo principal de los restaurantes de la zona (Figura 5.2).



Fotografía 5.2. Río Chía, donde también se encuentra la captación del Ingenio, que abastece de agua potable al centro poblado de San Jerónimo de Tunan.



SÍMBOLOS

- | | |
|---------------------------|-----------------------------------|
| 🏠 Capital de departamento | ☒ Cementerio |
| 🏘 Localidad común | ✕ Cota comprobada |
| ● Capital de distrito | 🌊 Río principal |
| ⦿ Baños termales | 🌊 Río secundario |
| 🎓 Escuela | 🌊 Quebrada |
| ✝ Iglesia | 🌊 Laguna |
| 🏡 Hacienda | 🌊 Quebrada seca una parte del año |
| • Casa aislada | 🌊 Quebrada seca e intermitente |

Fuentes de agua inventariadas

- 🔵 Manantial
- 🔵 Manantial Captado



SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

INSPECCIÓN HIDROGEOLÓGICA EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JERÓNIMO DE TUNÁN

MAPA DE DRENAJE DE LOS SECTORES DE SAN JERÓNIMO DE TUNÁN Y EL INGENIO

Versión digital: Año 2018

Escala 1:20 000

Figura N°5.2

Datum: WGS 84. Proyección: UTM Zona 18 Sur

6.0. GEOLOGÍA

La geología del sector de San Jerónimo de Tunán está constituida por rocas sedimentarias, volcánicas e intrusivas y corresponde a diferentes formaciones geológicas descritas en forma crono-estratigráfica, de las más antiguas a las más recientes (Figura 6.1).

6.1. Neoproterozoico

6.1.1. Complejo del Maraón (NP-cm-fil, esq)

Los esquistos son de tonalidad gris oscura, alguno de los cuales destacan por su coloración verde y exfoliación pronunciada; en los afloramientos el pronunciado fracturamiento de las rocas da lugar a una superficie áspera. Las rocas más abundantes son los esquistos micáceos cuyo principal componente es la muscovita de gran tamaño llegando hasta 5 centímetros, y cuarzos dispuestos a manera de lentes elípticos dentro de una estructura replegada y afectada por una foliación posterior. En el estudio microscópico una muestra de la localidad de Asna Colo a se ha determinado como un esquisto de clorita y cuarzo; los componentes principales son: muscovita, clorita, opacos (sericita), pronunciada foliación y segregación de minerales de la matriz rica en cuarzo. Las filitas son de grano fino, foliación bien marcada y al intemperizarse originan fragmentos de brillo satinado. El paso de esta secuencia a la secuencia superior es de forma gradacional. Esta secuencia por sus características mineralógicas corresponde a una secuencia metamórfica de bajo grado.

6.2. Paleozoico

6.2.1. Grupo Cabanillas (D-c)

La litología del Grupo Cabanillas en el sector de San Jerónimo de Tunan lo componen los esquistos cuarzosos feldespáticos, filitas y pizarras, limoarcillitas cremas, filitas y areniscas finas de aspecto impermeable.

Se distribuye ampliamente a manera de franja alargada con dirección noroeste sureste, teniendo buenas exposiciones a lo largo de la zona de estudio, desde el centro poblado de San Jerónimo de tunan hacia el norte. Se observa en contactos fallados con calizas de la Formación Chambará y areniscas del Grupo Mitu en gran parte de la zona oriental de la zona de estudio (Figura 6.1) También se tienen buenos afloramientos en los alrededores del centro poblado de Santa Rosa de Ocopa, Antapampa, Chaupimarca y Punco donde los niveles de limo arcillitas oscuras se presentan bastante fisibles. Entre los cerros Chía y Tunga aflora en forma de una franja fallada de dirección noroeste sureste con buzamiento de 60° al sur que va ensanchándose hacia la parte sur, en las inmediaciones del cerro Jatuncorral y tiene contacto fallado con la Formación Chambará y el Grupo Mitú.

En sus niveles inferiores tiene una secuencia monótona de limoarcillitas y pizarras oscuras de color negro en capas delgadas de hasta de 10 centímetros, con algunas intercalaciones de areniscas oscuras y gris verdosas de grano grueso en capas delgadas, como se aprecia en el sector de Vitas, aunque también se aprecia afloramientos de rocas volcánicas compactas (pórfido riolítico) en contacto fallado y muy cerca de San Jerónimo de Tunan, curiosamente en este sector (Vitas) afloran los manantiales de bajo caudal que abastece de agua potable gran parte del centro poblado de San Jerónimo de Tunan.

6.3. Pérmico Superior-Triásico Inferior

6.3.1. Grupo Mitu (PET-m)

Al igual que las formaciones del paleozoico, el Grupo Mitu se visualiza solo en la parte noreste de la zona de estudio, donde cubre más o menos la mitad del área de la Cordillera Oriental. El Grupo Mitu presenta sus facies clásicas conocida a través de los Andes, compuesta de conglomerados, areniscas, lutitas y lavas ácidas a intermedias, teniendo en común todas estas rocas un color dominante que varía entre el rojo ladrillo y el violeta. Las variaciones laterales de litología en el Mitu son muy grandes, las facies y los espesores de los componentes detríticos varían muy rápidamente, de la misma manera los niveles volcánicos varían de espesor y de ubicación de un afloramiento a otro.

En San Jerónimo de Tunan Aflora en dos sectores: 1) En el cerro Orocancha, alargado de noroeste a sureste cuyo límite con el borde inferior es con el Grupo Cabanillas en contacto fallado y con el techo en contacto concordante con las calizas blancas de la Formación Chambará 2) Entre las localidades de Nahuipuquio y Rimaycancha en una franja alargada y truncada por dos fallas de contacto, de dirección noroeste sureste, cubierto por depósitos cuaternarios en dos sectores. La falla que pone en contacto al Grupo Mitú con la Formación Chambará, se ubica en el eje condonante con las surgencias de aguas subterráneas del sector de Ingenio, a la altura del cerro Campañayoc donde afloran areniscas de grano fino de ambiente continental (Fotografía 6.1)



Fotografía 6.1. Afloramiento de areniscas rojizas de grano fino pertenecientes al Grupo Mitú, en las inmediaciones del Ingenio.

6.4. Triásico Superior-Triásico Inferior y Medio

6.4.1. Grupo Pucará

En Huancayo, el Grupo Pucará (MacLaughlin 1924, Jenks 1951) tiene numerosos afloramientos alargados de rumbo noreste sureste, tanto en la Cordillera Oriental, donde constituye los estratos más recientes conservados en los sinclinales, como en las altas mesetas donde forma el núcleo de varios anticlinales. El Grupo Pucará está compuesto por calizas que desempeñan un importante papel en la morfología y relieve del territorio.

El Grupo Pucará en la zona de estudio se puede dividir en tres unidades lito-estratigráficas. Una unidad inferior de 181.50 m de espesor, bastante mal expuesta, que se compone de calizas bandeadas en la base y calizas con abundante chert y hasta en fajas en la parte superior. Una unidad media de 47 m de espesor compuesta por areniscas calcáreas negras con nódulos discoidales de caliza.

Una unidad superior de 1,197.5 m. de potencia compuesta de calizas grises compactas, a veces, oolíticas, con alto de chert en la mitad inferior.

Los tres afloran en las inmediaciones del Ingenio, donde también encuentra el manantial de mayor surgencia de aguas subterráneas del sector. Las calizas se encuentran muy fracturadas y fisuradas, los planos de estratificación siguen buzamientos verticales, los cuales favorecen a la infiltración de aguas de lluvia y a la circulación en profundidad, incluso no descartamos que puedan tener niveles de karstificación.

En el área de estudio aflora con la Formación Chambará, Aramachay y Condorsinga.

6.4.1.1. Formación Chambará (Ts-ch)

Esta Formación ha sido definida en las inmediaciones del centro poblado de Chambará que se ubica en la parte norte de Huancayo, donde se aprecian numerosos afloramientos de calizas blancas en medianos a gruesos, calizas arenosas y areniscas calcáreas con limoarcillitas, en sectores cubiertos por costras calcáreas y escombros, son los que atraviesan la carretera Huancayo-Pucará - Pampas, entre las poblaciones de Pazos y Mullaca. El espesor y la litología de la Formación Chambará varían mucho de un sitio a otro. La Formación equivale a la serie calcárea inferior (triásica) de Harrison (1943, p.11 -12) en la cual dicho autor también diferencia en la parte baja lutitas rojas y amarillas con intercalaciones de calizas amarillentas y encima calizas ricas en chert; también es equivalente a las calizas Uliachín del área de La Cerro de Pasco (McLaughlin, 1924).

En la zona de estudio, aflora en el borde sur oriental en las inmediaciones de Talhuis, sobre el afloramiento existen fallas que se entrecruzan con dirección noreste suroeste y noroeste sureste y se encuentra en contacto con el Grupo Cabanillas y el Grupo Mitú.

Se observan también afloramientos de calizas de la Formación Chambará en el sector de Ingenio (sector de donde viene gran parte del agua potable para San Jerónimo de Tunan). Los afloramientos corresponden a una franja de dirección noroeste sureste y se encuentra truncado por afloramiento del Grupo Cabanillas y las formaciones Aramachay y Condorsinga. En la falla noreste suroeste que pone en contacto a las calizas blancas de la Formación Chambará con las areniscas del Grupo Mitú, aflora el manantial del Ingenio, el de mayor caudal (Ancall 104.0 L/s), el mismo que no ha sido posible aforar en forma completa, por encontrarse sellado (se realizaron aforos diferenciales). En este sector afloran calizas blancas a beige en estratos delgados a gruesos, altamente fracturados, en su mayoría los buzamientos son de alta pendiente (Fotografía 6.2), los cuales favorecen a la infiltración de aguas de lluvia y constituyendo un acuífero fisurado.



Fotografía 6.2. Afloramiento de calizas de la Formación Chambará, altamente fracturado y con buzamientos verticales, los cuales constituyen un acuífero fisurado.

6.4.1.2. Formación Aramachay (Ji-a)

La Formación Aramachay es la clave de la cartografía del Grupo Pucará, ya que permite su subdivisión en tres formaciones. Sus afloramientos corresponden a zonas blandas cubiertas por material de cobertura (pastos y cultivos), enmarcadas entre los afloramientos rocosos de las formaciones Chambará y Condorsinga. Esta morfología particular, el color negro de las areniscas calcáreas y su color de alteración beige a morado, así como la presencia casi general de nódulos calcáreos discoidales, permiten reconocer fácilmente la formación. Su espesor varía bastante y los 47 m medidos cerca de Pucará corresponden a un espesor reducido, que se mantiene en toda la parte sur este de Huancayo.

El ambiente de deposición corresponde a aguas marinas mal oxigenadas (condiciones euxínicas) y poco profundas, pues la presencia de areniscas con restos de madera (Schindewolf, 1957) revela influencias continentales; se puede comparar en muchos aspectos al ambiente de deposición de la Formación Pariatambo del albiano medio.

En la zona de estudio aflora compuesta de calizas arenosas negras, bituminosas con olor fétido y capas delgadas de areniscas calcáreas parduzcas. Sus afloramientos son pequeños a medianos ubicados en la parte noreste de San Jerónimo de Tunan.

6.4.1.3. Formación Condorsinga (Ji-c)

El término de calizas de la Formación Condorsinga fue empleado por McLaughlin (1924) para describir las calizas liásicas que soportan a las areniscas con carbón en el área de Jatunhuasi, unos 10 km al oeste del borde noroccidental de Huancayo. Como el nombre de Condorsinga es más antiguo y preciso se adoptó de las denominaciones más recientes de Formación Jauja de Weaver (1942) y Formación Llaquaripampa usado por la Cerro de Pasco Corporation. La

Formación Condorsinga está prominentemente expuesta en toda la extensión de las Altas Mesetas y es la única parte de Grupo Pucará que figura en el sector suroeste de Huancayo.

La Formación Condorsinga está compuesta esencialmente de calizas con algunas intercalaciones de cineritas y margas. Se diferencia de la Formación Chambará por contener menor proporción de chert; además la cantidad de chert va disminuyendo conforme uno sube en la secuencia. Su litología monótona y sobre todo el hecho que de pocas veces se expone su piso, su espesor se mantiene por lo menos igual en dirección suroeste. En nuestra zona de estudio aflora en el borde noreste, en contacto con la Formación Cambara y la Formación Aramachay. Su aspecto plegado ha generado la formación de fallas y pliegues, entre anticlinales y sinclinales que cruzan la formación, favoreciendo a la circulación de las aguas subterráneas.

6.5. Cuaternarios

6.5.1. Depósitos aluviales (Q-al)

Una terraza, de origen fluvial forma la mayor parte de las pampas de Santa Rosa de Ocopa, Casacancha y San Jerónimo de Tunan, que aparecen como una gran mesa horizontal en la planicie de Huancayo, en muchos sectores se observan también terrazas consistente de conglomerados con matriz de limo arena y arcilla, con escasos lentes arenosos, la clasificación y la redondez de los cantos varían bastante de un lugar a otro, características que presumimos guardan relación con la distancia y tiempo de acarreo de los elementos.

Estos materiales tienen características hidrogeológicas muy interesantes, con grandes condiciones para almacenar y transmitir aguas subterráneas, lo que podrían considerarse como acuíferos potenciales.

6.5.2. Depósitos fluviales (Q-fl)

Se ubica en las inmediaciones del río Mantaro, constituyendo terrazas y aluviones recientes. Las terrazas tienen varios niveles escalonados entre 4 y 7 m encima del nivel del río Mantaro que se observa en la ciudad de Huancayo. Su material, bien redondeado, consiste en gran parte de cantos rodados y gravas redondeadas a subredondeadas. El lecho de inundación del río Mantaro está ocupado por un material aluvial más reciente, que por lo general no se observa vegetación; proviene mayormente de materiales aluviales anteriores derivados de otras terrazas.

6.5.3. Depósito glaciar (Q-gl).

Compuesto principalmente por depósitos morrenicos, bloques angulosos a subangulosos con matriz de limos arenas y arcillas. En la zona de estudio afloran en las inmediaciones de Nahuinpuquio cubriendo extensiones considerables del Grupo Cabanillas y el Grupo Mitu. En el sector suroeste del área de estudio, en las inmediaciones del río Suytucancha aflora en forma alargada y de escaso interés hidrogeológico.

6.5.3. Depósitos Glaciar-Fluvial (Q-glfl).

Compuesto principalmente por gravas, en matriz limo arenoso, arenas y materiales residuales no consolidados. En la zona de estudio afloran en las inmediaciones de Rimaycancha, en una gran extensión, precisamente el centro poblado de Rimaycancha se ubica sobre este depósito. Afora también en la parte alta de Quichuay, donde incluso se visualiza una pequeña laguna. En la

parte norte de la zona de estudio sobre este tipo de depósitos se ubican los centros poblados de Dos de Mayo, Culicruz, San Pedro y Marcatuna.

6.6. Rocas Subvolcánicas

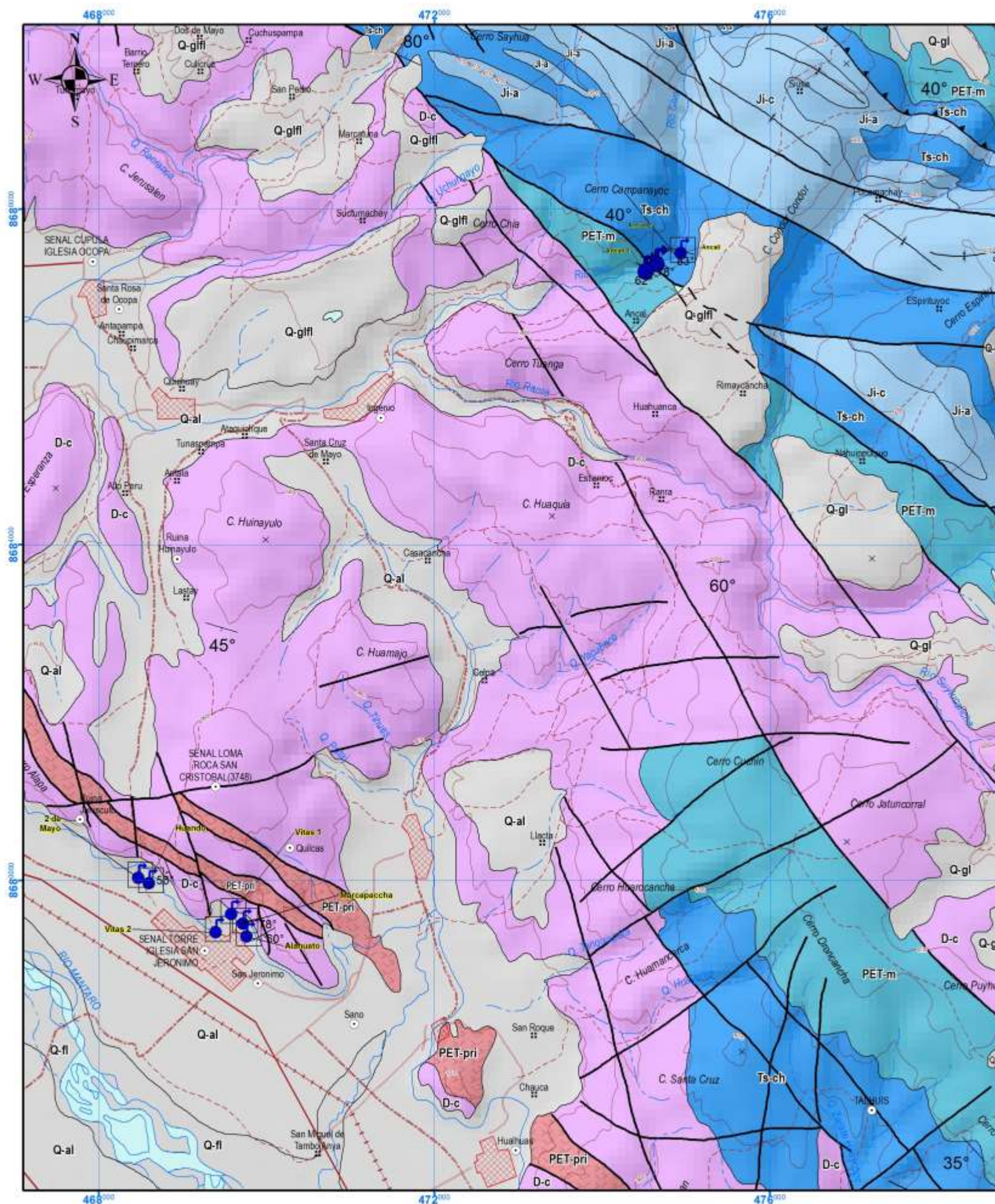
6.6.1. Pórfido riolítico (PET-pri)

Estas rocas subvolcánicas afloran en una faja delgada de dirección noroeste suroeste que pasa a distancia del centro poblado de San Jerónimo de Tunan, se observa en una especie de enjambre de diques cortadas por fallas de dirección noroeste sureste y que muy posiblemente sean condicionantes para la presencia de manantiales en la zona de Vitas.



