

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA MINAS Y METALURGICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



TESIS

**“IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA
SUBTERRÁNEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL
DISTRITO DE SAN SALVADOR - CUSCO”**

Tesis presentada por:

Br. SHIRLEY LUCELI, FARFAN TINTAYA

Br. MOISES ADOLFO, LARICO TUPAYACHI

**Para optar al Título Profesional de:
INGENIERO GEÓLOGO**

Asesor:

Mgt. Ronald Luis Lopez Zapana

**CUSCO - PERÚ
2020**

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: Identificación de acuíferos para la captación de agua subterránea mediante el estudio Hidrogeológico del distrito de San Salvador-Cusco, 2020

presentado por: Shirley Luceli Farfan Tintaya con DNI Nro.: 71661767 presentado por: Noises Adolfo, Larico Tupayachi con DNI Nro.: 46951036 para optar el título profesional/grado académico de Ingeniero Geólogo

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 01 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 8 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 17 de febrero de 2020


Firma
Post firma Ronald Luis López Zapana
Nro. de DNI 23923900
ORCID del Asesor 0000-0003-0148-6535

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: **oid:** D64034451

Urkund Analysis Result

Analysed Document: Tesis Hidro geologia San Salvador 2020 - Farfan & Larico.pdf
 D64034451
Submitted: 2/17/2020 11:38:00 PM
Submitted By: PABLO FARFAN @unsaac.edu.pe
Significance: 8 %

Sources included in the report:

TESIS APAZA - HUAMAN.pdf (D63853979)
 Tesis Leon-Quispe.pdf (D63725520)
 Final16_12_19.pdf (D61198206)
 TESIS_ARQQUE- HUAMAN_ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA MICROCUENCA DE CHINCHERO, CUSCO.pdf (D63769206)
 TESIS ARQQUE_HUAMAN_T.pdf (D63851752)
 TESIS_46619696_72842428_UNSAAC.pdf (D54585172)
 TESIS PAUL CORNEJO RIVERO.pdf (D49064531)
 Tesis correccion 250219.docx (D48449598)
 Evaluacion hidrogeologica acuífero aluvial Viru.pdf (D55241405)
 determinacion del riesgo geologico en la microcuenca de unhuaycco distrito de oropesa provincia de quispicanchis region cusco.pdf (D63111707)
<https://www.slideshare.net/FrankKhrystyanPuma/fuentes-agua-superficialsicuani-11111>
<https://www.slideshare.net/EdisonMinga/unidad-iv-geologia-1e6de9f3-f1cf-4e18-bb52-79dc03af8467-3afade87-3e34-4e5f-9424-98cb81f811ac>
<https://docplayer.es/71109901-Estudio-hidrogeologico-de-la-subcuenca-del-rio-grande-de-san-miguel-facultad-de-ingenieria-y-arquitectura-ingeniero-civil.html>
<https://docplayer.es/82240691-Universidad-de-costa-rica-sistema-de-estudios-de-posgrado.html>

Instances where selected sources appear:

111

AGRADECIMIENTOS

A los excelentísimos y queridísimos docentes de nuestra Escuela Profesional de Ingeniería Geológica, personas de gran sabiduría, por todas sus valiosísimas enseñanzas. Gracias a ellos hoy aprendimos que la vida de un geólogo es esencial en muchos aspectos. Arriesgamos poco y tenemos poder sobre aquellos que ofrecen su trabajo y su servicio a nuestro juicio. Preferimos las críticas negativas, que es divertida de escribir y leer.

A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, que es cuna de grandes pensadores e investigadores, donde se genera el conocimiento y de él vive la sociedad hacia un próspero cambio de vida. A nuestra escuela profesional de geología, donde el saber del origen de la vida se despliega como poema para sus aves de paso: nosotros.

A nuestras mascotas que pasaron largas noches y madrugadas acompañando todo el proceso de la elaboración de la presente tesis.

A Thomas Alva Edison quien fue el mentor para descubrir un flash en nuestra carrera universitaria y saber que la bombilla incandescente guiara nuestra luz de vida.

Gracias a todos ellos ay a cada uno de os que leerán esta tesis para que el conocimiento se perpetúe como energía en el firmamento.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el ámbito del distrito de San Salvador, Provincia de Calca, de la región del Cusco, con el propósito de identificar acuíferos y dejar una base de conocimiento hidrogeológico de la zona para una mejor gestión de los recursos hídricos.

El área de estudio tiene una superficie aproximada de 139.10 km² que comprende tres cuencas principales Tiracancha, Tincocmayo y Chuecamayo de nivel 8 y una intercuenca de nivel 7 según la clasificación de Pfafstetter

Las coordenadas geográficas del área del distrito comprenden el paralelo 13°34'35.7" mínimo y 13°23'29.5" máximo de Latitud Sur y el meridiano de 71°50'43.4" mínimo y 71°41'2.7" máximo de longitud Oeste. Tiene una altura máxima de 4800 m.s.n.m. y una mínima de 2975 m.s.n.m, la precipitación presenta un comportamiento de tipo orográfico, una precipitación media mensual de 799.06 mm, de acuerdo al modelo climático de Thornthwaite para el distrito de San Salvador se han identificado 10 clases de climas.

En el estudio se muestra la caracterización hidrogeológica de las diferentes formaciones geológicas, de acuerdo al cartografiado geológico y estructural de la zona, al inventario de las fuentes de agua y a los resultados de permeabilidades obtenidas para cada formación geológica. El inventario de las fuentes de agua se desarrolló para obtener un diagnóstico completo de las evidencias de las aguas subterráneas en la superficie obteniéndose muestras para su correspondiente análisis de calidad y se identificó 39 manantes con caudales que varían entre 0.015 lts/seg hasta 5.75 lts/seg.

Los valores de permeabilidad obteniendo son de 1.36E-02 para el Grupo Mitu, 2.93E-03 para el Gr. Copacabana, 3.00E-05 para la Fm Huancané y 2.79E-04 para los depósitos fluvioglaciares.

Las características hidroquímicas son interpretadas mediante dos métodos el diagrama de Piper que se utilizó un software para el procesamiento de datos y el diagrama de Schoeller, los cuales han servido para corroborar de manera específica las características de las aguas subterráneas. Encontrándose aguas bicarbonatadas cálcicas y menor proporción aguas sulfatadas cálcicas.

Las partes altas de la zona de estudio presentan buena calidad del recurso hídrico a comparación de las zonas bajas en la que la calidad disminuye.

Los principales acuíferos identificados son el acuífero fisurado volcánico sedimentario Mitu por su mayor extensión, acuífero fisurado kárstico Copacabana y el acuífero poroso no consolidado fluvioglacial.

Hallando los valores de Balance hídrico con datos de precipitación, evapotranspiración y temperatura regionalizada por alturas se calculó la infiltración efectiva en área para cada acuífero identificado dando una capacidad de recarga total de 24,922,789 m³.

El presente estudio servirá como herramienta de consulta para iniciar futuros proyectos de investigación en el manejo y buena gestión del recurso hídrico.

CONTENIDO

RESUMEN	ii
CAPÍTULO 1 ASPECTOS GENERALES	13
1.1 Ubicación.....	13
1.1.1 Ubicación política	13
1.1.2 Ubicación geográfica	13
1.2 Accesibilidad	15
1.3 Planteamiento Del Problema	15
1.3.1 Descripción del Problema	15
1.4 Formulación del problema.....	15
1.4.1.1 Pregunta General	15
1.4.1.2 Preguntas específicas.....	16
1.5 Objetivos de la Investigación.....	16
1.5.1 Objetivo general.....	16
1.5.2 Objetivos específicos	16
1.6 Justificación de la Investigación	17
1.7 Hipótesis de la Investigación	17
1.8 Variables de la Investigación.....	17
1.8.1 Variables dependientes.....	17
1.8.2 Variables independientes.....	18
1.9 Metodología de la Investigación.....	18
1.9.1 Tipo de investigación	18
1.9.2 Nivel de la investigación.....	19
1.9.3 Etapas de la investigación	19
1.9.3.1 Etapa de Gabinete I	19
1.9.3.2 Etapa de Campo	20
1.9.3.3 Laboratorio.....	20
1.9.3.4 Etapa de Gabinete II	21
1.10 Alcances y Limitaciones de la investigación.....	21
CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO	22
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	22

2.2 Marco conceptual.....	22
2.2.1 Ciclo Hidrológico	22
2.2.2 Zona No Saturada o Vadosa.....	23
2.2.2.1 Zona de agua del suelo o zona de evapotranspiración.....	23
2.2.2.2 Zona Intermedia	23
2.2.2.3 Zona Capilar.....	23
2.2.3 Zona Saturada.....	24
2.2.4 Balance Hidrológico en una Cuenca.....	24
2.2.4.1 Componentes del Balance Hidrológico	25
2.2.4.2 Precipitación, evaporación, escorrentía superficial y subterránea	25
2.2.4.3 La vegetación en el ciclo hidrológico. Evapotranspiración.....	25
2.2.4.4 Sistemas hidrogeológicos	26
2.2.4.5 La ecuación de balance de agua. Almacenamiento.....	27
2.2.5 Formaciones Geológicas y su comportamiento frente al agua.....	27
2.2.5.1 Acuíferos.....	27
2.2.5.2 Acuitardos.....	27
2.2.5.3 Acuicludos	28
2.2.5.4 Acuífugos.....	28
2.2.5.5 Acuíferos porosos.....	28
2.2.5.6 Acuíferos fisurados.....	29
2.2.5.7 Acuíferos libres.	29
2.2.5.8 Acuíferos confinados.....	29
2.2.5.9 Acuíferos semi-confinados	30
2.2.5.10 Acuíferos colgados	31
2.2.6 Parámetros hidrogeológicos característicos de los acuíferos	31
2.2.6.1 Porosidad	31
2.2.6.2 Coeficiente de almacenamiento	32
2.2.6.3 Permeabilidad.....	33
2.2.7 Ley de Darcy	34
2.3 Hidrogeoquímica.....	35
2.3.1 Potencial de hidrogeniones.....	35

2.3.2	Conductividad eléctrica.....	36
2.3.3	Total de solidos disueltos (TDS)	36
2.3.4	Composición de las aguas subterráneas.	36
2.3.4.1	Elementos mayoritarios	36
2.3.4.2	Elementos minoritarios.....	37
2.3.4.3	Elementos traza	37
2.3.4.4	Dureza.....	37
2.3.5	Clasificación de las aguas subterráneas.	38
2.4	VULNERABILIDAD A LA CONTAMINACIÓN DE LOS ACUÍFEROS	39
2.4.1	Métodos para análisis de vulnerabilidad.	40
2.4.1.1	DRASTIC	41
2.4.1.2	SINTACS.....	41
2.4.1.3	GOD.....	41
2.4.1.4	EK _v	41
2.4.1.5	AVI.....	42
2.4.1.6	BGR.....	42
CAPÍTULO 3	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	43
3.1	Demografía	43
3.2	Actividades socioeconómicas	44
3.2.1	Principales actividades económicas.....	44
3.2.1.1	Actividades agrícolas.....	44
3.2.1.1.1	Áreas de Cultivo	45
3.2.1.2	Actividades pecuarias	48
3.2.1.3	Comercio.....	49
3.2.1.4	Actividades turísticas.....	49
3.3	Clima	50
3.4	Drenaje	52
3.4.1	Sistema de Codificación Pfafstetter	52
3.4.2	Intercuenca Medio Vilcanota (N6 499497).....	54
3.4.3	Intercuenca Medio Bajo Vilcanota (N7 4994971).....	55
3.4.3.1	Cuenca Tiracancha (N8).....	55

3.4.3.2 Cuenca Chuecamayo (N8).....	55
3.4.3.3 Cuenca Tincocmayo (N8).....	56
3.5 Geomorfología.....	56
3.5.1 Geomorfología Regional.....	56
3.5.2 Pendientes.....	57
3.5.3 Geomorfología Local.....	58
3.5.3.1 Planicies.....	59
3.5.3.1.1 Cauce fluvial.....	59
3.5.3.1.2 Terrazas fluviales.....	59
3.5.3.1.3 Conos aluviales.....	60
3.5.3.2 Colinas.....	60
3.5.3.2.1 Colinas bajas.....	60
3.5.3.2.2 Colinas Altas.....	60
3.5.3.3 Montañas.....	60
3.5.3.3.1 Montañas bajas.....	60
3.5.3.3.2 Montañas altas.....	60
3.5.3.4 Mesetas.....	61
3.6 Geología.....	62
3.6.1 Caracterización Litológica.....	62
3.6.1.1 Formación Ananea - Siluro Devoniano (SD-a).....	63
3.6.1.2 Grupo Cabanillas – Devoniano (D-ca).....	64
3.6.1.3 Grupo Copacabana - Pérmico Inferior (Pi-co).....	65
3.6.1.4 Grupo Mitu - Permico Superior a Triasico (PsTi-mi).....	66
3.6.1.4.1 Formación Pisac – Pérmico superior a Triásico Inferior (PsTi-mi/pi).....	67
3.6.1.4.2 Formación Pachatusan: Triásico superior a Jurásico Inferior (PsTi-mi/pa).....	67
3.6.1.5 Formación Huancané - Cretácico Inferior (Ki-hn).....	68
3.6.1.6 Grupo Yuncaypata.....	69
3.6.1.6.1 Formación Paucarbamba (Ki-pb): Aptiano superior – Aptiano inferior.....	69
3.6.1.7 Formación Quilque (Pp-qc): Paleogeno paleoceno.....	70
3.6.1.8 Cuaternario.....	70
3.6.1.8.1 Depósitos Morrénicos (Qh- mo).....	70

3.6.1.8.2 Depósitos Fluvioglaciares (Qh-fg).....	71
3.6.1.8.3 Depósitos Aluviales (Qh-al)	72
3.6.1.8.4 Depósitos Coluviales (Qh-cl)	72
3.6.1.8.5 Depósitos Coluvial – Aluviales (Qh-ca)	72
3.6.1.8.6 Depósitos Fluviales (Qh-FI)	73
3.6.2 Geología Estructural	73
3.6.2.1 Zona intermedia Altiplano-Cordillera Oriental.....	74
3.6.2.2 Cordillera Oriental.....	75
3.6.2.3 Fracturamientos.....	75
3.6.2.4 Análisis estructural	75
CAPÍTULO 4 EVALUACIÓN HIDROGEOLÓGICA.....	77
4.1 Caracterización de Unidades Hidrogeológicas.....	77
4.2 Inventario de Fuentes de Aguas.....	77
4.2.1 Lagunas	77
4.2.2 Manantes	79
4.2.2.1 Manantiales de la comunidad de Ccamahuara	80
4.2.2.2 Manantes del centro poblado de San Salvador	82
4.2.2.3 Manantes de la comunidad de Occoruro	82
4.2.2.4 Manantes de la comunidad Parpacalle.....	83
4.2.2.5 Manantes de la Comunidad de Vicho.....	85
4.2.2.6 Manantes de la Comunidad de Pacor	85
4.2.2.7 Manantes de la comunidad de Tiracancha.....	86
4.2.2.8 Manantes de la comunidad de Qosqo Ayllu	87
4.2.2.9 Manantes de la comunidad de Umachurco	88
4.2.2.10 Manante de la unidad de muestreo de Pillahuara	89
4.2.2.11 Manantes de la comunidad de Huanca	90
4.2.2.12 Manantes de la Comunidad de Siusa.....	91
4.2.3 Bofedales identificados	91
4.3 Permeabilidad	92
4.3.1 Ensayos de permeabilidad directa	92
4.3.2 Ensayos de permeabilidad indirecta	93

4.4 Balance Hídrico.....	96
4.4.1 Cálculo del Excedente Hídrico la Evapotranspiración real (ETr).	97
4.4.2 Coeficiente de escurrimiento (Ce).....	99
4.4.3 Identificación de Zonas de Recarga.....	99
4.5 Volúmenes de recarga	101
4.5.1 Características piezométricas, direcciones de flujo	101
4.5.2 Transmisividad	103
4.6 Caudales de descarga.....	104
4.6.1 Volúmenes de descarga.....	104
4.7 Hidrogeoquímica.....	106
4.7.1 Potencial de hidrogeniones.....	108
4.7.2 Conductividad eléctrica.....	108
4.7.3 Solidos totales disueltos (TDS)	108
4.7.4 Composición de las aguas subterráneas.	108
4.7.4.1 Elementos mayoritarios	109
4.7.4.2 Elementos minoritarios.....	109
4.7.4.3 Dureza.....	109
4.7.5 Análisis de los resultados	110
4.7.6 Clasificación geoquímica.	111
4.7.6.1 Diagrama de Piper.....	111
4.7.6.2 Diagrama de Schoeller.....	113
4.7.6.3 Diagrama de Stiff	114
4.7.7 Interpretación de resultados.....	115
4.8 Descripción de unidades hidrogeológicas	116
4.8.1 Acuífero Mitu	116
4.8.2 Acuífero Copacabana.....	117
4.8.3 Acuífero Fluvioglaciario	117
4.8.4 Acuitardo Ananea-Cabanillas.....	118
4.8.5 Acuitardo Paucarbamba	118
4.8.6 Acuífero Huancané	118
4.8.7 Acuitardo Mitu	119

4.8.8 Acuitardo Quilque.....	119
CAPÍTULO 5 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DE ACUÍFEROS	120
5.1 Análisis de vulnerabilidad	120
5.2 Contaminación de los acuíferos.....	120
5.3 Contaminación urbana y doméstica.....	120
5.4 Contaminación agrícola.....	120
5.5 Método de análisis Vulnerabilidad del agua subterránea.....	121
5.5.1 Método GOD.....	121
5.6 VALORACIÓN DE LAS VARIABLES PARA EL MÉTODO.....	123
5.7 Desarrollo de los valores por acuíferos	124
5.7.1 Caracterización de acuíferos en función de la vulnerabilidad.....	127
CONCLUSIONES.....	129
RECOMENDACIONES	131

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ubicación Geográfica del Distrito de San Salvador	13
Tabla 2 Accesibilidad a la zona de estudio.....	15
Tabla 3 Operacionalización de variables	18
Tabla 4 Formaciones Geológicas frente al Agua	28
Tabla 5 Valores de almacenamiento específicos para algunos tipos de materiales	32
Tabla 6 Distribución de habitantes por comunidades.....	43
Tabla 7 Unidades de Áreas de Cultivo – Distrito de San Salvador.....	45
Tabla 8. Sumatoria de Áreas dedicadas al cultivo.....	46
Tabla 9 Sumatoria de Áreas dedicadas al cultivo	46
Tabla 10 Cantidad de especies pecuarias.....	48
Tabla 11 Datos de temperatura y precipitación de acuerdo al Atlas Climático para San Salvador en un periodo de 35 años.....	51

Tabla 12 Unidades Hidrográficas en el distrito de San Salvador según la clasificación Pfafstetter.....	54
Tabla 13 Descripción de Unidades Morfo estructurales con sus áreas	57
Tabla 14	59
Tabla 15 Unidades litoestratigráficas del Distrito de San Salvador	63
Tabla 16 Cuadro de Aforo de Manantiales del Ámbito de San Salvador por Unidades de Muestreos	79
Tabla 17 Manantes identificados en la comunidad de Ccamahuara.....	81
Tabla 18 Manantes identificados en la comunidad de Occoruro	83
Tabla 19 Manantes de la comunidad de Parpacalle.....	84
Tabla 20 Manantes de la comunidad de Vicho	85
Tabla 21 Manantes de la Comunidad de Pacor Alto	86
Tabla 22 Manantes de la comunidad de Tiracancha	87
Tabla 23 Manantes identificados en la comunidad de Umachurco.....	88
Tabla 24 Manantes identificados en la comunidad de Huanca	90
Tabla 25 Ensayos de permeabilidad directa.....	93
Tabla 26 Ensayos de permeabilidad indirecta (Macizos rocosos)	93
Tabla 27 Cálculo del Excedente hídrico y la ETr	97
Tabla 28 <i>Valores de Transmisividad para el distrito de San Salvador</i>	103
Tabla 29 Recarga en áreas identificadas.....	103
Tabla 30 Volúmenes de descarga por Año	104
Tabla 31 Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica.....	106
Tabla 32: Parámetros físico químicos obtenidos en campo en puntos de aforo.	107

Tabla 33 Resultados de los análisis de laboratorio de muestras	109
Tabla 34 Clasificación de la dureza del agua.....	110
Tabla 35: Unidades hidrogeológicas identificadas.....	116
Tabla 36 Categorías de vulnerabilidad para el método GOD	123
Tabla 37 Análisis de vulnerabilidad para el acuífero Mitu.....	124
Tabla 38 Análisis de vulnerabilidad para el acuífero Copacabana	125
Tabla 39 Análisis de vulnerabilidad para el acuífero Fluvioglacial.....	125
Tabla 40 Análisis de vulnerabilidad para el acuífero Huancané.....	125
Tabla 41 Clasificación de la Vulnerabilidad según metodología GOD	126
Tabla 42 Caracterización de los acuíferos en función de las clases de vulnerabilidad	128

CAPÍTULO 1 ASPECTOS GENERALES

1.1 Ubicación

1.1.1 Ubicación política

Políticamente el área de estudio corresponde al Distrito de San Salvador que pertenece a la Provincia de Calca, de la Región de Cusco, tiene 139.10 km² y representa el 9.77% del área de la provincia de Calca, con un perímetro de 81.98 Km aproximadamente. San Salvador está conformado por 12 comunidades y el centro poblado capital del distrito que se encuentra a 3160 m.s.n.m.

San Salvador tiene los siguientes límites distritales:

- Por el Norte: los distritos Pisac y Taray (prov. Calca).
- Por el Sur: los distritos de Lucre y Oropesa (prov. Quispicanchi).
- Por el Este: los distritos de Caycay y Colquepata (prov. Paucartambo).
- Por el Oeste: los distritos de Saylla y San Jerónimo (prov. Cusco).

1.1.2 Ubicación geográfica

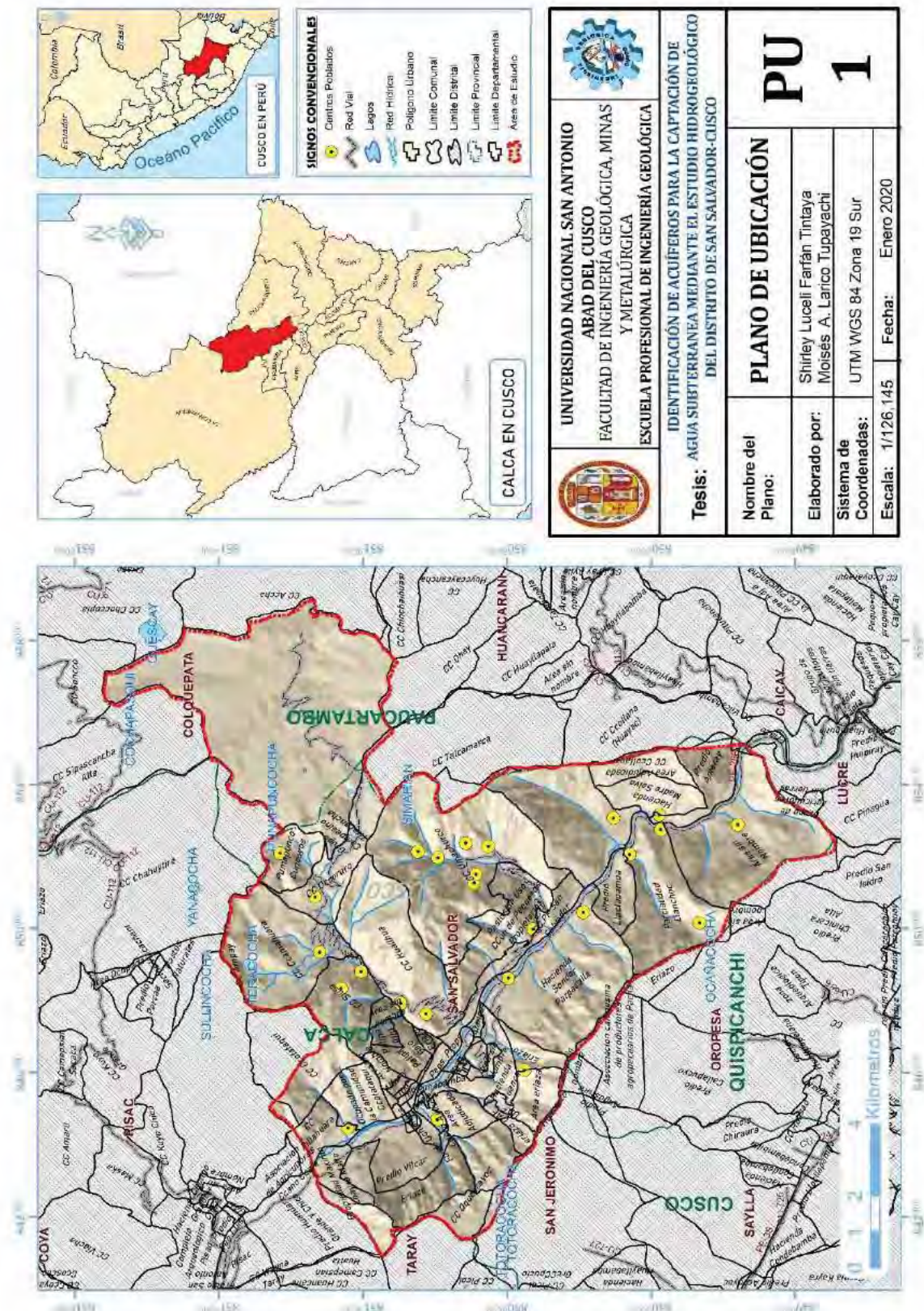
Los datos de Ubicación geográfica del Distrito San Salvador están registrados en proyección WGS 1984, Franja 19L, con las coordenadas UTM siguientes:

Tabla 1
Ubicación Geográfica del Distrito de San Salvador

Sistema	Datum	Componentes	Valor	
			Mínimo	Máximo
Coordenadas Geográficas	Horizontal WGS 1984	Longitud Oeste	71°50'43.4''	71°41'2.7''
		Latitud Sur	13°34'35.7''	13°23'29.5''
Coordenadas UTM Zona 19	Horizontal WGS 1984	Metros Este	191918	209363
		Metros Norte	8497419	8517959
Altitud	Vertical Nivel Medio del Mar	m.s.n.m.	2975	4800

Fuente: Elaboración propia

IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO



	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA	PU 1
	Tesis: AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO	
PLANO DE UBICACIÓN		Nombre del Plano: Shirley Luceli Farfán Tintaya Moisés A. Larico Tupayachi
Sistema de Coordenadas: UTM WGS 84 Zona 19 Sur		Escala: 1/126,145
Fecha: Enero 2020		

Figura 1. Plano de Ubicación del Distrito de San Salvador (Fuente: Elaboración propia)

1.2 Accesibilidad

Existen dos accesos posibles para la zona de estudio a partir de la ciudad del Cusco, tanto por la carretera asfaltada, Cusco – Pisac - San Salvador (50 Km) o Cusco Huambutío - San Salvador (48 km), y a partir de San Salvador salen trochas carrozables para dirigirse hacia las comunidades.

Tabla 2

Accesibilidad a la zona de estudio

	RUTA	TIEMPO	KM	TIPO
RUTA 1	Cusco - Pisac	35 min.	32	Carretera Asfaltada
	Pisac – San Salvador	20 min	18	Carretera Asfaltada
RUTA 2	Cusco - Huambutio	30 min	30	Carretera Asfaltada
	Huambutio San Salvador	20 min	18	Carretera Asfaltada

Fuente: Elaboración propia

1.3 Planteamiento Del Problema

1.3.1 Descripción del Problema

Existe una creciente demanda de agua en las comunidades campesinas que pertenecen al Distrito de San Salvador, especialmente en las épocas de estiaje por lo cual se necesita realizar una mejor Gestión Integrada de los Recursos Hídricos la cual requerirá identificar nuevas fuentes de abastecimiento de agua y tener información hidrogeológica detallada de toda el área de estudio.

El problema radica en que solo existen estudios regionales sobre la hidrogeología del lugar y no hay estudios que puedan explicar el comportamiento hidrogeológico del distrito e identificar acuíferos para la captación y explotación de aguas subterráneas.

1.4 Formulación del problema

1.4.1.1 Pregunta General

¿Cuáles son los acuíferos y sus propiedades para la captación de agua subterránea del distrito de San Salvador?

1.4.1.2 Preguntas específicas

1. ¿Dónde se ubican las fuentes de agua subterránea en el distrito de San Salvador y cuál es el valor del caudal en cada punto?
2. ¿Cuál son los valores de las permeabilidades de la zona de estudio?
3. ¿Cuáles son los valores de los parámetros hidroquímicos de la zona de estudio?
4. ¿Cuáles son las unidades hidrogeológicas del distrito de San Salvador?
5. ¿Como es el comportamiento de las unidades hidrogeológicas?
6. ¿Cuáles son los valores de los componentes del balance Hidrico?
7. ¿Cuáles son las zonas de alimentación y recarga de agua?
8. ¿Cuál es el grado de vulnerabilidad de los acuíferos en la zona de estudio?

1.5 Objetivos de la Investigación

1.5.1 Objetivo general

Identificar los acuíferos del distrito de San Salvador mediante el presente estudio hidrogeológico para la captación de agua subterránea con el propósito de dejar una base de conocimiento hidrogeológico de la zona para una mejor gestión de los recursos hídricos.

1.5.2 Objetivos específicos

1. Realizar un inventario de fuentes de agua subterránea y calcular caudales en cada punto identificado.
2. Realizar ensayos para determinar la permeabilidad de la zona de estudio.
3. Determinar los parámetros hidroquímicos.
4. Identificar las unidades hidrogeológicas de la zona de estudio mediante pruebas de campo, mapas geológicos, hidrogeológicos, hidroquímicos y secciones hidrogeológicas.

5. Determinar el comportamiento hidrogeológico de los acuíferos y su relación con la geología de la zona.
6. Determinar el balance hídrico y los valores de sus componentes
7. Identificar zonas de alimentación y recarga de agua.
8. Realizar el análisis de vulnerabilidad de acuíferos.

1.6 Justificación de la Investigación

El presente estudio se justifica porque constituye una fuente de información básica hidrogeológica, ya que en el distrito de San Salvador no existen estudios previos a nivel local. El estudio abarca la identificación de acuíferos y la caracterización hidrogeológica e hidroquímica de las formaciones geológicas, puede constituir una base de información general sobre la hidrogeología del distrito para proponer posteriores proyectos de captación y explotación de aguas subterráneas con el fin de satisfacer demanda de agua de los pobladores ya sea para el consumo humano, agricultura o ganadería con el fin de una mejor gestión del recurso hídrico.

1.7 Hipótesis de la Investigación

Conociendo las características de las unidades hidrogeológicas mediante el estudio hidrogeológico de la zona de estudio se podrá identificar los acuíferos para la captación de agua subterránea para cubrir la demanda de agua de sus pobladores.

1.8 Variables de la Investigación

En el presente estudio se ha definido las variables dependientes, independientes, así como sus indicadores e índices, los cuales se presentan en la siguiente tabla:

1.8.1 Variables dependientes

Identificación de acuíferos para captación de agua subterránea.

1.8.2 Variables independientes

Geomorfología

Geología

Hidrología

Unidades Hidrogeológicas (Acuíferos).

Tabla 3

Operacionalización de variables

VARIABLES INDEPENDIENTES	INDICADORES	INDICES	DATOS
Geomorfología	Pendiente	Clases	° de pendiente
	Fisiografía	Montañas, mesetas y valles	Sub-unidades Geomorfológicas
Geología	Estratigrafía	Litología	Tipo de roca
		Potencia	Metros
	Geología Estructural	Formas Estructurales	Fallas, discordancias
		Deformaciones	Pliegues
Hidrología	Morfometría de Unidad Hidrográfica	Forma, tamaño, relieve, drenaje	Área, perímetro.
Unidades hidrogeológicas (Acuíferos)	Transmisibilidad hidráulica	Ensayo de infiltración, Mecánica de Rocas	Permeabilidad
	Porosidad	Primaria, secundaria, efectiva	Porcentaje de porosidad
	Clasificación de Unidades Hidrogeológicas	Inventario de fuentes de agua	Manantes, Aguas termales
		Caudales	Ltr/Seg
		Carga y Descarga de acuíferos	m3/año
VARIABLES DEPENDIENTES	INDICADORES	INDICES	DATOS
Identificación de acuíferos para captación de agua subterránea	Hidroquímica	Conductividad eléctrica	μS/cm
		Turbidez	mgr/ltr
		Dureza	ppm
		Salinidad	ppm

Fuente: Elaboración propia

1.9 Metodología de la Investigación

1.9.1 Tipo de investigación

Se puede distinguir dos tipos de investigación de acuerdo al objetivo, propósitos de la investigación y de la naturaleza de los problemas que interesa analizar: la investigación básica, pura o fundamental y la investigación aplicada. (Ávila, 1997).

En este caso la presente tesis corresponde al tipo de investigación “aplicada” ya que la investigación “está destinada a aportar un cuerpo organizado de conocimientos científicos, se preocupa de recoger información de la realidad para enriquecer el conocimiento científico teórico” (Ávila, 1997).

1.9.2 Nivel de la investigación

El nivel de la presente tesis es el de una investigación “descriptiva” ya que “tiene como objetivo determinar las características de un fenómeno, así como establecer relaciones entre algunas variables, en un determinado lugar o momento”. (Ávila, 1997).

1.9.3 Etapas de la investigación

Las etapas de la investigación se dividen en etapa de gabinete I para la recopilación de datos previos, etapa de campo para la obtención de datos del terreno, etapa de laboratorio y etapa de gabinete II en la que se analiza e interpreta de los resultados para luego plasmarlo en el informe final.

A continuación, se detallan todos los aspectos abordados en el presente estudio

1.9.3.1 Etapa de Gabinete I

Es la primera etapa de la investigación en la cual se ha procedido revisión bibliográfica y la recopilación de información existente en los archivos del INGEMMET, Gobierno Regional, tesis universitarias, boletines y artículos científicos. La información cartográfica se obtuvo del Instituto Geográfico Nacional (IGN), la información de la cartografía geológica se obtuvo de la Carta Geológica Nacional a escala 1/100000, se obtuvo información climática del Atlas Climático del Distrito de San Salvador hecho por el Gobierno Regional Cusco, así como se obtuvo información de imágenes satelitales landsat. En esta etapa se elaboraron mapas base donde se plasmó la información necesaria para salir a campo.

1.9.3.2 Etapa de Campo

En esta etapa se realizó la recolección de diversos datos del terreno útiles para el estudio hidrogeológico. Esta etapa duro varias campañas con el fin de obtener la mayor cantidad de datos posibles. A continuación, se detalla cada paso que se realizó en el campo:

- ✓ Cartografiado geológico basado en el reconocimiento de la litología, estructuras, geomorfología y fenómenos de origen geológico-hidrogeológico, que ha tenido fuerte influencia en la zona de estudio.
- ✓ Inventariado de fuentes de agua y medición del caudal de los manantes identificados.
- ✓ Medición de la permeabilidad in situ de los suelos, para lo cual se ha efectuado ensayos de infiltración para determinar el coeficiente de permeabilidad.
- ✓ Medición de estructuras, rumbos y buzamientos para la valoración de macizos rocosos.
- ✓ Recolección de muestras de agua en los distintos puntos identificados y secciones.
- ✓ Cartografía de los manantes y captaciones identificados.
- ✓ Cartografía y delimitación de los acuíferos en campo.
- ✓ Se ha realizado determinación de los parámetros fisicoquímicos como el pH, temperatura, conductividad eléctrica y solidos totales disueltos.

1.9.3.3 Laboratorio

Luego de haber obtenido las muestras de suelos y agua en los manantes identificados en campo se han remitido al laboratorio de Química de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Así mismo se han recolectados muestras de suelos para determinar los contenidos de sales solubles.

1.9.3.4 Etapa de Gabinete II

En esta etapa se ha realizado el análisis e interpretación de la información obtenida en los trabajos de campo y resultados de ensayos de laboratorio. El proceso de la información consiste en la acumulación de datos, procesamiento de las hojas de cálculo, elaboración de mapas temáticos, análisis y discusión de los resultados. En esta etapa se procede a elaborar el informe dando a conocer los resultados del estudio y se presenta las conclusiones y recomendaciones.

1.10 Alcances y Limitaciones de la investigación

La presente investigación abarcará mayormente la descripción de las características y el comportamiento hidrogeológico del área perteneciente al Distrito de San Salvador con sus trece comunidades teniendo en cuenta el clima, la litología, la geomorfología, la geología estructural, inventario de fuentes de agua, medición de caudales, ensayos de permeabilidad y parámetros hidroquímicos. Con estos datos se realizará la identificación y caracterización de las unidades hidrogeológicas y se analizará la vulnerabilidad de acuíferos.

Las limitaciones que presenta la investigación son:

- Limitaciones de periodo, ya que los datos de campo se obtuvieron a lo largo del año 2017 y esta diferencia estacional puede generar una variación estacional entre las épocas de lluvia y épocas de estiaje.
- Los resultados de los análisis químicos pueden variar de acuerdo al laboratorio que lo procese y también por la forma como se han obtenido las muestras en campo.
- Debido a que existe escasa información disponible que es mayormente a escala regional, los resultados que se muestren son de carácter preliminar, sin embargo, puede servir como base de información hidrogeológica del distrito de San Salvador.

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

En este capítulo se muestra los conceptos básicos de hidrogeología que se usaran en la presente tesis, así como los parámetros que se utilizaron en el presente estudio, teniendo en cuenta los antecedentes de estudios previos que existen en la zona.

2.1 Antecedentes de la Investigación

- En el distrito de San Salvador no existen antecedentes de estudios hidrogeológicos sin embargo existen algunos estudios que sirven como herramientas fundamentales para la obtención de información hidrogeológica como el *Análisis del riesgo por peligros geodinámicos y peligros climáticos en la microcuenca de Chuecamayo* – PREDES (2014), del cual se obtuvo información sobre algunas fuentes de agua en la cuenca de Chuecamayo que ocupa la mayor extensión del distrito.
- *Atlas Climático del distrito de San Salvador* – Gobierno Regional Cusco (2016), del cual se pudo obtener los datos hidrometeorológicos del Distrito de San Salvador.
- Igualmente, está la *Memoria Descriptiva Del Estudio Geológico y Estructural Ámbito Priorizado De San Salvador Provincia De Calca* – Gobierno Regional Cusco (2016) y la *Memoria Descriptiva Del Estudio Geomorfológico Del Ámbito Priorizado De San Salvador Provincia De Calca* – Gobierno Regional Cusco (2016), que sirven de base de información geológica de la zona.

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Ciclo Hidrológico

Se denomina ciclo hidrológico al conjunto de cambios que experimenta el agua en la naturaleza, tanto en su estado (sólido, líquido, gaseoso), como en su forma (agua superficial, agua subterránea). El ciclo hidrológico es completamente irregular y es precisamente contra estas

irregularidades que lucha el hombre. Una muestra de ello son los periodos de satisfacción con los requerimientos del agua, para las diferentes actividades (uso poblacional, irrigación, generación de energía, etc), otros periodos de sequias y otros de inundaciones. (Villón, 2002, pág. 16).

El agua del ciclo hidrológico que se infiltra en el suelo atravesando dos grandes zonas del perfil de infiltración: la Zona de Aireación (denominada Zona No Saturada o Vadosa) y la Zona Saturada o de Saturación. El agua subterránea, como parte integrante del ciclo hidrológico sufre la influencia de los procesos de superficie, que interviene en el comportamiento de la recarga de los acuíferos y las características del agua subterránea. (Yoshinaga & Albuquerque, 2000, pág. 147)

2.2.2 Zona No Saturada o Vadosa

Es la región situada entre la superficie del terreno y la zona de saturación del agua. Se caracteriza por la presencia de poros rellenos por aire y agua. Ella puede ser dividida en:

2.2.2.1 Zona de agua del suelo o zona de evapotranspiración.

Limitada por la superficie del terreno y los extremos radicales de la vegetación (CPRM 1997), cuyo espesor puede variar de pocos centímetros hasta varios metros. Se caracteriza por la presencia del fenómeno de evapotranspiración causada por las plantas.

2.2.2.2 Zona Intermedia

Caracterizada por la presencia de capilaridad del agua, que no se mueve debido a las fuerzas higroscópicas y capilares. Ella se extiende de la base de la zona de agua del suelo hasta la parte de la Zona Capilar

2.2.2.3 Zona Capilar

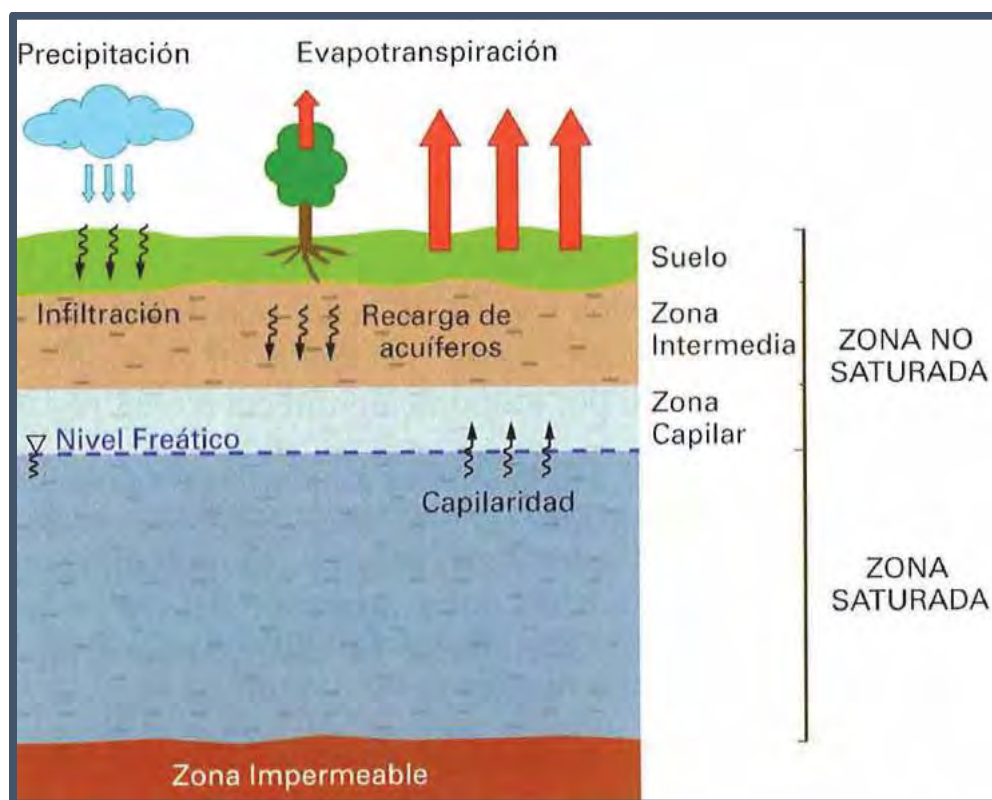
Es la última subdivisión de la zona de aireación, y se caracteriza por la presión existente ser menor que la atmosférica y su límite superior poseer forma irregular.

La variación del espesor de esa zona es función de las propiedades y de la homogeneidad del suelo. En materiales gruesos, el tamaño de la zona es prácticamente cero mientras que puede variar para más de 3 metros en materiales finos.

2.2.3 Zona Saturada

Se sitúa debajo de la superficie freática y se caracteriza por el relleno de todos los poros vacíos por agua y es área de estudio de la hidrogeología. (Yoshinaga & Albuquerque, 2000, pág. 147)

Figura 2: Zonas del subsuelo según el comportamiento del agua que se infiltra



Fuente: (Martinez, Castaño, & Martinez, 2006)

2.2.4 Balance Hidrológico en una Cuenca

Admitiendo a efectos prácticos que la precipitación es la única fuente de agua en la Naturaleza, ha de cumplirse, para cualquier cuenca cerrada y para un intervalo de tiempo determinado, el principio de conservación de la masa:

$$\text{VARIACIÓN EN EL ALMACENAMIENTO} = \text{PRECIPITACIÓN} - \text{EVAPOTRANSPIRACIÓN} - \text{ESCORRENTIA}$$

Si las condiciones hídricas en la cuenca son las mismas al inicio y al final del intervalo de tiempo considerado, la variación en el almacenamiento es cero y ha de cumplirse:

$$\text{PRECIPITACIÓN} = \text{ESCORRENTÍA} + \text{EVAPOTRANSPIRACIÓN}$$

El término escorrentía incluye, en ambos casos, tanto la superficial como la subterránea. (Martínez et al., 2006).

2.2.4.1 Componentes del Balance Hidrológico

2.2.4.2 Precipitación, evaporación, escorrentía superficial y subterránea

El agua de precipitación (P) que alcanza la superficie terrestre escurre parcialmente como agua superficial (escorrentía superficial R), parcialmente se infiltra en el subsuelo y escurre como agua subterránea (escorrentía subterránea G). Las cantidades de escurrimiento dependen en alto grado de la precipitación, sin embargo, una gran parte de ella se pierde por la evaporación (E), la que depende de la temperatura. El interflujo es la parte del escurrimiento superficial que se retarda por una vegetación densa y por su curso por los horizontes superficiales del suelo.

El agua escurriendo en la superficie alcanza los cauces de arroyos y ríos. Las cuencas de drenaje de éstos están separadas por parteaguas. El agua subterránea en su mayor parte sale en manantiales y sigue escurriendo en los ríos como agua superficial. (Werner, 1996, pág. 4)

2.2.4.3 La vegetación en el ciclo hidrológico. Evapotranspiración

En las zonas no desérticas, la vegetación desempeña un papel importante en el ciclo hidrológico. El consumo de agua de esta disminuye el escurrimiento superficial, la infiltración y el escurrimiento subterráneo. La transpiración de las plantas se aumenta la evaporación. El total de la evaporación se llama evapotranspiración. La transpiración, y con ella la evapotranspiración. depende no solamente del clima, sino también del tipo de vegetación, según la secuencia siguiente:

selva > bosque > matorral > prado > terreno agrario > suelo desnudo. (Werner, 1996, pág. 5)

2.2.4.4 Sistemas hidrogeológicos

Los recursos de aguas subterráneas no son yacimientos que se explotan hasta su agotamiento como p.ej. los yacimientos de petróleo. Más bien son sistemas hidrodinámicos recuperándose permanentemente como partes del ciclo hidrológico por ser recargados por agua de precipitación. Por eso el reconocimiento de la cantidad de *recarga* de sistemas hidrogeológicas es una de las tareas más importantes en la hidrogeología.

La figura muestra esquemáticamente un sistema hidrogeológico. La cantidad de agua infiltrada I sufre pérdidas por evapotranspiración. Solamente la parte no afectada, la *infiltración efectiva* IE , alcanza el agua subterránea (el nivel piezométrico) y alimenta su flujo (escurrimiento subterráneo G), que sale en la zona de *descarga*. Para un sistema hidrogeológico cerrado, que no obtiene recarga por afuera y que se descarga totalmente, vale entonces:

Infiltración efectiva $IE =$ Recarga $=$ Escurrimiento subterráneo $G =$ Descarga.

$$\text{Además vale:} \quad IE = P - ET - R \quad (1)$$

Por las altas variaciones temporales de la precipitación y la infiltración, estas ecuaciones valen solamente para tiempos largos (valores estadísticos). (Werner, 1996, pág. 8)

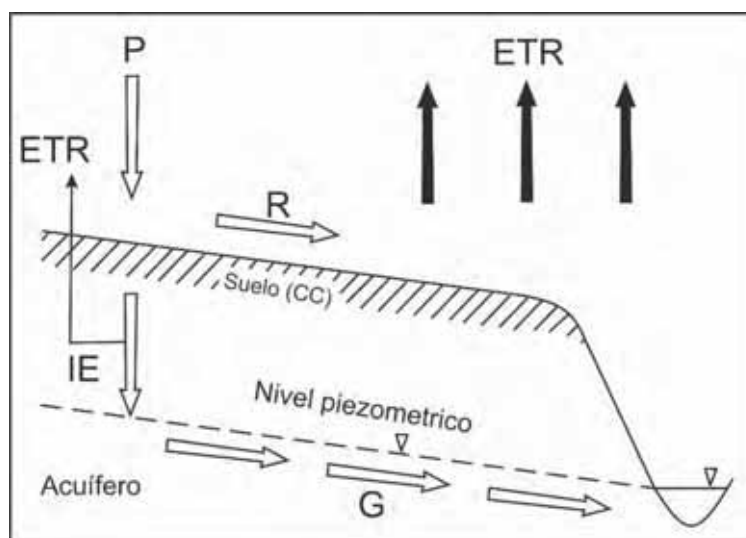


Figura 3 Sistema Hidrogeológico. Fuente: (Werner, 1996)

2.2.4.5 La ecuación de balance de agua. Almacenamiento

Para un sistema hidrogeológico bien definido, sin influencias y efluencias externas, se puede establecer un balance de agua según la ecuación

$$\text{Entradas} - \text{Salidas} = \text{Cambio de Almacenamiento}$$

$$P - (ETR + R + G) = AS \quad (2)$$

2.2.5 Formaciones Geológicas y su comportamiento frente al agua

Según (Gonzales de Vallejo, 2002) los acuíferos deben ser entendidos como formaciones geológicas subterráneas permeables, susceptibles de almacenar y transmitir el agua. Así, cabe indicar que existe en la naturaleza una amplia gama de formaciones con capacidades muy diversas para almacenar y transmitir el agua; desde el punto de vista hidrogeológico, estas formaciones suelen dividirse en cuatro grupos principales:

2.2.5.1 Acuíferos.

Formaciones geológicas capaces de almacenar y permitir la circulación del agua por sus poros (gravas, arenas, calizas cársticas) o fracturas (rocas intrusivas, areniscas, cuarcitas etc.). También terrenos permeables, tales como los estratificados y aluviales cuaternarios etc.

2.2.5.2 Acuitardos.

Es una clasificación que hace referencia a numerosas formaciones geológicas que, contiene apreciables cantidades de agua, sin embargo, la transmiten muy lentamente. No suelen ser aptas para su explotación, pero, son de importancia por ser los alimentadores de acuíferos semi-confinados principalmente en recargas verticales en grandes superficies. Son formaciones geológicas medianamente permeables, como limos, arenas limosas, arenas arcillosas, calizas poco karstificadas, etc.

2.2.5.3 *Acuicludos*

Son formaciones geológicas que, conteniendo agua en su interior, incluso hasta la saturación, pero que no la puede transmitir con facilidad y por tanto imposibilita su explotación y su drenaje es muy difícil por encontrarse encerrada en sus poros (arcillas, arcillas plásticas, limos arcillosos etc.). Constituyen, al igual que los Acuífugos, los límites impermeables de los acuíferos.

2.2.5.4 *Acuífugos*

Representan a formaciones geológicas impermeables y que no posee capacidad de circulación ni de retención de agua, como por ejemplo un granito no alterado ni fracturado.

Los tipos de acuíferos se resume en la siguiente tabla de Gonzales de Vallejo.