6.7. Rasgos estructurales

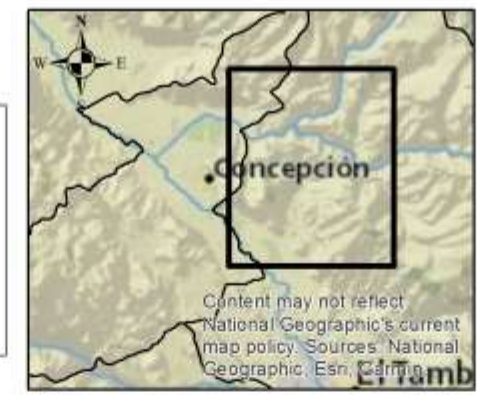
El área de estudio se encuentra altamente fallada y plegada. En el sector de San Jerónimo de Tunán se identifican 2 familias principales de fallas: una primera familia de orientación NNO-SSE y una segunda familia de orientación NE-SO, perpendicular a la primera familia y con presencia en el extremo sur del área de estudio.



















En el sector de El Ingenio, predominan las fallas de la primera familia (NNO-SSE). En este sector, los depósitos de calizas del Jurásico se encuentran plegados, formando una sucesión de anticlinales y sinclinales. Los estratos presentan buzamientos pronunciados, superiores a 60° en algunos casos.



Fuentes de agua inventariadas

-  Manantial
-  Manantial Captado



- SÍMBOLOS**
-  Capital de departamento
 -  Localidad común
 -  Capital de distrito
 -  Cota comprobada
 -  Carretera asfaltada ó Dos o mas vías
 -  Carretera afirmada, transitable
 -  Camino carrozable
 -  Camino de herradura
 -  Ferrocarril
 -  Sendero
 -  Contorno de ciudad
 -  Curva de nivel - primaria
 -  Curva de nivel - secundaria
 -  Río principal
 -  Río secundario
 -  Quebrada
 -  Quebrada seca una parte del año
 -  Quebrada seca e intermitente

| Periodo | | Edad | Unidades Litoestratigráficas | Volcanicos |
|-------------------|----------|--------------------------|------------------------------|------------|
| CUATERNARIO | Holoceno | Depósito fluvial | Q-fl | PET-pri |
| | | Depósito aluvial | Q-al | |
| | | Deposito Glaciar | Q-gl | |
| | | Deposito Glaciar-Fluvial | Q-glfl | |
| TRIÁSICO JURÁSICO | Superior | Formación Condorsinga | Ji-c | PET-pri |
| | | Formación Aramachay | Ji-a | |
| | | Formación Chambará | Ts-ch | |
| DEVONICO | Superior | Grupo Mitu | PET-m | PET-pri |
| | | Grupo Cabanillas | D-c | |

INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

INSPECCIÓN HIDROGEOLÓGICA EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JERÓNIMO DE TUNÁN
MAPA GEOLÓGICO DE LOS SECTORES DE SAN JERÓNIMO DE TUNÁN Y EL INGENIO

Versión digital: Año 2018
Escala 1:50 000
Figura N°6.1

7.0. EVALUACIÓN HIDROGEOLÓGICA

La hidrogeología de San Jerónimo de Tunan y El Ingenio, motivo del presente informe, tiene carácter de estudios de inspección, sustentados en información de reconocimiento de campo (cartografiado y toma de muestras), además de análisis de laboratorio. Los resultados de campo contemplan una evaluación hidrogeológica del lugar, sostenida con los resultados hidroquímicos de las aguas subterráneas.

7.1. Identificación de fuentes de aguas subterráneas

El inventario de fuentes de agua subterránea tiene como objetivo determinar la presencia de agua subterránea en el sub suelo, identificando zonas de descargas naturales y la ubicación de posibles acuíferos. Los manantiales tienen consideraciones litológicas que condicionan la surgencia y posiblemente el almacenamiento y movimiento del agua subterránea en el subsuelo.

En el área de estudio se identificó solo un tipo de fuente de agua subterránea (manantiales), de los cuales nueve (9) manantiales fueron analizados. Actualmente gran parte de estas fuentes (7) se usan en el abastecimiento de agua potable de la zona. De los nueve (9) manantiales, siete (7), se encuentran captados (6 ubicados en San Jerónimo de Tunán y 1 ubicado en El Ingenio). En el sector del El Ingenio, dos (2) manantiales no tiene infraestructura de captación (Cuadro 7.1 y Figura 7.1).

Cuadro 7.2

Resumen del inventario de fuentes de agua subterránea, parámetros hidráulicos y físico-químicos.

| Fuente | Parámetros In situ | Descripción | Número |
|----------------------|-----------------------------------|--|----------|
| Manantiales captados | Caudal, Temperatura, pH, CE y TDS | Se tomó muestras en la surgencia u ojo del manantial | 7 |
| Manantiales | Caudal, Temperatura, pH, CE y TDS | Toma de 7 muestras para análisis físico-químico | 2 |
| TOTAL | | | 9 |

Fuente: Registros de campo, Ingemmet 2018.

Los parámetros y medidas, consideradas para el inventario de fuentes de agua subterránea son: código de identificación, ubicación geográfica, coordenadas UTM (latitud, longitud y altitud), ubicación política, parámetros físico-químicos (conductividad eléctrica, pH, TDS, parámetros organolépticos, temperatura y otros), parámetros hidráulicos (caudal), uso del agua (verificación *in situ*), descripción del entorno y fecha de inventario (registro y muestreo). Se ha utilizado un código numérico de identificación en cada fuente para garantizar el inventario y un eficiente análisis químico de las muestras de agua.

7.1.1. Manantiales

Los manantiales que descargan aguas subterráneas de los acuíferos son de carácter permanente, porque corresponde al rebose de un reservorio subterráneo, los mismos que se diferencian de las filtraciones porque este último tiene carácter temporal.

En forma general, los manantiales se encuentran limitados en la base por rocas o suelos impermeables, que impiden que el agua se siga infiltrando y condicionan el almacenamiento y la surgencia de aguas subterráneas a la superficie.

Dependiendo de la frecuencia de la alimentación y recarga por precipitación en forma de lluvia o nieve se generan los caudales de descarga, un manantial permanente será la evidencia de la presencia de un gran reservorio de aguas subterráneas en el subsuelo.

En el sector del centro poblado de San Jerónimo de Tunán, se evidencian manantiales con caudales bajos, desde 0.1 L/s (Manantial Huando), hasta 0.5 L/s (Manantiales Dos de Mayo y Alahuato, Fotografía 7.1) aforados en la inspección hidrogeológica de julio 2018. Un manantial, sin embargo, presenta el caudal más elevado, se trata del manantial Vitas 2, con 8.3 L/s.

Estos manantiales poseen caudales que se mantienen en el tiempo, a lo largo del año hidrológico y que se usan para el consumo humano del centro poblado.



Fotografía 7.1 Manantial Dos de Mayo, aforado con el método volumétrico, $Q = 0.5$ L/s.

En el sector de El Ingenio, los manantiales, procedentes de acuíferos fisurados kársticos, presentan mayor caudal. El manantial captado Ancall presenta el valor de caudal más elevado con 104.0 L/s aproximadamente (Fotografías 7.2 y 7.3).

Más abajo, hacia el sur, se encuentran los manantiales Ancall 2 y Ancall 3, con caudales más bajos de 3.5 L/s y 5.0 L/s respectivamente (Fotografía 7.4).

Evidenciando que la zona de mayor producción de aguas subterráneas corresponde a los acuíferos fisurados, podemos afirmar que la surgencia del manantial captado Ancall, proviene de acuíferos fisurados kársticos, compuestas por calizas y areniscas altamente fracturadas de la Formación Cambará y que a su vez, se relaciona estructuralmente con la surgencia o manantial, por la presencia de la falla noroeste sureste, que cruza transversalmente a la quebrada y coincide con el punto de contacto entre las calizas del Formación Cambará y las areniscas del Grupo Mitu.



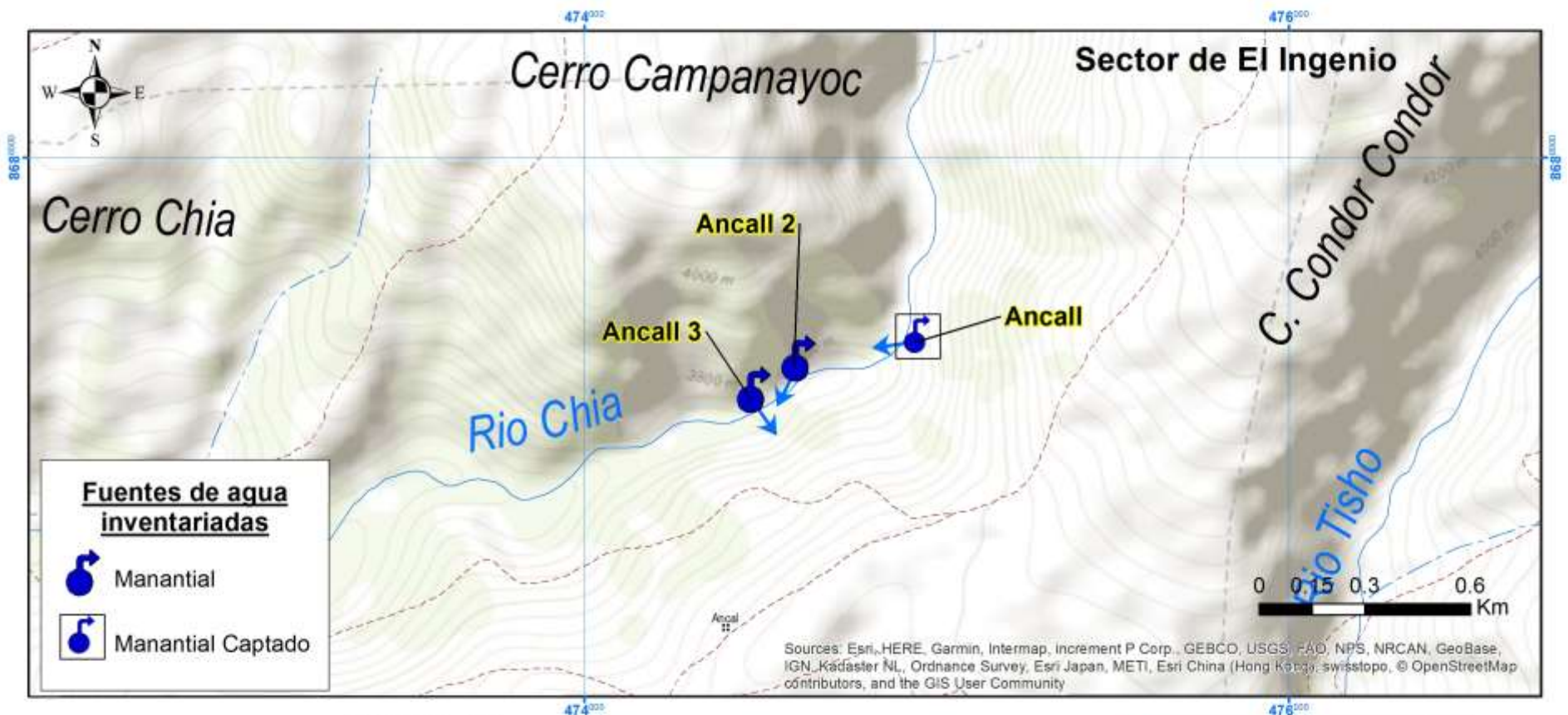
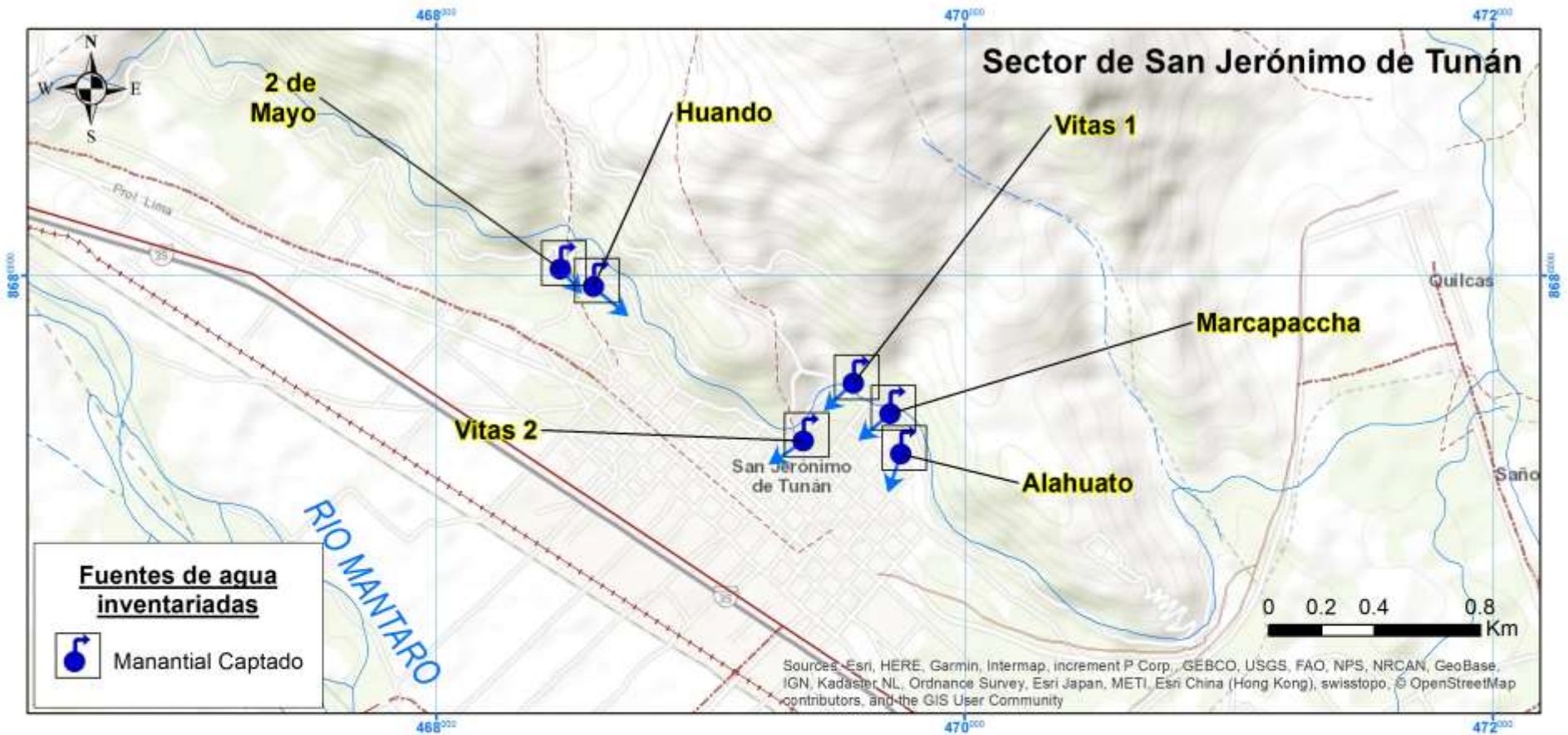
Fotografía 7.2. Manantial captado Ancall



Fotografía 7.3. Aforo del manantial captado Ancall con el método volumétrico, $Q = 104.0$ L/s.



Fotografía 7.4. Manantial Ancall 2, $Q=3.5$ L/s



SÍMBOLOS

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ⊙ Capital de departamento ⊞ Localidad común ● Capital de distrito ⊙ Baños termales 🏫 Escuela ✝ Iglesia 🏠 Hacienda ▪ Casa aislada ⚰ Cementerio × Cota comprobada — Carretera asfaltada ó Dos o mas vias — Carretera afirmada, transitable — Camino carrozable — Camino de herradura — Ferrocarril — Sendero — Tunnel — Puente — Cable Transmisor de fza. eléctrica — Línea telegráfica — Línea telefónica | <ul style="list-style-type: none"> — Curva de nivel - primaria — Curva de nivel - secundaria — Río principal — Río secundario — Quebrada — Laguna — Quebrada seca una parte del año — Quebrada seca e intermitente |
|--|--|



SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

INSPECCIÓN HIDROGEOLÓGICA EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JERÓNIMO DE TUNÁN

MAPA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA EN LOS SECTORES DE SAN JERÓNIMO DE TUNÁN Y EL INGENIO

Versión digital: Año 2018

Escala: 1:20 000

Figura N°7.1

7.2. Caracterización Hidrogeológica de las formaciones geológicas

7.2.1 Mapa hidrogeológico del sector de San Jerónimo de Tunán

La caracterización hidrogeológica del área de estudio se realizó sobre la base del cartografiado geológico, a una escala de 1: 100,000 considerando las manifestaciones de aguas subterráneas, las condiciones de descarga, las propiedades físico-químicas de las aguas subterráneas y la información de los parámetros hidrogeológicos (porosidad y permeabilidad). Estos parámetros permitieron elaborar el mapa hidrogeológico, zonificando las rocas y suelos con características de almacenamiento y circulación de aguas subterráneas, además de rocas con características impermeables.

El mapa hidrogeológico, se desarrolló para representar cartográficamente las características hidrogeológicas de las unidades litológicas que afloran en el área de estudio, en particular aquellas con potencial para su prospección y explotación como reservorios subterráneos (acuíferos). El mapa permitió zonificar a los acuíferos porosos no consolidados en materiales sedimentarios y acuíferos fisurados sedimentarios (Figura 7.2).

Para la representación de mapas con colores y símbolos se tomó como guía las recomendaciones establecidas en el manual para la elaboración de mapas hidrogeológicos de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (AIH), escrita por Struckmeier y Margat (1995) y que lo usan la gran mayoría de servicios geológicos del mundo.

7.2.2. Unidades hidrogeológicas

La calificación de materiales hidrogeológicos corresponde a una hidrogeología regional, cuya clasificación hidrogeológica es heterogénea, se realizó en base al inventario de fuentes, la litología de las formaciones geológicas (mapa de lito-permeabilidades).

La representación final del mapa hidrogeológico corresponde a la zonificación del acuífero poroso no consolidado del piso de valle, que abarca gran parte del área estudiada, los acuíferos fisurados sedimentarios y kársticos cretácicos, además, en menor proporción los acuitardos en rocas sedimentarias, metamórficas e intrusivas (Figura 7.2).

7.2.2.1. Acuíferos

Es toda unidad litológica capaz de almacenar y transmitir agua subterránea en su interior. Es decir, aquella que permite el movimiento del agua por gravedad. Según su litología, extensión y productividad, se ha identificado a los acuíferos con condiciones de almacenamiento y circulación de agua subterránea en el sector del centro poblado de San Jerónimo de Tunan.

7.2.2.1.1. Acuíferos porosos no consolidados

Desde el punto de vista hidrogeológico corresponde a formaciones detríticas no consolidadas, porosas y permeables, están compuestas por depósitos cuaternarios recientes, rellenado los valles (de espesor variable y considerable tamaño) y algunas quebradas de espesor limitado, además se observan en algunas altiplanicies.

La litología predominante está conformada por las gravas arenosas y gravas subangulosas contenidas en una matriz de limo y arenas, las mismas que facilitan la circulación y almacenamiento de las aguas subterráneas entre sus poros interconectados.

En estos depósitos también se encuentran sedimentos finos, como horizontes limo arcillosos y esporádicos y posiblemente también bancos de arcilla, pero no son condicionantes del almacenamiento y circulación por que sus dimensiones son pequeñas (Figura 7.2).

a) Acuífero poroso no consolidado aluvial (APNC-al)

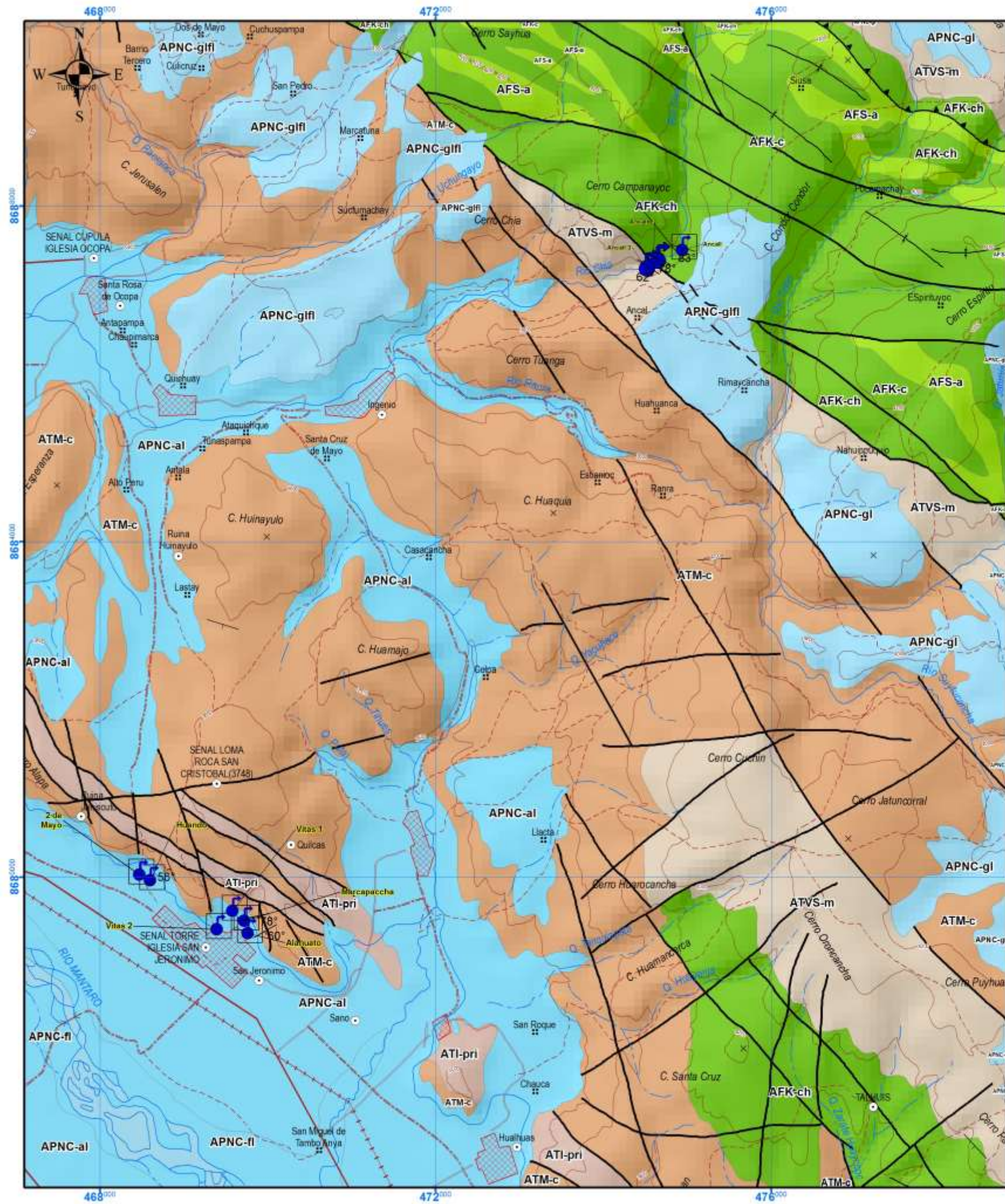
Corresponden a los depósitos aluviales que cubren el piso del valle de la gran planicie de Huancayo. Estos depósitos están compuestos por cantos, gravas y arenas altamente permeable, producto del acarreo de ríos antiguos, actualmente se encuentran formando terrazas antiguas y recientes. Este acuífero presenta espesores variables, que pueden alcanzar decenas de metros y que puede considerarse como un potencial acuífero poroso no consolidado. La conductividad hidráulica (K) del acuífero fue calculada entre 1.26 m/s a $9.44 \cdot 10^{-4}$ m/s según el reporte del ANA (2018).

b) Acuífero poroso no consolidado fluvial (APNC-fl)

Este acuífero corresponde a los depósitos fluviales dejado por el río Mantaro a lo largo de su eje de drenaje. Son materiales heterogéneos, compuesta por gravas redondeadas a subredondeadas, envueltos en matriz arenosa con algo de limos. Tiene comportamiento altamente permeable, pero se encuentra en espesores delgados a nivel de río y paleocauces. Por su reducido en el presente trabajo lo estamos cartografiando junto a los depósitos aluviales que también corresponden a los acuíferos poroso no consolidados.

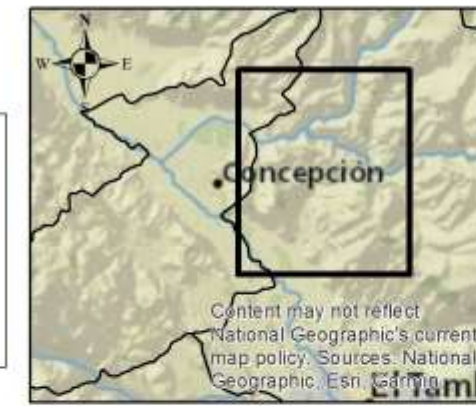
c) Acuífero poroso no consolidado glacial y fluvioglacial (APNC-gl, APNC-glfl)

Está conformado por gravas en matriz arenosas, limo arenosas, y materiales residuales no consolidados, tiene buena permeabilidad por la naturaleza no consolidada de sus depósitos, por sus clastos medianos a pequeños, heterogéneos, envueltos en matriz areno limosa. Sin embargo, en los sectores de San Jerónimo de Tunán y El Ingenio no se han encontrado manifestaciones de aguas subterráneas en este tipo de acuífero, debido a su reducida extensión, por lo cual, se clasifica como acuífero pobre, el mismo que tendría, escaso interés hidrogeológico.



Fuentes de agua inventariadas

- Manantial
- Manantial Captado



| SÍMBOLOS | |
|----------|--------------------------------------|
| | Rumbo y buzamiento de estratos |
| | Estratos verticales |
| | Falla inferida |
| | Lineamiento |
| | Eje de anticlinal |
| | Eje de sinclinal |
| | Contacto geológico |
| | Contacto geológico inferido |
| | Capital de departamento |
| | Localidad común |
| | Capital de distrito |
| | Cota comprobada |
| | Carretera asfaltada ó Dos o mas vías |
| | Carretera afirmada, transitable |
| | Camino carrozable |
| | Camino de herradura |
| | Ferrocarril |
| | Sendero |
| | Contorno de ciudad |
| | Curva de nivel - primaria |
| | Curva de nivel - secundaria |
| | Río principal |
| | Río secundario |
| | Quebrada |
| | Quebrada seca una parte del año |
| | Quebrada seca e intermitente |

| UNID. | CLASIFICACIÓN | SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA | DESCRIPCIÓN HIDROGEOLÓGICA | |
|-----------|------------------------|----------------------------|------------------------|---|---|
| ACUÍFERO | POROSO NO CONSOLIDADO | Depósitos aluviales | APNC-al | Acumulación de gravas, arenas, limos y arcillas con clastos subangulosos a angulosos de diferente composición. | Acuíferos continuos de extensión regional, de alta productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados fluviales y aluviales. |
| | | Depósitos fluviales | APNC-fl | Acumulaciones de gravas, arenas, limos y arcillas transportadas en el cauce de ríos y quebradas. | |
| | | Depósitos fluvio-glaciares | APNC-gifi | Gravas, arenas en matriz limoarenosa. Arenas y materiales residuales no consolidados. | Acuíferos continuos de extensión local, de baja productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados fluviales y glaciares. |
| | | Depósitos glaciares | APNC-gi | Depósitos morénicos, bloques angulosos rellenos con arcillas, limos y arenas. | |
| ACUÍFERO | FISURADO KÁRSTICO | Formación Condorsinga | AFK-c | Calizas gris claras y oscuras en estratos gruesos, calcarenitas amarillentas. | Rocas altamente permeables debido a las fracturas y procesos de karstificación. Constituyen acuíferos muy buenos, generalmente extensos y muy productivos. |
| | | Formación Chamberá | AFK-ch | Calizas blancas en bancos de mediano a grueso de estratos tabulares y niveles de calizas arenosas y areniscas calcáreas con limoarcillitas. | |
| ACUÍFERO | FISURADO SEDIMENTARIO | Formación Aramachay | AFS-a | Areniscas calcáreas negras a gris claras intercaladas con calizas carbonosas con nódulos. | Acuífero permeable, generalmente extenso y productivo. |
| ACUITARDO | VOLCÁNICO SEDIMENTARIO | Grupo Mita | ATVS-m | Areniscas intercaladas con limoarcillitas y conglomerados niveles de tobas, lavas andesíticas y basálticas. | Depósitos volcánico-sedimentarios considerados acuitardos. Se comportan como barrera hidráulica debido a su baja permeabilidad. |
| | | Intrusivos menores | ATI-pri | Pófido riolítico. | |
| ACUITARDO | METAMÓRFICO | Grupo Cabanillas | ATM-c | Esquistos cuarzosos feldspáticos, filitas y pizarras, limoarcillitas, filitas, areniscas finas. | Formaciones geológicas metamórficas e intrusivas impermeables, sin presencia de agua. Sin embargo, se puede encontrar aguas subterráneas en las zonas subsuperficiales, sometidas a la alteración y fracturación. |

7.2.2.1.2. Acuíferos en rocas fisuradas

Las características hidrogeológicas de rocas fracturadas están relacionados a acuíferos de moderado interés hidrogeológico, sin embargo, en el sector de San Jerónimo de Tunan está relacionado a la zona de alimentación y recarga de acuíferos que se produce desde la zona de alimentación y recarga y a través de la precipitación pluvial. Las principales características de este tipo de acuíferos es su permeabilidad secundaria, debida fundamentalmente a la presencia de fracturas y fisuras. Esta permeabilidad varía de acuerdo a la densidad, tamaño y abertura de las fracturas y diaclasas; los cuales condicionan la velocidad de infiltración y el porcentaje de almacenamiento.

La conexión entre las fracturas es un factor determinante para medir el grado de permeabilidad y el movimiento del agua a través de la porosidad eficaz, gran parte de las fracturas predominantes se encuentran alineados a estructuras como planos de estratificación, que en el sector del Ingenio tiene buzamientos de 90°.

En las formaciones rocosas que presentan un grado de fracturación importante, las velocidades del agua a través de estas son relativamente altas, aunque usualmente ocupan solo una pequeña parte del acuífero, la parte superior, por lo que, el promedio del flujo volumétrico podría ser variable con la profundidad.

En el sector de El Ingenio los acuíferos fisurados son altamente permeables y están representados en la mayoría por los acuíferos kársticos de edad Triásico - Jurásico, y en menor proporción por los acuíferos fisurados sedimentarios. La surgencia principal está relacionada a la presencia de una falla de dirección noroeste sureste que pone en contacto a los acuíferos fisurado kárstico Chambará y Condorsinga con el acuitardo Mitu.

a) Acuíferos fisurados kársticos

Se denominan acuíferos fisurados kársticos, aquellos que se encuentran fracturados y además desarrollan espacios vacíos por disolución en rocas carbonatadas, como calizas, producto de la infiltración de aguas meteóricas. El agua meteórica adquiere su porcentaje de acidez del contacto con suelos y con raíces de las plantas, luego ingresa al macizo calcáreo a través de las fracturas de las rocas generando karstificación o espacios vacíos por disolución a lo largo del tiempo los mismos que son rellenos por aguas subterráneas. Estos acuíferos presentan una permeabilidad muy alta por la presencia de fracturas abiertas de gran tamaño, conductos y posible presencia de galerías.

En San Jerónimo de Tunan la predominancia es las fracturas, sin embargo, no descartamos que exista algún grado de karstificación ya que cerca de la captación Ancall, se ubica una pequeña caverna de más de 2.5 m de profundidad (Fotografía 7.5).

a.1) Acuífero fisurado kárstico Condorsinga (AFK-c)

La naturaleza fisurada-kárstica del acuífero Condorsinga le otorga muy buena permeabilidad secundaria, la misma que condiciona la infiltración de aguas de lluvia, el movimiento en el subsuelo y la salida en forma de manantial, se pudo observar que gran parte tiene los planos de estratificación bien verticales y se encuentra en contacto con el acuífero fisurado sedimentario Chambará la misma que puede ser el condicionante para la surgencia del manantial. Este

acuífero sobreyace al acuífero Chambará, y ambos forman un sistema acuífero potencial fisurado-kárstico que puede ser aprovechado con una gestión adecuada de las aguas subterráneas, previo un estudio hidrogeológico más completo.



Fotografía 7.5 Cueva en presencia de una columna, en las inmediaciones de la captación del Manantial Ancall. Evidenciando la posible presencia de niveles de karstificación.

a.2) Acuífero fisurado kárstico Chambará (AFK-ch)

A través de las calizas fisuradas-kársticas del acuífero Cahambará se producen la surgencia de los manantiales Ancall, Ancall2 y Ancall 3. Esta surgencias están condicionadas por una falla de dirección noroeste sureste que pone en contacto con los niveles permeables de los acuíferos Chambará y Condorsinga que se encuentran fracturados con los planos de estratificación muy verticales, seguido de plegamientos y fallas de dirección noreste sureste, con los niveles sedimentarios impermeables del Grupo Mitú. Estas estructuras permiten la formación de un sistema acuífero potencial donde la presencia de los manantiales de buen caudal, manantial Ancall=104.0 L/s (Fotografías 7.6 y 7.7), Ancall2 = 3.5 L/s (Fotografía 7.8) y Ancall3 = 5.0 L/s (Fotografía 7.9), evidencian la presencia de un acuífero fisurado de gran potencial. Los procesos de kárstificación y las fisuras abiertas, permiten una buena circulación de las aguas subterráneas en el sub suelo, así como se consideran condicionantes para la presencia de manantiales de buen caudal.

En el mapa hidrogeológico se puede observar un afloramiento de calizas fracturadas con indicios de karstificación en el sector noreste (en color verde), el mismo que se encuentra alineado en la parte alta con fallas y eje de pliegues de dirección noroeste sureste. Esta presencia de rocas con intenso fracturamiento y plegada les otorga a estas formaciones un comportamiento altamente permeable y que es posible encontrar reservorios acuíferos en el subsuelo.



Fotografía 7.6 Manantial Ancall, aforo diferencial en diversos puntos de la surgencia que desborda la capacidad de la infraestructura de captación instalada.



Fotografía 7.7 Manantial Ancall, aforo diferencial en el punto de mayor producción del manantial



Fotografía 7.8 Manantial Ancall 2, nótese la surgencia por debajo del afloramiento rocoso.



Fotografía 7.9 Manantial Ancall 3, nótese la surgencia del agua en el contacto entre las calizas y el suelo.

b) Acuíferos fisurados sedimentarios

Son rocas de origen sedimentario, de aspecto fracturado y diaclasado, por su ubicación son muy heterogéneos en cuanto a cantidad de fracturas y componente litológico. Las fracturas, fallas y diaclasas pueden tener diferente densidad, en sectores alimentan los reservorios acuíferos y en sectores limitan la circulación de aguas subterráneas, generando surgencias o manantiales, esta limitación se produce por que los acuíferos fisurados sedimentarios generalmente están intercalados con estratos impermeables de espesor muy variable.

Para que un acuífero fisurado sedimentario realmente funcione como reservorio de aguas subterráneas, las fracturas deben estar abiertas e interconectadas unas con otras y con la superficie para poderse recargar. Muchas fracturas en rocas sedimentarias se encuentran rellenas de arcillas o limos, resultado de la meteorización o acumulación de materiales finos, sin embargo, se ha realizado una clasificación de acuerdo a la litología predominante y solo un acuífero fisurado sedimentario aflora en la zona de estudio.

b.1) Acuífero fisurado sedimentario Aramachay (AFS-a)

Desde el punto de vista litológico, este acuífero está compuesto por areniscas calcáreas, se observan granos envueltos en una matriz calcárea, sin embargo, los que causan mayor interés son los niveles de areniscas cuyas fracturas están conectadas por lo cual se le considera como acuífero fisurado sedimentario de porosidad efectiva. Aflora de manera reducida en el sector de El Ingenio, su permeabilidad es más baja que los acuíferos fisurados- kársticos Condorsinga y Chambará, pero contribuye a la formación del sistema acuífero.

7.2.2.2. Acuitardos

Los acuitardos son rocas prácticamente impermeables, conforman parte de las unidades hidrogeológicas presentes en el área de estudio. Sin embargo, en el sector de San Jerónimo de Tunán, estos acuitardos son los que producen los manantiales de bajo caudal. El caudal bajo se debe a la presencia litológica semipermeable o rocas de permeabilidad baja con niveles fracturados subsuperficiales. En el sector de El Ingenio, la importancia de los acuitardos se debe a que estas rocas llegan a conformar un límite impermeable que condiciona la surgencia de las aguas subterráneas.

a) Acuitardo Cabanillas (ATM-c)

Este acuitardo aflora al suroeste de la zona de estudio. En el sector de San Jerónimo de Tunán, la geología está compuesta de materiales impermeables a semipermeables, su litología es principalmente metamórfica, con presencia de esquistos y pizarras, también se aprecian niveles de areniscas y conglomerados, precisamente en estos materiales se encuentran los manantiales de bajo caudal. El carácter poco permeable de estas areniscas se refleja en los caudales muy bajos de los manantiales (entre 0.5 y 8.0 L/s) en la parte inmediata superior, se tiene afloramientos de roca intrusiva, que aflora en forma de un dique, tiene fracturas subsuperficiales dentro de una serie de un sistema de dos fallas, a manera de una franja de dirección nor oeste sur este y cortados por fallas de dirección nor noroeste a sur sureste. Esta característica estructural es la que permite tener producción de aguas subterráneas de bajo caudal dentro de los acuitardos. Los manantiales de bajo caudal se utilizan en el consumo humano de gran parte del centro poblado de San Jerónimo de Tunan. Son 6 manantiales, que afloran alineados, en contacto con los niveles cuaternarios (Fotografías 7.10 y 7.11). Los manantiales tienen un sistema de agua potable con captación, aducción, reservorio y distribución domiciliaria, pero su infraestructura se encuentra deteriorada (Fotografía 7.12).