Tabla 4
Formaciones Geológicas frente al Agua

	Capacidad de almacenar	Capacidad de drenar	Capacidad de transmitir	Formaciones características
Acuiferos	Alta	Alta	Alta	Grava, arena, calizas
Acuitardos	Alta	Media/Baja	Baja	Limos, arena limosa y arcillosas
Acuicludos	Alta	Muy baja	Nula	Arcillas
Acuifugos	Alta	Nula	Nula	Granitos, gneis, marmoles

Fuente: modificado de (Gonzales de Vallejo, 2002)

Desde el punto de vista de su textura, existen tipos de materiales acuíferos principales que se describen a continuación.

2.2.5.5 *Acuíferos porosos*

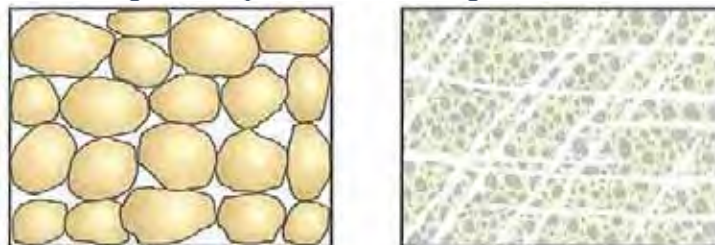
Son denominados así, a los que tienen una permeabilidad debida a la porosidad inter-granular, donde el agua circula a través de sus poros o espacios existentes entre los granos del terreno (gravas, arenas, areniscas, arcosas).

2.2.5.6 Acuíferos fisurados.

Son denominados así, los que tienen alojados el agua en fisuras, grietas y oquedades del terreno tanto de origen mecánico (granitos, granodioritas etc.), como de disolución como son los casos de las calizas y dolomías. Las captaciones en estos acuíferos suelen tener mayores rendimientos que en los porosos.

En la siguiente figura se muestra la diferencia entre un acuífero fisurado y un acuífero poroso:

Figura 4: Tipos de acuíferos según su textura



Fuente: Gonzales Vallejo (2002)

Desde el punto de vista estructural e hidráulico o la presión a las que están sometidos se puede clasificar como:

2.2.5.7 Acuíferos libres.

Denominados también como no confinados o freáticos, en estos existe una superficie libre y real del agua encerrada, que está en contacto con el aire y a la presión atmosférica. Entre la superficie del terreno y el nivel freático se encuentra la zona no saturada.

El nivel freático define el límite de saturación del acuífero libre y coincide con la superficie piezométrica. Su posición no es fija, sino que varía en función de las épocas secas o lluviosas.

2.2.5.8 Acuíferos confinados

Son denominados también cautivos, a presión o en carga. El agua está sometida a una presión superior a la atmosférica y ocupa totalmente los poros o huecos de la formación geológica, saturándola totalmente. No existe zona no saturada. Se encuentran rodeados de materiales impermeables.

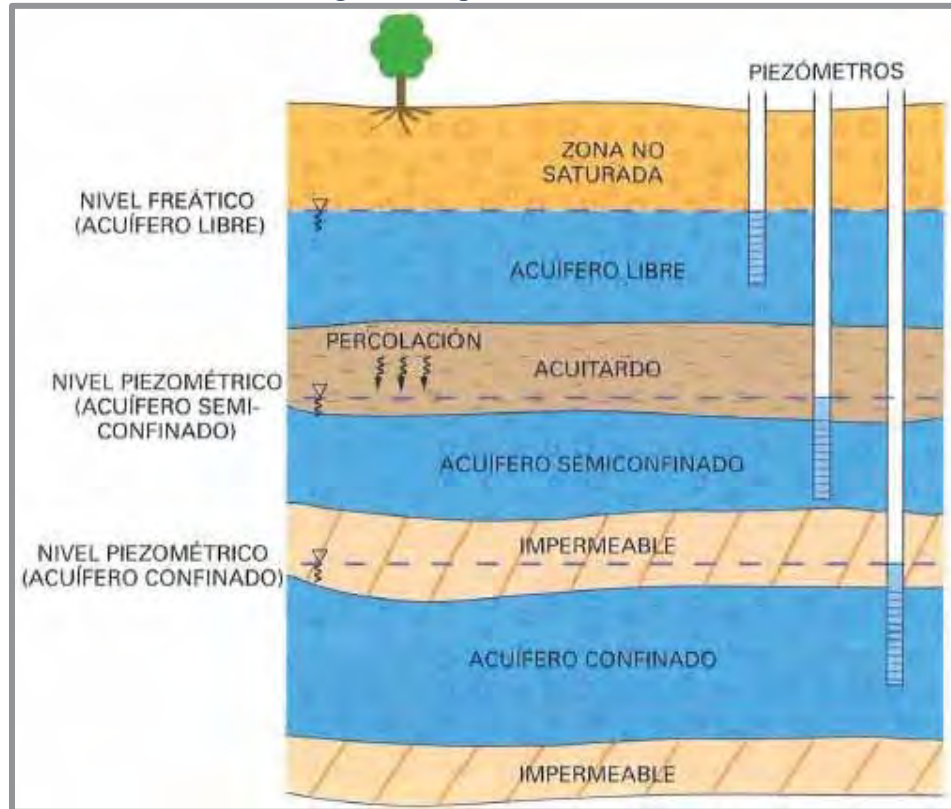
Si se perfora, el nivel de agua asciende hasta situarse en una determinada posición que coincide con el nivel de saturación del acuífero en el área de recarga.

El agua que emana procede de la descompresión de los niveles superiores, Si la topografía es tal que la boca del pozo está por debajo del nivel del agua, el pozo resulta ser surgente o artesiano.

2.2.5.9 Acuíferos semi-confinados

El techo o capa superior no son totalmente impermeables, sino que son Acuitardos y permiten la filtración vertical del agua y, por tanto, puede recibir recarga o perder agua a través del techo o de la base. Consiguientemente la velocidad de reacción de estos acuíferos ante un bombeo es más moderada que en los cautivos. Este flujo vertical sólo es posible si existe una diferencia de potencial entre ambos niveles. Un mismo acuífero puede ser libre, confinado y semi-confinado según sectores.

Figura 5: Tipos de acuíferos



Fuente: Martínez (2006)

2.2.5.10 *Acuíferos colgados*

Se producen ocasionalmente cuando, por efecto de una fuerte recarga, asciende el nivel freático quedando retenida una porción de agua por un nivel inferior impermeable.

2.2.6 Parámetros hidrogeológicos característicos de los acuíferos

La capacidad de almacenar y transmitir el agua por parte de un acuífero debe ser cuantificada para evaluar las formaciones desde el punto de vista hidrológico. Por ello, se asocian a las formaciones cuatro parámetros básicos en cuanto a su comportamiento respecto al agua que puedan contener y transmitir. Porosidad y coeficiente de almacenamiento, permeabilidad y transmisividad, son los cuatro parámetros, dependientes dos a dos, cuyos conceptos deben fijarse para definir las características de los acuíferos. (Gonzales de Vallejo, 2002).

2.2.6.1 *Porosidad*

La porosidad es la relación entre el volumen de huecos y el volumen total de una roca. Es un parámetro adimensional y depende únicamente de la constitución de la roca o suelo, es decir, de su textura característica, sin que intervenga la forma geométrica ni la potencia de la formación o su mecanismo de funcionamiento hidráulico en la naturaleza. Según el tipo de formación, los poros pueden ser debidos a espacios intergranulares, en las formaciones detríticas, o a grietas y fisuras, en el caso de rocas fisuradas o cársticas; el concepto de porosidad puede asociarse a unas y otras.

La porosidad de una formación puede estar ligada únicamente a la textura de la misma o depender además de las características del fluido que se mueve en su interior. La primera de ellas es la porosidad total n , referida al volumen total de poros, independientemente de que el fluido tenga o no la capacidad de circular entre ellos:

$$n = \frac{\text{volumen de los poros}}{\text{volumen total}}$$

El segundo concepto es la porosidad eficaz n_e , también denominada porosidad cinemática, referida al volumen de poros conectados por los que el transporte de fluido es posible, y queda ligada no solo a la textura de la formación, sino también a las características del fluido:

$$n_e = \frac{\text{volumen de poros conectados}}{\text{volumen total}}$$

Tabla 5

Valores de almacenamiento específicos para algunos tipos de materiales

Material	Almacenaje Específico		
	Máximo	Mínimo	Media
Arcilla	5	0	2
Arcilla arenosa	12	3	7
Limo	19	3	18
Arena fina	28	10	21
Arena media	32	15	26
Arena gruesa	35	20	27
Arena muy gruesa	35	20	25
Gravas finas	35	21	25
Gravas medias	26	13	23
Gravas gruesas	26	12	22

Fuente: Fetter (1994)

2.2.6.2 Coeficiente de almacenamiento

Este coeficiente representa la capacidad para liberar agua de un acuífero. Se define como el volumen de agua que es capaz de liberar un prisma de base unitaria y de altura la del acuífero, cuando desciende 1 m el nivel piezométrico. Es, en consecuencia, un parámetro físico referido al volumen cedido por unidad de volumen de acuífero y, al igual que la porosidad, es adimensional. (Gonzales de Vallejo, 2002)

2.2.6.3 Permeabilidad

La permeabilidad es el parámetro que permite evaluar la capacidad de transmitir agua de una formación en función de la textura de la misma, sin relacionarla con su estructura o forma geométrica. Dentro de este concepto pueden definirse otros dos:

— La permeabilidad ligada tanto a las características texturales del medio físico como del fluido que transmite, denominada permeabilidad efectiva o conductividad hidráulica, representada por el coeficiente de permeabilidad, k .

— La denominada permeabilidad intrínseca, K , que es sólo dependiente de las características internas del medio permeable.

La permeabilidad efectiva k se define como el caudal que es capaz de atravesar una sección unitaria del acuífero, normal al flujo, bajo un gradiente piezométrico unitario. Depende, en consecuencia, tanto de las características del medio físico (acuífero), como de las del fluido que lo atraviesa (agua). (Gonzales de Vallejo, 2002, pág. 273)

Por razones de su definición (caudal por unidad de superficie), las dimensiones de la permeabilidad efectiva pueden establecerse:

$$[k] = \frac{L^3 T^{-1}}{L^2} = L T^{-1}$$

Se usan cm/s y m/día como unidades más habituales (m/día suele utilizarse en hidrogeología con carácter prácticamente general), y cm/s en ingeniería. La permeabilidad intrínseca y la permeabilidad efectiva se relacionan únicamente por los parámetros capaces de definir las características del fluido.

$$k = K \frac{\gamma_w}{\mu} \text{ o bien } k = K \frac{g}{n}$$

donde:

k = permeabilidad efectiva $[LT^{-1}]$

K = permeabilidad intrínseca

γ_w = peso específico del agua $[AFL_{27}^{-2}]$

H = viscosidad dinámica del fluido $[ML^{-1}T^{-1}]$

ν = viscosidad cinemática $[L^2T^{-1}]$

g = aceleración de la gravedad $[LT^{-2}]$

y en consecuencia:

$$[K] = \left[k \frac{\mu}{\gamma} \right] = \frac{LT^{-1} * ML^{-1}T^{-1}}{ML^{-2}T^{-2}} = L^2$$

Transmisividad

La transmisividad T es el parámetro definido para evaluar la capacidad de transmitir agua de los acuíferos, teniendo en cuenta no solo la textura del acuífero y las características del fluido, sino también las características estructurales o geométricas. Se define como el producto de la conductividad hidráulica A : y el espesor del acuífero b :

$$T = kb$$

Acuíferos muy permeables, pero de bajo espesor pueden, a pesar de sus excelentes características texturales, no ser aptos para una eficaz transmisión del agua debido a su bajo espesor y, consecuentemente, baja transmisividad.

2.2.7 Ley de Darcy

Fue enunciado por su autor en 1856, después de diversos trabajos y experimentaciones. Establece que el caudal Q que es capaz de atravesar un medio permeable, es proporcional al área de paso del medio permeable A , normal al flujo, y al gradiente de niveles piezométricos entre la entrada y la salida del flujo en el medio permeable, i .

La constante de proporcionalidad es la permeabilidad del medio, en la que quedan incluidas las características del fluido, es decir, es la permeabilidad efectiva, conductividad de Darcy o conductividad hidráulica. En consecuencia y con carácter global:

siendo:

$$Q = \frac{\partial V}{\partial t} = k * i * A$$

Dónde:

$Q = \text{Caudal o gasto (cm}^3/\text{s)}$

$\partial A = \text{Variación del volumen en un diferencial de tiempo}$

$\partial t = \text{diferencial de tiempo}$

$K = \text{coeficiente de permeabilidad (cm/s)}$

$i = \text{gradiente hidráulico (adimensional)}$

2.3 Hidrogeoquímica

Esta herramienta de la hidrogeología permite establecer correlación entre los aspectos geoquímicos del agua subterránea y su relación con los suelos y rocas, para lo que se recurre a los análisis químicos de las aguas.

2.3.1 Potencial de hidrogeniones.

El PH o potencial de hidrogeniones, expresado matemáticamente constituye el antilogaritmo de H^+ es decir el $PH = -\log(H^+)$. Para un agua pura a 25° se cumple que $(H^+) = (H^+)$, siendo el PH =7.

Por lo general varía entre 6.5 a 8.5 a los que se considera como neutras, y los menores a 6.5 son ácidas y las mayores a 8.5 son alcalinas.

2.3.2 Conductividad eléctrica

Es la capacidad que tienen un cuerpo o una solución, de permitir el paso de la corriente eléctrica o de facilitar el paso de electrones a través suyo. Se mide como la conductividad existente entre dos electrodos de 1cm² de superficie cada uno separados a un cm y situados en el agua a medir. La unidad de medida que tiene este parámetro es el microsiemens/cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$) y debe mencionarse la temperatura de referencia, ya que los valores de CE aumentan a mayor temperatura a razón de 2% /°C (Custodio y Llamas 1996), además el CE es mayor cuando mayor es el contenido de sustancias disueltas en el agua subterránea.

2.3.3 Total de sólidos disueltos (TDS)

El total de sólidos disueltos, es el peso total de los constituyentes minerales disueltos en el agua por unidad de volumen o de peso de agua de la muestra. También se puede decir que es el material sólido en solución, la unidad de medida es el mg/L

2.3.4 Composición de las aguas subterráneas.

El agua está formada por oxígeno e hidrógeno en forma molecular, sin embargo, químicamente está formada por componentes de materia inorgánica en forma iónica y otros coloides como hidróxidos de Si, Al, Fe, materia orgánica y gases disueltos. Se clasifican en tres grupos.

2.3.4.1 Elementos mayoritarios

Son los componentes que se encuentran en las aguas subterráneas en cantidades superiores a 5 mg/L y por lo general se encuentran presentes casi siempre, constituyendo casi la totalidad de los iones disueltos. Dentro de este grupo se considera a los aniones cloruro, Sulfato, bicarbonato y cationes sodio, calcio y magnesio.

2.3.4.2 Elementos minoritarios

Son los componentes que se encuentran en cantidades de 10 a 0.01 mg/L, aunque a veces pueden sobrepasar ese rango, entre ellos se considera a los aniones Nitrato, carbonato y nitrito, Fluor, y cationes potasio, hierro ferroso, amonio, estroncio.

2.3.4.3 Elementos traza

En este grupo se considera los componentes que se encuentran en concentraciones menores a 0.1 mg/L, como los inones Bromo, Nitrito, Manganeso, aluminio, arsénico, antimonio, Cromo, hierro, férrico, plomo, zinc, mercurio, uranio etc.

2.3.4.4 Dureza

La dureza definida como la concentración de todos los cationes metálicos no alcalinos presentes) iones calcio, magnesio en forma de carbonatos o bicarbonatos) se expresa en equivalentes de carbonato de calcio y constituye un parámetro muy significativo en la calidad del agua. Esta cantidad de sales afecta la capacidad de formación de espuma de detergentes en contacto con el agua y representa una serie de problemas de incrustación en equipo industrial y doméstico, además de ser nociva para consumo humano.

De acuerdo a la concentración de bicarbonatos se puede clasificar en niveles de dureza de acuerdo al siguiente esquema.

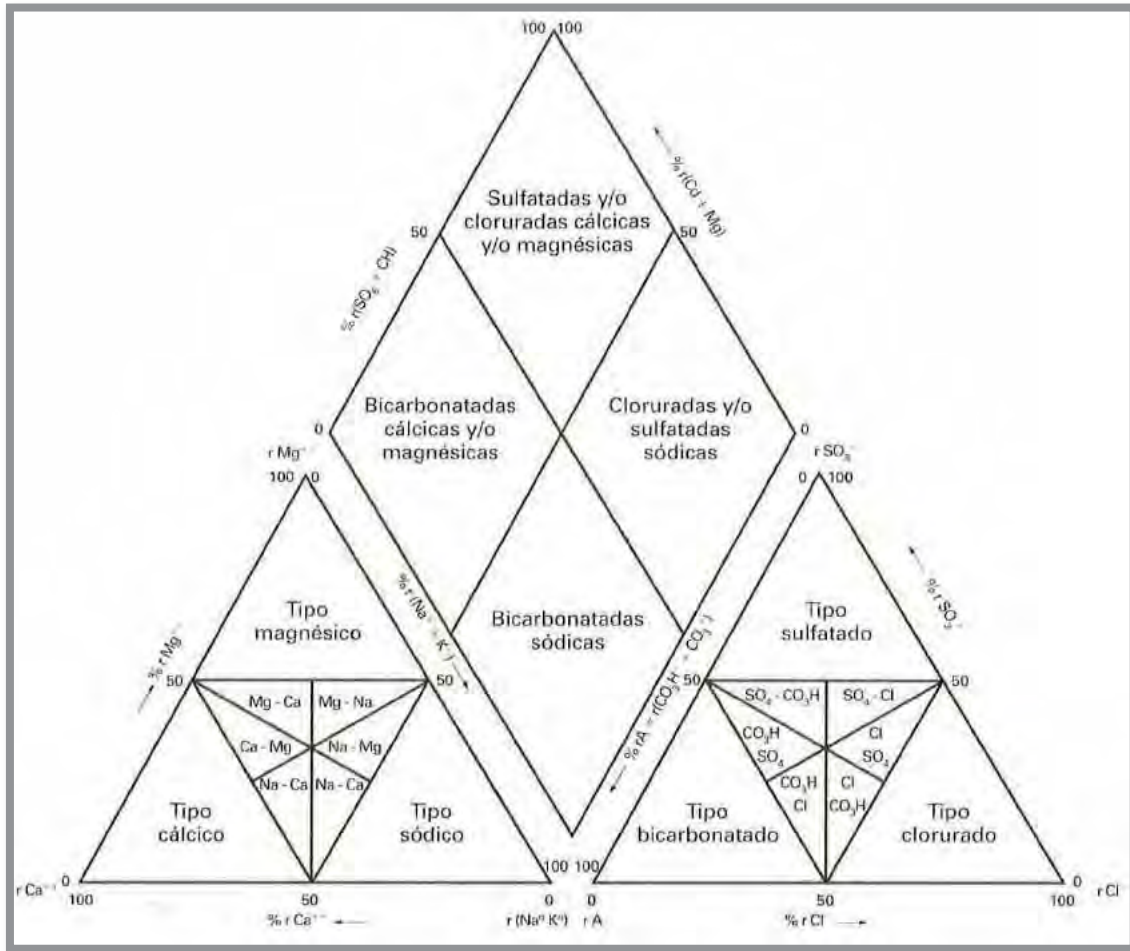


Figura 6 Diagrama de Piper. Fuente: Fundamentos de Hidrogeología – Martínez (2006)

2.3.5 Clasificación de las aguas subterráneas.

Se puede clasificar de distinta maneras y variados criterios, pero siempre con la finalidad de indicar brevemente, la composición química o algún aspecto químico del agua subterránea. Para ello se puede clasificar en dos grandes grupos: clasificaciones simples y geoquímicas.

La clasificación simple hace conocer información global y están enfocados al uso doméstico, urbano, agrícola, o industrial, y las clasificaciones geoquímicas contienen mayor información a través de diagramas donde refleja características geoquímicas del agua en forma concisa.

Las clasificaciones simples pueden ser: por su residuo seco (agua dulce, salobre, salda, salmuera) por la dureza) blanda, algo dura, muy dura) por sus cualidades destacadas (ferruginosa,

selenitosa, carbónica, lítica etc.) o por la clasificación SAR (según la salinidad representada por la conductividad eléctrica, y la relación de adsorción del sodio conocida como SAR)

Las clasificaciones geoquímicas (Custodio Llamas 1996) puede ser por lo iones dominantes, clase Palmer, Souline, y otros.

La clasificación por iones dominantes considera seis iones importantes:

Bicarbonato, (+carbonato), sulfato, Cloruro, Calcio, Magnesio, y sodio potasio). Para clasificar el agua bajo esta metodología se nombra primero el anión que supere el 50% de la suma de aniones, si ninguno cumple esta condición, se mencionan los dos más abundantes. Seguidamente se menciona el catión que supere el 50% de la suma de cationes, si ninguno sobrepasa el 50%, se menciona los dos cationes más abundantes.

2.4 VULNERABILIDAD A LA CONTAMINACIÓN DE LOS ACUÍFEROS

MARGAT (1968) introduce el término “vulnerabilidad del agua subterránea a la contaminación”, posteriormente se han ido incluyendo varias definiciones, calificaciones y metodologías sobre el mismo, en algunos casos orientadas a su representación cartográfica. Siendo un concepto nuevo, no se ha logrado consenso sobre el alcance del término y en este sentido, existen dos grandes corrientes. Una está representada por aquellos investigadores que consideran a la vulnerabilidad como una propiedad referida exclusivamente al medio (tipo de acuífero y cobertura, permeabilidad, profundidad, recarga, etc.), sin tener en cuenta la incidencia de las sustancias contaminantes (vulnerabilidad intrínseca) y en la otra orientación, se agrupan los que sí le otorgan, además del comportamiento del medio (vulnerabilidad específica), trascendencia al tipo y carga del contaminante (Auge 2004).

ZAPOROZEC (1994) define a la vulnerabilidad como “una propiedad intrínseca del sistema de agua subterránea que depende de la sensibilidad del mismo a los impactos humanos y/o naturales”.

De la definición se desprende que los autores incluyen en la misma tanto al sistema subterráneo como a los contaminantes y dentro de estos a los artificiales y a los naturales.

FOSTER y HIRATA (1991) dicen que la “vulnerabilidad del acuífero a la contaminación, representa su sensibilidad para ser adversamente afectado por una carga contaminante impuesta”. En este caso al citar a una carga contaminante impuesta, los autores parecen referirse solamente a una contaminación de origen artificial.

CUSTODIO (1995) señala: “la vulnerabilidad a la polución expresa la incapacidad del sistema para absorber las alteraciones, tanto naturales como artificiales”. Vuelven a aparecer aquí procesos naturales y/o artificiales, como potenciales generadores de la alteración.

CARBONELL (1993) Define la vulnerabilidad a la contaminación, como la tendencia de los contaminantes a localizarse en el sistema de agua subterránea, luego de ser introducidos por encima del acuífero más somero. En este caso el autor considera solamente la acción de los contaminantes.

EPA (1991) hace referencia a la vulnerabilidad subterránea respecto a un plaguicida, como la facilidad con que un contaminante aplicado en la superficie, puede alcanzar al acuífero en función de las prácticas agrícolas empleadas, las características del plaguicida y la susceptibilidad hidrogeológica. Esta definición incorpora, además de las condiciones del medio, las propiedades del contaminante y las prácticas de cultivo (vulnerabilidad específica). Otro concepto íntimamente asociado a la vulnerabilidad es el de riesgo a la contaminación, aunque este también genera diferencias en su definición, utilidad y técnicas para el mapeo.

2.4.1 Métodos para análisis de vulnerabilidad.

Como definiciones existen también varias metodologías, citaremos las más empleadas, y que generalmente llevan nombres no de autores sino del Acrónimos.

2.4.1.1 DRASTIC

Es un modelo empírico desarrollado por Aller et al (1987) para la Environmental Protection Agency, EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos). Es un método usado tanto para la cualificación como para la cartografía y se basa en la asignación de índices que van de 1 (mínima vulnerabilidad) a 10 (máxima vulnerabilidad), de acuerdo a las características y el comportamiento de las variables consideradas en el acrónimo DRASTIC:

2.4.1.2 SINTACS

Este método es en realidad una derivación del DRASTIC (utiliza los mismos parámetros), desarrollada por Civita et al (1990) como adaptación a las características hidrogeológicas de Italia y a una escala de trabajo de mayor detalle; por lo general el área de estudio se divide en celdas cuadradas de 0,5 km de lado. También es un Acrónimo.

2.4.1.3 GOD

La metodología GOD fue desarrollado por Foster (1987) y es un método sencillo y sistemático, por lo que se usa cuando se cuenta con escasos datos, éstos no son fiables o no cubren la totalidad del territorio que se estudia. Por su estructura simple y pragmática, es el método utilizado en primer lugar para estimar el riesgo de contaminación de un acuífero, lo que sirve para establecer prioridades de actuación a la vista de los resultados.

El método GOD se basa en la asignación de índices entre 0 y 1 a tres variables, que son las que nominan el acrónimo:

2.4.1.4 EK_v

El método EK_v, desarrollado por Auge (1995), considera que la vulnerabilidad es cualitativa y que representa el grado de protección natural de un acuífero frente a la contaminación. Se aplica

en acuíferos libres y se basa en la asignación de puntuaciones que van de 1 (mínima vulnerabilidad) a 5 (máxima vulnerabilidad) a dos variables.

2.4.1.5 AVI

El AVI (Acuifer Vulnerability Index) es un método sencillo que cuantifica la vulnerabilidad en función del espesor de las capas homogéneas por encima del acuífero y de la permeabilidad de cada capa. Estas dos variables se relacionan para dar lugar al parámetro denominado "resistencia hidráulica", que indica el tiempo aproximado de flujo vertical de agua por unidad de gradiente de carga que atraviesa la zona no saturada.

2.4.1.6 BGR

La metodología BGR fue desarrollada en Alemania en 1993 por The Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (BGR) y se basa en la evaluación de una serie de factores que determinan el tiempo de residencia del agua que se está infiltrando a través de la capa no saturadas suprayacente al acuífero. Lo que se está evaluando en realidad mediante este índice es el efecto protector de la superficie.

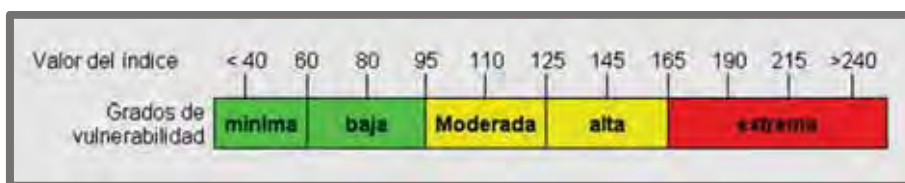


Figura 7 Cálculo del índice de vulnerabilidad. Fuente: Vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos - CONAGUA 2012

CAPÍTULO 3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1 Demografía

El distrito tiene 12 comunidades más la capital de distrito divididos en 26 sectores con una población total de 4654 habitantes al año 2015 que se resume en la tabla:

Tabla 6
Distribución de habitantes por comunidades.

COMUNIDADES	SECTORES	Total	Varón	Mujer
Vicho	Vicho	343	175	168
	Vicho Alto	80	39	41
Pacor Mojón	Pacor Mojon	62	31	31
Parpacalle	Parpacalle	149	73	76
Huanca	Huancapata	112	59	53
	Santuario Señor de Huanca	4	3	1
Umachurco	Tincoc Mayo	87	41	46
	Jatun Huaylla	26	13	13
	Chiripata	327	160	167
	Patabamba	160	82	78
	Huispan	11	3	8
	Lloquepata	30	13	17
	Llamarca	5	3	2
Pacor Alto	Pacor Alto	45	20	25
Qosqo Ayllu	Qosqo Ayllu	408	195	213
Ccamahuara	Ccamahuara	347	163	184
	Huallhua	20	10	10
	Siellabamba	4	3	1
	Irpay	17	8	9
	Motomoto	26	10	16
Siusa	Siusa (Alta y Baja)	388	184	204
Pillahuara	Pillahuara	52	25	27
Tiracancha	Tiracancha Alta	267	122	145
	Tiracancha Baja	487	230	257
Occoruro	Occoruro	172	84	88
Centro Poblado	San Salvador	1,025	501	524
Total		4,654	2,250	2,404

Fuente: Empadronamiento Distrital de Población y Vivienda 2012-2015 (Barrido Censal) MIDIS.

3.2 Actividades socioeconómicas

La mayor concentración de actividades se da en la capital de distrito donde las instituciones dan apoyo a las comunidades del distrito y brindan servicios administrativos, sociales, aquí se encuentran también la Municipalidad Distrital, Puesto Policial, Juez de Paz, Gobernador, así como Instituciones Educativas de primaria, secundaria, un pequeño mercado y el servicio de una posta de salud. Gran parte de la población de las comunidades que se encuentran casi en el límite del distrito acceden a los servicios que ofrecen los distritos de Pisac, Huancarani y Oropesa, tales como Qosqo Ayllu y Pillahuara que tienen como referente al distrito de Pisac por sus servicios sociales (salud y educación) y de mercado. Así mismo Tiracancha que por la cercanía al distrito de Huancarani, hace uso de los servicios que ofrece este distrito (salud, educación y mercado). Por otro lado, la parte alta de la comunidad de Vicho tiene como referente al distrito de Oropesa por los servicios sociales y de mercado. (López Gallegos, 2016)

3.2.1 Principales actividades económicas

3.2.1.1 *Actividades agrícolas*

Se han usado un aproximado de 1221 ha de terrenos de cultivo destinados a la producción de maíz, kiwicha y los frijoles en el piso de valle y a medida que se asciende a través de las terrazas hasta los pisos más altos se produce trigo y cebada, y más arriba, hasta poco más de 4.000 metros, están la papa y la rica variedad de tubérculos y cultivos andinos.

En el distrito predomina la pequeña escala tecnificada mediante el uso de tractor, principalmente en las comunidades bajas de Umachurco, Qosqo Ayllu y Ccamahuara, mientras en los terrenos con pendiente se utiliza el arado con yunta, conjugando de tal modo el uso de la agricultura tradicional con el uso de la yunta o ganado realizando sus cultivos especialmente en temporada de secano. (López Gallegos, 2016)



Foto N° 1. Cultivos de Kiwicha en piso de valle.

3.2.1.1.1 Áreas de Cultivo

En referencia al Ministerio del Ambiente (2016) de acuerdo al proyecto “Microzonificación Ecológica económica del ámbito de los distritos de Samuel Pastor, Chivay, Cotahuasi, San Salvador, Maras, San Miguel de El Faique, Morropón, Sullana y Montero en el marco del convenio MEF-MINAM” y el estudio temático de Cobertura Vegetal del Ámbito de Tiracancha del distrito de san salvador realizado por el Gobierno Regional Cusco (2017) se identificaron 04 unidades relacionadas con la ocupación de áreas para cultivo. Las unidades identificadas son:

Tabla 7
Unidades de Áreas de Cultivo – Distrito de San Salvador

N	COBERTURA VEGETAL		SUPERFICIE	
	Áreas de Cultivo	COD	Área Ha	%
01	Área de cultivo con riego	Acr	2,844.26	18.33%
02	Área de cultivo en secano	Acs	1,248.79	8.05%
03	Área de cultivo mixto	Acm	339.93	2.19%
04	Bosque de estrato bajo de chachacomo asociado con cultivo en secano	BbC/Cs	87.40	0.56%
05	Otras unidades de cobertura vegetal	-	10,999.55	70.87%
TOTAL			15,519.94	100.00%

Fuente: Elaborado en función al ZEE – Gobierno Regional Cusco (2005)

Sumando las áreas dedicadas a cultivos en sus distintas formas, se tiene que el porcentaje total de áreas cultivadas alcanzan 29.13% del área de estudio.

Tabla 8.
Sumatoria de Áreas dedicadas al cultivo

Áreas de Cultivo	Área Ha	%
Área de cultivo	4,520.38	29.13%
Otras unidades de cobertura vegetal	10,999.55	70.87%
TOTAL	15,519.94	100.00%

Fuente: Elaboración propia en base a la tabla anterior

Entre las unidades relacionadas con la ocupación para cultivo se tiene que la unidad de *Área de cultivo con riego* es la que predomina con 62.92% respecto a las demás, y la unidad que menos predomina es *Bosque de estrato bajo de chachacomo asociado con cultivo en seco* con tan solo un 1.93%.

Tabla 9
Sumatoria de Áreas dedicadas al cultivo

N	Áreas de Cultivo	COD	Area Ha	%
01	Área de cultivo con riego	Acr	2,844.26	62.92%
02	Área de cultivo en seco	Acs	1,248.79	27.63%
03	Área de cultivo mixto	Acm	339.93	7.52%
04	Bosque de estrato bajo de chachacomo asociado con cultivo en seco	BbC/Cs	87.40	1.93%
TOTAL			4,520.38	100.00%

Fuente: Elaboración propia en base a la tabla anterior



Caracterización de Áreas de cultivo

Para caracterizar las unidades de vegetación, se toman como referencia las siguientes variables: ubicación, estructura, fisonomía, composición florística y estado actual (Gobierno Regional Cusco, 2017). Con respecto a las áreas de cultivo estas pertenecen a las áreas con intervención antrópica.

Áreas con intervención antrópica

Esta unidad se concentra mayormente en las partes bajas y planas de las cuencas del distrito (Gobierno Regional Cusco, 2017). En esta unidad se concentran (Municipalidad Provincial de Calca, 2017):

Áreas agrícolas en secano, bajo riego, rotación o layme, pastoreo, y otras actividades, se ha observado relieves muy inclinados que tienen una pendiente de 50° a 70° y otras localizadas en relieves llanos (piso de valle), estas áreas se caracterizan por el desarrollo de una actividad agrícola de cultivos bajo riego y en secano con el agua proveniente de las lluvias. Son terrenos que descansan por periodos de 4 a 5 años, las especies predominantes en cultivo bajo riego son las Leguminosas como: la alfalfa (*Medicago sativa L.*) y la avena (*Avena fatua L.*), que sirven como cultivo de rotación para fertilizar los suelos y de alimento a sus animales. Las áreas de cultivo con riego representan la actividad principal dentro de ello el principal cultivo de exportación es el Kiwicha (*Amaranthus caudatus*) con 813.6 toneladas métricas anuales. Las demás áreas de cultivos están directamente relacionadas con prácticas de agroforestería es decir, se siembran y plantan árboles y arbustos que les sirve como cercos vivos para protección y para delimitación con otras áreas, siendo las especies de frutales las más utilizadas, así tenemos: el durazno (*Prunus persica L. Batsch*), capulí (*Prunus serótina Ehrh.*), tara (*Caesalpinia spinosa (Molina) Kuntze*), Eucalipto (*Eucalyptus globulus Labill.*), Retama (*Spartium junceum L.*), pacpa (*Agave americana L.*), Sauce

(*Salyx humboltiana Willd.*), sauco (*Sambucus nigra L.*), tuna (*Opuntia ficus-indica (L.) Mill.*), molle (*Schinus molle L.*), llauilli (*Barnadesia horrida Muschl.*).

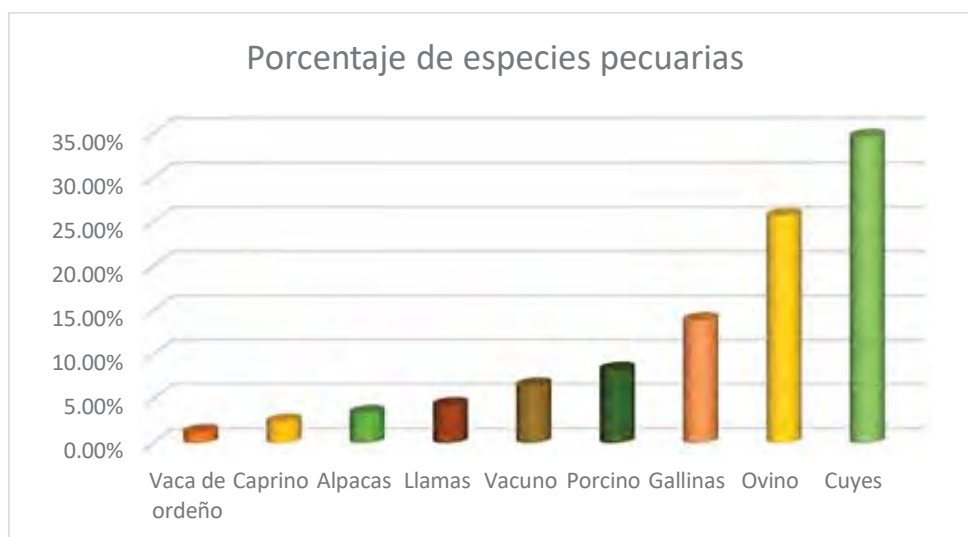
3.2.1.2 Actividades pecuarias

La actividad pecuaria constituye una fuerte muy importante de ingresos para los pobladores de las comunidades, la población pecuaria se encuentra ubicada según los pisos altitudinales, en los pisos de valle se localizan la población de vacunos, porcinos, equinos, caprinos y ovinos y animales menores mientras en los demás pisos predomina la población de camélidos sudamericanos principalmente llamas y alpacas.

Tabla 10
Cantidad de especies pecuarias

Población	Cantidad	Porcentaje
Vaca de ordeño	395	1.20%
Caprino	786	2.38%
Alpacas	1112	3.37%
Llamas	1405	4.26%
Vacuno	2133	6.47%
Porcino	2720	8.25%
Gallinas	4565	13.85%
Ovino	8451	25.64%
Cuyes	11394	34.57%

Fuente: Elaboración en base al Estudio de Diagnostico y Zonificación de Calca (2009)



De acuerdo a la tabla anterior, los cuyes junto a los ovinos son las especies pecuarias más numerosas que resaltan de esta actividad económica, mientras que las Vacas de ordeño y los caprinos son los menos representativos.

3.2.1.3 Comercio

El principal centro económico es la capital de distrito donde se da la mayor actividad, San Salvador cuenta con un mercado donde se comercializa los excedentes de la producción agropecuaria y se conecta con los demás distritos de la provincia de Calca. Además, los pobladores asisten a las ferias dominicales de los distritos cercanos para intercambiar sus productos.

3.2.1.4 Actividades turísticas

En el distrito de San Salvador existen diversas atracciones turísticas como el Santuario del Señor de Huanca cuya festividad se celebra cada 14 de setiembre, también existen sitios arqueológicos que actualmente no se encuentran dentro de un paquete turístico.



Foto N° 2. Santuario del Señor de Huanca

3.3 Clima

En el distrito de San Salvador no se cuenta con estación meteorológica propia por lo que los siguientes datos fueron obtenidos del Atlas Climático del distrito de San Salvador utilizándose una red de estaciones circundantes a la zona de estudio con características de ubicación geográfica similares.

De acuerdo al modelo climático de Thornthwaite para el distrito de San Salvador las regiones térmicas van del *Mesotérmico templado frío*, Mesotérmico semifrío y Microtérmico frío moderado. Esta interacción de climas ha permitido obtener 10 clases de climas cuyo cuadro resumen se detalla en los anexos.

Como ocurre en la región andina peruana, el clima es bimodal, es decir con una época de fría y seca y otra de lluvia más bien templada. Para la época de secas está comprendida entre los meses de mayo a setiembre, y la época de lluvias va de octubre a abril. Las precipitaciones mensuales en el ámbito del distrito de San Salvador, presentan un comportamiento de tipo orográfico, es decir es directamente proporcional a la altitud. La precipitación media anual es 799,4 mm para una diferencia altimétrica de 2934 m. La precipitación se inicia en el mes de octubre alcanzando valores máximos en enero con 243.93 mm para la zona alta y de valores mínimos en Julio con 4.2 mm para la parte baja.

A nivel de temperatura media máxima anual es 14.38 °C, la temperatura mínima media anual es de 4.8 °C y la temperatura media anual es de 9.30 °C. La temperatura es una variable de importancia en la distribución altitudinal de la flora, fauna, actividades humanas.

Tabla 11

Datos de temperatura y precipitación de acuerdo al Atlas Climático para San Salvador en un periodo de 35 años

MESES	PRECIPITACION (mm)	TEMPERATURA (°C)	EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (mm)
Abril	49.8	9.5	49.26
Mayo	12.6	8.9	45.79
Junio	9.3	8.2	40.74
Julio	8.6	7.8	39.85
agosto	11.1	8.3	43.93
Setiembre	18.8	9.3	49.14
Octubre	51.0	10	56.63
Noviembre	82.9	10.4	58.46
Diciembre	120.0	9.9	57.99
Enero	168.9	9.7	56.70
Febrero	138.0	9.7	50.00
Marzo	128.2	9.9	54.71
Abril	49.8	9.5	49.26
Media Anual		9.30	50.27
Total Anual	799.1		603.2

Fuente: Elaboración en base al Atlas Climático para el Distrito de San Salvador (2014)

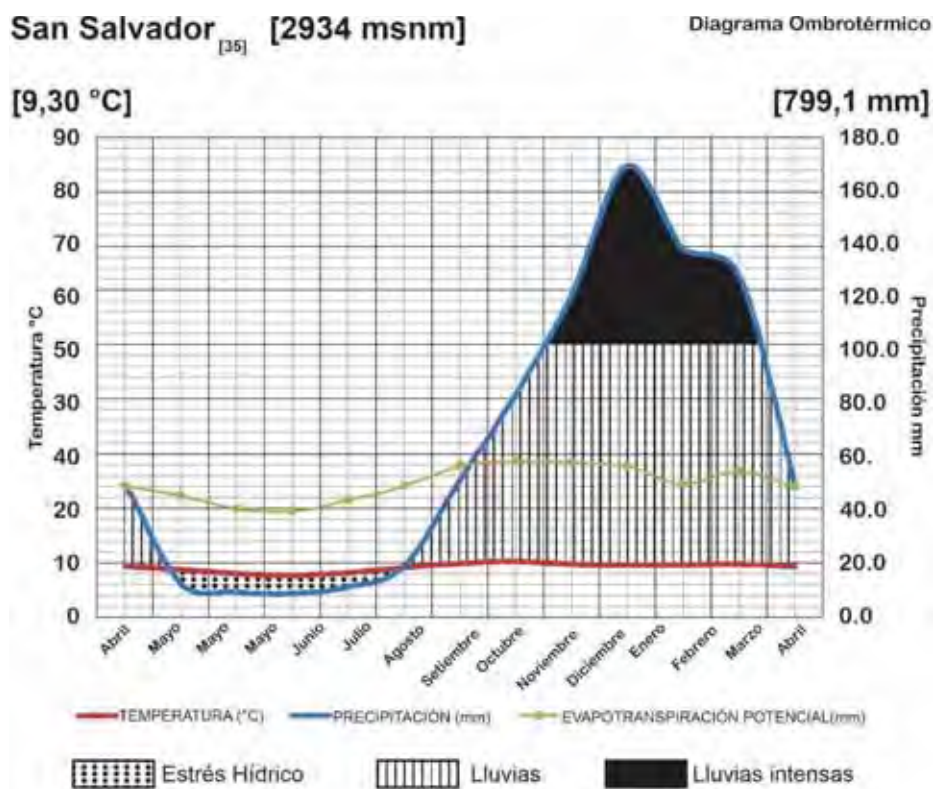


Figura 8 Climatodiagrama para el Distrito de San Salvador, realizado en función de los datos meteorológicos del Atlas climático de 35 años (1980-2014)

En cuanto a las variaciones de evapotranspiración de referencia, estas muestran una gran correspondencia con la variación de la temperatura es así que para zona baja del distrito de San Salvador (2975 msnm), esta llega a 743.3187 mm/año y para la zona alta (4800 msnm) su evapotranspiración de referencia es de 532.8732 mm/año según método de Thornthwaite.

3.4 Drenaje

La cuenca hidrográfica, es reconocida como la unidad del territorio más adecuada para la gestión de los recursos hídricos para ello se utilizó el *Sistema de Codificación Pfafstetter* que fue desarrollado por Otto Pfafstetter en 1989, difundido a partir de 1997 por Verdin y adoptado a partir de entonces por la United State Geological Survey (USGS – Servicio Geológico de los Estados Unidos), como estándar internacional.

3.4.1 Sistema de Codificación Pfafstetter

Es una metodología para asignar Identificadores (Ids) a unidades de drenaje basado en la topología de la superficie del terreno; dicho de otro modo, asigna Ids a una cuenca para relacionarla con sus cuencas vecinas, locales o internas.

El sistema es jerárquico y las unidades son delimitadas desde las uniones de los ríos (punto de confluencia de ríos), ó desde el punto de desembocadura de un sistema de drenaje en el océano.

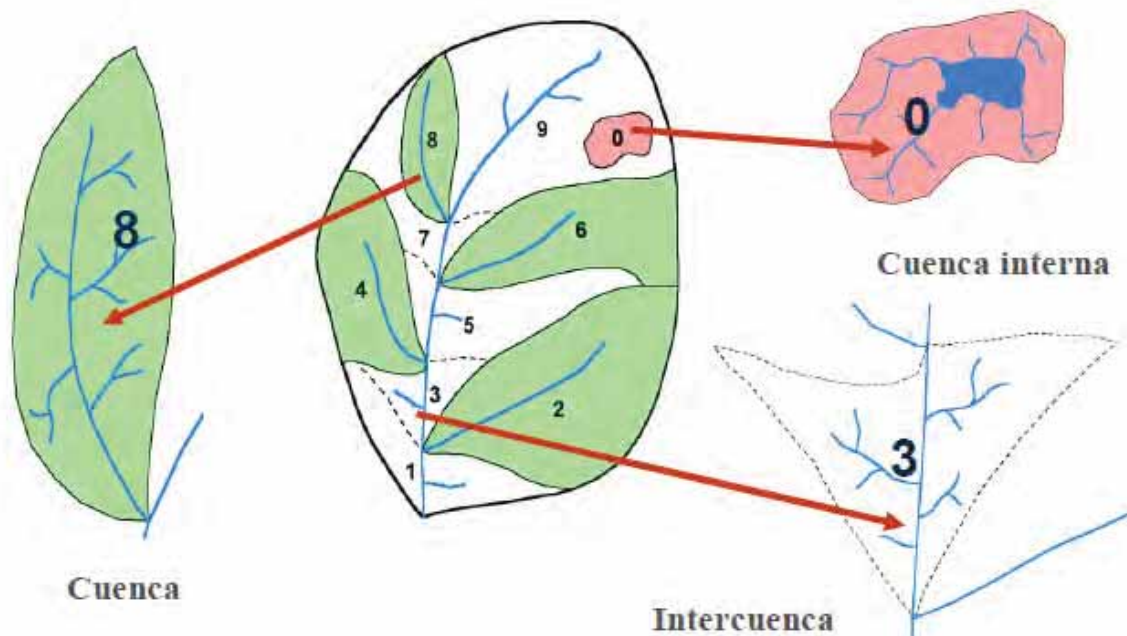
De acuerdo al sistema Pfafstetter, existen tres tipos de unidades de drenaje: *cuencas*, *intercuencas* y *cuencas internas*.

- **Cuenca**, es un área que no recibe drenaje de ninguna otra área, pero si contribuye con flujo a otra unidad de drenaje a través del curso del río, considerado como principal, al cual confluye.
- **Intercuenca**, es un área que recibe drenaje de otra unidad aguas arriba, exclusivamente, del curso del río considerado como el principal, y permite el paso de este hacia la unidad de drenaje

contigua hacia aguas abajo. En otras palabras, una intercuenca, es una unidad de drenaje de tránsito del río principal.

- **Cuenca interna**, es un área de drenaje que no recibe flujo de agua de otra unidad ni contribuye con flujo de agua a otra unidad de drenaje o cuerpo de agua.
- La distinción entre río principal y tributario, es en función del criterio del área drenada. Así, en cualquier confluencia, **el río principal será siempre aquel que posee la mayor área drenada entre ambos**. Denominándose cuencas, a las áreas drenadas por los tributarios e intercuenca a las áreas restantes drenadas por el río principal.

Figura 9 Clasificación de cuencas según el Sistema de Codificación Pfafstetter



Fuente: Delimitación y codificación de unidades hidrográficas del Perú - ANA , 2012

Según la metodología de delimitación, codificación y clasificación de cuencas hidrográficas de PFAFSTETTER en el ámbito del distrito de San Salvador, tenemos la siguiente división:

Tabla 12

Unidades Hidrográficas en el distrito de San Salvador según la clasificación Pfafstetter

NOMBR UH N1	NOMBR UH N2	NOMBR UH N3	NOMBR UH N4	NOMBR UH N5	NOMBR UH N6	NOMBR UH N7	NOMBR UH N8
CUENCA HIDROGRAFICA DEL RIO AMAZONAS N(4)	REGION HIDROGRAFICA N(49)	CUENCA HIDROGRAFICA DEL RIO UCAYALI N(499)	CUENCA URUBAMBA N(4994)	CUENCA DEL RIO VILCANOTA N(49949)	Intercuenca Medio Vilcanota N(499497)	Intercuenca Medio Bajo Vilcanota N(4994971)	Cuenca Tiranacha
							Cuenca Chuecamayo
							Cuenca Tincocmayo
						Cuenca Rio Huasacmayo N(4994972)	
						Intercuenca Sierra Bella N(4994973)	
						Cuenca Rio Huatanay N(4994974)	
	Intercuenca Medio Alto Vilcanota N(4994975)						

Fuente: (Intendencia de Recursos Hidricos, 2007)

3.4.2 Intercuenca Medio Vilcanota (N6 499497)

Se encuentra ubicada entre las coordenadas UTM WGS 84 Norte 8476940–8531045 y UTM WGS 84 Este 868826–801431, políticamente se ubica en el departamento de Cusco, provincias de Urubamba, Calca, Paucartambo, Quispicanchis y Cusco. La cuenca abarca 2231.99 Km², lo cual representa el 60.74 % del área de la cuenca en estudio.

Los límites de la cuenca son:

- Por el Norte: Cuenca del rio Mapacho
- Por el Este : Cuenca Alta del rio Vilcanota
- Por el Sur : Cuenca del río Apurímac
- Por el Oeste: Cuenca del rio Huarcoondo

3.4.3 Intercuenca Medio Bajo Vilcanota (N7 4994971)

Se encuentra ubicada entre las coordenadas UTM WGS 84 Norte 8499382–8531042 y UTM WGS 84 Este 8855109–801432, políticamente se ubica en el departamento de Cusco, provincia de Cusco, distritos de Cusco y San Sebastián, Provincia de Calca, distritos de Taray, San Salvador, Pisac, Coya, Lamay y Calca. Y la Provincia de Urubamba, distritos de Chinchero, Huayllabamba, Yucay, Urubamba y Maras respectivamente. La cuenca abarca 1256.35 Km², lo cual representa el 34.19% del área de la cuenca en estudio.

Los límites de la cuenca son:

Por el Norte: Cuenca del río Yavero

Por el Este : Cuenca del río Huasacmayo

Por el Sur : Cuenca del río Sambor

Por el Oeste: Cuenca del río Huatanay, Huaypo e interc. Corimarca

3.4.3.1 Cuenca Tiracancha (N8)

Se encuentra ubicada entre las coordenadas UTM WGS 84 Norte 8517998-8509935 Y UTM WGS 84 Este 209395-202965, políticamente se ubica en el departamento de Cusco, provincia de Calca distrito de San Salvador. La cuenca abarca 27.57 km² de área y tiene un perímetro de 23.19km, representa el 19.82% del área de estudio. Abarca territorialmente la comunidad campesina de Tiracancha.