Fotografía 7.10 Manantial Alahuato, nótese la captación rustica con uso de plástico y tapa de cemento desgastado



Fotografía 7.11 Manantial Vitas 1, nótese la cámara de reunión con filtros de grava.



Fotografía 7.12 reservorio deteriorado por la salida de agua en el reboso.

b) Acuitardos Intrusivos menores (ATI-pri)

Estos acuitardos afloran en la parte alta del centro poblado de San Jerónimo de Tunán. Están compuestos por pórfidos riolíticos en presencia de un dique cuya franja de afloramiento tiene dos fallas de dirección noroeste sureste, cortado por fallas inclinadas que fracturan superficialmente a los intrusivos y genera un reservorio subsuperficial, el mismo que sería el reservorio que aporta aguas subterráneas en forma de manantiales, de bajo caudal.

c) Acuitardo Mitu (ATVS-m)

Está conformado por depósitos volcánico-sedimentarios compuestos por areniscas, limoarcillitas, tobas, y lavas. Aflora al este de San Jerónimo de Tunán y en el sector de El Ingenio. En este último, tiene un papel importante, ya que actúa como una barrera impermeable que condiciona la salida de las aguas subterráneas, ocasionando la surgencia de manantiales. Los manantiales del sector El Ingenio tiene este sistema. Acuífero potencial fisurado-kárstico limitado por los acuitardos del Grupo Mitú, forman un gran sistema acuífero.

8. HIDROQUÍMICA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

8.1. Estaciones de muestreo de aguas subterráneas

El objetivo principal planteado en este acápite es evaluar la naturaleza química de los afloramientos de agua, su posible origen químico, la calidad de las aguas, así como la interacción de las aguas subterráneas con los materiales del entorno.

En la zona de estudio se ha inventariado 09 fuentes o manantiales, de los cuales se ha muestreado 07 que corresponden a los manantiales captados, que abastecen de agua potable al centro poblado de San Jerónimo de Tunan. Además, se registró los valores de parámetros físico-químicos en cada estación de inventario (Cuadro 8.1)

Cuadro 8.1

Fuentes de agua muestreadas durante la campaña de campo

| N° | Código | Nombre | X | Y | Z | Fecha de inventario | Tipo de Fuente | Caudal (L/s) |
|----|-----------|-------------|--------|---------|------|---------------------|-------------------|--------------|
| 1 | 49969-001 | Ancall | 474937 | 8687476 | 3747 | 18/07/2018 | Manantial Captado | 104.0 |
| 2 | 49969-004 | 2 de Mayo | 468469 | 8680026 | 3311 | 16/07/2018 | Manantial Captado | 0.5 |
| 3 | 49969-005 | Huando | 468594 | 8679960 | 3294 | 16/07/2018 | Manantial Captado | 0.1 |
| 4 | 49969-006 | Vitas 1 | 469579 | 8679594 | 3315 | 16/07/2018 | Manantial Captado | 0.3 |
| 5 | 49969-007 | Marcapaccha | 469718 | 8679478 | 3309 | 16/07/2018 | Manantial Captado | 0.3 |
| 6 | 49969-008 | Vitas 2 | 469390 | 8679375 | 3298 | 16/07/2018 | Manantial Captado | 8.3 |
| 7 | 49969-009 | Alahuato | 469759 | 8679327 | 3124 | 16/07/2018 | Manantial Captado | 0.5 |

8.2. Selección de la serie analítica

La serie analítica, se seleccionó con la finalidad de describir las propiedades de los componentes hidroquímicos de las aguas subterráneas.

Los parámetros más importantes medidos y analizados son los siguientes:

- Parámetros físico-químicos: pH, temperatura, conductividad eléctrica, TDS, carbonatos y bicarbonatos.
- Parámetros Inorgánicos: sulfato, cloruros y nitratos.
- Metales totales y metales disueltos: Al, Ag, Sb, As, Be, Ba, B, Bi, Cd, Ce, Ca, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Ga, Ge, Hf, K, La, Li, Lu, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, P, Pb, Rb, Hg, Se, Si, Sn, Sr, Ta, Te, Th, Ti, Tl, U, V, W, Yb, Zn, Zr. entre los principales (serie estándar para metales totales y disueltos ICP-MASA).

En cada estación de muestreo, se registraron las coordenadas UTM del punto (proyección WGS 84) y las características físicas como apariencia, color y olor. Se tomaron parámetros de campo (pH, temperatura, conductividad eléctrica, TDS, etc.) y se recolectaron las muestras respectivas para los análisis en laboratorio. Para la toma de parámetros en campo, se utilizó dos equipos multiparamétricos de marca Thermo Orión. Estos equipos, se calibraron utilizando sus respectivos estándares y siguiendo las indicaciones del fabricante,

8.3. Análisis de resultados

El laboratorio seleccionado, para el análisis de las muestras de agua, fue el laboratorio de Ingemmet, donde se analizaron las siete (7) muestras de aguas subterráneas tomadas en julio del 2018 (Anexo II).

La gran variedad de componentes y características físico-químicas del agua subterránea natural, exige su clasificación en grupos, para tener una información sistemática y sencilla sobre la composición química del agua, se puede visualizar en mapas.

La revisión visual de las facies predominantes en las muestras de agua se basa en la elaboración de un mapa hidroquímico (Figura 8.1), que muestra a través del diagrama de Stiff, la predominancia de las aguas subterráneas que afloran en el área de estudio.

8.4. Parámetros físico-químicos de las aguas

8.4.1 pH

La medición del pH, se realizó *in situ*, durante las campañas de campo de junio del 2018, en cada fuente inventariada y muestreada y con equipos portátiles. En general los valores muestran una tendencia neutra con valores entre 6.99 (Manantial captado Alahuato) y 7.68 (Manantial captado Vitas 1).

No se encontraron valores de pH ácido (inferior a 6.5) o alcalino (pH superior a 8.5).

8.4.2. Temperatura

Los valores de temperaturas en el agua subterráneas están relacionado a la profundidad de circulación que tiene el agua en su recorrido, las fuentes cuyos valores son superiores a 20° C, en lugares fríos y que superan en 4°C la temperatura del ambiente, en lugares cálidos, se consideran fuentes termales (D.S.015-2005 – MINCETUR).

Las fuentes de aguas subterráneas inventariadas en el presente informe tienen valores variados, desde valores de 9.9 °C (Manantial captado Ancall) hasta 16.9 °C (Manantial captado 2 de mayo), dependiendo de su altura.

8.4.3. Conductividad Eléctrica (CE)

De acuerdo al estudio hidrogeológico de la cuenca de Jequetepeque y Chaman y de los estudios hidrogeológicos realizados por Ingemmet en las diferentes cuencas hidrográficas del Perú, se evidencia que los valores habituales de conductividad eléctrica para aguas subterráneas en zonas continentales (alejadas de la línea de costa) oscilan entre 10 µS/cm y 1300 µS/cm, estos valores coincidentemente se encuentran dentro del rango de valores aptos para consumo humano y riego.

En el sector del centro poblado de San Jerónimo de Tunan, las fuentes de aguas subterráneas inventariadas tienen valores de conductividad eléctrica variadas, pero dentro de los parámetros permisibles para el consumo humano.

Se registraron valores de conductividad eléctrica desde 318.0 µS/cm (Manantial captado Marcapaccha) hasta 362.5 µS/cm (Manantial captado Huando)

De manera general, la conductividad eléctrica del agua se encuentra estrechamente ligada al contenido en elementos disueltos. Las aguas con mayor conductividad eléctrica son aguas con mayor contenido en elementos disueltos y sales, por ende, se puede interpretar que son aguas que tuvieron mayor tiempo de recorrido adentro del acuífero.

8.5. Facies hidroquímicas

Teniendo como base, el mapa de inventario de fuentes, se ha evaluado las concentraciones de los componentes iónicos mayoritarios en el agua, como los cationes (Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ y K⁺) y aniones (HCO₃⁻, SO₄²⁻ y Cl⁻).

El predominio de las facies hidroquímicas se ha calculado usando el software Aquachem versión 5.1, que a su vez nos ha permitido generar un mapa hidroquímico que represente los valores y el predominio de los elementos químicos mayoritarios.

Para establecer comparaciones entre los elementos predominantes se ha planteado los puntos en el diagrama de Stiff, los cuales nos permitirán visualizar los resultados ubicados sobre un mapa hidroquímico (Figura 8.1).

Para el análisis e interpretación final de datos hidroquímicos se han utilizado los diagramas de Piper y evolución de flujos de Miffin, Stiff, Schoeller-Berkaloff, con la finalidad de dar una interpretación de su posible origen o procedencia del agua subterránea (interacción agua roca), así como su calidad para los distintos usos.

8.5.1. Diagramas de Stiff

Son representaciones gráficas, que muestran sintéticamente las características químicas principales del agua, facilitando su clasificación. En la figura 8.1, se observan los diagramas de Stiff para cada fuente analizada, los puntos planteados en el mapa corresponden a surgencias subterráneas (manantiales).

En la figura 8.1 se observa el mapa hidroquímico de la zona de estudio con los diagramas de Stiff, representando cada punto de muestreo, analizado y clasificado con los valores respectivos.

En los sectores de San Jerónimo de Tunán y El Ingenio, se observa un solo rango de valores hidroquímicos:

- De 0 a 3 meq/L (7 muestras)

La predominancia hidroquímica de las fuentes de aguas subterránea en ambos sectores es de tipo Bicarbonatada-Cálcica ($\text{HCO}_3\text{-Ca}$). Los manantiales captados en el sector de San Jerónimo de Tunán presentan una buena homogeneidad en sus concentraciones en aniones y cationes mayoritarios, indicando probablemente que provienen del mismo acuífero.

El manantial captado Ancall (sector de El Ingenio) presenta un contenido más marcado en Calcio (Ca^{2+}), lo que indica que tuvo probablemente mayor tiempo de recorrido en el acuífero compuesto por calizas.

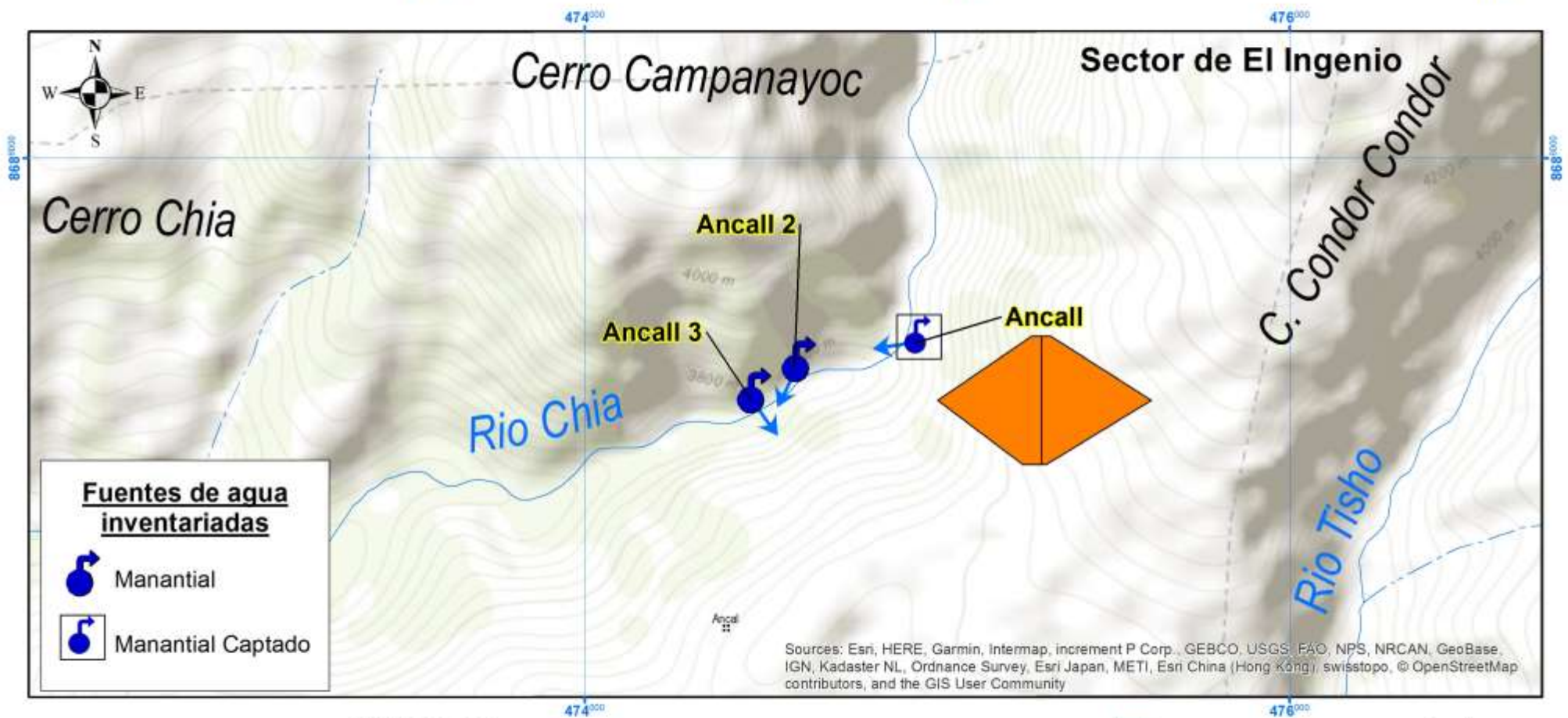
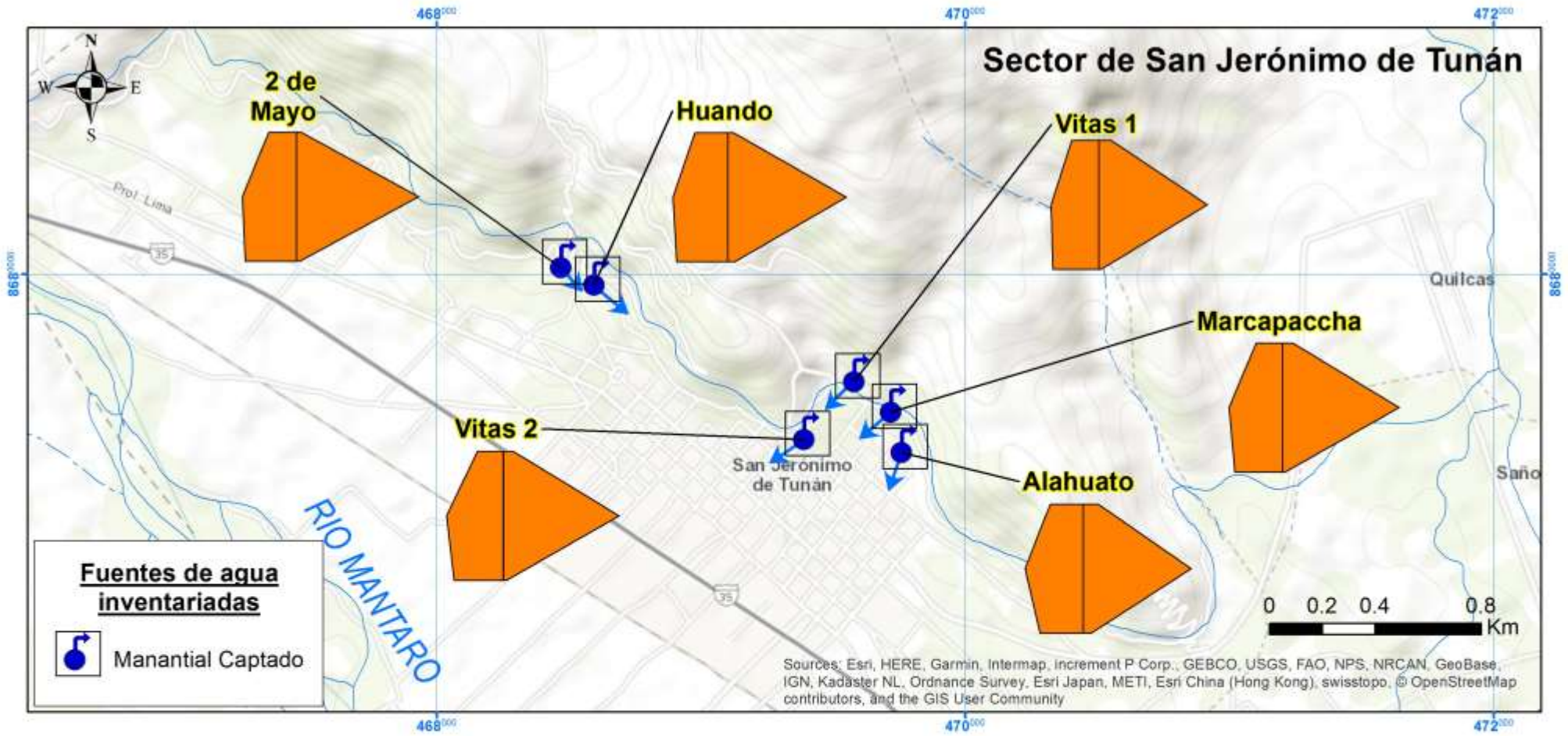
8.5.2. Diagramas de Piper y evolución de flujos Miffin

Se ha utilizado este diagrama, para plotear los resultados de elementos mayoritarios, donde se representa las fuentes evaluadas de un solo sistema acuífero, en un mismo gráfico, sin dar lugar a confusiones. Los puntos planteados corresponden a los contenidos predominantes de aniones versus los metales disueltos (cationes), los mismos que tienen predominancias coincidentes con el mapa hidroquímico elaborado con el diagrama de Stiff (Figura 8.1).

Los diagramas de Scatter nos permite corroborar estas predominancias con la evolución de flujos utilizando la relación hidroquímica $\text{Cl}+\text{SO}_4$ vs $\text{Na}+\text{K}$ (meq/l) (Miffin, 1988 en Ángeles et al, 2004) (Gráfico 8.1).

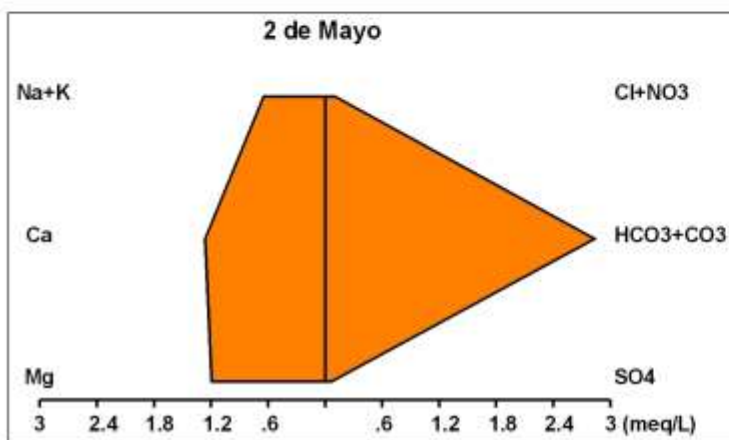
8.5.2.1. Interpretaciones

Considerando que, las predominancias químicas están relacionadas con la evolución de flujos, se establece el gráfico comparativo entre el diagrama de Piper y el diagrama de Scatter. En aguas naturales las fuentes de predominio bicarbonatado tienen corto recorrido, pero también existen fuentes sulfatadas que tienen corto recorrido, normalmente se presenta cuando los componentes iónicos son bajos.



SÍMBOLOS

- | | | | |
|---|-------------------------|---|---------------------------------|
| ⬠ | Capital de departamento | ~ | Curva de nivel - primaria |
| ⊞ | Localidad común | ~ | Curva de nivel - secundaria |
| ● | Capital de distrito | ~ | Río principal |
| ⊙ | Baños termales | ~ | Río secundario |
| ⚎ | Escuela | ~ | Quebrada |
| ✝ | Iglesia | ~ | Laguna |
| ■ | Hacienda | ~ | Quebrada seca una parte del año |
| ▪ | Casa aislada | ~ | Quebrada seca e intermitente |
| ⊕ | Cementerio | | |
| × | Cota comprobada | | |



SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

INSPECCIÓN HIDROGEOLÓGICA EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JERÓNIMO DE TUNÁN

MAPA HIDROQUÍMICO DE LOS SECTORES DE SAN JERÓNIMO DE TUNÁN Y EL INGENIO

| | | |
|------------------------------|--|---------------------|
| Versión digital: Año 2018 | Escala 1:20 000 0 100 200 300 400 m Datum: WGS 84, Proyección: UTM Zona 18 Sur | Figura N°8.1 |
|------------------------------|--|---------------------|

Todas las fuentes de agua en el sector de San Jerónimo de Tunán tienen una facies de tipo bicarbonatada cálcica, y son de recorrido local (Gráfico 8.1 b). La predominancia bicarbonatada cálcica procede fundamentalmente de la zona edáfica, donde hay una alta concentración de CO_2 debido a la respiración de organismos y la descomposición de la materia orgánica, las aguas que tienen contacto con materia orgánica y su recorrido es local a intermedio adquieren la predominancia bicarbonatada. Con estos resultados, podemos interpretar que las aguas que originan los manantiales en el sector de San Jerónimo de Tunán proceden de la infiltración de la lluvia en los cerros ubicado en la parte alta (Cerros Huamajo y Huinayulo).

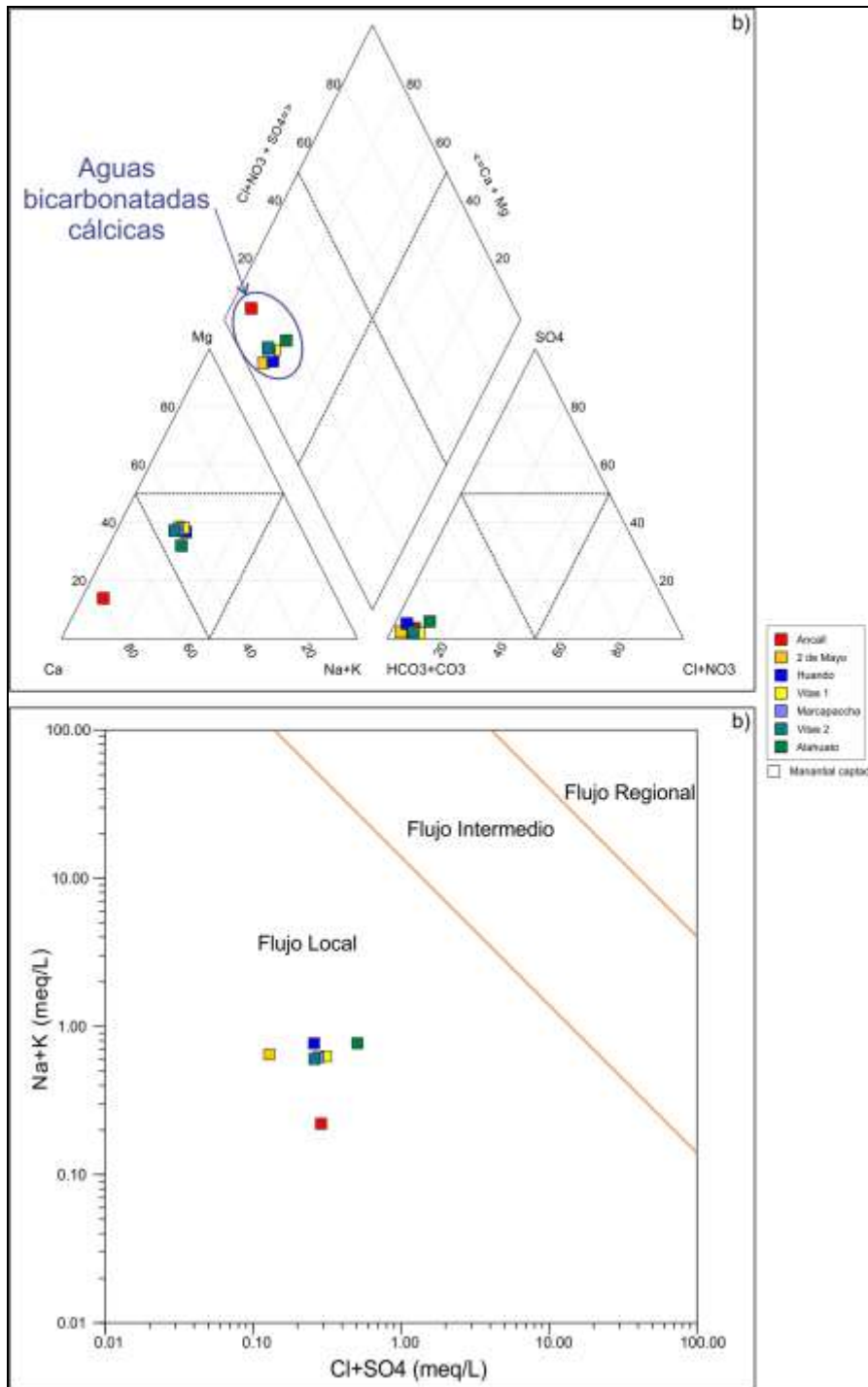


Gráfico 8.1. Diagramas de Piper y Miffin para las fuentes de agua subterránea de los sectores de San Jerónimo de Tunán y El Ingenio

El manantial captado Ancall (El Ingenio) presenta también una facies de tipo predominancia bicarbonatada cálcica. Sin embargo, se puede notar que tiene mayor contenido en calcio (Ca^{2+}). Podemos interpretar que el manantial se origina por la infiltración de las lluvias en las partes altas (Cerro Espíritu). La mayor concentración en calcio (Ca^{2+}) encontrada en las aguas procede de la disolución de la roca caliza (Formación Condorsinga) que conforma el acuífero fisurado-kárstico.

8.6. Aptitud de las aguas para consumo humano

8.6.1. Diagrama de potabilidad

Para determinar la aptitud de las aguas para el consumo humano, se utiliza el diagrama de Schoeller, también conocido como “diagrama de potabilidad”. Se plotean las concentraciones (en mg/L) de los aniones y cationes mayoritarios, así como los valores de dureza y pH, y se comparan con los estándares establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Observamos que todas las fuentes presentan concentraciones en elementos mayoritarios, y valores de dureza y pH que no superan los límites establecidos por la OMS (Gráfico 8.2)

En consecuencia, las aguas subterráneas en los sectores de San Jerónimo de Tunán y de El Ingenio, desde un punto de vista físico-químico son aptas para el consumo humano. Cabe resaltar que es necesario la realización de análisis bacteriológicos para confirmar la potabilidad del agua y, si necesario, proponer medidas de desinfección.

8.6.2. Comparación con los Estándares de Calidad Ambientales (ECA) para consumo humano

En esta parte, se comparan las concentraciones en elementos disueltos y los parámetros físico-químicos de las aguas con los estándares establecidos para el ECA Categoría 1: “Poblacional y Recreacional”, Subcategoría A: “Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable” (D.S. N°004-2017-MINAM)

Se observa en el Cuadro 8.2 que ningún manantial presenta concentraciones en iones y metales disueltos que superan los límites establecidos, a excepción del arsénico y del oxígeno disuelto.

Para el arsénico, el manantial Ancall, con una concentración de 0.013 mg/L supera muy ligeramente el límite establecido para las subcategorías A1 y A2, por lo cual se estaría considerando no apto para el consumo humano.

En lo concierne el oxígeno disuelto (OD), se puede observar que:

- Para la subcategoría A1, solamente el manantial Huando cumple con el límite definido (OD \geq 6 mg/L)
- Para la subcategoría A2, 3 manantiales cumplen con el límite: los manantiales Huando, Vitas 1 y Marcapaccha
- Para la subcategoría A3, todos los manantiales, a excepción del manantial Alahuato cumplen con el límite establecido.

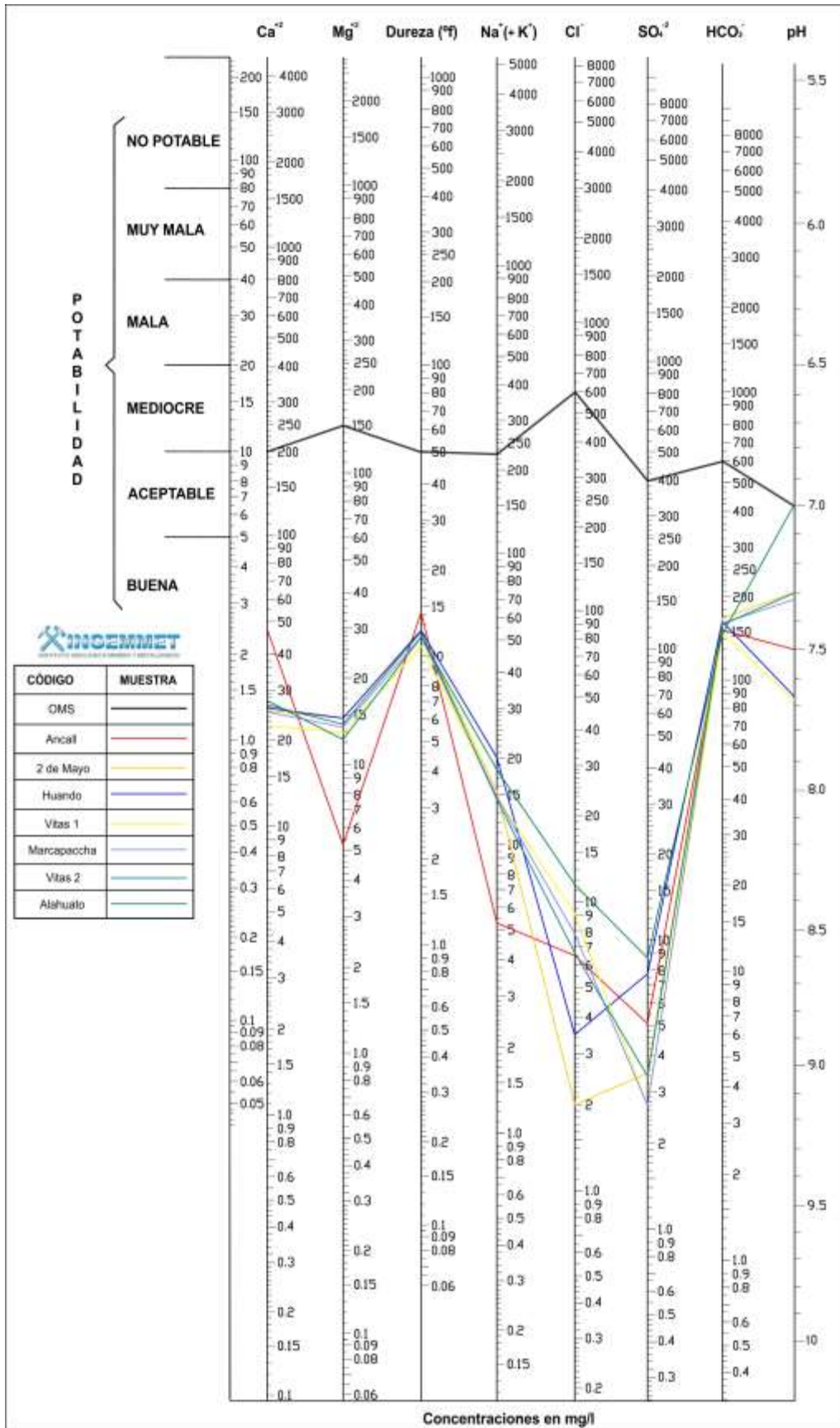


Gráfico 8.2. Diagrama de potabilidad para las aguas subterráneas de los sectores de San Jerónimo de Tunán y El Ingenio

Cuadro 8.2.

Comparación de la composición de las aguas de los sectores de San Jerónimo de Tunán y El Ingenio con los límites establecidos para el ECA Categoría 1 – Subcategoría A. *Para cada manantial, se resaltan en rojo los elementos que superan los límites establecidos*

| Código | Nombre | pH | Conductividad Eléctrica (µS/cm) | TDS (mg/l) | Oxígeno Disuelto (mg/l) | Cloruros Cl ⁻ (mg/l) | Sulfatos SO ₄ ²⁻ (mg/l) | Nitratos NO ₃ ⁻ (mg/l) | Aluminio Al (mg/l) | Arsénico As (mg/l) | Boro B (mg/l) | Bario Ba (mg/l) | Berilio Be (mg/l) | Cadmio Cd (mg/l) | Cromo Cr (mg/l) | Cobre Cu (mg/l) | Hierro Fe (mg/l) | Manganeso Mn (mg/l) | Molibdeno Mo (mg/l) | Níquel Ni (mg/l) | Plomo Pb (mg/l) | Selenio Se (mg/l) | Uranio U (mg/l) | Zinc Zn (mg/l) |
|-----------|-------------|------|---------------------------------|------------|-------------------------|---------------------------------|---|--|--------------------|--------------------|---------------|-----------------|-------------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|---------------------|---------------------|------------------|-----------------|-------------------|-----------------|----------------|
| 49969-001 | Ancall | 7.50 | 325.3 | 160.0 | 4.30 | 6.50 | 5.10 | 1.80 | <0.005 | 0.013 | <0.05 | 0.0609 | <0.0002 | <0.0002 | <0.001 | 0.0005 | <0.01 | <0.0002 | 0.0004 | <0.0007 | <0.0005 | <0.002 | 0.0004 | 0.009 |
| 49969-004 | 2 de Mayo | 7.30 | 332.3 | 162.4 | 4.95 | 2.00 | 3.50 | 2.90 | <0.005 | <0.001 | <0.05 | 0.0008 | <0.0002 | <0.0002 | <0.001 | <0.0005 | <0.01 | 0.0002 | 0.0004 | <0.0007 | <0.0005 | <0.002 | 0.0007 | 0.003 |
| 49969-005 | Huando | 7.67 | 362.5 | 177.8 | 6.01 | 3.50 | 7.70 | 1.40 | <0.005 | 0.001 | <0.05 | 0.002 | <0.0002 | <0.0002 | <0.001 | <0.0005 | <0.01 | 0.0007 | 0.0003 | <0.0007 | <0.0005 | <0.002 | 0.0004 | 0.004 |
| 49969-006 | Vitas 1 | 7.68 | 358.3 | 176.7 | 5.73 | 9.10 | 2.70 | 1.50 | <0.005 | 0.001 | <0.05 | 0.0091 | <0.0002 | <0.0002 | <0.001 | <0.0005 | <0.01 | 0.0119 | 0.0003 | <0.0007 | <0.0005 | <0.002 | 0.0005 | 0.005 |
| 49969-007 | Marcapaccha | 7.32 | 318.0 | 156.1 | 5.17 | 7.80 | 2.70 | 0.80 | <0.005 | 0.002 | <0.05 | 0.0045 | <0.0002 | <0.0002 | <0.001 | <0.0005 | <0.01 | 0.0005 | 0.0004 | <0.0007 | <0.0005 | <0.002 | 0.0004 | 0.004 |
| 49969-008 | Vitas 2 | 7.30 | 327.0 | 160.0 | 4.66 | 6.70 | 3.40 | 2.30 | <0.005 | <0.001 | <0.05 | 0.0089 | <0.0002 | <0.0002 | <0.001 | <0.0005 | <0.01 | 0.0002 | 0.0005 | <0.0007 | <0.0005 | <0.002 | 0.0006 | 0.005 |
| 49969-009 | Alahuato | 6.99 | 331.5 | 163.1 | 2.79 | 11.60 | 8.70 | 1.10 | <0.005 | 0.003 | <0.05 | 0.005 | <0.0002 | <0.0002 | <0.001 | <0.0005 | <0.01 | 0.002 | 0.001 | <0.0007 | <0.0005 | <0.002 | 0.0009 | 0.003 |

| Límites definidos para el ECA Categoría 1 - Subcategoría A | Subcategoría A1 | 6.5-8.5 | 1500 | 1000 | ≥6 | 250 | 250 | 50 | 0.9 | 0.01 | 2.4 | 0.7 | 0.012 | 0.003 | 0.05 | 2 | 0.3 | 0.4 | 0.07 | 0.07 | 0.01 | 0.04 | 0.02 | 3 |
|--|-----------------|---------|------|------|----|-----|-----|----|-----|------|-----|-----|-------|-------|------|---|-----|-----|------|------|------|------|------|---|
| | Subcategoría A2 | 5.5-9.0 | 1600 | 1000 | ≥5 | 250 | 500 | 50 | 5 | 0.01 | 2.4 | 1 | 0.04 | 0.005 | 0.05 | 2 | 1 | 0.4 | ** | ** | 0.05 | 0.04 | 0.02 | 5 |
| | Subcategoría A3 | 5.5-9.0 | ** | 1500 | ≥4 | 250 | ** | 50 | 5 | 0.15 | 2.4 | ** | 0.1 | 0.01 | 0.05 | 2 | 5 | 0.5 | ** | ** | 0.05 | 0.05 | 0.02 | 5 |

9.0. PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN

Los trabajos de campo, realizado para la caracterización hidrogeológica de la zona de estudio, permiten desarrollar propuestas de intervención, los cuales apuntan a mejorar las condiciones actuales del sistema de abastecimiento de agua, interviniendo en la infraestructura de los sistemas de agua potable que abastece el centro poblado de San Jerónimo de Tunan y proponiendo alternativas que podrían desarrollarse con estudios mas detallados.

Las infraestructuras de captación de los manantiales en su gran mayoría se encuentran deterioradas y necesitan mejoramiento y rehabilitación para que pueda tener un óptimo servicio y así evitar problemas de contaminación y pérdida de agua. Algunas captaciones y 2 reservorio, se observan deteriorados, incluso el reservorio de Vitas 2 se encuentra colmatado y el agua que debía almacenarse se va desperdiciando por el rebose y por la tapa del reservorio, el mismo que a su vez genera más deterioro en la pared del reservorio.