3.4.3.2 Cuenca Chuecamayo (N8)

Se encuentra ubicada entre las coordenadas UTM WGS 84 Norte 8514505-8508377 Y UTM WGS 84 Este 203537-197235, políticamente se ubica en el departamento de Cusco, provincia de Calca distrito de San Salvador. La cuenca abarca 29.87 km² de área y tiene un perímetro de

25.07km, representa el 21.47% del área de estudio. Es la cuenca más grande de la zona de estudio abarca tres comunidades Siusa, Ccamahuara y Occoruro.

3.4.3.3 Cuenca Tincocmayo (N8)

Se encuentra ubicada entre las coordenadas UTM WGS 84 Norte 8510449-8505298 Y UTM WGS 84 Este 200338-204720, políticamente se ubica en el departamento de Cusco, provincia de Calca distrito de San Salvador. La cuenca abarca 15.13 Km² de área y tiene un perímetro de 15.68km, representa el 10.87 % del área de estudio.

Abarca el centro poblado de San Salvador y la comunidad campesina de Umachurco.

3.5 Geomorfología

3.5.1 Geomorfología Regional

Son grandes unidades estructurales, generadas por el levantamiento Andino de la Cordillera, en el cual se encuentra gran parte del territorio nacional y por ende la Región del Cusco.

La cordillera oriental ocupa el 18% y la parte noreste de la zona de estudio que abarca el sector de Tiracancha. Presenta relieves ligeramente ondulados con alturas que varían desde 3900 a 4300 msnm. El sector está conformado principalmente por rocas metamórficas del Grupo Cabanillas y de la formación Ananea y depósitos morrenicos y fluvioglaciares y escasamente la formación Pachatusan.

Esta zona se presenta como una meseta formada por un cabalgamiento de rocas metamórficas sobre el Grupo Mitu. Con dirección NO-SE.

La zona intermedia Altiplano-Cordillera Oriental: Anticlinal del Vilcanota ocupa el 78% y en ella se ubica el anticlinal del Vilcanota, esta zona está conformada mayormente por el Grupo Mitu y la formación Copacabana y depósitos fluviales.

La zona del Altiplano ocupa un 3% del área de estudio está conformada por el Grupo Mitu, la formación Quilque y depósitos fluviales.

Tabla 13

Descripción de Unidades Morfo estructurales con sus áreas

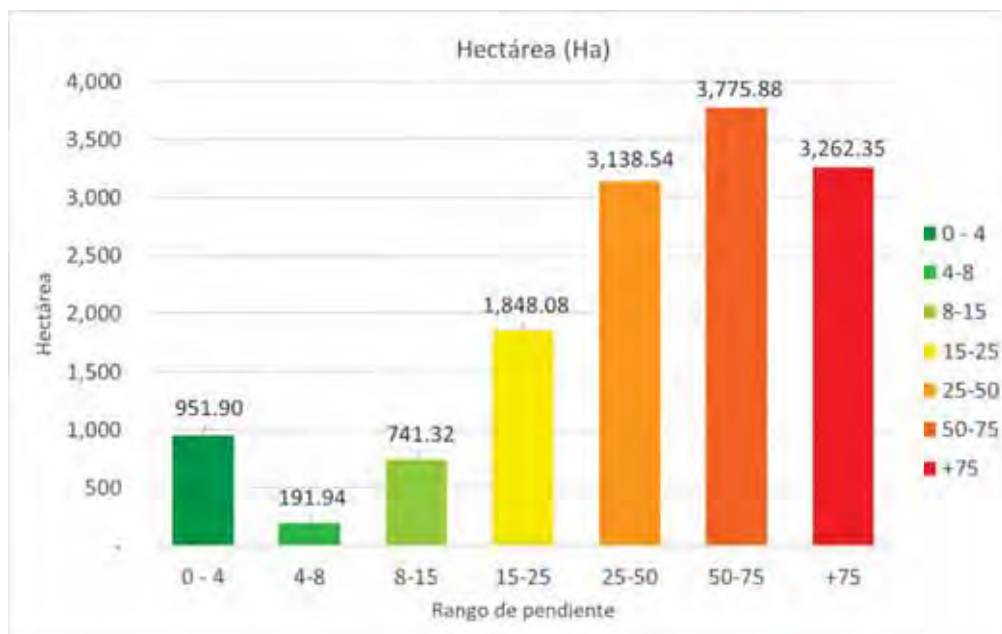
ITEM	DESCRIPCIÓN	AREA (Ha)	AREA %
1	Cordillera Oriental	25.65	18%
2	Zona Intermedia	108.99	78%
3	Altiplano	4.45	3 %

Fuente: Elaboración propia

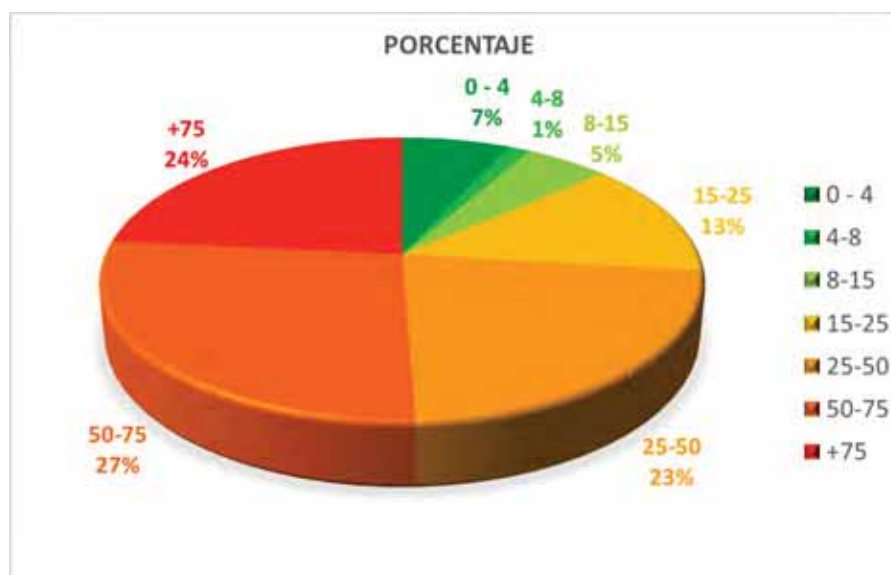
3.5.2 Pendientes

El 27 % de la superficie representa a superficies de pendientes muy empinadas (50-75) y ocupan ambos flancos del anticlinal del Vilcanota, seguido del 24% que lo ocupan pendientes extremadamente empinadas (>75) ubicadas mayormente en la zona suroeste en cimas de montañas y el 23% en el que prevalecen pendientes empinadas (25-50), estos porcentajes representan las áreas más grandes de la zona de estudio. El siguiente orden esta el 13% que es moderadamente empinada (15-25) luego el 7% que son lugares ligeramente inclinados (0-4), el 5 % que es fuertemente inclinada (8-15) y por ultimo y en menor cantidad 1% moderadamente inclinado (1-8)% estas pendientes bajas se ubican mayormente cerca al rio Vilcanota y en el sector de Tiracancha.

Seguido a la caracterización de los parámetros de pendiente se aplicó la metodología propuesta por (Serrato Álvarez, 2009) el cual fue representado en los trabajos de Villota y Botero y complementada que se tiene hasta el momento para caracterizar unidades fisiográficas a nivel local.



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

3.5.3 Geomorfología Local

Las unidades geomorfológicas han sido moldeadas debido al intenso tectonismo y a procesos erosivos que han dado como resultado diversas geoformas. En el proceso de evolución de estas formas han intervenido los cambios de condiciones geológicas y climáticas a lo largo del tiempo

geológico y especialmente en épocas recientes. La geomorfología tiene una estrecha relación con la distribución de las áreas de las áreas de recarga y descarga.

Tabla 14
Unidades Geomorfológicas del distrito de San Salvador

GRAN PAISAJE	UNIDADES GEOMORFÓGICAS
Montañas	Vertiente poco empinada
	Vertiente empinada
	Vertiente muy empinada
	Laderas de montaña
Planicies	Terrazas fluviales
	cauce fluvial
	Conos aluviales
Colinas	Colinas bajas
	Colinas altas
Mesetas	

Fuente: Elaboración propia

3.5.3.1 Planicies

Son relieves llanos que mayormente se encuentran en las zonas bajas cercanas al río Vilcanota cuyas pendientes varían de Plana a ligeramente inclinada (0-4) % hasta fuertemente inclinada (8-15) % de las cuales se han diferenciado las unidades menores: cauce fluvial, terrazas bajas, terrazas medias y conos aluviales.

3.5.3.1.1 Cauce fluvial

Corresponde al cauce del río Vilcanota constituido por limos arenosos, arenas y gravas y presenta pendientes planas a ligeramente inclinadas.

3.5.3.1.2 Terrazas fluviales

Se forma por la acumulación de arrastre de materiales del río en sus alrededores, generalmente ubicados a alturas de 3000 a 3200 m.s.n.m. y presentan una pendiente moderadamente inclinada.

3.5.3.1.3 Conos aluviales

Están ubicadas en las partes bajas de las quebradas, son originadas por la erosión y acumulación de materiales que adoptan forma de cono y presentan pendientes fuertemente inclinadas.

3.5.3.2 Colinas

Son geoformas que presentan bajas altitudes menor a 200 metros y de forma redondeada con pendientes de fuertemente inclinadas a moderadamente empinadas 8–25 %

3.5.3.2.1 Colinas bajas

Las colinas bajas son relieves de baja altura con pendientes fuertemente inclinadas (8-15%) que son utilizados para la agricultura

3.5.3.2.2 Colinas Altas

Presentan relieves con pendientes moderadamente empinadas (15-25%)

3.5.3.3 Montañas

Son las unidades geomorfológicas de mayor extensión en la zona de estudio y están caracterizados por tener relieves abruptos con afloramientos rocosos que van de pendientes empinadas (25%) hasta pendientes extremadamente empinadas (+75 %). Abarcan alturas que van desde los 3500 hasta los 4800 m.s.n.m.

3.5.3.3.1 Montañas bajas

Presenta pendientes que van de empinadas a muy empinadas (25-50%) y constituyen las zonas medias de la zona estudio.

3.5.3.3.2 Montañas altas

Presentan pendientes que van de muy empinadas (50-75%) a extremadamente empinadas (+75%) se ubican en las partes más altas de la zona de estudio como las montañas de Pachatusan al suroeste y montañas altas de la comunidad de Umachurco.

3.5.3.4 Mesetas

Las mesetas son geformas que se presentan a grandes alturas con bajas pendientes que van de ligeramente inclinadas a empinadas (4-50%), se ubica al noreste de la zona de estudio en la comunidad de Tiracancha que corresponde a las partes altas de la Cordillera Oriental entre alturas que van de los 3900 m.s.n.m. hasta los 4200 m.s.n.m. La cobertura vegetal presenta, en su mayoría, áreas de pastizales naturales de gramínea (ichu paja).



Foto N° 3 Vista del Valle Aluvial, Quebrada de Umachurcco.

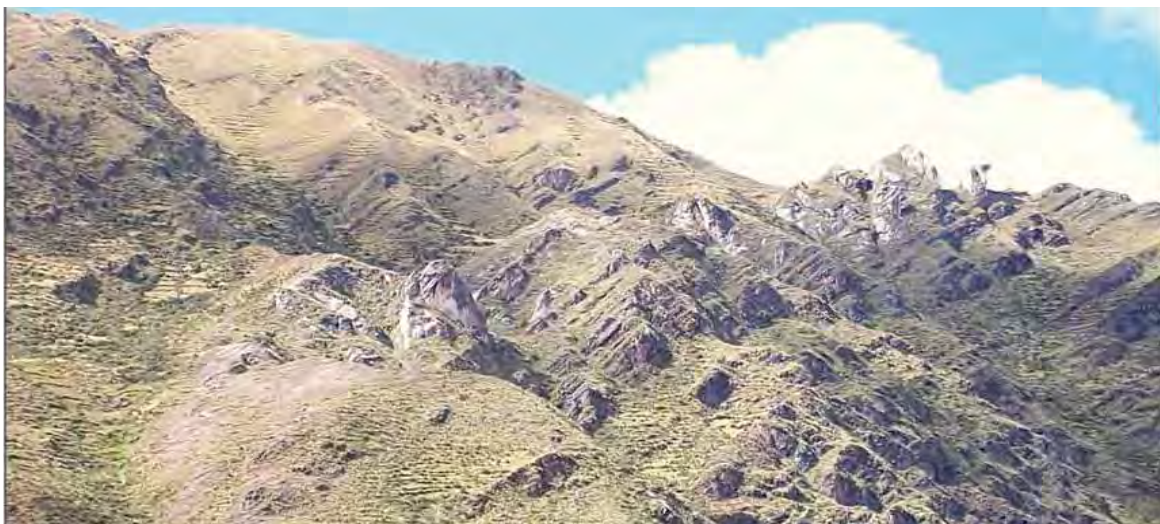


Foto N° 4 Parte alta de la CC. CCamahuara

3.6 Geología

La litología presente en el distrito de San Salvador corresponde mayormente a afloramientos de rocas del Paleozoico que afloran en las laderas del valle del río Vilcanota y rocas del mesozoico que afloran a mayor altura.

También se encuentran depósitos cuaternarios recientes que provienen de la erosión de las formaciones paleozoicas y mesozoicas. Mayormente en todo el distrito hay afloramientos de macizos rocosos y en menor porcentaje hay presencia de suelos.

A nivel estructural predomina el anticlinal del Vilcanota que tiene una dirección NW-SE y afecta a las rocas paleozoicas y mesozoicas. En la parte Noreste se tienen varios sistemas de fallas inversas de dirección NW-SE paralelas al anticlinal, estos sobre-escurrimientos hacen repetir al Grupo Mitu. Las fallas Normales aparecen en las Quebradas.

3.6.1 Caracterización Litológica

Las condiciones litológicas y estructurales son factores importantes para definir sistemas hidrogeológicos a partir de estos datos podremos conocer el comportamiento físico mecánico de las aguas subterráneas asociado a las estructuras geológicas y litológicas que tienen influencia directa en el comportamiento hidráulico que determinan el flujo de caudales y volúmenes de reserva en los acuíferos.

Tabla 15
Unidades litoestratigráficas del Distrito de San Salvador

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS		DESCRIPCIÓN	
			UNIDAD	SIMB		
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	Depósitos Fluviales	Qh-fl	Gravas con clastos subredondeados a redondeados, arenas, limos y arcillas	
			Depósitos fluvioglaciares	Qh-fg	Depositos heterogeneos semiestratificadas en matriz de arena, limo y arcilla, con clastos y bloques forma subangulosa a redondeados	
			Depósitos Aluviales	Qh-al	Gravas con clastos subangulosos a subredondeados con arenas	
			Depósitos Morénicos	Qh-mo	Depositos heterogeneos semiestratificadas en matriz de arena, limo y arcilla, con clastos y bloques forma subangulosa a redondeados	
			Depósitos Coluviales	Qh-co	Gravas con arenas mal seleccionados en matriz de limo y arcilla, forman los conos aluviales	
		NEOGENO PALEOGENO	PLIOGENO EOCENO			
PALEOZOICO	CRETÁCICO	SUPERIOR				
		INFERIOR	Formación Paucarbamba	Ki-pb	Calizas, margas y lutitas	
			Formación Huancane	Ki-hn	Areniscas cuarzosas intercaladas con lutitas o limolitas rojas.	
		JURASICO	INFERIOR			
		SUPERIOR				
		INFERIOR	Grupo Mitu	Formación Pachatusan	PsTr-pa	Brechas, aglomerados con coladas volcanicas de basaltos y riolitas
	PERMICO	SUPERIOR		Formación Pisac	PsTr-pi	conglomerados con areniscas, limolitas y andesita
		INFERIOR	Grupo Copacabana		Pi-co	Calizas frecuentemente silicificadas y dolomitizadas
DEVONICO	SUPERIOR	Grupo Cabanillas		D-ca	Areniscas Cuarzosas y limolitas pizarrosas	
	INFERIOR					
SILURICO	SUPERIOR	Fm. Ananea		SD-a	Pizarras grises, lutitas y limolitas micáceas finamente laminadas.	

Fuente: Elaboración propia

A continuación, pasamos a describir las formaciones geológicas en orden cronológico y poniendo más énfasis a las formaciones con mayor relevancia para la caracterización hidrogeológica.

3.6.1.1 Formación Ananea - Siluro Devoniano (SD-a)

La Formación Ananea aflora al Noreste del distrito de San Salvador en la microcuenca del poblado de Tiraancha. Recibe esta denominación gracias a Laubacher, G. (1978) en donde se le asigna una edad Siluro Devoniana. Esta formación está constituida de sedimentos clásticos que han sufrido una fuerte deformación debido a que han sido afectadas por dos ciclos tectónicos

(Hercínico y Andino), las rocas de esta formación, se encuentran bastante deformadas (fracturadas y diaclasadas), por consecuencia está conformado de pizarras negras laminadas, lutitas y esquistos. Estas rocas se intemperizan a un color marrón claro. Esta formación aparece en la zona de estudio debido a un cabalgamiento de rocas paleozoicas al noreste de la zona de estudio con dirección NW-SE junto con el Grupo Cabanillas.



Foto 1: Comunidad de Tiranca asentada sobre la Formación Ananea. Vista hacia el Este

3.6.1.2 Grupo Cabanillas – Devoniano (D-ca)

Aflora en alrededor del poblado de Tiranca hacia el noreste de la zona de estudio y sobreyace a la Formación Ananea.

Su litoestratigrafía es principalmente pelítica en su parte inferior intercalándose estratos de areniscas cuarzosas hacia la parte superior, todas ellas han sufrido un metamorfismo regional debido a los ciclos tectónicos Hercínico y Andino los cuales los han deformado. Su nombre fue propuesto por Newell N. D., (1945) en el estudio geológico que realizó en los alrededores al lago Titicaca. Este grupo se extiende desde la cuenca del Marañón hacia el norte. Por el sur sigue hasta Bolivia y norte de Argentina.

Debido a un cabalgamiento de dirección NW-SE sobre rocas del Grupo Mitu está aflorando junto a la formación Ananea formando un valle glaciar donde se asienta la comunidad de Tiracancha.

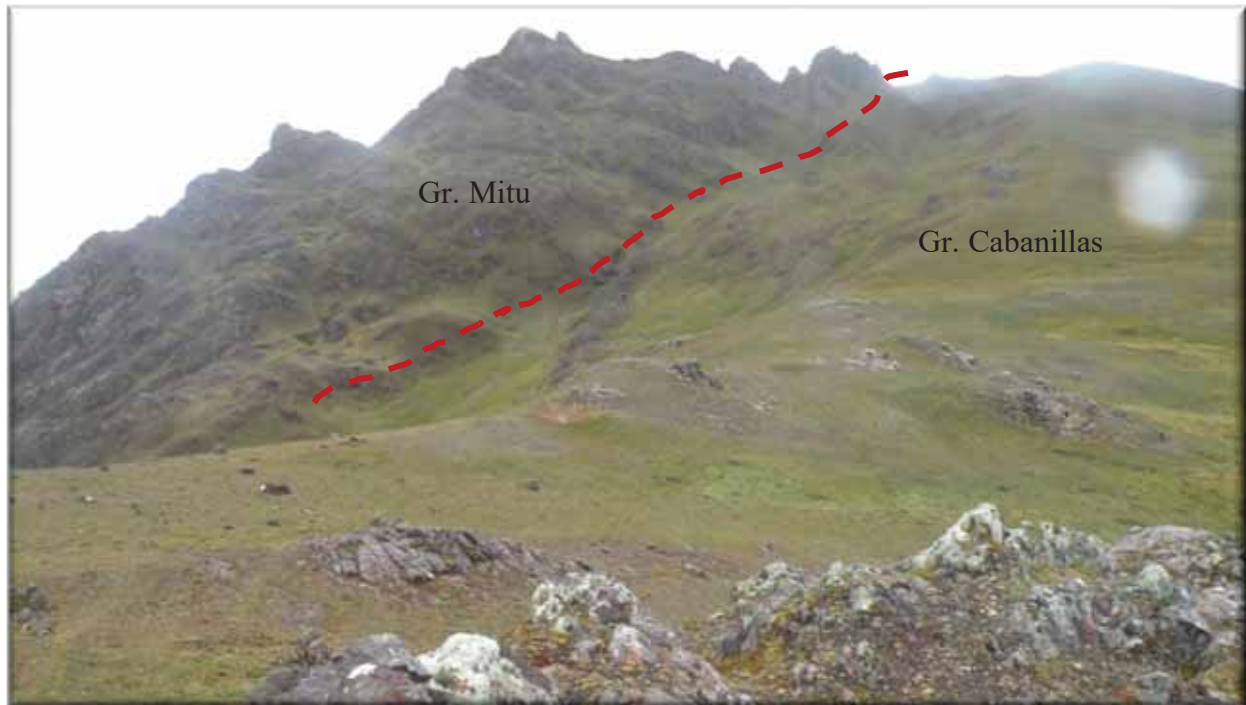


Foto N° 5 Afloramientos del Grupo Cabanillas. Se puede observar el contacto entre rocas del Grupo Mitu y rocas del Grupo Cabanillas separadas por una falla inversa. Vista hacia el NW.

3.6.1.3 Grupo Copacabana - Pérmico Inferior (Pi-co)

Las rocas del Grupo Copacabana afloran a lo largo de ambos flancos del anticlinal del Vilcanota al pie de la carretera entre Písaq y Huambutio y está compuesto principalmente por calizas estratificadas y lutitas de origen marino. Las calizas son de varios tipos, de grano fino, oolíticas o nodulosas, de color gris blanquecino a negro. Estas rocas se caracterizan por presentar fósiles silicificados de fusulinas, braquiópodos, corales, etc. Las lutitas son negras y carbonosas, conteniendo restos de plantas, también presenta algunos bancos de areniscas cuarzosas blancas con laminaciones oblicuas, posiblemente de medios litorales, intercaladas con lutitas y calizas fosilíferas. En el Anticlinal de Vilcanota, se le tiene un espesor de 600 a 700 metros para este

grupo. A este grupo se le asigna una edad, Pérmico inferior. El Grupo Copacabana fue nombrado así por Newell et al, (1949). Debido a su forma de estratificación y fracturamiento puede tener una importante porosidad secundaria.



Foto N° 6 Afloramientos de roca caliza estratificada del Grupo Copacabana

3.6.1.4 Grupo Mitu - Pérmico Superior a Triásico (PsTi-mi)

El Grupo Mitu (Mc Laughlin, 1924) sobreyace en discordancia erosional al Grupo Copacabana. Aflora ampliamente en la zona de estudio, a lo largo del Anticlinal de Vilcanota, desde Písaq hasta Calca. En el Grupo Mitu se diferencian dos unidades litoestratigráficas, denominadas formaciones Písaq y Pachatusan (Candia & Carlotto, 1985; Carlotto et al, 1988).

El Grupo Mitu aflora ampliamente en las quebradas de la zona de estudio, así como en ambos márgenes del río Vilcanota. Se trata de rocas volcánicas constituida por brechas, aglomerados y coladas de basaltos, riolitas e ignimbritas. Estas rocas volcánicas, se intercalan con rocas sedimentarias (conglomerados y areniscas cuarzosas), caracterizándose por su color rojo violáceo que permite reconocerlas rápidamente en el campo. Las rocas volcánicas, las tobas, lapilli y coladas de color rojo violeta, generalmente están descritas como andesitas, ignimbritas y basaltos.

Estas rocas, en general están muy fracturadas por lo que constituyen buenos acuíferos fisurados por lo que sus dos unidades litoestratigráficas: Formación Pisac y Formación Pachatusan debido a su carácter de acuíferos y a su extensión constituyen las formaciones geológicas más importantes para el presente estudio.

3.6.1.4.1 Formación Pisac – Pérmico superior a Triásico Inferior (PsTi-mi/pi)

La Formación Pisac (Gabelman & Jordan, 1964), aflora en al Anticlinal de Vilcanota, descansando en discordancia sobre el Grupo Copacabana, por intermedio, o no, de un nivel volcánico. Posteriormente se tienen secuencias grano-estrato crecientes de brechas y conglomerados, intercalados con areniscas y limolitas rojas. Los conglomerados contienen clastos de calizas, volcánicos y cuarcitas, estas secuencias han sido interpretadas como conos aluviales.



Foto N° 7 Afloramientos de la Formación Pisac

3.6.1.4.2 Formación Pachatusan: Triásico superior a Jurásico Inferior (PsTi-mi/pa)

La Formación Pachatusan (Gregory, 1916) está constituida por brechas, aglomerados y coladas volcánicas de basaltos, riolitas e ignimbritas. Estas rocas volcánicas se intercalan con rocas sedimentarias, caracterizándose por su color rojo violáceo que permite reconocerlas rápidamente en el campo. Las rocas volcánicas, las tobas, lapilli y coladas de color rojo violeta, generalmente están descritas como andesitas, ignimbritas y basaltos.

Los afloramientos de rocas volcánicas de esta formación, se extienden desde Písaq hasta San Salvador. La base de esta unidad en el Anticlinal de Vilcanota, entre el Sur de San Salvador y Pillahuara, sobreyace a una barra gruesa de conglomerados que resalta en los afloramientos y está representada por riolitas con textura fluidal (Noreste de Písaq). Las andesitas parecen constituir el grueso de la formación, las que están acompañadas de tobas y brechas. Es muy común la presencia en los volcánicos, de vacuolas rellenas con zeolitas. Niveles espilíticos se observan al Norte de Vicho, ignimbritas al Noreste del Anticlinal de Vilcanota y Norte de Urubamba. El espesor de esta unidad es variable, siendo en la zona de estudio de 600 a 1000 metros.



Foto N° 8 Afloramiento de estratos de la Formación Pachatusan. Intercalación de areniscas lutitas y rocas volcánicas. Poblado de Vicho vista hacia el NW.

3.6.1.5 Formación Huancané - Cretácico Inferior (Ki-hn)

La Formación Huancané (Newell, 1949) reposa en discordancia erosional sobre el Grupo Mítu. La Formación Huancané está compuesto por conglomerados, areniscas conglomeraditas y areniscas cuarzosas de color blanco de origen fluvial (Carlotto, 1992). La edad asignada indica el Cretácico inferior. Sus afloramientos constituyen un nivel guía en el cartografiado tanto por el color, así como formar acantilados. El espesor es pequeño y varía entre 30 y 150 metros.

Las areniscas cuarzosas, por ser bastante porosas y permeables, la hacen muy buenos acuíferos. Pueden ser utilizados como materiales de construcción. Un interés

Económico puede ser la explotación de los granos de cuarzo que son muy redondeados y homogéneos.



Foto N° 9 Afloramientos de la Formación Huancané. Estratos de Areniscas cuarzosas en el Poblado de Pacor. Vista hacia el Este

3.6.1.6 Grupo Yuncaypata

Anteriormente definido como Formación Yuncaypata (Kalafatovich, 1957), esta unidad no presenta una columna completa, debido a que comporta varios niveles de despegue.

El Grupo Yuncaypata que aflora en la zona de estudio corresponde a la formación Paucarbamba desde el punto de vista mecánico las rocas de este grupo son inestables, muy especialmente los yesos.

3.6.1.6.1 Formación Paucarbamba (Ki-pb): Aptiano superior – Aptiano inferior

La Formación Paucarbamba (sedimentación marina poco profunda areno-pelítica) reposa concordantemente sobre la Formación Huancané (sedimentación fluvial) y aflora en casi todos los

lugares donde lo hace la Formación Huancané, del que se distingue claramente por su coloración rojiza. Esta formación está constituida por una alternancia de areniscas calcáreas, margas, lutitas amarillas, rojizas y verdes, de plataforma litoral. El espesor puede variar desde los 50 metros, hasta los 300 metros. La Formación Paucarbamba sobreyace a la Formación Huancané e infra yace a la Formación Maras no datada, esta última bajo la Formación Ayavacas o calizas Yuncaypata de edad Albiana-Turoniana. Por correlaciones regionales y por sobreyace a la Formación Huancané se le asigna una edad comprendida entre el Aptiano superior-Albiano inferior (Cretácico medio). Por el poco espesor presente en la zona no se tiene antecedentes de un comportamiento geodinámico inestable debido a la presencia de yesos y lutitas.

3.6.1.7 Formación Quilque (Pp-qc): Paleogeno paleoceno

La formación Quilque es una secuencia de lutitas lacustres y de llanura de inundación con paleosuelos, que pasan gradualmente a las facies areno-conglomerádicas de un sistema fluvial. (Gregory 1916; Carlotto, 1992). Está conformado por lutitas y areniscas de coloración rojiza y conglomerados. Esta formación se encuentra en la comunidad de Vicho Alto al extremo sur de la zona de estudio.

3.6.1.8 Cuaternario

Los depósitos recientes o cuaternarios son superficiales y cubren los afloramientos rocosos. Se han reconocido depósitos morrénicos, fluviales, fluvioglaciares, aluviales, coluviales, coluvioaluviales, proluviales y residuales.

3.6.1.8.1 Depósitos Morrénicos (Qh-mo)

Se presentan en las cumbres de la Montaña NE, donde las alturas superan los 4000 msnm. Estos depósitos se han conservado en el Centro Poblado de Ccamahuara, evidenciando glaciares antiguos en el sector.

Constituyen acumulaciones de bloques y gravas en una matriz limo arcillosa y tienen un espesor máximo de 20m, desde el punto de vista mecánico son depósitos de granulometría heterogénea y no compactos, de alta resistencia en seco. Sin embargo, en presencia de agua tienen problemas de estabilidad. Son materiales aptos para las construcciones. Los glaciares pueden formar acuíferos porosos no consolidados, pero con una moderada permeabilidad.

3.6.1.8.2 Depósitos Fluvioglaciares (Qh-fg)

Estos depósitos se han formado por erosión de los depósitos morrénicos y del substrato constituido por rocas pre cuaternarias. Se trata de conos aluviales que descienden de las paredes laterales de los valles, constituyendo terrazas que rellenan los fondos de los valles y los depósitos de quebradas. Los depósitos fluvioglaciares están compuestos de gravas sub redondeadas, arenas gruesas y arcillas.



Foto N° 10 Bloques del Grupo Cabanillas. Bloques de cuarcitas en el poblado de Tiracancha.
Vista al NE

3.6.1.8.3 Depósitos Aluviales (Qh-al)

Este material se encuentra en los lugares más o menos planos (peneplanicies o pampas) circunscritas por lomadas o cadenas de montañas y en las partes correspondientes al fondo de los valles o ampliaciones debido a su conjunción, dando lugar quebradas y conos aluviales distales.

Estos depósitos se han formado en quebradas, en épocas muy lluviosas, el agua erosionaba fuertemente los cerros escarpados todo este material que se trata de gravas y arenas gruesas, escombros de talud que descienden de las paredes de los valles, estos depósitos se encuentran casi en toda la rivera del río Vilcanota.

Esta acumulación aluvial relleno al menos, parcialmente, todos los valles al final de la época glacial y continuo tiempo después o simplemente con una acción reactivada, que reinicio la acción so cavadora o degradante, profundizándose causes antiguos y depositándose nuevos sedimentos.

3.6.1.8.4 Depósitos Coluviales (Qh-cl)

Los depósitos coluviales se forman en zonas de ladera por efecto del intemperismo de las rocas y la gravedad, incluyendo los deslizamientos.

Están conformados por gravas, limos y arenas que pueden o no estar mezclados; son de pocos metros de espesor y generalmente pocos centímetros. Son depósitos no compactos, que presentan características mecánicas malas para las construcciones; es decir, no son aptas para las edificaciones. Además, son inestables porque se erosionan y se saturan de agua fácilmente, por lo que pueden generar deslizamientos o derrumbes.

3.6.1.8.5 Depósitos Coluvial – Aluviales (Qh-ca)

Se define a estos depósitos como una transición entre ambos depósitos, material transportado por acción del agua hacia el valle principal y por otra parte los fragmentos de roca son angulares

y mal clasificados dando a entender que el transporte que dio lugar a este depósito es corto y de proveniencia local.

3.6.1.8.6 Depósitos Fluviales (Qh-FI)

Los depósitos fluviales se presentan a manera de terrazas en las márgenes del río Vilcanota en el ámbito de estudio.

Las terrazas están conformadas por bancos de gravas y arenas, cuyos espesores son menores a 10 metros. Las terrazas bajas constituyen zonas vulnerables ya que, durante las avenidas máximas, pueden ser afectadas por inundaciones y erosiones, por lo que no se deben construir viviendas.

Por su granulometría variable y sobre todo su poca compactación, las características mecánicas son malas, aun mayor en presencia de agua, comportándose como inestables. Forman acuíferos porosos no consolidados con buena permeabilidad.

3.6.2 Geología Estructural

La zona de estudio se encuentra en un contexto regional dentro de dos dominios estructurales caracterizados por un estilo tectónico propio, abarca mayormente la *Zona intermedia Altiplano-Cordillera Oriental* y en menor proporción en la *Cordillera Oriental* en la que se encuentra la comunidad de Tiracancha. (Carlotto et al, 2011).

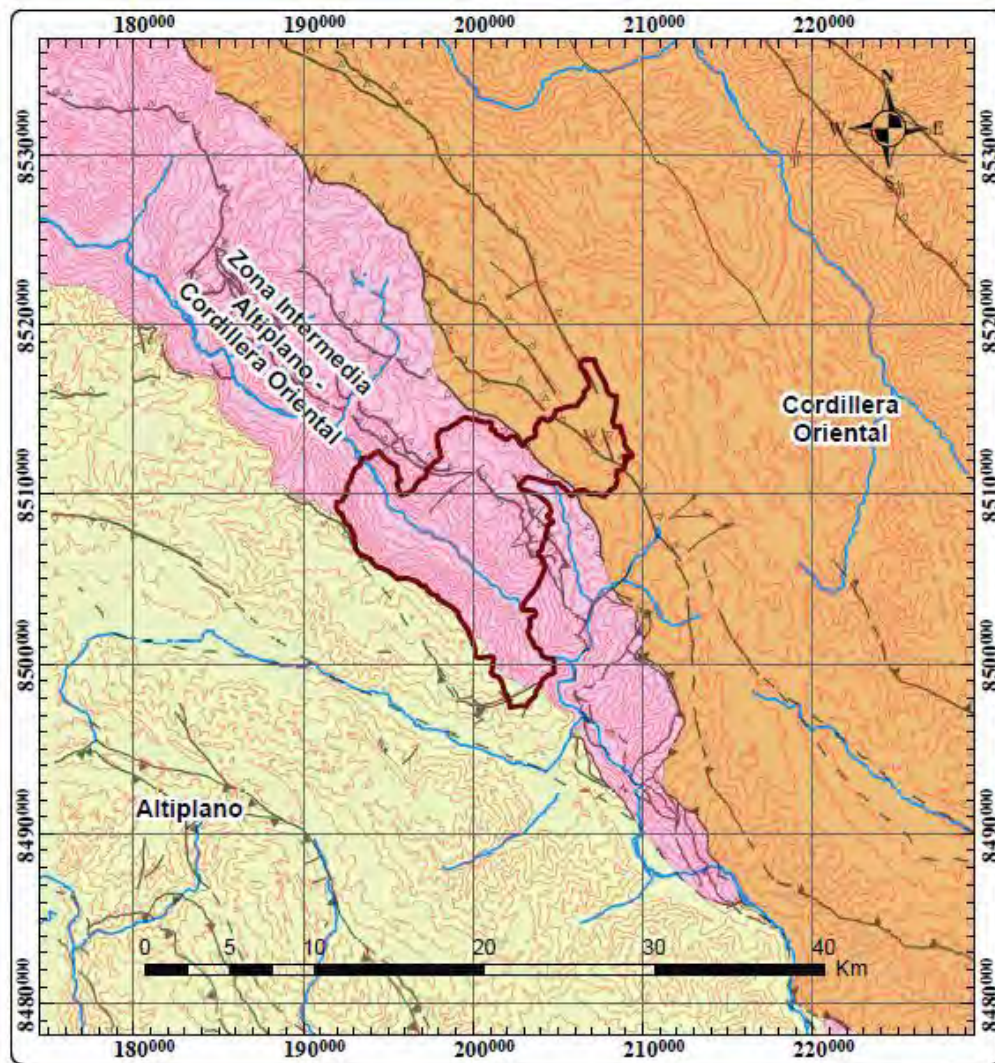


Figura 10 Dominios morfoestructurales del distrito de San Salvador.
Fuente: Elaboración propia

3.6.2.1 Zona intermedia Altiplano-Cordillera Oriental

En la zona de estudio está representado por el anticlinal del Vilcanota que consiste en un plegamiento de dirección NO-SE que afecta a rocas del pérmico al mesozoico teniendo como núcleo al Grupo Copacabana seguido de rocas del Grupo Mitu y pequeñas franjas de las formaciones Paucarbamba y Huancané el eje es atravesado por el río Vilcanota, este anticlinal corresponde a una zona compleja de deformación que se interpretan como altos-horst y grábenes del Triásico-Jurásico, invertidos en el Cenozoico.

3.6.2.2 Cordillera Oriental

Se caracteriza por presentar anticlinales y sinclinales de dirección NO-SE, este dominio morfoestructural aflora al NE de la zona de estudio y se le reconoce por ser un cabalgamiento de rocas paleozoicas de la Formación Ananea y el Grupo Cabanillas sobre el Grupo Mitu.

Desde el punto de vista paleogeográfico, la Cordillera Oriental corresponde a la zona axial de la antigua cuenca del Paleozoico inferior que es interpretada como una cuenca de antepaís (Jaillard et al., 2000).

3.6.2.3 Fracturamientos

Los dominios estructurales en la zona de estudio son controlados por fallas inversas que se encuentran entre el sistema de fallas regionales Urcos Sicuani Ayaviri (U-S-A) y el extremo noroeste del sistema de fallas regionales Cordillera Real, estas fallas son las más importantes en la zona de estudio ya que delimitan los cabalgamientos de dirección NO-SE en ambos flancos del río Vilcanota.

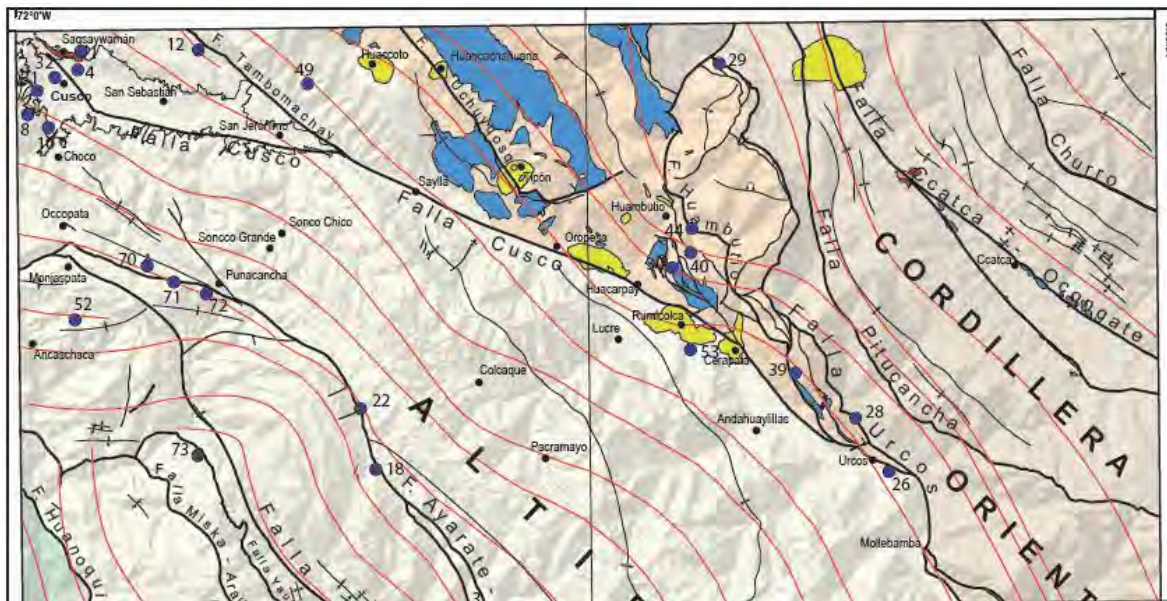
La zona de estudio está caracterizada por presentar fallas inversas de dirección NO-SE los cuales en la margen de derecha del río presentan vergencia SO, también presentan fallas normales de dirección NE-SO que se emplazan en las quebradas Chuecamayo y Tincocmayo y que son perpendiculares al río Vilcanota.

3.6.2.4 Análisis estructural

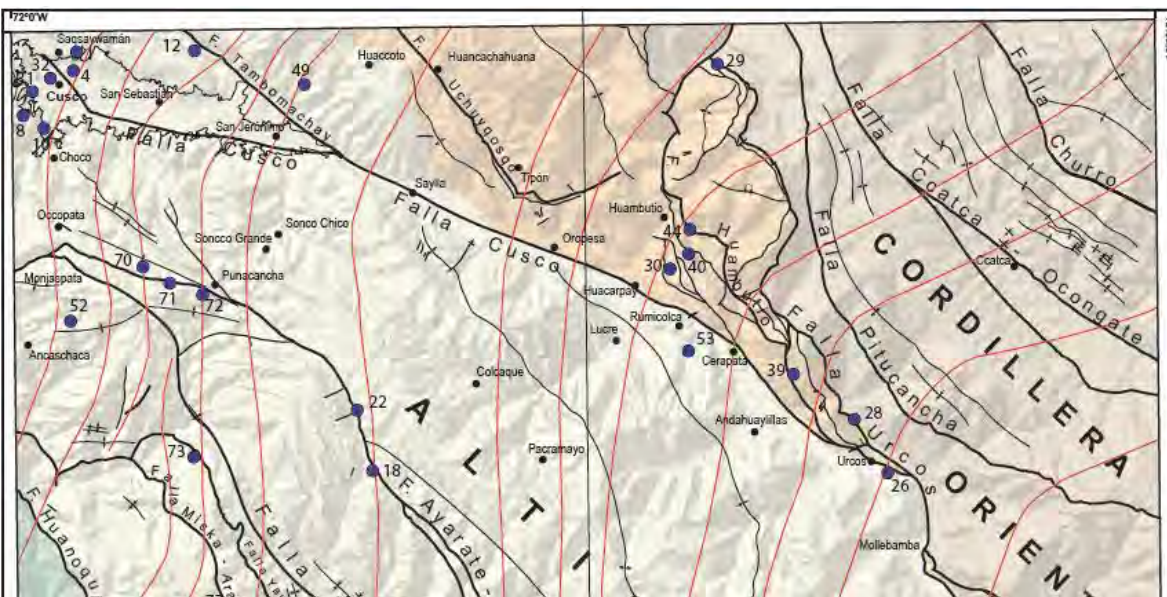
Se tomo como referencia el estudio realizado en 1998 que según el mismo refiere que los pliegues NO-SE están relacionados con una esquistosidad de plano axial S1 y se habrían generado de una primera fase de deformación que corresponde a la tectónica eoherciniana y se evidencia mayormente en las rocas metamórficas de la Fm Ananea y el Grupo Cabanillas, también en la zona podemos encontrar pliegues NE-SO en el Grupo Mitu que se sobreponen a pliegues NO-SE y

IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO

presentan también una esquistosidad S2 de plano axial NE-SO, Estos pliegues son interpretados como resultado de una segunda fase tectónica que deforma la primera fase.



— Sistema de fallas + Sinclinal + Anticinal ● Estación de microtectónica Esquistosidad S1



— Sistema de fallas + Sinclinal + Anticinal ● Estación de microtectónica Esquistosidad S2

CAPÍTULO 4 EVALUACIÓN HIDROGEOLÓGICA

4.1 Caracterización de Unidades Hidrogeológicas

Para caracterizar las unidades hidrogeológicas se ha procedido a realizar las visitas de campo, uso de información geológica de litología, geomorfología, inventario de fuentes agua; se realizó aforos de caudales en manantes, ensayos de permeabilidad, interpretación de datos, elaboración del balance hídrico y análisis físico químico de las aguas. Al unir toda esta información se pudo identificar y delimitar las unidades hidrogeológicas del distrito de San Salvador.

4.2 Inventario de Fuentes de Aguas

El inventario de fuentes superficiales y subterráneas nos permitirá establecer relaciones entre la escorrentía superficial y las mediciones de aforos en los principales manantiales, filtraciones y corrientes de agua realizados, para ello se cuantificará la lluvia útil y la escorrentía superficial que permitirá establecer el volumen disponible para la recarga de los acuíferos.

Entendiendo que el inventario de punto de agua es el sistema más idóneo para conocer adecuadamente las características hidrogeológicas de los acuíferos tales como:

La situación hidrogeológica del área y sistemas de flujo

La posición del nivel freático.

La composición química del agua de la evaluación in situ y de los parámetros fisicoquímicos.

El volumen de agua utilizada por unidad de tiempo y su uso.

4.2.1 Lagunas

Se identificó 6 lagunas ubicadas en las partes altas de Occoruro y Tiracancha con una altitud de 4200 m.s.n.m. Respecto de las medidas no se realizó, Solo se pudo inferenciar, debido a que algunas lagunas están fuera del ámbito de San Salvador y por ser una zona de mucha precipitación fluvial y granizo ,de igual manera el lago más grande de la zona de Tiracancha tienen captaciones

con dirección a Umachurco, Camahuara y Occoruro captación mediante canales y tubos con el fin del regadío de los sembríos en la chacras, por otra parte un porcentaje también tiene su importancia de captaciones hacia el sector de Tiracancha baja con dirección hacia la jurisdicción de Colquepata, Provincia de Paucartambo, así mismo todos los lagos, su mayor carga de retención y capacidad son en temporadas de precipitaciones fluviales.



Foto N° 11 Se observa uno de las lagunas de Mayores dimensiones en el sector de Tiracancha.



Foto N° 12 Laguna Teracocha en la comunidad de Occoruro. Vista hacia el Noreste, la laguna se encuentra represada.

4.2.2 Manantes

Los manantiales pueden ser concebidos como un lugar donde ocurre un afloramiento natural de agua subterránea, esta situación se produce cuando el agua subterránea fluye a través de estratos permeables tales como estratos de gravas, arena o roca fisurada.

Un manantial puede ser efímero (intermitente) perenne (continuo) o artesiano.

Se ha realizado el inventario de manantiales en el área del distrito de San Salvador, para lo cual se ha contado con la colaboración de algunos pobladores con quienes se ha tenido reuniones de trabajo aprovechando sus labores de faenas comunales y otras actividades que realizan, en dichas reuniones a solicitud nuestra nos han acompañado a los manantiales que se encontraban en funcionamiento, indicándonos que algunos solo eran temporales y manaban en periodos de lluvias y eran prácticamente secos en temporadas de estiaje.

La distribución de los 39 manantiales inventariados se resume en la tabla, que son representativos de manantiales que en los meses de estiaje están en funcionamiento, vale aclarar que este inventario se ha realizado en los meses de octubre y noviembre, algunos de los manantiales son excavaciones a manera de drenajes en reservorios, canales y pozos.

Tabla 16

Cuadro de Aforo de Manantiales del Ámbito de San Salvador por Unidades de Muestreos

Nº	Este	Norte	Altura	Código	Caudal Lts/s	Comunidad
01	199680	8510791	3668	AFORO - 01	0.236	Camahuara
02	199090	8510288	3557	AFORO - 02	0.776	Camahuara
03	200674	8510925	3879	AFORO - 03	0.102	Camahuara
04	200518	8510877	3847	AFORO - 03B	5.750	Camahuara
05	200873	8510806	3916	AFORO - 04	0.116	Camahuara
06	200545	8510860	3844	AFORO - 05	0.217	Camahuara
07	202216	8508272	3696	AFORO - 06	0.291	Umachurco
08	202233	8508390	3740	AFORO - 07	0.305	Umachurco
09	202276	8508660	3789	AFORO - 08	0.144	Umachurco

IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO

10	202320	8508407	3796	AFORO - 09	0.202	Umachurco
11	202321	8506810	3507	AFORO - 10	0.116	Umachurco
12	204746	8511898	4254	AFORO - 11	0.156	Tiracancha
13	195764	8506812	3432	AFORO - 12	0.317	Huanca
14	195661	8506685	3479	AFORO - 13	0.199	Huanca
15	194287	8508352	3273	AFORO - 14	0.474	Qosqo Ayllu
16	194240	8508281	3281	AFORO - 15	0.337	Qosqo Ayllu
17	194887	8507898	3253	AFORO - 16	0.103	Qosqo Ayllu
18	194894	8508037	3177	AFORO - 17A	0.047	Qosqo Ayllu
19	203229	8500125	3246	AFORO - 17B	0.172	Vicho
20	203083	8499949	3299	AFORO - 18A	0.209	Vicho
21	203694	8499217	3405	AFORO - 18B	0.202	Vicho
22	195355	8508578	3080	AFORO - 19	0.502	Qosqo Ayllu
23	193781	8509466	3342	AFORO - 20	0.145	Qosqo Ayllu
24	193902	8509442	3305	AFORO - 21	0.058	Qosqo Ayllu
25	203747	8504605	3292	AFORO - 22	0.281	Pacor Alto
26	203890	8504883	3370	AFORO - 23	0.064	Pacor Alto
27	196535	8508589	3031	AFORO - 24	0.017	Siusa
28	200602	8501155	4114	AFORO - 25	0.076	Parpacalle
29	201920	8512271	4133	AFORO - 26	0.935	Occoruro
30	202689	8512459	4264	AFORO - 27	0.260	Occoruro
31	203519	8512344	4382	AFORO - 28	0.226	Tiracancha
32	205480	8510595	4279	AFORO - 29	0.202	Tiracancha
33	194923	8510941	3095	AFORO - 30	0.200	Pillahuara
34	198797	8510213	3531	AFORO - 31	2.353	Siusa
35	199715	8510824	3675	AFORO - 32	0.015	Camahuara
36	201258	8504809	3070	AFORO - 33	1.070	Centro poblado San Salvador y asociaciones
37	200657	8502488	3880	AFORO - 34	2.500	Parpacalle
38	202407	8512926	4270	AFORO - 35	0.300	Occoruro
39	202629	8512728	4250	AFORO - 36	0.250	Occoruro

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.1 Manantiales de la comunidad de Ccamahuara

Se ha identificado y se ha procedido a muestrear el agua y también se ha realizado el aforo de la fuente, en algunos manantiales se pudo obtener un aforo mínimo debido al estiaje solo funciona

como una pequeña filtración mínimo de 0.015 l/s , sin embargo se ha observado la presencia de captación de manante que posee un caudal de 5.750 l/s ,que ha sido identificado como un manante para consumo humano de la comunidad de Ccamahuara, a ello se identificó 7 manantes en la Unidad de Muestreo Ccamahuara.