Los análisis químicos muestran que todos los manantiales captados en las inmediaciones de San Jerónimo de Tunan y El Ingenio son aptos para el consumo humano, desde un punto de vista físico-químico. A excepción del manantial Ancall, este manantial sobrepasa ligeramente su contenido de arsénico, lo cual se convierte en un elemento delicado para el consumo humano. Por lo tanto, sugerimos que, las aguas del manantial Ancall debe combinarse en el reservorio, con aguas de las inmediaciones del centro poblado de San Jerónimo de Tunan para bajar el contenido de arsénico, con esta reducción si es posible entregar a la población. Sin embargo, para estar 100% seguros de la presencia del Arsénico en la fuente Ancall, se recomienda volver realizar análisis químicos, para asegurarnos que el manantial Ancall supera verdaderamente el límite establecido para el arsénico en las subcategorías A1 y A2 del ECA 1, haciéndolo no apto para el consumo humano. Un segundo análisis, nos permitirá proponer un tratamiento adecuado para bajar el contenido de arsénico en la fuente Ancall. De encontrarse nuevamente arsénico que supera el límite para el ECA 1, se sugiere aplicar técnicas apropiadas para la remoción del arsénico.

Para la reducción de los niveles de arsénico, se podría aplicar métodos específicos, tales como coagulación-filtración, adsorción en medios específicos, filtración con membrana. Sin embargo, un método simple puede consistir en diluir el agua con agua poca mineralizada, lo cual llevará a la disminución de la concentración en arsénico. Estas propuestas deberán obedecer a estudios técnicos con profesionales especializados.

En cuanto al tema bacteriológico, se recomienda realizar un análisis en laboratorio para determinar la cantidad de coliformes presentes en el agua, es un tratamiento simple y el porcentaje de cloro responderá al volumen de los reservorios donde se requiere eliminar completamente los coliformes. Así mismo, se recomienda también la realización de un muestreo bacteriológico para determinar la cantidad de coliformes presentes en el agua, y proponer medidas de tratamiento. Aunque este tratamiento es simple, ya que con un porcentaje de cloro en el reservorio se reduce drásticamente el contenido de coliformes fecales y coliformes termotolerantes.

El manantial Ancall de 104 L/s se encuentra colmatado, existe desborde por el rebose y por la tapa (Fotografías 9.1 y 9.2), es agua que se va perdiendo, se requiere mejorar la captación, con

trabajos de mayor detalle, en cuanto a la producción del agua para evitar pérdidas significativas de agua. Las mejoras deben consistir en la ampliación del sistema de captación.

Por otro lado, las condiciones geológicas de la zona de El Ingenio, permite observar que junto a la captación Ancall existe un río de caudal considerable, este río puede ser represado, el valle es joven y angostos, las condiciones topográficas son aptas para el represamiento (Fotografías 9.3) se sugiere realizar estudios técnicos responsables que permitan captar mayor cantidad de agua a través de una represa e incrementar el volumen de almacenamiento y distribución, sin afectar a los gran cantidad de pisigranjas que su ubican en la parte baja y usan estas aguas.

Además, se observaron varios ojos de agua saliendo al costado de la captación (Fotografía 9.2). y a lo largo de la quebrada, los cuales se pudo inventariar un par y le denominamos Ancall2 y Ancall3, los cuales pueden ser posibles de captar con técnicas adecuadas y previo la elaboración de un expediente técnico.



Fotografía 9.1. Desperfectos en la captación del manantial Ancall conduciendo a pérdidas significativas de agua



Fotografía 9.2. Producción de agua subterránea que sale al costado de la captación Ancall.



Fotografía 9.3. Aguas superficiales del río Chía y captación Ancall ubicada en la margen izquierda. Se sugiere represar estas aguas en la parte alta del río Chía, para incrementar el volumen de abastecimiento.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En el centro poblado de San Jerónimo de Tunan se encontró rasgos geomorfológicos que proceden de diferentes eventos, tectónicos y sedimentarios y que dejaron diferentes productos, procesos sedimentarios y tectónicos, se tiene formas de relieve con valles amplios y alargados, con montañas en el sector del Ingenio y colinas en las inmediaciones de San Jerónimo de Tunan. Estas unidades tienen diferente interacción con la presencia del agua subterránea, en el Ingenio y alrededores se tiene una montaña con zonas permeables, lo cual favorece a la infiltración y circulación de agua subterránea en el subsuelo, en las inmediaciones de San Jerónimo de Tunan, se tiene colinas semipermeables favorecen la alimentación y recarga de aguas subterráneas, pero su producción es baja.
- Las estaciones que registraron precipitación para San Jerónimo de Tunan tiene valores de 630.10 mm anuales, lo que corresponde cantidad de precipitación óptima para la recarga de acuíferos y mantener un caudal base en los manantiales, los mismos que garantizaría la presencia de manantiales en San Jerónimo de Tunan y el Ingenio.
- La temperatura máxima en el centro poblado de San Jerónimo de Tunán, llega a niveles máximos de 19.6° C, con una mínima a 5.0°C; por lo tanto, la temperatura promedio anual es de 12.3 °C. Según los registros encontrado en la página web del SEMANHI (2018), en promedio, la temperatura máxima extrema llega a 20.7 °C en el mes de noviembre y la mínima extrema llega a -0.2 °C en el mes de julio. En el sector del Ingenio, la temperatura máxima llega a niveles promedio de 19.1° C y la mínima a 5.1 °C; por lo tanto, la temperatura promedio anual es de 12.1 °C. En promedio, la temperatura máxima extrema llega a 19.9°C en el mes de noviembre y la mínima extrema llega a -0.6°C en el mes de julio.
- La geología del sector de San Jerónimo de Tunán está constituida por rocas sedimentarias, volcánicas e intrusivas y corresponde a diferentes formaciones geológicas descritas en forma crono-estratigráfica, de las más antiguas a las más recientes. Las formaciones que despertaron interés corresponde Chambará y Condorsinga, cuya litología son calizas fisuradas con evidencias de karstificación, ambas formaciones se encuentran en contacto y formando un sistema acuífero. Este sistema acuífero se encuentra limitado en la base por los niveles impermeables del Grupo Mitú que complementa el sistema con un sello en el límite inferior del acuífero.
- Los manantiales tienen consideraciones litológicas que condicionan la surgencia, el almacenamiento y movimiento del agua subterránea en el subsuelo. En el área de estudio se identificó nueve (9) manantiales, de los cuales, siete (7) se encuentran captados y se usan actualmente en el abastecimiento de agua potable de la zona (6 ubicados en San Jerónimo de Tunán y 1 ubicados en El Ingenio), y dos (2) manantiales ubicados en las inmediaciones del El Ingenio aún, no están captados.
- La única fuente con ligero contenido de Arsénico corresponde al manantial captado Ancall, cuyo resultado se observa en los análisis hidroquímicos practicados en los laboratorios del Ingemmet, sin embargo, recomendamos un segundo análisis, cuyo laboratorio debe ser

certificado, así se podrá corroborar o descartar la presencia de arsénico en el manantial. Sin embargo, para la reducción de los niveles de arsénico, se podría aplicar métodos específicos, tales como coagulación-filtración, adsorción en medios específicos, filtración con membrana. Un método simple puede consistir en diluir el agua con agua poca mineralizada, lo cual llevará a la disminución de la concentración en arsénico. Estas propuestas deberán obedecer a estudios técnicos con profesionales especializados.

- El manantial Ancall de 104 L/s se encuentra colmatado, existe desborde por el rebose y por la tapa, se requiere mejorar la captación, con trabajos de mayor detalle en cuanto a la producción del agua para evitar pérdidas significativas. Las mejoras deben consistir en la ampliación y mejora del sistema de captación, la utilización de alerones previo aforo de la época de lluvia.
- Por otro lado, las condiciones geológicas de la zona El Ingenio, permite observar que junto a la captación Ancall existe un río de caudal considerable, este río puede ser represado, el valle es joven y angosto, las condiciones topográficas son aptas para el represamiento, se sugiere realizar estudios técnicos responsables que permitan captar mayor cantidad de agua a través de una represa e incrementar el volumen de almacenamiento y distribución, sin afectar a los gran cantidad de pis granjas que su ubican en l aparte baja y usan estas aguas.
- En los trabajos de campo se observaron varios manantiales de agua saliendo al costado de la captación y a lo largo de la quebrada, los cuales se pudo inventariar un par y le denominamos Ancall2 y Ancall3, en este sector se recomienda realizar un inventario de mayor detalle los mismos que es posible captar con técnicas adecuadas y previo la elaboración de un expediente técnico.



Bibliografía




- Dunbar, C. O., and Newell, N. D. (1946). - Marine Early Permian of the Central Andes and its Fusuline Faunas. - Amer. Jour. of Sc., Vol. 224, p. 337-402, p. 457-491.
- Harrison, J. V. (1943). - Geología de los Andes Centrales en parte del departamento de Junín, (estudio definitivo). *ibid*, T. XVI.
- Jenks, W. F. (1951). - Triassic to Tertiary Stratigraphy near Cerro de Pasco, Perú. Soc. Geol. Amer. Bull, Vol. 62, p. 203-219.
- MacLaughlin, D. H. (1924). - The Geology and Physiography of the Peruvian Cordillera, departments of Junín and Lima. *ibid*, Vol. 35, p. 591-632.
- Miffin, M.D. (1988) - Region 5, Great Basin. En: Back, W.; Rosenshein, J S. & Sechen, P.A, eds. *Hydrogeology*. Boulder, Colorado: Geological Society of America; The Geology of North America Series, 2, p. 67-78.
- Piper, A.M. (1944) - A graphic procedure in the geochemical interpretation of water-analysis. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 25(6): 914-928.
- Schindewolf, O. H. (1957). - Über den Lias von Peru Geol. Jahrb., Bd. 74, p. 151-160
- Schoeller, H. (1969) – Pollution artificielle des eaux souterraines. *Bulletin International Association of Scientific Hydrology*, 14(3): 179-183.
- Struckmeier, W.F. & Margat, J. (1995) - *Hydrogeological maps: a guide and a standard legend*. Hannover: International Association of Hydrogeologists, International Contributions to Hydrogeology, 17, 193 p.
- Weaver, C. (1942). - A General Summary of the Mesozoic of South America and Central America. Proc. 8th. Amer. Sc. Cong., Vol. 4, p. 149-193.



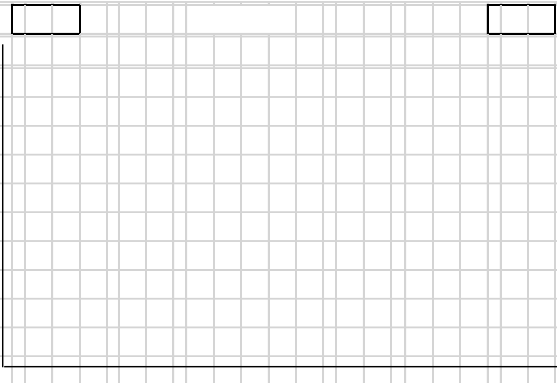
ANEXOS




Anexo I: Inventario de Fuentes de Aguas subterráneas




| Código | Nombre | X | Y | Z | Fecha de inventario | Tipo de Fuente | Caudal (L/s) |
|---------------|---------------|----------|----------|----------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| 49969-001 | Ancall | 474937 | 8687476 | 3747 | 18/07/2018 | Manantial Captado | 104.0 |
| 49969-002 | Ancall 2 | 474650 | 8687348 | 3727 | 18/07/2018 | Manantial Captado | 3.5 |
| 49969-003 | Ancall 3 | 474517 | 8687256 | 3759 | 18/07/2018 | Manantial | 5.0 |
| 49969-004 | 2 de Mayo | 468469 | 8680026 | 3311 | 16/07/2018 | Manantial Captado | 0.5 |
| 49969-005 | Huando | 468594 | 8679960 | 3294 | 16/07/2018 | Manantial Captado | 0.1 |
| 49969-006 | Vitas 1 | 469579 | 8679594 | 3315 | 16/07/2018 | Manantial Captado | 0.3 |
| 49969-007 | Marcapaccha | 469718 | 8679478 | 3309 | 16/07/2018 | Manantial Captado | 0.3 |
| 49969-008 | Vitas 2 | 469390 | 8679375 | 3298 | 16/07/2018 | Manantial Captado | 8.3 |
| 49969-009 | Alahuato | 469759 | 8679327 | 3124 | 16/07/2018 | Manantial Captado | 0.5 |




| FORMATO | | Código: Versión: Fecha de aprob : Página: |
|--|--|--|
| FICHA DE CAMPO PARA EL INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA | | |
| Proyecto A C T I | Nombre de la fuente Ancal | Código 49969-001 |
| Coordenadas UTM 8 6 8 7 4 7 6 N 4 7 4 9 3 7 E | | Fecha 1 8 - 0 7 - 1 8 |
| Altitud 3 7 4 7 | | Responsables F. Peña/ F. Renou/ M. Ccopa |
| WGS 84 Zona X 1 8 S | | Hora 1 1 : 0 0 |
| | | Localidad/lugar San Jeronimo de Tunan/Huancayo |
| Tipo de Fuente Manantial captado | <i>Parámetros Físico - Químicos</i> Químico | Vertiente Hidrográfica Atlantico |
| N.P. | <i>Tipo de Análisis</i> Isotópico O ¹⁸ y D | Cuenca o Intercuenca Hidrográfica Mantaro |
| Superficial | Radioactivo | Subcuenca Alto Mantaro |
| ASPECTOS GEOLÓGICOS | | PARÁMETROS HIDRÁULICOS |
| Intrusivo <input type="checkbox"/> | Areniscas calcareas, Calizas arenosas | Caudal 104 l/s |
| Volcánico <input type="checkbox"/> | | Uso consumo humano |
| Metamórfico <input type="checkbox"/> | | |
| Sedimentario <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| Dep. Superficial <input type="checkbox"/> | | |
| ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS | | PARÁMETROS FÍSICO - QUÍMICO |
| Morfología: Valle | | T° Agua 9.9 °C |
| Pendiente del terreno | Muy baja (<10°) <input type="checkbox"/> | T° Ambiente |
| | Baja (10-20°) <input type="checkbox"/> | pH 7.5 |
| | Media (20-40°) <input type="checkbox"/> | Eh |
| | Fuerte (40-60°) <input type="checkbox"/> | CE |
| | Muy Fuerte (> 60°) <input type="checkbox"/> | CE 325.3 µS/cm |
| GRADO DE FRACTURAMIENTO | | TDS 160.0 mg/l |
| Bajo Medio Alto <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | | TDS |
| ESTRATIFICACIÓN | | Salinidad 0.199 PSU |
| Rumbo y Buzamiento | | Resistividad |
| R N 105° Bz 83° NE | | Resistividad 3.071 Kohm/cm |
| | | RDO 59.6 % Sat |
| | | OD 4.3 mg/l |
| UBICACIÓN | | ARCHIVO FOTOGRAFICO |
|  | |  |
| OBSERVACIONES | | |
| Captacion con valvula de 6". Surgencia en estratos verticales tipo resurgencia. | | |



| FORMATO | | |
|--|--------------------------------|--|
|  | | Código: Versión: Fecha de aprob : Página: |
| FICHA DE CAMPO PARA EL INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA | | |
| Proyecto A C T 1 | Nombre de la fuente Ancal 2 | Código 49969-002 |
| Coordenadas UTM 8 6 8 7 3 4 8 N 4 7 4 6 5 0 E | | Fecha 1 8 - 0 7 - 1 8 |
| Altitud 3 7 2 7 | | Hora 1 1 : 2 0 |
| WGS 84 X | | Responsables F. Peña/ F. Renou/ M. Ccopa |
| Zona 1 8 S | | Localidad/lugar Ancal / Ingenio/Huancayo |
| Tipo de Fuente Manantial | | |
| Parámetros Físico - Químicos <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| Tipo de Análisis Químico <input type="checkbox"/> | | |
| N.P. <input type="checkbox"/> | | |
| Isotópico O ¹⁸ y D <input type="checkbox"/> | | |
| Radioactivo <input type="checkbox"/> | | |
| Vertiente Hidrográfica Atlántico | | |
| Cuenca o Intercuenca Hidrográfica Mantaro | | |
| Subcuenca Alto Mantaro | | |
| Microcuenca | | |
| ASPECTOS GEOLÓGICOS | | |
| Intrusivo <input type="checkbox"/> | | |
| Volcánico <input type="checkbox"/> | | |
| Metamórfico <input type="checkbox"/> | | |
| Sedimentario <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| Dep. Superficial <input type="checkbox"/> | | |
| Calizas, Areniscas. | | |
| ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS | | |
| Morfología: Valle | | |
| GRADO DE FRACTURAMIENTO | | |
| Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Alto <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| ESTRATIFICACIÓN | | |
| Rumbo y Buzamiento N 115° S Bz 78° SW | | |
| OTROS PARÁMETROS | | |
| Color <input type="text" value="inoloro"/> | | |
| Olor <input type="text" value="inoloro"/> | | |
| CO2 dis. <input type="text"/> mg/l | | |
| Alcalinidad <input type="text"/> mg/l (CaCO ₃) | | |
| PARÁMETROS HIDRÁULICOS | | |
| Caudal <input type="text" value="3.5"/> l/s | | |
| Uso <input type="text" value="Consumo humano, uso temporal"/> | | |
| PARÁMETROS FÍSICO - QUÍMICO | | |
| T° Agua <input type="text" value="10.2"/> °C | | |
| T° Ambiente <input type="text"/> °C | | |
| pH <input type="text" value="7.25"/> | | |
| Eh <input type="text"/> mV | | |
| CE <input type="text"/> mS/cm | | |
| CE <input type="text" value="361.9"/> μS/cm | | |
| TDS <input type="text" value="177.8"/> mg/l | | |
| TDS <input type="text"/> ppt | | |
| Salinidad <input type="text" value="0.2762"/> PSU | | |
| Resistividad <input type="text"/> ohm/cm | | |
| Resistividad <input type="text" value="2.762"/> Kohm/cm | | |
| RDO <input type="text" value="60.6"/> % Sat | | |
| OD <input type="text" value="4.34"/> mg/l | | |
| UBICACIÓN | | CORTE GEOLÓGICO |
|  | |  |
| OBSERVACIONES | | |
| Surgencia en la base de planos de estratificación subverticales 78° manantiañil de uso temporal, calizas y areniscas, marcas de karstificación ligera. | | |