Tabla 17
Manantes identificados en la comunidad de Ccamahuara

Este	Norte	Altura	Código	Caudal Lts/s	Comunidad
199680	8510791	3668	AFORO - 01	0.236	Camahuara
199090	8510288	3557	AFORO - 02	0.776	Camahuara
200674	8510925	3879	AFORO - 03	0.102	Camahuara
200518	8510877	3847	AFORO - 03B	5.750	Camahuara
200873	8510806	3916	AFORO - 04	0.116	Camahuara
200545	8510860	3844	AFORO - 05	0.217	Camahuara
199715	8510824	3675	AFORO – 32	0.015	Camahuara

Fuente: Elaboración propia



Foto N° 13 Manantes de la comunidad de Ccamahura

4.2.2.2 Manantes del centro poblado de San Salvador

En el poblado de San Salvador solo existe la presencia de manantes en la margen derecha y mayormente se capta agua de zonas más altas, el suministro de agua llega por canales provenientes mayormente de la quebrada Tincocmayo donde se encontró un manante con un caudal de 1.07 lts/s, en la margen izquierda no existe presencia de manantes debido al control estructural que existe en la zona.



Foto N° 14 Manante del centro poblado de San Salvador

4.2.2.3 Manantes de la comunidad de Occoruro

En esta unidad de muestreo se obtuvo valores casi regulares, debido que los manantes por estos sectores poseen gran cantidad de humedales y bofedales que generalmente vienen infiltrados de la parte del sector de Tiracancha, que también vienen emanando de algunas fracturas rocosas que está situado a 4200 msnm.

Se ha identificado y muestreado el agua con su respectivo aforo de la fuente, dentro de estos manantiales se encuentra el manantial de la quebrada de Occoruro con dirección hacia el sector de Siusa con valores de caudal de 0.25 l/s a 0.935 l/s.

Tabla 18

Manantes identificados en la comunidad de Occoruro

Este	Norte	Altura	Código	Caudal Lts/s	Comunidad
201920	8512271	4133	AFORO - 26	0.935	Occoruro
202689	8512459	4264	AFORO - 27	0.260	Occoruro
202407	8512926	4270	AFORO - 35	0.300	Occoruro
202629	8512728	4250	AFORO - 36	0.250	Occoruro

Fuente: Elaboración propia



Foto N° 15 Naciente de manante en el Sector de Occoruro, en el lado derecho se observa que emana del subsuelo, en el lado derecho se aprecia que el manante sale de fractura rocosa.

4.2.2.4 Manantes de la comunidad Parpacalle

Se pudo identificar manantes en la parte de la cabecera de la formación Huancané, se pudo apreciar algunos humedales y lagunillas que aún están en el ámbito de Tipón en el sector de Pachatusan, que en resultado se obtuvo puntos de manantes que van con dirección al Noreste NE, registrando manantes solo en la parte alta de Parpacalle, registrando manante que brotan de las fracturas rocosas de dicha zona, por otra parte ya que el trayecto es muy accidentado y pendiente alta, camino hacia el complejo arqueológico de Parpacalle, al frente del otro extremo de la vertiente se pudo apreciar manantes de pequeños a volúmenes caudalosos , teniendo e infiriendo el caudal del manante con 2.5 Ltr/ seg teniendo el registro que se juntas como 4 manantes que emanan de

las rocas y discurren en un canal principal, a ello se atribuye que el riachuelo de Parpacalle que es gracias al caudal que poseen los manantes en la parte de la cabecera de Parpacalle, teniendo un aforo de 8 litros/seg el riachuelo de Parpacalle.

Tabla 19

Manantes de la comunidad de Parpacalle

Este	Norte	Altura	Código	Caudal Lts/s	Comunidad
200602	8501155	4114	AFORO - 25	0.076	Parpacalle
200657	8502488	3880	AFORO - 34	2.500	Parpacalle

Fuente: Elaboración propia



Foto N° 16 Registro de manante en la Parte alta de Parpacalle



Foto N° 17 A la Izquierdo se observa que emana manante de fractura rocosa, en el lado derecho se aprecia la captación de los manantes nacientes en la cuenca de Parpacalle a 4000 m.s.n.m.

4.2.2.5 Manantes de la Comunidad de Vicho

En la unidad de Muestreo Vicho, se tuvo manantes que oscilan entre 0.172 a 0.209 Lts/s, debido a ello se registró 3 manantes en el sector de Vicho, a ello se debe atribuir que los manantes identificados están captados adecuadamente.

Tabla 20

Manantes de la comunidad de Vicho

Este	Norte	Altura	Código	Caudal Lts/s	Comunidad
203229	8500125	3246	AFORO - 17B	0.172	Vicho
203083	8499949	3299	AFORO - 18A	0.209	Vicho
203694	8499217	3405	AFORO - 18B	0.202	Vicho

Fuente: Elaboración propia



Foto N° 18 En la parte Izquierdo se puede apreciar el registro de manante que emana del suelo, en la parte derecha se puede apreciar que el manante está correctamente captado

4.2.2.6 Manantes de la Comunidad de Pacor

En la Unidad de Muestreo Pacor, se registró 2 manantes con caudales de 0.064 y 0.281Ltrs/Seg, en esta unidad de muestreo solo se logró aforar los 2 manantes debido a que el lugar de geografía accidentado con topografía encañonado, cabe indicar que en Pacor se encontró gran cantidad de pozas de captación y riachuelo que va con dirección hacia sur este SE, captadas desde la comunidad de Umachurco.

Tabla 21

Manantes de la Comunidad de Pacor Alto

Este	Norte	Altura	Código	Caudal Lts/s	Comunidad
203747	8504605	3292	AFORO - 22	0.281	Pacor Alto
203890	8504883	3370	AFORO - 23	0.064	Pacor Alto

Fuente: Elaboración propia



Foto N° 19 En la parte derecha se aprecia la captación de manante en la zona de Sinchahuayco en Pacor, en la parte derecha se puede apreciar que captan mediante canal desde Umachurco hacia el sector de Pacor.

4.2.2.7 Manantes de la comunidad de Tiracancha

En esta Unidad de Muestreo, es la que posee gran cantidad de Bofedales y humedales que esta sobre los 4200 a 4500 msnm, los bofedales son obtenidos debido a la nevada y las constantes lluvias que hay en la zona de Tiracancha a ese también se le indica que también hay gran cantidad de lagos con áreas grandes y pequeñas.

En cuanto al registro de los manantes en el sector de Tiracancha, solamente se registró 3 manantes de caudal de 0.156 - 0.202 y 0.226 Ltr/seg, debido a que la gran cantidad de humedales que pudimos presenciar en campo, tuvieron resultados permeables regular con valor de 2.79E-04, a este resultado se le atribuye que las aguas de los bofedales y humedales son infiltrados con dirección hacia Occoruro hacia el SW y hacia Umachurco con dirección SE.

Tabla 22

Manantes de la comunidad de Tiracancha

Este	Norte	Altura	Código	Caudal Lts/s	Unidad de Muestreo
203519	8512344	4382	AFORO - 28	0.226	Tiracancha
205480	8510595	4279	AFORO - 29	0.202	Tiracancha
204746	8511898	4254	AFORO - 11	0.156	Tiracancha

Fuente: Elaboración propia



Foto N° 20 En la parte izquierda de la imagen se puede apreciar la Identificación del Manante, en la Parte derecha se aprecia la codificación del manante, determinando sus Valores químicos

4.2.2.8 Manantes de la comunidad de Qosqo Ayllu

La unidad de Muestreo de Qosqo Ayllu, se pudo tener registro de 7 manantes, puesto que en la zona se registre gran cantidad de cultivo de maíz y quiwicha, los manantes son captados adecuadamente en captaciones de reservorios para el consumo humano y para riego.

Este	Norte	Altura	Código	Caudal Lts/s	Comunidad
194287	8508352	3273	AFORO - 14	0.474	Qosqo Ayllu
194240	8508281	3281	AFORO - 15	0.337	Qosqo Ayllu
194887	8507898	3253	AFORO - 16	0.103	Qosqo Ayllu
194894	8508037	3177	AFORO - 17	0.047	Qosqo Ayllu

IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO

195355	8508578	3080	AFORO – 19	0.502	Qosqo Ayllu
193781	8509466	3342	AFORO – 20	0.145	Qosqo Ayllu
193902	8509442	3305	AFORO – 21	0.058	Qosqo Ayllu

Fuente: Elaboración propia



Foto N° 21 Se observa que se está aforando un manante en el sector de Qosqo Ayllu.

4.2.2.9 Manantes de la comunidad de Umachurco

Se ha identificado dos manantiales y se ha procedido a realizar el aforo de las fuentes, cuyos resultados son de 0.144 l/s y 0.291 l/s de caudal respectivamente.

Tabla 23

Manantes identificados en la comunidad de Umachurco

Este	Norte	Altura	Código	Caudal Lts/s	comunidad
202216	8508272	3696	AFORO – 06	0.291	Umachurco
202233	8508390	3740	AFORO – 07	0.305	Umachurco
202276	8508660	3789	AFORO – 08	0.144	Umachurco
202320	8508407	3796	AFORO – 09	0.202	Umachurco
202321	8506810	3507	AFORO – 10	0.116	Umachurco

Fuente: Elaboración propia

Lo que respecta a la identificación de los manantes en el sector de Umachurco, se pudo apreciar que en su gran parte los manantes están siendo captadas con el fin de tener riego para algunos caseríos, En la Foto 10 se aprecia dos manantiales, en el lado Izquierdo se observa que el manante ya ha sido captado por los pobladores de Occoruro sector de Chiripata, Captando el mamante, pese a ello el mamante tuvo un grado de saturación produciendo un rebalse por un encima de la captación , mientras tanto en lado derecho se aprecia que el manante posee poca cantidad de caudal , teniendo en cuenta que por información de los lugareños en épocas de lluvia el caudal.



Foto N° 22 En el lado izquierdo se aprecia la captación de manante, en el lado derecho se aprecia la codificación del manante con un caudal Mínimo.

4.2.2.10 Manante de la unidad de muestreo de Pillahuara

La zona de Pillahuara, solo se registró un manante con caudal regular de 0.2 Ltr/Seg, en esta unidad de muestreo se observa gran cantidad de sembríos de maíz.

El agua de riego lo traen desde el sector de Occoruro pasando por la Cuenca de Siusa con el fin de poseer irrigaciones en grandes extensiones de Cultivos.



Foto N° 23 Captación de manante en la comunidad de Pillahuara

4.2.2.11 Manantes de la comunidad de Huanca

En la unidad de muestro de Huanca se identificó 2 manantes con Caudales de 0.317 y 0.199 Ltr/seg, cabe indicar que estos 2 manantes identificados son los mismos que van hacia el Santuario Señor de Huanca, haciendo un promedio que sale de 0.6 Ltrs/seg.

Tabla 24

Manantes identificados en la comunidad de Huanca

Este	Norte	Altura	Código	Caudal Lts/s	Comunidad
195764	8506812	3432	AFORO – 12	0.317	Huanca
195661	8506685	3479	AFORO – 13	0.199	Huanca

Fuente: Elaboración propia



Foto N° 24 se observan las captaciones de Agua que desciende desde la parte alta de huanca hacia el Santuario Sr. de Huanca

4.2.2.12 Manantes de la Comunidad de Siusa

En el sector de Siusa, se observó que la gran parte de los manantes identificados son debido a la infiltración de los acuíferos ubicados en la parte alta, debido a ello solo se pudo identificar a un solo manante con caudal 2.35 Ltrs/s en la parte alta de Siusa con dirección hacia Occoruro.

Este	Norte	Altura	Código	Caudal Lts/s	Comunidad
198797	8510213	3531	AFORO - 31	2.353	Siusa
196535	8508589	3031	AFORO - 24	0.017	Siusa



Foto N° 25 Manantes identificados en la comunidad de Siusa

4.2.3 Bofedales identificados

Los bofedales son zonas de altura donde las aguas subterráneas y de escorrentía de lluvia saturan el suelo, los bofedales que se identificaron y se registraron se localizan en su gran mayoría en la comunidad de Tiracancha donde los materiales cuaternarios fluvio-glaciares almacenan agua y están conectados con las lagunas del sector, de igual manera en las comunidades de Siusa y Occoruro existen pequeños bofedales en las partes altas de las quebradas, en la margen izquierda del río Vilcanota en la comunidad de Parpacalle también existen pequeñas áreas de bofedales asociados a surgencias de agua subterráneas cercanas a las quebradas.



Foto N° 26 En el Cuadro se observa Bofedal en el sector de Tiracancha con aves silvestres de la zona, En el lado derecho se aprecia parte de la extensión de Bofedal en el sector de Siusa y Bofedal en el sector de Occoruro, vista panorámica.

4.3 Permeabilidad

El factor de permeabilidad de los suelos es muy importante para definir la velocidad de flujo de las aguas, por consiguiente, contribuye en la definición del tipo de acuífero. En el marco teórico se define detalladamente sobre estos aspectos.

Para la obtención de estos parámetros se ha realizado ensayos de permeabilidad in situ, utilizado en todos los casos el método de carga variable

Se han realizado 13 ensayos de permeabilidad por infiltración y 41 ensayos de permeabilidad indirecta en roca por fracturas y familias de diaclasamiento, con un total de 54 ensayos distribuidos en las comunidades como unidades de muestreo, muchas de ellas próximas a manantes.

4.3.1 Ensayos de permeabilidad directa

Se uso el ensayo Lefranc de infiltración in situ y se hizo a través del método de carga variable que consiste en utilizar un tubo de 1.00m de longitud y 2” de diámetro, excavando un hoyo previamente hasta alcanzar la profundidad del suelo objetivo, es decir, debajo de la cobertura de cultivo. Luego de sellar en los alrededores del tubo implantado con utilización diablo fuerte (mezcla yeso –cemento), se procede a saturar completamente y se da inicio a la prueba.

Tabla 25

Ensayos de permeabilidad directa

ESTE	NORTE	ALTURA	CÓDIGO	SECTOR	K (cm/s)
8510776	199675	3675	PPI-01	Ccamahuara	8.64E-04
8513074	199983	4089	PPI-02	Ccamahuara	1.10E-04
8510000	200674	3874	PPI-03	Ccamahuara	8.80E-04
8510000	200876	3914	PPI-04	Ccamahuara	9.55E-04
8508243	197622	3133	PPI-11	Ccamahuara	1.39E-02
8508272	202216	3696	PPI-05	Umachurco	7.47E-04
8508589	196535	3031	PPI-12	C.P San Salvador	6.05E-03
8501109	200256	4175	PPI-13	Parpacalle	7.54E-04
8499859	203094	3360	PPI-07	Vicho	4.51E-04
8504582	203766	3242	PPI-09	Pacor	5.16E-03
8503394	202833	3051	PPI-10	Pacor	7.16E-04
8512058	206207	4123	PPI-14	Tiracancha	2.79E-04
8506811	195769	3437	PPI-06	Huanca	4.72E-04

Fuente: Elaboración Propia

Estos ensayos se han realizado en diferentes tipos de suelo, en todos los sectores o comunidades del distrito de San Salvador, teniendo en cuenta las características litológicas o la asociación de materiales existentes en estas áreas.

4.3.2 Ensayos de permeabilidad indirecta

En la zona de estudio se presenta mayormente afloramientos de roca, por ello es necesario tomar los valores de permeabilidad en macizos rocosos y para hallar valores de permeabilidad indirecta se procedió a realizar la valoración de los macizos rocosos ya que en función al grado de fracturamiento se puede hacer una conversión a valores de permeabilidad

Tabla 26

Ensayos de permeabilidad indirecta (Macizos rocosos)

ESTE	NORTE	Z	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	SECTOR	K (cm/s)
198445	8509690	3489	VMR-01	Fm. Pisac sector Tintapucyo	CCamahuara	1.11E-02
190101	8510295	3560	VMR-02	Fm. Pachatusan sector suisa	Ccamahuara	6.01E-02
200034	8513138	4119	VMR-03	Fm. Pachatusan sector camahuara alta	Ccamahuara	2.78E-01
198500	8513332	4217	VMR-04	Fm. Pisac sector cotataqui	Ccamahuara	6.13E-06

IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL
ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO

199109	8504862	3625	VMR-05	fm. Copacabana sector lactapampa alto	Ccamahuara	1.02E+00
198435	8513372	4205	VMR-06	fm. Pisac sector cotataqui	Ccamahuara	3.12E-05
198875	8513538	4100	VMR-07	fm. Pisac sector cotataqui	Ccamahuara	9.69E-06
199994	8513019	4107	VMR-08	fm. Pachatusan sector camahuara alta	Ccamahuara	2.69E-03
201027	8510772	3974	VMR-09	fm. Pachatusan sector siusa alta	Ccamahuara	3.76E-04
200802	8510290	4006	VMR-10	fm. Pachatusan sector siusa alta	Ccamahuara	3.76E-04
200515	8510583	3922	VMR-11	fm. Huancane sector siusa alto	Ccamahuara	2.99E-05
198689	8513321	4204	VMR-12	fm. Pisac sector cotataqui	Ccamahuara	1.09E-04
202169	8508112	3673	VMR-15	grupo. Mitu	Umachurco	1.73E-04
202323	8508390	3780	VMR-16	grupo. Mitu	Umachurco	4.60E-04
202540	8506974	3650	VMR-17	grupo. Mitu sector chiripata	Umachurco	1.11E-05
202666	8507050	3666	VMR-18	grupo. Mitu	Umachurco	1.75E-04
199034	8504638	3625	VMR-14	fm. Pachatusan sector llactapampa alto	C.P San Salvador	5.91E-05
200896	8504484	3130	VMR-19	grupo. Mitu	C.P San Salvador	5.33E-06
201198	8504463	3052	VMR-20	grupo. Mitu sector sonдор	C.P San Salvador	2.66E-02
201184	8504870	3069	VMR -33	San Salvador Pueblo	C.P San Salvador	2.13E-04
198648	8507351	3020	VMR -36	San Salvador Pueblo	C.P San Salvador	2.96E-05
198040	8507729	3090	VMR -37	San Salvador Pueblo	C.P San Salvador	2.23E-04
198040	8507729	3090	VMR -41	San Salvador Pueblo	C.P San Salvador	2.23E-04
201606	8512222	4148	VMR -15	Grupo Mitu	Occoruro	2.11E-05
201920	8512271	4133	VMR -38	Grupo Mitu	Occoruro	5.91E-05
202689	8512459	4264	VMR -39	Grupo Mitu	Occoruro	1.99E-04
202320	8502524	3528	VMR-25	grupo. Mitu (areniscas) sector parpacalla alto	Parpacalle	8.18E-05
202737	8502737	3460	VMR-26	grupo. Mitu (areniscas) sector parpacalla alto	Parpacalle	5.33E-05
202799	8502930	3270	VMR-27	grupo. Mitu (areniscas) sector parpacalla alto	Parpacalle	6.81E-05
202486	8503401	3111	VMR-28	grupo. Mitu (conglomerado) sector parpacalla	Parpacalle	8.28E-05
202162	8502509	3226	VMR-31	grupo. Mitu (arenisca)	Parpacalle	1.36E-04
203211	8499717	3363	VMR-21	fm. copacabana sector vicho	Vicho	1.40E+00
203476	8499404	3457	VMR-22	fm. copacabana sector vicho alto	Vicho	1.36E-04
203694	8499217	3905	VMR-23	fm.pisac sector vicho	Vicho	7.66E-05
203650	8499478	3843	VMR-24	fm.pisac sector vicho	Vicho	4.09E-05
202162	8502509	3226	VMR-31	grupo. Mitu (arenisca)	Parpacalle	1.36E-04
201865	8503956	3059	VMR-40	Fm Pachatusan	Pacor	5.54E-04
204524	8510822	4309	VMR-13	Fm. Pachatusan sector Occoruro alto	Tiracancha	9.62E-05

IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO

194205	8508335	3341	VMR-29	Fm. Copacabana sector	Qosqo Ayllu	3.41E-03
194416	8507864	3313	VMR-30	Fm. Copacabana sector	Qosqo Ayllu	7.66E-05
194883	8510687	3050	VMR -34	Fm Pisac	Pillahuara	3.83E-04
194923	8510941	3095	VMR -35	Fm Pisac	Pillahuara	6.34E-04
199034	8504638	3625	VMR-14	fm. Pachatusan sector llactapampa alto	Siusa	5.91E-05
200896	8504484	3130	VMR-19	grupo. Mitu	Siusa	5.33E-06
201198	8504463	3052	VMR-20	grupo. Mitu sector sonдор	Siusa	2.66E-02

Fuente: Elaboración Propia



Foto N° 2: Al Lado Izquierdo se aprecia la Valoración de Macizo de Rocoso en el sector de Occoruro, Al lado Derecho se observa la permeabilidad en la zona de Tiracancha

4.4 Balance Hídrico

El balance hídrico no es más que la aplicación del principio de conservación de masas a la zona de estudio, es decir evaluar la diferencia entre el total de entradas y el total de salidas del sistema que debe ser igual a la variación de agua en almacenamiento.

$$P - ETr - ES - I = \Delta S$$

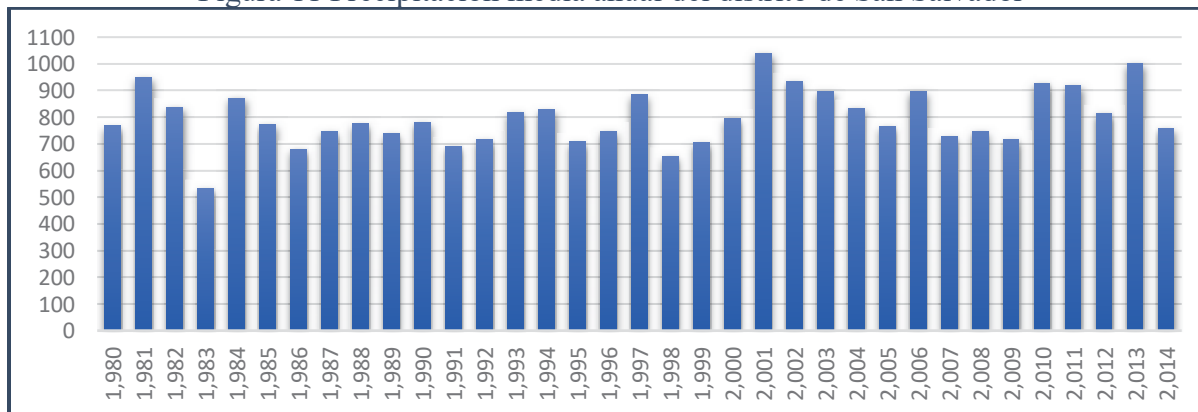
Donde: P = Totalidad de las precipitaciones
 ETr = Evapotranspiración real
 ES = Escorrentía superficial
 I = Infiltración
 ΔS = Variación en el volumen de almacenamiento

Este balance siempre está dado para un intervalo de tiempo y cuando la unidad de tiempo es grande se debe considerar que las variaciones en el volumen de almacenamiento son muy pequeños frente a los otros componentes del balance y pueden despreciarse y en ese caso, las entradas son iguales a las salidas. Este balance puede ser analizado con más detalle si se recuerda que tanto el escurrimiento superficial, el flujo subterráneo y la evapotranspiración dependen de una única fuente primaria: las precipitaciones. En este caso la ecuación quedaría de la siguiente manera:

$$P - ETr - ES - I = 0 \quad \text{ó} \quad P = ETr + ES + I \quad \text{ó} \quad P - ETr = ES + I$$

Donde: $ES + I = P - ETr =$ Excedente Hídrico

Figura 11 Precipitación media anual del distrito de San Salvador



Fuente: Elaboración propia

4.4.1 Cálculo del Excedente Hídrico la Evapotranspiración real (ETr).

El presente estudio se realizó para un intervalo de tiempo de 35 años que van desde 1980 al 2014, por consiguiente, se puede suprimir la variación del almacenamiento. La data que se utilizó se obtuvo del *Atlas Climático del distrito de San Salvador*, estas son la precipitación (P) anual y la evapotranspiración potencial (ETp) anual regionalizadas por altura y la temperatura regionalizada por alturas ya que estos nos ayudan a definir zonas de recarga en función a la altura.

Para hallar el excedente hídrico se procede a restar la precipitación media anual menos la evapotranspiración potencial en cada cota, luego se toma los valores positivos de la resta y en los casos donde los valores salgan negativos se les asignará el valor de cero.

En las zonas donde el excedente hídrico sale negativo la ETr será igual a la precipitación y en zonas donde el excedente hídrico tiene valores positivos la ETr será igual a la ETp.

Tabla 27
Cálculo del Excedente hídrico y la ETr

ALTITUD	P (mm)	ETp (mm)	T °C	P - ETp	ETr mm	Excedente Hídrico
2975	442.73	743.32	16.07	-300.59	442.73	0.00
3000	452.49	736.07	15.83	-283.58	452.49	0.00
3025	462.25	728.91	15.59	-266.66	462.25	0.00
3050	472.02	722.03	15.36	-250.01	472.02	0.00
3075	481.78	715.35	15.13	-233.57	481.78	0.00
3100	491.54	709.00	14.90	-217.46	491.54	0.00
3125	501.30	702.82	14.68	-201.52	501.30	0.00
3150	511.07	689.19	14.20	-178.12	511.07	0.00
3175	520.83	691.46	14.25	-170.63	520.83	0.00
3200	530.59	686.41	14.04	-155.82	530.59	0.00
3225	540.35	681.42	13.83	-141.07	540.35	0.00
3250	550.12	676.12	13.62	-126.00	550.12	0.00
3275	559.88	671.04	13.42	-111.16	559.88	0.00
3300	569.64	666.30	13.22	-96.66	569.64	0.00
3325	579.40	661.65	13.02	-82.25	579.40	0.00
3350	589.17	657.23	12.83	-68.06	589.17	0.00
3375	598.93	652.92	12.64	-53.99	598.93	0.00
3400	608.69	648.78	12.45	-40.09	608.69	0.00
3425	618.45	644.78	12.26	-26.33	618.45	0.00
3450	628.22	640.80	12.08	-12.58	628.22	0.00
3475	637.98	637.00	11.90	0.98	637.00	0.98
3500	647.74	633.33	11.72	14.41	633.33	14.41

IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL
ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO

3525	657.50	629.73	11.55	27.77	629.73	27.77
3550	667.27	626.26	11.38	41.01	626.26	41.01
3575	677.03	622.86	11.21	54.17	622.86	54.17
3600	686.79	619.57	11.04	67.22	619.57	67.22
3625	696.55	616.36	10.88	80.19	616.36	80.19
3650	706.32	613.24	10.72	93.08	613.24	93.08
3675	716.08	610.17	10.56	105.92	610.17	105.92
3700	725.84	607.21	10.40	118.63	607.21	118.63
3725	735.60	604.33	10.24	131.27	604.33	131.27
3750	745.37	601.52	10.09	143.85	601.52	143.85
3775	755.13	598.77	9.94	156.36	598.77	156.36
3800	764.89	596.10	9.79	168.79	596.10	168.79
3825	774.65	593.48	9.65	181.17	593.48	181.17
3850	784.42	590.98	9.50	193.44	590.98	193.44
3875	794.18	588.50	9.36	205.68	588.50	205.68
3900	803.94	586.08	9.22	217.86	586.08	217.86
3925	813.70	583.75	9.09	229.95	583.75	229.95
3950	823.47	581.43	8.95	242.04	581.43	242.04
3975	833.23	579.20	8.82	254.03	579.20	254.03
4000	842.99	577.02	8.69	265.97	577.02	265.97
4025	852.75	574.93	8.56	277.82	574.93	277.82
4050	862.52	572.85	8.43	289.67	572.85	289.67
4075	872.28	570.88	8.30	301.40	570.88	301.40
4100	882.04	568.92	8.18	313.13	568.92	313.13
4125	891.80	566.97	8.06	324.83	566.97	324.83
4150	901.60	565.14	7.94	336.46	565.14	336.46
4175	911.33	563.33	7.82	348.00	563.33	348.00
4200	921.09	561.59	7.70	359.50	561.59	359.50
4225	930.85	559.88	7.59	370.97	559.88	370.97
4250	940.62	558.23	7.48	382.39	558.23	382.39
4275	950.38	556.62	7.36	393.76	556.62	393.76
4300	960.14	555.06	7.25	405.08	555.06	405.08
4325	969.90	553.55	7.15	416.35	553.55	416.35
4350	979.67	552.07	7.04	427.60	552.07	427.60
4375	989.43	550.65	6.94	438.78	550.65	438.78
4400	999.19	549.26	6.83	449.93	549.26	449.93
4425	1008.95	547.92	6.73	461.03	547.92	461.03
4450	1018.72	546.66	6.63	472.06	546.66	472.06
4475	1028.48	545.37	6.53	483.11	545.37	483.11
4500	1038.24	544.18	6.43	494.06	544.18	494.06
4525	1048.00	543.02	6.34	504.98	543.02	504.98
4550	1057.77	541.89	6.24	515.88	541.89	515.88
4575	1067.53	540.82	6.15	526.71	540.82	526.71
4600	1077.29	539.77	6.06	537.52	539.77	537.52
4625	1087.05	538.77	5.97	548.28	538.77	548.28
4650	1096.82	537.80	5.88	559.02	537.80	559.02
4675	1106.58	536.88	5.79	569.70	536.88	569.70
4700	1116.34	535.99	5.71	580.35	535.99	580.35
4725	1126.10	535.15	5.62	590.95	535.15	590.95
4750	1135.87	534.35	5.54	601.52	534.35	601.52
4775	1145.63	533.59	5.46	612.04	533.59	612.04
4800	1155.39	532.88	5.37	622.52	532.88	622.52

Prom	799.06	603.21	9.77	195.85	562.45	236.61
-------------	---------------	---------------	-------------	---------------	---------------	---------------

Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Coeficiente de escurrimiento (Ce)

Es un valor que sirve para calcular el porcentaje de precipitación que escurre por la superficie y la diferencia es el porcentaje que se pierde por infiltración. Existen diversas metodologías para hallar este valor, para el presente estudio se utilizó la fórmula de L. Turc recomendada por el Plan Meriss en su estudio de “*Generación de caudales mensuales en la sierra peruana*” (Scholz, 1980).

$$Ce = (P - D) / P$$

$$D = P * (0.9 + P^2 / L^2)^{-1/2}$$

Donde: Ce = Coeficiente de escurrimiento

D = Déficit de escurrimiento

P = Precipitación total anual = 799.06 mm

L = Coeficiente de la temperatura

$$L = 300 + 25 * T + 0.05 * T^3$$

T = Temperatura media anual (grados centígrados) T = 9.77 °C

$$L = 300 + 25 * 9.77 + 0.05 * (9.77)^3 = 590.88$$

$$D = 799.06 * (0.9 + 799.06^2 / 590.88^2)^{-1/2} = 483.72$$

$$Ce = (799.06 - 483.72) / 799.06 = 0.39$$

Esto significa que del total de precipitación anual solo el 39% es escorrentía superficial y el 61% restante se pierde por infiltración.

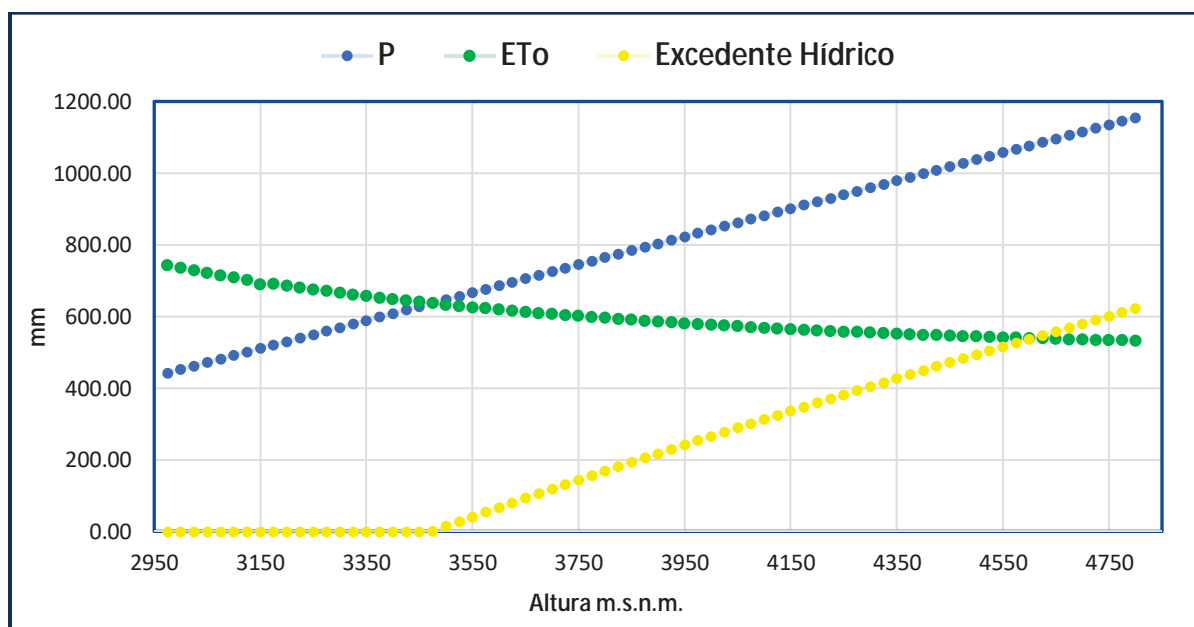
4.4.3 Identificación de Zonas de Recarga

Las zonas de recarga son aquellas en las que existe excedente hídrico y está en función a la altura, en general existe un déficit de humedad en el suelo en ciertas épocas del año, por ello se caracterizan por tener una vegetación relativamente más pobre que la existente en las zonas de descarga próximas. (Custodio & Llamas, 1976, pág. 2270)

Las zonas de recarga constituyen las zonas altas de San Salvador, cerros altos que rodean formando un semicírculo con pendiente negativa hacia el norte, estas zonas altas tienen la particularidad de estar constituidas por rocas de areniscas fracturadas, calizas y conglomerados, por lo mismo que han sido resistentes a la erosión y a los procesos geodinámicos ocurridos en la zona noreste y hacia el Oeste.

En las zonas de descarga, que con frecuencia son además de extensión superficial más reducida que las zonas de recarga, el terreno tiene un aporte de humedad suplementario que puede compensar total o parcialmente el déficit hídrico en ciertas épocas del año, produciendo así un fuerte contraste de vegetación, según las circunstancias de ese aporte hídrico. (Custodio & Llamas, 1976, pág. 2271)

Gráfico 12 Precipitación vs Evapotranspiración potencial regionalizado por alturas.



Fuente: Elaboración propia

Como muestra el gráfico, las zonas de recarga se encuentran a partir de los 3475 m.s.n.m. para la zona de estudio. Usando las curvas de nivel se procedió a delimitar y calcular el área de la zona de recarga que corresponde a 103.43 Km².

4.5 Volúmenes de recarga

Para hallar el volumen de recarga se tiene calcular los dos últimos componentes del balance hídrico: la escorrentía superficial y la infiltración efectiva en área. Los volúmenes de recarga se han calculado a partir de la generación de precipitaciones para las zonas de recarga, cuyos valores están definidos por cotas en el estudio climático del distrito.

A los volúmenes de precipitación se ha disminuido la evapotranspiración real (ETr) obteniéndose como resultado el volumen de la escorrentía + la infiltración; de este valor se ha procedido a restar un 39% que corresponde a la escorrentía, resultando un volumen de 19,668,393.602 m³ que pasa a ser infiltrado en toda el área de recarga.

Los datos se obtienen de hallar el promedio en la cota máxima y mínima:

Cota mínima = 3475	P = 637.98 mm	ETr = 637.00 mm
Cota máxima = 4800	P = 1155.39 mm	ETr = 532.88 mm
	P promedio = 896.68 mm	ETr promedio = 584.94 mm

$$\text{Excedente Hídrico} = P - \text{ETr} = 311.74 \text{ mm} = \text{ES} + \text{I}$$

$$\text{Excedente Hídrico en Área} = 311.74 \times 103.43 \text{ Km}^2 \times 1000 = 32\,243\,268.2 \text{ m}^3$$

$$\text{ES} = \text{Excedente Hídrico en Área} \times C_e = 32\,243\,268.2 \text{ m}^3 \times 0.39 = 12\,574\,874.598 \text{ m}^3$$

$$\text{Infiltración efectiva en Área} = \text{Excedente Hídrico en Área} - \text{ES} = 19\,668\,393.602 \text{ m}^3$$

Cabe mencionar que para que este valor obtenido tenga mayor validez se tomará en cuenta las unidades hidrogeológicas por lo que más adelante se procederá a corregir con los datos del área para cada acuífero.

4.5.1 Características piezométricas, direcciones de flujo

Para caracterizar las direcciones de flujo se ha realizado unos perfiles topográficos donde se pueda observar el movimiento de las aguas según la precipitación que haya en las zonas de recarga

4.5.2 Transmisividad

Los caudales obtenidos en los diferentes manantiales, están en la mayoría de los casos en el orden de 0.015l/s a 5.75 l/s, considerando los valores de transmisividad según Iglesias (2002) en el distrito de San Salvador corresponde a una transmisividad baja, lo que significa menor de 10m² por día.

Tabla 28
Valores de Transmisividad para el distrito de San Salvador

T(m ² /día)	Calificación	Posibilidades del acuífero
T < 10	Muy baja	Menos de 1 l/s con 10 metros de depresión
10 < T < 100	Baja	Entre 1 y 10 l/s con 10 metros de depresión
100 < T < 1000	Media a alta	Entre 10 y 50 l/s con 10 metros de depresión
500 < T < 1000	Alta	Entre 50 y 100 l/s con 10 metros de depresión
T < 1000	Muy Alta	Mas de 100 l/s con 10 metros de depresión

Fuente: Pozos y acuíferos IGME (1984). Valores de transmisividad según Iglesias (2002)

Tabla 29
Recarga en áreas identificadas

ZONAS DE RECARGA	COTAS (msnm)	PREC, REG. (mm)	PREC REG. PROMEDIO (mm)	ETO (mm)	ESCORRENT + INFILTRAC	AREA ACUM POR ZONA (Km ²)	ESCORRENTIA + INFILTRAC EN AREA (mm)	ESCORRENTIA (mm)	INFILTRACION EFECTIVA EN AREA (mm)
Acuífero Mito	4775	1145.63	891.805	445.903	445.9025	69.67	31066027175.00	13979712228.75	17,086,314,946
	3475	637.98							
Acuífero Copacabana	3750	745.37	594.05	297.025	297.025	26.98	8013734500.00	3606180525.00	4,407,553,975
	2975	442.73							
Acuífero Fluvioglacial	4300	960.14	862.515	431.258	431.2575	12.36	5330342700.00	2398654215.00	2,931,688,485
	3800	764.89							
Acuífero Huancané	4350	979.67	833.23	416.615	416.615	2.17	904054550.00	406824547.50	497,230,003
	3600	686.79							
							Infiltración en	Litros	24,922,787,409
							Infiltración en	m ³	24,922,787

Fuente: Elaboración Propia

4.6 Caudales de descarga

Los caudales de descarga han sido identificados y aforados en los meses de estiaje, por tanto, reflejan los caudales con menor valor, pudiendo incrementarse en periodos de lluvias, sin embargo, siendo el uso mayor en agricultura, estos caudales no son utilizados óptimamente.

4.6.1 Volúmenes de descarga

En función a la información de los aforos de manantes y pozos reservorio se ha obtenido volúmenes de descarga anuales en cada uno de los sectores que se resume en el siguiente cuadro.

Tabla 30
Volúmenes de descarga por Año

N°	Este	Norte	Z	Código	Caudal Lts/s	Unidad de Muestreo	Vol de Descarga x año (m3)
35	199715	8510824	3675	AFORO - 32	0.015	Camahuara	473.04
03	200674	8510925	3879	AFORO - 03	0.102	Camahuara	3,216.67
05	200873	8510806	3916	AFORO - 04	0.116	Camahuara	3,658.18
06	200545	8510860	3844	AFORO - 05	0.217	Camahuara	6,843.31
01	199680	8510791	3668	AFORO - 01	0.236	Camahuara	7,442.50
02	199090	8510288	3557	AFORO - 02	0.776	Camahuara	24,471.94
04	200518	8510877	3847	AFORO - 03B	5.750	Camahuara	181,332.00
36	201258	8504809	3070	AFORO - 33	1.070	CP San Salvador y asociaciones	33,743.52
14	195661	8506685	3479	AFORO - 13	0.199	Huanca	6,275.66
13	195764	8506812	3432	AFORO - 12	0.317	Huanca	9,996.91
39	202629	8512728	4250	AFORO - 36	0.250	Occoruro	7,884.00
30	202689	8512459	4264	AFORO - 27	0.260	Occoruro	8,199.36
38	202407	8512926	4270	AFORO - 35	0.300	Occoruro	9,460.80
29	201920	8512271	4133	AFORO - 26	0.935	Occoruro	29,486.16
26	203890	8504883	3370	AFORO - 23	0.064	Pacor Alto	2,018.30
25	203747	8504605	3292	AFORO - 22	0.281	Pacor Alto	8,861.62
28	200602	8501155	4114	AFORO - 25	0.076	Parpacalle	2,396.74
37	200657	8502488	3880	AFORO - 34	2.000	Parpacalle	63,072.00
33	194923	8510941	3095	AFORO - 30	0.200	Pillahuara	6,307.20
18	194894	8508037	3177	AFORO - 17A	0.047	Qosqo Ayllu	1,482.19
24	193902	8509442	3305	AFORO - 21	0.058	Qosqo Ayllu	1,829.09
17	194887	8507898	3253	AFORO - 16	0.103	Qosqo Ayllu	3,248.21
23	193781	8509466	3342	AFORO - 20	0.145	Qosqo Ayllu	4,572.72
16	194240	8508281	3281	AFORO - 15	0.337	Qosqo Ayllu	10,627.63
15	194287	8508352	3273	AFORO - 14	0.474	Qosqo Ayllu	14,948.06

IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO

22	195355	8508578	3080	AFORO - 19	0.502	Qosqo Ayllu	15,831.07
27	196535	8508589	3031	AFORO - 24	0.017	Siusa	536.11
34	198797	8510213	3531	AFORO - 31	2.353	Siusa	74,204.21
12	204746	8511898	4254	AFORO - 11	0.156	Tiracancha	4,919.62
32	205480	8510595	4279	AFORO - 29	0.202	Tiracancha	6,370.27
31	203519	8512344	4382	AFORO - 28	0.226	Tiracancha	7,127.14
11	202321	8506810	3507	AFORO - 10	0.116	Umachurco	3,658.18
09	202276	8508660	3789	AFORO - 08	0.144	Umachurco	4,541.18
10	202320	8508407	3796	AFORO - 09	0.202	Umachurco	6,370.27
07	202216	8508272	3696	AFORO - 06	0.291	Umachurco	9,176.98
08	202233	8508390	3740	AFORO - 07	0.305	Umachurco	9,618.48
19	203229	8500125	3246	AFORO - 17B	0.172	Vicho	5,424.19
21	203694	8499217	3405	AFORO - 18B	0.202	Vicho	6,370.27
20	203083	8499949	3299	AFORO - 18A	0.209	Vicho	6,591.02

Fuente: Elaboración propia

El volumen de descarga total por año es de 612586.8 metros cúbicos.



Foto N° 27 Medida de caudales Occoruro



Foto N° 28 Medida de caudales Siusa

4.7 Hidrogeoquímica

Esta importante herramienta de la hidrogeología nos permite establecer correlación entre los aspectos geoquímicos del agua subterránea y su relación con las rocas y suelos que las contienen. Se ha obtenido información mediante la recolección de muestras de agua para el análisis químico. Para tal efecto se ha remitido las muestras obtenidas al laboratorio de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco para los análisis de dureza (CaCO_3), sales solubles, carbonatos (CO_3^{2-}), bicarbonatos (HCO_3^-), sulfatos (SO_4^{2-}), cloruros (Cl^-), Calcio (Ca^{2+}), Sodio (Na^+), Magnesio (Mg^{2+}), Potasio (K^+) y hierro (Fe^{2+}). También se ha obtenido información in situ de parámetros fisicoquímicos mediante el uso de la herramienta “Multiparámetro HI 98129 marca HANNA” que mide el pH, conductividad eléctrica, total de sólidos disueltos y la temperatura del agua en campo, todas estas medidas se realizaron en los manantes identificados.

Tabla 31

Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	$\mu\text{S/cm}$	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL^{-1}	1 000
8. Cloruros	mg Cl^{-1}	250
9. Sulfatos	mg SO_4^{-1}	250
10. Dureza total	$\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	500
11. Amoniac	mg N L^{-1}	1,5
12. Hierro	mg Fe L^{-1}	0,3
13. Manganeso	mg Mn L^{-1}	0,4
14. Aluminio	mg Al L^{-1}	0,2
15. Cobre	mg Cu L^{-1}	2,0
16. Zinc	mg Zn L^{-1}	3,0
17. Sodio	mg Na L^{-1}	200

Fuente: (Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, 2011)



Foto N° 29: Instrumento portátil Multiparámetro pH/CE/TDS/Temp HI 98129

Tabla 32:

Parámetros físico químicos obtenidos en campo en puntos de aforo.

Este	Norte	Z	Código	pH:	C. Eléc. ($\mu\text{S}/\text{cm}$):	TDS (ppt):	Comunidad
199680	8510791	3668	AFORO - 01	7.36	360	0.18	Camahuara
199090	8510288	3557	AFORO - 02	7.37	380	0.19	Camahuara
200674	8510925	3879	AFORO - 03	7.16	600	0.30	Camahuara
200545	8510860	3844	AFORO - 05	7.10	810	0.31	Camahuara
202216	8508272	3696	AFORO - 06	6.74	1230	0.16	Umachurco
195764	8506812	3432	AFORO - 12	7.27	510	0.25	Huanca
195661	8506685	3479	AFORO - 13	7.18	500	0.25	Huanca
203083	8499949	3299	AFORO - 18A	6.98	250	0.13	Vicho
195355	8508578	3080	AFORO - 19	7.32	700	0.35	Qosqo Ayllu
193781	8509466	3342	AFORO - 20	7.24	480	0.24	Qosqo Ayllu
193902	8509442	3305	AFORO - 21	8.13	580	0.29	Qosqo Ayllu
203747	8504605	3292	AFORO - 22	6.75	580	0.29	Pacor Alto
203890	8504883	3370	AFORO - 23	6.85	520	0.26	Pacor Alto
196535	8508589	3031	AFORO - 24	6.87	320	0.16	Siusa
200602	8501155	4114	AFORO - 25	7.99	110	0.05	Parpacalle
201920	8512271	4133	AFORO - 26	7.80	250	0.13	Occoruro
202689	8512459	4264	AFORO - 27	8.05	240	0.12	Occoruro
203519	8512344	4382	AFORO - 28	8.43	250	0.06	Tiracancha
205480	8510595	4279	AFORO - 29	8.11	20	0.01	Tiracancha
194923	8510941	3095	AFORO - 30	8.05	290	0.14	Pillahuara
204679	8511776	4258	-	8.31	130	0.06	Tiracancha
205499	8511228	4203	-	8.20	140	0.07	Tiracancha

Fuente: Elaboración propia

4.7.1 Potencial de hidrogeniones.

El PH o potencial de hidrogeniones en todas las muestras se encuentran como neutros, es decir se encuentran entre PH 6.74 y PH 8.43, es decir no existe aguas con contenidos ácidos o alcalinos en las muestras obtenidas ya que el límite máximo permisible de pH está en un rango de 6.5 a 8.5 y la calidad de agua obtenida está dentro de este rango.

4.7.2 Conductividad eléctrica

Este parámetro referido a la conductividad tiene valores entre 110 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 1250 $\mu\text{S}/\text{cm}$, esta característica nos permite establecer que la CE es mayor cuando mayor es el contenido de sustancias disueltas en el agua subterránea, lo que significa que en los aforos realizados tienen bajos contenidos de sólidos y sales disueltas.

4.7.3 Sólidos totales disueltos (TDS)

Son compuestos inorgánicos que se encuentran en el agua, como sales, metales pesados y algunos rastros de compuestos orgánicos que se disuelven en el agua, se encuentran con valores en el rango de 0.05 ppt en Parpacalle y 0.35 ppt en Qosqo ayllu.

4.7.4 Composición de las aguas subterráneas.

Para identificar componentes hidroquímicos de las aguas subterráneas se tomaron los parámetros fisicoquímicos de los manantes identificados y se complementó con resultados de laboratorio de once 11 muestras.

El agua si bien está formada por oxígeno e hidrógeno en forma molecular, tiene otros componentes que va modificando constantemente debido a su interacción durante su trayecto con la roca y/o suelo almacén o acuífero, tratando de alcanzar su equilibrio desde el momento en que entra en contacto, adquiriendo nuevas propiedades fisicoquímicas durante su recorrido. A continuación, se presenta los resultados de los análisis de laboratorio hechas a las muestras.

Tabla 33

Resultados de los análisis de laboratorio de muestras

SAN SALVADOR		Aniones				Cationes					Dureza	Sales
Código	Ubicación	HCO3 mg/L	CO3 mg/L	SO4 mg/L	Cl mg/L	Na mg/L	Ca mg/L	Mg mg/L	K mg/L	Fe mg/L	CaCo3 mg/L	solubles totales
M1	Camahuara	110.90	0.0000	29.60	5.50	7.10	36.50	8.28	2.60	0.04	128.80	219.20
M2	Camahuara	106.90	0.0001	25.80	4.90	7.20	36.80	5.62	2.80	0.04	126.00	215.00
M4	Camahuara	155.60	0.0000	72.30	29.60	10.60	72.96	7.82	3.90	0.11	220.30	366.10
M5	Camahuara	380.80	0.0001	276.30	58.80	13.70	85.90	16.38	4.80	0.19	484.40	839.60
M6	Umachurco	224.40	0.0000	624.60	39.05	47.40	273.60	26.22	13.60	0.21	812.50	1260.60
M7	Huanca	180.50	0.0000	91.30	36.50	13.20	75.24	17.80	4.30	0.12	270.60	455.60
19	Vicho	192.25	0.0000	155.80	26.23	16.00	92.72	19.78	5.90	0.18	322.10	534.77
20	Qosqo Ayllu	178.50	0.0000	86.20	15.90	10.20	71.44	12.70	3.82	0.14	237.20	408.86
23	Pacor Alto	185.80	0.0000	93.50	17.80	12.00	74.48	13.75	4.10	0.15	249.50	471.23
24	Siusa	128.00	0.0001	56.80	12.90	8.20	47.12	10.58	2.90	0.10	165.90	296.60
29	Tiracancha	23.60	0.0001	4.20	3.80	4.00	5.70	1.24	0.70	0.03	19.90	58.84

Fuente: Elaboración propia

4.7.4.1 Elementos mayoritarios

Los resultados del análisis químico indican que los componentes mayoritarios son los carbonatos de calcio de manera constante con excepciones de bajo contenido de los aniones Bicarbonato, Sulfato y Cloruro. Respecto a los cationes de sodio, calcio, potasio y magnesio, todos estos iones se encuentran con valores encima de 4 mg/L.

4.7.4.2 Elementos minoritarios

Se tienen valores inferiores de los cationes de potasio, hierro, boro y del anión carbonato, por tanto, corresponde a elementos minoritarios que deben tener valores entre 10 a 0.01 mg/L.