| FORMATO | | Código: |
|--|---|--|
| FICHA DE CAMPO PARA EL INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA | | Versión: |
| | | Fecha de aprob : |
| | | Página: |
|  | | |
| Proyecto A C T I | Nombre de la fuente Ancal 3 | Código 49969-003 |
| Fecha 1 8 - 0 7 - 1 8 | | Hora 1 2 : 0 0 |
| Monitoreo <input type="checkbox"/> | | Fuente certificada <input type="checkbox"/> |
| Coordenadas UTM 8 6 8 7 2 5 6 N 4 7 4 5 1 7 E | | Responsables F. Peña/ F. Renou/ M. Ccopa |
| Altitud 3 7 5 9 | WGS 84 X | Zona 1 8 S |
| Localidad/lugar Ancal / Ingenio/Huancayo | | |
| Tipo de Fuente Manantial Polisurgente | <u>Parámetros Físico - Químicos</u> <input checked="" type="checkbox"/> | Vertiente Hidrográfica Atlantico |
| N.P. | <u>Tipo de Análisis</u> Químico <input type="checkbox"/> Isotópico O ¹⁸ y D <input type="checkbox"/> Radioactivo <input type="checkbox"/> | Cuenca o Intercuenca Hidrográfica Mantaro |
| | | Subcuenca Alto Mantaro |
| | | Microcuenca |
| ASPECTOS GEOLÓGICOS | | PARÁMETROS HIDRÁULICOS |
| Intrusivo <input type="checkbox"/> | Calizas, Areniscas. | Caudal 5 l/s |
| Volcánico <input type="checkbox"/> | | Uso Sin uso |
| Metamórfico <input type="checkbox"/> | | |
| Sedimentario <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| Dep. Superficial <input type="checkbox"/> | | |
| ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS | | PARÁMETROS FÍSICO - QUÍMICO |
| Morfología: Valle | | T° Agua 10.6 °C |
| Grado de Fracturamiento Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input checked="" type="checkbox"/> Alto <input checked="" type="checkbox"/> | | T° Ambiente |
| | | pH 7.3 |
| | | Eh |
| | | CE |
| | | CE 344.4 µS/cm |
| Estratificación Rumbo y Buzamiento N 124° Bz 62° SW | | TDS 169.4 mg/l |
| | | TDS |
| | | Salinidad 0.209 PSU |
| | | Resistividad |
| | | Resistividad 2.901 Kohm/cm |
| Pendiente del terreno Muy baja (<10°) <input type="checkbox"/> Baja (10-20°) <input type="checkbox"/> Media (20-40°) <input type="checkbox"/> Fuerte (40-60°) <input type="checkbox"/> Muy Fuerte (> 60°) <input checked="" type="checkbox"/> | | RDO 58 % Sat |
| | | OD 4.2 mg/l |
| | | |
| UBICACIÓN | | CORTE GEOLÓGICO |
|  | |  |
| OBSERVACIONES | | |
| Intercalaciones de areniscas con calizas en estratos suverticales en la base de la surgencia. | | |
| ARCHIVO FOTOGRÁFICO | | |




|  | | FORMATO | | | | Código: | | | | | |
|---|-------------------------------------|---|--------------------------|-------------------------------------|--|--|------------------------------------|-----------------------------|---|--|-------|
| FICHA DE CAMPO PARA EL INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA | | | | | | Versión: | | | | | |
| | | | | | | Fecha de aprob : | | | | | |
| | | | | | | Página: | | | | | |
| Proyecto | | Nombre de la fuente | | Código | Fecha | Hora | Monitoreo <input type="checkbox"/> | | | | |
| A | C | T | I | 2 de mayo | | 49969-004 | 1 6 - 0 7 - 1 8 | 1 4 : 0 9 | Fuente certificada <input type="checkbox"/> | | |
| Coordenadas UTM | | | | Responsables | | | | | | | |
| 8 | 6 | 8 | 0 | 0 | 2 | 6 | N | F. Peña/ F. Renou/ M. Ccopa | | | |
| 4 | 6 | 8 | 4 | 6 | 9 | E | Localidad/lugar | | | | |
| Altitud | | WGS 84 | | Zona | | 2 de Mayo/San Jeronimo de Tunan/Huancayo | | | | | |
| 3 | 3 | 1 | 1 | X | 1 | 8 | S | | | | |
| Tipo de Fuente | | Parámetros Físico - Químicos | | <input checked="" type="checkbox"/> | Vertiente Hidrográfica | | Atlántico | | | | |
| Manantial captado | | Químico | | <input checked="" type="checkbox"/> | Cuenca o Intercuenca Hidrográfica | | Mantaro | | | | |
| N.P. | | Tipo de Análisis | | | Subcuenca | | Alto Mantaro | | | | |
| superficie | | Radioactivo | | | Microcuenca | | | | | | |
| ASPECTOS GEOLÓGICOS | | | | PARÁMETROS HIDRÁULICOS | | PARÁMETROS FÍSICO - QUÍMICO | | | | | |
| Intrusivo | <input type="checkbox"/> | Areniscas, arcillas, microconglomerados | | Caudal | 0.5 | l/s | T° Agua | 16.9 | °C | | |
| Volcánico | <input type="checkbox"/> | | | Uso | consumo humano | | T° Ambiente | | °C | | |
| Metamórfico | <input type="checkbox"/> | | | OTROS PARÁMETROS | | Color | inoloro | pH | 7.3 | | |
| Sedimentario | <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | Olor | inoloro | | Eh | | mV |
| Dep. Superficial | <input type="checkbox"/> | | | | | CO2 dis. | | mg/l | CE | | mS/cm |
| ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS | | | GRADO DE FRACTURAMIENTO | | Alcalinidad | | mg/l | CE | 332.3 | | |
| Morfología: Quebrada | | | Bajo | Medio | Alto | Resistividad | | µS/cm | TDS | | |
| Pendiente del terreno | Muy baja (<10°) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Resistividad | | ppt | TDS | | |
| | Baja (10-20°) | <input checked="" type="checkbox"/> | ESTRATIFICACIÓN | | Color | | ohm/cm | Salinidad | 162.4 | | |
| | Media (20-40°) | <input type="checkbox"/> | Rumbo y Buzamiento | | Olor | | Kohm/cm | Resistividad | 0.208 | | |
| | Fuerte (40-60°) | <input type="checkbox"/> | N 158° Bz 56° NE | | CO2 dis. | | % Sat | RDO | 3.005 | | |
| | Muy Fuerte (> 60°) | <input type="checkbox"/> | | | Alcalinidad (CaCO ₃) | | mg/l | OD | 76.1 | | |
| | | | | | | | | | 4.95 | | |
| UBICACIÓN | | | | | ARCHIVO FOTOGRAFICO | | | | | | |
|  | | | | |  | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | | | | | | | |
| <p>La surgencia se produce en la parte baja de areniscas finas de color gris a beige altamente fracturadas, con areniscas grises oscuras intercaladas en esporadicos estratos, en la parte de la surgencia se observa taludes de arcillas marron rojizo.</p> <p>El aforo se debe multiplicar por 3.</p> | | | | | | | | | | | |

|  | | FORMATO | | | | | | | | | | Código: | | |
|--|--|--|--|---------------|--|---------------------------------------|--|------------------------------------|--|-------|-----------|------------------|---|--|
| | | FICHA DE CAMPO PARA EL INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA | | | | | | | | | | Versión: | | |
| | | | | | | | | | | | | Fecha de aprob : | | |
| | | | | | | | | | | | | Página: | | |
| Proyecto | | Nombre de la fuente | | | | Código | | Fecha | | | Hora | | Monitoreo <input type="checkbox"/> | |
| A C T I | | Huando | | | | 49969-005 | | 1 6 - 0 7 - 1 8 | | | 1 3 : 1 8 | | Fuente certificada <input type="checkbox"/> | |
| Coordenadas UTM | | | | Responsables | | | | | | | | | | |
| 8 6 7 9 9 6 0 N | | | | 4 6 8 5 9 4 E | | | | F. Peña/ F. Renou/ M. Ccopa | | | | | | |
| Altitud | | WGS 84 | | Zona | | Localidad/lugar | | | | | | | | |
| 3 2 9 4 | | X | | 1 8 S | | Huando/San Jeronimo de Tunan/Huancayo | | | | | | | | |
| Tipo de Fuente | | Parámetros Físico - Químicos <input checked="" type="checkbox"/> | | | Vertiente Hidrográfica | | | Atlantico | | | | | | |
| Manantial Captado | | Químico <input checked="" type="checkbox"/> | | | Cuenca o Intercuenca Hidrográfi | | | Mantaro | | | | | | |
| N.P. | | Tipo de Análisis | | | Subcuenca | | | Alto Mantaro | | | | | | |
| Superficie | | Radioactivo <input type="checkbox"/> | | | Microcuenca | | | | | | | | | |
| ASPECTOS GEOLÓGICOS | | | | | PARÁMETROS HIDRÁULICOS | | | PARÁMETROS FÍSICO - QUÍMICO | | | | | | |
| Intrusivo <input type="checkbox"/> | | Microconglomerado, arcilla | | | Caudal 0.1 l/s | | | T° Agua 15.4 °C | | | | | | |
| Volcánico <input type="checkbox"/> | | | | | Uso consumo humano | | | T° Ambiente | | | | | | |
| Metamórfico <input type="checkbox"/> | | | | | Color incoloro | | | pH 7.67 | | | | | | |
| Sedimentario <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | Olor inoloro | | | Eh | | | | | | |
| Dep. Superficial <input type="checkbox"/> | | | | | CO2 dis. mg/l | | | CE | | mS/cm | | | | |
| ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS | | | | | OTROS PARÁMETROS | | | CE 362.5 µS/cm | | | | | | |
| Morfología: Ladera | | | | | GRADO DE FRACTURAMIENTO | | | TDS 177.8 mg/l | | | | | | |
| Pendiente del terreno Muy baja (<10°) <input checked="" type="checkbox"/> Baja (10-20°) <input type="checkbox"/> Media (20-40°) <input type="checkbox"/> Fuerte (40-60°) <input type="checkbox"/> Muy Fuerte (> 60°) <input type="checkbox"/> | | | | | Bajo Medio Alto | | | TDS ppt | | | | | | |
| | | | | | ESTRATIFICACIÓN | | | Salinidad 0.221 PSU | | | | | | |
| | | | | | Rumbo y Buzamiento | | | Resistividad ohm/cm | | | | | | |
| | | | | | | | | Resistividad 2.755 Kohm/cm | | | | | | |
| | | | | | | | | RDO 88.8 % Sat | | | | | | |
| UBICACIÓN | | | | | REGISTRO FOTOGRAFICO | | | | | | | | | |
|  | | | | |  | | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | | | | | | | | | | |
| Manantial polisurgente se une en varias captaciones (3) y se capta en un reservorio. Se observa un contacto entre arcillas y microconglomerados muy cerca de las surgencias. | | | | | | | | | | | | | | |

| FORMATO | | |
|--|---|--|
|  | | Código: Versión: Fecha de aprob : Página: |
| FICHA DE CAMPO PARA EL INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA | | |
| Proyecto A C T 1 | Nombre de la fuente Vitas 1 | Código 49969-006 |
| Coordenadas UTM 8 6 7 9 5 9 4 N | | Fecha 1 6 - 0 7 - 1 8 |
| Altitud 3 3 1 5 | | Responsables F. Peña/ F. Renou/ M. Ccopa |
| WGS 84 X | | Localidad/lugar Vitas 1 /San Jeronimo de Tunan/Huancayo |
| Zona 1 8 S | | Monitoreo <input type="checkbox"/> |
| Tipo de Fuente Galería corta 3m | | Fuente certificada <input type="checkbox"/> |
| N.P. | | |
| Superficie | | |
| Parámetros Físico - Químicos <input checked="" type="checkbox"/> | | Vertiente Hidrográfica Atlántico |
| Tipo de Análisis Químico <input checked="" type="checkbox"/> Isotópico O ¹⁸ y D <input type="checkbox"/> Radioactivo <input type="checkbox"/> | | Cuenca o Intercuenca Hidrográfi Mantaro |
| | | Subcuenca Alto Mantaro |
| | | Microcuenca |
| ASPECTOS GEOLÓGICOS | | PARÁMETROS HIDRÁULICOS |
| Intrusivo <input type="checkbox"/> | Arcilla, Areniscas. | Caudal 0.3 l/s |
| Volcánico <input type="checkbox"/> | | Uso consumo humano |
| Metamórfico <input type="checkbox"/> | | |
| Sedimentario <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| Dep. Superficial <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS | | PARÁMETROS FÍSICO - QUÍMICO |
| Morfología: Ladera | | T° Agua 15.5 °C |
| Pendiente del terreno | Muy baja (<10°) <input type="checkbox"/> | T° Ambiente |
| | Baja (10-20°) <input checked="" type="checkbox"/> | pH 7.68 |
| | Media (20-40°) <input type="checkbox"/> | Eh |
| | Fuerte (40-60°) <input type="checkbox"/> | CE |
| | Muy Fuerte (> 60°) <input type="checkbox"/> | CE 358.3 µS/cm |
| GRADO DE FRACTURAMIENTO | | TDS 176.7 mg/l |
| Bajo Medio Alto | | TDS |
| <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | | Salinidad 0.217 PSU |
| ESTRATIFICACIÓN | | Resistividad |
| Rumbo y Buzamiento | | Resistividad 2.899 Kohm/cm |
| | | RDO 85.6 % Sat |
| | | OD 5.73 mg/l |
| OTROS PARÁMETROS | | |
| Color incoloro | | |
| Olor inoloro | | |
| CO2 dis. mg/l | | |
| Alcalinidad mg/l | | |
| (CaCO ₃) | | |
| UBICACIÓN | | ARCHIVO FOTOGRÁFICO |
|  | |  |
| OBSERVACIONES | | |
| Fuente captada es una especie de galería filtrante de 3m de longitud en la parte superior se observan areniscas fracturadas de grano fino, la arcilla de color rojiza con clastos esporadicos de gravas de angulosos a subangulosos. | | |

| FORMATO | | Código: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|---|---------------------|--------------------------|-------|------|-----------|---------|-------------|-----------|-----------------|-----------|--------------------------|-----------------|--|--|--------------|--|--|-----------------|---------------|-----------------------------|--|--|--|---------|--------|------|-----------------|--|--|---------|---|-------|----------------------------------|--|--|
| FICHA DE CAMPO PARA EL INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA | | Versión: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Fecha de aprob : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Página: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Proyecto</td> <td style="width: 20%;">Nombre de la fuente</td> <td style="width: 10%;">Código</td> <td style="width: 10%;">Fecha</td> <td style="width: 10%;">Hora</td> <td style="width: 10%;">Monitoreo</td> </tr> <tr> <td>A C T 1</td> <td>Marcapaccha</td> <td>49969-007</td> <td>1 6 - 0 7 - 1 8</td> <td>1 1 : 3 6</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Coordenadas UTM</td> <td colspan="3">Responsables</td> </tr> <tr> <td>8 6 7 9 4 7 8 N</td> <td>4 6 9 7 1 8 E</td> <td colspan="4">F. Peña/ F. Renou/ M. Ccopa</td> </tr> <tr> <td>Altitud</td> <td>WGS 84</td> <td>Zona</td> <td colspan="3">Localidad/lugar</td> </tr> <tr> <td>3 3 1 5</td> <td>X</td> <td>1 8 S</td> <td colspan="3">San Jeronimo de Tunan / Huancayo</td> </tr> </table> | | | Proyecto | Nombre de la fuente | Código | Fecha | Hora | Monitoreo | A C T 1 | Marcapaccha | 49969-007 | 1 6 - 0 7 - 1 8 | 1 1 : 3 6 | <input type="checkbox"/> | Coordenadas UTM | | | Responsables | | | 8 6 7 9 4 7 8 N | 4 6 9 7 1 8 E | F. Peña/ F. Renou/ M. Ccopa | | | | Altitud | WGS 84 | Zona | Localidad/lugar | | | 3 3 1 5 | X | 1 8 S | San Jeronimo de Tunan / Huancayo | | |
| Proyecto | Nombre de la fuente | Código | Fecha | Hora | Monitoreo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A C T 1 | Marcapaccha | 49969-007 | 1 6 - 0 7 - 1 8 | 1 1 : 3 6 | <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Coordenadas UTM | | | Responsables | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 6 7 9 4 7 8 N | 4 6 9 7 1 8 E | F. Peña/ F. Renou/ M. Ccopa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Altitud | WGS 84 | Zona | Localidad/lugar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 3 1 5 | X | 1 8 S | San Jeronimo de Tunan / Huancayo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo de Fuente pequeña galería | | <u>Parámetros Físico - Químicos</u> <input checked="" type="checkbox"/> | Vertiente Hidrográfica Atlantico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N.P. Superficie | | <u>Tipo de Análisis</u> Químico <input checked="" type="checkbox"/> Isotópico O ¹⁸ y D <input type="checkbox"/> Radioactivo <input type="checkbox"/> | Cuenca o Intercuenca Hidrográfica Subcuenca Microcuenca | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ASPECTOS GEOLÓGICOS | | PARÁMETROS HIDRÁULICOS | PARÁMETROS FÍSICO - QUÍMICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Intrusivo <input type="checkbox"/> Volcánico <input type="checkbox"/> Metamórfico <input type="checkbox"/> Sedimentario <input checked="" type="checkbox"/> Dep. Superficial <input type="checkbox"/> | Conglomerados, microconglomerados, areniscas, arcillas. | Caudal 0.3 l/s Uso consumo humano | T° Agua 14.1 °C T° Ambiente <input type="text"/> °C pH 7.32 Eh <input type="text"/> mV CE <input type="text"/> mS/cm CE 318 µS/cm TDS 156.1 mg/l TDS <input type="text"/> ppt Salinidad 0.199 PSU Resistividad <input type="text"/> ohm/cm Resistividad 3.144 Kohm/cm RDO 74.6 % Sat OD 5.17 mg/l | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS | | GRADO DE FRACTURAMIENTO | OTROS PARÁMETROS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Morfología: Ladera | | Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> | Color incoloro Olor inoloro CO2 dis. <input type="text"/> mg/l Alcalinidad <input type="text"/> mg/l (CaCO ₃) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pendiente del terreno Muy baja (<10°) <input type="checkbox"/> Baja (10-20°) <input type="checkbox"/> Media (20-40°) <input checked="" type="checkbox"/> Fuerte (40-60°) <input type="checkbox"/> Muy Fuerte (> 60°) <input type="checkbox"/> | ESTRATIFICACIÓN Rumbo y Buzamiento R N 46° Bz 78°NW | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| UBICACIÓN | | ARCHIVO FOTOGRÁFICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal estimado en 0.3 surge en una captacion rustica tipo galeria aprox. De 3m de profundidad, microconglomerados compactos. El agua llega a un reservorio antiguo desde donde se distribuye al barrio de San Cristobal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