4.7.4.3 Dureza.

Los valores de equivalentes de carbonato de calcio están el rango de 19.9 mg/L en la muestra 29 de la comunidad de Tiracancha hasta 812.5 mg/L en la muestra M-5 de la comunidad de Umachurco, de acuerdo al marco teórico, se trata de aguas muy duras y constituye un parámetro muy significativo en la calidad del agua. Esta cantidad de sales afecta la capacidad de formación

de espuma de detergentes en contacto con el agua y representa una serie de problemas de incrustación en equipo industrial y doméstico, además de ser nociva para consumo humano.

Tabla 34

Clasificación de la dureza del agua

Tipos de agua	mg/L	°fH	°dH	°eH
Agua blanda	≤79	≤7.9	≤0.95	≤1.19
Agua levemente dura	≤149	≤14.9	≤3.35	≤4.20
Agua moderadamente dura	≤329	≤32.9	≤6.70	≤8.39
Agua dura	≤549	≤54.9	≤10.05	≤12.59
Agua muy dura	>549	>54.9	>10.05	>12.59

Fuente: Wikipedia

De acuerdo a estos resultados encontramos que hay presencia de aguas levemente duras a muy duras en la mayoría de las comunidades excepto en algunos sectores de Camahuara y Siusa donde las aguas son duras, y en la comunidad de Tiracancha los valores son bajos dando como resultado aguas levemente duras a blandas.

4.7.5 Análisis de los resultados

De acuerdo a esta clasificación definida en el marco teórico considerando los iones dominantes según Custodio Llamas (1996) y en función a los resultados de laboratorio mostrados en el cuadro las aguas del distrito de San Salvador son *aguas bicarbonatadas cálcicas*.

Procedimiento:

Suma de aniones = 3634.6304 mg/L	100 %
Bicarbonatos (HCO ₃ ⁻) = 1867.25 mg/L	51.37 %
Carbonatos (CO ₃ ²⁻) = 0.0004 mg/L	0.000001 %
Sulfatos (SO ₄ ²⁻) = 1516.40 mg/L	41.72 %
Cloruros (Cl ⁻) = 250.98 mg/L	6.90 %

Anión que supera el 50 % del total de aniones: ***Bicarbonato***

Suma de cationes = 1212.95 mg/L	100 %
Calcio (Ca^{2+}) = 149.60 mg/L	71.93 %
Sodio (Na^+) = 872.46 mg/L	12.33 %
Magnesio (Mg^{2+}) = 140.17 mg/L	11.56 %
Potasio (K^+) = 49.42 mg/L	4.07 %
Hierro (Fe^{2+}) = 1.30 mg/L	0.11 %

Catión que supera el 50 % del total de cationes: *Calcio*

Resultado: *Aguas Bicarbonatadas Cálcicas*.

4.7.6 Clasificación geoquímica.

Para realizar esta clasificación se ha procedido a utilizar dos softwares de uso libre: “*Diagrammes*” desarrollado por la Universidad de Avignon, que permite realizar el diagrama de Piper, diagrama de Schoeller-Berkalov, diagrama de Stiff, (estos permiten combinar una gama importante de parámetros, incluyendo datos isotópicos), etc y el segundo software “*Hatari-chem*” de uso online y desarrollado por la empresa Gidahatari.



Figura 13: Softwares utilizados para realizar los diagramas de clasificación hidroquímica.

4.7.6.1 Diagrama de Piper

Para corroborar los datos y clasificar de manera más precisa se usó este diagrama en él que se incluyen aniones y cationes en forma simultánea. Este gráfico permite representar muchos análisis sin dar origen a confusiones.

Las aguas geoquímicamente similares quedan agrupadas en áreas bien definidas (Custodio 1965).

Está formado por dos triángulos equiláteros, donde se representan los cationes y aniones mayoritarios. Los vértices del triángulo de aniones son SO_4^{2-} , Cl^- y HCO_3^- . Los vértices del triángulo de cationes son Ca^{2+} , Mg^{2+} y $\text{Na}^{++} \text{K}^+$. Los datos de los diagramas triangulares se proyectan en un rombo central en el que se representa la composición del agua deducida a partir de aniones y cationes.

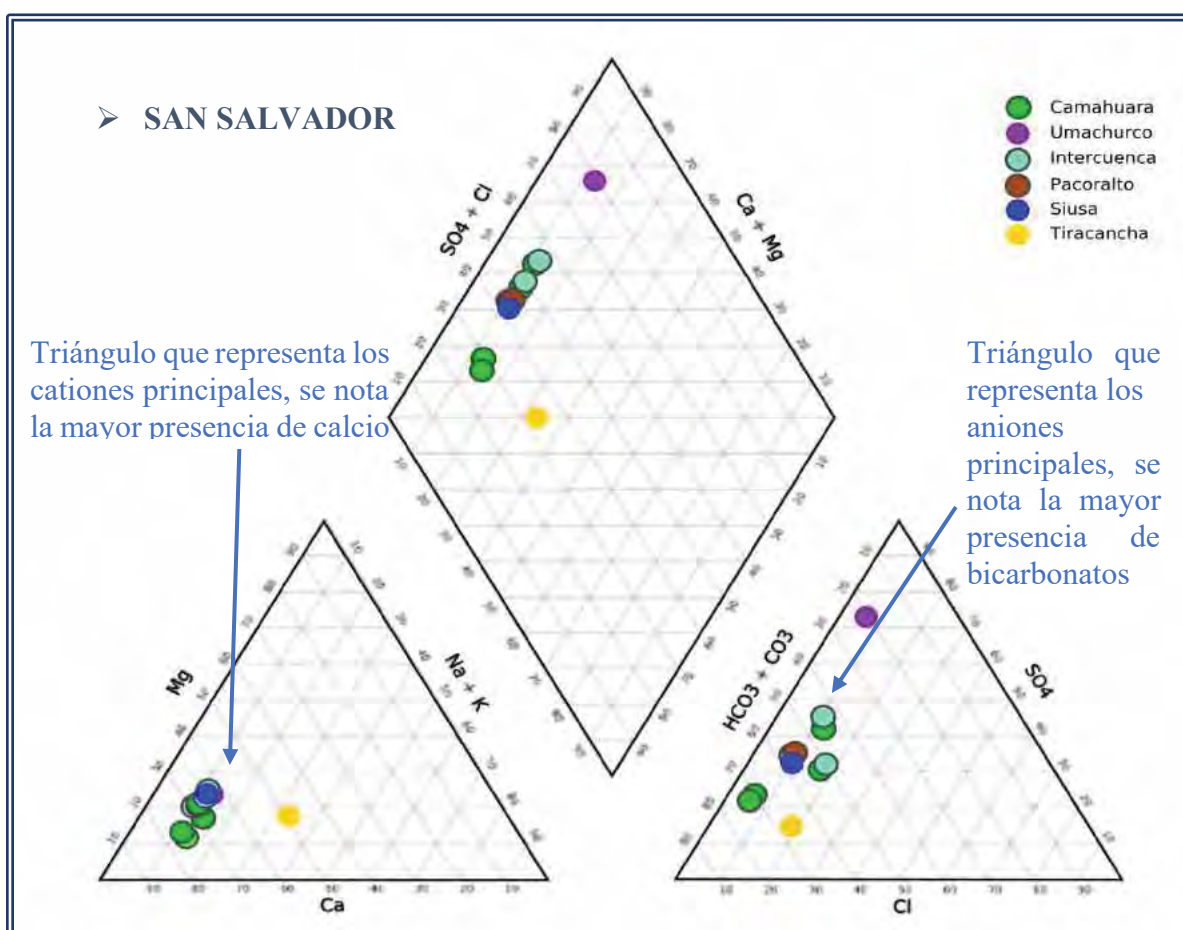
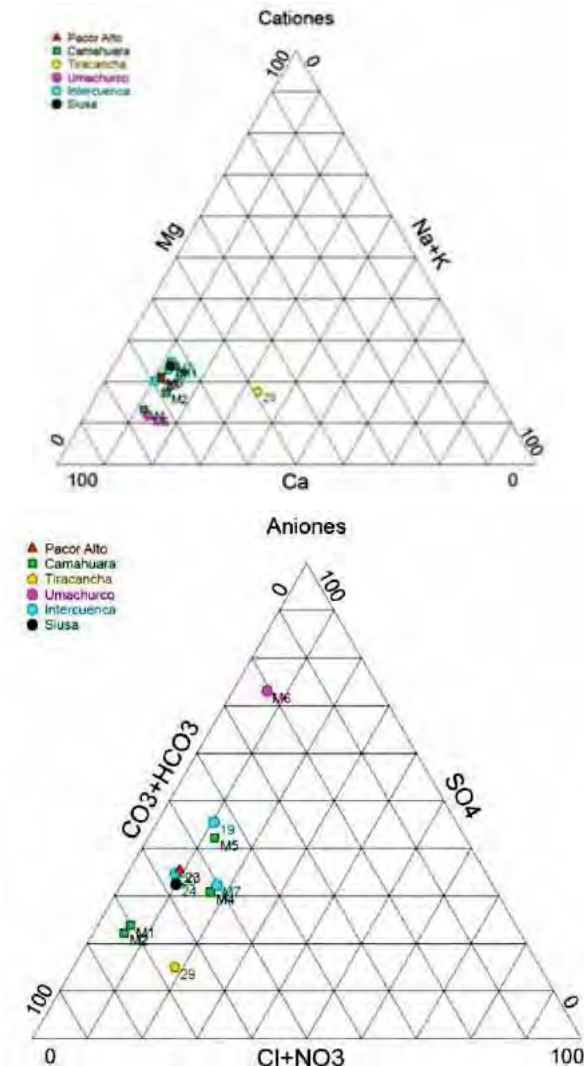


Figura 14 Diagrama de Piper con resultados de muestras de agua del distrito de San Salvador

El diagrama de Piper corrobora la clasificación simple que se ha indicado, es decir son aguas bicarbonatadas cálcicas.



4.7.6.2 Diagrama de Schoeller

En el diagrama de Schoeller, se lleva a intervalos regulares sobre ejes divididos según una escala logarítmica, el contenido en mg/l de los principales iones contenidos en el agua. Paralela a las ordenadas, existe en ambos extremos otros ejes logarítmicos, que permiten de inmediato transformar los mg/l de cada elemento representado, en meq/l, también expresa su concentración en forma de compuestos en mg/l, tal como se indicaban antiguamente en los análisis químicos. En este diagrama se aprecia claramente la mayor presencia del anión sulfato, igualmente la presencia de los cationes calcio y magnesio, corroborando como aguas bicarbonatadas sulfatadas con calcio y magnesio.

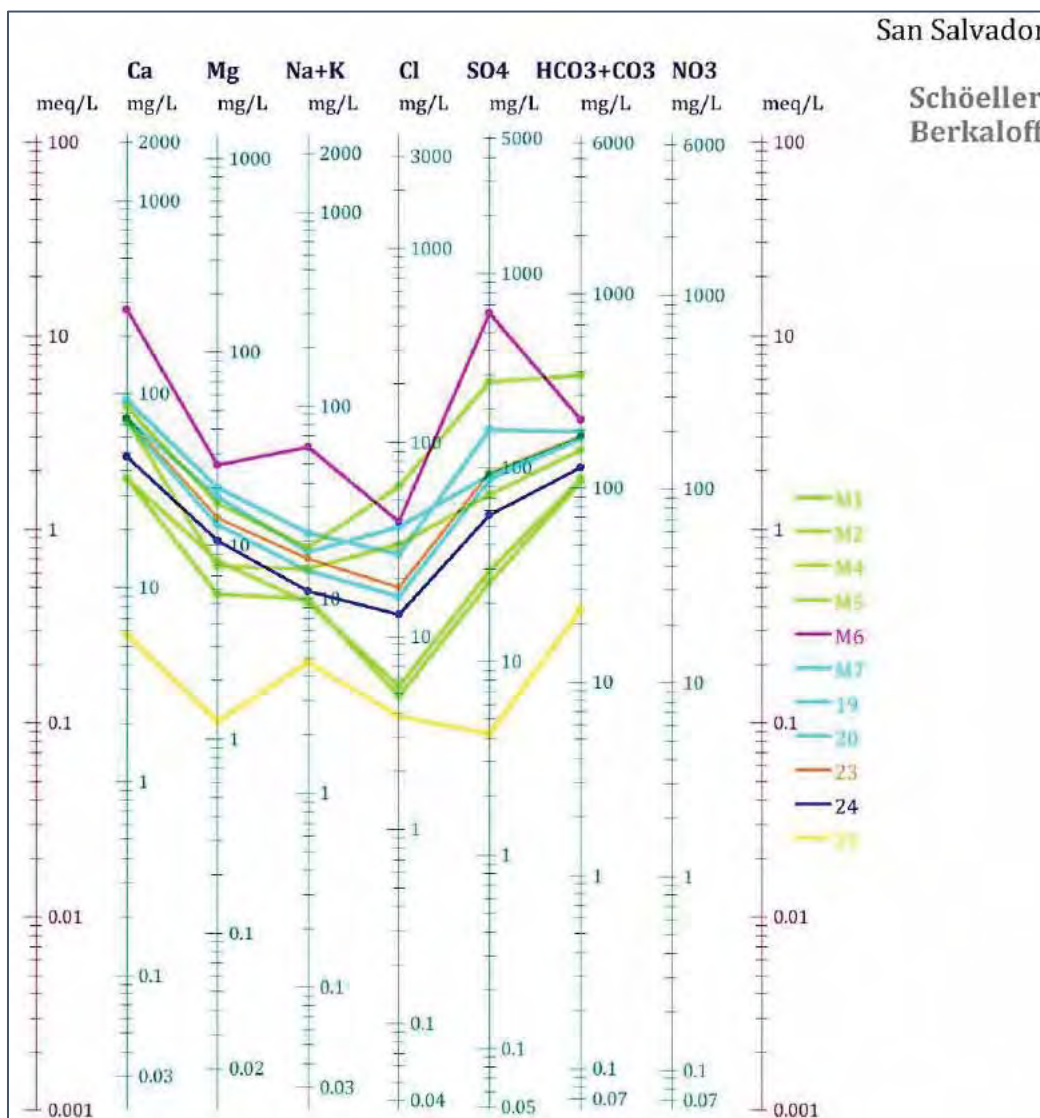


Figura 15: Diagrama de Schoeller para muestras de acuíferos

4.7.6.3 Diagrama de Stiff

Este diagrama se utiliza para conocer los elementos predominantes y establecer comparaciones entre estos, las concentraciones de los componentes principales son representados en miliequivalentes por litro (meq/l). El perfil de los cationes principales Na + K, Ca, Mg son representados a la izquierda y los aniones principales Cl, HCO3 + CO3 y SO4 son representados a la derecha. Estos diagramas nos permiten visualizar las tendencias de calidad de agua sobre un mapa hidroquímico.

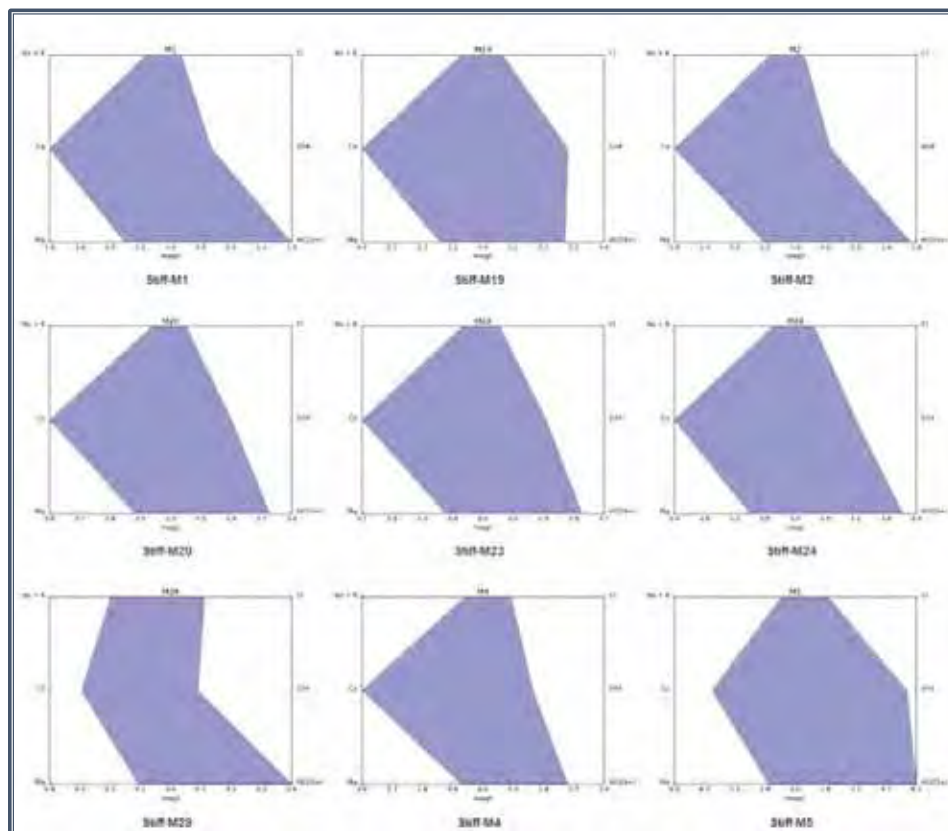


Figura 16 Representación de diagramas de Stiff para muestras de agua del distrito de San Salvador

4.7.7 Interpretación de resultados

Los análisis de las aguas de los manantiales del distrito de San Salvador resultan en conjunto como aguas *bicarbonatadas cálcicas* que tienen en su composición química iones resultado de disolución de los materiales existentes en el área de estudio como el Gr. Copacabana y el Gr. Mitu cuyas concentraciones no son aptos para consumo humano, siendo utilizable en la actividad agrícola., existen zonas diferenciadas como en la comunidad de Umachurco donde las aguas tienen mayor contenido de Sulfatos es decir son aguas *sulfatadas bicarbonatadas cálcicas* cuyas cantidades de sulfatos la hacen solo aptas para riego, así mismo en la zona de Tiracancha las aguas también son clasificadas como *bicarbonatadas cálcicas* pero tienen concentraciones bajas debido a que las aguas no llegan a mucha profundidad y pasan por materiales cuaternarios ya que por debajo están materiales metamórficos.

4.8 Descripción de unidades hidrogeológicas

Las unidades hidrogeológicas han sido definidas en función de sus propiedades hidráulicas e hidrodinámicas, que tienen correlación con la dinámica de las aguas subterráneas, asociados al comportamiento hidroquímico durante su trayectoria. Se encuentra relacionado a las unidades formales de roca y a las asociaciones litológicas que se encuentran en el área de estudio.

La tarea de identificar acuíferos cuando se tiene estratos definidos, estructuras como fallas y plegamientos y resultados de análisis físico químicos, facilita la interpretación, Considerando varios factores como: los valores de permeabilidad, las condiciones litológicas, la morfología del área y la presencia de manantiales se ha establecido 2 tipos de Acuíferos que se resume en el siguiente cuadro:

Tabla 35:
Unidades hidrogeológicas identificadas

NOMBRE	TIPO	AREA (Km2)
Acuífero Mitu	Acuífero Fisurado volcánico sedimentario	69.67
Acuífero Copacabana	Acuífero Fisurado Kárstico	26.98
Acuífero Fluvioglacial	Acuífero Poroso no consolidado	12.36
Acuitardo Ananea-Cabanillas	Acuitardo Metamórfico	25.42
Acuitardo Paucarbamba	Acuitardo Sedimentario	2.11
Acuífero Huancané	Acuífero Fisurado Sedimentario	2.17
Acuitardo Mitu	Acuitardo	9.85
Acuitardo Quilque	Acuitardo Sedimentario	2.03

Fuente: Elaboración Propia

4.8.1 Acuífero Mitu

Está clasificado como un acuífero fisurado volcánico sedimentario y está conformado por dos unidades con distintas características que pertenecen a las formaciones Pisac y Pachatusan. Abarca un total de 69.67 km² y por su extensión es al acuífero de mayor importancia en la zona de estudio.

El acuífero Pisac se encuentra a ambos flancos del anticlinal del Vilcanota en las zonas de mediana altura y el acuífero Pachatusan se encuentra en las zonas altas de montaña. Sus aguas son usadas mayormente para riego, aunque eventualmente se usa las aguas de la parte alta de la Fm Pachatusan para el consumo humano ya que su calidad va de medianamente duras a duras variando con la altura y excepcionalmente de mayor dureza en la quebrada Tincocmayo.

El acuífero Pisac está conformado por conglomerados aluviales intercalados con areniscas y limonitas rojas fluviales, los conglomerados presentan una matriz arcillosa lo que hace que sea un acuífero de baja productividad.

El acuífero Pachatusan está conformado por coladas volcánicas, aglomerados y brechas volcánicas de basalto y riolitas de color rojo violáceo, es considerado de alta productividad debido a su buena permeabilidad por su alto grado de fracturamiento, pero abarca menor extensión que el acuífero Pisac.

4.8.2 Acuífero Copacabana

Está clasificado como un acuífero fisurado de tipo kárstico por estar conformado mayormente de calizas marinas de grano fino, abarca un total de 26.98 Km² en el área de estudio siendo la segunda de mayor extensión, presenta fracturamiento y algunos espacios abiertos producto de la karstificación por lo que posee una alta permeabilidad y es considerado de alta productividad. En la zona se encuentra a ambos flancos del río Vilcanota en zonas bajas por lo que además recibe aguas del Gr. Mitu que se encuentra encima. La dureza de sus aguas es generalmente de duras a muy duras por lo que no son aptas para el consumo humano y es usado generalmente para riego.

4.8.3 Acuífero Fluvioglacial

Esta unidad hidrogeológica es un acuífero poroso no consolidado y posee un área acumulada de 26.98 km² y está conformada por depósitos cuaternarios de gravas y bloques de diversos

tamaños con presencia de matriz limo arenosa por lo que poseen una mediana a alta permeabilidad estos depósitos son de mediana a baja profundidad sobre y se emplazan sobre rocas del paleozoico superior del grupo Cabanillas que contiene pizarras y cuarcitas que sirven de estratos impermeables. Está delimitado por el cabalgamiento de estas rocas metamórficas sobre las rocas del Grupo Mitu y forman una meseta de baja pendiente donde circula el agua a poca profundidad, posee una cantidad considerable de reservas y agua de buena calidad ya que son aguas de dureza blanda.

4.8.4 Acuitardo Ananea-Cabanillas

Está conformado mayormente por rocas metamórficas del Gr. Cabanillas y parte de la Fm Ananea. Se encuentra en la parte noreste de la zona de estudio en la cuenca Tiracancha y aparece como un cabalgamiento de estas rocas sobre el Gr. Mitu, estos materiales no tienen buena capacidad de almacenamiento y baja transmisibilidad, abarca una extensión de 25.42 Km² y sobre ella se encuentran los depósitos fluvioglaciares que actúan como acuífero.

4.8.5 Acuitardo Paucarbamba

Abarca una pequeña franja de 2.11 Km² en el flanco noreste del anticlinal del Vilcanota y está delimitado por una falla inversa que hace cabalgar el Gr. Mitu sobre esta. Este acuitardo pertenece al Gr. Yuncaypata y está constituido por areniscas calcáreas, margas y lutitas.

4.8.6 Acuífero Huancané

Se encuentra junto a la Fm Paucarbamba y tiene una extensión de 2.17 Km², está conformado por areniscas cuarzosas con poca matriz por lo que tienen buena porosidad primaria además de su porosidad secundaria por su fracturamiento por lo que se le considera un acuífero fisurado sedimentario de buenas características, pero presenta muy poca extensión en el área de estudio.

4.8.7 Acuitardo Mitu

Está delimitado por dos fallas normales perpendiculares a la dirección del anticlinal del Vilcanota, este control estructural le da un carácter de acuitardo a las rocas del Gr Mitu ya que en la zona no hay presencia de agua esto puede deberse a la infiltración de las aguas de lluvia hasta estratos más profundos del Gr Copacabana, abarca una extensión de 9.85 Km².

4.8.8 Acuitardo Quilque

Aflora hacia el sur de la zona de estudio y abarca una extensión de 2.03 Km² en el sector de Vicho Alto y está conformado por lutitas lacustres intercaladas con areniscas y microconglomerados, la presencia de arcillas y materiales calcáreos hace que esta Fm no presente surgencias de aguas subterráneas por lo que es de bajo interés hidrogeológico.

CAPÍTULO 5 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DE ACUÍFEROS

5.1 Análisis de vulnerabilidad

Para el análisis de vulnerabilidad de acuíferos a la contaminación existen diferentes metodologías utilizadas, tal como se ha descrito en el marco teórico del estudio, y considerando necesario establecer el método a ser utilizado de GOD.

5.2 Contaminación de los acuíferos.

En el entendido que la contaminación se puede conceptualizar como la alteración natural del agua, debido a la acción humana, que la convierte en total o parcialmente inutilizable para la utilización a la que está destinada. En el distrito de San Salvador se ha evaluado la incidencia de los tipos de contaminación más relevantes que se describen.

5.3 Contaminación urbana y doméstica.

Existen dos tipos de residuos generados por actividades urbanas, los residuos sólidos y los residuos líquidos o aguas residuales, ambos constituyen la amenaza más directa para la calidad de las aguas subterráneas.

El distrito de San Salvador y sus centros poblados no cuentan con un relleno sanitario donde disponer sus residuos sólidos, por lo cual vierten sus residuos sólidos al centro poblado de San Salvador, sin embargo, aunque en menores cantidades son vertidos en las áreas de los centros poblados, que no incide en los acuíferos, por estar en zonas de descarga.

5.4 Contaminación agrícola.

Probablemente la causa más generalizada e importante del deterioro de la calidad del agua subterránea en la región está dada como consecuencia de la actividad agrícola con el abuso del uso de pesticidas y fungicidas que van deteriorando la calidad del agua, sin embargo, en el distrito de San Salvador las zonas de recarga se hallan en las zonas altas donde las áreas agrícolas son

reducidas que generalmente son afectadas en las partes bajas hacia el río Vilcanota del distrito de San Salvador.

5.5 Método de análisis Vulnerabilidad del agua subterránea.

El método que se ha considerado para el análisis de vulnerabilidad de los acuíferos en el Distrito de San Salvador, esta relacionando tomando como parámetros los valores de vulnerabilidad del Grado de Confinamiento Hidráulico (GOD), vinculado al carácter litológico de los materiales, es decir la presencia de materiales de Lutitas, Areniscas, Pizarras, ya que, como se ha analizado, la contaminación por residuos, urbana y agrícola son incipientes y se dan en las zonas de descarga, estando las zonas de recarga en las zonas altas.

Por estas consideraciones el método de análisis vinculado a estas variables litológicas por el método GOD.

5.5.1 Método GOD

El método GOD fue desarrollado por Foster (1987) y es un método sencillo y sistemático, por lo que se usa cuando se cuenta con escasos datos, éstos no son fiables o no cubren la totalidad del territorio que se estudia.

Por su estructura simple y pragmática, es el método utilizado en primer lugar para estimar la vulnerabilidad a la contaminación de un acuífero.

El método GOD se basa en la asignación de índices entre 0 y 1 a tres variables, que son las que nominan el acrónimo:

G: ground water occurrence. Tipo de acuífero o modo de confinamiento u ocurrencia del agua subterránea.

O: overall aquifer class. Litología de la zona no saturada. Se evalúa teniendo en cuenta el grado de consolidación y las características litológicas y como consecuencia, de forma indirecta y

relativa, la porosidad, permeabilidad y contenido o retención específica de humedad de la zona no saturada.

D: depth to groundwater. Profundidad del agua subterránea o del acuífero.

Estos tres parámetros se multiplican para obtener una valoración de la vulnerabilidad de 0 (despreciable) a 1 (extrema):

$$GOD = G \times O \times D \approx 0-1$$

$$iV = G \times O \times D$$

Los parámetros G y O, pueden considerarse estables a lo largo del tiempo, mientras que el parámetro “D” es variable.

La lógica en la asignación de índices a cada variable es el resultado de un estudio previo del autor con respecto a las características de tipo de acuífero, litología de la zona no saturada y profundidad del agua subterránea. Estos índices fueron establecidos considerando la característica y la facilidad que permite ésta para un desplazamiento más rápido de cualquier contaminante hacia agua subterránea.

En el caso del tipo de acuífero el que tiene menor índice 0.2 y por ende menor vulnerabilidad es el tipo confinado contrario al acuífero no confinado que tiene índice 1, mayor vulnerabilidad. Mientras que la litología de la zona no saturada tiene índice 0.4 cuando se trata de arcillas y 1 cuando se trate de rocas calcáreas.

El caso de la profundidad del nivel freático, el agua que se encuentran sobre los 50 metros de profundidad tiene índice 0.6, mientras que el agua que tiene una profundidad menor a 1 metro, tiene índice 1.

5.6 VALORACIÓN DE LAS VARIABLES PARA EL MÉTODO.

Al multiplicar estos tres índices se obtiene un valor que se encuentra entre 0 y 1, vulnerabilidad despreciable y vulnerabilidad extrema.

Tabla 36

Categorías de vulnerabilidad para el método GOD

PUNTAJE	VULNERABILIDAD
0.7 – 1.0	Extrema
0.5 – 0.7	Alta
0.3 – 0.5	Media
0.1 – 0.3	Baja
< 0.1	Despreciable

Fuente: Método GOD, Foster (1987).

El método de asignación de puntuaciones a cada variable y los grados de valoración numérica de parámetros se muestra en el siguiente esquema:

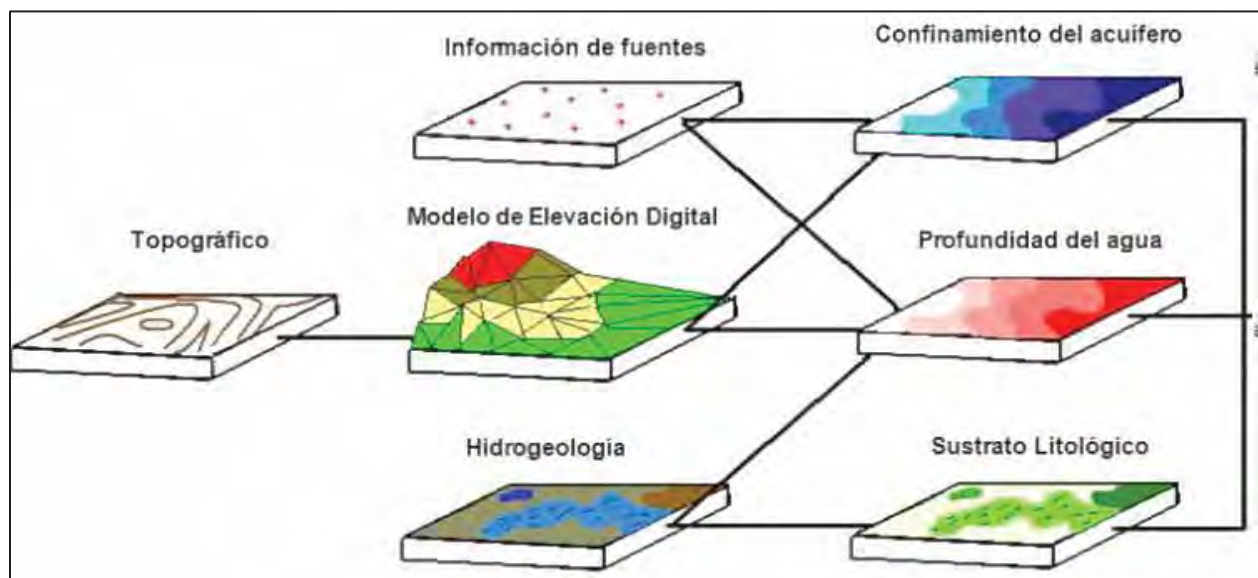


Figura 17 (Agüero & Pujol, 2000, pág. 14)

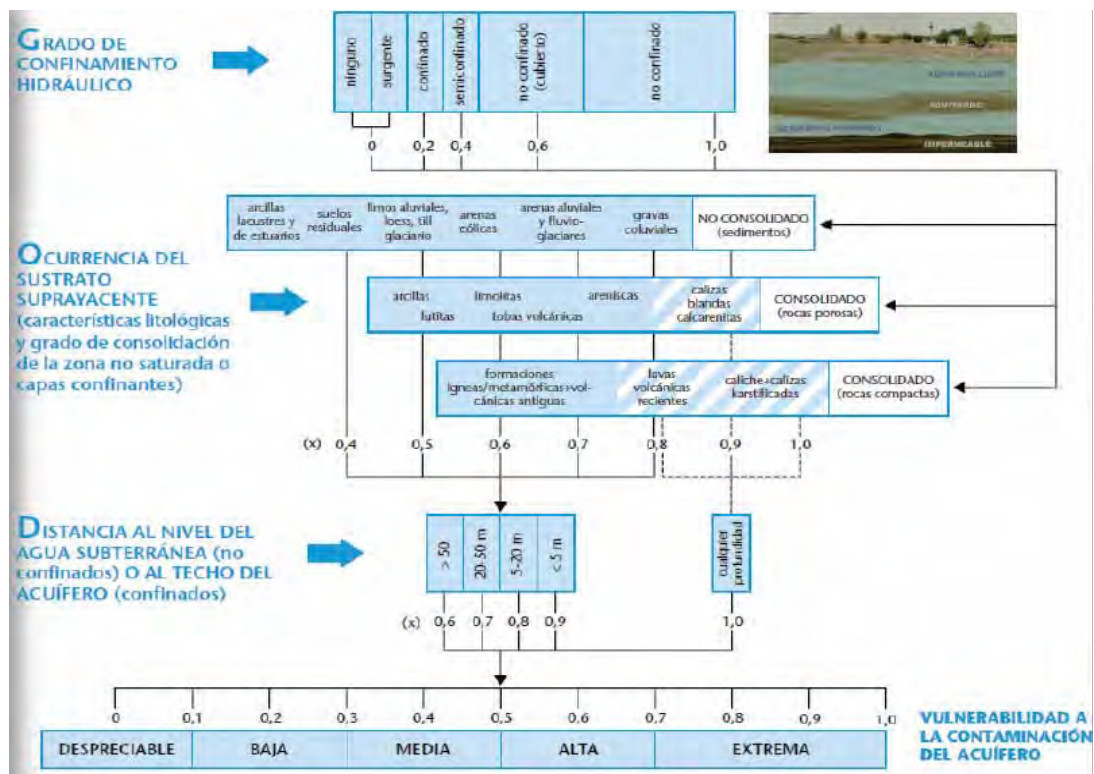


Figura 18 Esquema de Análisis de vulnerabilidad de acuíferos por el método GOD

5.7 Desarrollo de los valores por acuíferos

En los siguientes cuadros se desarrolla el análisis de Vulnerabilidad de Acuíferos, donde se describe los valores de las variables de acuerdo al método GOD, el valor final de la vulnerabilidad de los acuíferos resulta del producto de las variables descritas que resulta el valor del Índice GOD y el respectivo grado de vulnerabilidad.

Tabla 37
Análisis de vulnerabilidad para el acuífero Mitu

ACUIFERO MITU		
VARIABLE	Descripción	Valoración
G	NO CONFINADO	0.6
O	Areniscas Cuarzosas, limolitas pizarrosas, brechas, pizarras grises y lutitas.	0.7
D	Menor a 5 metros.	0.9
GOD	GxOxD	0.37
RESULTADO	VULNERABILIDAD MEDIA	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38

Análisis de vulnerabilidad para el acuífero Copacabana

ACUIFERO COPACABANA		
VARIABLE	Descripción	Valoración
G	NO CONFINADO	0.6
O	Areniscas cuarzosas, lutitas, limolitas, areniscas y conglomerados, calizas.	0.7
D	De 20 -50 Metros.	0.7
GOD	GxDxO	0.29
RESULTADO	VULNERABILIDAD BAJA	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39

Análisis de vulnerabilidad para el acuífero Fluvioglacial

ACUIFERO FLUVIOGLACIAR		
VARIABLE	Descripción	Valoración
G	NO CONFINADO	0.6
O	Areniscas y calizas	0.7
D	De 20 A 50 Metros.	0.7
GOD	GxOxD	0.29
RESULTADO	VULNERABILIDAD BAJA	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40

Análisis de vulnerabilidad para el acuífero Huancané

ACUIFERO HUANCANÉ		
VARIABLE	Descripción	Valoración
G	NO CONFINADO	0.6
O	Areniscas, calizas, cantos y gravas	0.8
D	De 5-20 Metros.	0.8
GOD	GxOxD	0.38
RESULTADO	VULNERABILIDAD MEDIA	

Fuente: Elaboración propia.

El mapa de vulnerabilidad, utilizando el método GOD, presenta a los acuíferos fisurados con grado de vulnerabilidad media y baja correspondientemente al Acuífero poroso no consolidado fluvio-glaciar, y una pequeña porción del acuífero Mítu, Acuífero de San Salvador con una vulnerabilidad despreciable tal como se muestra en las tablas anteriores.

Después de haber realizado la calificación a los acuíferos y teniendo en cuenta su extensión, observamos en el mapa de vulnerabilidad que en la margen izquierda predomina una vulnerabilidad despreciable a baja y en la margen derecha predomina la vulnerabilidad media.

La clasificación de la vulnerabilidad de acuíferos ayuda a proponer medidas de protección de las aguas subterráneas frente a posibles agentes contaminantes de distinto origen.

Tabla 41
Clasificación de la Vulnerabilidad según metodología GOD

Intervalo	Grado de Vulnerabilidad	Área Ha	Porcentaje
0.00 - 0.10	Despreciable	2,724.03	19.58%
0.10 - 0.30	Baja	9,947.26	71.51%
0.30 - 0.50	Media	1,239.15	8.91%
0.50 - 0.70	Alta	-	0.00%
0.70 - 1.00	Extrema	-	0.00%
TOTAL		13,910.43	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

La tabla anterior muestra el resultado de la aplicación de la metodología GOD para hallar la clasificación espacial de la Vulnerabilidad, realizando la sumatoria parcial por cada intervalo de vulnerabilidad se tiene que, en gran medida el área de estudio con un 71.51% (9,947.26 ha) pertenece a la clase “Baja” vulnerabilidad, seguido por la clase “Despreciable” vulnerabilidad con un 19.58% (2,724.03 ha) y en menor medida con un 8.91% (1,239.15 ha) está la clase “Media”

vulnerabilidad; las clases de “Alta” y “Extrema” vulnerabilidad para la presente tesis no se encontraron.

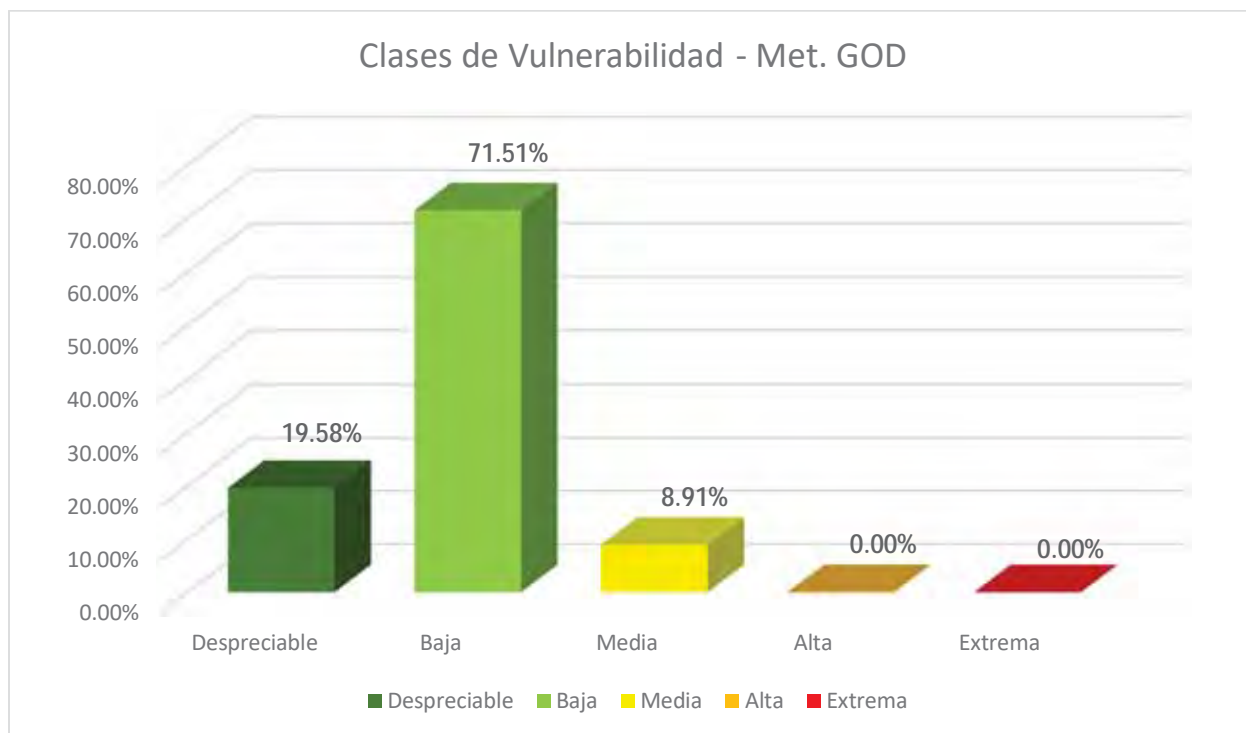


Figura 19 Resultados del análisis de vulnerabilidad de acuíferos por el método GOD

Para el presente estudio se caracterizó tres clases de Vulnerabilidad (Hernandez, 2004).

- **Despreciable (19.58 %)**, presencia de capas confinantes en las que el flujo vertical (percolación) es insignificante.
- **Baja (71.51 %)**, solo vulnerable a contaminantes conservativos cuando son descargados en forma amplia y continua durante largos periodos de tiempo.
- **Media (8.91 %)**, vulnerable a algunos contaminantes solo cuando son continuamente descargados o lixiviados.

5.7.1 Caracterización de acuíferos en función de la vulnerabilidad

Para caracterizar los acuíferos identificados en el presente trabajo de investigación, se realizó una superposición espacial de la capa de acuíferos sobre la capa de vulnerabilidad para obtener

una información cruzada y combinada (nombre de acuífero versus clase de vulnerabilidad) en una nueva capa resultante, a continuación, los resultados.

Tabla 42

Caracterización de los acuíferos en función de las clases de vulnerabilidad

Acuífero	Clases de Vulnerabilidad GOD (Ha)					Subtotal
	Despreciable	Baja	Media	Alta	Extrema	
Acuífero Copacabana		2,697.8385				2,697.84
Acuífero Fluvioglaciario			2.9726			2.97
Acuífero Huancané	0.0003	216.5339				216.53
Acuífero Mitu		6,966.6260				6,966.63
Acuitardo Ananea-Cabanillas	1,305.9600		1,236.1703			2,542.13
Acuitardo Mitu	985.4070	0.0090				985.42
Acuitardo Paucarbamba	211.4492					211.45
Acuitardo Quilque	202.3410	0.2711				202.61
No acuífero	18.8600	65.9815	0.0071			84.85
Total	2,724.02	9,947.26	1,239.15			13,910.43
Porcentaje	19.58%	71.51%	8.91%	0.00%	0.00%	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Se ha realizado el inventario de fuentes de agua identificando 39 manantes con caudales que varían entre 0.015 lts/seg hasta 5.75 lts/seg.
2. Se ha realizado pruebas de permeabilidad obteniendo valores promedio de $1.36E-02$ para el Grupo Mitu, $2.93E-03$ para el Gr. Copacabana, $3.00E-05$ para la Fm Huancané y $2.79E-04$ para los depósitos fluvioglaciares.
3. De los parámetros fisicoquímicos el PH en todas las muestras se encuentran como neutros con valores entre 6.74 y PH 8.43, es decir no existe aguas con contenidos ácidos o alcalinos, los valores de Conductividad Eléctrica varían entre $110 \mu\text{S}/\text{cm}$ y $1250 \mu\text{S}/\text{cm}$, en los aforos realizados tienen bajos contenidos de sólidos y sales disueltas.

Se realizó ensayos químicos de aniones y cationes para determinar la composición de las aguas subterráneas teniendo como elementos mayoritarios a los carbonatos de calcio seguido de aniones de bicarbonatos y en algunos sectores sulfatos, cationes de sodio, calcio y magnesio. Además de la presencia de elementos menores de cationes de K y Fe. Por lo que mayormente hay presencia de aguas bicarbonatadas cálcicas excepto por las zonas cercanas a la comunidad de Umachurco donde hay presencia de aguas sulfatadas cálcicas.

En cuanto a la dureza se obtuvo valores $19.9 \text{ mg}/\text{L}$ en la comunidad de Tiracancha donde se presentan aguas blandas hasta $812.5 \text{ mg}/\text{L}$ en la comunidad de Umachurco donde hay aguas muy duras.

4. Se ha identificado 8 Unidades hidrogeológicas siendo los principales los acuíferos fisurados Mitu y fisurado kárstico Copacabana seguido de un acuífero poroso no consolidado fluvioglacial.
5. La circulación del agua por los acuíferos es mayormente a través de sus fracturas

6. Se ha realizado el Balance hídrico con datos de precipitación, evapotranspiración y temperatura regionalizada por alturas, se calculó el coeficiente de escurrimiento (0.39) y se calculó la infiltración efectiva en área para cada acuífero identificado dando una capacidad de recarga total de 24,922,789 m³.
7. Se ha identificado las zonas de alimentación y recarga de agua en función a zonas donde se presenta excedente hídrico que son a partir de los 3475 m.s.n.m. y se consideró también el relieve y tipo de material de la zona.
8. Se ha realizado el análisis de vulnerabilidad de acuíferos por el método GOD dando como resultado que en la mayor parte de la zona de estudio (71.51 %) hay vulnerabilidad baja que corresponde a todos los acuíferos fisurados, el 8.91 % corresponde a una vulnerabilidad media del acuífero fluvioglaciario y en el 19.58 % de la zona hay vulnerabilidad despreciable que corresponde a los acuitardos.

RECOMENDACIONES

Hacer un análisis bacteriológico de las fuentes que presentan buena calidad hidroquímica para brindar una completa calidad del agua para el consumo humano.

2.- Se recomienda realizar estudios localizados en cada acuífero con prospecciones geológicas eléctricas para poder conocer sus parámetros hidrogeológicos y calcular sus reservas.

3.- Ejecutar pequeñas represas de agua superficial que permita acumular mayor cantidad de aguas de precipitación, dado que se pierde grandes volúmenes de agua por escorrentía superficial, de manera que estas puedan servir de recarga y al mismo tiempo de cosecha de agua.

4.- Realizar Captaciones de Aguas muy separadas para el consumo humano y por otro solo para irrigaciones de cultivos y áreas agrícolas.

5.- En base a estudios hidrogeológicos más detallados realizar los cálculos de volúmenes por acuífero que contribuiría a una mejor planificación hídrica en el distrito de San Salvador.

Bibliografía

- Agüero Valverde, J., & Pujol Mesalles, R. (2000). *Análisis de vulnerabilidad a la contaminación de una sección de los acuíferos del valle central de Costa Rica*. Costa Rica.
- Carlotto Caillaux, V., Cardenas Roque, J., & Carlier, G. (2011). *Geología del Cuadrángulo de Cusco 28-s - 1:50 000 INGEMMET*. Cusco, Perú: INGEMMET.
- Custodio, E., & Llamas, M. (1976). *Hidrología Subterránea*. Barcelona, España: Omega.
- Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud. (2011). *Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano: D.S. N° 031-2010-SA*. Lima: J.B. GRAFIC E.I.R.L.
- Gonzales de Vallejo, L. (2002). *Ingeniería Geológica*. Madrid, España: Pearson Educación.
- Intendencia de Recursos Hídricos. (2007). *Inventario de Fuentes de Agua Superficiales del Río Vilcanota*. Cusco, Perú: INRENA.
- López Gallegos, C. C. (2016). *Caracterización Económica del distrito de San Salvador*. San Salvador, Cusco, Perú: Gobierno Regional Cusco.
- Marocho Oré, T. (2016). *Atlas Climático del distrito de San Salvador*. San Salvador, Cusco, Perú: Gobierno Regional Cusco.
- Martínez Alfaro, P. E., Castaño Castaño, S., & Martínez Santos, P. (2006). *Fundamentos de Hidrogeología*. Madrid, España: Ediciones Mundi prensa.
- Plan Meriss II. (1980). Cusco, Perú: Plan Meriss II.
- Scholz, L. (1980). *Generación de caudales mensuales en la sierra peruana*. Cusco, Perú: Plan Meriss II.
- Tumpe Aguilar, R. (2015). *Memoria descriptiva del estudio geomorfológico del ámbito priorizado de san salvador provincia de calca*. San Salvador, Cusco, Perú: Gobierno Regional Cusco.
- Villón Bejar, M. (2002). *Hidrología*. Lima : Editorial Villón.

Werner, J. (1996). *Introducción a la hidrogeología*. Nuevo León , México: Universidad Autónoma de Nueva León.

Yoshinaga Pereira, S., & Albuquerque Rocha, G. (2000). *II Curso Internacional de aspectos geológicos de protección ambiental*. Campinas, Brasil: Oficina de UNESCO en Montevideo.

ANEXOS

1. FICHAS DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-01	CÓDIGO:	MSS-01
---------	----------	---------	--------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Siusa	Este:	199680
Distrito:	San Salvador	Norte:	8510791
Provincia:	Calca	Cota:	3668
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	p H:	7.36	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. Eléc.(μ S/cm)	0.36	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	0.18	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.236	Sedimentario	
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	13.5	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):	-	Cuaternario:	X
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:	
	Uso:	Riego	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

--	--

Fecha:	SEPT. 2017	Inventariado por:	Bach. Shirley Farfan y Moises Larico
--------	------------	-------------------	--------------------------------------



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-02	CÓDIGO:	MSS-02
---------	----------	---------	--------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Ccamahuara	Este:	199090
Distrito:	San Salvador	Norte:	8510288
Provincia:	Calca	Cota:	3557
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	p H:	7.37	Descripción del ambiente geológico	
Bofedal	C. Eléc.(μ S/cm)	0.38	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	0.19	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.776	Sedimentario:	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	14.9	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):	-	Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:	
	Uso:	Consumo	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

Bofedal ubicado en la parte baja del poblado Siusa, actualmente es usado para consumo humano, el agua proviene de las fracturas de las rocas de la formación Písaq

Fecha:	SEPT. 2017	Inventariado por:	Bach. Shirley Farfan y Moises Larico
--------	------------	-------------------	--------------------------------------



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-03	CÓDIGO:	MSS-03
---------	----------	---------	--------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Siusa Alta/Camahuara	Este:	200674
Distrito:	San Salvador	Norte:	8510925
Provincia:	Calca	Cota:	3879
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

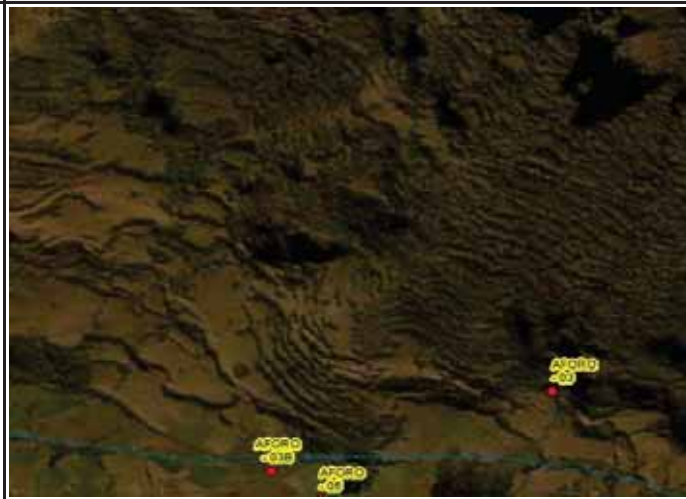
REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	pH:	7.16	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. Eléc.(μ S/cm)	0.6	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	0.3	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.102	Sedimentario	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	15.2	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):	-	Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:	
	Uso:	Riego	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

--	--	--

Fecha:	SEPT. 2017	Inventariado por:	Bach. Shirley Farfan y Moises Larico
--------	------------	-------------------	--------------------------------------



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-04	CÓDIGO:	MSS-04
---------	----------	---------	--------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Siusa Alta/Camahuara	Este:	200873
Distrito:	San Salvador	Norte:	8510806
Provincia:	Calca	Cota:	3916
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	pH:	-	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. Eléc.(μ S/cm)	-	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	-	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.116	Sedimentario	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	-	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):	-	Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:	
	Uso:	Sin uso	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

--

Fecha:	SEPT. 2017	Inventariado por:	Bach. Shirley Farfan y Moises Larico
--------	------------	-------------------	--------------------------------------



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-05	CÓDIGO:	MSS-05
---------	----------	---------	--------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Siusa Alta/Ccamahuara	Este:	200545
Distrito:	San Salvador	Norte:	8510860
Provincia:	Calca	Cota:	3844
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	pH:	7.1	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. Eléc.(μ S/cm)	0.81	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	0.31	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.217	Sedimentario	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	13.6	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):	-	Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:	
	Uso:	Riego	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

--	--

Fecha:	SEPT. 2017	Inventariado por:	Bach. Shirley Farfan y Moises Larico
--------	------------	-------------------	--------------------------------------



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-06	CÓDIGO:	MSS-06
---------	----------	---------	--------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Umachurco - Sector Chiripata	Este:	202216
Distrito:	San Salvador	Norte:	8508272
Provincia:	Calca	Cota:	3696
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	p H:	6.74	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. Eléc.(μ S/cm)	1.23	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	0.16	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.291	Sedimentario	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	11.6	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):	-	Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:	
	Uso:	Sin uso	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

--	--	--	--

Fecha:	SEPT. 2017	Inventariado por:	Bach. Shirley Farfan y Moises Larico
--------	------------	-------------------	--------------------------------------



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-07	CÓDIGO:	MSS-07
---------	----------	---------	--------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Umachurco - Sector Chiripata	Este:	202233
Distrito:	San Salvador	Norte:	8508390
Provincia:	Calca	Cota:	3740
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	p H:	-	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. Eléc.(μ S/cm)	-	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	-	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.305	Sedimentario	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	-	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):	-	Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:	
	Uso:	-	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

--	--	--

Fecha:	SEPT. 2017	Inventariado por:	Bach. Shirley Farfan y Moises Larico
--------	------------	-------------------	--------------------------------------



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-08	CÓDIGO:	MSS-08
---------	----------	---------	--------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Umachurco	Este:	202276
Distrito:	San Salvador	Norte:	8508660
Provincia:	Calca	Cota:	3789
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	p H:	-	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. Eléc.(μ S/cm)	-	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	-	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.144	Sedimentario	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	-	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):	-	Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:	
	Uso:		Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

--	--

Fecha:	SEPT. 2017	Inventariado por:	Bach. Shirley Farfan y Moises Larico
--------	------------	-------------------	--------------------------------------



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-09	CÓDIGO:	MSS-09
---------	----------	---------	--------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Umachurco	Este:	202320
Distrito:	San Salvador	Norte:	8508407
Provincia:	Calca	Cota:	3796
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	p H:	-	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. Eléc.(μ S/cm)	-	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	-	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.202	Sedimentario	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	-	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):	-	Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:	
	Uso:	Riego	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

Área vacía para registrar detalles y observaciones.

Fecha: SEPT. 2017 Inventariado por: Bach. Shirley Farfan y Moises Larico





FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-10		CÓDIGO:	MSS-10	
UBICACIÓN					
UBICACIÓN POLÍTICA			COORDENADAS UTM		
Lugar:	Umachurco		Este:	202321	
Distrito:	San Salvador		Norte:	8506810	
Provincia:	Calca		Cota:	3507	
Departamento:	Cusco		Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur	
REGISTRO DE CAMPO					
Tipo de fuente:	p H:	-	Descripción del ambiente geológico		
Manantial	C. Eléc.(μ S/cm)	-	Intrusivo:		
N.P. (m):	TDS:	-	Volcanico:		
	Caudal (Lts/s):	0.116	Sedimentario	X	
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	-	Metamorfico:		
	T° Amb (°C):	-	Cuaternario:		
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:		
	Uso:	Riego	Pendiente:		
Foto:	Croquis de Ubicación:				
					
Detalles/Observaciones:					
Fecha:	SEPT. 2017	Inventariado por:	Bach. Shirley Farfan y Moises Larico		



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-11	CÓDIGO:	MSS-11
---------	----------	---------	--------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Tiracancha	Este:	204746
Distrito:	San Salvador	Norte:	8511898
Provincia:	Calca	Cota:	4254
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	p H:	-	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. Eléc.(μ S/cm)	-	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	-	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.156	Sedimentario	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	-	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):	-	Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:	
	Uso:	Sin Uso	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

Área vacía para registrar detalles u observaciones.

Fecha: SEPT. 2017 Inventariado por: Bach. Shirley Farfan y Moises Larico



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-12	CÓDIGO:	MSS-12
---------	----------	---------	--------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Huanca	Este:	195764
Distrito:	San Salvador	Norte:	8506812
Provincia:	Calca	Cota:	3432
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	p H:	7.27	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. Eléc.(μ S/cm)	0.51	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	0.25	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.317	Sedimentario	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	15.2	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):	-	Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:	
	Uso:	Riego	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

--	--

Fecha:	SEPT. 2017	Inventariado por:	Bach. Shirley Farfan y Moises Larico
--------	------------	-------------------	--------------------------------------



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-13	CÓDIGO:	MSS-13
---------	----------	---------	--------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Huanca	Este:	195661
Distrito:	San Salvador	Norte:	8506685
Provincia:	Calca	Cota:	3479
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	p H:	7.18	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. Eléc.(μ S/cm)	0.5	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	0.25	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.199	Sedimentario:	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	14.6	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):	-	Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:	
	Uso:	Riego	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

--	--

Fecha:	SEPT. 2017	Inventariado por:	Bach. Shirley Farfan y Moises Larico
--------	------------	-------------------	--------------------------------------



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-14	CÓDIGO:	MSS-14
---------	----------	---------	--------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Qosqo ayllu - Sector Uchumuca	Este:	194287
Distrito:	San Salvador	Norte:	8508352
Provincia:	Calca	Cota:	3273
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	p H:	-	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. Eléc.(μ S/cm)	-	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	-	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.474	Sedimentario	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	-	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):	-	Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:	
	Uso:	Riego	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

--	--

Fecha:	SEPT. 2017	Inventariado por:	Bach. Shirley Farfan y Moises Larico
--------	------------	-------------------	--------------------------------------



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-15	CÓDIGO:	MSS-15
---------	----------	---------	--------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Qosqo ayllu - Sector Uchumuca	Este:	194240
Distrito:	San Salvador	Norte:	8508281
Provincia:	Calca	Cota:	3281
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	p H:	-	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. Eléc.(μ S/cm)	-	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	-	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.337	Sedimentario	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	-	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):	-	Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:	
	Uso:	Sin uso	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

--	--	--

Fecha:	SEPT. 2017	Inventariado por:	Bach. Shirley Farfan y Moises Larico
--------	------------	-------------------	--------------------------------------



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-16	CÓDIGO:	MSS-16
---------	----------	---------	--------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Qosqo ayllu - Sector Uchumuca	Este:	194887
Distrito:	San Salvador	Norte:	8507898
Provincia:	Calca	Cota:	3253
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

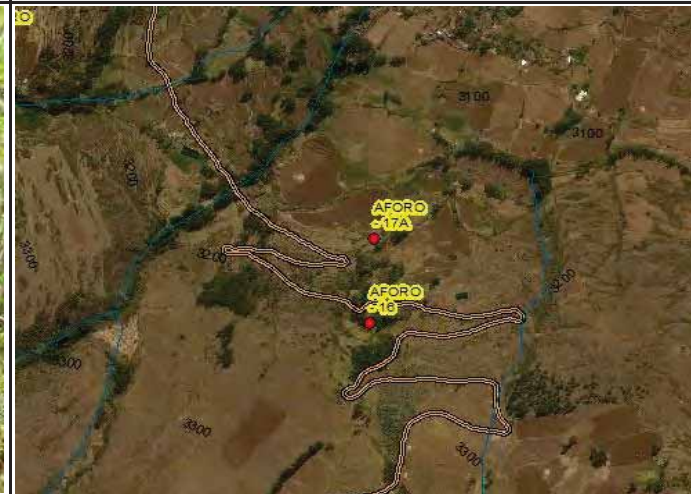
REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	p H:	-	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. Eléc.(μ S/cm)	-	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	-	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.103	Sedimentario	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	-	Metamorfoico:	
	T° Amb (°C):	-	Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:	
	Uso:	Sin uso	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

Área vacía para registrar detalles u observaciones.

Fecha: SEPT. 2017 Inventariado por: Bach. Shirley Farfan y Moises Larico



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-17A	CÓDIGO:	MSS-17A
---------	-----------	---------	---------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Qosqo ayllu - Sector Uchumuca	Este:	194894
Distrito:	San Salvador	Norte:	8508037
Provincia:	Calca	Cota:	3177
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	pH:	-	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. Eléc.(μ S/cm)	-	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	-	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.047	Sedimentario	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	-	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):	-	Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:	
	Uso:	Sin uso	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

--	--

Fecha:	SEPT. 2017	Inventariado por:	Bach. Shirley Farfan y Moises Larico
--------	------------	-------------------	--------------------------------------



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-17B	CÓDIGO:	MSS-17B
---------	-----------	---------	---------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Vicho	Este:	203229
Distrito:	San Salvador	Norte:	8500125
Provincia:	Calca	Cota:	3246
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	p H:	-	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. Eléc.(μ S/cm)	-	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	-	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.172	Sedimentario	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	-	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):	-	Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:	
	Uso:	Sin uso	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

--	--	--	--

Fecha:	SEPT. 2017	Inventariado por:	Bach. Shirley Farfan y Moises Larico
--------	------------	-------------------	--------------------------------------



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-18A	CÓDIGO:	MSS-18A
---------	-----------	---------	---------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Vicho	Este:	203083
Distrito:	San Salvador	Norte:	8499949
Provincia:	Calca	Cota:	3299
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	p H:	6.98	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. Eléc.(μ S/cm)	0.25	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	0.13	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.209	Sedimentario:	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	16.2	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):	-	Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:	
	Uso:	Riego	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

Área vacía para registrar detalles u observaciones.

Fecha: SEPT. 2017 Inventariado por: Bach. Shirley Farfan y Moises Larico



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-18B	CÓDIGO:	MSS-18B
---------	-----------	---------	---------

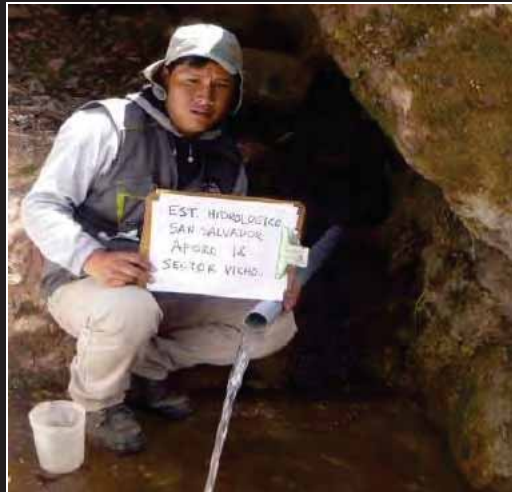
UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Vicho	Este:	203694
Distrito:	San Salvador	Norte:	8499217
Provincia:	Calca	Cota:	3405
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	p H:	-	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. Eléc.(μ S/cm)	-	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	-	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.202	Sedimentario	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	-	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):	-	Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:	
	Uso:	Consumo	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

Área reservada para detalles y observaciones del campo.

Fecha: SEPT. 2017 Inventariado por: Bach. Shirley Farfan y Moises Larico



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-19	CÓDIGO:	MSS-19
---------	----------	---------	--------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Qosqo Ayllu	Este:	195355
Distrito:	San Salvador	Norte:	8508578
Provincia:	Calca	Cota:	3080
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	p H:	7.32	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. E.(mS/cm):	0.7	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	0.35	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.502	Sedimentario:	
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	16.9	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):		Cuaternario:	X
Subcuenca:	Color:	transparente	Morfología:	
	Uso:	Potable	Pendiente:	baja

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

Manante captado para consumo humano ubicado dentro del poblado de Qosqo Ayllu que esta sobre un deposito aluvial

Fecha: SEPT. 2017 Inventariado por: Bach. Shirley Farfan y Moises Larico



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-20	CÓDIGO:	MSS-20
---------	----------	---------	--------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Qosqo Ayllu	Este:	193781
Distrito:	San Salvador	Norte:	8509466
Provincia:	Calca	Cota:	3342
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	p H:	7.24	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. E.(mS/cm):	0.48	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	0.24	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.145	Sedimentario	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	16.6	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):		Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	transparente	Morfología:	
	Uso:	Consumo	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

Manante ubicado a 1.5 Kms al noroeste del poblado de Qosqo Ayllu captado en el mismo punto, usado para consumo humano, el manante sale de las rocas del Grupo Mitu

Fecha:	SEPT. 2017	Inventariado por:	Bach. Shirley Farfan y Moises Larico
--------	------------	-------------------	--------------------------------------



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-21	CÓDIGO:	MSS-21
---------	----------	---------	--------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Qosqo Ayllu	Este:	193902
Distrito:	San Salvador	Norte:	8509442
Provincia:	Calca	Cota:	3305
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	p H:	8.13	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. E.(mS/cm):	0.58	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	0.29	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.058	Sedimentario	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	15.5	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):		Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Semiturbio	Morfología:	
	Uso:	Riego	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

Manante ubicado a 1.4 Kms al noroeste del poblado de Qosqo Ayllu, parte baja de la quebrada, aflora desde las rocas del Grupo Mitu

Fecha:	SEPT. 2017	Inventariado por:	Bach. Shirley Farfan y Moises Larico
--------	------------	-------------------	--------------------------------------



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-22	CÓDIGO:	MSS-22
---------	----------	---------	--------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Pacor Alto - Sector Sinchahuayco	Este:	203747
Distrito:	San Salvador	Norte:	8504605
Provincia:	Calca	Cota:	8504605
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	p H:	6.75	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. Ec.(mS/cm):	0.58	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	0.29	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.281	Sedimentario:	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	12.5	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):		Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:	
	Uso:	Riego	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

--	--

Fecha:	SEPT. 2017	Inventariado por:	Bach. Shirley Farfan y Moises Larico
--------	------------	-------------------	--------------------------------------



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-23	CÓDIGO:	MSS-23
---------	----------	---------	--------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Pacor Alto - Sector Huamanpujio	Este:	203890
Distrito:	San Salvador	Norte:	8504883
Provincia:	Calca	Cota:	3370
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	p H:	6.85	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. Eléc.(μ S/cm)	0.52	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	0.26	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.064	Sedimentario	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	12.7	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):	-	Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:	
	Uso:	Sin uso	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

--	--	--

Fecha:	SEPT. 2017	Inventariado por:	Bach. Shirley Farfan y Moises Larico
--------	------------	-------------------	--------------------------------------



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-24	CÓDIGO:	MSS-24
---------	----------	---------	--------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Hacienda Quillahuasi	Este:	196535
Distrito:	San Salvador	Norte:	8508589
Provincia:	Calca	Cota:	3031
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	p H:	6.87	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. Eléc.(μ S/cm)	0.32	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	0.16	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.017	Sedimentario	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	14.2	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):	-	Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Amarillento	Morfología:	
	Uso:	-	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

Manante en material coluvial sobre rocas del Grupo Copacabana

Fecha:	SEPT. 2017	Inventariado por:	Bach. Shirley Farfan y Moises Larico
--------	------------	-------------------	--------------------------------------



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-25	CÓDIGO:	MSS-25
---------	----------	---------	--------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Parpacalle	Este:	200602
Distrito:	San Salvador	Norte:	8501155
Provincia:	Calca	Cota:	4114
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	p H:	7.99	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. Eléc.(μ S/cm)	0.11	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	0.05	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.076	Sedimentario:	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	10.8	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):	-	Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:	
	Uso:	Sin uso	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

Área vacía para registrar detalles u observaciones.

Fecha: SEPT. 2017 Inventariado por: Bach. Shirley Farfan y Moises Larico



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-26	CÓDIGO:	MSS-26
---------	----------	---------	--------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Occoruro	Este:	201920
Distrito:	San Salvador	Norte:	8512271
Provincia:	Calca	Cota:	4133
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	p H:	7.8	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. Eléc.(μ S/cm)	0.25	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	0.13	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.935	Sedimentario	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	7.8	Metamorfo:	
	T° Amb (°C):		Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:	
	Uso:	Sin Uso	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

Área vacía para registrar detalles u observaciones.

Fecha: SEPT. 2017 Inventariado por: Bach. Shirley Farfan y Moises Larico



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-27	CÓDIGO:	MSS-27
---------	----------	---------	--------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Occoruro	Este:	202689
Distrito:	San Salvador	Norte:	8512459
Provincia:	Calca	Cota:	4264
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

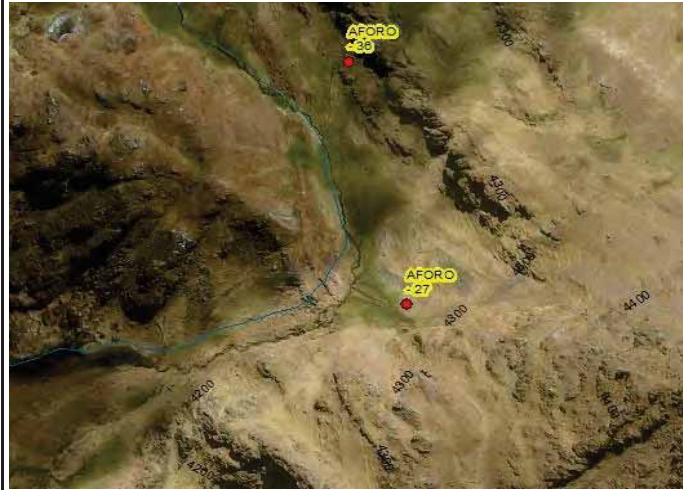
REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	p H:	8.11	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. Eléc.(μ S/cm)	0.24	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	0.12	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.26	Sedimentario	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	9	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):	-	Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:	
	Uso:	Sin uso	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

--	--	--

Fecha:	SEPT. 2017	Inventariado por:	Bach. Shirley Farfan y Moises Larico
--------	------------	-------------------	--------------------------------------



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-28	CÓDIGO:	MSS-28
---------	----------	---------	--------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Tirakancha	Este:	203519
Distrito:	San Salvador	Norte:	8512344
Provincia:	Calca	Cota:	4382
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	p H:	8.43	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. Eléc.(μ S/cm)	0.25	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	0.06	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.226	Sedimentario:	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	10.1	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):	-	Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:	
	Uso:	Sin uso	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

--	--	--

Fecha:	SEPT. 2017	Inventariado por:	Bach. Shirley Farfan y Moises Larico
--------	------------	-------------------	--------------------------------------



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-29	CÓDIGO:	MSS-29
---------	----------	---------	--------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Tirakancha	Este:	205480
Distrito:	San Salvador	Norte:	8510595
Provincia:	Calca	Cota:	4279
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	p H:	8.11	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. Eléc.(μ S/cm)	0.02	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	0.01	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.202	Sedimentario	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	17.4	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):	-	Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:	
	Uso:	Sin Uso	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

--	--	--

Fecha:	SEPT. 2017	Inventariado por:	Bach. Shirley Farfan y Moises Larico
--------	------------	-------------------	--------------------------------------



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-30	CÓDIGO:	MSS-30
---------	----------	---------	--------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Pillahuara	Este:	194923
Distrito:	San Salvador	Norte:	8510941
Provincia:	Calca	Cota:	3095
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	p H:	8.05	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. Eléc.(μ S/cm)	0.29	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	0.14	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.2	Sedimentario	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	15.5	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):	15.8	Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:	
	Uso:	Potable	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

--	--

Fecha:	SEPT. 2017	Inventariado por:	Bach. Shirley Farfan y Moises Larico
--------	------------	-------------------	--------------------------------------



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-31	CÓDIGO:	MSS-31
---------	----------	---------	--------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Siusa Baja	Este:	198797
Distrito:	San Salvador	Norte:	8510213
Provincia:	Calca	Cota:	3531
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	p H:	-	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. Eléc.(μ S/cm)	-	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	-	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	2.353	Sedimentario	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	-	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):	-	Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:	
	Uso:		Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

--	--	--

Fecha:	SEPT. 2017	Inventariado por:	Bach. Shirley Farfan y Moises Larico
--------	------------	-------------------	--------------------------------------



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-32	CÓDIGO:	MSS-32
---------	----------	---------	--------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Siusa	Este:	199715
Distrito:	San Salvador	Norte:	8510824
Provincia:	Calca	Cota:	3675
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	p H:	-	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. Eléc.(μ S/cm)	-	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	-	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	0.015	Sedimentario	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	-	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):	-	Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:	
	Uso:	Sin uso	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

--	--

Fecha:	SEPT. 2017	Inventariado por:	Bach. Shirley Farfan y Moises Larico
--------	------------	-------------------	--------------------------------------



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-33	CÓDIGO:	MSS-33
---------	----------	---------	--------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	San Salvador Pueblo	Este:	201258
Distrito:	San Salvador	Norte:	8504809
Provincia:	Calca	Cota:	3070
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	p H:	-	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. Eléc.(μ S/cm)	-	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	-	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):		Sedimentario	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	-	Metamorfico:	
	T° Amb (°C):	-	Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:	
	Uso:	Potable	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:



Detalles/Observaciones:

--	--

Fecha:	SEPT. 2017	Inventariado por:	Bach. Shirley Farfan y Moises Larico
--------	------------	-------------------	--------------------------------------



FICHA DE INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA

“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR PROVINCIA DE CALCA
DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

NOMBRE:	AFORO-34	CÓDIGO:	MSS-34
---------	----------	---------	--------

UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA		COORDENADAS UTM	
Lugar:	Parpacalle (inferido)	Este:	200657
Distrito:	San Salvador	Norte:	8502488
Provincia:	Calca	Cota:	3880
Departamento:	Cusco	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur

REGISTRO DE CAMPO

Tipo de fuente:	p H:	-	Descripción del ambiente geológico	
Manantial	C. Eléc.(μ S/cm)	-	Intrusivo:	
N.P. (m):	TDS:	-	Volcanico:	
	Caudal (Lts/s):	2	Sedimentario	X
Cuenca Hidrográfica:	T° Agua (°C):	-	Metamorfoico:	
	T° Amb (°C):	-	Cuaternario:	
Subcuenca:	Color:	Incoloro	Morfología:	
	Uso:	Potable	Pendiente:	

Foto:



Croquis de Ubicación:




Detalles/Observaciones:

--	--

Fecha:	SEPT. 2017	Inventariado por:	Bach. Shirley Farfan y Moises Larico
--------	------------	-------------------	--------------------------------------

2. FICHAS DE CAUDALES


CÁLCULO DE CAUDAL				
(Método Volumetrico)				
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUIFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO			
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA			
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM		
PROVINCIA:	Calca	Este:	199680	
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8510791	
LUGAR:	Siusa	Cota:	3668	
CÓDIGO:	AFORO - 01		Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)		
	4	17.62		
	4	17.40		
	4	16.69		
	4	16.19		
	4	16.71		
VOLUMEN	4 Lts			
TIEMPO PROMEDIO	16.92 Seg			
CAUDAL:	0.236 Lts/Seg			
Fecha:				
Septiembre 2017				


CÁLCULO DE CAUDAL				
(Método Volumetrico)				
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUIFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO			
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA			
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM		
PROVINCIA:	Calca	Este:	199090	
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8510288	
LUGAR:	Ccamahuara (Bofedal)	Cota:	3557	
CÓDIGO:	AFORO - 02		Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)		
	1	1.20		
	1	1.29		
	1	1.38		
	1	1.42		
	1	1.15		
VOLUMEN	1 Lts			
TIEMPO PROMEDIO	1.29 Seg			
CAUDAL:	0.776 Lts/Seg			
Fecha:				
Septiembre 2017				

CÁLCULO DE CAUDAL			
(Método Volumetrico)			
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO		
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA		
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM	
PROVINCIA:	Calca	Este:	200674
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8510925
LUGAR:	Siusa Alta/Camahuaara	Cota:	3879
CÓDIGO:	AFORO - 03		Datum: WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)	
	0.5	5.50	
	0.5	4.80	
	0.5	4.60	
	0.5	4.90	
	0.5	4.70	
VOLUMEN	0.5 Lts		
TIEMPO PROMEDIO	4.90 Seg		
CAUDAL:	0.102 Lts/Seg		
Fecha:			
Septiembre 2017			

CÁLCULO DE CAUDAL			
(Método Volumetrico)			
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO		
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA		
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM	
PROVINCIA:	Calca	Este:	200873
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8510806
LUGAR:	Siusa Alta/Ccamahuaara	Cota:	3916
CÓDIGO:	AFORO - 04		Datum: WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)	
	0.5	4.50	
	0.5	4.20	
	0.5	4.30	
	0.5	4.40	
	0.5	4.10	
VOLUMEN	0.5 Lts		
TIEMPO PROMEDIO	4.30 Seg		
CAUDAL:	0.116 Lts/Seg		
Fecha:			
Septiembre 2017			


CÁLCULO DE CAUDAL			
(Método Volumetrico)			
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO		
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA		
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM	
PROVINCIA:	Calca	Este:	200545
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8510860
LUGAR:	Siusa Alta/Ccamahuara	Cota:	3844
CÓDIGO:	AFORO - 05		Datum: WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)	
	0.5	2.60	
	0.5	2.30	
	0.5	2.10	
	0.5	2.30	
	0.5	2.20	
VOLUMEN	0.5 Lts		
TIEMPO PROMEDIO	2.30 Seg		
CAUDAL:	0.217 Lts/Seg		
Fecha:			
Septiembre 2017			


CÁLCULO DE CAUDAL			
(Método Volumetrico)			
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO		
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA		
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM	
PROVINCIA:	Calca	Este:	202216
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8508272
LUGAR:	Umachurco - Sector Chiripata	Cota:	3696
CÓDIGO:	AFORO - 06		Datum: WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)	
	0.5	1.90	
	0.5	1.80	
	0.5	1.60	
	0.5	1.70	
	0.5	1.60	
VOLUMEN	0.5 Lts		
TIEMPO PROMEDIO	1.72 Seg		
CAUDAL:	0.291 Lts/Seg		
Fecha:			
Septiembre 2017			

CÁLCULO DE CAUDAL				
(Método Volumetrico)				
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO			
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA			
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM		
PROVINCIA:	Calca	Este:	202233	
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8508390	
LUGAR:	Umachurco - Sector Chiripata	Cota:	3740	
CÓDIGO:	AFORO - 07		Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)		
	0.5	1.70		
	0.5	1.60		
	0.5	1.70		
	0.5	1.40		
	0.5	1.80		
VOLUMEN	0.5 Lts			
TIEMPO PROMEDIO	1.64 Seg			
CAUDAL:	0.305 Lts/Seg			
Fecha:				
Septiembre 2017				


CÁLCULO DE CAUDAL				
(Método Volumetrico)				
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO			
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA			
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM		
PROVINCIA:	Calca	Este:	202276	
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8508660	
LUGAR:	Umachurco	Cota:	3789	
CÓDIGO:	AFORO - 08		Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)		
	0.5	3.50		
	0.5	3.48		
	0.5	3.28		
	0.5	3.70		
	0.5	3.45		
VOLUMEN	0.5 Lts			
TIEMPO PROMEDIO	3.48 Seg			
CAUDAL:	0.144 Lts/Seg			
Fecha:				
Septiembre 2017				


CÁLCULO DE CAUDAL			
(Método Volumetrico)			
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO		
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA		
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM	
PROVINCIA:	Calca	Este:	202320
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8508407
LUGAR:	Umachurco	Cota:	3796
CÓDIGO:	AFORO - 09		Datum: WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)	
	0.5	2.40	
	0.5	2.60	
	0.5	2.70	
	0.5	2.30	
	0.5	2.40	
VOLUMEN	0.5 Lts		
TIEMPO PROMEDIO	2.48 Seg		
CAUDAL:	0.202 Lts/Seg		
Fecha:			
Septiembre 2017			


CÁLCULO DE CAUDAL			
(Método Volumetrico)			
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO		
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA		
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM	
PROVINCIA:	Calca	Este:	202321
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8506810
LUGAR:	Umachurco	Cota:	3507
CÓDIGO:	AFORO - 10		Datum: WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)	
	0.5	4.60	
	0.5	4.30	
	0.5	4.30	
	0.5	4.10	
	0.5	4.30	
VOLUMEN	0.5 Lts		
TIEMPO PROMEDIO	4.32 Seg		
CAUDAL:	0.116 Lts/Seg		
Fecha:			
Septiembre 2017			


CÁLCULO DE CAUDAL				
(Método Volumetrico)				
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO			
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA			
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM		
PROVINCIA:	Calca	Este:	204746	
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8511898	
LUGAR:	Tiracancha	Cota:	4254	
CÓDIGO:	AFORO - 11		Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)		
	0.5	3.10		
	0.5	3.40		
	0.5	3.10		
	0.5	3.20		
	0.5	3.20		
VOLUMEN	0.5 Lts			
TIEMPO PROMEDIO	3.20 Seg			
CAUDAL:	0.156 Lts/Seg			
Fecha:				
Septiembre 2017				


CÁLCULO DE CAUDAL				
(Método Volumetrico)				
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO			
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA			
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM		
PROVINCIA:	Calca	Este:	195764	
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8506812	
LUGAR:	Huanca	Cota:	3432	
CÓDIGO:	AFORO - 12		Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)		
	0.5	1.58		
	0.5	1.51		
	0.5	1.60		
	0.5	1.70		
	0.5	1.50		
VOLUMEN	0.5 Lts			
TIEMPO PROMEDIO	1.58 Seg			
CAUDAL:	0.317 Lts/Seg			
Fecha:				
Septiembre 2017				


CÁLCULO DE CAUDAL			
(Método Volumetrico)			
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO		
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA		
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM	
PROVINCIA:	Calca	Este:	195661
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8506685
LUGAR:	Huanca	Cota:	3479
CÓDIGO:	AFORO - 13		Datum: WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)	
	0.5	2.51	
	0.5	2.49	
	0.5	2.53	
	0.5	2.51	
	0.5	2.52	
VOLUMEN	0.5 Lts		
TIEMPO PROMEDIO	2.51 Seg		
CAUDAL:	0.199 Lts/Seg		
Fecha:			
Septiembre 2017			


CÁLCULO DE CAUDAL			
(Método Volumetrico)			
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO		
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA		
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM	
PROVINCIA:	Calca	Este:	194287
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8508352
LUGAR:	Qosqo ayllu - Sector Uchumuca	Cota:	3273
CÓDIGO:	AFORO - 14		Datum: WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)	
	1	2.09	
	1	2.10	
	1	2.21	
	1	2.02	
	1	2.12	
VOLUMEN	1 Lts		
TIEMPO PROMEDIO	2.11 Seg		
CAUDAL:	0.474 Lts/Seg		
Fecha:			
Septiembre 2017			

CÁLCULO DE CAUDAL			
(Método Volumetrico)			
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO		
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA		
	UBICACIÓN		COORDENADAS UTM
PROVINCIA:	Calca	Este:	194240
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8508281
LUGAR:	Qosqo ayllu - Sector Uchumuca	Cota:	3281
CÓDIGO:	AFORO - 15		Datum: WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)	
	1	3.05	
	1	2.82	
	1	2.90	
	1	2.95	
	1	3.10	
VOLUMEN	1 Lts		
TIEMPO PROMEDIO	2.96 Seg		
CAUDAL:	0.337 Lts/Seg		
	Fecha:		
	Septiembre 2017		

CÁLCULO DE CAUDAL			
(Método Volumetrico)			
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO		
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA		
	UBICACIÓN		COORDENADAS UTM
PROVINCIA:	Calca	Este:	194887
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8507898
LUGAR:	Qosqo ayllu - Sector Uchumuca	Cota:	3253
CÓDIGO:	AFORO - 16		Datum: WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)	
	0.5	4.98	
	0.5	4.80	
	0.5	4.95	
	0.5	4.79	
	0.5	4.85	
VOLUMEN	0.5 Lts		
TIEMPO PROMEDIO	4.87 Seg		
CAUDAL:	0.103 Lts/Seg		
	Fecha:		
	Septiembre 2017		


CÁLCULO DE CAUDAL			
(Método Volumetrico)			
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO		
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA		
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM	
PROVINCIA:	Calca	Este:	194894
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8508037
LUGAR:	Qosqo ayllu - Sector Uchumuca	Cota:	3177
CÓDIGO:	AFORO - 17A		Datum: WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)	
	0.5	10.00	
	0.5	11.00	
	0.5	10.40	
	0.5	10.60	
	0.5	10.80	
VOLUMEN	0.5 Lts		
TIEMPO PROMEDIO	10.56 Seg		
CAUDAL:	0.047 Lts/Seg		
Fecha:			
Septiembre 2017			


CÁLCULO DE CAUDAL			
(Método Volumetrico)			
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO		
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA		
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM	
PROVINCIA:	Calca	Este:	203229
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8500125
LUGAR:	Vicho	Cota:	3246
CÓDIGO:	AFORO - 17B		Datum: WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)	
	0.5	2.80	
	0.5	2.90	
	0.5	3.10	
	0.5	2.90	
	0.5	2.80	
VOLUMEN	0.5 Lts		
TIEMPO PROMEDIO	2.90 Seg		
CAUDAL:	0.172 Lts/Seg		
Fecha:			
Septiembre 2017			


CÁLCULO DE CAUDAL			
(Método Volumetrico)			
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO		
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA		
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM	
PROVINCIA:	Calca	Este:	203083
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8499949
LUGAR:	Vicho	Cota:	3299
CÓDIGO:	AFORO - 18A		Datum: WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)	
	0.5	2.40	
	0.5	2.50	
	0.5	2.30	
	0.5	2.35	
	0.5	2.40	
VOLUMEN	0.5 Lts		
TIEMPO PROMEDIO	2.39 Seg		
CAUDAL:	0.209 Lts/Seg		
Fecha:			
Septiembre 2017			


CÁLCULO DE CAUDAL			
(Método Volumetrico)			
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO		
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA		
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM	
PROVINCIA:	Calca	Este:	203694
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8499217
LUGAR:	Vicho	Cota:	3405
CÓDIGO:	AFORO - 18B		Datum: WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)	
	0.5	2.40	
	0.5	2.60	
	0.5	2.70	
	0.5	2.30	
	0.5	2.40	
VOLUMEN	0.5 Lts		
TIEMPO PROMEDIO	2.48 Seg		
CAUDAL:	0.202 Lts/Seg		
Fecha:			
Septiembre 2017			


CÁLCULO DE CAUDAL			
(Método Volumetrico)			
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO		
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA		
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM	
PROVINCIA:	Calca	Este:	195355
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8508578
LUGAR:	Qosqo Ayllu	Cota:	3080
CÓDIGO:	AFORO - 19		Datum: WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)	
	1	1.90	
	1	2.00	
	1	2.05	
	1	2.02	
	1	2.00	
VOLUMEN	1 Lts		
TIEMPO PROMEDIO	1.99 Seg		
CAUDAL:	0.502 Lts/Seg		
Fecha:			
Septiembre 2017			


CÁLCULO DE CAUDAL			
(Método Volumetrico)			
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO		
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA		
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM	
PROVINCIA:	Calca	Este:	193781
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8509466
LUGAR:	Qosqo Ayllu	Cota:	3342
CÓDIGO:	AFORO - 20		Datum: WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)	
	0.5	3.20	
	0.5	3.50	
	0.5	3.60	
	0.5	3.90	
	0.5	3.10	
VOLUMEN	0.5 Lts		
TIEMPO PROMEDIO	3.46 Seg		
CAUDAL:	0.145 Lts/Seg		
Fecha:			
Septiembre 2017			


CÁLCULO DE CAUDAL				
(Método Volumetrico)				
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO			
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA			
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM		
PROVINCIA:	Calca	Este:	193902	
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8509442	
LUGAR:	Qosqo Ayllu	Cota:	3305	
CÓDIGO:	AFORO - 21		Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)		
	0.6	10.40		
	0.6	10.10		
	0.6	10.40		
	0.6	10.30		
	0.6	10.20		
VOLUMEN	0.6 Lts			
TIEMPO PROMEDIO	10.28 Seg			
CAUDAL:	0.058 Lts/Seg			
Fecha:				
Septiembre 2017				


CÁLCULO DE CAUDAL				
(Método Volumetrico)				
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO			
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA			
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM		
PROVINCIA:	Calca	Este:	203747	
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8504605	
LUGAR:	Pacor Alto - Sector Sinchahuayco	Cota:	8504605	
CÓDIGO:	AFORO - 22		Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)		
	0.5	1.79		
	0.5	1.75		
	0.5	1.80		
	0.5	1.95		
	0.5	1.60		
VOLUMEN	0.5 Lts			
TIEMPO PROMEDIO	1.78 Seg			
CAUDAL:	0.281 Lts/Seg			
Fecha:				
Septiembre 2017				

CÁLCULO DE CAUDAL				
(Método Volumetrico)				
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO			
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA			
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM		
PROVINCIA:	Calca	Este:	203890	
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8504883	
LUGAR:	Pacor Alto - Sector Huamanpujio	Cota:	3370	
CÓDIGO:	AFORO - 23		Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)		
	0.2	3.06		
	0.2	2.97		
	0.2	3.33		
	0.2	3.09		
	0.2	3.15		
VOLUMEN	0.2 Lts			
TIEMPO PROMEDIO	3.12 Seg			
CAUDAL:	0.064 Lts/Seg			
Fecha:				
Septiembre 2017				


CÁLCULO DE CAUDAL				
(Método Volumetrico)				
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO			
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA			
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM		
PROVINCIA:	Calca	Este:	196535	
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8508589	
LUGAR:	Hacienda Quillahuasi	Cota:	3031	
CÓDIGO:	AFORO - 24		Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)		
	0.3	18.94		
	0.3	18.30		
	0.3	17.90		
	0.3	17.50		
	0.3	17.30		
VOLUMEN	0.3 Lts			
TIEMPO PROMEDIO	17.99 Seg			
CAUDAL:	0.017 Lts/Seg			
Fecha:				
Septiembre 2017				

CÁLCULO DE CAUDAL			
(Método Volumetrico)			
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO		
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA		
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM	
PROVINCIA:	Calca	Este:	200602
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8501155
LUGAR:	Parpacalle	Cota:	4114
CÓDIGO:	AFORO - 25		Datum: WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)	
	0.625	8.34	
	0.625	8.38	
	0.625	7.86	
	0.625	8.12	
	0.625	8.20	
VOLUMEN	0.625 Lts		
TIEMPO PROMEDIO	8.18 Seg		
CAUDAL:	0.076 Lts/Seg		
Fecha:			
Septiembre 2017			

CÁLCULO DE CAUDAL			
(Método Volumetrico)			
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO		
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA		
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM	
PROVINCIA:	Calca	Este:	201920
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8512271
LUGAR:	Occoruro	Cota:	4133
CÓDIGO:	AFORO - 26		Datum: WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)	
	1	1.20	
	1	1.02	
	1	0.95	
	1	1.15	
	1	1.03	
VOLUMEN	1 Lts		
TIEMPO PROMEDIO	1.07 Seg		
CAUDAL:	0.935 Lts/Seg		
Fecha:			
Septiembre 2017			


CÁLCULO DE CAUDAL			
(Método Volumetrico)			
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO		
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA		
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM	
PROVINCIA:	Calca	Este:	202689
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8512459
LUGAR:	Occoruro	Cota:	4264
CÓDIGO:	AFORO - 27		Datum: WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)	
	0.625	2.38	
	0.625	2.40	
	0.625	2.46	
	0.625	2.39	
	0.625	2.40	
VOLUMEN	0.625 Lts		
TIEMPO PROMEDIO	2.41 Seg		
CAUDAL:	0.260 Lts/Seg		
Fecha:			
Septiembre 2017			

CÁLCULO DE CAUDAL			
(Método Volumetrico)			
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO		
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA		
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM	
PROVINCIA:	Calca	Este:	203519
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8512344
LUGAR:	Tirakancha	Cota:	4382
CÓDIGO:	AFORO - 28		Datum: WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)	
	1	4.50	
	1	4.23	
	1	4.36	
	1	4.28	
	1	4.71	
VOLUMEN	1 Lts		
TIEMPO PROMEDIO	4.42 Seg		
CAUDAL:	0.226 Lts/Seg		
Fecha:			
Septiembre 2017			

CÁLCULO DE CAUDAL				
(Método Volumetrico)				
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO			
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA			
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM		
PROVINCIA:	Calca	Este:	205480	
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8510595	
LUGAR:	Tirakancha	Cota:	4279	
CÓDIGO:	AFORO - 29		Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)		
	0.5	2.51		
	0.5	2.40		
	0.5	2.70		
	0.5	2.49		
	0.5	2.30		
VOLUMEN	0.5 Lts			
TIEMPO PROMEDIO	2.48 Seg			
CAUDAL:	0.202 Lts/Seg			
Fecha:				
Septiembre 2017				

CÁLCULO DE CAUDAL				
(Método Volumetrico)				
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO			
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA			
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM		
PROVINCIA:	Calca	Este:	194923	
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8510941	
LUGAR:	Pillahuara	Cota:	3095	
CÓDIGO:	AFORO - 30		Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)		
	0.5	2.33		
	0.5	2.75		
	0.5	2.56		
	0.5	2.48		
	0.5	2.39		
VOLUMEN	0.5 Lts			
TIEMPO PROMEDIO	2.50 Seg			
CAUDAL:	0.200 Lts/Seg			
Fecha:				
Septiembre 2017				

CÁLCULO DE CAUDAL				
(Método Volumetrico)				
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO			
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA			
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM		
PROVINCIA:	Calca	Este:	198797	
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8510213	
LUGAR:	Siusa Baja	Cota:	3531	
CÓDIGO:	AFORO - 31		Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)		
	4	1.81		
	4	1.70		
	4	1.75		
	4	1.54		
	4	1.70		
VOLUMEN	4 Lts			
TIEMPO PROMEDIO	1.70 Seg			
CAUDAL:	2.353 Lts/Seg			
Fecha:				
Septiembre 2017				

CÁLCULO DE CAUDAL				
(Método Volumetrico)				
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO			
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA			
UBICACIÓN		COORDENADAS UTM		
PROVINCIA:	Calca	Este:	199715	
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8510824	
LUGAR:	Siusa	Cota:	3675	
CÓDIGO:	AFORO - 32		Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)		
	0.5	32.00		
	0.5	35.00		
	0.5	31.00		
	0.5	36.00		
	0.5	34.00		
VOLUMEN	0.5 Lts			
TIEMPO PROMEDIO	33.60 Seg			
CAUDAL:	0.015 Lts/Seg			
Fecha:				
Septiembre 2017				

CÁLCULO DE CAUDAL

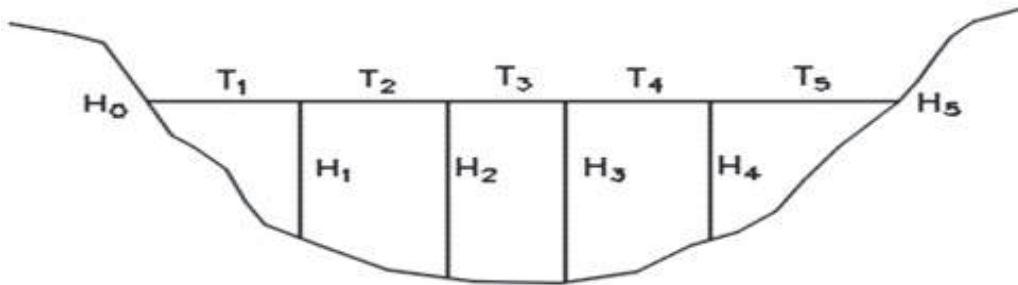
(Método Volumetrico)

Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO		
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA		
	UBICACIÓN	COORDENADAS UTM	
PROVINCIA:	Calca	Este:	200657
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8502488
LUGAR:	Parpacalle	Cota:	3880
CÓDIGO:	AFORO - 34	Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur
DATOS DE CAMPO	VOLUMEN (Lts)	TIEMPO (Seg)	
	4	2.00	
	4	2.00	
	4	2.00	
	4	2.00	
	4	2.00	
VOLUMEN	4 Lts		
TIEMPO PROMEDIO	2.00 Seg		
CAUDAL:	2.000 Lts/Seg		
	Fecha:		
	Septiembre 2017		

CALCULO DE CAUDAL

(Método por Flotador)

Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO				
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA				
UBICACIÓN			COORDENADAS UTM		
PROVINCIA:	Calca	Este:	201258		
DISTRITO:	San Salvador	Norte:	8504809		
LUGAR:	San Salvador Pueblo	Cota:	3070		
CÓDIGO:	AFORO - 33		Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur	



SECCION 01

DATOS

Tn (m)	0.05	0.1	0.1	0.05		
Hn (m)	0.005	0.043	0.005	0	0	
An (m ²)	0.0012	0.0024	0.00025	0	0	
Ato (m ²)	0.0039					

SECCION 02

DATOS

Tn (m)	0.055	0.15	0.15	0.055	0	
Hn (m)	0.005	0.025	0.005	0	0	
An (m ²)	0.00083	0.00225	0.000375	0	0	
Ato (m ²)	0.00345					

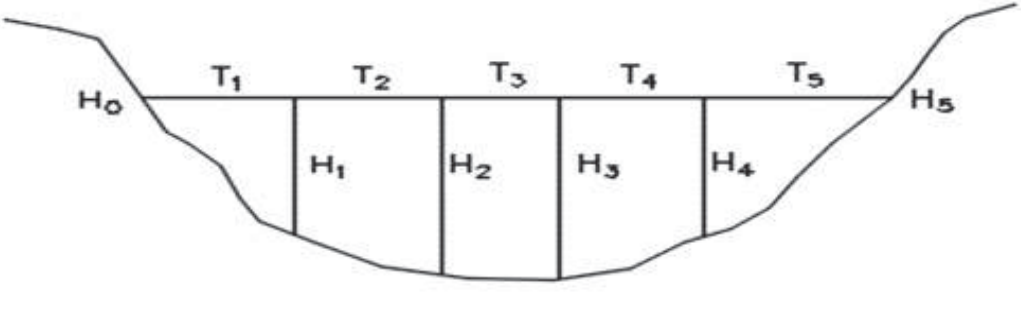



AREA PROMEDIO (m ²)		0.004
DISTANCIA (m)	TIEMPO (seg)	VELOCIDAD (m/s)
1.00	3.40	0.294
1.00	3.20	0.313
1.00	3.26	0.307
1.00	3.52	0.284
1.00	3.28	0.305
1.00	3.35	0.299
1.00	3.42	0.292

VELOCIDAD PROMEDIO (m/s)	0.294
CAUDAL (l/s)	1.07

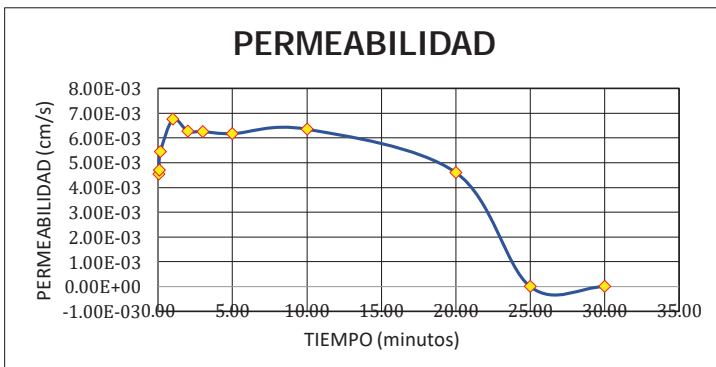
CALCULO DE CAUDAL

(Metodo por Flotador)

Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO					
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA					
	UBICACIÓN			COORDENADAS UTM		
PROVINCIA:	Calca			Este:	200518	
DISTRITO:	San Salvador			Norte:	8510877	
LUGAR:	Camahuara			Cota:	3847	
CÓDIGO:	AFORO - 03B			Datum:	WGS 84 Zona 19 Sur	
						
SECCION 01						
DATOS						
Tn (m)	0.05	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05
Hn (m)	0.05	0.1	0.12	0.11	0.05	
An (m2)	0.0038	0.0110	0.0115	0.008	0.0025	
Ato (m2)	0.0368					
SECCION 02						
DATOS						
Tn (m)	0.05	0.1	0.0125	0.0125	0.1	0.05
Hn (m)	0.04	0.07	0.1	0.07	0.05	
An (m2)	0.00275	0.0085	0.0010625	0.00075	0.0025	
Ato (m2)	0.0155625					
						
AREA PROMEDIO (m2)		0.026				
DISTANCIA (m)	TIEMPO (seg)	VELOCIDAD (m/s)				
6.00	27.31	0.220				
6.00	26.14	0.230				
6.00	30.47	0.197				
6.00	29.50	0.203				
6.00	27.03	0.222				
6.00	29.55	0.203				
6.00	29.01	0.207				
					VELOCIDAD PROMEDIO (m/s)	0.220
					CAUDAL (l/s)	5.75

3. FICHAS DE PERMEABILIDAD POR INFILTRACIÓN

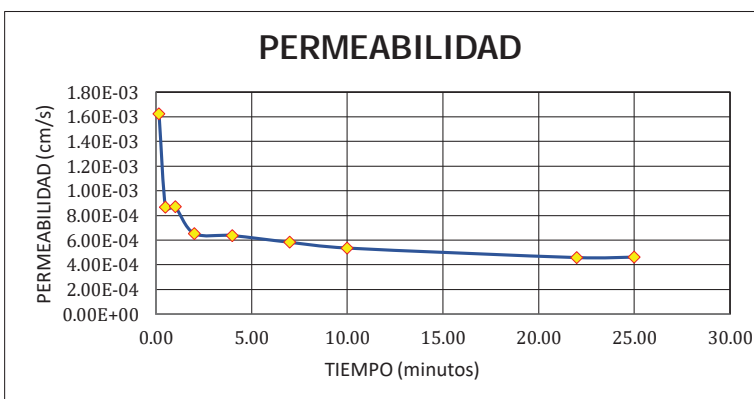
ENSAYO DE PERMEABILIDAD IN-SITU					
(Metodo de carga variable)					
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO				
Ubicacion:	Distrito:	San Salvador	Provincia:	Calca	
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA				
Fecha:	SEPTIEMBRE 2017	Coordenadas:	203766	8504582	
Zona:	SINCHAHUAYCO	Sondaje n°	PSS-09	Nivel Superior	
Cota(ref.)	3242	m.s.n.m			
<i>Profundidad de ensayo</i>	0.40	m	Formula:	$Km = R^2/2L(t_2-t_1) \times \ln(L/R) \ln(h_1/h_2)$	
<i>Diametro de tuberia</i>	5.08	cm	<i>Radio del tubo:</i>	2.54	
<i>Area de tuberia</i>	20.27	cm ²	$Km = R^2/2L(t_2-t_1) \times \ln(L/R) \ln(h_1/h_2)$		
<i>Altura de nivel freatico</i>	0.00	cm			
<i>Altura de carga inicial (h1)</i>	100.00	cm			
<i>Distancia que recorre (L)</i>	1.00	cm			
TIPO DE SUELO					
CÓDIGO	Prof.	Tiempo	Descenso	Altura de carga	Permeabilidad
	(m)	(min)	b _i (cm)	h ₂ = h ₁ - b _i	
PSS-09	1.00	0.00	0.00	100.00	
		0.07	0.35	99.65	4.53E-03
		0.08	0.45	99.55	4.70E-03
		0.16	1.00	99.00	5.44E-03
		1.00	7.50	92.50	6.75E-03
		2.00	13.50	86.50	6.27E-03
		3.00	19.50	80.50	6.26E-03
		5.00	30.00	70.00	6.17E-03
		10.00	52.00	48.00	6.35E-03
		20.00	65.50	34.50	4.60E-03
		25.00	0.00	100.00	0.00E+00
		30.00	0.00	100.00	0.00E+00
		35.00	0.00	100.00	0.00E+00
PERMEABILIDAD Km = (cm/s)					4.53E-03
Perm Prom =					5.16E-03



ENSAYO DE PERMEABILIDAD IN-SITU

(Metodo de carga variable)

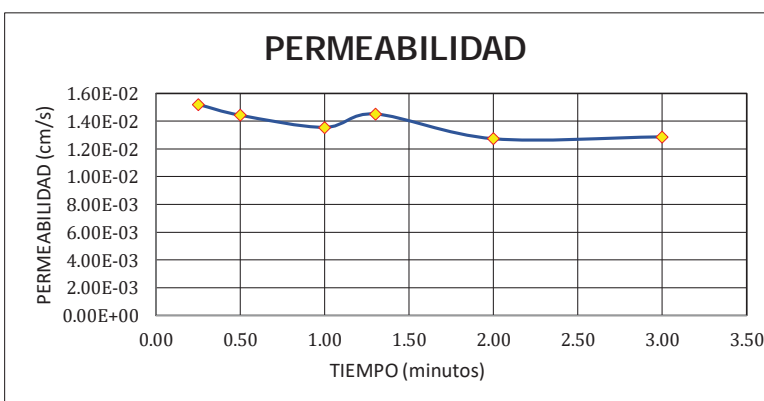
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO				
Ubicacion:	Distrito:	San Salvador	Provincia:	Calca	
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA				
Fecha:	SEPTIEMBRE 2017	Coordenadas:	202833	8503394	
Zona:	PACOR	Sondaje n°	PSS-10	Nivel Superior	
Cota(ref.)	3051	m.s.n.m			
<i>Profundidad de ensayo</i>	0.40	m	Formula:	$Km = R2/2L(t2-t1) \times \ln(L/R) \ln(h1/h2)$	
<i>Diametro de tubería</i>	5.08	cm	<i>Radio del tubo:</i>	2.54	
<i>Area de tubería</i>	20.27	cm ²	$Km = R2/2L(t2-t1) \times \ln(L/R) \ln(h1/h2)$		
<i>Altura de nivel freatico</i>	0.00	cm			
<i>Altura de carga inicial (h1)</i>	100.00	cm			
<i>Distancia que recorre (L)</i>	1.00	cm			
TIPO DE SUELO					
CÓDIGO	Prof.	Tiempo	Descenso	Altura de carga	Permeabilidad
	(m)	(min)	b_i (cm)	h₂ = h₁ - b_i	cm/s
PSS-10	1.00	0.16	0.00	100.00	
		0.16	0.30	99.70	1.62E-03
		0.50	0.50	99.50	8.67E-04
		1.00	1.00	99.00	8.70E-04
		2.00	1.50	98.50	6.54E-04
		4.00	2.90	97.10	6.37E-04
		7.00	4.60	95.40	5.82E-04
		10.00	6.00	94.00	5.35E-04
		22.00	11.00	89.00	4.58E-04
		25.00	12.50	87.50	4.62E-04
		31.00	15.50	84.50	4.70E-04
		43.00	0.00	100.00	0.00E+00
		60.00	0.00	100.00	0.00E+00
PERMEABILIDAD Km = (cm/s)					4.58E-04
Perm Prom =					7.16E-04



ENSAYO DE PERMEABILIDAD IN-SITU

(Metodo de carga variable)

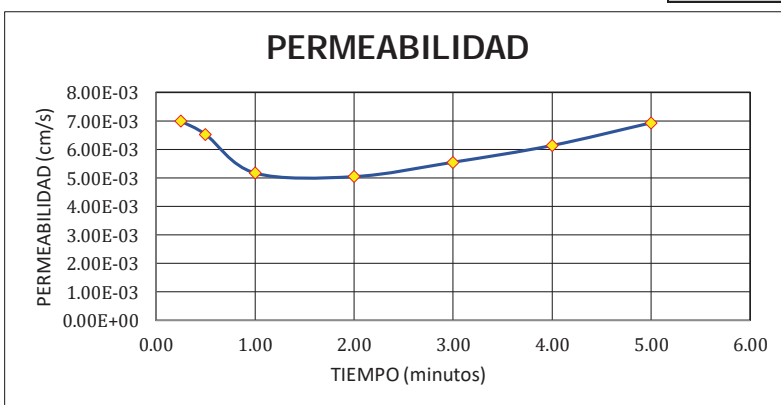
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO					
Ubicacion:	Distrito:	San Salvador	Provincia:	Calca		
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA					
Fecha:	SEPTIEMBRE 2017	Coordenadas:	197622	8508243		
Zona:	HUAYLLHUA	Sondaje n°	PSS-11	Nivel Superior		
Cota(ref.)	3133	m.s.n.m				
<i>Profundidad de ensayo</i>	0.40	m	Formula:	$Km = R2/2L(t2-t1) \times \ln(L/R) \ln(h1/h2)$		
<i>Diametro de tuberia</i>	5.08	cm	<i>Radio del tubo:</i>			2.54
<i>Area de tuberia</i>	20.27	cm ²				
<i>Altura de nivel freatico</i>	0.00	cm				
<i>Altura de carga inicial (h1)</i>	100.00	cm				
<i>Distancia que recorre (L)</i>	1.00	cm				
TIPO DE SUELO						
CÓDIGO	Prof.	Tiempo	Descenso	Altura de carga	Permeabilidad	
	(m)	(min)	b_i (cm)	h₂ = h₁ - b_i	cm/s	
PSS-11	1.00	0.00	0.00	100.00		
		0.25	4.30	95.70	1.52E-02	
		0.50	8.00	92.00	1.44E-02	
		1.00	14.50	85.50	1.36E-02	
		1.30	19.60	80.40	1.45E-02	
		2.00	25.50	74.50	1.27E-02	
		3.00	36.00	64.00	1.29E-02	
		20.00	0.00	100.00	0.00E+00	
		25.00	0.00	100.00	0.00E+00	
		30.00	0.00	100.00	0.00E+00	
		40.00	0.00	100.00	0.00E+00	
		50.00	0.00	100.00	0.00E+00	
		60.00	0.00	100.00	0.00E+00	
					8.33E-02	
PERMEABILIDAD			Km = (cm/s)	1.27E-02		
			Perm Prom =	1.39E-02		



ENSAYO DE PERMEABILIDAD IN-SITU

(Metodo de carga variable)

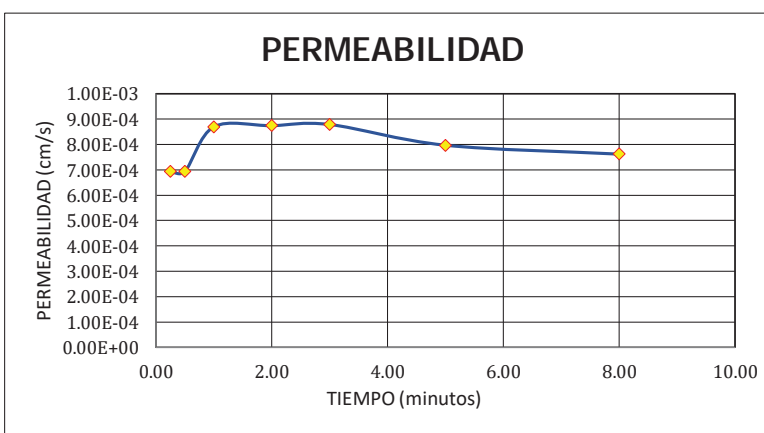
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO				
Ubicacion:	Distrito:	San Salvador	Provincia:	Calca	
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA				
Fecha:	SEPTIEMBRE 2017	Coordenadas:	196535	8508589	
Zona:	Qda QUILLAWASI	Sondaje n°	PSS-12	Nivel Superior	
Cota(ref.)	3031		m.s.n.m		
<i>Profundidad de ensayo</i>	0.40	m	Formula:	$Km = R^2/2L(t_2-t_1) \times \ln(L/R) \ln(h_1/h_2)$	
<i>Diametro de tuberia</i>	5.08	cm	<i>Radio del tubo:</i>	2.54	
<i>Area de tuberia</i>	20.27	cm ²	$Km = R^2/2L(t_2-t_1) \times \ln(L/R) \ln(h_1/h_2)$		
<i>Altura de nivel freatico</i>	0.00	cm			
<i>Altura de carga inicial (h1)</i>	100.00	cm			
<i>Distancia que recorre (L)</i>	1.00	cm			
TIPO DE SUELO					
CÓDIGO	Prof.	Tiempo	Descenso	Altura de carga	Permeabilidad
	(m)	(min)	b_i (cm)	h₂ = h₁ - b_i	cm/s
PSS-12	1.00	0.00	0.00	100.00	
		0.25	2.00	98.00	6.99E-03
		0.50	3.70	96.30	6.52E-03
		1.00	5.80	94.20	5.17E-03
		2.00	11.00	89.00	5.04E-03
		3.00	17.50	82.50	5.55E-03
		4.00	24.70	75.30	6.14E-03
		5.00	33.00	67.00	6.93E-03
		20.00	0.00	100.00	0.00E+00
		30.00	0.00	100.00	0.00E+00
		50.00	0.00	100.00	0.00E+00
		55.00	0.00	100.00	0.00E+00
		60.00	0.00	100.00	0.00E+00
					4.23E-02
PERMEABILIDAD				Km = (cm/s)	5.04E-03
				Perm Prom =	6.05E-03



ENSAYO DE PERMEABILIDAD IN-SITU

(Metodo de carga variable)

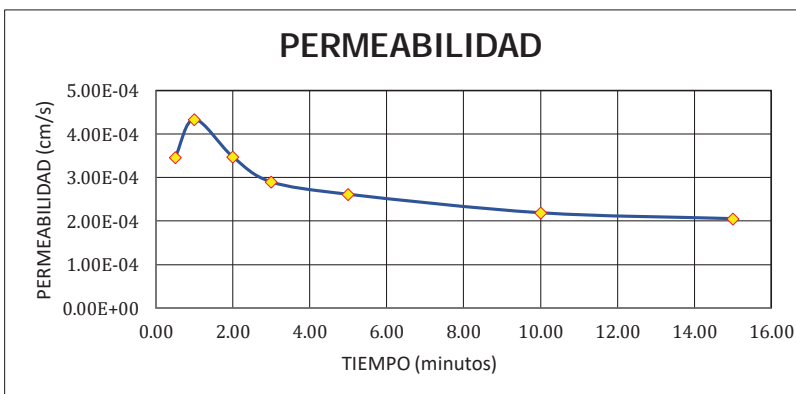
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO					
Ubicación:	Distrito:	San Salvador	Provincia:	Calca		
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA					
Fecha:	SEPTIEMBRE 2017	Coordenadas:	200256	8501109		
Zona:	PARPACALLE	Sondaje n°	PSS-13	Nivel Superior		
Cota(ref.)	4175	m.s.n.m				
<i>Profundidad de ensayo</i>	0.40	m	Formula:	$Km = R2/2L(t2-t1) \times \ln(L/R) \ln(h1/h2)$		
<i>Diametro de tubería</i>	5.08	cm	Radio del tubo:			2.54
<i>Area de tubería</i>	20.27	cm ²				
<i>Altura de nivel freatico</i>	0.00	cm				
<i>Altura de carga inicial (h1)</i>	100.00	cm				
<i>Distancia que recorre (L)</i>	1.00	cm				
TIPO DE SUELO						
CÓDIGO	Prof.	Tiempo	Descenso	Altura de carga	Permeabilidad	
	(m)	(min)	b_i (cm)	h₂ = h₁ - b_i	cm/s	
PSS-13	1.00	0.00	0.00	100.00		
		0.25	0.20	99.80	6.93E-04	
		0.50	0.40	99.60	6.94E-04	
		1.00	1.00	99.00	8.70E-04	
		2.00	2.00	98.00	8.74E-04	
		3.00	3.00	97.00	8.79E-04	
		5.00	4.50	95.50	7.97E-04	
		8.00	6.80	93.20	7.62E-04	
		10.00	8.00	92.00	7.21E-04	
		15.00	10.00	90.00	6.08E-04	
		20.00	13.80	86.20	6.42E-04	
		50.00	0.00	100.00	0.00E+00	
		60.00	0.00	100.00	0.00E+00	
					7.54E-03	
PERMEABILIDAD					Km = (cm/s)	
					6.08E-04	
Perm Prom =					7.54E-04	



ENSAYO DE PERMEABILIDAD IN-SITU

(Metodo de carga variable)

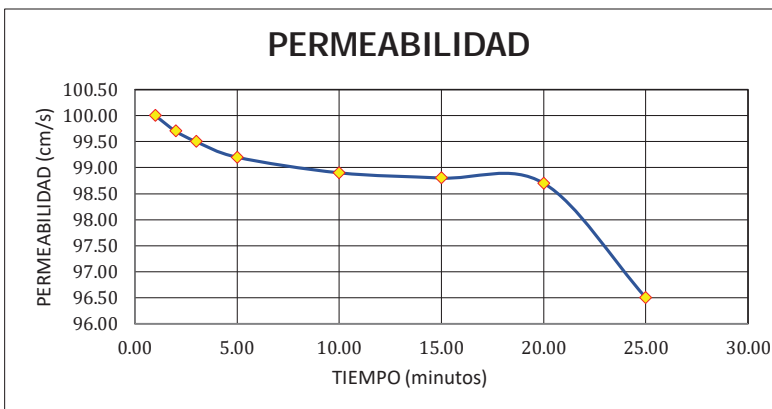
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO				
Ubicación:	Distrito:	San Salvador	Provincia:	Calca	
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA				
Fecha:	SEPTIEMBRE 2017	Coordenadas:	206207	8512058	
Zona:	TIRACANCHA	Sondaje n°	PSS-14	Nivel Superior	
Cota(ref.)	4123	m.s.n.m			
<i>Profundidad de ensayo</i>	0.40	m	Formula:	$Km = R^2/2L(t_2-t_1) \times \ln(L/R)\ln(h_1/h_2)$	
<i>Diametro de tuberia</i>	5.08	cm	<i>Radio del tubo:</i>	2.54	
<i>Area de tuberia</i>	20.27	cm ²	$Km = R^2/2L(t_2-t_1) \times \ln(L/R)\ln(h_1/h_2)$		
<i>Altura de nivel freatico</i>	0.00	cm			
<i>Altura de carga inicial (h1)</i>	100.00	cm			
<i>Distancia que recorre (L)</i>	1.00	cm			
TIPO DE SUELO					
CÓDIGO	Prof.	Tiempo	Descenso	Altura de carga	Permeabilidad
	(m)	(min)	b_i (cm)	h₂ = h₁ - b_i	cm/s
PPI-14	1.00	0.00	0.00	100.00	
		0.50	0.20	99.80	3.46E-04
		1.00	0.50	99.50	4.34E-04
		2.00	0.80	99.20	3.48E-04
		3.00	1.00	99.00	2.90E-04
		5.00	1.50	98.50	2.62E-04
		10.00	2.50	97.50	2.19E-04
		15.00	3.50	96.50	2.06E-04
		20.00	4.70	95.30	2.08E-04
		30.00	6.70	93.30	2.00E-04
		50.00	0.00	100.00	0.00E+00
		55.00	0.00	100.00	0.00E+00
		60.00	0.00	100.00	0.00E+00
					2.51E-03
PERMEABILIDAD				Km = (cm/s)	2.00E-04
				Perm Prom =	2.79E-04



ENSAYO DE PERMEABILIDAD IN-SITU

(Metodo de carga variable)

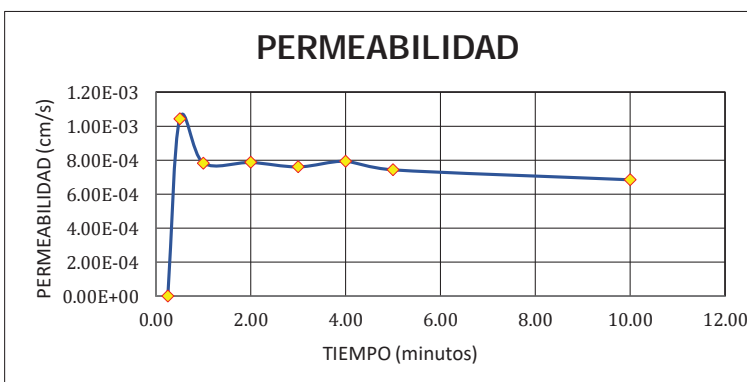
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO				
Ubicación:	Distrito:	San Salvador	Provincia:	Calca	
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA				
Fecha:	SEPTIEMBRE 2017		Coordenadas:	199984 8513074	
Zona:	CAMAHUARA		Sondaje n°	PSS-02	Nivel Superior
Cota(ref.)	4089		m.s.n.m		
<i>Profundidad de ensayo</i>	0.40	m		Formula:	$Km = R^2/2L(t_2-t_1) \times \ln(L/R)\ln(h_1/h_2)$
<i>Diametro de tubería</i>	5.08	cm		<i>Radio del tubo:</i>	2.54
<i>Area de tubería</i>	20.27	cm ²		$Km = R^2/2L(t_2-t_1) \times \ln(L/R)\ln(h_1/h_2)$	
<i>Altura de nivel freatico</i>	0.00	cm			
<i>Altura de carga inicial (h1)</i>	100.00	cm			
<i>Distancia que recorre (L)</i>	1.00	cm			
TIPO DE SUELO					
CÓDIGO	Prof.	Tiempo	Descenso	Altura de carga	Permeabilidad
	(m)	(min)	b _i (cm)	h ₂ = h ₁ - b _i	cm/s
PSS-02	1.00	0.00	0.00	100.00	
		1.00	0.00	100.00	0.00E+00
		2.00	0.30	99.70	1.30E-04
		3.00	0.50	99.50	1.45E-04
		5.00	0.80	99.20	1.39E-04
		10.00	1.10	98.90	9.57E-05
		15.00	1.20	98.80	6.96E-05
		20.00	1.30	98.70	5.66E-05
		25.00	3.50	96.50	1.23E-04
		30.00	4.00	96.00	1.18E-04
		40.00	0.00	100.00	0.00E+00
		55.00	0.00	100.00	0.00E+00
		60.00	0.00	100.00	0.00E+00
					8.77E-04
PERMEABILIDAD				Km = (cm/s)	5.66E-05
				Perm Prom =	1.10E-04



ENSAYO DE PERMEABILIDAD IN-SITU

(Metodo de carga variable)

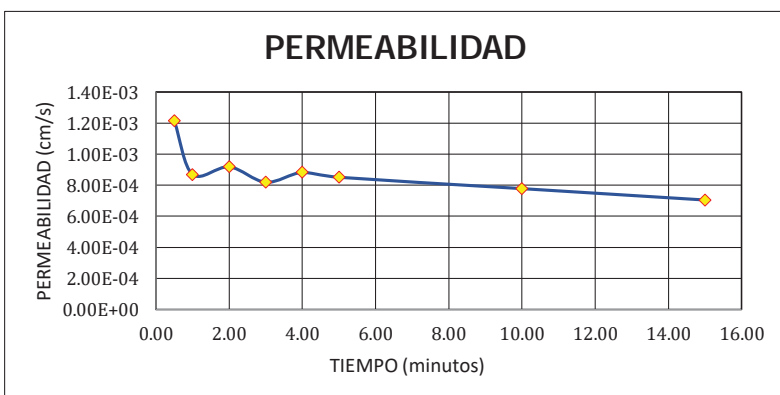
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO				
Ubicacion:	<u>Distrito:</u>	San Salvador	<u>Provincia:</u>	Calca	
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA				
Fecha:	SEPTIEMBRE 2017		Coordenadas:	8510780	199675
Zona:	SIUZA		Sondaje n°	PSS-01	Nivel Superior
Cota(ref.)	3675		m.s.n.m		
Profundidad de ensayo	0.40	m	Formula:	$Km = R2/2L(t2-t1) \times \ln(L/R)\ln (h1/h2)$	
Diametro de tubería	5.08	cm	Radio del tubo:	2.54	
Area de tubería	20.27	cm ²	$Km = R2/2L(t2-t1) \times \ln(L/R)\ln (h1/h2)$		
Altura de nivel freatico	0.00	cm			
Altura de carga inicial (h1)	100.00	cm			
Distancia que recorre (L)	1.00	cm			
TIPO DE SUELO					
CÓDIGO	Prof.	Tiempo	Descenso	Altura de carga	Permeabilidad
	(m)	(min)	b _i (cm)	h ₂ = h ₁ - b _i	
PSS-01	1.00	0.00	0.00	100.00	
		0.25	0.00	100.00	0.00E+00
		0.50	0.60	99.40	1.04E-03
		1.00	0.90	99.10	7.82E-04
		2.00	1.80	98.20	7.86E-04
		3.00	2.60	97.40	7.60E-04
		4.00	3.60	96.40	7.93E-04
		5.00	4.20	95.80	7.43E-04
		10.00	7.60	92.40	6.84E-04
		15.00	10.20	89.80	6.21E-04
		20.00	15.00	85.00	7.03E-04
		25.00	0.00	100.00	0.00E+00
		30.00	0.00	100.00	0.00E+00
					6.91E-03
PERMEABILIDAD				Km = (cm/s)	6.84E-04
				Perm Prom =	8.64E-04



ENSAYO DE PERMEABILIDAD IN-SITU

(Metodo de carga variable)

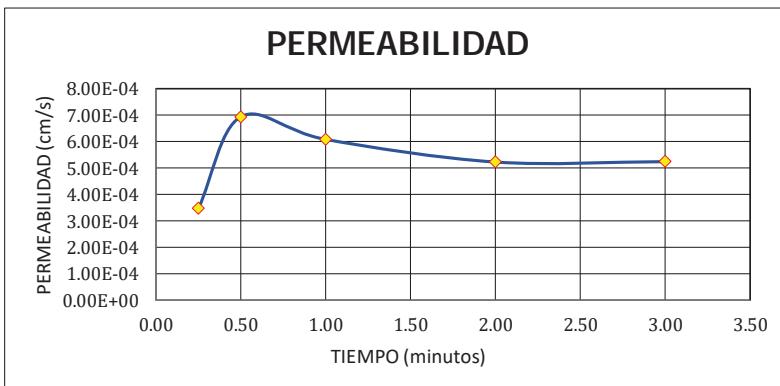
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO				
Ubicacion:	Distrito:	San Salvador	Provincia:	Calca	
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA				
Fecha:	SEPTIEMBRE 2017	Coordenadas:	8510925	200674	
Zona:	SIUZA	Sondaje n°	PSS-03	Nivel Superior	
Cota(ref.)	3874	m.s.n.m			
<i>Profundidad de ensayo</i>	0.40	m	Formula:	$Km = R^2/2L(t_2-t_1) \times \ln(L/R) \ln(h_1/h_2)$	
<i>Diametro de tuberia</i>	5.08	cm	<i>Radio del tubo:</i>	2.54	
<i>Area de tuberia</i>	20.27	cm ²	$Km = R^2/2L(t_2-t_1) \times \ln(L/R) \ln(h_1/h_2)$		
<i>Altura de nivel freatico</i>	0.00	cm			
<i>Altura de carga inicial (h1)</i>	100.00	cm			
<i>Distancia que recorre (L)</i>	1.00	cm			
TIPO DE SUELO					
CÓDIGO	Prof.	Tiempo	Descenso	Altura de carga	Permeabilidad
	(m)	(min)	b_i (cm)	h₂ = h₁ - b_i	cm/s
PSS-03	1.00	0.00	0.00	100.00	
		0.50	0.70	99.30	1.22E-03
		1.00	1.00	99.00	8.70E-04
		2.00	2.10	97.90	9.18E-04
		3.00	2.80	97.20	8.19E-04
		4.00	4.00	96.00	8.83E-04
		5.00	4.80	95.20	8.51E-04
		10.00	8.60	91.40	7.78E-04
		15.00	11.50	88.50	7.05E-04
		20.00	0.00	100.00	0.00E+00
		25.00	0.00	100.00	0.00E+00
		30.00	0.00	100.00	0.00E+00
		35.00	0.00	100.00	0.00E+00
PERMEABILIDAD Km = (cm/s)					7.05E-04
Perm Prom =					8.80E-04



ENSAYO DE PERMEABILIDAD IN-SITU

(Metodo de carga variable)

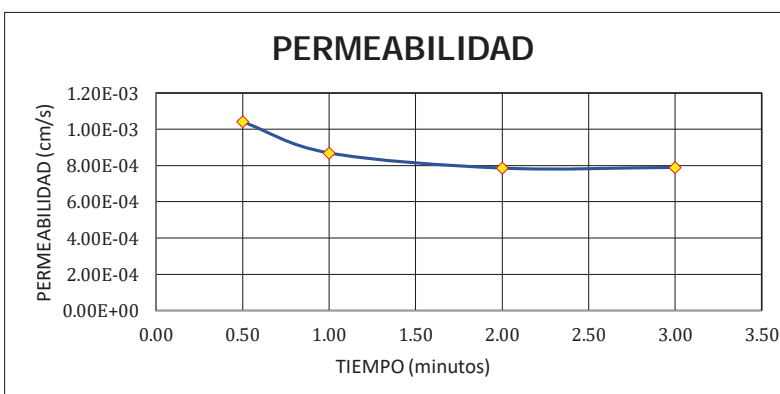
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO				
Ubicacion:	Distrito:	San Salvador	Provincia:	Calca	
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA				
Fecha:	SEPTIEMBRE 2017		Coordenadas:	8510925	200674
Zona:	SIUZA		Sondaje n°	PSS-04	Nivel Superior
Cota(ref.)	3874		m.s.n.m		
<i>Profundidad de ensayo</i>	0.40	m		Formula:	$Km = R2/2L(t2-t1) \times \ln(L/R)\ln(h1/h2)$
<i>Diametro de tubería</i>	5.08	cm		<i>Radio del tubo:</i>	2.54
<i>Area de tubería</i>	20.27	cm ²		$Km = R2/2L(t2-t1) \times \ln(L/R)\ln(h1/h2)$	
<i>Altura de nivel freatico</i>	0.00	cm			
<i>Altura de carga inicial (h1)</i>	100.00	cm			
<i>Distancia que recorre (L)</i>	1.00	cm			
TIPO DE SUELO					
CÓDIGO	Prof.	Tiempo	Descenso	Altura de carga	Permeabilidad
	(m)	(min)	b_i (cm)	h₂ = h₁ - b_i	cm/s
PSS-04	1.00	0.00	0.00	100.00	
		0.25	0.10	99.90	3.46E-04
		0.50	0.40	99.60	6.94E-04
		1.00	0.70	99.30	6.08E-04
		2.00	1.20	98.80	5.22E-04
		3.00	1.80	98.20	5.24E-04
		4.00	2.60	97.40	5.70E-04
		6.00	3.50	96.50	5.14E-04
		8.00	4.50	95.50	4.98E-04
		10.00	5.60	94.40	4.99E-04
		15.00	0.00	100.00	0.00E+00
		20.00	0.00	100.00	0.00E+00
		25.00	0.00	100.00	0.00E+00
					4.77E-03
PERMEABILIDAD				Km = (cm/s)	3.46E-04
				Perm Prom =	9.55E-04



ENSAYO DE PERMEABILIDAD IN-SITU

(Metodo de carga variable)

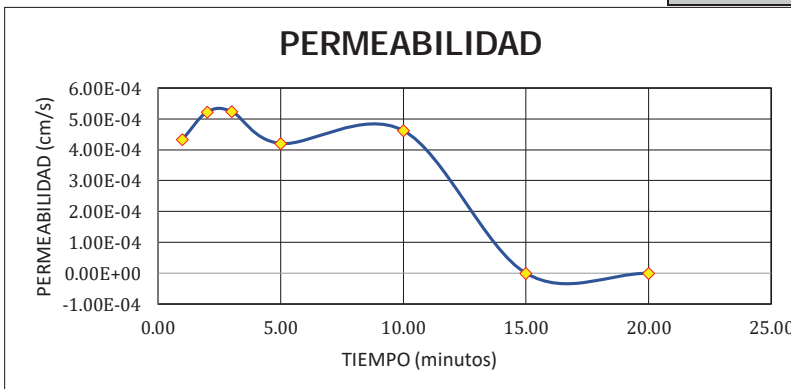
Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO				
Ubicacion:	Distrito:	San Salvador	Provincia:	Calca	
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA				
Fecha:	SEPTIEMBRE 2017		Coordenadas:	8508272	202216
Zona:	UMACHURCO		Sondaje n°	PSS-05	Nivel Superior
Cota(ref.)	3696		m.s.n.m		
<i>Profundidad de ensayo</i>	0.40	m		Formula:	$Km = R^2/2L(t_2-t_1) \times \ln(L/R)\ln(h_1/h_2)$
<i>Diametro de tuberia</i>	5.08	cm		<i>Radio del tubo:</i>	2.54
<i>Area de tuberia</i>	20.27	cm ²		$Km = R^2/2L(t_2-t_1) \times \ln(L/R)\ln(h_1/h_2)$	
<i>Altura de nivel freatico</i>	0.00	cm			
<i>Altura de carga inicial (h1)</i>	100.00	cm			
<i>Distancia que recorre (L)</i>	1.00	cm			
TIPO DE SUELO					
CÓDIGO	Prof.	Tiempo	Descenso	Altura de carga	Permeabilidad
	(m)	(min)	b_i (cm)	h₂ = h₁ - b_i	cm/s
PSS-05	1.00	0.00	0.00	100.00	
		0.50	0.60	99.40	1.04E-03
		1.00	1.00	99.00	8.70E-04
		2.00	1.80	98.20	7.86E-04
		3.00	2.70	97.30	7.89E-04
		5.00	3.80	96.20	6.70E-04
		8.00	4.60	95.40	5.09E-04
		12.00	7.50	92.50	5.62E-04
		20.00	0.00	100.00	0.00E+00
		45.00	0.00	100.00	0.00E+00
		50.00	0.00	100.00	0.00E+00
		55.00	0.00	100.00	0.00E+00
		60.00	0.00	100.00	0.00E+00
					5.23E-03
PERMEABILIDAD				Km = (cm/s)	5.09E-04
				Perm Prom =	7.47E-04



ENSAYO DE PERMEABILIDAD IN-SITU

(Metodo de carga variable)

Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO				
Ubicacion:	Distrito:	San Salvador	Provincia:	Calca	
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA				
Fecha:	SEPTIEMBRE 2017	Coordenadas:	8506811	195769	
Zona:	SR. HUANCA	Sondaje n°	PSS-06	Nivel Superior	
Cota(ref.)	3437	m.s.n.m			
<i>Profundidad de ensayo</i>	0.40	m	Formula:	$Km = R^2/2L(t_2-t_1) \times \ln(L/R) \ln(h_1/h_2)$	
<i>Diametro de tuberia</i>	5.08	cm	<i>Radio del tubo:</i>	2.54	
<i>Area de tuberia</i>	20.27	cm ²	$Km = R^2/2L(t_2-t_1) \times \ln(L/R) \ln(h_1/h_2)$		
<i>Altura de nivel freatico</i>	0.00	cm			
<i>Altura de carga inicial (h1)</i>	100.00	cm			
<i>Distancia que recorre (L)</i>	1.00	cm			
TIPO DE SUELO					
CÓDIGO	Prof.	Tiempo	Descenso	Altura de carga	Permeabilidad
	(m)	(min)	b_i (cm)	h₂ = h₁ - b_i	cm/s
PSS-06	1.00	0.00	0.00	100.00	
		1.00	0.50	99.50	4.34E-04
		2.00	1.20	98.80	5.22E-04
		3.00	1.80	98.20	5.24E-04
		5.00	2.40	97.60	4.20E-04
		10.00	5.20	94.80	4.62E-04
		15.00	0.00	100.00	0.00E+00
		20.00	0.00	100.00	0.00E+00
		30.00	0.00	100.00	0.00E+00
		45.00	0.00	100.00	0.00E+00
		50.00	0.00	100.00	0.00E+00
		55.00	0.00	100.00	0.00E+00
		60.00	0.00	100.00	0.00E+00
					2.36E-03
			PERMEABILIDAD	Km = (cm/s)	4.20E-04
				Perm Prom =	4.72E-04

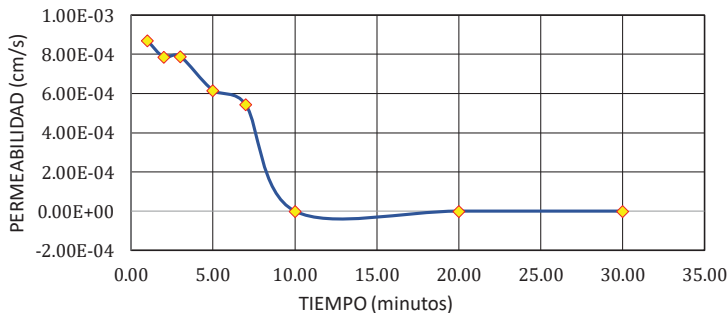


ENSAYO DE PERMEABILIDAD IN-SITU

(Metodo de carga variable)

Tesis:	IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO				
Ubicación:	Distrito:	San Salvador	Provincia:	Calca	
Facultad:	INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA				
Fecha:	SEPTIEMBRE 2017		Coordenadas:	8499859	203094
Zona:	VICHO		Sondaje n°	PSS-07	Nivel Superior
Cota(ref.)	3360		m.s.n.m		
<i>Profundidad de ensayo</i>	0.40	m	Formula:	$Km = R^2/2L(t_2-t_1) \times \ln(L/R)\ln(h_1/h_2)$	
<i>Diametro de tubería</i>	5.08	cm	<i>Radio del tubo:</i>	2.54	
<i>Area de tubería</i>	20.27	cm ²	$Km = R^2/2L(t_2-t_1) \times \ln(L/R)\ln(h_1/h_2)$		
<i>Altura de nivel freatico</i>	0.00	cm			
<i>Altura de carga inicial (h1)</i>	100.00	cm			
<i>Distancia que recorre (L)</i>	1.00	cm			
TIPO DE SUELO					
CÓDIGO	Prof.	Tiempo	Descenso	Altura de carga	Permeabilidad
	(m)	(min)	b _i (cm)	h ₂ = h ₁ - b _i	cm/s
PSS-07	1.00	0.00	0.00	100.00	
		1.00	1.00	99.00	8.70E-04
		2.00	1.80	98.20	7.86E-04
		3.00	2.70	97.30	7.89E-04
		5.00	3.50	96.50	6.17E-04
		7.00	4.30	95.70	5.43E-04
		10.00	0.00	100.00	0.00E+00
		20.00	0.00	100.00	0.00E+00
		30.00	0.00	100.00	0.00E+00
		45.00	0.00	100.00	0.00E+00
		50.00	0.00	100.00	0.00E+00
		55.00	0.00	100.00	0.00E+00
		60.00	0.00	100.00	0.00E+00
					3.60E-03
PERMEABILIDAD				Km = (cm/s)	0.00E+00
				Perm Prom =	4.51E-04

PERMEABILIDAD



4. FICHAS DE PERMEABILIDAD INDIRECTA

MACIZOS ROCOSOS

IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA
 MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-
 CUSCO

ZONA : C.C IRPAY

VMR-SS-01

COORDENADAS: 198445 8509690 3489

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.010000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.010000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.010000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.010000	12 v*b	8.80E-02	
Separacion(m)	S 1	0.600000	g*e3	0.000981	
Separacion(m)	S 2	1.000000	k=	1.11E-02	cm/s
Separacion(m)	S 3	0.600000			
Prom Sep		0.733333			

VALOR DE K

1.11E-02

ZONA : CCAMAHUARA

VMR-SS-02

COORDENADAS: 199101 851029 3560

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.010000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.010000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.001000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.007000	12 v*b	5.60E-03	
Separacion(m)	S 1	0.060000	g*e3	0.000336483	
Separacion(m)	S 2	0.060000	k=	6.01E-02	cm/s
Separacion(m)	S 3	0.020000			
Prom Sep		0.046667			

VALOR DE K

6.01E-02

MACIZOS ROCOSOS

IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA
MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-
CUSCO

ZONA : CCAMAHUARA

VMR-SS-03

COORDENADAS: 200034

8513138

4119

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.005000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.005000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.025000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.011667	12 v*b	5.60E-03	
Separacion(m)	S 1	0.020000	g*e ³	0.001557792	
Separacion(m)	S 2	0.060000	k=	2.78E-01	
Separacion(m)	S 3	0.060000			cm/s
Prom Sep		0.046667			

VALOR DE K

2.78E-01

ZONA : CCAMAHUARA

VMR-SS-04

COORDENADAS: 198500

8513332

4217

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.001000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.001000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.001000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.001000	12 v*b	1.60E-01	
Separacion(m)	S 1	1.000000	g*e ³	0.000000981	
Separacion(m)	S 2	1.000000	k=	6.13E-06	
Separacion(m)	S 3	2.000000			cm/s
Prom Sep		1.333333			

VALOR DE K

6.13E-06

MACIZOS ROCOSOS

IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA
MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-
CUSCO

ZONA : POBLADO SAN SALVADOR **VMR-SS-05**

COORDENADAS: 199109 8504862 3625

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.050000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.050000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.050000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.050000	12 v*b	1.20E-01	
Separacion(m)	S 1	1.000000	g*e ³	0.122625	
Separacion(m)	S 2	1.000000	k=	1.02E+00	
Separacion(m)	S 3	1.000000			cm/s
Prom Sep		1.000000			

VALOR DE K 1.02E+00

ZONA : CCAMAHUARA **VMR-SS-06**

COORDENADAS: 198435 8513372 4205

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.001000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.001000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.005000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.002333	12 v*b	4.00E-01	
Separacion(m)	S 1	2.000000	g*e ³	1.24623E-05	
Separacion(m)	S 2	2.000000	k=	3.12E-05	
Separacion(m)	S 3	6.000000			cm/s
Prom Sep		3.333333			

VALOR DE K 3.12E-05

MACIZOS ROCOSOS

IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA
 MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-
 CUSCO

ZONA : CCAMAHUARA

VMR-SS-07

COORDENADAS:

198875

8513538

4100

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.001000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.002000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.001000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.001333	12 v*b	2.40E-01	
Separacion(m)	S 1	2.000000	g*e ³	2.32533E-06	
Separacion(m)	S 2	2.000000	k=	9.69E-06	
Separacion(m)	S 3	2.000000			cm/s
Prom Sep		2.000000			

VALOR DE K

9.69E-06

ZONA : CCAMAHUARA

VMR-SS-08

COORDENADAS:

199994

8513019

4107

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.005000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.002500		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.005000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.004167	12 v*b	2.64E-02	
Separacion(m)	S 1	0.060000	g*e ³	7.09635E-05	
Separacion(m)	S 2	0.300000	k=	2.69E-03	
Separacion(m)	S 3	0.300000			cm/s
Prom Sep		0.220000			

VALOR DE K

2.69E-03

MACIZOS ROCOSOS

IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA
 MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-
 CUSCO

ZONA : SICLLABAMBA

VMR-SS-09

COORDENADAS: 201027

8510772

3974

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.001000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.002500		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.001000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.001500	12 v*b	8.80E-03	
Separacion(m)	S 1	0.060000	g*e3	3.31088E-06	
Separacion(m)	S 2	0.100000	k=	3.76E-04	
Separacion(m)	S 3	0.060000			cm/s
Prom Sep		0.073333			

VALOR DE K

3.76E-04

ZONA : SICLLABAMBA

VMR-SS-10

COORDENADAS: 200802

8510290

4006

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.001000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.002500		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.001000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.001500	12 v*b	8.80E-03	
Separacion(m)	S 1	0.060000	g*e3	3.31088E-06	
Separacion(m)	S 2	0.100000	k=	3.76E-04	
Separacion(m)	S 3	0.060000			cm/s
Prom Sep		0.073333			

VALOR DE K

3.76E-04

MACIZOS ROCOSOS

IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA
 MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-
 CUSCO

ZONA : SICLLABAMBA

VMR-SS-11

COORDENADAS:

200515

8510583

3922

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.001000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.001000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.001000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.001000	12 v*b	3.28E-02	
Separacion(m)	S 1	0.020000	g*e ³	0.000000981	
Separacion(m)	S 2	0.200000	k=	2.99E-05	cm/s
Separacion(m)	S 3	0.600000			
Prom Sep		0.273333			

VALOR DE K

2.99E-05

ZONA : CCAMAHUARA

VMR-SS-12

COORDENADAS:

198689

8513321

4204

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.002500	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.001000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.002500		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.002000	12 v*b	7.20E-02	
Separacion(m)	S 1	0.600000	g*e ³	0.000007848	
Separacion(m)	S 2	0.600000	k=	1.09E-04	cm/s
Separacion(m)	S 3	0.600000			
Prom Sep		0.600000			

VALOR DE K

1.09E-04

MACIZOS ROCOSOS

IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA
 MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-
 CUSCO

ZONA : QESCAY

VMR-SS-13

COORDENADAS: 204524 8510822 4309

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.001000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.002500		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.001000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.001500	12 v*b	3.44E-02	
Separacion(m)	S 1	0.060000	g*e3	3.31088E-06	
Separacion(m)	S 2	0.600000	k=	9.62E-05	
Separacion(m)	S 3	0.200000			cm/s
Prom Sep		0.286667			

VALOR DE K

9.62E-05

ZONA : POBLADO SAN SALVADOR

VMR-SS-14

COORDENADAS: 199034 8504638 3625

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.001000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.002500		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.001000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.001500	12 v*b	5.60E-02	
Separacion(m)	S 1	0.600000	g*e3	3.31088E-06	
Separacion(m)	S 2	0.600000	k=	5.91E-05	
Separacion(m)	S 3	0.200000			cm/s
Prom Sep		0.466667			

VALOR DE K

5.91E-05

MACIZOS ROCOSOS

**IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA
MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-
CUSCO**

ZONA : OCCORURO

VMR-SS-15

COORDENADAS:

201606

8512222

4148

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.001000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.001000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.001000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.001000	12 v*b	4.64E-02	
Separacion(m)	S 1	1.000000	g*e ³	0.000000981	
Separacion(m)	S 2	0.100000	k=	2.11E-05	cm/s
Separacion(m)	S 3	0.060000			
Prom Sep		0.386667			

VALOR DE K

2.11E-05

ZONA : CHIRIPATA

VMR-SS-16

COORDENADAS:

202169

8508112

3673

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.005000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.001000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.001000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.002333	12 v*b	7.20E-02	
Separacion(m)	S 1	0.600000	g*e ³	1.24623E-05	
Separacion(m)	S 2	0.600000	k=	1.73E-04	cm/s
Separacion(m)	S 3	0.600000			
Prom Sep		0.600000			

VALOR DE K

1.73E-04

MACIZOS ROCOSOS

IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA
MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-
CUSCO

ZONA : TINCOCMAYO

VMR-SS-17

COORDENADAS: 202323

8508390

3780

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.001000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.001000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.002500		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.001500	12 v*b	7.20E-03	
Separacion(m)	S 1	0.060000	g*e ³	3.31088E-06	
Separacion(m)	S 2	0.060000	k=	4.60E-04	
Separacion(m)	S 3	0.060000			cm/s
Prom Sep		0.060000			

VALOR DE K

4.60E-04

ZONA : PATABAMBA

VMR-SS-18

COORDENADAS: 202540

8506974

3650

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.001000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.001000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.001000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.001000	12 v*b	8.80E-02	
Separacion(m)	S 1	0.600000	g*e ³	0.000000981	
Separacion(m)	S 2	0.600000	k=	1.11E-05	
Separacion(m)	S 3	1.000000			cm/s
Prom Sep		0.733333			

VALOR DE K

1.11E-05

MACIZOS ROCOSOS

IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA
 MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-
 CUSCO

ZONA : PATABAMBA

VMR-SS-19

COORDENADAS: 202666 8507050 3666

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.001000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.001000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.001000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.001000	12 v*b	5.60E-03	
Separacion(m)	S 1	0.060000	g*e3	0.000000981	
Separacion(m)	S 2	0.060000	k=	1.75E-04	cm/s
Separacion(m)	S 3	0.020000			
Prom Sep		0.046667			

VALOR DE K

1.75E-04

ZONA : AMARUPAMPA

VMR-SS-20

COORDENADAS: 202540 8506974 3650

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.001000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.001000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.001000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.001000	12 v*b	1.84E-01	
Separacion(m)	S 1	2.000000	g*e3	0.000000981	
Separacion(m)	S 2	2.000000	k=	5.33E-06	cm/s
Separacion(m)	S 3	0.600000			
Prom Sep		1.533333			

VALOR DE K

5.33E-06

MACIZOS ROCOSOS

IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA
 MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-
 CUSCO

ZONA : **AMARUPAMPA**

VMR-SS-21

COORDENADAS: 201198

8504463

3052

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.010000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.001000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.005000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.005333	12 v*b	5.60E-03	
Separacion(m)	S 1	0.060000	g*e3	0.000148821	
Separacion(m)	S 2	0.060000	k=	2.66E-02	cm/s
Separacion(m)	S 3	0.020000			
Prom Sep		0.046667			

VALOR DE K

2.66E-02

ZONA : **VICHO ALTO**

VMR-SS-22

COORDENADAS: 203211

8499717

3363

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.010000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.010000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.001000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.007000	12 v*b	2.40E-04	
Separacion(m)	S 1	0.002000	g*e3	0.000336483	
Separacion(m)	S 2	0.002000	k=	1.40E+00	cm/s
Separacion(m)	S 3	0.002000			
Prom Sep		0.002000			

VALOR DE K

1.40E+00

MACIZOS ROCOSOS

IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA
 MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-
 CUSCO

ZONA : VICH0 ALTO

VMR-SS-23

COORDENADAS: 203476

8499404

3457

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.001000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.001000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.001000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.001000	12 v*b	7.20E-03	
Separacion(m)	S 1	0.060000	g*e3	0.000000981	
Separacion(m)	S 2	0.060000	k=	1.36E-04	
Separacion(m)	S 3	0.060000			cm/s
Prom Sep		0.060000			

VALOR DE K

1.36E-04

ZONA : VICH0 ALTO

VMR-SS-24

COORDENADAS: 203694

8499217

3905

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.001000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.001000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.001000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.001000	12 v*b	1.28E-02	
Separacion(m)	S 1	0.200000	g*e3	0.000000981	
Separacion(m)	S 2	0.060000	k=	7.66E-05	
Separacion(m)	S 3	0.060000			cm/s
Prom Sep		0.106667			

VALOR DE K

7.66E-05

MACIZOS ROCOSOS

IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA
MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-
CUSCO

ZONA : VICHO ALTO

VMR-SS-25

COORDENADAS: 203650

8499478

3843

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.001000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.001000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.001000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.001000	12 v*b	2.40E-02	
Separacion(m)	S 1	0.200000	g*e3	0.000000981	
Separacion(m)	S 2	0.200000	k=	4.09E-05	
Separacion(m)	S 3	0.200000			cm/s
Prom Sep		0.200000			

VALOR DE K

4.09E-05

ZONA : PARPACALLE

VMR-SS-26

COORDENADAS: 203694

8499217

3905

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.001000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.001000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.001000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.001000	12 v*b	1.20E-02	
Separacion(m)	S 1	0.100000	g*e3	0.000000981	
Separacion(m)	S 2	0.100000	k=	8.18E-05	
Separacion(m)	S 3	0.100000			cm/s
Prom Sep		0.100000			

VALOR DE K

8.18E-05

MACIZOS ROCOSOS

IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA
 MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-
 CUSCO

ZONA : **PARPACALLE**

VMR-SS-27

COORDENADAS: 202737

8502737

3460

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.001000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.001000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.001000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.001000	12 v*b	1.84E-02	
Separacion(m)	S 1	0.060000	g*e ³	0.000000981	
Separacion(m)	S 2	0.200000	k=	5.33E-05	cm/s
Separacion(m)	S 3	0.200000			
Prom Sep		0.153333			

VALOR DE K

5.33E-05

ZONA : **PARPACALLE**

VMR-SS-28

COORDENADAS: 202799

8502930

3270

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.001000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.001000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.001000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.001000	12 v*b	1.44E-02	
Separacion(m)	S 1	0.060000	g*e ³	0.000000981	
Separacion(m)	S 2	0.100000	k=	6.81E-05	cm/s
Separacion(m)	S 3	0.200000			
Prom Sep		0.120000			

VALOR DE K

6.81E-05

MACIZOS ROCOSOS

IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA
 MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-
 CUSCO

ZONA : **PARPACALLE**

VMR-SS-29

COORDENADAS: 202486

8503401

3111

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.001000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.002500		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.001000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.001500	12 v*b	4.00E-02	
Separacion(m)	S 1	0.200000	g*e ³	3.31088E-06	
Separacion(m)	S 2	0.200000	k=	8.28E-05	
Separacion(m)	S 3	0.600000			cm/s
Prom Sep		0.333333			

VALOR DE K

8.28E-05

ZONA : **QOSQO AYLLU**

VMR-SS-30

COORDENADAS: 194205

8508335

3341

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.010000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.001000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.001000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.004000	12 v*b	1.84E-02	
Separacion(m)	S 1	0.060000	g*e ³	0.000062784	
Separacion(m)	S 2	0.200000	k=	3.41E-03	
Separacion(m)	S 3	0.200000			cm/s
Prom Sep		0.153333			

VALOR DE K

3.41E-03

MACIZOS ROCOSOS

IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA
 MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-
 CUSCO

ZONA : QOSQO AYLLU

VMR-SS-31

COORDENADAS: 194416 8507864 3313

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.001000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.001000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.001000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.001000	12 v*b	1.28E-02	
Separacion(m)	S 1	0.060000	g*e3	0.000000981	
Separacion(m)	S 2	0.060000	k=	7.66E-05	
Separacion(m)	S 3	0.200000			cm/s
Prom Sep		0.106667			

VALOR DE K

7.66E-05

ZONA : PARPACALLE

VMR-SS-32

COORDENADAS: 202162 8502509 3226

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.001000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.001000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.001000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.001000	12 v*b	7.20E-03	
Separacion(m)	S 1	0.060000	g*e3	0.000000981	
Separacion(m)	S 2	0.060000	k=	1.36E-04	
Separacion(m)	S 3	0.060000			cm/s
Prom Sep		0.060000			

VALOR DE K

1.36E-04

MACIZOS ROCOSOS

IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA
 MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-
 CUSCO

ZONA : **SAN SALVADOR** **VMR-SS-33**

COORDENADAS: 201184 8504870 3069

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.002500	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.002500		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.002500		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.002500	12 v*b	7.20E-02	
Separacion(m)	S 1	0.200000	g*e ³	1.53281E-05	
Separacion(m)	S 2	0.600000	k=	2.13E-04	cm/s
Separacion(m)	S 3	1.000000			
Prom Sep		0.600000			

VALOR DE K 2.13E-04

ZONA : **PILLAHUARA** **VMR-SS-34**

COORDENADAS: 194416 8507864 3313

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.002500	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.002500		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.002500		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.002500	12 v*b	4.00E-02	
Separacion(m)	S 1	0.200000	g*e ³	1.53281E-05	
Separacion(m)	S 2	0.200000	k=	3.83E-04	cm/s
Separacion(m)	S 3	0.600000			
Prom Sep		0.333333			

VALOR DE K 3.83E-04

MACIZOS ROCOSOS

IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA
 MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-
 CUSCO

ZONA : **PILLAHUARA** **VMR-SS-35**

COORDENADAS: 194923 8510941 3095

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.005000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.005000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.002500		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.004167	12 v*b	1.12E-01	
Separacion(m)	S 1	0.200000	g*e ³	7.09635E-05	
Separacion(m)	S 2	0.600000	k=	6.34E-04	
Separacion(m)	S 3	2.000000			cm/s
Prom Sep		0.933333			

VALOR DE K 6.34E-04

ZONA : **SAN SALVADOR** **VMR-SS-36**

COORDENADAS: 198648 8507351 3020

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.001000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.001000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.002500		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.001500	12 v*b	1.12E-01	
Separacion(m)	S 1	0.200000	g*e ³	3.31088E-06	
Separacion(m)	S 2	0.600000	k=	2.96E-05	
Separacion(m)	S 3	2.000000			cm/s
Prom Sep		0.933333			

VALOR DE K 2.96E-05

MACIZOS ROCOSOS

IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA
MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-
CUSCO

ZONA : **PARPACALLA**

VMR-SS-37

COORDENADAS: 201061

8502112

3907

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.001000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.001000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.005000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.002333	12 v*b	5.60E-02	
Separacion(m)	S 1	0.200000	g*e3	1.24623E-05	
Separacion(m)	S 2	0.600000	k=	2.23E-04	
Separacion(m)	S 3	0.600000			cm/s
Prom Sep		0.466667			

VALOR DE K

2.23E-04

ZONA : **OCCORURO**

VMR-SS-38

COORDENADAS: 201920

8512271

4133

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.001000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.001000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.002500		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.001500	12 v*b	5.60E-02	
Separacion(m)	S 1	0.200000	g*e3	3.31088E-06	
Separacion(m)	S 2	0.600000	k=	5.91E-05	
Separacion(m)	S 3	0.600000			cm/s
Prom Sep		0.466667			

VALOR DE K

5.91E-05

MACIZOS ROCOSOS

IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA
 MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-
 CUSCO

ZONA : OCCORURO VMR-SS-39
 COORDENADAS: 194416 8507864 3313

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.001000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.002500		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.005000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.002833	12 v*b	1.12E-01	
Separacion(m)	S 1	0.200000	g*e ³	2.23132E-05	
Separacion(m)	S 2	0.600000	k=	1.99E-04	
Separacion(m)	S 3	2.000000			cm/s
Prom Sep		0.933333			

VALOR DE K 1.99E-04

ZONA : PACOR VMR-SS-40
 COORDENADAS: 201865 8503956 3059

Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.005000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.005000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.002500		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.004167	12 v*b	1.28E-01	
Separacion(m)	S 1	2.000000	g*e ³	7.09635E-05	
Separacion(m)	S 2	0.600000	k=	5.54E-04	
Separacion(m)	S 3	0.600000			cm/s
Prom Sep		1.066667			

VALOR DE K 5.54E-04

MACIZOS ROCOSOS

IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA
 MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-
 CUSCO

ZONA : **San Salvador Pueblo** **VMR-SS-41**

COORDENADAS: 198040 8507729 3090

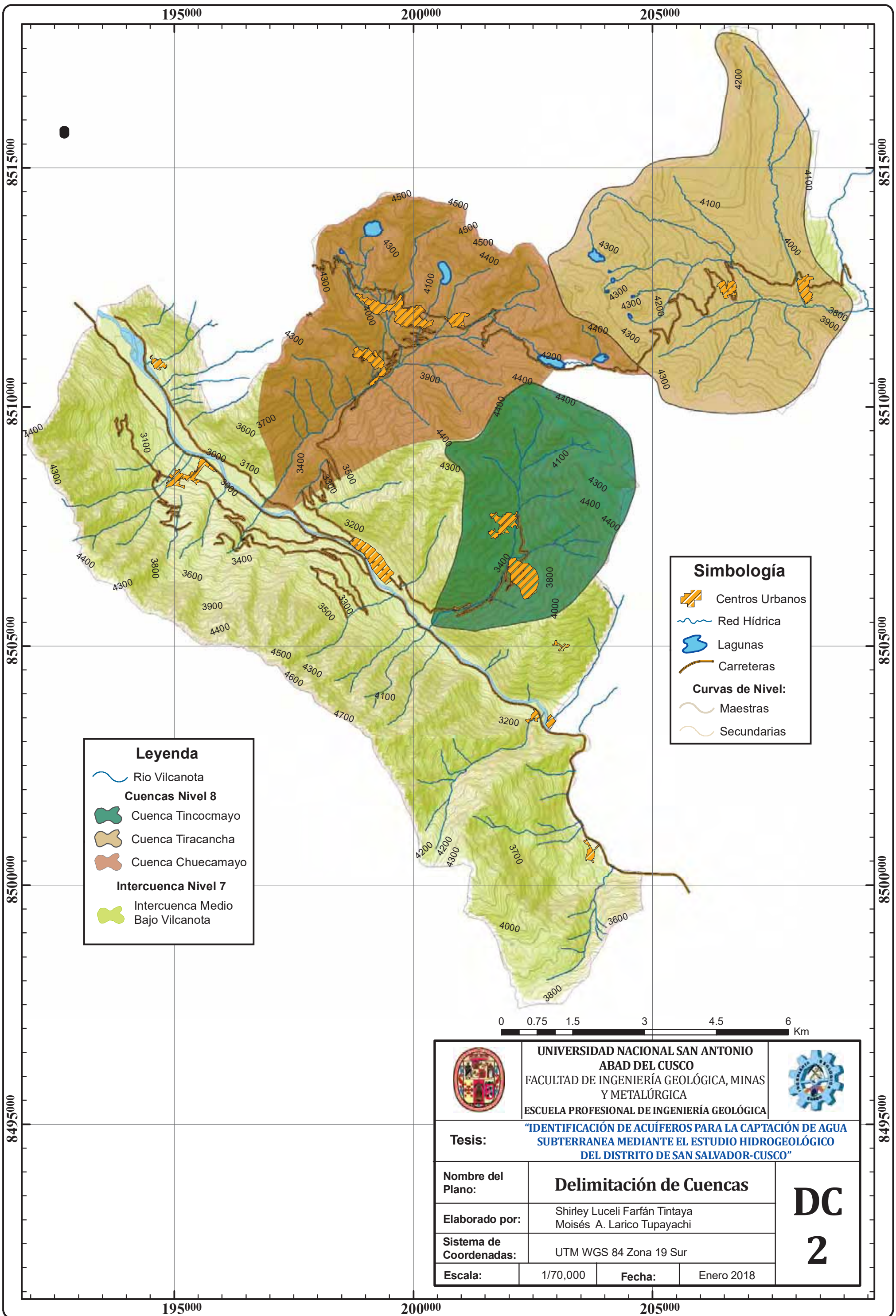
Permeabilidad del area para tres sistemas de discontinuidades

Condición del macizo	sistemas a,b y e	Espaciam.	K Matriz	u	pa*seg
Abertura(m)	C 1	0.001000	1.00E-05	1.00E+03	1.00E-02
Abertura(m)	C 2	0.001000		981	m/s ²
Abertura(m)	C 3	0.005000		1.00E-02	m ² /s
Prom esp.		0.002333	12 v*b	5.60E-02	
Separacion(m)	S 1	0.200000	g*e3	1.24623E-05	
Separacion(m)	S 2	0.600000	k=	2.23E-04	cm/s
Separacion(m)	S 3	0.600000			
Prom Sep		0.466667			

VALOR DE K

2.23E-04

5. MAPAS



Leyenda

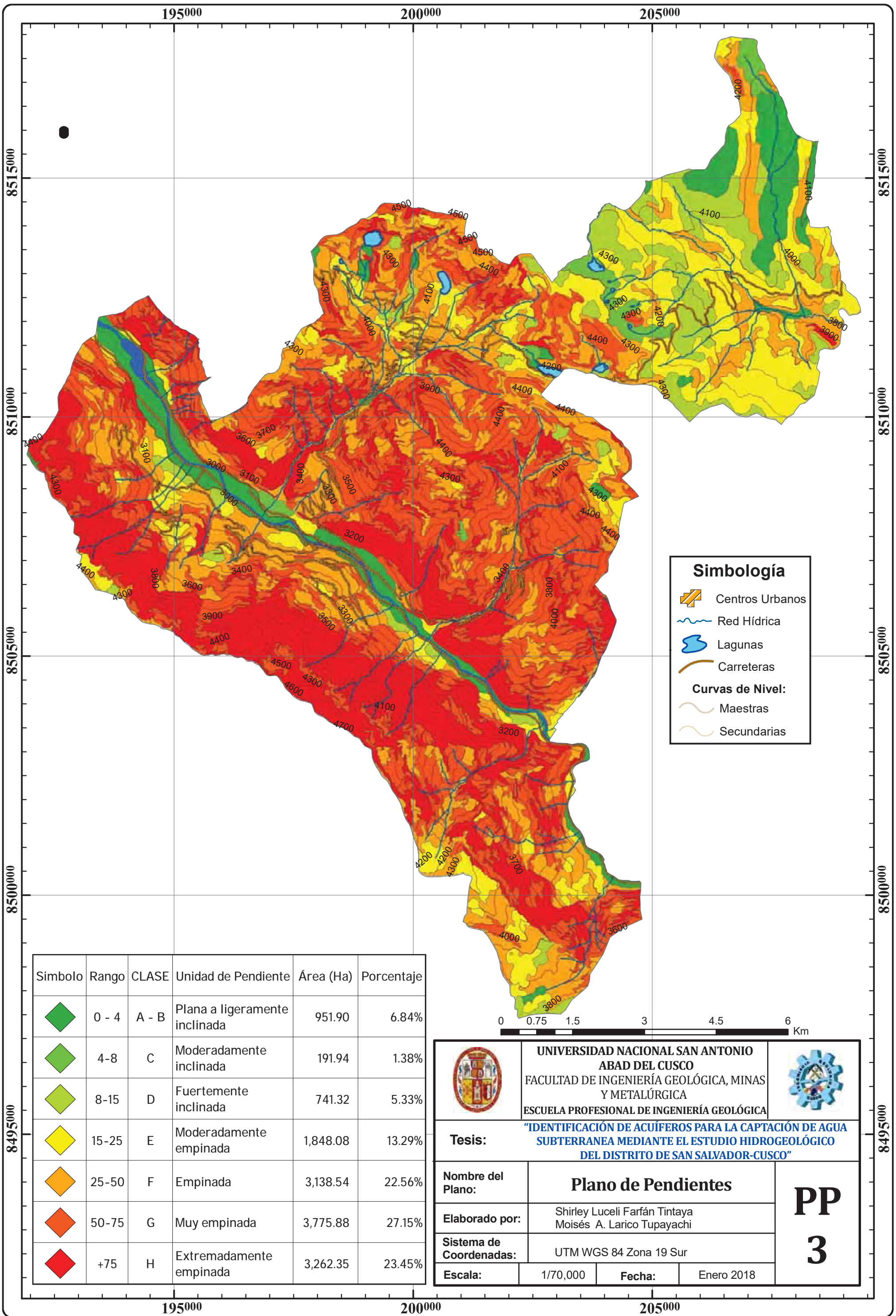
- Rio Vilcanota
- Cuencas Nivel 8**
 - Cuenca Tincocmayo
 - Cuenca Tiracancha
 - Cuenca Chuecamayo
- Intercuenca Nivel 7**
 - Intercuenca Medio Bajo Vilcanota

Simbología

- Centros Urbanos
- Red Hídrica
- Lagunas
- Carreteras
- Curvas de Nivel:**
 - Maestras
 - Secundarias



	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA		
Tesis: "IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO"			
Nombre del Plano:	Delimitación de Cuencas		DC 2
Elaborado por:	Shirley Luceli Farfán Tintaya Moisés A. Larico Tupayachi		
Sistema de Coordenadas:	UTM WGS 84 Zona 19 Sur		
Escala:	1/70,000	Fecha:	Enero 2018

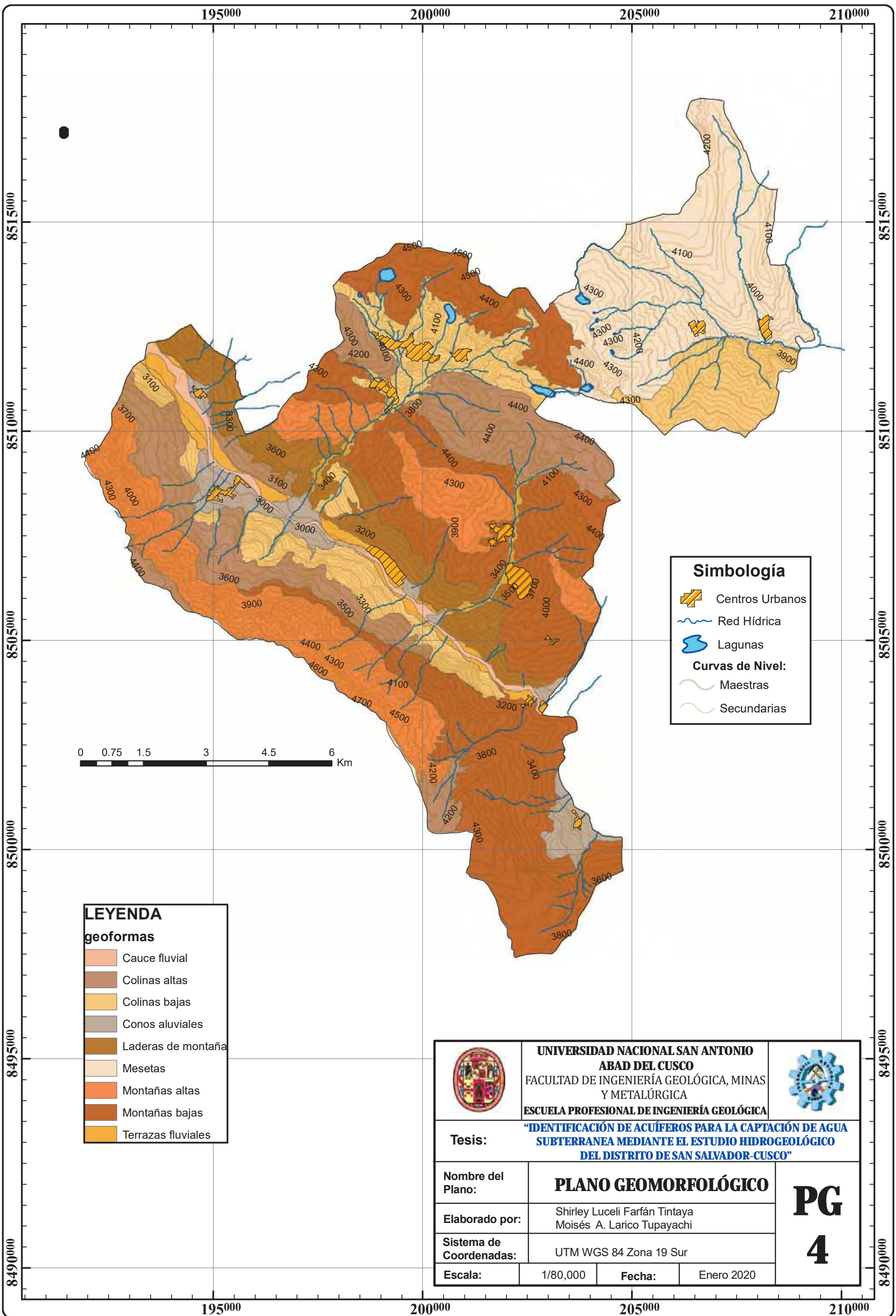


Simbología

- Centros Urbanos
- Red Hídrica
- Lagunas
- Carreteras
- Curvas de Nivel:**
 - Maestras
 - Secundarias

Simbolo	Rango	CLASE	Unidad de Pendiente	Área (Ha)	Porcentaje
	0 - 4	A - B	Plana a ligeramente inclinada	951.90	6.84%
	4-8	C	Moderadamente inclinada	191.94	1.38%
	8-15	D	Fuertemente inclinada	741.32	5.33%
	15-25	E	Moderadamente empinada	1,848.08	13.29%
	25-50	F	Empinada	3,138.54	22.56%
	50-75	G	Muy empinada	3,775.88	27.15%
	+75	H	Extremadamente empinada	3,262.35	23.45%

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA		
Tesis: "IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO"			
Nombre del Plano:	Plano de Pendientes		PP 3
Elaborado por:	Shirley Luceli Farfán Tintaya Moisés A. Larico Tupayachi		
Sistema de Coordenadas:	UTM WGS 84 Zona 19 Sur		
Escala:	1/70,000	Fecha:	



Simbología

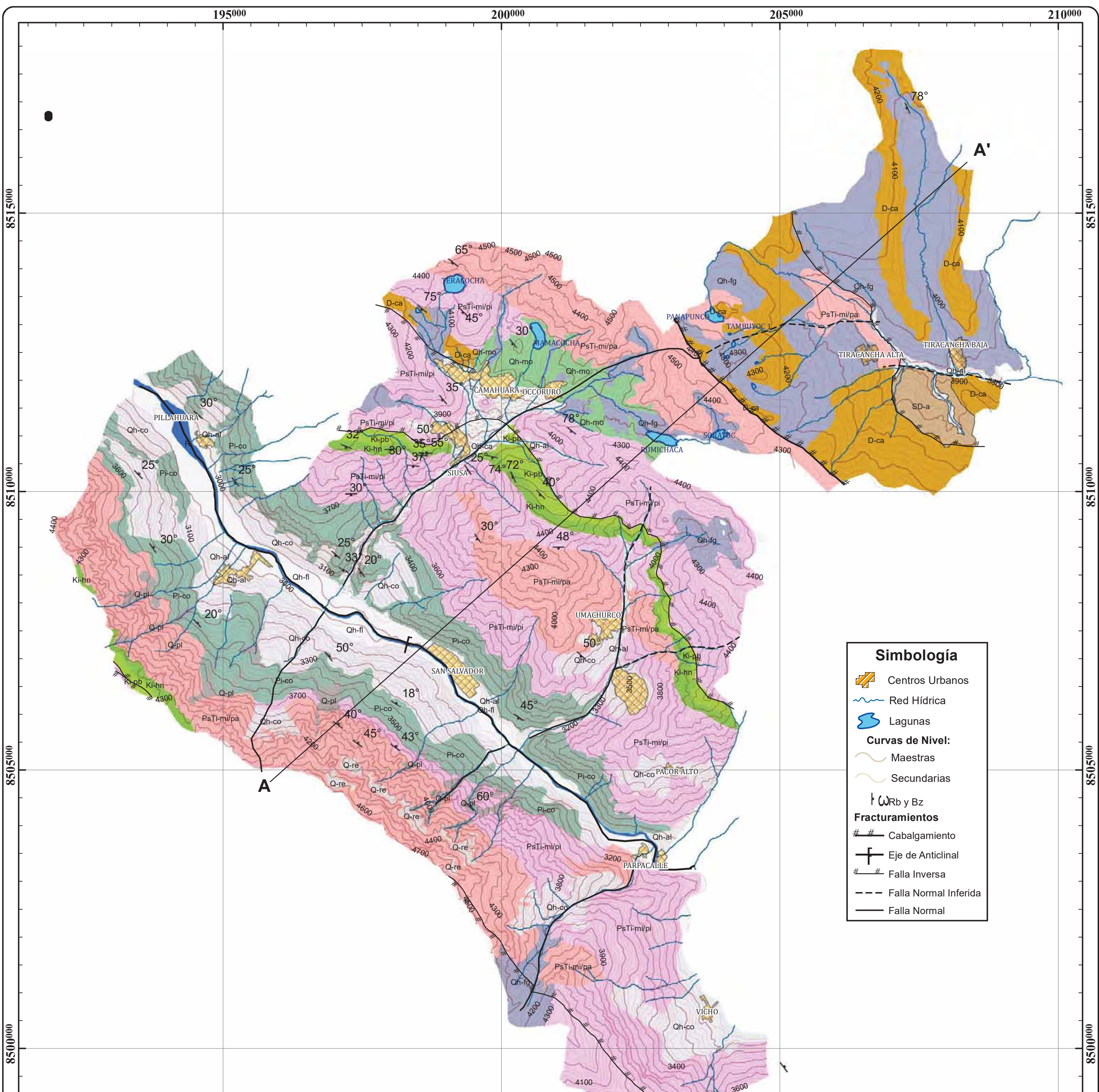
- Centros Urbanos
- Red Hídrica
- Lagunas
- Curvas de Nivel:**
- Maestras
- Secundarias

LEYENDA
geoformas

- Cauce fluvial
- Colinas altas
- Colinas bajas
- Conos aluviales
- Laderas de montaña
- Mesetas
- Montañas altas
- Montañas bajas
- Terrazas fluviales

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA		
Tesis: "IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO"			
Nombre del Plano:		PLANO GEOMORFOLÓGICO	
Elaborado por:		Shirley Luceli Farfán Tintaya Moisés A. Larico Tupayachi	
Sistema de Coordenadas:		UTM WGS 84 Zona 19 Sur	
Escala:	1/80,000	Fecha:	Enero 2020

PG
4

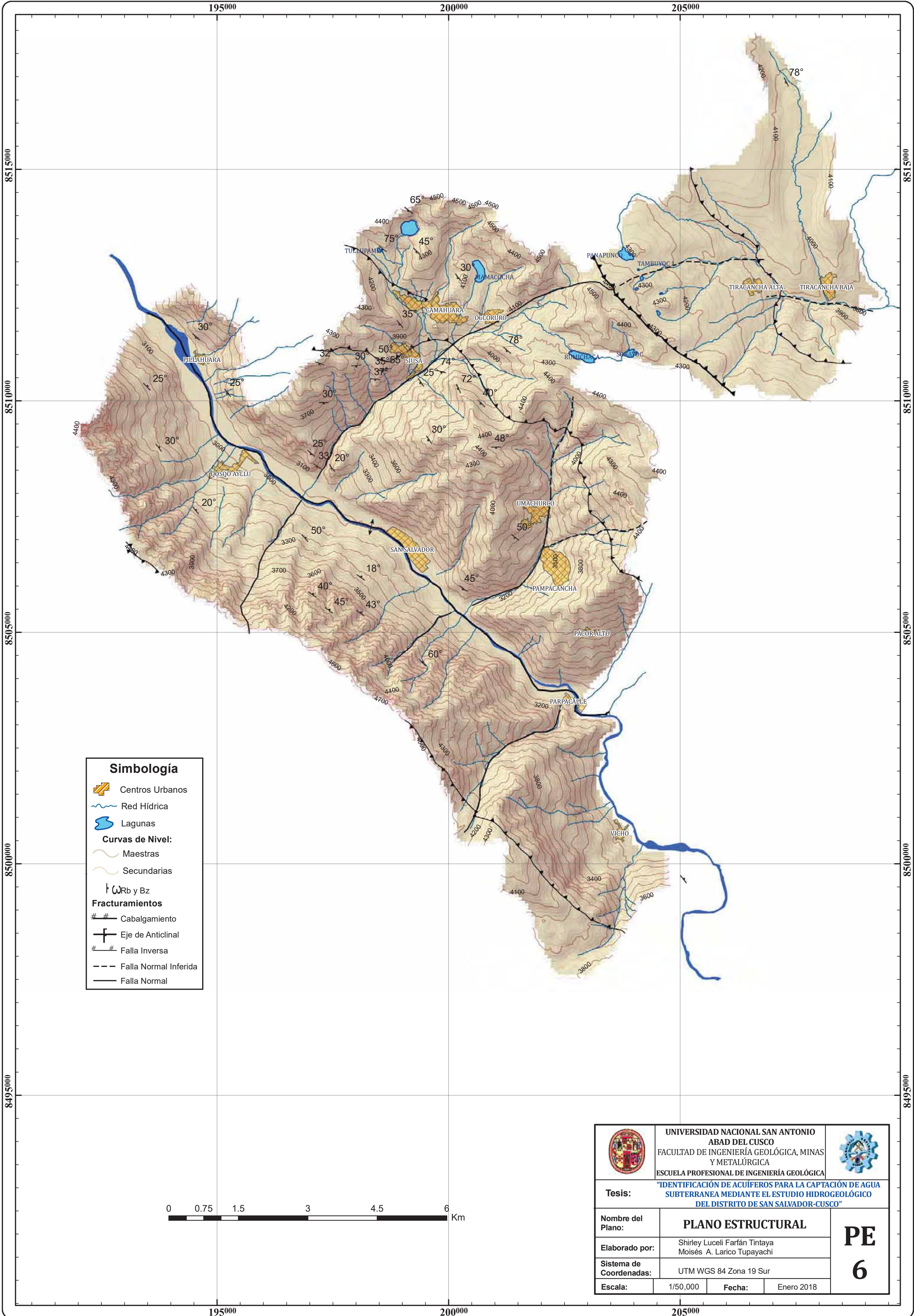


Simbología

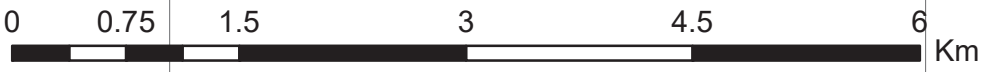
- Centros Urbanos
- Red Hídrica
- Lagunas
- Curvas de Nivel:**
 - Maestras
 - Secundarias
- W_{Rb} y B_z
- Fracturamientos**
 - Cabalgamiento
 - Eje de Anticlinal
 - Falla Inversa
 - Falla Normal Inferida
 - Falla Normal

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS		DESCRIPCIÓN	
			UNIDAD	SIMB		
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	Depósitos Fluviales	Qh-fl	Gravas con clastos subredondeados a redondeados, arenas, limos y arcillas	
			Depósitos fluvio-glaciares	Qh-fg	Depositos heterogeneos semiestratificadas en matriz de arena, limo y arcilla, con clastos y bloques forma subangulosa a redondeados	
			Depósitos Aluviales	Qh-al	Gravas con clastos subangulosos a subredondeados con arenas	
			Depósitos Morrénicos	Qh-mo	Depositos heterogeneos semiestratificadas en matriz de arena, limo y arcilla, con clastos y bloques forma subangulosa a redondeados	
			Depósitos Coluviales	Qh-co	Gravas con arenas mal seleccionados en matriz de limo y arcilla, forman los conos aluviales	
	NEOGENO	PLIOGENO	EOCENO			
	CRETÁCICO	INFERIOR		Ki-pb	Calizas, margas y lutitas	
				Ki-hn	Areniscas cuarzosas intercaladas con lutitas o limolitas rojas.	
JURASICO	INFERIOR					
	SUPERIOR	Formación Pachatusan	PsTr-pa	Brechas, aglomerados con coladas volcanicas de basaltos y nolititas		
		Formación Pisac	PsTr-pi	conglomerados con areniscas, limolitas y andesita		
PALEOZOICO	PERMICO	SUPERIOR	Grupo Mitu	Pi-co	Calizas frecuentemente silicificadas y dolomitizadas	
			Grupo Copacabana	D-ca	Areniscas Cuarzosas y limolitas pizarrosas	
	DEVONICO	SUPERIOR	Grupo Cabanillas			
	SILURICO	SUPERIOR	Fm. Ananea	SD-a	Pizarras grises, lutitas y limolitas micáceas finamente laminadas.	

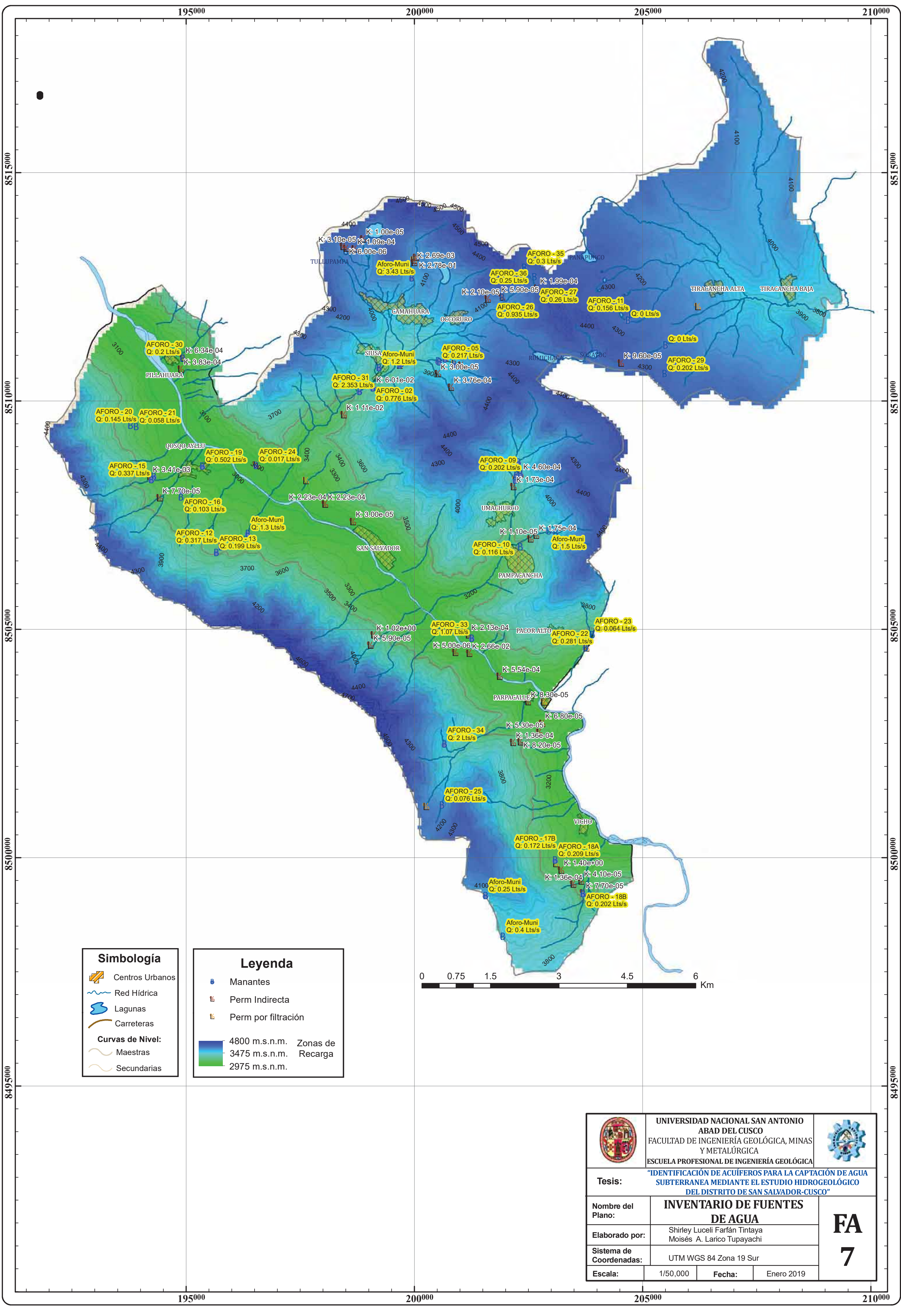
<p>UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DELCUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA</p>				
<p>Tesis: "IDENTIFICACIÓN DE ACUIFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO"</p>				
Nombre del Plano:	PLANO GEOLÓGICO		<p>PG 5</p>	
Elaborado por:	Shirley Luceli Farfán Tintaya Moisés A. Larico Tupayachi			
Sistema de Coordenadas:	UTM WGS 84 Zona 19 Sur			
Escala:	1/50,000	Fecha:		Enero 2020



Simbología	
	Centros Urbanos
	Red Hídrica
	Lagunas
Curvas de Nivel:	
	Maestras
	Secundarias
	WRb y Bz
Fracturamientos	
	Cabalgamiento
	Eje de Anticlinal
	Falla Inversa
	Falla Normal Invertida
	Falla Normal

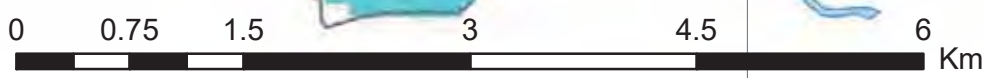


	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA	
Tesis:	"IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO"	
Nombre del Plano:	PLANO ESTRUCTURAL	
Elaborado por:	Shirley Luceli Farfán Tintaya Moisés A. Larico Tupayachi	
Sistema de Coordenadas:	UTM WGS 84 Zona 19 Sur	
Escala:	1/50,000	Fecha: Enero 2018
PE		
6		

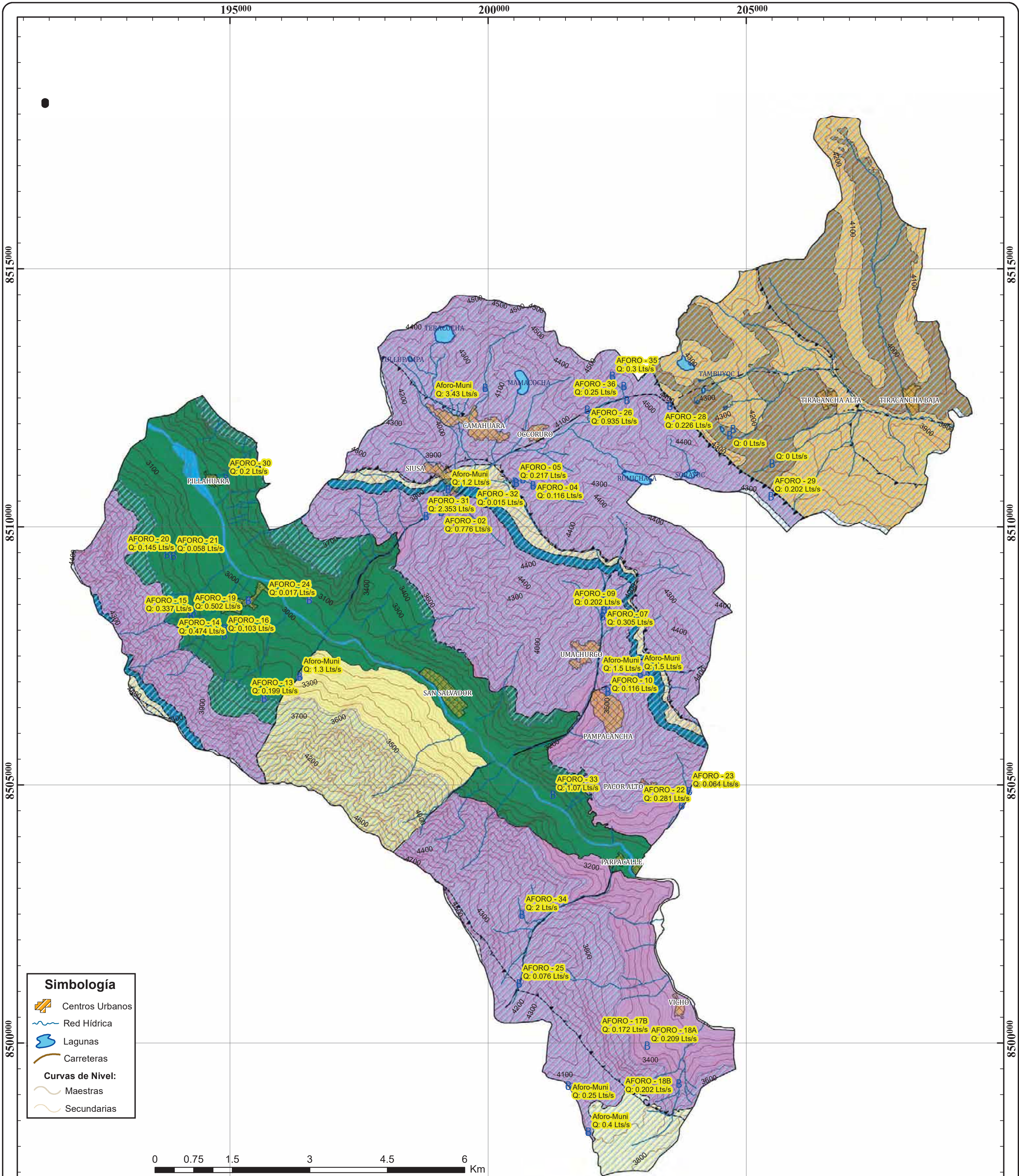


Simbología	
	Centros Urbanos
	Red Hídrica
	Lagunas
	Carreteras
Curvas de Nivel:	
	Maestras
	Secundarias

Leyenda	
	Manantes
	Perm Indirecta
	Perm por filtración
	4800 m.s.n.m. Zonas de Recarga
	3475 m.s.n.m.
	2975 m.s.n.m.



	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA		
	Tesis: "IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO"		
Nombre del Plano:	INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA		FA 7
Elaborado por:	Shirley Luceli Farfán Tintaya Moisés A. Larico Tupayachi		
Sistema de Coordenadas:	UTM WGS 84 Zona 19 Sur		
Escala:	1/50,000	Fecha: Enero 2019	



Simbología

- Centros Urbanos
- Red Hídrica
- Lagunas
- Carreteras
- Curvas de Nivel:
 - Maestras
 - Secundarias

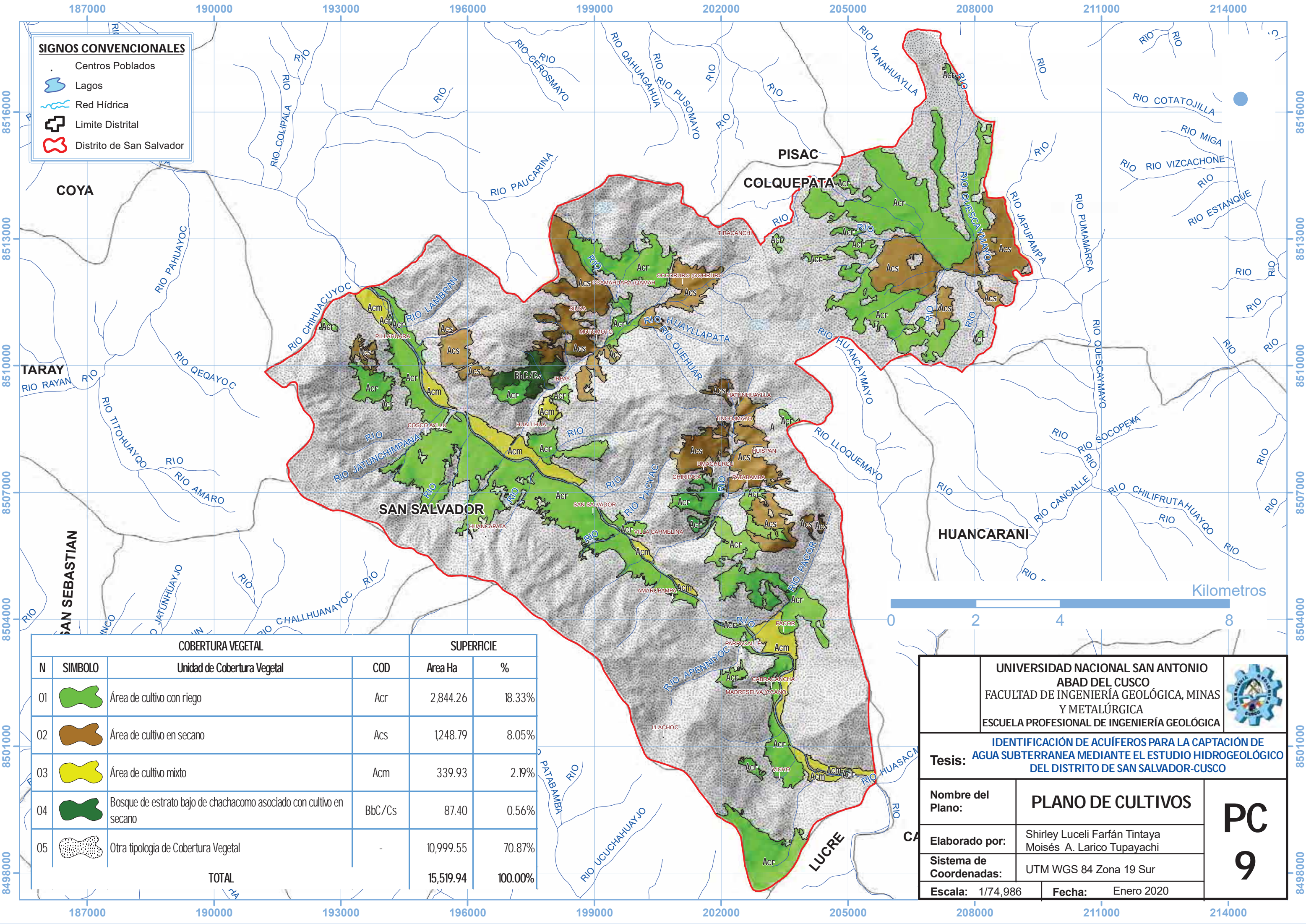


LEYENDA		
	Áreas de Recarga	
	Manantes	
Unidad Hidrogeológica	Tipo	Área Km2
	Acuífero Fisurado volcánico sedimentario	69.67
	Acuífero Fisurado Kárstico	26.98
	Acuífero Fisurado poroso no consolidado	12.36
	Acuitardo Metamórfico	25.42
	Acuitardo Sedimentario	2.11
	Acuífero Fisurado Sedimentario	2.17
	Acuitardo	9.85
	Acuitardo Sedimentario	2.03
Fracturamientos		
	Falla Inversa	
	Falla Inversa (cabalgamiento)	
	Falla Inversa Inferida	
	Falla Normal	
	Falla Normal Inferida	
	Falla Transcurrente	
	Falla Transcurrente Inferida	
	Lineamientos	

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA	
Tesis:	"IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO"	
Nombre del Plano:	PLANO HIDROGEOLÓGICO	
Elaborado por:	Shirley Luceli Farfán Tintaya Moisés A. Larico Tupayachi	
Sistema de Coordenadas:	UTM WGS 84 Zona 19 Sur	
Escala:	1/50,000	Fecha: Enero 2019
		PH 8

SIGNOS CONVENCIONALES

- Centros Poblados
- Lagos
- Red Hídrica
- Limite Distrital
- Distrito de San Salvador



COBERTURA VEGETAL			SUPERFICIE		
N	SIMBOLO	Unidad de Cobertura Vegetal	COD	Area Ha	%
01		Área de cultivo con riego	Acr	2,844.26	18.33%
02		Área de cultivo en secano	Acs	1,248.79	8.05%
03		Área de cultivo mixto	Acm	339.93	2.19%
04		Bosque de estrato bajo de chachacomo asociado con cultivo en secano	BbC/Cs	87.40	0.56%
05		Otra tipología de Cobertura Vegetal	-	10,999.55	70.87%
TOTAL				15,519.94	100.00%



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA		
Tesis: IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO		
Nombre del Plano:	PLANO DE CULTIVOS	PC 9
Elaborado por:	Shirley Luceli Farfán Tintaya Moisés A. Larico Tupayachi	
Sistema de Coordenadas:	UTM WGS 84 Zona 19 Sur	
Escala:	1/74,986	
Fecha:	Enero 2020	

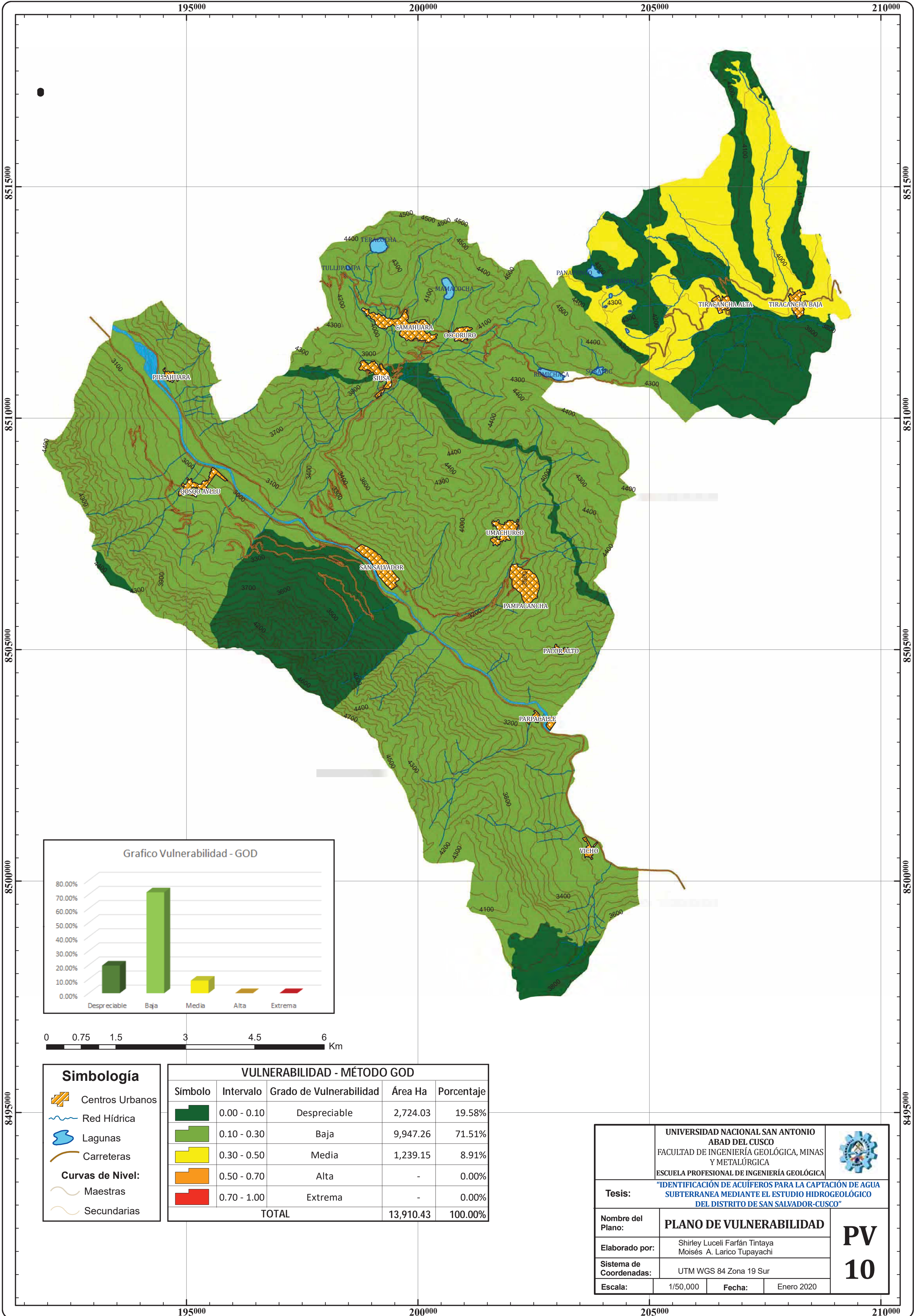
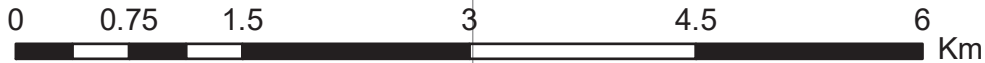
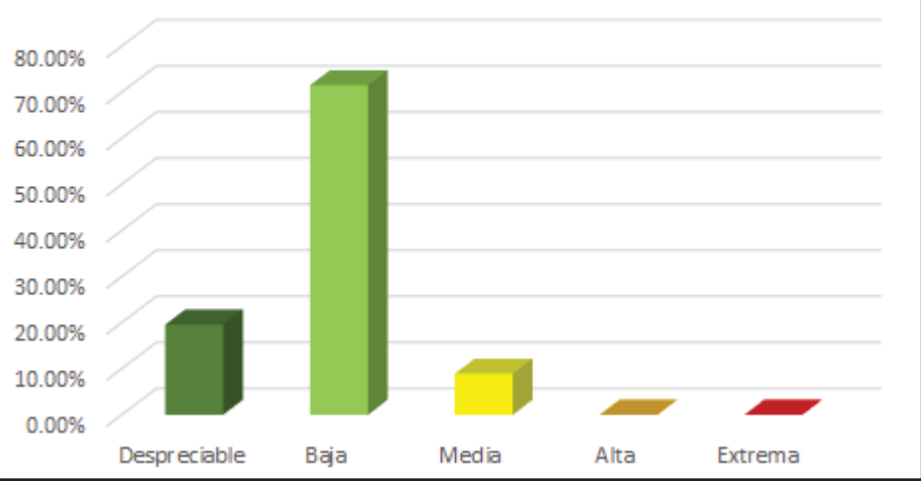


Grafico Vulnerabilidad - GOD



Simbología

- Centros Urbanos
- Red Hídrica
- Lagunas
- Carreteras
- Curvas de Nivel:**
- Maestras
- Secundarias

VULNERABILIDAD - MÉTODO GOD				
Símbolo	Intervalo	Grado de Vulnerabilidad	Área Ha	Porcentaje
	0.00 - 0.10	Despreciable	2,724.03	19.58%
	0.10 - 0.30	Baja	9,947.26	71.51%
	0.30 - 0.50	Media	1,239.15	8.91%
	0.50 - 0.70	Alta	-	0.00%
	0.70 - 1.00	Extrema	-	0.00%
TOTAL			13,910.43	100.00%

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA		
Tesis: "IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL DISTRITO DE SAN SALVADOR-CUSCO"		
Nombre del Plano:	PLANO DE VULNERABILIDAD	
Elaborado por:	Shirley Luceli Farfán Tintaya Moisés A. Larico Tupayachi	
Sistema de Coordenadas:	UTM WGS 84 Zona 19 Sur	
Escala:	1/50,000	Fecha: Enero 2020

PV
10