|  | | FORMATO | | | | Código: | | | | |
|---|-------------------------------------|---|----------------------------------|---------------------------------|----------------------|------------------------------------|--------------|-----------|--------|--|
| | | FICHA DE CAMPO PARA EL INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA | | | | Versión: | | | | |
| | | | | | | Fecha de aprob : | | | | |
| | | | | | | Página: | | | | |
| Proyecto | Nombre de la fuente | Código | Fecha | Hora | Monitoreo | <input type="checkbox"/> | | | | |
| A C T I | Vitas 2 | 49969-008 | 1 6 - 0 7 - 1 8 | 1 2 : 1 7 | Fuente certificada | <input type="checkbox"/> | | | | |
| Coordenadas UTM | | Responsables | | | | | | | | |
| 8 6 7 9 3 7 5 N | 4 6 9 3 9 0 E | F. Peña/ F. Renou/ M. Ccopa | | | | | | | | |
| Altitud | WGS 84 | Zona | Localidad/lugar | | | | | | | |
| 3 2 9 8 | X | 1 8 S | San Jeronimo de Tunan / Huancayo | | | | | | | |
| Tipo de Fuente | | <i>Parámetros Físico - Químicos</i> | | Vertiente Hidrográfica | | Atlántico | | | | |
| Manantial captado | | Químico | | Cuenca o Intercuenca Hidrográfi | | Mantaro | | | | |
| N.P. | | <i>Tipo de Análisis</i> | | Subcuenca | | Alto Mantaro | | | | |
| Superficie | | Radioactivo | | Microcuenca | | | | | | |
| ASPECTOS GEOLÓGICOS | | | | PARÁMETROS HIDRÁULICOS | | PARÁMETROS FÍSICO - QUÍMICO | | | | |
| Intrusivo | <input type="checkbox"/> | Coluvial - Cuaternario | | Caudal | 8.3 | l/s | T° Agua | 14.2 | °C | |
| Volcánico | <input type="checkbox"/> | | | Uso | consumo humano | | T° Ambiente | | °C | |
| Metamórfico | <input type="checkbox"/> | | | pH | | | 7.3 | | | |
| Sedimentario | <input checked="" type="checkbox"/> | | | Eh | | | | mV | | |
| Dep. Superficial | <input type="checkbox"/> | | | CE | | | | mS/cm | | |
| ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS | | | | GRADO DE FRACTURAMIENTO | | OTROS PARÁMETROS | | CE | | |
| <i>Morfología:</i> Ladera | | | | Bajo Medio Alto | | Color | | 327 | | |
| <i>Pendiente del terreno</i> | Muy baja (<10°) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Color | | 160.0 | | mg/l | |
| | Baja (10-20°) | <input checked="" type="checkbox"/> | ESTRATIFICACIÓN | | Olor | | TDS | | ppt | |
| | Media (20-40°) | <input type="checkbox"/> | <i>Rumbo y Buzamiento</i> | | CO2 dis. | | Salinidad | | 0.203 | |
| | Fuerte (40-60°) | <input type="checkbox"/> | Coluvial | | Alcalinidad | | Resistividad | | ohm/cm | |
| | Muy Fuerte (> 60°) | <input type="checkbox"/> | | | (CaCO ₃) | | Resistividad | | 3.035 | |
| UBICACIÓN | | | | ARCHIVO FOTOGRAFICO | | RDO | | OD | | |
|  | | | | <input type="checkbox"/> | | 67.5 | | % Sat | | |
| | | | | <input type="checkbox"/> | | 4.66 | | mg/l | | |
| OBSERVACIONES | | | | | | | | | | |
| se realizo un aforo estimado con Q de recuperacion = 8.3 L/s. | | | | | | | | | | |

|  | | FORMATO | | | | Código: |
|---|-------------------------------------|---|--|---------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| | | FICHA DE CAMPO PARA EL INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA | | | | Versión: |
| | | | | | | Fecha de aprob : |
| | | | | | | Página: |
| Proyecto | Nombre de la fuente | Código | Fecha | Hora | Monitoreo | <input type="checkbox"/> |
| A C T 1 | Alahuato | 49969-009 | 1 6 - 0 7 - 1 8 | 1 0 : 2 1 | Fuente certificada | <input type="checkbox"/> |
| Coordenadas UTM | | | Responsables | | | |
| 8 6 7 9 3 2 7 N | 4 6 9 7 5 9 E | F. Peña/ F. Renou/ M. Ccopa | | | | |
| Altitud | WGS 84 | Zona | Localidad/lugar | | | |
| 3 1 2 4 | X | 1 8 S | San Jeronimo de Tunan / Huancayo | | | |
| Tipo de Fuente | | <u>Parámetros Físico - Químicos</u> | <input checked="" type="checkbox"/> | Vertiente Hidrográfica | | Atlantico |
| Manantial captado | | Químico | <input checked="" type="checkbox"/> | Cuenca o Intercuenca Hidrográfi | | Mantaro |
| N.P. | | <u>Tipo de Análisis</u> | Isotópico O ¹⁸ y D | Subcuenca | | Alto Mantaro |
| Superficie | | Radioactivo | <input type="checkbox"/> | Microcuenca | | |
| ASPECTOS GEOLÓGICOS | | | PARÁMETROS HIDRÁULICOS | | PARÁMETROS FÍSICO - QUÍMICO | |
| Intrusivo | <input type="checkbox"/> | Areniscas calcareas en contacto con niveles de arcilla | Caudal | 0.5 l/s | T° Agua | 16 °C |
| Volcánico | <input type="checkbox"/> | | Uso | sin uso | T° Ambiente | °C |
| Metamórfico | <input type="checkbox"/> | | | | pH | 6.99 |
| Sedimentario | <input checked="" type="checkbox"/> | | | | Eh | mV |
| Dep. Superficial | <input type="checkbox"/> | | | | CE | mS/cm |
| ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS | | | OTROS PARÁMETROS | | CE 331.5 μS/cm | |
| Morfología: Ladera | | | Color | | TDS 163.1 mg/l | |
| Pendiente del terreno | Muy baja (<10°) | <input type="checkbox"/> | Olor | | TDS ppt | |
| | Baja (10-20°) | <input checked="" type="checkbox"/> | CO2 dis. | | Salinidad 0.207 PSU | |
| | Media (20-40°) | <input type="checkbox"/> | Alcalinidad | | Resistividad ohm/cm | |
| | Fuerte (40-60°) | <input type="checkbox"/> | (CaCO ₃) | | Resistividad 3.007 Kohm/cm | |
| | Muy Fuerte (> 60°) | <input type="checkbox"/> | | | RDO 41.8 % Sat | |
| GRADO DE FRACTURAMIENTO | | | | | OD 2.79 mg/l | |
| Bajo Medio Alto | | | | | | |
| <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | | | | | | |
| ESTRATIFICACIÓN | | | | | | |
| Rumbo y Buzamiento | | | | | | |
| R N 30° Bz 60° NE | | | | | | |
| UBICACIÓN | | | REGISTRO FOTOGRAFICO | | | |
|  | | |  | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | | |
| <p>Manantial que surge en contacto entre areniscas calcareas y niveles de arcilla, tiene una captacion rustica en direccion de los planos de estratificacion (direccion de flujo) caudal medio para la fecha.</p> | | | | | | |


ANEXOS


Anexo II: Parámetros físico-químicos de aguas subterráneas

| Fuente | | | | | Parámetros físico-químicos | | | | | | |
|-----------|-------------|--------|---------|------|----------------------------|---------------------------|------|---------------------------------|------------|--------------|-------------------------|
| Código | Nombre | X | Y | Z | Tipo de Fuente | Temperatura del agua (°C) | pH | Conductividad Eléctrica (µS/cm) | TDS (mg/l) | RDO (% sat.) | Oxígeno Disuelto (mg/l) |
| 49969-001 | Ancall | 474937 | 8687476 | 3747 | Manantial Captado | 9.9 | 7.50 | 325.3 | 160.0 | 59.6 | 4.30 |
| 49969-002 | Ancall 2 | 474650 | 8687348 | 3727 | Manantial Captado | 10.2 | 7.25 | 361.9 | 177.8 | 60.6 | 4.34 |
| 49969-003 | Ancall 3 | 474517 | 8687256 | 3759 | Manantial | 10.6 | 7.30 | 344.4 | 169.4 | 58.0 | 4.20 |
| 49969-004 | 2 de Mayo | 468469 | 8680026 | 3311 | Manantial Captado | 16.9 | 7.30 | 332.3 | 162.4 | 76.1 | 4.95 |
| 49969-005 | Huando | 468594 | 8679960 | 3294 | Manantial Captado | 15.4 | 7.67 | 362.5 | 177.8 | 88.8 | 6.01 |
| 49969-006 | Vitas 1 | 469579 | 8679594 | 3315 | Manantial Captado | 15.5 | 7.68 | 358.3 | 176.7 | 85.6 | 5.73 |
| 49969-007 | Marcapaccha | 469718 | 8679478 | 3309 | Manantial Captado | 14.1 | 7.32 | 318.0 | 156.1 | 74.6 | 5.17 |
| 49969-008 | Vitas 2 | 469390 | 8679375 | 3298 | Manantial Captado | 14.2 | 7.30 | 327.0 | 160.0 | 67.5 | 4.66 |
| 49969-009 | Alahuato | 469759 | 8679327 | 3124 | Manantial Captado | 16.0 | 6.99 | 331.5 | 163.1 | 41.8 | 2.79 |

ANEXOS

Anexo III: Resultado de análisis químico de aguas subterráneas

|  | | FORMATO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Código: DL-F-245 | |
|--|--|--------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------|------------|-----------|---|------------|------------|--------------------------|---------------|------------|------------|-----------|------------|------------|---------------------|--------------------------------------|
| | | INFORME DE ENSAYO-MUESTRAS DE AGUA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Versión 04 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Fecha de 23/05/2018 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Página: 1 de 2 | |
| CÓDIGO INTERNO: | 2018-0194 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INFORME DE ENSAYO: | N°079-2018-INGEMMET/DL-LQ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REFERENCIA: | SOLICITUD N°052-2018-INGEMMET - DGAR /ACT 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: | ACT 1-DGAR - 2018: ESTANDARIZACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA A LOS GOBIERNOS LOCALES, REGIONALES Y NACIONAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RESPONSABLE: | ING. SEGUNDO NUÑEZ JUAREZ / ING. FLUQUER PEÑA LAURENO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CANTIDAD Y TIPO DE MUESTRA: | 07 MUESTRAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROCEDENCIA: | - | | | | | | | | | | | | | | | FECHA: | 3/09/2018 | | | | | | |
| METALES DISUELTOS: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° | CÓDIGO DE MUESTRA | CO ₃ ⁼ mg/L | HCO ₃ ⁻ mg/L | F ⁻ mg/L | Cl ⁻ mg/L | NO ₃ ⁻ mg/L | SO ₄ ⁼ mg/L | NO ₂ ⁻ mg/L | Na mg/L | Mg mg/L | K mg/L | Ca mg/L | Sr mg/L | Li mg/L | SiO ₂ mg/L | Ag mg/L | Al mg/L | As mg/L | B mg/L | Ba mg/L | Be mg/L | Bi mg/L | Cd mg/L |
| 1 | 49969-001 | 2 | 152 | <0.2 | 6.5 | 1.8 | 5.1 | <0.5 | 4.6 | 5.2 | 0.8 | 48.4 | 0.1963 | 0.0084 | 6.7 | <0.0003 | <0.005 | 0.013 | <0.05 | 0.0609 | <0.0002 | <0.0002 | <0.0002 |
| 2 | 49969-004 | 2 | 169 | <0.2 | 2.0 | 2.9 | 3.5 | <0.5 | 14.0 | 14.5 | 1.4 | 25.3 | 0.0703 | 0.0128 | 24.6 | <0.0003 | <0.005 | <0.001 | <0.05 | 0.0008 | <0.0002 | <0.0002 | <0.0002 |
| 3 | 49969-005 | 2 | 164 | <0.2 | 3.5 | 1.4 | 7.7 | <0.5 | 13.9 | 14.5 | 6.3 | 25.7 | 0.0731 | 0.0127 | 24.2 | <0.0003 | <0.005 | 0.001 | <0.05 | 0.0020 | <0.0002 | <0.0002 | <0.0002 |
| 4 | 49969-006 | 2 | 150 | <0.2 | 9.1 | 1.5 | 2.7 | <0.5 | 13.8 | 13.0 | 1.0 | 22.3 | 0.0715 | 0.0100 | 24.7 | <0.0003 | <0.005 | 0.001 | <0.05 | 0.0091 | <0.0002 | <0.0002 | <0.0002 |
| 5 | 49969-007 | 2 | 161 | <0.2 | 7.8 | 0.8 | 2.7 | <0.5 | 13.3 | 13.5 | 1.5 | 25.0 | 0.0700 | 0.0089 | 24.7 | <0.0003 | <0.005 | 0.002 | <0.05 | 0.0045 | <0.0002 | <0.0002 | <0.0002 |
| 6 | 49969-008 | 2 | 160 | <0.2 | 6.7 | 2.3 | 3.4 | <0.5 | 13.0 | 13.9 | 1.4 | 26.5 | 0.0710 | 0.0090 | 23.3 | <0.0003 | <0.005 | <0.001 | <0.05 | 0.0089 | <0.0002 | <0.0002 | <0.0002 |
| 7 | 49969-009 | 2 | 149 | <0.2 | 11.6 | 1.1 | 8.7 | <0.5 | 17.0 | 12.2 | 1.1 | 27.2 | 0.1602 | 0.0143 | 23.6 | <0.0003 | <0.005 | 0.003 | <0.05 | 0.0047 | <0.0002 | <0.0002 | <0.0002 |
| L.D.M. | | 1 | 1 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 1.0 | 0.5 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.0005 | 0.0004 | 0.5 | 0.0003 | 0.005 | 0.001 | 0.05 | 0.0005 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 |
| MÉTODO: Titrimétrico: CO ₃ ⁼ , HCO ₃ ⁻ | | FECHA DE ANÁLISIS: 23/07/2018 | | | | | | | | | | MÉTODO: Espectrometría de Emisión Atómica por Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-OES) - Na, Mg, K, Ca, Sr, Li, SiO ₂ , B, Fe, S. | | | | | | | | | | | FECHA DE ANÁLISIS: 03/08/2018 |
| Cromatografía Iónica : F ⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ⁼ , NO ₂ ⁻ | | FECHA DE ANÁLISIS: 23/07/2018 | | | | | | | | | | Espectrometría de Masa por Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-MS) - Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Sr, Li, Fe, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, La, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Th, Ti, U, V, W, Y, Zn. | | | | | | | | | | | FECHA DE ANÁLISIS: 03/08/2018 |

|  | | FORMATO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Código: DL-F-245 | |
|---|--|------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|---------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|---------------------|------------|
| | | INFORME DE ENSAYO-MUESTRAS DE AGUA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Versión 04 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Fecha de 23/05/2018 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Página: 2 de 2 | |
| CÓDIGO INTERNO: | 2018-0194 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INFORME DE ENSAYO: | N°079-2018-INGEMMET/DL-LQ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REFERENCIA: | SOLICITUD N°052-2018-INGEMMET - DGAR /ACT 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO: | ACT 1-DGAR - 2018: ESTANDARIZACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA A LOS GOBIERNOS LOCALES, REGIONALES Y NACIONAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RESPONSABLE: | ING. SEGUNDO NUÑEZ JUAREZ / ING. FLUQUER PEÑA LAURENO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CANTIDAD Y TIPO DE MUESTRA: | 07 MUESTRAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROCEDENCIA: | - | | | | | | | | | | | | | | | FECHA: | 3/09/2018 | | | | | | |
| ELEMENTOS TRAZAS: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° | CÓDIGO DE MUESTRA | Ce mg/L | Co mg/L | Cr mg/L | Cu mg/L | Fe mg/L | La mg/L | Mn mg/L | Mo mg/L | Ni mg/L | Pb mg/L | S mg/L | Sb mg/L | Se mg/L | Sn mg/L | Th mg/L | Ti mg/L | Tl mg/L | U mg/L | V mg/L | W mg/L | Y mg/L | Zn mg/L |
| 1 | 49969-001 | <0.0002 | <0.0002 | <0.001 | 0.0005 | <0.01 | <0.0002 | <0.0002 | 0.0004 | <0.0007 | <0.0005 | 1.7 | <0.0008 | <0.002 | <0.0005 | <0.0002 | <0.0006 | <0.0001 | 0.0004 | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 | 0.009 |
| 2 | 49969-004 | <0.0002 | <0.0002 | <0.001 | <0.0005 | <0.01 | <0.0002 | 0.0002 | 0.0004 | <0.0007 | <0.0005 | 1.6 | <0.0008 | <0.002 | <0.0005 | <0.0002 | <0.0006 | <0.0001 | 0.0007 | 0.0007 | <0.0005 | <0.0005 | 0.003 |
| 3 | 49969-005 | <0.0002 | <0.0002 | <0.001 | <0.0005 | <0.01 | <0.0002 | 0.0007 | 0.0003 | <0.0007 | <0.0005 | 2.7 | <0.0008 | <0.002 | <0.0005 | <0.0002 | <0.0006 | <0.0001 | 0.0004 | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 | 0.004 |
| 4 | 49969-006 | <0.0002 | <0.0002 | <0.001 | <0.0005 | <0.01 | <0.0002 | 0.0119 | 0.0003 | <0.0007 | <0.0005 | 0.9 | <0.0008 | <0.002 | <0.0005 | <0.0002 | <0.0006 | <0.0001 | 0.0005 | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 | 0.005 |
| 5 | 49969-007 | <0.0002 | <0.0002 | <0.001 | <0.0005 | <0.01 | <0.0002 | 0.0005 | 0.0004 | <0.0007 | <0.0005 | 1.0 | <0.0008 | <0.002 | <0.0005 | <0.0002 | <0.0006 | <0.0001 | 0.0004 | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 | 0.004 |
| 6 | 49969-008 | <0.0002 | <0.0002 | <0.001 | <0.0005 | <0.01 | <0.0002 | 0.0002 | 0.0005 | <0.0007 | <0.0005 | 1.6 | <0.0008 | <0.002 | <0.0005 | <0.0002 | <0.0006 | <0.0001 | 0.0006 | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 | 0.005 |
| 7 | 49969-009 | <0.0002 | <0.0002 | <0.001 | <0.0005 | <0.01 | <0.0002 | 0.0019 | 0.0007 | <0.0007 | <0.0005 | 3.0 | <0.0008 | <0.002 | <0.0005 | <0.0002 | <0.0006 | <0.0001 | 0.0009 | <0.0005 | <0.0005 | <0.0005 | 0.003 |
| L.D.M. | | 0.0002 | 0.0002 | 0.001 | 0.0005 | 0.01 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0002 | 0.0007 | 0.0005 | 0.3 | 0.0008 | 0.002 | 0.0005 | 0.0002 | 0.0006 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0005 | 0.0005 | 0.0005 | 0.001 |
| <p>MÉTODO : Espectrometría de Emisión Atómica por Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-OES)- Na, Mg, K, Ca,Sr,Li, SiO2, B, Fe, S. FECHA DE ANÁLISIS: 03/08/2018</p> <p>Espectrometría de Masa por Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-MS) - Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Sr, Li, Fe, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, La, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Th, Ti, Tl, U, V, W, Y, Zn. FECHA DE ANÁLISIS: 03/08/2018</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |