

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD  
DEL CUSCO**

**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y  
METALURGICA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA**



**TESIS**

**“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA EL DISEÑO DE MÉTODOS  
DE RECARGA DE ACUÍFEROS EN LA MICROCUENCA DE  
UNUHUAYCCO, DISTRITO OROPESA, PROVINCIA QUISPICANCHI  
- CUSCO -2019”**

**PRESENTADO POR:**

Br. Bandera Perez Wilner

Br. Barrientos Cruz Vidal Antoni

Para optar al Título Profesional de  
Ingeniero Geólogo

**ASESOR:**

Mgt. Ing. Eddie E. Mercado Tejada

Cusco, diciembre del 2019.

**TITULO:**

**“ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO PARA EL DISEÑO DE MÉTODOS  
DE RECARGA EN ACUÍFEROS EN LA MICROCUENCA DE  
UNUHUYCCO, DISTRITO OROPESA, PROVINCIA QUISPICANCHI  
- CUSCO -2019”**

Bandera Perez Wilner  
Barrientos Cruz Vidal Antoni  
2019

UNSAAC  
CUSCO

## Dedicatoria

*El presente trabajo investigación está dedicada a mis padres **Adrian Bandera Oquendo (††)** y **Nieves Perez Pareja**, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre. A mis hermanos por su apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento con sus oraciones, consejos y palabras de aliento que hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.*

## Agradecimientos

*Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes. Mi profundo agradecimiento a la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, a toda la Escuela Profesional de Ingeniería Geológica, a mis profesores quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad. Al Ing. Eddie E. Mercado Tejada, director de tesis, por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de la misma. Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.*

**Wilner Bandera Perez**

## Dedicatoria

*Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, con toda la humildad que de mi corazón puede emanar, dedico primeramente mi trabajo a Dios.*

*De igual forma, dedico esta tesis a mi madre **Julia Cruz Matamoros** que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.*

*A mi padre **Vidal Barrientos Tito**, por ser en apoyo en mi carrera, en mis logros. A mi hermano **Cristian Barrientos Cruz**, que siempre ha estado junto a mí y brindándome su apoyo.*

*A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.*

## Agradecimientos

*A Dios, por acompañarme todos los días. A mi señora madre quien más que una buena madre ha sido mi mejor amiga, me ha consentido y apoyado en lo que me he propuesto y sobre todo ha sabido corregir mis errores. Agradezco también a mi Padre por ser en apoyo en mi carrera, en mis logros. A mi hermano por ser un gran amigo para mí, que junto a sus ideas hemos pasado momentos inolvidables y uno de los seres más importantes en mi vida. Mi profundo agradecimiento a la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, a toda la Escuela Profesional de Ingeniería Geológica, a mis profesores quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional. Al Ing. Eddie E. Mercado Tejada, director de tesis, por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de la misma. Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.*

**Vidal Antoni Barrientos Cruz**

## ÍNDICE

RESUMEN .....	1
CAPITULO I: GENERALIDADES .....	3
1.1.    Ubicación.....	3
1.1.1.    Ubicación política .....	3
1.1.2.    Ubicación geográfica .....	3
1.1.3.    Ubicación hidrográfica.....	5
1.2.    Limites de microcuenca.....	5
1.3.    Accesibilidad .....	5
1.4.    Planteamiento del problema .....	7
1.4.1.    Descripción del problema .....	7
1.4.2.    Formulación del problema .....	8
1.5.    Objetivos.....	9
1.6.    Hipotesis general .....	9
1.7.    Equipos, materiales y herramientas .....	10
1.8.    Metodología del trabajo.....	11
CAPITULO II: GEOMORFOLOGIA .....	14
2.1.    Geomorfología regional.....	14
2.1.1.    Altiplano .....	15
2.1.2.    Zona intermedia Altiplano – Cordillera Oriental.....	15
2.2.    Geomorfología local.....	16
2.2.1.    Clasificación fisiográfica .....	17
2.2.2.    Fisiografía de la microcuenca Unuhuaycco.....	32
2.2.3.    Geomorfología de la microcuenca Unuhuaycco.....	43
2.3.    Parametros Geomorfológicos .....	47
2.3.1.    Elementos de forma .....	47
2.3.2.    Elementos de relieve .....	48
2.3.3.    Tiempo de concentración.....	50
CAPITULO III: GEOLOGIA .....	51
3.1.    Geología Regional .....	51
3.1.1.    Mesozoico .....	52
3.1.2.    Cenozoico .....	56
3.1.3.    Cuaternario.....	57
3.2.    Geología Local .....	59
3.2.1.    Grupo Mitu: Triásico Superior – Jurásico Inferior .....	59
3.2.2.    Formación Huambutio: ¿Kimmeridgiano- Berriasiano? .....	61
3.2.3.    Formación Huancané (Ki-hn): Cretácico inferior.....	65
3.2.4.    Grupo Yuncaypata: Albiana – Maestrichtiano .....	68
3.2.5.    Formación Quilque (Pp-qu): Paleoceno superior – Eoceno inferior .....	71
3.2.6.    Formación Rumicolca (NpQ-ru): Plio-Cuaternario .....	71
3.2.7.    Depósitos Cuaternarios .....	73
3.1.    Geología estructural.....	78
3.1.1.    Análisis Tectónico Estructural .....	78
CAPITULO IV: HIDROLOGIA .....	88
4.1.    Información Hidrometereológica .....	88
4.2.    Análisis y tratamiento de la información.....	89
4.3.    Análisis de Precipitaciones.....	90
4.3.1.    Análisis de consistencia .....	91
4.3.2.    Análisis de tendencia .....	95

4.3.3.	Análisis de Doble masa.....	98
4.3.4.	Completado y extendido de datos.....	99
4.4.	Parametros hidrológicos.....	101
4.4.1.	Regionalización de la precipitación.....	101
4.4.2.	Regionalización de la temperatura.....	107
4.5.	Clima.....	110
4.6.	Zona de vida de Holdridge.....	111
CAPITULO V: HIDROGEOLOGIA.....		117
5.1.	Inventario de fuentes de agua.....	117
5.2.	Hidrometría.....	120
5.2.1.	Equipos y materiales.....	120
5.2.2.	Principio básico de medición por dilución de sal en un flujo.....	121
5.2.3.	Procedimiento de medición de caudal.....	122
5.2.4.	Procesamiento y obtención de resultados.....	125
5.2.5.	Conductividad eléctrica y temperatura.....	129
5.3.	Hidroquímica.....	134
5.3.1.	Estaciones de muestreo de aguas subterráneas.....	134
5.3.2.	Selección de la serie analítica.....	134
5.3.3.	Análisis de resultados.....	135
5.3.4.	Parámetros físico-químicos del agua.....	135
5.3.5.	Facies hidroquímicas.....	138
5.4.	Análisis de calidad de agua.....	145
5.4.1.	Análisis de calidad de agua para consumo humano.....	145
5.4.2.	Análisis de calidad de agua para riego.....	151
5.5.	Hidrodinámica.....	160
5.5.1.	Determinación de los parámetros hidrogeológicos.....	160
5.5.2.	Dirección de flujo de aguas subterráneas.....	164
5.6.	Identificación de unidades hidrogeológicas.....	166
5.6.1.	Unidades hidrogeológicas.....	166
5.6.2.	Clasificación de acuífero por productividad.....	170
CAPITULO VI: BALANCE HIDRICO.....		173
6.1.	Demanda hídrica.....	173
6.1.1.	Demanda poblacional.....	173
6.1.2.	Demanda pecuaria.....	176
6.1.3.	Demanda agrícola.....	177
6.2.	Oferta Hidrica.....	179
6.3.	Balace hidrico general.....	180
CAPITULO 7: DISEÑO DE METODOS DE RECARGA.....		183
7.1.	Estimación de recarga y descarga.....	183
7.1.1.	Recarga directa.....	183
7.1.2.	Recarga Indirecta.....	184
7.1.3.	Descarga en acuíferos.....	184
7.2.	Rendimiento seguro del acuífero.....	185
7.3.	Identificación y delimitación de areas de recarga.....	186
7.3.1.	Uso actual de suelos.....	186
7.3.2.	Delimitación de áreas de recarga y modelo conceptual hidrogeológico.....	197
7.4.	Diseño de metodos de recarga de acuíferos.....	199
7.4.1.	Zanja de infiltración.....	199
7.4.2.	Forestación con plantas nativas.....	206
8.	CONCLUSIONES.....	208

9.	RECOMENDACIONES.....	210
10.	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....	211
11.	ANEXOS .....	212

## Lista de tablas

Tabla 1.1. Ubicación política .....	3
Tabla 1.2: Ubicación geográfica de la cuenca de Unuhuaycco .....	3
Tabla 1.3: Ubicación hidrográfica, codificación según código. ....	5
Tabla 1.4: Límites de la microcuenca Unuhuaycco.....	5
Tabla 1.5: Tabla de isócronas, accesibilidad a la zona de estudio.....	6
Tabla 2.1. Unidades geomorfológicas Región Cusco .....	14
Tabla 2.2: Unidades de Gran Paisaje de la microcuenca Unuhuaycco.....	19
Tabla 2.3. Unidades de Paisaje de la microcuenca Unuhuaycco.....	22
Tabla 2.4: Unidades de sub Paisaje de la microcuenca Unuhuaycco. ....	26
Tabla 2.5: Clasificación de pendientes. ....	29
Tabla 2.6: Distribución de la pendiente en la microcuenca Unuhuaycco.....	29
Tabla 2.7: Unidades fisiográficas en la microcuenca Unuhuaycco. ....	33
Tabla 2.8. Unidades fisiográficas identificadas en la microcuenca Unuhuaycco.....	35
Tabla 2.9: Unidades geomorfológicas en la microcuenca Unuhuaycco .....	44
Tabla 2.10: Elementos de superficie y distancia.....	47
Tabla 2.11: Elementos de forma. ....	48
Tabla 2.12: Elementos de relieve.....	48
Tabla 2.13: Elementos de relieve (Pendiente) .....	49
Tabla 2.14: Tiempo de concentración.....	50
Tabla 3.1. Descripción macroscópica de muestras de mano de una andesita basáltica. ....	60
Tabla 3.2. Descripción macroscópica de roca conglomerada, Formación Huambutio. ....	62
Tabla 3.3. Descripción macroscópica de roca microconglomerado de la Formación Huambutio.....	64
Tabla 3.4. Descripción macroscópica de conglomerado de la Formación Huancané. ....	66
Tabla 3.5. Descripción macroscópica de la roca arenisca de la Formación Huancané. ....	68
Tabla 3.6: Descripción macroscópica de la roca andesita basáltica. ....	73
Tabla 3.7. Descripción de las discontinuidades de la Formación Huancané, de las cuales se obtuvo datos de apertura, persistencia y la existencia o no de relleno. ....	81
Tabla 3.8. Descripción de las discontinuidades de la Formación Huambutio, de las cuales se obtuvo datos de apertura, persistencia y la existencia o no de relleno en los macizos rocosos. ....	82
Tabla 3.9. Descripción de las discontinuidades de la Formación Pachatusan, de las cuales se obtuvo datos de aperturas, persistencias y la existencia o no de relleno en los macizos rocosos .....	82
Tabla 4.1: Estaciones Meteorológicas .....	88
Tabla 4.2: Ubicación de estaciones meteorológicas empleadas en el estudio de precipitaciones. ....	89
Tabla 4.3. Selección de periodos a comparar con la media al 95% de confianza. ....	92
Tabla 4.4. Datos obtenidos para el Criterio de decisión, consistencia en la media. ....	93
Tabla 4.5: Criterio de decisión, análisis en la desviación estándar al 95% de confianza. ....	93
Tabla 4.6: Prueba de bondad para los periodos. ....	94
Tabla 4.7: Consistencia en la media de la estación corregida.....	94
Tabla 4.8: Consistencia en la media de la estación corregida.....	95
Tabla 4.9. Coeficientes dimensionales de regresión lineal. ....	96
Tabla 4.10. Datos obtenidos para el criterio de decisión, consistencia en la media. ....	96
Tabla 4.11. Datos obtenidos para el criterio de decisión, consistencia en la desviación estándar. ....	97
Tabla 4.12. Registro de precipitación completa y libre de salto y tendencias correspondiente a la estación Caicay. ....	100

Tabla 4.13. Análisis regional de precipitación.....	101
Tabla 4.14. Variables y parámetros de regresión para elección de ecuación de regionalización.....	101
Tabla 4.15. Coeficiente para la generación de precipitación para la microcuena Unuhuaycco. ....	103
Tabla 4.16. Datos geográficos del centroide de la microcuena Unuhuaycco. ....	103
Tabla 4.17. Precipitación media mensual regionalizada para la microcuena Unuhuaycco. ....	104
Tabla 4.18. Análisis regional de temperatura .....	107
Tabla 4.19. variables y parámetros de regresión para determinación de ecuación.....	107
Tabla 4.20. Temperatura media mensual regionalizada para la microcuena Unuhuaycco. ....	108
Tabla 4.21: Temperatura máxima media mensual regionalizada. ....	109
Tabla 4.22: temperatura minia media mensual. ....	109
Tabla 4.23: Clima de la microcuena Unuhuaycco. ....	111
Tabla 4.24: Clasificación de zonas de vida.....	112
Tabla 4.25: Zonas de vida en la microcuena Unuhuaycco.....	112
Tabla 4.26: Puntos calculados de biotemperatura, precipitación y evapotranspiración potencial para diferentes altitudes.....	113
Tabla 5.1. Inventario de fuentes de agua (manantiales), en la microcuena Unuhuaycco. ...	117
Tabla 5.2: Datos de conductividad eléctrica para el cálculo de caudal. ....	124
Tabla 5.3. Resumen de proceso de cálculo de caudal.....	127
Tabla 5.4: Caudales en puntos de manantes. ....	128
Tabla 5.5: Puntos de control. ....	128
Tabla 5.6. Temperatura y Conductividad eléctrica de manantiales. ....	129
Tabla 5.7. Conductividad eléctrica y temperatura de puntos de control.....	129
Tabla 5.8. pH de las muestras de agua.....	135
Tabla 5.9. Temperaturas obtenidas en campo con el aparato HOBO.....	136
Tabla 5.10. Comparación de las conductividades eléctricas de los manantiales obtenidas en laboratorio y con el aparato HOBO en campo.....	137
Tabla 5.11. Facies hidroquímicas. ....	138
Tabla 5.12. Diagrama de Piper formado por dos triángulos con un rombo que recoge la información de ambos triángulos.....	142
Tabla 5.13. Análisis de calidad de agua bacteriológico.....	145
Tabla 5.14. Análisis de calidad de agua físicoquímico.....	146
Tabla 5.15. Análisis químico de muestras de laboratorio.....	147
Tabla 5.16. Análisis microbiológico del manantial Yanahuaylla y galería Atoqhuachana. ...	150
Tabla 5.17. Sales que se descomponen en iones.....	151
Tabla 5.18. Límites de contenido de sales según la conductividad eléctrica.....	152
Tabla 5.19. Clasificación de riesgo según al contenido de sales respecto a la conductividad eléctrica. ....	153
Tabla 5.20. Relación de absorción de sodio (RAS). ....	154
Tabla 5.21. Relación de absorción de sodio y el peligro de sodificación.....	155
Tabla 5.22. Clasificación de las aguas según normas Riverside.....	159
Tabla 5.23. Tabla convencional de permeabilidad según Custodio y Llamas, 1963. ....	160
Tabla 5.24. Permeabilidad de las formaciones geológicas utilizando el método del permeámetro de nivel constante.....	162
Tabla 5.25. Clasificación de unidades hidrogeológicas. ....	168
Tabla 5.26. Clasificación de las unidades hidrogeológicas según la productividad hídrica. ....	171
Tabla 6.1. Dotación Mensual de agua Poblacional.....	176
Tabla 6.2. Consumo de agua diario por especie animal .....	176
Tabla 6.3. Consumo de agua por especie animal.....	176

Tabla 6.4. Consumo pecuario Mensual.....	177
Tabla 6.5. Demanda hídrica agrícola, microcuenca Unuhuaycco. ....	178
Tabla 6.6. Oferta hídrica en la microcuenca Unuhuaycco.....	179
Tabla 6.7. Balance hídrico general, oferta vs demanda mensual en l/s. ....	180
Tabla 6.8: Balance hídrico general mensual en m <sup>3</sup> /mes.....	181
Tabla 7.1: Estimación de Recarga directa.....	183
Tabla 7.2: Descarga de acuíferos .....	184
Tabla 7.3. Nueve grandes categorías de la UGI.....	187
Tabla 7.4. Unidades de uso actual de suelos.....	188
Tabla 7.5: Cartilla para conservación de suelos.....	199
Tabla 7.6: Precipitación de diseño. ....	200
Tabla 7.7: Calculo de precipitación máximas en 24 horas. ....	200
Tabla 7.8: Estimación de máximas diarias para un periodo de retorno T.....	201
Tabla 7.9: Bondad de ajuste.....	201
Tabla 7.10: Magnitudes de precipitación máximas. ....	201
Tabla 7.11: Intensidad máximas según el periodo y duración estimada.....	201
Tabla 7.12: Calculo de dimensiones de zanja de infiltración. ....	202
Tabla 7.13: dimensionamiento de Zanja de infiltración. ....	202
Tabla 7.14: Volumen almacenado en zanja de infiltración.....	203
Tabla 7.15: Estimación de volumen de recarga que generan las zanjas de infiltración.....	204
Tabla 7.16: Especies forestales. ....	206

## Lista de figuras

Figura 1.1: Acceso a la microcuenca Unuhuaycco.....	6
Figura 2.1: Unidades geomorfológicas regionales.....	15
Figura 2.2: Orden jerárquico de los grupos fisiográficos de la clasificación fisiográfica. ....	17
Figura 2.3: Diagrama de superficie de Gran Paisaje de la microcuenca Unuhuaycco .....	19
Figura 2.4: Unidades de Gran Paisaje identificadas en la microcuenca Unuhuaycco. ....	20
Figura 2.5: Diagrama de distribución de áreas de unidades de Paisaje de la microcuenca Unuhuaycco. ....	22
Figura 2.6: Unidades de Paisaje de la microcuenca Unuhuaycco. ....	24
Figura 2.7: Diagrama de barras de las unidades de sub paisaje de la microcuenca Unuhuaycco. ....	27
Figura 2.8: Diagrama circular de las superficies de las unidades de sub paisaje de la microcuenca Unuhuaycco.....	27
Figura 2.9: Diagrama de barras de la distribución de las pendientes en la microcuenca Unuhuaycco. ....	30
Figura 2.10. Gráfico de barras de la distribución de las áreas de las unidades fisiográficas en la microcuenca Unuhuaycco.....	34
Figura 2.11. Terraza baja de planicie fluvioaluvial. Fuente:Google Earth. ....	37
Figura 2.12. Cono de planicie Fluvioaluvial.....	38
Figura 2.13. Zona abancalada de montaña baja, noroeste del poblado de Oropesa. ....	41
Figura 2.14. Curva Hipsométrica.....	49
Figura 2.15: Polígono de frecuencias.....	50
Figura 3.1: Columna estratigráfica regional .....	51
Figura 3.2: Diagrama de interpretación de la estratificación en la formación Quilque que tiene una dirección NNW – SSE y un buzamiento hacia NEE – SEE. Fuente: Elaborado por los tesisistas .....	79
Figura 3.3. Diagrama de interpretación de las diaclasas que tiene una dirección NEE – SWW y un buzamiento hacia NO – NOO. ....	81
Figura 3.4. Diagramas de apertura y persistencia de los macizos rocos de la Formación Huancané, Huambutío y Pachatusan.....	83
Figura 3.5. Diagrama de la de la existencia o no de relleno en las discontinuidades de la Formación Huancané, Huambutío y Pachatusan. ....	83
Figura 3.6.Diagrama de interpretación de la Falla Pachatusan que tiene una dirección NO – SE y un buzamiento hacia el SO.....	85
Figura 4.1. Diagrama del procesamiento y tratamiento de la información meteorológica. ....	91
Figura 4.2. Histograma de precipitación para la estación Caicay.....	92
Figura 4.3. Análisis de tendencia del registro libre de saltos de la estación Caicay.....	95
Figura 4.4. Gráfico de la tendencia en la desviación estándar, estación. Caicay.....	96
Figura 4.5. Gráfico de tendencia en la desviación estándar corregida, estación. Caicay. ....	97
Figura 4.6. Diagrama de doble masa de las estaciones usadas en el estudio. ....	98
Figura 4.7. Ecuación de regionalización de temperatura. ....	108
Figura 4.8. Temperatura media mensual. Fuente: Elaboración propia. ....	108
Figura 4.9. Temperatura media, máxima y mínima y mensual. ....	110
Figura 4.10. Precipitación media mensual.....	110
Figura 4.11. Diagrama bioclimático de zonas de vida del sistema Holdridge, puntos calculados para diferentes altitudes (rojo). ....	114

Figura 4.12. Sistema de clasificación de las zonas de vida según Holdridge en la microcuenca Unuhuaycco (1967). Fuente: Modificado de Guía explicativa del Mapa Ecológico del Perú (1995).....	115
Figura 5.1. Diagrama de obtención de curva de datos. Fuente: (Evaluation of Permeability of Lake Mansar Waters for Irrigation Purposes, n.d.).....	121
Figura 5.2. Curva de registro de datos de conductividad del agua contaminada con una masa de sal conocida.....	124
Figura 5.3. Curva de conductividad, medición de caudal manantial Quincemilniyoc. ....	125
Figura 5.4. Curva de conductividad, medición de caudal manantial Ranracasa.....	125
Figura 5.5. Curva de conductividad, medición de caudal manantial Qalpayoqhuayco. ....	125
Figura 5.6. Curva de conductividad, medición de caudal manantial Atoqhuachana. ....	125
Figura 5.7. Curva de conductividad, medición de caudal en el punto de control 5. ....	126
Figura 5.8. Curva de conductividad, medición de caudal en la quebrada Pucara.....	126
Figura 5.9. Curva de conductividad, medición de caudal en punto de control 4.....	126
Figura 5.10. Curva de conductividad, medición de caudal en la quebrada Atoqhuachana. ..	126
Figura 5.11. Interpolación de la conductividad eléctrica de los manantiales. ....	130
Figura 5.12. Conductividad eléctrica de manantiales y puntos de control. ....	130
Figura 5.13. Temperatura de las fuentes de agua de la microcuenca Unuhuaycco. ....	131
Figura 5.14. Variación de la conductividad eléctrica en relación del cauce principal y sus afluentes. ....	132
Figura 5.15. Diagrama de Stiff, manantial Ranracasa. ....	139
Figura 5.16. Diagrama de Stiff, Galeria Atoqhuachana. Fuente: Elaboración propia.....	139
Figura 5.17. Diagrama de Stiff, manantial Atoqhuachana.....	140
Figura 5.18. Diagrama de Stiff, manantial Quincemilniyoc.....	140
Figura 5.19. Diagrama de Piper de las fuentes evaluadas.....	143
Figura 5.20. Diagrama de Schoeller. ....	144
Figura 5.21. Análisis fisicoquímico de calidad de agua de los manantiales seleccionados de la microcuenca. ....	146
Figura 5.22. Análisis de límites máximos permisibles de calidad de agua en la microcuenca Unuhuaycco. ....	148
Figura 5.23. Diagrama logarítmico de Schoeller, potabilidad de agua.....	149
Figura 5.24. Diagrama de análisis microbiológico. ....	150
Figura 5.25. Relación de adsorción de sodio RAS de las fuentes evaluadas.....	155
Figura 5.26. Aptitud de riego de las fuentes evaluadas. ....	157
Figura 5.27. Normas de Riverside para evaluar la calidad de las aguas de riego. ....	158
Figura 5.28. Parte un plan piezométrico y líneas de flujo. ....	164
Figura 6.1. Diagrama de Balance hídrico general entre demanda y oferta hídrica microcuenca Unuhuaycco. ....	180
Figura 6.2. Superávit y/o déficit mensual en l/s.....	181
Figura 6.3. Superávit y/o déficit mensual en m <sup>3</sup> /mes.....	182
Figura 6.4. Superávit y/o déficit mensual en m <sup>3</sup> /mes.....	182
Figura 7.1: Efectos conceptuales de la extracción de agua, en el balance de recurso hídrico en un acuífero. Fuente: (Mate, 2006).....	185
Figura 7.2. Distribución de áreas en % de unidades de UAS. ....	188
Figura 7.3. Imagen Google Earth, área en expansión urbana. ....	189
Figura 7.4. Modelo conceptual hidrogeológico, cabecera de microcuenca Unuhuaycco.....	197
Figura 7.5: Diagrama de intensidad. ....	202
Figura 7.6: Distribución de plantación de plantas. ....	207

## Glosario de términos

SIH: (Sistema de Información Hidrológica) es un software de almacenamiento, gestión, análisis de datos meteorológicos de la información relacionada con los recursos hídricos.

SIG: (Sistemas de Información Geográfica) software para definir bases informatizadas de datos del componente espacial.

DEM: (Modelo Elevación Digital) o modelo basado en celdas, DEM es una representación gráfica de una superficie continua, usualmente referida como una superficie de la tierra.

SENAMHI: (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología) entidad encargada de los registros de datos meteorológico e hidrológicos.

OMM: (Organización Meteorológica Mundial) es una agencia especializada del sistema de Naciones Unidas, cuyo objetivo es promover e impulsar la meteorología, la hidrología y las ciencias geofísicas afines, así como facilitar la cooperación a escala mundial.

HOBO – 24: Mide y registra la conductividad y las temperaturas en arroyos, lagos y otras fuentes de agua dulce. Este registrador se recomienda para monitorear los acuíferos en busca de intrusión de agua salada y escorrentía agrícola y vial.

UTM: (Universal Transverse Mercator) es sistema de coordenadas geográficas que se utiliza para referenciar cualquier punto de la superficie terrestre.

TDS: (Total de Sólidos Disueltos) es una medida de las sustancias orgánicas e inorgánicas, en forma molecular, ionizada o micro-granular, que contienen los líquidos, en nuestro caso, el agua

pH: (Potencial de Hidrogeniones) indica la acidez o alcalinidad, en este caso de un líquido como es el agua

## RESUMEN

El área de estudio se encuentra en el departamento de Cusco, Provincia Quispicanchi, Distrito Oropesa en la microcuenca Unuhuaycco, siendo esta accesible por la pista principal Cusco – Sicuani, sobre esta vía a la altura del distrito de oropesa, se sigue por una vía asfaltada hasta el mismo centro poblado; a partir de allí existe una trocha carrozable que atraviesa por el poblado de Patacalle hasta llegar a la comunidad de Pucara que se ubica en cabecera de cuenca.

A nivel regional, morfoestructuralmente la zona de estudio se encuentra en la zona intermedia Altiplano – Cordillera Oriental, donde se identificó las unidades fisiográficas en la microcuenca Unuhuaycco a partir de la identificación de unidades de gran paisaje, unidades de paisaje, y unidades de subpaisaje, partiendo del mapa de pendientes. Posteriormente se integraron estas unidades fisiográficas con la litología, obteniéndose así las unidades geomorfológicas locales correspondientes para la zona de estudio.

En el aspecto geológico la microcuenca Unuhuaycco se caracteriza por presentar las Formaciones: Pachatusán, Huambutio, Huancané, Paucarbamba, Quilque, Rumicolca y depósitos cuaternarios (aluviales, glaciares, coluviales y fluviales). El área de estudio presenta fallas normales Pachatuáan y Tambomachay que se encuentra en la parte baja de la microcuenca.

En el aspecto hidrológico al realizar el análisis y regionalización de las condiciones meteorológicas de la microcuenca Unuhuaycco se tomó como altitud media de 3657 m.s.n.m obteniendo para el mismo una precipitación anual de 669.97 mm/año y una temperatura media mensual de 9.9 °C.

Con respecto a la hidrogeología en la microcuenca Unuhuaycco se han inventariado 16 fuentes de agua, 4 puntos de control y también se han identificado dos unidades hidrogeológicas divididas de la siguiente forma: acuíferos que ocupan un área total de 294.18 hectáreas dentro

del cual se encuentran acuíferos porosos no consolidados, fisurados sedimentarios y volcánico sedimentarios y acuitardos ocupando un área total de 534.15 ha dentro de la cual se encuentran acuitardos no consolidados, sedimentarios y volcánicos.

Con respecto al balance hídrico la oferta hídrica o cantidad de agua con la que cuenta la microcuenca Unuhuaycco es de 918,203.74 m<sup>3</sup>/año y con respecto a la demanda de agua esta se ha dividido en tres: una demanda hídrica por consumo humano de 450903.45 m<sup>3</sup>/año, por consumo pecuario 3650.00 m<sup>3</sup>/año y demanda para riego de 1020820.41 m<sup>3</sup>/año, con una demanda total de 1475373.87 m<sup>3</sup>/año.

En los diseños de métodos de recarga de acuíferos se plantearon las zanjas de infiltración, zanjas de infiltración con una forestación intermedia siendo esta una práctica de fácil realización que intercepta el agua de escorrentía facilitando su infiltración al suelo las cuales en laderas muy degradadas con pendientes que van entre 50 y 75% permite la recuperación de la vegetación en dichas laderas.

El presente estudio servirá de herramienta de consulta para iniciar futuras investigaciones en el manejo y buena gestión del recurso hídrico y un aporte en la toma de decisiones de las autoridades del poblado de Oropesa.

## CAPITULO I: GENERALIDADES

### 1.1. UBICACIÓN

#### 1.1.1. UBICACIÓN POLÍTICA

Políticamente la microcuenca de Unuhuaycco, se ubica en la zona sur del territorio peruano, tal y como se muestra en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1. Ubicación política

Región	Cusco
Provincia	Quispicanchi
Distrito	Oropesa
Sector	Unuhuaycco

Fuente: INEI, 2001.



Foto 1.1. Poblado de Oropesa, mirando hacia el sur.

#### 1.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Los datos de ubicación geográfica de la microcuenca están registrados en proyección WGS84, Franja 19L, con las coordenadas geográficas y UTM siguientes (Tabla 1.2):

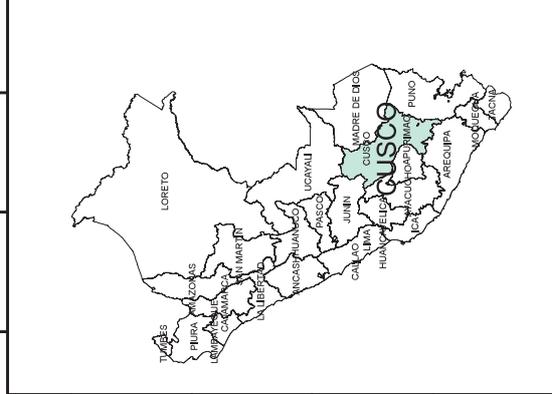
Tabla 1.2: Ubicación geográfica de la cuenca de Unuhuaycco

Coordenadas geográficas		Coordenada UTM		Altitud media
Latitud sur	Longitud oeste	Este	Norte	msnm
13° 34' 41.74"	71° 45' 18.3"	201847.929	8497227.8	3657

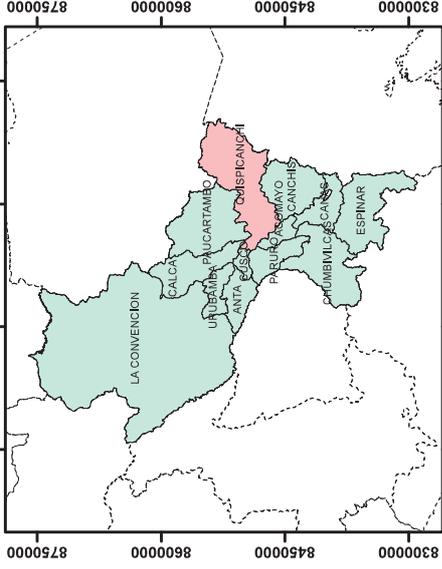
Fuente: Elaboración propia

# MAPA DE UBICACION

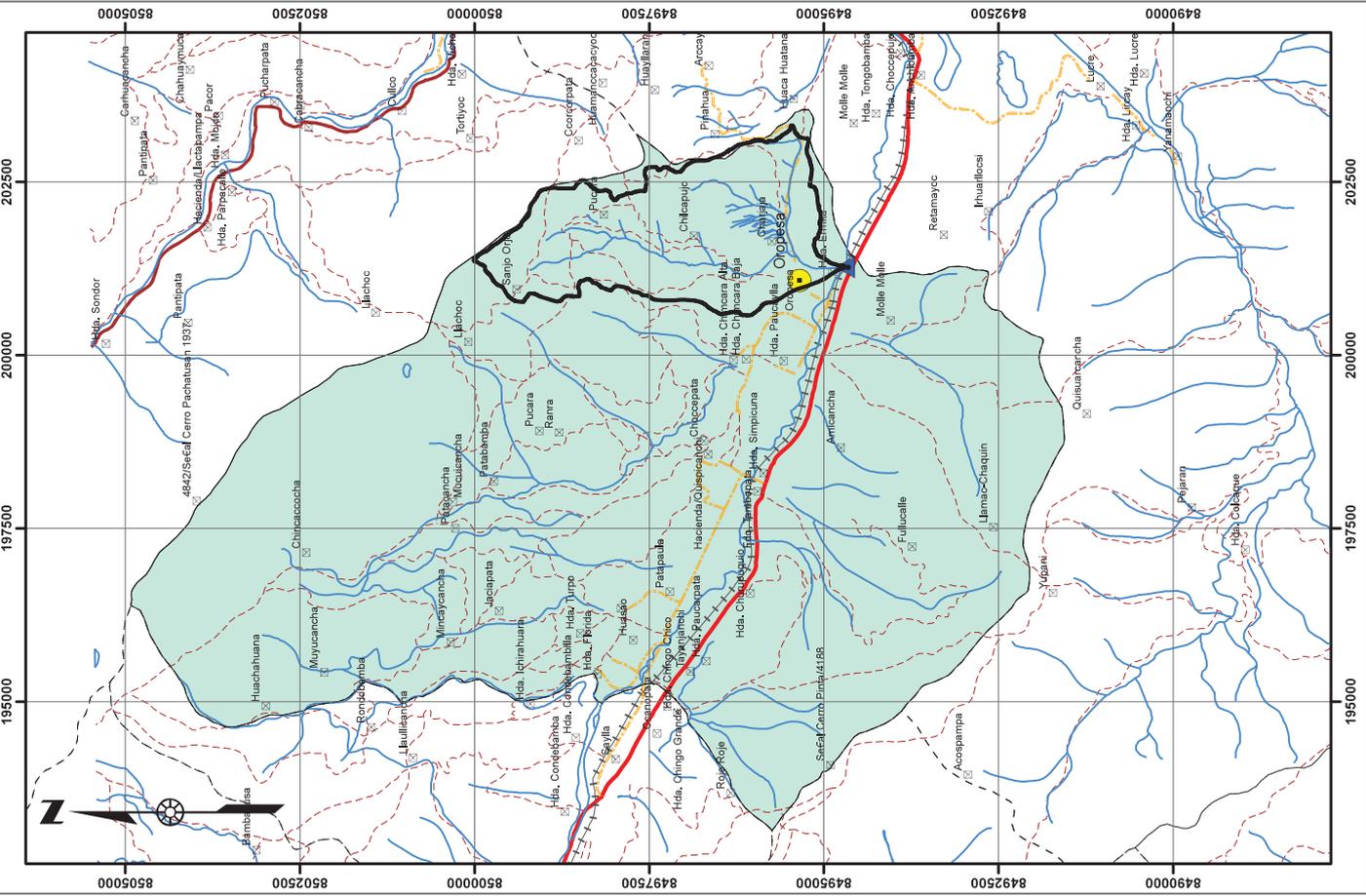
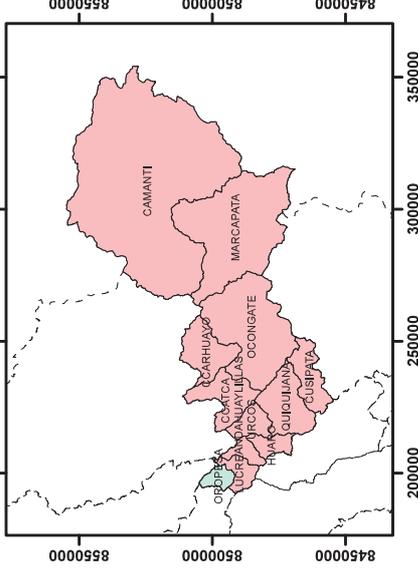
Mapa de ubicación regional



Mapa de ubicación provincial



Mapa de ubicación distrital



## SIMBOLOGIA

- Microcuenca Unuhuaycco
- Drenaje
- Capital de Distrito
- Centros Poblados
- Distritos\_Cusco
- Punto de Aforo
- Carretera asfaltada
- Carretera afirmada, transitable
- Camino carrozable
- Camino de herradura
- Ferrocarril
- Distrito Oropesa

ESCALA: 1:75,000



MAPA:		UBICACIÓN	
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		SISTEMAS DE COORDENADAS	
REGION: Cusco		Proyección: Universal Transversa Mercator (UTM)	
PROVINCIA: Quispicanchi		Elipsoide o Datum Horizontal: World Geodetic System 1984 (WGS84)	
DISTRITO: Oropesa		Huso y Zona: 19L Sur	
SECTOR: Unuhuaycco		FUENTE:	
ASESOR: Ing. Eddie E. Mercado Tejada Ing. Tedy Marcho Oré		ELABORADO POR: Barrionos Cruz Vidal Antoni Barrera Perez Willner	
ESCALA DE TRABAJO: 1:75000		FECHA: OCT. 2019	
ESCALA DE IMPRESIÓN: A3		CODIGO: MU-01	
		MAPA N°: 01	

### 1.1.3. UBICACIÓN HIDROGRÁFICA

Hidrográficamente la microcuenca de Unuhuaycco se encuentra dentro de la unidad hidrográfica siguiente (Tabla 1.3):

Tabla 1.3: Ubicación hidrográfica, codificación según código.

Cuenca	Código Pfafstetter	Nivel de cuenca
Cuenca hidrográfica del río Amazonas	4	1
Región hidrográfica	49	2
Cuenca hidrográfica del río Ucayali	499	3
Cuenca bajo Urubamba	4994	4
Cuenca del río Vilcanota	49949	5
Intercuenca medio Vilcanota	499497	6
Cuenca río Huatanay	4994974	7
Cuenca del río Unuhuaycco	49949748	8

Fuente: Inventario de fuentes de aguas superficiales del río Vilcanota, Ámbito de la ATDR – Cusco. 2007

## 1.2. LIMITES DE MICROCUENCA

Tabla 1.4: Límites de la microcuenca Unuhuaycco.

Microcuenca Unuhuaycco	
Orientación	Cuenca
Norte	Cuenca río Vilcanota
Sur	Cuenca río Huatanay
Este	Microcuenca Piquillacta
Oeste	Microcuenca Tipón

Fuente: Elaboración propia.

## 1.3. ACCESIBILIDAD

Para acceder a la zona de estudio, se debe seguir la carretera principal Cusco – Sicuani, sobre esta vía a la altura del distrito de oropesa, se sigue por una vía asfaltada hasta el mismo centro poblado; a partir de allí existe una trocha carrozable que atraviesa el poblado de Patacalle hasta llegar a la comunidad de Pucara que se ubica en cabecera de cuenca. Así mismo existen caminos de herradura que atraviesan axialmente a la microcuenca.

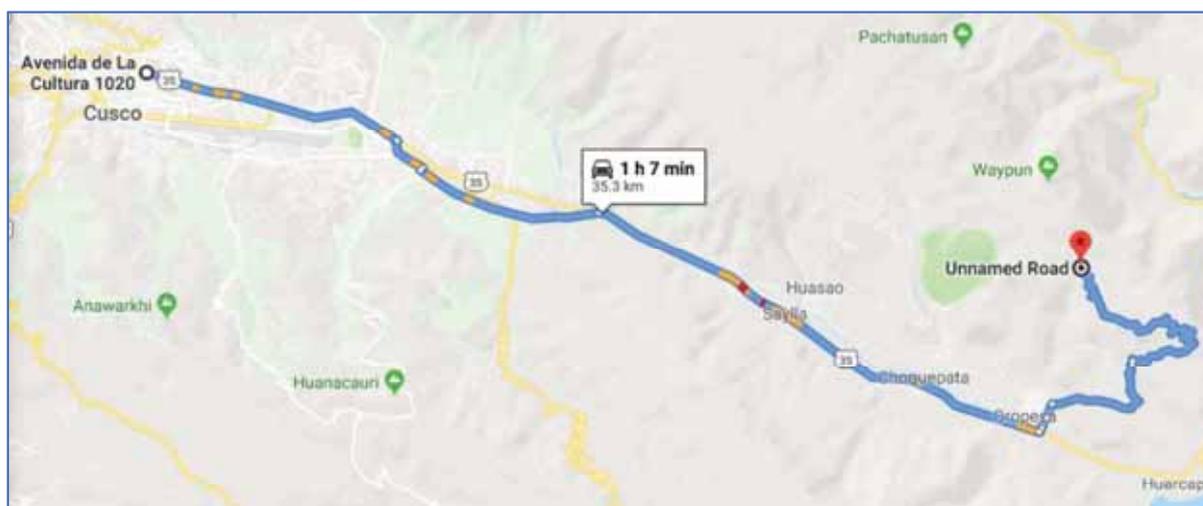


Figura 1.1: Acceso a la microcuenca Unhuaycco.  
Fuente: Elaboración propia.



Foto 1.2. (A) Trocha carrozable (Izquierda), (B) camino de herradura (derecha).

En la Tabla 1.5 se muestra un resumen de las condiciones en que se encuentran las vías de acceso a la zona de estudio, tipo de vía, distancia y el tiempo que toma realizar el recorrido.

Tabla 1.5: Tabla de isócronas, accesibilidad a la zona de estudio.

Oropesa		Comunidad de Pucara						
	Tipo de vía	Estado de conservación	Tiempo	Distancia	Tipo de vía	Estado de conservación	Tiempo	Distancia
Cusco	Asfaltado	Buena	43 min	24.3 km	-	-	-	-
Oropesa	-	-	-	-	Trocha carrozable	Malo	29 min	11.6 km

Fuente: Elaboración propia.

## 1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente el poblado de Oropesa y sus comunidades inmersas en el trabajo de investigación, están siendo afectados por el déficit hídrico, esto debido a los diferentes factores como son la variabilidad climática y la falta de conocimiento de conservación del recurso hídrico. Por lo que no se satisface en el actual modelo de desarrollo global. Este impacto ya se viene percibiendo como por ejemplo con las lluvias en menor frecuencia, pero con mayor intensidad, con presencia de sequías en épocas de lluvias y el descongelamiento de los glaciares.

Los manantes en la microcuenca, siendo las únicas fuentes de abastecimiento de agua a las comunidades del poblado de Oropesa, los cuales, al ser elementos muy vulnerables ante los factores antes mencionados, se observa claramente un descenso de caudales y en muchos de los casos la extinción de estos, por lo tanto, no abastece la demanda productiva que sobre ellos se genera.

Considerándose la agricultura como principal actividad económica de las comunidades presentes en el poblado de Oropesa, la cual está siendo afectada negativamente por lo que se observó en las visitas a la microcuenca, por lo que frente a esta problemática global y en especial, en el ámbito local que atraviesa el poblado de Oropesa y sus Comunidades frente a la disminución hídrica, es que vamos a realizar el: “Estudio Hidrogeológico para el Diseño de Métodos de Recarga en Acuíferos en la Microcuenca de Unuhuaycco, Distrito Oropesa, Provincia Quispicanchi, Cusco -2019”.

## 1.4.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

### A. Problema general

¿Con el estudio hidrogeológico se podrá determinar el comportamiento y las características del acuífero para el diseño de métodos de recarga de acuíferos e incrementar la oferta hídrica en la microcuenca Unuhuaycco?

### B. Problemas específicos

1. Determinar las unidades geomorfológicas y el control geomorfológico que nos permitirá saber cómo va la recarga natural, presentes en la microcuenca Unuhuaycco.
2. Determinar las formaciones geológicas que se tiene en la microcuenca Unuhuaycco de interés como acuífero.
3. Determinar los valores que tienen los parámetros hidrometeorológicos en la microcuenca Unuhuaycco.
4. Determinar los principales parámetros hidrogeológicos en la microcuenca Unuhuaycco.
5. Determinar el balance hídrico entre la oferta y demanda en la microcuenca Unuhuaycco.
6. Determinar los métodos de recarga más eficientes y de bajo costo, propuestos para la recarga de acuíferos en la microcuenca Unuhuaycco.

## **1.5. OBJETIVOS**

Tomando en cuenta la problemática general, nos hemos planteado los objetivos siguientes:

### **1.5.1. OBJETIVO GENERAL**

Realizar un estudio hidrogeológico para el diseño de métodos de recarga de acuíferos para incrementar la oferta hídrica en la microcuenca de Unuhuaycco, Distrito de Oropesa, Provincia Quispicanchi – Cusco.

### **1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Determinar las unidades geomorfológicas presentes en la microcuenca Unuhuaycco
2. Determinar las formaciones geológicas, y lineamientos estructurales que se tiene en la microcuenca Unuhuaycco
3. Determinar el comportamiento hidrometeorológico en la microcuenca Unuhuaycco
4. Determinar las características físicas y químicas de las unidades hidrogeológicas de la zona.
5. Determinar el balance hídrico de la microcuenca Unuhuaycco.
6. Determinar los diseños de métodos de recarga de acuíferos para la microcuenca Unuhuaycco.

## **1.6. HIPOTESIS GENERAL**

El diseño y aplicación de los métodos de recarga de acuíferos en base al estudio hidrogeológico, permitirá recuperar manantiales extintos, conservar los existentes y regular el equilibrio de los acuíferos en cabecera de microcuenca, para evitar que continúe la disminución de la oferta hídrica, que está generando un déficit importante del recurso hídrico.

### 1.6.1. HIPOTESIS ESPECIFICOS

1. Las unidades geomorfológicas como: paisajes, pendientes y fisiografía proporcionara la información para determinar la escorrentía superficial de la microcuenca y el diseño de los métodos de recarga en acuíferos de la microcuenca Unuhuaycco.
2. Las formaciones geológicas se encuentran altamente fracturados por la tectónica a la cual estuvieron sometidos.
3. Los parámetros hidrometereológicos como: precipitación, temperatura, evaporación, evapotranspiración y evapotranspiración real, proporcionara la información para generar la oferta hídrica, y la generación de precipitaciones máximas en 24 horas para los diseños de métodos de recarga.
4. Determinando las características hidrogeológicas de la zona, se podrá obtener los modelos conceptuales de acuíferos.
5. Haciendo un balance hídrico, se podrá calcular la oferta y la demanda hídrica.
6. Conociendo las características hidrogeológicas de la zona, se podrá diseñar obras de recarga de acuíferos para la microcuenca Unuhuaycco.

## 1.7. EQUIPOS, MATERIALES Y HERRAMIENTAS

### 1.7.1. EQUIPOS

- Equipos de campo.

Brújula, GPS, Computadora, HOBOWare, cronometro, cinta métrica de 50 metros, Flexómetro, eclímetro, cámara fotográfica, cronometro de mano, reloj digital.

- Equipos de gabinete

Computadora, laptop, impresora, plotter, escáner, fotocopiadora.

### 1.7.2. MATERIALES

Imagen satelital, cartas nacionales, tablero, lápiz de color, porta minas, papel milimetrado, bolsas de muestras para suelo, ácido clorhídrico al 10%, lupa 15-20x, rayador, protector, ponchos de agua.

- Materiales de gabinete

Revisión bibliográfica, papeles de impresión A4 y A3, material de escritorio.

### 1.7.3. HERRAMIENTAS

- Herramientas de Gabinete

Software de SIG, Software AutoCAD, Software HOBOWare, Programa SASPlanet, Programa Google Earth Pro, Programas en Excel y Microsoft Office

- Herramientas de campo

Baldes de 10 Litros, Comba de 10 libras, tubo PVC 2” x 50 centímetros

### 1.7.4. PROCESAMIENTO DE DATOS

Se utilizó el software y programas informáticos como: ArcGIS, AutoCAD, Microsoft Office, Google Earth Pro, HOBOWare. Que sirvieron en la generación de mapas integrados del área de estudio, para la identificación zonas de recarga de acuíferos.

## 1.8. METODOLOGIA DEL TRABAJO

### 1.8.1. ETAPA DE GABINETE

- Recopilación bibliográfica
- Recopilación de una base cartográfica
- Revisión de la información bibliográfica, cartográfica y fotográfica, así como la revisión de mapas preliminares.
- Elaboración de un mapa preliminar, para realizar etapa de campo en la microcuenca.

### 1.8.2. ETAPA DE CAMPO

Durante esta etapa se analizará, se cartografiará y se tomará los datos necesarios para cumplir con los objetivos antes mencionados dentro de la zona de estudio; los trabajos a realizar en la etapa de campo son:

- Reconocimiento de la zona de estudio, y toma de datos geomorfológicos para la elaboración del mapa geomorfológico de nuestro ámbito de estudio.
- Cartografiado geológico a detalle, identificando y delimitando las formaciones geológicas existentes dentro del área de estudio.
- Elaboración de una columna estratigráfica local, para buscar una relación directa entre las formaciones geológicas de la zona de estudio y los acuíferos.
- Ratificar en campo, la información geológica obtenida en la etapa de pre campo, correspondiente a nuestro ámbito de estudio.
- Ubicación de fuentes hídricas (ojos de agua, manantes, ríos y riachuelos), para el inventario de manantiales.
- Realizar pruebas de infiltración.
- Toma de muestras de agua, para su análisis fisicoquímico y bacteriológico en laboratorio.
- Cartografiado del uso actual de suelo dentro de la microcuenca Unuhuaycco.
- 

### 1.8.3. ETAPA DE GABINETE 2

Luego de concluir con la etapa de campo, debemos de evaluar y analizar todos los datos recolectados en el campo y sistematizarlos para poder llegar a los resultados, los que detallamos a continuación:

- Digitalización de la información recopilada en campo.

- Aplicación del software ArcGIS, AutoCAD y Microsoft Excel para hacer el análisis correspondiente de los datos recogidos en campo.
- Elaboración de los mapas de ubicación, pendientes, geomorfología, geología, hidrología, geohidrología y uso de suelo, con el software ArcGIS, en base a la información obtenida en la etapa de pre-campo y campo.
- Procesamiento e interpretación de los datos obtenidos.
- Análisis de los datos obtenidos en campo para luego elaborar los mapas temáticos dentro de nuestro ámbito de estudio.
- Redacción del informe final.

## CAPITULO II: GEOMORFOLOGIA

### 2.1. GEOMORFOLOGIA REGIONAL

El origen y las características del relieve de la región Cusco se deben a diversos episodios de modelamiento tectónico y climático, que han sido los motores para la exhumación y conservación de la cadena de los Andes. Estos procesos han originado diversas formas de paisajes, constituyéndose así la geomorfología actual de su territorio. (Benavente et al, 2013). La región presenta cuatro grandes unidades morfoestructurales que son la Cordillera Occidental, la Cordillera Oriental, la faja Subandina y el llano amazónico, que en conjunto confieren un matiz complejo al relieve, donde se observan diferentes paisajes: altiplanicies, paisajes montañosos, colinas y los paisajes de llanura amazónica (Tabla 2.1). (Benavente et al, 2013)

Tabla 2.1. Unidades geomorfológicas Región Cusco

Paisaje	Descripción
Altiplanicie	Altiplanicie allanada
	Altiplanicie ondulada
	Altiplanicie disectada
	Fondos de valle glaciar y aluvial
	Fondos de valle aluvial altiplánico
Montañoso	Fondos de valle aluvial montañoso
	Llanura de valle aluvial
	Vertientes de montaña allanada
	Vertientes de montaña empinada
Colinas	Vertientes de montaña disectada empinada a escarpada
	Colinas altas fuertemente disectadas
	Colinas altas moderadamente disectadas
	Colinas bajas fuertemente disectadas
Llanura Amazónica	Colinas bajas moderadamente disectadas
	Terrazas altas disectadas
	Terrazas altas sin disección
	Terrazas intermedias disectadas
Llanura Amazónica	Terrazas intermedias sin disección
	Terrazas bajas

Fuente: Neotectónica y peligro sísmico en la Región cusco, (Benavente et al, 2013)

Regionalmente la zona de Estudio se encuentra en la zona intermedia Altiplano – Cordillera y el Altiplano y localmente entre las montañas de Pachatusan y la depresión Cusco Huacarpay.

### 2.1.1. ALTIPLANO

Gran parte del cuadrángulo de Cusco se localiza en la prolongación noroeste del Altiplano y corresponde a la terminación occidental de esta unidad que viene desde Bolivia. Limita al sur con el borde NE de la Cordillera Occidental y al norte con la Cordillera Oriental mediante la zona intermedia Altiplano-Cordillera Oriental, caracterizada por el anticlinal de Vilcanota. (Carlotto, V.; Cardenas, J. & Carlier, 2011).

### 2.1.2. ZONA INTERMEDIA ALTIPLANO – CORDILLERA ORIENTAL

Es una franja alargada en dirección NO-SE que separa el Altiplano al sur, de la Cordillera Oriental al norte, en los cuadrantes I, III y IV del cuadrángulo del cusco, hoja 28s. En general, la franja es más delgada al sureste y más ancha al noroeste donde está representada por el anticlinal de Vilcanota. (Carlotto et al, 2011).

Las alturas máximas alcanzadas en esta zona sobrepasan los 4800 msnm y destacan particularmente las Montañas de Pachatusán, cuyas laderas norte son bastante abruptas por el desnivel en relación al río Vilcanota, en tanto que al sur es suave, incluso con presencia de mesetas como la de Huaccoto que se halla a una altura promedio de 4000 msnm. (Carlotto et al, 2011).

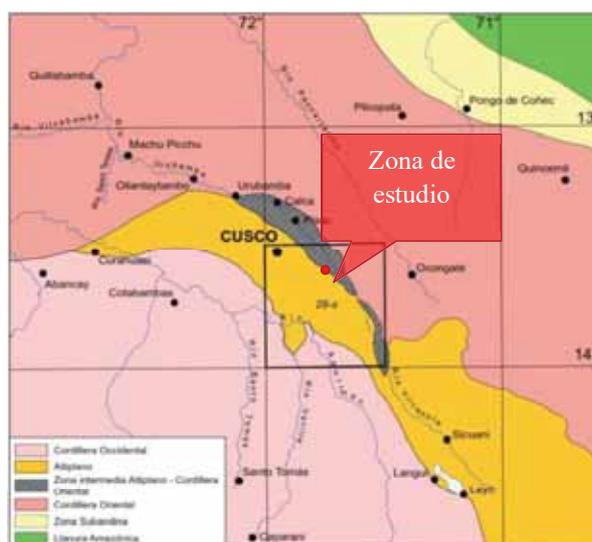


Figura 2.1: Unidades geomorfológicas regionales.  
Fuente: (Carlotto et al, 2011).

## 2.2. GEOMORFOLOGIA LOCAL

Para la elaboración del mapa geomorfológico de la microcuenca Unuhuaycco, primero se tuvo que entender que implica la geomorfología. Al respecto y desde el punto de vista práctico, existen definiciones dadas por varios autores; por ejemplo, para Viers G. 1973. La geomorfología es una ciencia de síntesis que tiene por objeto clasificar y explicar las formas del relieve; para Derruau M. 1966. Es una ciencia que se propone describir las formas y explicar el relieve, su evolución y los procesos de su modelado; en cambio Soeters R. 1976. Define a la Geomorfología como la ciencia que trata de la superficie terrestre y sus orígenes.

Según estas definiciones, la geomorfología tiene por objeto la descripción de las formas del terreno, la explicación de su génesis, es decir de su origen y evolución a través del tiempo geológico, así como la explicación y descripción de los agentes geomorfológicos modeladores.

Para lo cual el análisis geomorfológico consistió en un método de interpretación de imágenes de la superficie terrestre, que se basa en la relación paisaje-suelo. El suelo es un componente del paisaje fisiográfico, pero sus características morfológicas, físicas, químicas y mineralógicas resultan de la interacción entre los restantes componentes de ese paisaje tales como su relieve, sus materiales litológicos y su cobertura vegetal; todos actuando bajo un mismo clima y en un lapso determinado.

Es así que se plantió realizar el mapa geomorfológico en base a la integración y relación del mapa fisiográfico y la geología presente en la zona de estudio.

Las formas de relieve identificadas son el resultado de la interacción de efectos climáticos, litológicos, procesos erosivos y deposicionales, así como fenómenos de origen tectónico. Se describe a continuación las características morfológicas más importantes de las formas del relieve presentes en la microcuenca Unuhuaycco.

### 2.2.1. CLASIFICACIÓN FISIAGRÁFICA

Según la metodología del Centro Iberoamericano de Fotointerpretación (CIAF), la fisiografía se divide en grupos paisajísticos (fisiográficos) de categoría jerárquica a fin de hacer una descripción ordenada del relieve tal como se muestra en la Figura 2.2, esta división fisiográfica del territorio obedece a criterios metodológicos de asociación y composición temática de la geología y la geomorfología como los principales criterios fisiográficos para el levantamiento de información temática de la fisiografía. Esta clasificación jerarquizada, utilizada en la elaboración del mapa fisiográfico de la zona de estudio, tiene 5 grupos fisiográficos como unidades de cobertura de mayor a menor y empleada por el MINAM, que es la siguiente.



Figura 2.2: Orden jerárquico de los grupos fisiográficos de la clasificación fisiográfica.  
Fuente: Clasificación fisiográfica del terreno a partir de la inclusión de nuevos elementos conceptuales.(Serrato Alvarez, 2009).

#### 2.2.1.1. Provincia fisiográfica

Zona intermedia Altiplano – Cordillera Oriental

Es una franja alargada en dirección NO-SE que separa el Altiplano al sur, de la Cordillera Oriental al norte, en los cuadrantes I, III y IV. En general, la franja es más delgada al sureste y más ancha al noroeste donde está representada por el anticlinal de Vilcanota. Las

alturas máximas alcanzadas en esta zona sobrepasan los 4800 msnm y destacan particularmente las montañas de Pachatusán, cuyas laderas norte son bastante abruptas por el desnivel en relación al río Vilcanota, en tanto que al sur es suave, incluso con presencia de mesetas como la de Huaccoto que se halla a una altura promedio de 4000 msnm, (Carlotto et al, 2011).

Es así que nuestra área de estudio abarca áreas de las montañas de Pachatusán y el Valle Interandino del cusco.

### **2.2.1.2. Provincia climática**

En la clasificación de las unidades climáticas se hizo referencias a sistemas predefinidos de clasificación climática, en los que se involucran aspectos como temperatura, altitud, humedad disponible, entre otras.

La microcuenca Unuhuaycco se encuentra dentro de la Provincia Climática Fría Húmeda, que determinan zonas climáticas relativamente homogéneas, en sus rangos de alturas, precipitación pluvial y temperatura, rangos anuales en promedio. Esta región climática presenta una precipitación anual promedio de 500 a 1500 mm y una temperatura media anual que varía de menos de 0°C a 14°C. El tipo climático en general es lluvioso, semifrigido, rígido, a polar, con presencia de invierno seco y ausencia de lluvias.

### **2.2.1.3. Unidades de gran paisaje**

En la microcuenca Unuhuaycco se ha determinado la presencia de 2 unidades de Gran paisaje, que determinan zonas paisajísticas relativamente homogéneas, según los criterios de clasificación de estas unidades que se muestran en la Tabla 2.2. Donde se observa que el gran paisaje de montaña representa el 93% de la zona de estudio y la planicie representa el 7%, como se muestra en la Figura 2.3.

Tabla 2.2: Unidades de gran paisaje de la microcuenca Unuhuaycco.

Unidades de Gran Paisaje	Símbolo	Área ha	Área km <sup>2</sup>	Área %
Montañas	M	774.75	7.75	93.33
Planicie	PL	55.33	0.55	6.67
Total		830.08	8.30	100.00

Fuente: Elaboración propia.

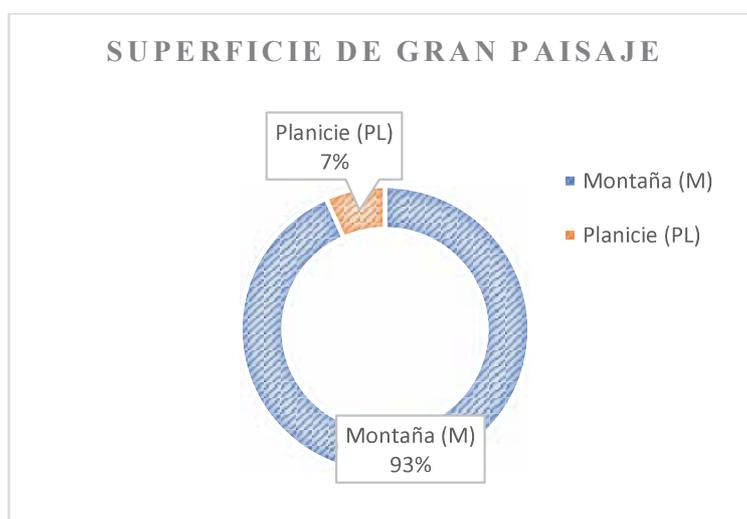


Figura 2.3: Diagrama de superficie de Gran Paisaje de la microcuenca Unuhuaycco

Fuente: Elaboración propia.

#### 2.2.1.3.1. Montaña

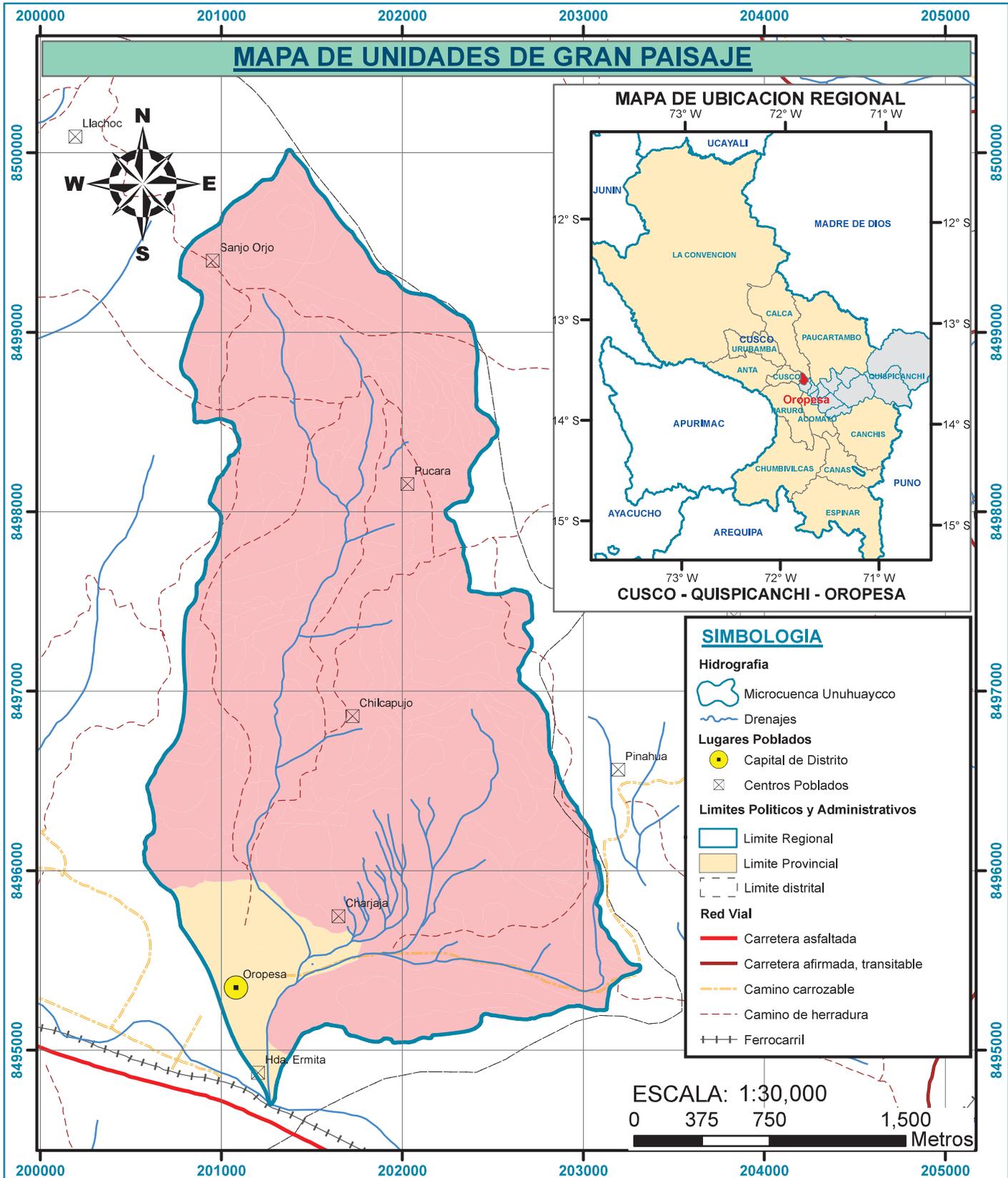
Esta unidad paisajística, se caracteriza por tener una gran elevación natural de terreno, y cuyas cimas son variadas, que van desde una cima aguda, subaguda a semiredondeada, que se encuentran ubicada al norte del poblado de Oropesa. En la zona de estudio, este complejo relieve constituye la unidad más extensa abarcando una superficie de 774.75 ha, que representa un 93.33 % de la superficie total de la zona de estudio, que corresponde a las montañas del Pachatusán.

### 2.2.1.3.2. Planicie

Esta unidad paisajística está constituida por suelos que han sido depositados y modelados por acción aluvial, generalmente por grandes cursos de aguas perennes o intermitentes, depósitos fluviales, coluvio aluviales, y por acción de la glaciación y desglaciación producidos bajo condiciones de climas del pasado. La topografía se caracteriza por presentar pendientes planas o ligeramente inclinadas (0 a 25 %). En la zona de estudio, estas unidades cubren una superficie de 55.33 ha, que representa un 6.67 % de la superficie total de la zona de estudio, que corresponde al Valle interandino del cusco.



Figura 2.4: Unidades de gran paisaje identificadas en la microcuenca Unhuaycco.  
Fuente: Google Earth.



Leyenda				
Unidades SubPaisaje	Simbolo	Area		
		ha	km <sup>2</sup>	%
Montañas	M	774.75	7.7475	93.33
Planicie	PL	55.33	0.5533	6.67
Total		830.08	8.3008	100.00

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

**MAPA: UNIDADES DE GRAN PAISAJE**

<b>UBICACIÓN</b>		<b>SISTEMAS DE COORDENADAS</b>	
<b>REGION:</b> Cusco <b>PROVINCIA:</b> Quispicanchi <b>DISTRITO:</b> Oropesa <b>SECTOR:</b> Unuhuaycco		<b>Proyeccion:</b> Universal Transversa Mercator (UTM) <b>Elipsoide o Datum Horizontal:</b> World Geodesic System 1984 (WGS84) <b>Huso y Zona:</b> 19L Sur	
<b>ASESOR:</b> Mgt. Ing. Eddie E. Mercado Tejada Ing. Tedy Marocho Oré		<b>ELABORADO POR:</b> Barrientos Cruz Vidal Antoni Bandera Perez Wilner	<b>FUENTE:</b> PROPIA
<b>ESCALA DE TRABAJO:</b> 1: 30000	<b>ESCALA DE IMPRESIÓN:</b> A4	<b>FECHA:</b> OCT. 2019	<b>CODIGO:</b> MUGP-01
		<b>MAPA N°:</b> 02	

#### 2.2.1.4. Unidades de paisaje

En la microcuenca Unuhuaycco se ha identificado la presencia de 3 unidades de Paisaje, que determinan zonas paisajísticas relativamente homogéneas, según los criterios de clasificación de estas unidades mencionadas. Se identificaron 3 unidades de paisajes que se muestra en la Tabla 2.3 y en la Figura 2.5.

Tabla 2.3. Unidades de paisaje de la microcuenca Unuhuaycco.

Unidades Paisaje	Símbolo	Área ha	Área km <sup>2</sup>	Área %
Colina	Co	54.32	0.5432	6.54
Montañas bajas	Mb	692.77	6.9277	83.46
Planicie fluvioaluvial	Pfa	82.98	0.8298	10.00
Total		830.08	8.3008	100.00

Fuente: Elaboración propia.

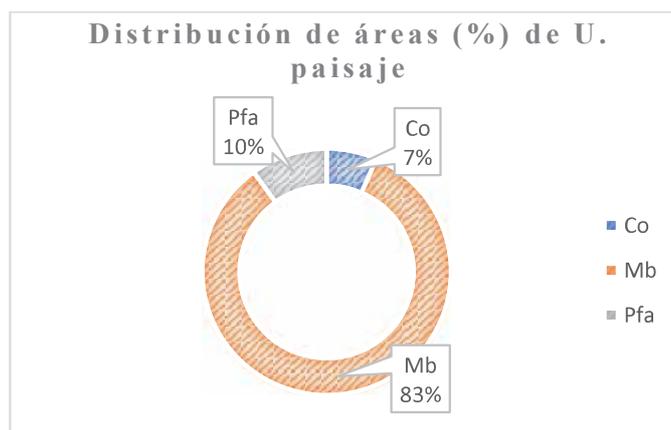


Figura 2.5: Diagrama de distribución de áreas de unidades de paisaje de la microcuenca Unuhuaycco.

Fuente: Elaboración propia.

##### 2.2.1.4.1. Montaña baja

Esta unidad de paisaje, son relieves que se elevan entre 3300 msnm a 4300 msnm aproximadamente, representando así una elevación de 1000 m, sobre sus niveles de bases locales, con pendientes entre 25 a más de 75%. Su origen está ligado a la formación del anticlinal del Vilcanota, y posteriormente modificadas por agentes erosivos intensos.

En la zona de estudio, estas unidades cubren una superficie de 692.77 ha, que representa un 83.46 % de la superficie total de la zona de estudio. Se encuentra en sector norte de la microcuenca, siendo el área de mayor predominancia en la zona de estudio.

#### Planicie fluvioaluvial

Estas unidades se presentan como paisajes caracterizados por una topografía plana y con pendientes menores a 15%. El carácter litológico de los materiales del suelo depende esencialmente de la naturaleza petrográfica de las áreas drenadas, conformada por diversas formaciones geológicas de las montañas que se encuentran presentes en la zona de estudio. En la zona de estudio, esta unidad cubre una superficie de 82.98 ha, que representa un 10 % de la superficie total de la zona de estudio. Se encuentra en la parte sur de la microcuenca, y es donde se desarrolla el poblado de oropesa.

#### Colina baja

Esta unidad de paisaje se presenta como un relieve elevado, cuya altura desde su base local hasta su cima en promedio oscila entre los 20 m a 100 m, y sus pendientes están comprendidas entre 4 a 50%.

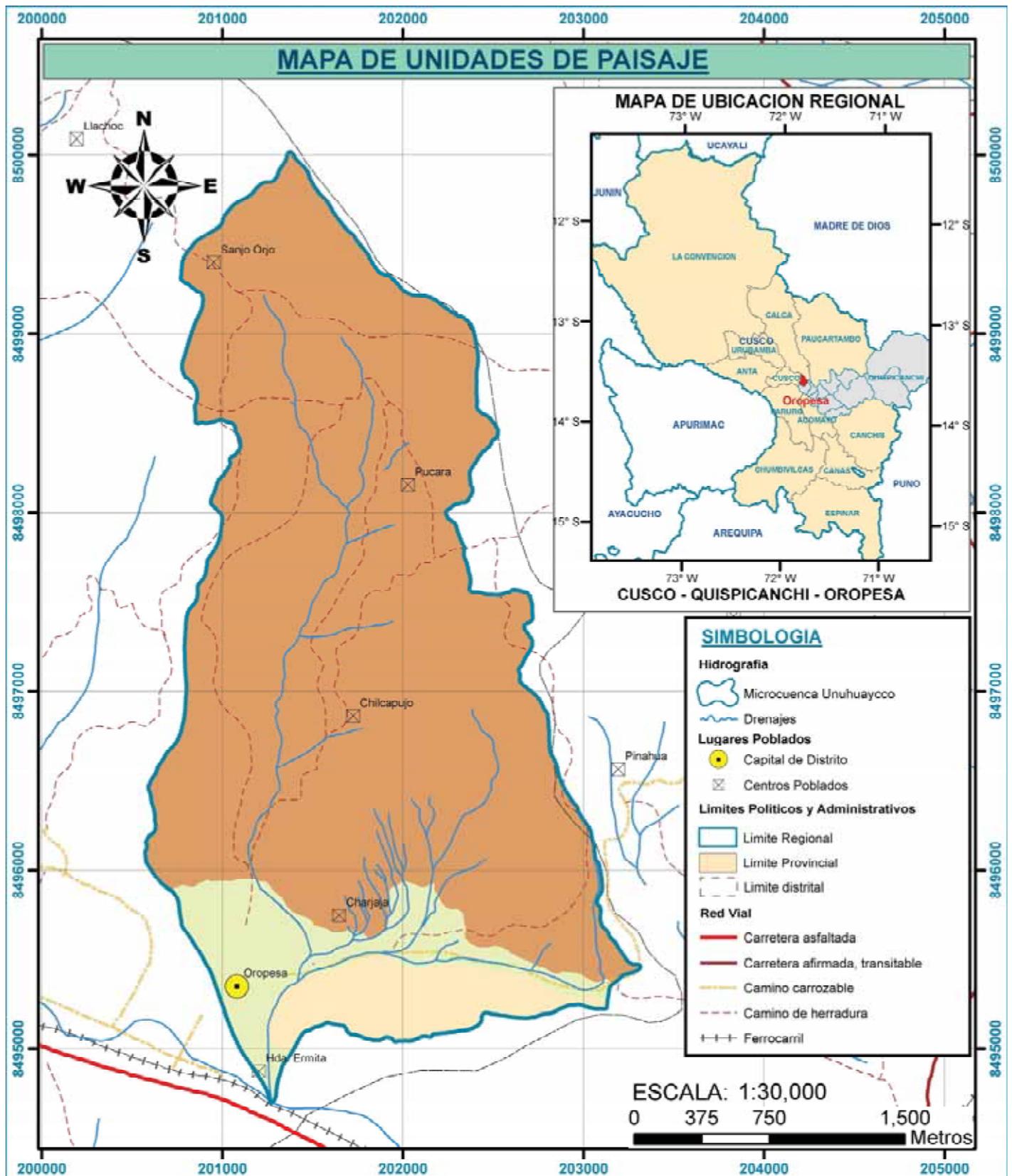
Dentro de la zona de estudio, esta unidad cubre una superficie de 54.32 ha, que representa un 6.54 % de la superficie total de la zona de estudio. Se encuentra en la parte sur este de la microcuenca, que corresponde al afloramiento de la Formación Rumicolca.



Figura 2.6: Unidades de Paisaje de la microcuenca Unhuaycco.  
Fuente: Elaboración propia.

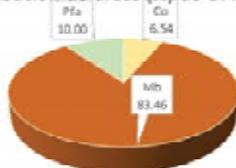


Foto 2.1: Vista al fondo de la montaña Pachatusán, mirando hacia el norte.



Leyenda				
Unidades SubPaisaje	Simbolo	Area		
		ha	km <sup>2</sup>	%
Colina	Co	54.32	0.5432	6.54
Montañas bajas	Mb	692.77	6.9277	83.46
Planicie Fluvioaluvial	Pfa	82.98	0.8298	10.00
<b>Total</b>		<b>830.08</b>	<b>8.3008</b>	<b>100.00</b>

Distribución de áreas (%) de U. Paisaje



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA**

<b>MAPA: UNIDADES DE PAISAJE</b>	
<p style="text-align: center;"><b>UBICACIÓN</b></p> <p><b>REGION:</b> Cusco  <b>PROVINCIA:</b> Quispicanchi  <b>DISTRITO:</b> Oropesa  <b>SECTOR:</b> Unuhuaycco</p>	<p style="text-align: center;"><b>SISTEMAS DE COORDENADAS</b></p> <p><b>Proyeccion:</b> Universal Transversa Mercator (UTM)  <b>Elipsoide o Datum Horizontal:</b> World Geodesic System 1984 (WGS84)  <b>Huso y Zona:</b> 19L Sur</p>
<p><b>ASESOR:</b>  Mgt. Ing. Eddie E. Mercado Tejada  Ing. Tedy Marocho Oré</p>	<p><b>ELABORADO POR:</b>  Barrientos Cruz Vidal Antoni  Bandera Perez Wilner</p>
<p><b>ESCALA DE TRABAJO:</b> 1: 30000</p>	<p><b>FECHA:</b> OCT. 2019</p>
<p><b>ESCALA DE IMPRESIÓN:</b> A4</p>	<p><b>CODIGO:</b> MUP-03</p>
<p><b>FUENTE:</b> PROPIA</p>	
<p><b>MAPA N°:</b> 03</p>	

### 2.2.1.5. Unidades de sub paisaje

Este nivel categórico se estableció recurriendo a criterios morfométricos tales como la posición dentro del paisaje como: cima, vertiente, cono, altiplanicie de erosión, pie de montaña, terraza baja, vertiente disectada, calificada con uno o más atributos de una u otra manera relacionados con procesos morfogenéticos activos, como:

- La forma y/o grado de la pendiente (Clases de Pendientes del mapa de Pendientes).
- Tipo y grado de erosión acelerada, remoción en masa.
- Clase de condición de drenaje (en llanuras).

En la microcuenca Unuhuaycco se ha identificado la presencia de 10 unidades de Paisaje, que determinan zonas paisajísticas relativamente homogéneas, según los criterios de clasificación de estas unidades mencionadas anteriormente y las cuales se muestran en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4: Unidades de sub paisaje de la microcuenca Unuhuaycco.

Unidades sub paisaje	Símbolo	Área		
		ha	km <sup>2</sup>	%
Cauce de río	Ca	1.75	0.0175	0.21
Cima	Ci	14.41	0.1441	1.74
Cono	Co	53.66	0.5366	6.46
Altiplanicie de erosión	Ae	78.14	0.7814	9.41
Fondo de valle	Fv	29.61	0.2961	3.57
Pie de montaña	Pm	22.22	0.2222	2.68
Terraza baja	Tb	6.35	0.0635	0.76
Vertiente	V	436.96	4.3696	52.64
Vertiente disectada	Vd	173.74	1.7374	20.93
Zona abancalada	Za	13.25	0.1325	1.60
Total		830.08	8.3008	100.00

Fuente: Elaboración propia

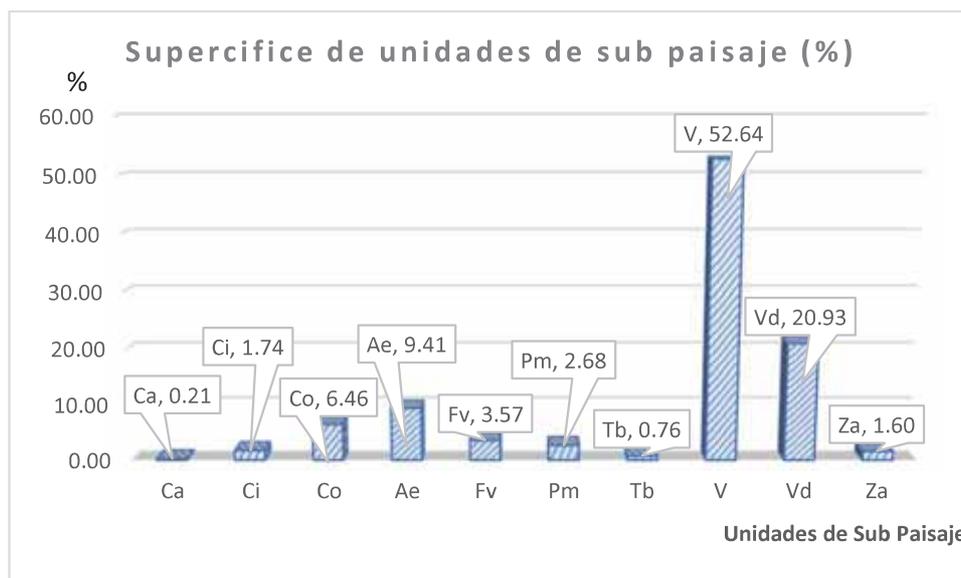


Figura 2.7: Diagrama de barras de las unidades de sub paisaje de la microcuenca Unhuaycco.  
Fuente: Elaboración propia.

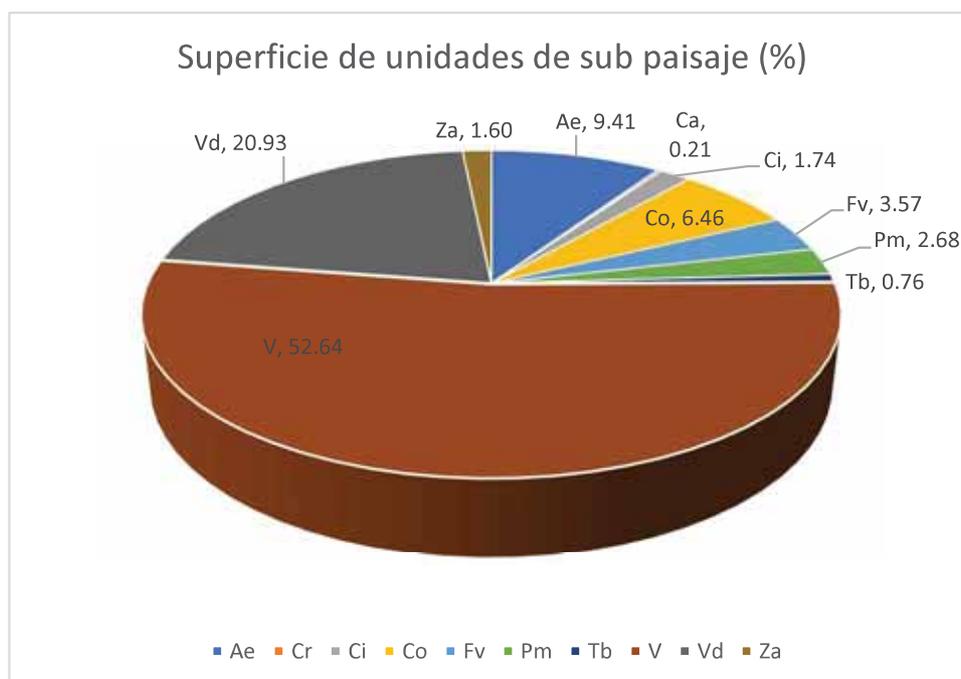
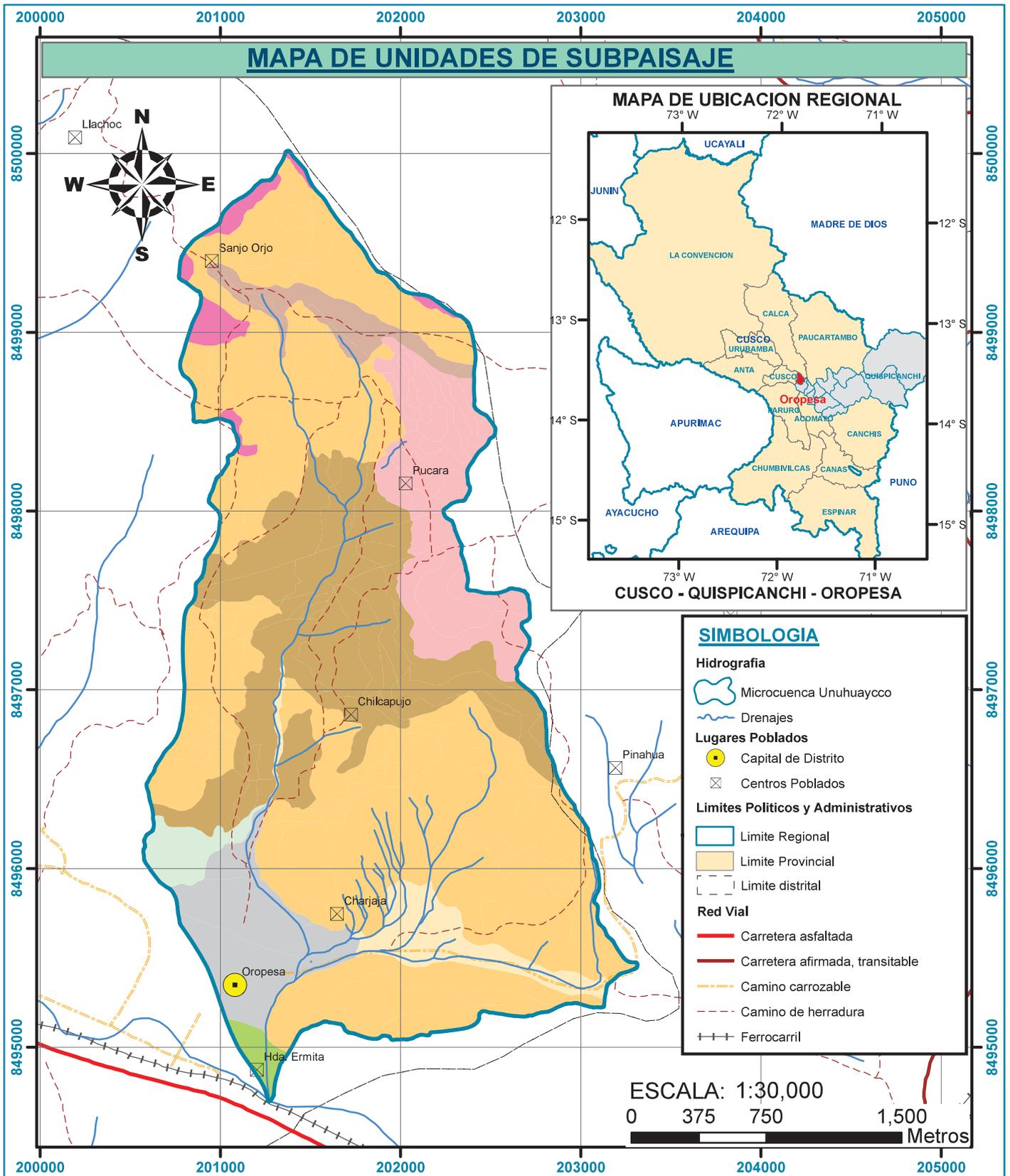


Figura 2.8: Diagrama circular de las superficies de las unidades de sub paisaje de la microcuenca Unhuaycco.  
Fuente: Elaboración propia.

De la Figura 2.7 y 2.8, se determina que dentro de la zona de estudio, la unidad de sub paisaje vertiente es la unidad que se encuentra en un mayor porcentaje, con un 52.64% y siguiendo a esta unidad de sub paisaje se encuentra vertiente disectada con un 20.93 % del área total evaluada. Las unidades restantes representan menos del 10% del área evaluada.



Leyenda				
Unidades SubPaisaje	Simbolo	Area		
		ha	km <sup>2</sup>	%
Cauce de rio	Ca	1.75	0.0175	0.21
Cima	Ci	14.41	0.1441	1.74
Cono	Co	53.66	0.5366	6.46
Altiplanicie de Erosion	Ae	78.14	0.7814	9.41
Fondo de Valle	Fv	29.61	0.2961	3.57
Pie de montaña	Pm	22.22	0.2222	2.68
Terraza baja	Tb	6.35	0.0635	0.76
Vertiente	V	436.96	4.3696	52.64
Vertiente disectada	Vd	173.74	1.7374	20.93
Zona Abancalada	Za	13.25	0.1325	1.60
Total		830.08	8.3008	100.00

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAAD DELCUSCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA**

<b>MAPA: UNIDADES DE SUBPAISAJE</b>	
<b>UBICACIÓN</b> <b>REGION:</b> Cusco <b>PROVINCIA:</b> Quispicanchi <b>DISTRITO:</b> Oropesa <b>SECTOR:</b> Unuhuaycco	<b>SISTEMAS DE COORDENADAS</b> <b>Proyeccion:</b> Universal Transversa Mercator (UTM) <b>Elipsoide o Datum Horizontal:</b> World Geodesic System 1984 (WGS84) <b>Huso y Zona:</b> 19L Sur
<b>ASESOR:</b> Mgt. Ing. Eddie E. Mercado Tejada Ing. Tedy Marcho Oré	<b>ELABORADO POR:</b> Barrientos Cruz Vidal Antoni Bandera Perez Wilner
<b>ESCALA DE TRABAJO</b> <b>1: 30000</b>	<b>ESCALA DE IMPRESIÓN:</b> <b>A4</b>
<b>FECHA:</b> OCT. 2019	<b>CODIGO:</b> MUSP-04
<b>FUENTE:</b> PROPIA	
<b>MAPA N°:</b> <b>04</b>	

### 2.2.1.6. Pendientes

La pendiente es el grado de inclinación de la superficie respecto a la horizontal, estos agrupados en 7 rangos de pendiente, en intervalos de pendiente según el Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor (Tabla 2.5).

Tabla 2.5: Clasificación de pendientes.

Clase de pendiente	Rango pendiente (%)	Descripción
A	0 – 2	Plana o casi nivel o allanada
B	2 – 4	Llano a Ligeramente inclinado
C	4 - 8	Moderadamente inclinadas
D	8 - 15	Fuertemente inclinadas
E	15 - 25	Moderadamente empinadas
F	25 - 50	Empinadas
G	50 - 75	Fuertemente empinadas
H	Más de 75	Extremadamente Empinadas

FUENTE: ONERN (1975)

En base a esta clasificación, en la microcuenca Unuhuaycco se identificaron 6 rangos de pendientes los cuales se muestran en la Tabla 2.6 y la Figura 2.9, donde se indican los rangos de pendiente, descripción y área.

Tabla 2.6: Distribución de la pendiente en la microcuenca Unuhuaycco

Pendiente (%)	Descripción	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentaje de área
0-2	Allanado	0	0.00%
2-4	Ligeramente inclinado	0.063	0.77%
4-8	Moderadamente inclinado	0.513	6.19%
8-15	Fuertemente inclinados	0.447	5.39%
15-25	Moderadamente empinados	1.575	18.98%
25-50	Empinados	3.362	40.51%
50-75	Fuertemente Empinados	1.423	17.14%
>75	Extremadamente empinados	0.914	11.01%
	Total	8.300	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

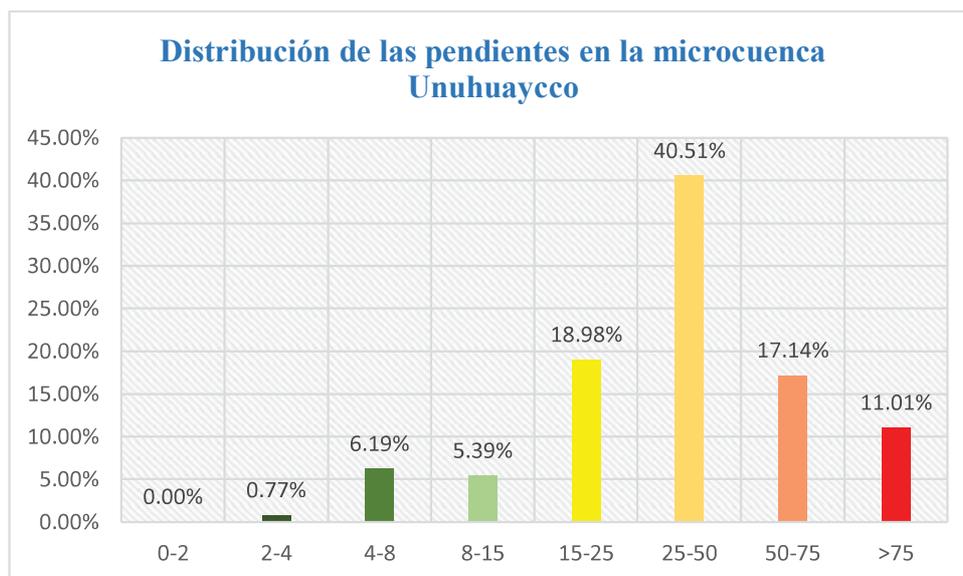


Figura 2.9: Diagrama de barras de la distribución de las pendientes en la microcuenca Unuhuaycco.  
Fuente: Elaboración propia.

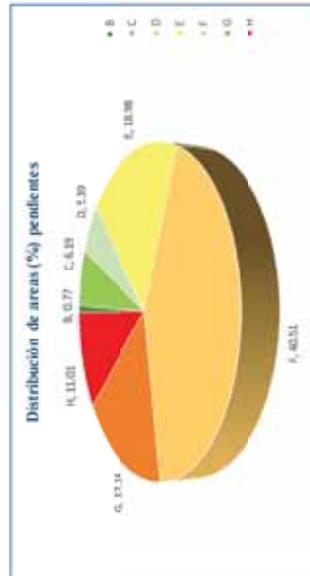
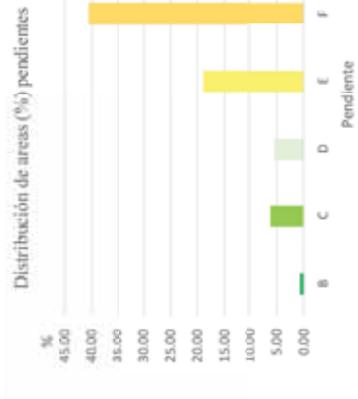
De la Figura 2.9, se observa que la pendiente de 25 a 50 % es la que predomina dentro de toda el área de la microcuenca, con un 40.51 % del área total. Así mismo se observa que las pendientes predominantes dentro de la microcuenca son superiores al 15 %, cabe señalar que pendientes > 75% cubren un 11% de la superficie total de la microcuenca.

# MAPA DE PENDIENTES

**Legenda**

Distribución de áreas por rango de pendiente

Clase Pendiente	Rango de pendiente	Área (ha)	Área (Km <sup>2</sup> )	Área (%)
B	2 - 4 %	6.38	0.0038	0.77
C	4 - 8 %	51.40	0.5140	6.19
D	8 - 15 %	41.74	0.4474	5.39
E	15 - 25 %	157.58	1.5758	18.98
F	25 - 50 %	336.25	3.3625	40.51
G	50 - 75 %	142.32	1.4232	17.14
H	>75 %	91.41	0.9141	11.01
Total		831.08	8.3108	100.00



**SIMBOLOGIA**

**Hidrografía**

- Microcuenca Unuhuaycco
- Drenajes

**Lugares Poblados**

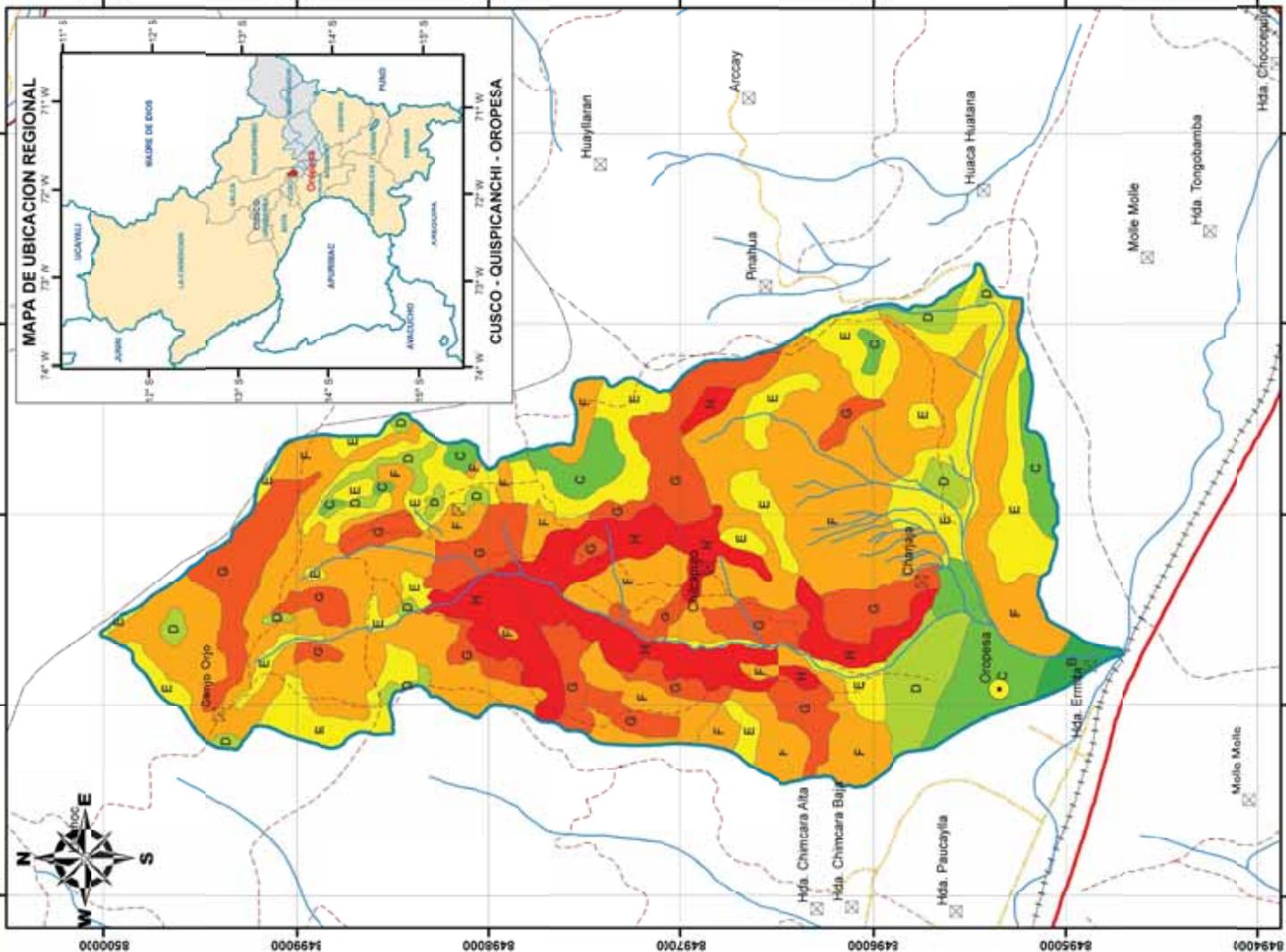
- Capital de Distrito
- Centros Poblados

**Limites Políticos y Administrativos**

- Limite Regional
- Limite Provincial
- Limite distrital

**Red Vial**

- Carretera asfaltada
- Carretera afirmada, transitabile
- Camino carrozable
- Camino de herradura
- Ferrocarril



**MAPA:**

**PENDIENTES**

**SISTEMAS DE COORDENADAS**

**UBICACIÓN**

Proyección: Universal Transversa Mercator (UTM)  
 Elipsoide o Datum Horizontal: World Geodetic System 1984 (WGS84)  
 Huso y Zona: 18, Sur

**ELABORADO POR:** Mg. Ing. Eddie E. Mercado Tejeda  
 Barrios Cruz Vidal Astori  
 Banderas Parva, Mollave

**FUENTE:** INDPIA

**FECHA:** OCT. 2019

**ESCALA DE TRABAJO:** A3

**ESCALA DE IMPRESIÓN:** 1: 25000

**MAPA N°:** 09

**MP-05**



### 2.2.1.7. Ambiente morfogenético

Por los diferentes indicadores observados en la microcuenca, se determinó que el ambiente morfogenético de la microcuenca es de tipo Mixto, que comprende un ambiente estructural y erosional, ya que se observó un ambiente estructural correspondiente al anticlinal del Vilcanota disectado por la erosión a través del tiempo.

### 2.2.1.8. Ambiente morfodinámico

Dentro de la microcuenca se identificaron los dos tipos de ambiente morfodinámico los cuales son:

**Agradacional:** Se representa con la letra (G). Corresponde a procesos de sedimentación coluvial, es decir, depositación o acumulación de materiales heterogéneos y de variado tamaño (partículas y fragmentos de suelo) sobre llanos y bases de laderas de montañas y colinas, y, sedimentación aluvial, en donde el agua impulsada por la gravedad en forma de corrientes fluviales (agua de escorrentía) es el agente de transporte y de depositación.

**Denudacional:** Se representa con la letra (D). Es el proceso de remodelado y reducción de los relieves iniciales por meteorización de las rocas (desintegración y descomposición); remoción en masas (desplazamiento o transposición más o menos rápida y localizada de volúmenes variables de partículas y agregados del suelo); y la erosión, ocasionada por desprendimiento y transporte de productos de la meteorización por agentes como el agua y el viento.

## 2.2.2. FISIOGRAFÍA DE LA MICROCUENCA UNUHUYCCO

Luego de realizar la integración de las unidades de gran paisaje, paisaje, sub paisaje, elementos de paisaje (pendientes) y el ambiente morfodinámico, es que finalmente se obtuvo el mapa fisiográfico para la microcuenca Unuhuaycco. A continuación, se muestra la tabla 2.7 con las unidades fisiográficas integradas correspondientes al área de estudio.

Tabla 2.7: Unidades fisiográficas en la microcuenca Unuhuaycco.

Unidades fisiográficas de la microcuenca Unuhuaycco	Símbolo	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Altiplanicie de erosión de montaña baja denudacional empinada (E)	AeMbDE	0.1544	1.86
Altiplanicie de erosión de montaña baja denudacional fuertemente inclinada (C)	AeMbDFi	0.0848	1.02
Altiplanicie de erosión de montaña baja denudacional moderadamente empinada (D)	AeMbDMe	0.4014	4.84
Altiplanicie de erosión de montaña baja denudacional moderadamente inclinada (B)	AeMbDMi	0.1409	1.70
Cauce de río	Ca	0.0175	0.21
Cima de montaña baja denudacional fuertemente inclinada	CiMbDFi	0.0271	0.33
Cima de montaña baja denudacional moderadamente empinada	CiMbDMe	0.1169	1.41
Cono de montaña baja agradacional moderadamente empinada	CoMbGMe	0.0643	0.77
Cono de Planicie Fluvioaluvial agradacional Fuertemente Inclinada	CoPfaGFi	0.2023	2.44
Cono de Planicie Fluvioaluvial agradacional Moderadamente Inclinada	CoPfaGMi	0.2700	3.25
Fondo de valle de montaña baja agradacional moderadamente empinada	FvMbGMe	0.0195	0.24
Fondo de valle de planicie fluvioaluvial agradacional fuertemente inclinada	FvPfaGFi	0.0393	0.47
Fondo de valle de planicie fluvioaluvial agradacional moderadamente empinada	FvPfaGMe	0.2373	2.86
Pie de montaña baja denudacional empinada	PmMbDE	0.1800	2.17
Pie de montaña baja denudacional moderadamente empinada	PmMbDMe	0.0422	0.51
Terraza baja de planicie fluvioaluvial agradacional ligeramente inclinada	TbPfaGLi	0.0635	0.76
Vertiente de colina baja denudacional empinada	VCbDE	0.2861	3.45
Vertiente de colina baja denudacional moderadamente empinada	VCbDMe	0.1741	2.10
Vertiente de colina baja denudacional moderadamente inclinada	VCbDMi	0.0830	1.00
Vertiente de montaña baja denudacional empinada	VMbDE	2.4258	29.22
Vertiente de montaña baja denudacional extremadamente empinada	VMbDEe	0.1240	1.49
Vertiente de montaña baja denudacional fuertemente empinada	VMbDFe	0.7033	8.47
Vertiente de montaña baja denudacional fuertemente inclinada	VMbDFi	0.0858	1.03
Vertiente de montaña baja denudacional moderadamente empinada	VMbDMe	0.4673	5.63
Vertiente de montaña baja denudacional moderadamente inclinada	VMbDMi	0.0202	0.24
Vertiente disectada de montaña baja denudacional empinada	VdMbDE	0.2291	2.76
Vertiente disectada de montaña baja denudacional extremadamente empinada	VdMbDEe	0.8030	9.67
Vertiente disectada de montaña baja denudacional fuertemente empinada	VdMbDFe	0.7053	8.50
Zona abancalada de montaña bajas denudacional empinada	ZaMbDE	0.1325	1.60
Total		8.3008	100.0

Fuente: Elaboración propia.

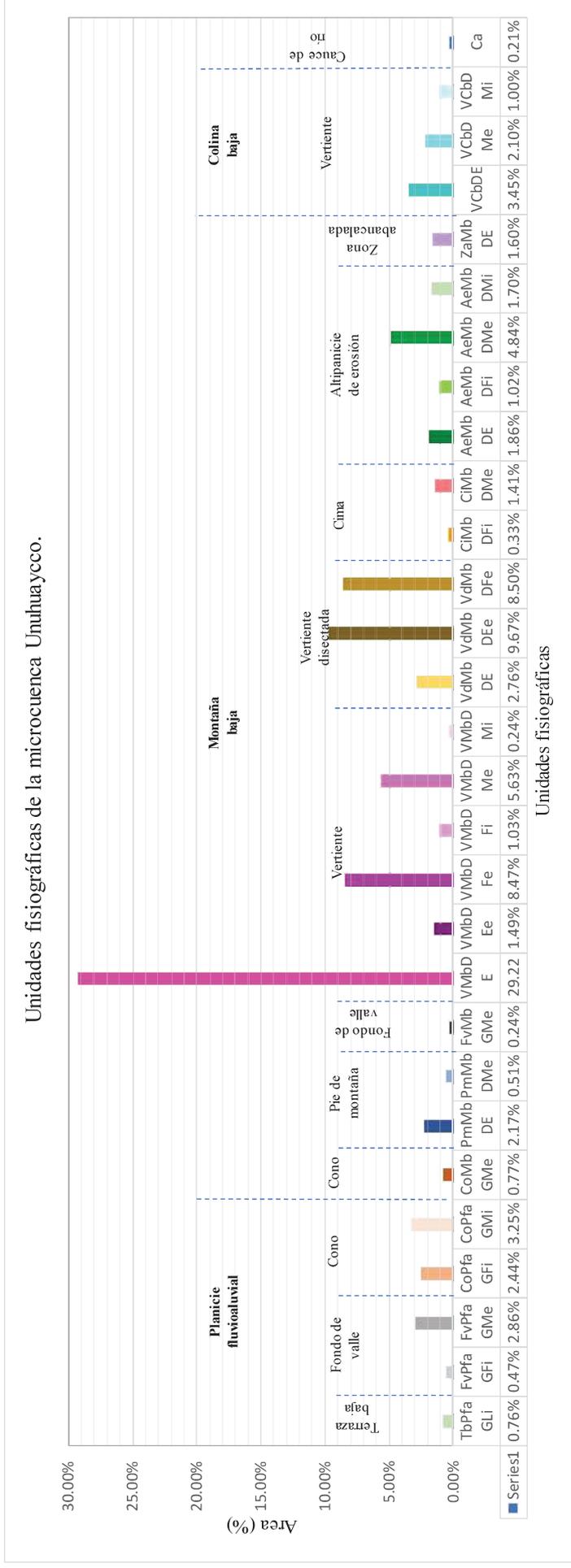


Figura 2.10. Gráfico de barras de la distribución de las áreas de las unidades fisiográficas en la microcuenca Unhuaycco.  
Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.2.1. Unidades Fisiográficas en el área de estudio.

Tabla 2.8. Unidades fisiográficas identificadas en la microcuenca Unhuaycco.

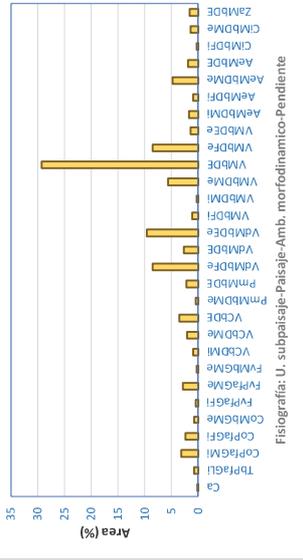
Provincia Fisiografica	Provincia climatica	Gran Paisaje	Ha	%	Paisaje	Ha	%	Subpaisaje	Ha	%	Elementos de paisaje (Pendiente)	Clase	Unidad Fisiografica	Simbolo	Area (Ha)	Area (%)									
Zona intermedia Altiplano - cordillera Oriental	Fria Humeda	Planicie (PL)	87.66	0.11	Planicie Fluvioaluvial (Pla)	87.66	0.11	Terraza baja(Tb)	6.35	0.01	Ligeramente Inclinada	D	Terraza baja de Planicie Fluvioaluvial agradacional Ligeramente Inclinada	TbPfaGLi	6.3464	0.76%									
								Fondo de Valle (Fv)	27.66	0.03	Moderadamente empinada	B	Fondo de Valle de Planicie Fluvioaluvial agradacional Fuertemente Inclinada	FvPfaGFi	3.9260	0.47%									
								Cono (Co)	53.66	0.06	Fuertemente Inclinada	E	Fondo de Valle de Planicie Fluvioaluvial agradacional Moderadamente Empinada	FvPfaGMi	23.7315	2.86%									
		Montaña baja (Mb)	740.67	0.89	686.34	0.83	Montaña baja (Mb)	686.34	0.83	Cono (Co)	53.66	0.06	Moderadamente Inclinada	D	Cono de Planicie Fluvioaluvial Fuertemente Inclinada	CoPfaGFi	20.2270	2.44%							
										Pie de Montaña (Pm)	22.22	0.03	Moderadamente Empinada	C	Cono de Planicie Fluvioaluvial agradacional Moderadamente Inclinada	CoPfaGMi	27.0039	3.25%							
										Fondo de valle	1.95	0.00	Empinada	E	Cono de Planicie Fluvioaluvial agradacional Moderadamente Empinada	CoMfGMi	6.4271	0.77%							
										Vertiente (V)	382.63	0.46	Vertiente (V)	382.63	0.46	0.46	Empinada	22.22	0.03	Empinada	F	Pie de Montaña baja denudacional Empinada	PmMfDE	18.0017	2.17%
																	Moderadamente Empinada	E	Pie de Montaña baja denudacional Moderadamente Empinada	PmMfDMi	4.2231	0.51%			
																	Empinada	F	Fondo de Valle de Montaña baja agradacional Moderadamente Empinada	FvMfGMi	1.9516	0.24%			
																	Extremadamente Empinada	H	Fondo de Valle de Montaña baja agradacional Moderadamente Empinada	FvMfDE	242.5774	29.22%			
	Montaña disectada (Vd)	173.74	0.21	Montaña disectada (Vd)	173.74	0.21	0.21	Fuertemente Empinada	173.74	0.21	Fuertemente Empinada	G	Vertiente de Montaña baja denudacional Extremadamente Empinada	VmBfDE	12.3993	1.49%									
								Fuertemente Inclinada	D	Vertiente de Montaña baja denudacional Fuertemente Empinada	VmBfFe	70.3263	8.47%												
								Empinada	E	Vertiente de Montaña baja denudacional Fuertemente Inclinada	VmBfDFi	8.5808	1.03%												
	Cima (Ci)	14.41	0.02	Cima (Ci)	14.41	0.02	0.02	Moderadamente Empinada	14.41	0.02	Moderadamente Empinada	C	Vertiente de Montaña baja denudacional Moderadamente Empinada	VmBDMi	46.7313	5.63%									
								Extremadamente Empinada	H	Vertiente disectada de Montaña baja denudacional Empinada	VmBfDE	22.9098	2.76%												
								Fuertemente Empinada	G	Vertiente disectada de Montaña baja denudacional Fuertemente Empinada	VmBfDFe	80.3007	9.67%												
	Cauce del rto	830.08	1.0	Cauce del rto	830.08	1.0	1.0	Fuertemente Inclinada	14.41	0.02	Fuertemente Inclinada	D	Vertiente disectada de Montaña baja denudacional Fuertemente Empinada	VmBfDFe	70.5294	8.50%									
								Empinada	E	Cima de Montaña baja denudacional Fuertemente Inclinada	CiMfDFi	2.7149	0.33%												
								Moderadamente Empinada	F	Cima de Montaña baja denudacional Moderadamente Empinada	CiMfDMi	11.6909	1.41%												
								Empinada	F	Altiplanicie de Erosion de Montaña baja denudacional Empinada	AeMfDE	15.4379	1.86%												
Fuertemente Inclinada								D	Altiplanicie de Erosion de Montaña baja denudacional Fuertemente Inclinada	AeMfDFi	8.4795	1.02%													
Moderadamente Empinada								E	Altiplanicie de Erosion de Montaña baja denudacional Moderadamente Empinada	AeMfDMi	40.1367	4.84%													
Empinada								F	Altiplanicie de Erosion de Montaña bajas denudacional Empinada	ZaMfDE	13.2481	1.60%													
Colina baja (Cb)	54.32	0.07	Colina baja (Cb)	54.32	0.07	0.07	Empinada	54.32	0.07	Empinada	F	Vertiente de Colina baja denudacional Empinada	VcBfDE	28.6059	3.45%										
							Moderadamente Empinada	E	Vertiente de Colina baja denudacional Moderadamente Empinada	VcBfDMi	17.4146	2.10%													
							Moderadamente Inclinada	C	Vertiente de Colina baja denudacional Moderadamente Inclinada	VcBfDMi	8.3026	1.00%													
Total			830.08	1.0		830.08	1.0		830.08	1.0			Ca	830.08	100.00%										

Fuente: Elaboración propia.

# MAPA FISIOGRAFICO

Leyenda			
Unidades fisiográficas			
Aliphanice de Erosion de Montaña baja denudacional Empinada	Simbolo	Area (ha)	Area (Km <sup>2</sup> )
Aliphanice de Erosion de Montaña baja denudacional Empinada	AeVbDfE	15.44	0.1544
Aliphanice de Erosion de Montaña baja denudacional Fuertemente Inclinata	AeVbDfI	8.48	0.0848
Aliphanice de Erosion de Montaña baja denudacional Moderadamente Empinada	AeMbDfE	40.14	0.4014
Aliphanice de Erosion de Montaña baja denudacional Moderadamente Inclinata	AeMbDfI	14.09	0.1409
Cause de río	Ca	1.75	0.0175
Cima de Montaña baja denudacional Fuertemente Inclinata	CiMbDfI	2.71	0.0271
Cima de Montaña baja denudacional Moderadamente Empinada	CiMbDfE	11.69	0.1169
Cono de Montaña baja agradaconal Moderadamente Empinada	CoMbGME	6.43	0.0643
Cono de Montaña baja agradaconal Fuertemente Inclinata	CoPfaGfI	20.23	0.2023
Cono de Planicie Fluvioaluvial agradaconal Moderadamente Inclinata	CoPfaGfI	27.00	0.2700
Fondo de Valle de Planicie Fluvioaluvial agradaconal Moderadamente Empinada	FvPfaGfE	1.95	0.0195
Fondo de Valle de Planicie Fluvioaluvial agradaconal Fuertemente Inclinata	FvPfaGfI	3.93	0.0393
Fondo de Valle de Planicie Fluvioaluvial agradaconal Fuertemente Empinada	FvPfaGfE	23.73	0.2373
Pie de Montaña baja denudacional Moderadamente Empinada	PmMbDfE	18.00	0.1800
Pie de Montaña baja denudacional Fuertemente Inclinata	PmMbDfI	4.22	0.0422
Terraza baja de Planicie Fluvioaluvial agradaconal Ligeraemente Inclinata	TbPfaGfI	6.35	0.0635
Vertiente de Colina baja denudacional Empinada	VcCbDfE	28.61	0.2861
Vertiente de Colina baja denudacional Moderadamente Empinada	VcCbDfE	17.41	0.1741
Vertiente de Colina baja denudacional Moderadamente Inclinata	VcCbDfI	8.30	0.0830
Vertiente de Montaña baja denudacional Empinada	VmBdDfE	242.58	2.4258
Vertiente de Montaña baja denudacional Extremadamente Empinada	VmBdDfE	12.40	0.1240
Vertiente de Montaña baja denudacional Fuertemente Empinada	VmBdDfE	70.33	0.7033
Vertiente de Montaña baja denudacional Fuertemente Inclinata	VmBdDfI	8.58	0.0858
Vertiente de Montaña baja denudacional Moderadamente Empinada	VmBdDfE	46.73	0.4673
Vertiente de Montaña baja denudacional Moderadamente Inclinata	VmBdDfI	2.02	0.0202
Vertiente disectada de Montaña baja denudacional Empinada	VdMbDfE	22.91	0.2291
Vertiente disectada de Montaña baja denudacional Extremadamente Empinada	VdMbDfE	80.30	0.8030
Vertiente disectada de Montaña baja denudacional Fuertemente Empinada	VdMbDfE	70.53	0.7053
Zona Abancalada de Montaña bajas denudacional Empinada	ZaVbDfE	13.25	0.1325
<b>Total</b>		<b>830.08</b>	<b>8.3008</b>

Superficie de unidades de fisiografía de la Microcuenca Unhuayuccho



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA**

**MAPA:** FISIOGRAFICO

**UBICACION**  
 REGION: Cusco  
 PROVINCIA: Quispicanchi  
 DISTRITO: Oropesa  
 SECTOR: Unhuayuccho

**SISTEMAS DE COORDENADAS**  
 Proyeccion: Universal Transversa Mercator (UTM)  
 Elipsoide o Datum Horizontal: World Geodesic System 1984 (WGS84)  
 Huso y Zona: 19L Sur

**ELABORADO POR:**  
 Barrientos Cruz Vidal Antoni  
 Bandera Perez Wilner

**FECHA:** OCT. 2019

**MAPA N°:** 07

**ESCALA DE TRABAJO:** A3

**ESCALA DE IMPRESION:** 1: 20000

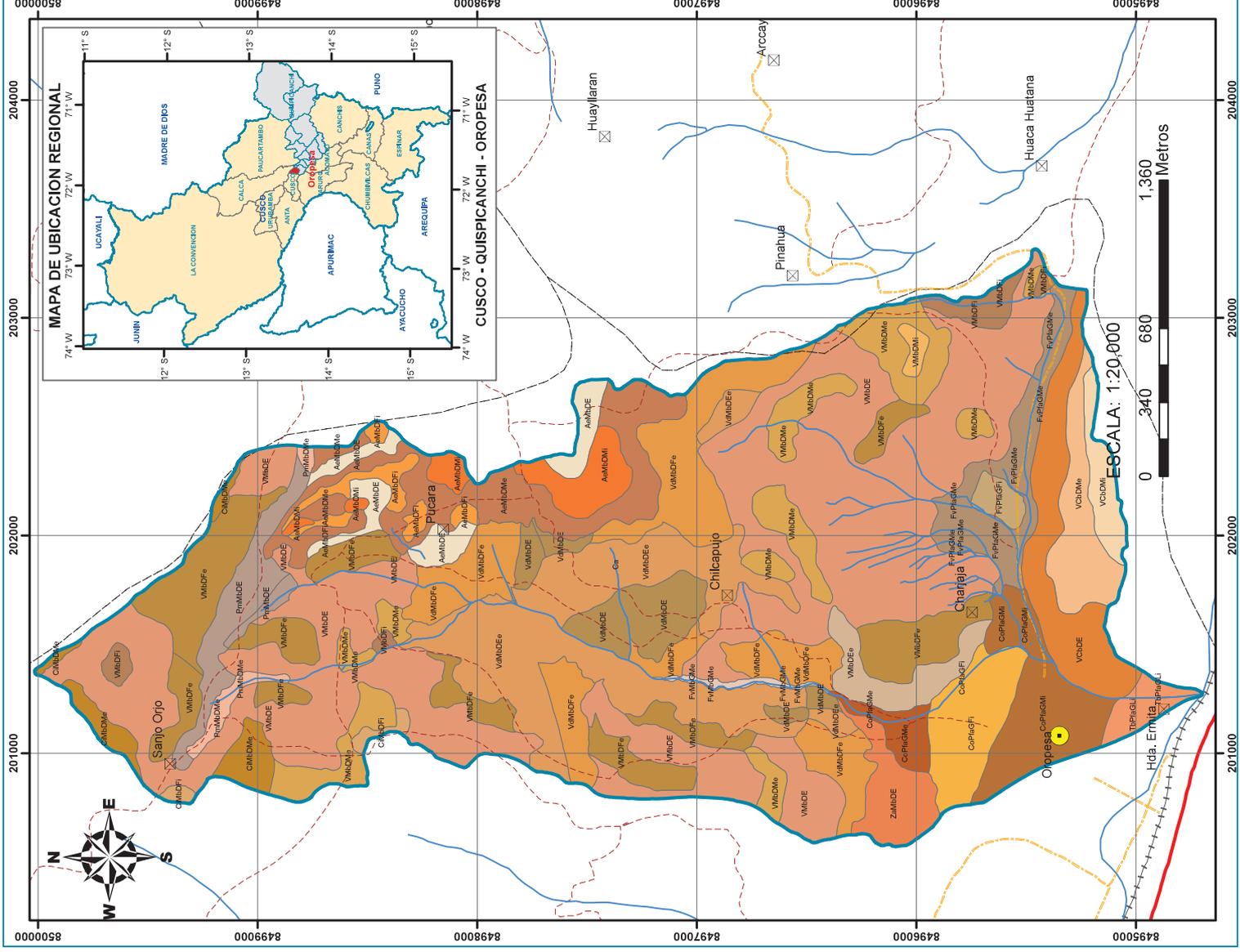
**CODIGO:** MF-07

## SIGNOS CONVENCIONALES

**Hidrografia**  
 Microcuenca Unhuayuccho  
 Drenajes  
 Lugares Poblados  
 Capital de Distrito  
 Centros Poblados

**Limites Politicos y Administrativos**  
 Limite Regional  
 Limite Provincial  
 Limite distrital

**Red Vial**  
 Carretera asfaltada  
 Carretera afirmada, transitable  
 Camino carrozable  
 Camino de herradura  
 Ferrocarril



### 2.2.2.2. Descripción de las unidades fisiográficas en la microcuenca Unuhuaycco

#### 2.2.2.2.1. Terraza baja de planicie fluvioaluvial agradacional con pendiente B.

Tienen una extensión de 0.06 ha y representa un porcentaje de 0.76 %; del área total, presenta un relieve llano, ligeramente inclinado a moderadamente inclinado, con pendientes que varían entre 0% y 4%. Esta unidad se halla en la margen izquierda del cauce del río Huatanay, cuya litología está formada por sedimentos arenosos, limosos con gravas y clastos redondeados.



Figura 2.11. Terraza baja de planicie fluvioaluvial. Fuente:Google Earth.

#### 2.2.2.2.2. Fondo de valle de planicie fluvioaluvial agradacional con pendiente D y F

Ocupan una extensión de 0.28 ha y representa un porcentaje de 3.33 %; del área total, presenta un relieve fuertemente inclinada y empinada, con pendientes que varían entre 8% y 50%. Esta unidad se encuentra entre la formación Rumicolca y depósitos coluviales, cuya litología está formada por sedimentos arenosos, limosos con gravas y clastos subangulosos.

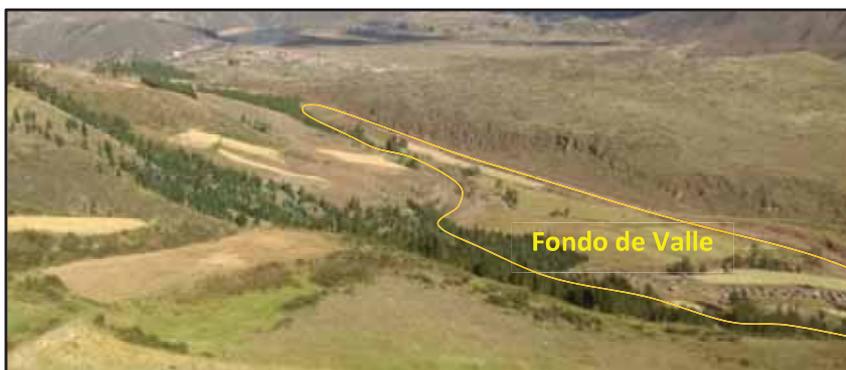


Foto 2.2: Fondo de valle de planicie fluvioaluvial, al sureste de la microcuenca.

#### 2.2.2.2.3. Cono de planicie fluvioaluvial agradacional con pendiente C a E.

Ocupan una extensión de 0.54 ha y representa un porcentaje de 6.46 % del área total, presenta un relieve moderadamente inclinada y moderadamente empinada, con pendientes que varían entre 4% y 25%. Sobre esta unidad se halla el poblado de Oropesa en un gran porcentaje, constituido por materiales coluviales de diferentes tamaños y dispuestos en forma desordenada y caótica, presenta una forma de abanico de corta distancia.

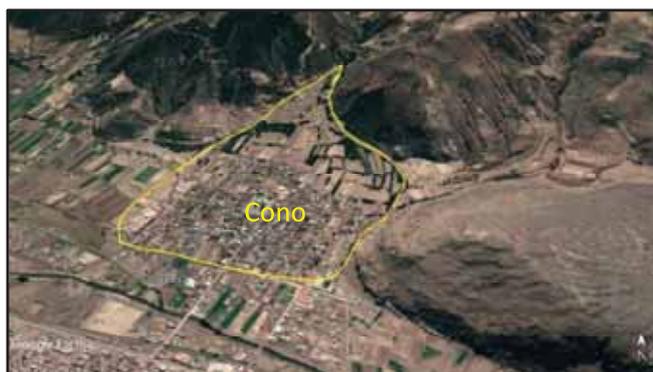


Figura 2.12. Cono de planicie fluvioaluvial.

Fuente: Google Earth

#### 2.2.2.2.4. Pie de montaña baja denudacional con pendiente E y F.

Ocupan una extensión de 0.22 ha y representa un porcentaje de 2.68%; del área total, presenta un relieve moderadamente empinado y empinada, con pendientes que varían entre 15% y 50%.

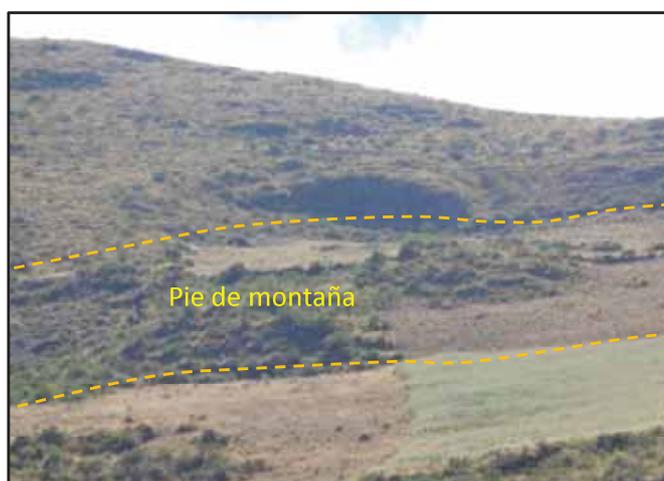


Foto 2.3. Pie de montaña baja, norte de microcuenca, hacia el noreste.

#### 2.2.2.2.5. Fondo de valle de montaña baja denudacional con pendiente E.

Ocupan una extensión de 0.02 ha y representa un porcentaje de 0.24 %; del área total evaluada, presenta un relieve moderadamente empinado, con pendientes que varían entre 15% y 25%. Esta unidad presenta un perfil de valle en “V”, es decir, es mayormente estrecho, donde el fondo propiamente dicho es bastante angosto. Se encuentra en el principal afluyente de la microcuenca Unuhuaycco.



Foto 2.4. Fondo de valle de montaña baja. Curso principal Unuhuaycco, hacia el noroeste.

#### 2.2.2.2.6. Vertiente de montaña baja denudacional con pendiente C a H.

Ocupan una extensión de 3.83 ha y representa un porcentaje de 46.10 %; del área total evaluada, presenta un relieve moderadamente inclinado a extremadamente empinado en el sector norte, con pendientes que varían entre 8% y >75%. Que presentan procesos de erosión que van socavando las vertientes. Se encuentra distribuido por la microcuenca Unuhuaycco.



Foto 2.5.a,b: Vertiente de montaña baja, vertiente este y oeste del cauce principal.

#### 2.2.2.2.7. Vertiente disectada de montaña baja denudacional con pendiente C a H.

Estas unidades tienen una extensión de 1.74 ha y representa un porcentaje de 20.93 %; del área total evaluada, presenta un relieve moderadamente inclinado a extremadamente empinado, con pendientes que varían entre 8% y >75%. Son áreas de topografía muy accidentadas disectadas por proceso de erosión, conformada por vertientes ramificadas, por las cuales fluyen quebradas como afluentes del río Principal.

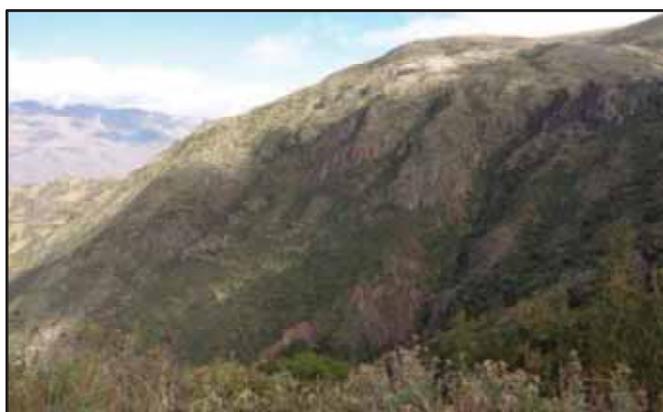


Foto 2.6. Vertiente disectada de montaña baja, vertiente oeste de cauce principal, hacia el oeste.

#### 2.2.2.2.8. Cima de montaña baja denudacional con pendiente D y E.

Estas unidades tienen una extensión de 0.14 ha y representa un porcentaje de 1.74 %; del área total evaluada, presenta un relieve moderadamente empinado a fuertemente inclinado, con pendientes que varían entre 8% y 25%. Presentan una superficie ondulada de erosión. Se encuentra en las cúspides de la montaña como culminación y divisoria de aguas en la microcuenca Unuhuaycco.

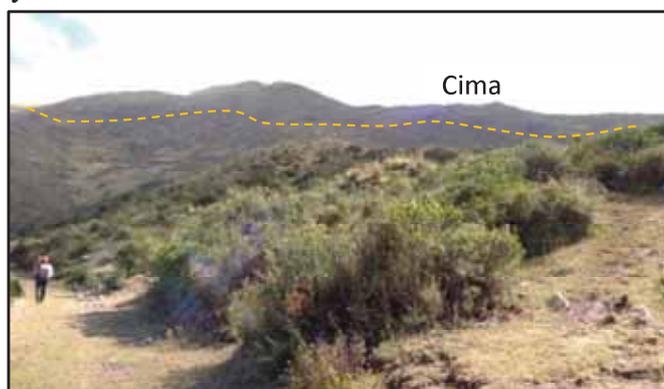


Foto2.7. Cima de montaña baja, divisoria de microcuenca, hacia el norte.

#### 2.2.2.2.9. Altiplanicie de erosión de montaña baja denudacional con pendiente C a F.

Tienen una extensión de 0.78 ha y representa un porcentaje de 9.41 %; del área total, presenta un relieve suave con pendientes que varía entre 4% y 50 %, con muy pocos accidentes topográficos, así mismo esta unidad está constituida por suelos muy superficiales esencialmente por material producto de la erosión. Esta unidad la encontramos en la zona NE de la microcuenca Unuhuaycco.



Foto 2.8. Altiplanicie de erosión de montaña baja, al noroeste de la microcuenca, hacia el sur.

#### 2.2.2.2.10. Zona abancalada de montaña baja denudacional con pendiente F.

Estas unidades tienen una extensión de 0.13 ha y representa un porcentaje de 1.60 %; del área total evaluada, presenta un relieve moderadamente empinado a empinado, con pendientes que varían entre 25% y 50%. Siendo una superficie horizontal en terrenos con declives, producto de la obra humana.



Figura 2.13. Zona abancalada de montaña baja, noroeste del poblado de Oropesa.

Fuente: Google Earth.

#### 2.2.2.2.11. Vertiente de colina baja denudacional con pendiente C a F.

Estas unidades tienen una extensión de 0.54 ha y representan un porcentaje de 6.54 %; del área total evaluada, presenta un relieve moderadamente inclinada a empinado, con pendientes que varían entre 8 y 50%, y presentan moderados procesos de erosión que van socavando las vertientes. En el área evaluada se encuentra asociado al volcánico de Rumicolca.



Foto 2.9. Vertiente de colina baja, afloramiento de la Formación Rumicolca al sur este de la microcuenca, hacia el sureste.

#### 2.2.2.2.12. Cauce del río

Unidad que representa el cauce o lecho de un río que es el canal natural por el que circulan las aguas del mismo. Las cuales cubren una extensión de 1.75 ha, que representa el 0.21% del a área total de la microcuenca.



Foto 2.10. Cauce de río Unuhuaycco.

### 2.2.3. GEOMORFOLOGÍA DE LA MICROCUENCA UNUHUAYCCO

La geomorfología presente en el área de estudio se determinó en base al mapa fisiográfico integrado con la litología presente en el área evaluada. A continuación, se muestra la descripción de las unidades geomorfológicas con mayor predominancia en el área evaluada.



Foto 2.11: Vertiente de montaña baja denudacional empinada coluvial.

Ocupan una extensión de 129.41 ha y representa un porcentaje de 15.59 %; del área total evaluada, presenta un relieve moderadamente empinado a empinado en el sector norte, con pendientes que varían entre 15 y 25%. Que presentan procesos de erosión que van socavándolas las vertientes, constituido por material coluvial (Foto 2.11).

Ocupan una extensión de 21.96 ha y representa un porcentaje de 2.65 %; del área total evaluada, presenta un relieve empinado a fuertemente empinado en el sector norte, con pendientes que varían entre 25y 50%. Constituido por material volcanosedimentario de la formación Pachatusan



Foto 2.13: Vertiente de montaña baja denudacional fuertemente empinada volcanosedimentaria

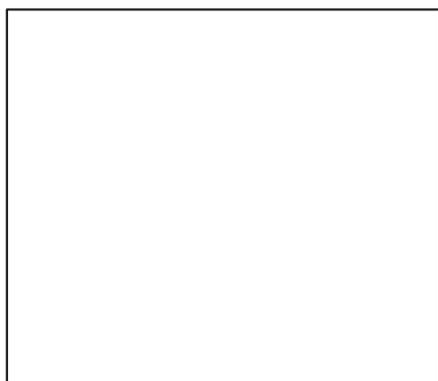


Foto 2.14: Vertiente de montaña baja denudacional empinada sedimentaria.

Ocupan una extensión de 56.51 ha y representa un porcentaje de 6.81 %; del área total evaluada, presenta un relieve moderadamente empinado a empinado en el sector norte, con pendientes que varían entre 15 y 25%. Constituido por material sedimentario, areniscas (foto 2.14).

A continuación, se muestra las unidades geomorfológicas de la microcuenca en la Tabla 2.9 y el mapa geomorfológico de la microcuenca Unuhuaycco.

Tabla 2.9: Unidades geomorfológicas en la microcuenca Unuhuaycco

cód	Unidades Geomorfológicas microcuenca Unuhuaycco	Símbolo	Área (ha)	Área (%)
1	Altiplanicie de Erosión de Montaña baja denudacional Empinada Sedimentaria areniscas	AeMbDES	2.25	0.27%
2	Altiplanicie de Erosión de Montaña baja denudacional Empinada Sedimentaria lutitas y margas rojas	AeMbDES	5.19	0.63%
3	Altiplanicie de Erosión de Montaña baja denudacional Empinada Volcanosedimentarias	AeMbDEVS	7.99	0.96%
4	Altiplanicie de Erosión de Montaña baja denudacional Fuertemente Inclinada Volcanosedimentarias	AeMbDFiVS	8.48	1.02%
5	Altiplanicie de Erosión de Montaña baja denudacional Moderadamente Empinada Sedimentaria areniscas	AeMbDMeS	1.72	0.21%
6	Altiplanicie de Erosión de Montaña baja denudacional Moderadamente Empinada Sedimentaria lutitas y margas rojas	AeMbDMeS	17.40	2.10%
7	Altiplanicie de Erosión de Montaña baja denudacional Moderadamente Empinada Volcanosedimentarias	AeMbDMeVS	16.49	1.99%
8	Altiplanicie de Erosión de Montaña baja denudacional Moderadamente Empinada Yesos, lutitas	AeMbDMeY	4.52	0.55%
9	Altiplanicie de Erosión de Montaña baja denudacional Moderadamente Inclinada Sedimentaria areniscas	AeMbDMiS	0.58	0.07%
10	Altiplanicie de Erosión de Montaña baja denudacional Moderadamente Inclinada Sedimentaria lutitas y margas rojas	AeMbDMiS	10.35	1.25%
11	Altiplanicie de Erosión de Montaña baja denudacional Moderadamente Inclinada Volcanosedimentarias	AeMbDMiVS	3.15	0.38%
12	Cauce de río de Planicie Fluvioaluvial denudacional Cauce de río Cauce de Río	Ca	1.75	0.21%
13	Cima de Montaña baja denudacional Fuertemente Inclinada Sedimentaria areniscas	CiMbDFiS	2.71	0.33%
14	Cima de Montaña baja denudacional Moderadamente Empinada Glaciar	CiMbDMeG	4.13	0.50%
15	Cima de Montaña baja denudacional Moderadamente Empinada Sedimentaria areniscas	CiMbDMeS	5.67	0.68%
16	Cima de Montaña baja denudacional Moderadamente Empinada Volcanosedimentarias	CiMbDMeVS	1.89	0.23%
17	Cono de Planicie Fluvioaluvial agradacional Fuertemente Inclinada Aluvial	CoPfaGFIA	20.23	2.44%
18	Cono de Planicie Fluvioaluvial agradacional Moderadamente Empinada Aluvial	CoPfaGMeA	6.43	0.77%
19	Cono de Planicie Fluvioaluvial agradacional Moderadamente Inclinada Aluvial	CoPfaGMiA	27.00	3.25%
20	Fondo de Valle de Montaña baja agradacional Moderadamente Empinada Aluvial	FvMbGMeA	1.95	0.24%
21	Fondo de Valle de Planicie Fluvioaluvial agradacional Fuertemente Inclinada Aluvial	FvPfaGFIA	3.93	0.47%
22	Fondo de Valle de Planicie Fluvioaluvial agradacional Moderadamente Empinada Aluvial	FvPfaGMeA	23.73	2.86%
23	Pie de Montaña baja denudacional Empinada Brechas	PmMbDEB	2.13	0.26%
24	Pie de Montaña baja denudacional Empinada Volcanosedimentarias	PmMbDEVS	15.87	1.91%
25	Pie de Montaña baja denudacional Moderadamente Empinada Brechas	PmMbDMeB	1.34	0.16%
26	Pie de Montaña baja denudacional Moderadamente Empinada Sedimentaria areniscas	PmMbDMeS	0.45	0.05%
27	Pie de Montaña baja denudacional Moderadamente Empinada Volcanosedimentarias	PmMbDMeVS	2.44	0.29%
28	Terraza baja de Planicie Fluvioaluvial agradacional Ligeramente Inclinada Fluvial	TbPfaGLiF	6.35	0.76%
29	Vertiente de Colina denudacional Empinada Volcánico Andesitas	VCbDEV	28.61	3.45%
30	Vertiente de Colina denudacional Moderadamente Empinada Volcánico Andesitas	VCbDMeV	17.41	2.10%
31	Vertiente de Colina denudacional Moderadamente Inclinada Volcánico Andesitas	VCbDMiV	8.30	1.00%
32	Vertiente de Montaña baja denudacional Empinada Brechas	VMbDEB	11.85	1.43%
33	Vertiente de Montaña baja denudacional Empinada Coluvial	VMbDEC	129.41	15.59%
34	Vertiente de Montaña baja denudacional Empinada Glaciar	VMbDEG	16.30	1.96%
35	Vertiente de Montaña baja denudacional Empinada Sedimentaria areniscas	VMbDES	56.51	6.81%

36	Vertiente de Montaña baja denudacional Empinada Volcánico	VMbDEV	0.66	0.08%
37	Vertiente de Montaña baja denudacional Empinada Volcanosedimentarias	VMbDEVS	13.87	1.67%
38	Vertiente de Montaña baja denudacional Empinada Yesos, lutitas	VMbDEY	13.98	1.68%
39	Vertiente de Montaña baja denudacional Extremadamente Empinada Brechas	VMbDEeB	1.90	0.23%
40	Vertiente de Montaña baja denudacional Extremadamente Empinada Coluvial	VMbDEeC	1.06	0.13%
41	Vertiente de Montaña baja denudacional Extremadamente Empinada Sedimentaria areniscas	VMbDEeS	9.44	1.14%
42	Vertiente de Montaña baja denudacional Fuertemente Empinada Brechas	VMbDFeB	3.55	0.43%
43	Vertiente de Montaña baja denudacional Fuertemente Empinada Coluvial	VMbDFeC	4.88	0.59%
44	Vertiente de Montaña baja denudacional Fuertemente Empinada Glaciar	VMbDFeG	5.35	0.64%
45	Vertiente de Montaña baja denudacional Fuertemente Empinada Sedimentaria areniscas	VMbDFeS	25.78	3.11%
46	Vertiente de Montaña baja denudacional Fuertemente Empinada Volcánico	VMbDFeV	3.72	0.45%
47	Vertiente de Montaña baja denudacional Fuertemente Empinada Volcanosedimentarias	VMbDFeVS	21.96	2.65%
48	Vertiente de Montaña baja denudacional Fuertemente Empinada Yesos, lutitas	VMbDFeY	5.10	0.61%
49	Vertiente de Montaña baja denudacional Fuertemente Inclineda Coluvial	VMbDFiC	5.21	0.63%
50	Vertiente de Montaña baja denudacional Fuertemente Inclineda Glaciar	VMbDFiG	1.91	0.23%
51	Vertiente de Montaña baja denudacional Fuertemente Inclineda Sedimentaria areniscas	VMbDFiS	0.71	0.09%
52	Vertiente de Montaña baja denudacional Fuertemente Inclineda Volcánico	VMbDFiV	0.75	0.09%
53	Vertiente de Montaña baja denudacional Moderadamente Empinada Coluvial	VMbDMeC	31.54	3.80%
54	Vertiente de Montaña baja denudacional Moderadamente Empinada Sedimentaria areniscas	VMbDMeS	13.41	1.62%
55	Vertiente de Montaña baja denudacional Moderadamente Empinada Volcánico	VMbDMeV	1.78	0.21%
56	Vertiente de Montaña baja denudacional Moderadamente Inclineda Coluvial	VMbDMiC	2.02	0.24%
57	Vertiente disectada de Montaña baja denudacional Empinada Brechas	VdMbDEB	0.54	0.07%
58	Vertiente disectada de Montaña baja denudacional Empinada Coluvial	VdMbDEC	16.58	2.00%
59	Vertiente disectada de Montaña baja denudacional Empinada Sedimentaria areniscas	VdMbDES	0.48	0.06%
60	Vertiente disectada de Montaña baja denudacional Empinada Sedimentaria lutitas y margas rojas	VdMbDES	1.69	0.20%
61	Vertiente disectada de Montaña baja denudacional Empinada Volcánico	VdMbDEV	0.24	0.03%
62	Vertiente disectada de Montaña baja denudacional Empinada Yesos, lutitas	VdMbDEY	3.39	0.41%
63	Vertiente disectada de Montaña baja denudacional Extremadamente Empinada Brechas	VdMbDEeB	5.62	0.68%
64	Vertiente disectada de Montaña baja denudacional Extremadamente Empinada Coluvial	VdMbDEeC	29.62	3.57%
65	Vertiente disectada de Montaña baja denudacional Extremadamente Empinada Sedimentaria areniscas	VdMbDEeS	26.61	3.21%
66	Vertiente disectada de Montaña baja denudacional Extremadamente Empinada Sedimentaria areniscas calcáreas, margas	VdMbDEeS	8.49	1.02%
67	Vertiente disectada de Montaña baja denudacional Extremadamente Empinada Yesos, lutitas	VdMbDEeY	9.96	1.20%
68	Vertiente disectada de Montaña baja denudacional Fuertemente Empinada Brechas	VdMbDFeB	3.71	0.45%
69	Vertiente disectada de Montaña baja denudacional Fuertemente Empinada Coluvial	VdMbDFeC	22.29	2.69%
70	Vertiente disectada de Montaña baja denudacional Fuertemente Empinada Sedimentaria areniscas	VdMbDFeS	8.17	0.98%
71	Vertiente disectada de Montaña baja denudacional Fuertemente Empinada Sedimentaria areniscas calcáreas, margas	VdMbDFeS	10.18	1.23%
72	Vertiente disectada de Montaña baja denudacional Fuertemente Empinada Sedimentaria lutitas y margas rojas	VdMbDFeS	9.59	1.16%
73	Vertiente disectada de Montaña baja denudacional Fuertemente Empinada Volcanosedimentarias	VdMbDFeVS	6.37	0.77%
74	Vertiente disectada de Montaña baja denudacional Fuertemente Empinada Yesos, lutitas	VdMbDFeY	10.23	1.23%
75	Zona Abancalada de Montaña baja denudacional Empinada Coluvial	ZaMbDEC	13.25	1.60%
	Total		830.08	100.00 %

Fuente: Elaboración propia.



## 2.3. PARAMETROS GEOMORFOLÓGICOS

Se explica las características morfológicas de la cuenca a través de valores numéricos de la cuenca, que está muy ligado a la precipitación – escurrimiento, y que a su vez está ligado a la recarga desde el punto de vista hidrogeológico.

La medición y análisis cuantitativo de las características físicas se denomina morfometría de la cuenca, por lo cual se efectúa un análisis general para las microcuencas, referente a: elementos de superficie (área), elementos de distancia (perímetro, longitud axial, ancho promedio y centro de gravedad), elementos de forma (factor de forma, coeficiente de compacidad, elongación, índice de circularidad, rectángulo equivalente), elementos de relieve (elevación de los terrenos, altitud media, mediana de la altitud).

En general los parámetros geomorfológicos, definen las características del comportamiento del recurso hídrico como, por ejemplo, el escurrimiento, tiempo de concentración, distribución, etc.

Tabla 2.10: Elementos de superficie y distancia.

Microcuenca	Área	Perímetro	Long. axial	Ancho	Centro de gravedad	
	Km <sup>2</sup>			Km	prom.	Latitud
Unhuaycco	8.30	14.83	5.31	1.56	13°34'41.74''	71°45'18.3''

Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.1. ELEMENTOS DE FORMA

La forma de una cuenca es determinante en su comportamiento hidrológico, dada la importancia de la configuración de las cuencas, se trata de cuantificar estas características por medio de índices o coeficientes, los cuales nos brindan una idea del movimiento del agua y las respuestas de la cuenca a tal movimiento (Tabla 2.11).

Tabla 2.11: Elementos de forma.

Método	Variable	Símbolo	Microcuenca Unhuaycco
Factor de forma	$Ff = Ap/Lax$	Ff	0.29
Coeficiente de compacidad	$K_c = 0.28 * P\sqrt{A}$	Kc	1.44
Elongación	$El = 2 * \sqrt{\frac{A}{\pi}}$	El	3.25
Índice de circularidad	$Ic = \sqrt{\frac{4\pi * A}{P^2}}$	Ic	0.68
Lado mayor	$L = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left( 1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K}\right)^2} \right)$	L	6.04
Lado menor	$L = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left( 1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K}\right)^2} \right)$	l	1.37

Fuente: Elaboración propia.

Según la Tabla 2.11, la compacidad Kc nos indica que la microcuenca de Unhuaycco es oval oblonga. Con cierta susceptibilidad a esperar crecidas súbitas en la parte baja de la microcuenca.

### 2.3.2. ELEMENTOS DE RELIEVE

Son de gran importancia puesto que el relieve de una cuenca tiene más influencia sobre la respuesta hidrológica que su forma, con carácter general podemos decir que a mayor relieve de la pendiente la generación de escorrentía se produce en lapsos de tiempo menores (Tabla 2.12).

Tabla 2.12: Elementos de relieve

Microcuenca	Altitud media	Mediana altitud	Altitud max	Altitud min.	Línea max. pendiente	Declividad	Tiempo medio. traslado
	msnm	msnm	msnm	msnm	%	%	horas
Unhuaycco	3590.04	3509.24	4343	3133	26.72	5.2	0.68

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.13: Elementos de relieve (Pendiente)

Microcuenca	Índice de pendiente	Pend. media microcu.	Criterio del rect equi.	Criterio de Justin	Coef. de masividad.	Coef. orográfico
	%	%	%	%	m <sup>2</sup> /km <sup>2</sup>	m/km <sup>2</sup>
Unuhuaycco	13.574	11.16	6.899	14.474	432.49	1.553

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 2.13, el índice de pendiente representa un valor medio de todas las pendientes que conforman las diversas zonas topográficas de la cuenca, cabe señalar que en la microcuenca se encuentran pendientes de mayor porcentaje.

### 2.3.2.1. Curva hipsométrica

De acuerdo a la curva hipsométrica hallada (Figura 2.14), se puede decir que la cuenca es joven, allanada hacia la parte baja y abrupta a la parte media, entonces se puede afirmar que la cuenca está en un proceso de formación, con cañones angostos y profundos hacia la parte media y alta de la cuenca.

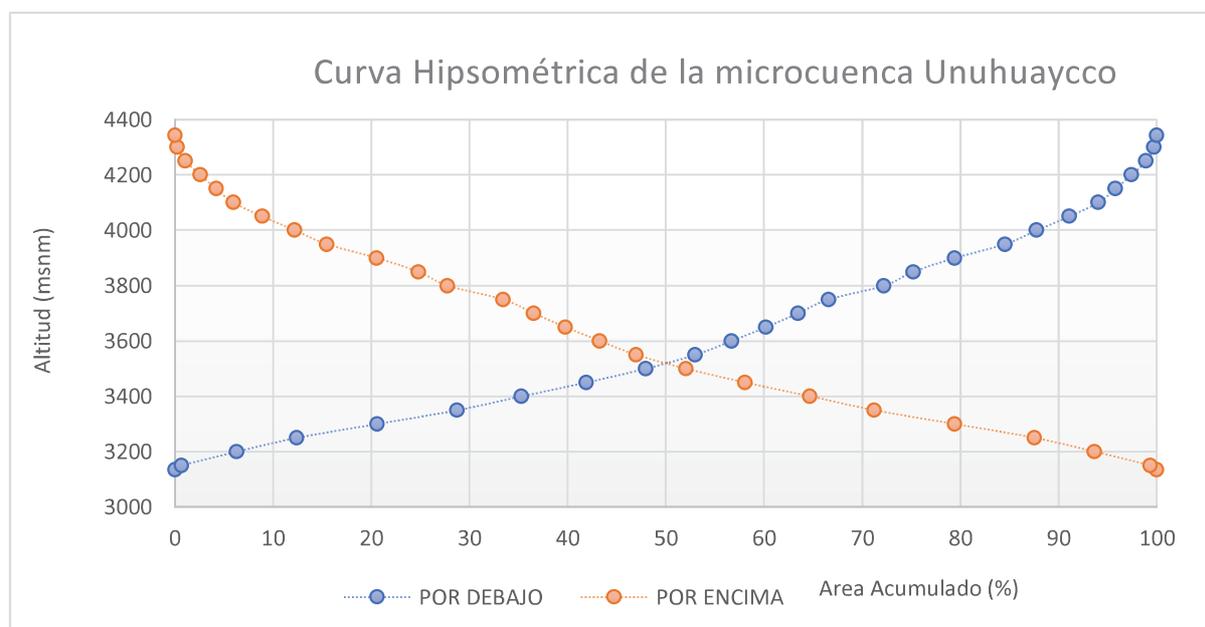


Figura 2.14. Curva Hipsométrica.

Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.2.2. Histograma de frecuencias altimétricas

De acuerdo al polígono de frecuencias (Figura 2.15), la altitud de 3000 a 3550 son las que el mayor porcentaje de área abarcan, ocupando el 52.31% del área total de la microcuenca.

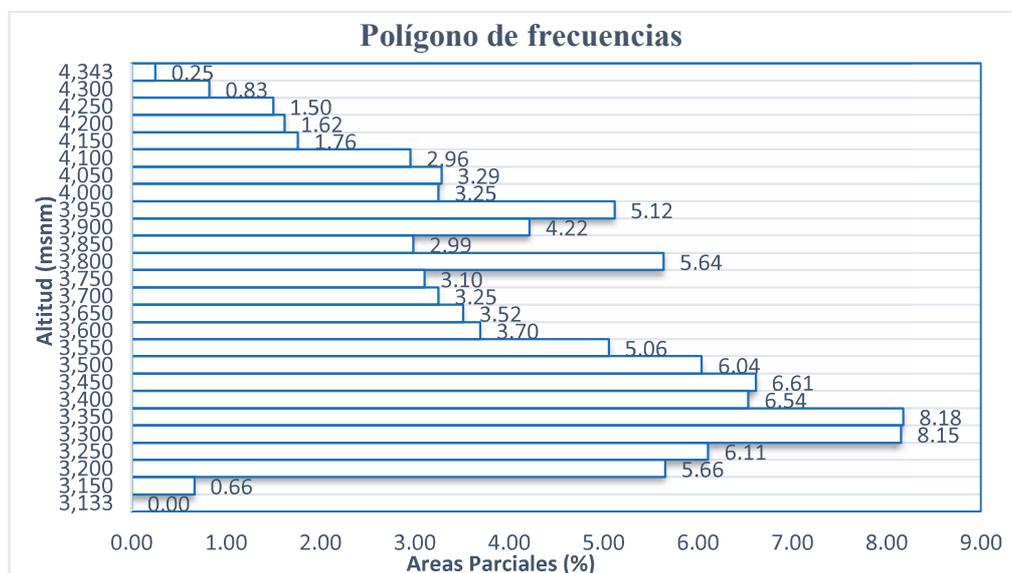


Figura 2.15: Polígono de frecuencias.  
Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.3. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Siendo este el tiempo en que demora en llegar una gota de agua desde la parte alta de la cuenca hasta el punto de aforo. En la Tabla 2.14 se muestra el tiempo de concentración por diferentes autores. Tomando finalmente como tiempo de concentración el promedio.

Tabla 2.14: Tiempo de concentración.

Tiempo de concentración (minutos)	
Clark	59.099
Keray	33.578
Chereque	14.157
Giandiotti	56.502
Hataway	52.738
Passini	28.04
Simon	9.413
Soil Conservation	23.527
Tc promedio	40.523

Fuente: Elaboración propia.

## CAPITULO III: GEOLOGIA

### 3.1. GEOLOGÍA REGIONAL

En este capítulo se describirán las unidades geológicas que se presentan en el área de la microcuenca Unuhuaycco, siendo la unidad más antigua la Formación Pachatusán del grupo Mitu perteneciente a la edad mesozoica del triásico superior – jurásico inferior, y la unidad más reciente son los depósitos cuaternarios (aluviales, glaciares coluviales y fluviales).

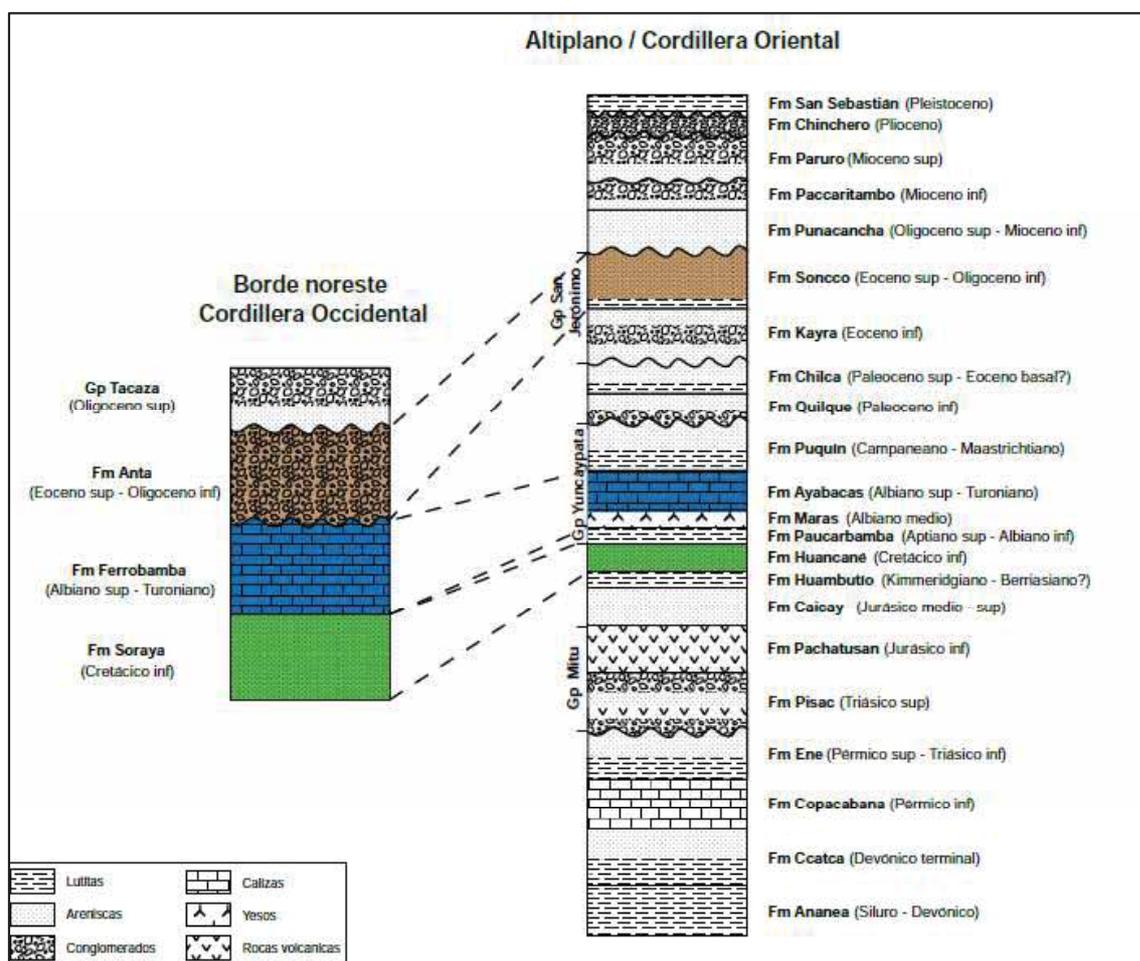


Figura 3.1: Columna estratigráfica regional

Fuente: (Carlotto et al, 2011)

### 3.1.1. MESOZOICO

#### 3.1.1.1. Grupo Mitu: Triásico superior-Jurásico inferior

El Grupo Mitu sobreyace en fuerte discordancia erosional al Grupo Copacabana. Aflora ampliamente en la porción nororiental del cuadrante IV del cuadrángulo del cusco, donde forma parte del anticlinal de Vilcanota. En el límite Altiplano-Cordillera Oriental, esta unidad aparece como pequeños pedazos, limitados por escamas de falla, hasta desaparecer en Urcos, donde el Mesozoico se encuentra en contacto fallado con el Paleozoico inferior de la Cordillera Oriental. El Grupo Mitu de la región de Cusco ha sido dividido en dos formaciones: Pisac y Pachatusán (Candia y Carlotto, 1985; Carlotto et al., 1988; Mendivil y Dávila, 1994).

#### Formación Pachatusán (Ji-pa): Jurásico inferior

La Formación Pachatusán (Gregory, 1916; Candia y Carlotto, 1985) toma el nombre de las Montañas del Pachatusán donde afloran ampliamente. Asimismo, se puede ver en las escamas de fallas en el límite Altiplano-Cordillera Oriental. Sobreyace concordantemente a la Formación Pisac e infrayace en discordancia a unidades mesozoicas del Jurásico y Cretácico. La unidad está constituida por brechas, aglomerados y coladas volcánicas de basaltos, aunque también se presentan riolitas e ignimbritas. Estas rocas volcánicas se intercalan con rocas sedimentarias, caracterizándose por su color rojo violáceo («concho de vino») que permite reconocerlas rápidamente en el campo. Los basaltos que muchas veces se presentan como espilitas parecen constituir su parte más importante.

La Formación Pachatusán se caracteriza además por la presencia de conglomerados de conos aluviales y areniscas fluviales que están intercalados con las rocas volcánicas. El espesor de esta unidad varía entre 300 y 500 m. Para la descripción petrográfica hemos tomado los datos de los afloramientos de Pisac, cerca del límite sur del cuadrángulo de Calca y que pasan

al cuadrángulo de Cusco. Estos afloramientos son parte del anticlinal de Vilcanota, donde predominan las lavas basálticas, aunque también existen basaltos andesíticos porfiríticos (Cenki et al., 2000). En el cuadrángulo de Cusco no se han observado niveles riolíticos importantes como en los cuadrángulos vecinos de Calca y Urubamba. (Cenki et al., 2000).

### 3.1.1.2. Formación Huambutío (JsKi-hm): Kimmeridgiano- Berriasiano?

La Formación Huambutío aflora en los alrededores del poblado de Huambutío, de donde viene la sección de referencia (Carlotto et al., 1991). Sobreyace en discordancia erosional al Grupo Mitu (Triásico superior-Jurásico inferior) e infrayace en discordancia erosional a la Formación Huancané del Neocomiano. Esta unidad ha sido dividida en tres miembros (Carlotto et al., 1991).

Los conglomerados aluviales del miembro inferior están principalmente constituidos por clastos de rocas volcánicas, provenientes de la erosión del Grupo Mitu, en algunos niveles se han encontrado clastos de cuarcitas y pizarras paleozoicas. El espesor varía entre algunos metros y 100 m. El Miembro Medio (20 a 30 m) está representado por lutitas rojas y niveles delgados de calizas de medio lacustre o tal vez marino con deformación sinsedimentaria. El Miembro Superior (50 a 100 m) está compuesto por limolitas y areniscas fluviales rojas. La Formación Huambutío del norte de Oropesa, en el cerro Soncco Orcco, está compuesta por conglomerados, brechas y areniscas feldespáticas de color rojo violáceo, por lo que frecuentemente es confundida con el Grupo Mitu. Sin embargo, se nota claramente que son menos compactas, menos fracturadas y están en discordancia sobre niveles volcánicos del Mitu.

### 3.1.1.3. Formación Huancané (Ki-hn): Cretácico inferior

La Formación Huancané reposa en discordancia erosional sobre la Formación Huambutío o directamente sobre el Grupo Mitu. Aflora entre Oropesa y Rondobamba, donde es parte de los anticlinales de Vilcanota y Rondobamba. Igualmente, aflora ampliamente en los alrededores de Huambutío y el sitio arqueológico de Piquillakta. El espesor generalmente es pequeño y varía entre 30 y 150 m, sin embargo, en el anticlinal de Rondobamba puede sobrepasar los 300 m. La Formación Huancané está dividida en dos miembros (Carlotto et al., 1995b).

El Miembro Inferior está compuesto por conglomerados, areniscas conglomerádicas y areniscas cuarzosas de color blanco, donde la base de los bancos presenta canales y la granulometría es decreciente, correspondiendo a secuencias de origen fluvial (Carlotto, 1992). El Miembro Superior está constituido localmente por un nivel calcáreo (Queqayoc, parte alta de Huancalle y norte de Pisac, Cuadrángulo de Calca 27-s) o por niveles finos de lutitas rojas o negras. La segunda unidad se compone principalmente de barras arenosas masivas con laminaciones oblicuas de origen eólico y fluvial.

### 3.1.1.4. Grupo Yuncaypata: Albiana – Maestrichtiano

El Grupo Yuncaypata agrupa las formaciones Paucarbamba, Maras, Ayabacas y Puquín (Carlotto et al. 1996) del Albiano - Maestrichtiano.

Formación Paucarbamba (Ki-pb): ¿Aptiano superior-Albiano inferior?

La Formación Paucarbamba (Carlotto et al., 1996) reposa concordantemente sobre la Formación Huancané y aflora al norte de Oropesa y este de Huaccoto, en el anticlinal de Rondobamba (cuadrantes I y IV). Esta unidad indica un cambio importante en el medio de

depósito, así de la sedimentación fluvial y eólica de la Formación Huancané se pasa a una sedimentación marina poco profunda, areno-pelítica, de la Formación Paucarbamba.

La formación está conformada por una alternancia de areniscas calcáreas, margas, lutitas amarillas, rojizas y verdes, formando secuencias grano-estrato crecientes depositadas en una plataforma litoral (Carlotto et al., 1996). Los primeros depósitos de la Formación Paucarbamba reposan sobre la superficie de oxidación que afecta la última barra arenosa de la Formación Huancané (Carlotto et al., 1995b). Hacia el techo parece pasar progresivamente a las lutitas y yesos de la Formación Maras. El espesor medido en Paucarbamba (Cuadrángulo de Urubamba 27-r) es de 50 metros, pero puede variar lateralmente, alcanzando hasta los 100 metros.

#### Formación Maras (Ki-ma): Albiano medio

Por razones de cartografía, al igual que en los cuadrángulos de Calca y Urubamba (Carlotto et al., 1996), se ha considerado como Formación Maras a todos los afloramientos sean estratificados o caóticos de yesos y lutitas que aparecen dentro del Grupo Yuncaypata, incluidos los yesos que han sufrido removilizaciones por efectos tectónicos y diapíricos. Es por esta razón que en el mapa geológico esta unidad aparece cartografiada cortando de manera irregular a rocas de edades más jóvenes. Aflora en la Meseta de Saqsaywaman al norte de Cusco, igualmente lo hace en Paccaritambo, pasando a Huanoquite (cuadrángulo de Tambobamba 28-r), donde corta a la Formación Anta del Eoceno. Sin embargo, los afloramientos más importantes se encuentran en el cuadrante II, donde la Formación Maras corta las formaciones Soncco y Punacancha; aquí se ven olistolitos de las Calizas Ayabacas.

La Formación Maras está compuesta básicamente por mezclas de yesos y lutitas rojas y más escasamente lutitas verdes y algunos niveles de calizas de espesores delgados (3 a 7 metros) o calizas más gruesas que en realidad corresponden a las calizas deslizadas de la

Formación Ayabacas. Las lutitas parecen ser de origen lacustre, los yesos de sabkha y las calizas marinas de muy poca profundidad. En la mayoría de los casos, las relaciones de contacto indican su emplazamiento por efectos de diapirismo o tectónico, como se aprecia en las fallas en el límite Altiplano-Cordillera Oriental, o en Occopata, donde corta el anticlinal del mismo nombre. Sin embargo, gran parte de estos afloramientos son originalmente olistolitos de la Formación Ayabacas que se han deslizado durante la sedimentación y han involucrado su substrato de lutitas y yesos, tal como se puede apreciar en el cuadrante II en los alrededores de la laguna Huacocha. Es difícil calcular el espesor total de esta unidad por la forma caótica de presentarse, pero se puede estimar entre 100 y 400 m, aunque en algunos lugares pueden sobrepasar estos valores por repeticiones tectónicas o por diapirismo.

### 3.1.2. CENOZOICO

#### 3.1.2.1. Formación Quilque (Pp-qu): Paleoceno inferior

Definida por Gregory (1916), quien le atribuyó una edad pérmica. Carlotto (1992) hace un estudio sedimentológico y estratigráfico determinando la edad paleocena. Estas capas rojas reposan en discordancia erosional sobre la Formación Puquín. La Formación Quilque aflora al oeste de la ciudad de Cusco en los flancos del anticlinal de Puquín, y en los flancos de los anticlinales de Saylla, Occopata y Sondor. Igualmente lo hace de manera amplia al norte de Accha, entre San Juan de Quihuare y Rondocan, en Acomayo y en la zona de la laguna de Pomacanchi en el extremo sureste del cuadrante II.

Es un conjunto de más de 150 m de grano-estrato creciente de lutitas, areniscas de color rojo y conglomerados, estos últimos formados por la erosión de costras calcáreas y calizas. Los bancos areno-conglomerádicos son canalizados y presentan laminaciones oblicuas curvas. La evolución vertical indica que las facies pelíticas lacustres y de llanura de inundación con paleosuelos, pasan gradualmente a las facies areno-conglomerádicas de un sistema fluvial débilmente entrelazado de procedencia suroeste.

### 3.1.2.2. Formación Rumicolca (NpQ-ru): Plio-Cuaternario

Se denomina Formación Rumicolca (Mendivil y Dávila, 1994) a un conjunto de cuerpos volcánicos de dimensiones pequeñas que afloran a lo largo del límite Altiplano-Cordillera Oriental. En el cuadrángulo de Cusco, los edificios son típicamente de pequeño tamaño (0.25 a 1 km<sup>2</sup>) y generalmente monogénicos. Se han cartografiado los domos (Tipón, Arccay), domolavas (Huaccoto, Huancachahuana, Oropesa, Huancarani-Racchi) y coladas prismáticas o lavas con disyunción columnar, como se observan en el valle del río Vilcanota (Huambutío, Cerapata). Cuando el edificio se encuentra bien preservado, se observan coladas de tipo AA como en el caso de Rumicolca. Estos edificios volcánicos marcan una zona de fallas activas, en el límite entre la Cordillera Oriental y el Altiplano, que corresponde al gran sistema de fallas NO-SE Cusco-Vilcanota (Cabrera et al., 1987; Cabrera, 1988) o Urcos-Sicuani-Ayaviri, por lo que se puede deducir que esta actividad magmática está estrechamente asociada con los sistemas de fallas activas.

Las lavas de la Formación Rumicolca son generalmente de color oscuro, de negro a gris. En el cuadrángulo de Cusco, la composición mineralógica es constante de un edificio a otro. La descripción detallada será presentada en la parte correspondiente a rocas ígneas, sin embargo, podemos adelantar que se trata de andesitas, dacitas y traquitas ricas en potasio, así como shoshonitas.

### 3.1.3. CUATERNARIO

#### 3.1.3.1. Depósitos glaciares (Q-gl)

Los depósitos glaciares (morrenas), se ubican principalmente al pie de las Montañas del Pachatusán y en el cuadrante II, donde aparecen en una mayor extensión y se hallan afectados por fallas activas. Se han cartografiado las morrenas de mayores dimensiones, no así las pequeñas por razones de escala. Se trata de gravas y bloques de diferentes tamaños con matriz variable, con limos arenosos y arcillas.

### 3.1.3.2. **Depósitos fluviales (Q-fl)**

Estos depósitos han sido reconocidos en el fondo de los valles, particularmente del Huatanay, Vilcanota, Apurímac, Santo Tomás y Velille, donde están constituidos por bancos de gravas y arenas, formando una o varias terrazas.

### 3.1.3.3. **Depósitos aluviales (Q-al)**

Hemos considerado los conos aluviales y de deyección dentro de estos depósitos. Estos conos están adosados principalmente a la desembocadura de las quebradas adyacentes a los principales ríos como el Vilcanota, el Apurímac, el Santo Tomás y el Velille. Los conos están conformados por bloques y gravas de calizas, cuarcitas, areniscas, rocas volcánicas, etc., envueltos por una matriz areno-arcillosa.

### 3.1.3.4. **Depósitos coluviales (Q-co)**

Corresponde a los depósitos de pendiente donde se incluyen los deslizamientos. Se han cartografiado los deslizamientos más importantes, destacando el de San Lorenzo que es un mega-deslizamiento que represó el río Apurímac. Igualmente destaca una gran cantidad de deslizamientos a lo largo del valle del río Huatanay y del río Apurímac. Son importantes los deslizamientos activos de Huamancharpa, cerca de la ciudad de Cusco, los del valle del Saphy y el deslizamiento de Yaurisque, por ser todos activos.

## 3.2. GEOLOGÍA LOCAL

Teniendo en cuenta el tamaño de la microcuenca, el acceso de la misma y los fines que trata el presente trabajo de tesis, este acápite se ha realizado de forma detallada, siguiendo los procedimientos recomendados por el INGEMMET; habiéndose identificado en la zona de estudio (microcuenca Unuhuaycco) 11 unidades geológicas, que van desde Mesozoico hasta el cuaternario reciente, cuya descripción se detalla a continuación:

### 3.2.1. GRUPO MITU: TRIÁSICO SUPERIOR – JURÁSICO INFERIOR

Esta unidad geológica esta conformadas por la Formación Pisac y Pachatusán, de los cuales solamente aflora la Formación Pachatusán.

#### 3.2.1.1. Formación Pachatusán: Jurásico inferior

Esta unidad aflora en la parte centro y norte de la Microcuenca Unuhuaycco, litológicamente está constituida por brechas, conglomerados y coladas volcánicas de basaltos.



Foto 3.1. Afloramiento rocoso de la Formación Pachatusán, al norte de la microcuenca, cabecera de microcuenca, hacia el noreste.

Esta unidad es una intercalación de rocas volcánicas y sedimentarias, caracterizándose por su color rojo violáceo “concho de vino”, la cual hace que su afloramiento sea reconocible con una gran facilidad en campo y a gran distancia. Esta unidad geológica se caracteriza también por su presencia de conglomerados de conos aluviales y areniscas fluviales, el espesor de esta unidad es de un aproximado de 20 metros ubicado en la parte norte alta de la cuenca. Con

clastos que van desde los 5 a 15 centímetros de diámetro con una matriz compuesta por areniscas de grano medio a grueso con feldespatos muy compactos.



Foto 3.2. Afloramiento de la Formación Pachatusán, andesita.

En la Tabla 3.1 se muestra una descripción de una muestra perteneciente a la Formación Pachatusán.

Tabla 3.1. Descripción macroscópica de muestras de mano de una andesita basáltica.

Conglomerado	
Clasto	5 a 15 cm de andesita
Matriz	Arenisca media a gruesa con feldespatos
Color	Pardo gris violáceo
Redondez	Sub anguloso
Esfericidad	Sub discoidal
Madurez textural	Sub maduro
Selección	Moderadamente seleccionados
Sorting	1
Empaquetamiento	Puntual a tangente
Consolidación	Muy consolidado
% matriz / clasto	55 / 45
Tipo de Roca	Vulcano-sedimentaria

Fuente: Elaboración propia



Foto 3.3. Identificación de características de la Formación Pachatusán.

### 3.2.2. FORMACIÓN HUAMBUTIO: ¿KIMMERIDGIANO- BERRIASIANO?

Esta unidad aflora en la parte norte de la Microcuenca en el cerro Soncco Orcco en la microcuenca Unuhuaycco, que está compuesta principalmente por conglomerados con clastos que van desde los 5 a 17 centímetros de diámetro, microconglomerados con clastos de 1 a 5 centímetros de diámetro, y una matriz compuesta de areniscas feldespáticas de color rojo violáceo, calcárea en mínimo porcentaje. Esta unidad tiene una dirección de buzamiento al NW.



Foto 3.4. Afloramiento de la Formación Huambutío, al norte de la microcuenca, que presenta un color característico violáceo poco consolidado, hacia al noreste.

Esta formación, puede ser confundida con la Formación Pachatusán del Grupo Mitu, por la coloración visualmente, sin embargo, se nota claramente que esta unidad es menos compacta siendo esta su característica que la diferencia de dicha unidad, se hace una descripción macroscópica en la Tabla 3.2 y Tabla 3.3.

Tabla 3.2. Descripción macroscópica de roca conglomerada, Formación Huambutio.

Conglomerado	
Clasto	5 a 17 cm de andesita basáltica
Matriz	Arenisca media a gruesa
Cemento	Calcáreo en mínima proporción
Color	Violeta rojiza
Redondez	Sub redondeado
Esfericidad	Sub discoidal
Madurez textural	Sub maduro
Selección	Pobremente seleccionados
Sorting	1.5 a 2
Empaquetamiento	Flotante a puntual
Consolidación	Friable a consolidado
% matriz / clasto	40 / 60
Tipo de Roca	Vulcano-sedimentaria

Fuente: Elaboración propia



Foto 3.5. Conglomerado de color violeta rojiza de la Formación Huambutío, con clasto mayor de 17 cm y clastos promedios de 5cm, con una matriz arenosa.

En la Foto 3.6 se muestra una muestra de mano, muestra de la Formación Huambutío, la descripción realizada se muestra en Tabla 3.3.



Foto 3.6. Muestra de mano de microconglomerado de la Formación Huambutío. Coordenadas: E: 201415, N: 8499202.

Tabla 3.3. Descripción macroscópica de roca microconglomerado de la Formación Huambutío.

Microconglomerado	
Clasto	1 a 5 cm de andesita basáltica
Matriz	Arenisca media a gruesa
Cemento	Calcáreo en mínima proporción
Color	Violeta rojiza
Redondez	Sub redondeado
Esfericidad	Sub discoidal
Madurez textural	Sub maduro
Selección	Moderadamente seleccionados
Sorting	Menor a 0.35
Empaquetamiento	Flotante a puntual
Consolidación	Friable a consolidado
% matriz / clasto	80 / 20
Tipo de Roca	Vulcano-sedimentaria

Fuente: Elaboración propia



Foto 3.7: Afloramiento de la Formación Huambutío que está conformada por microconglomerados, con matriz de areniscas gruesas poco consolidadas y con clastos de andesitas basálticas de 1 a 5 cm.

### 3.2.3. FORMACIÓN HUANCANÉ (KI-HN): CRETÁCICO INFERIOR

Esta unidad aflora al oeste y este de la microcuenca, teniendo un gran dominio al este, es caracterizada por su coloración blanquecina a rosa, en esta unidad se puede apreciar dos miembros, ambos miembros tanto con el inferior y el superior tienen una dirección buzamiento al oeste, información que fue corroborada con la toma de datos en campo.

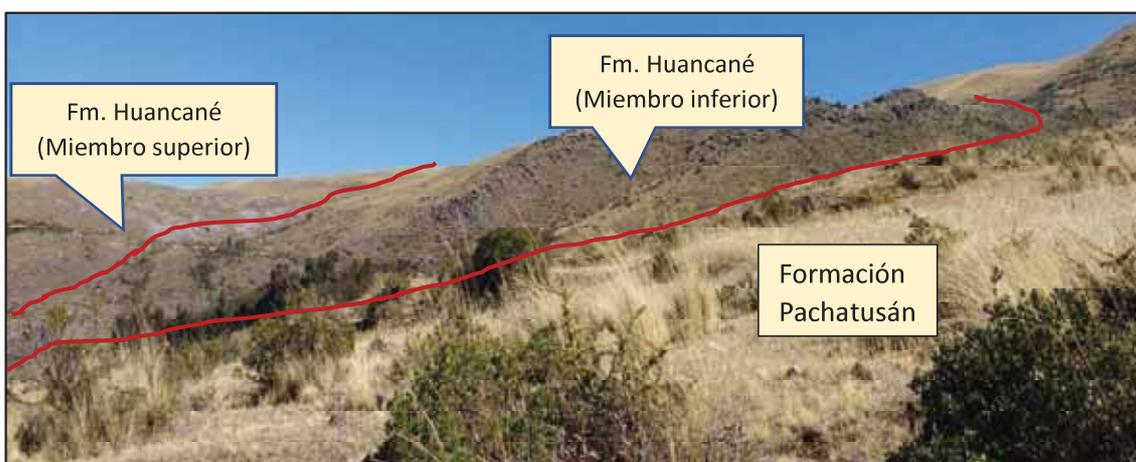


Foto 3.8. Afloramientos de la Formación Huancané, hacia el este.

**Miembro inferior:** Esta unidad en la microcuenca Unuhuaycco está en contacto con la Formación Huambutío, la cual está compuesta por conglomerados con clastos de cuarcitas bien redondeados que van 1 a 6 centímetros de diámetro, con una matriz de arenisca cuarzosa de color blanco rosa, a continuación, se tiene la Tabla 3.4, donde se ha realizado una descripción macroscópica de la roca.

Tabla 3.4. Descripción macroscópica de conglomerado de la Formación Huancané.

CONGLOMERADO	
Clasto	1 a 6 cm de Cuarcita
Matriz	Arenisca fina cuarzosa
Color	Rosado blanquecino
Redondez	Bien redondeado
Esfericidad	Sub discoidal
Madurez textural	Maduro
Selección	Moderadamente seleccionado
Sorting	1
Empaquetamiento	Puntual a tangente
Consolidación	Consolidado a muy consolidado
% matriz / clasto	45 / 55

Fuente: Elaboración propia



Foto 3.9. Afloramiento rocoso de conglomerados de la Formación Huancané.

Miembro superior: Esta unidad está en contacto con el miembro inferior, que está compuesta por areniscas fina cuarzosas de color blanco rosa, a su vez este macizo este rocoso esta fracturada por la presencia de las fallas en el área. A continuación, se muestra la siguiente foto del afloramiento de roca arenisca cuarzosa.



Foto 3.10. Afloramiento rocoso arenisca cuarzosa de la Formación Huancané. Foto hacia el noroeste.

En la Foto 3.11, se muestra una muestra de mano extraída de campo, la cual se describe en la Tabla 3.5.

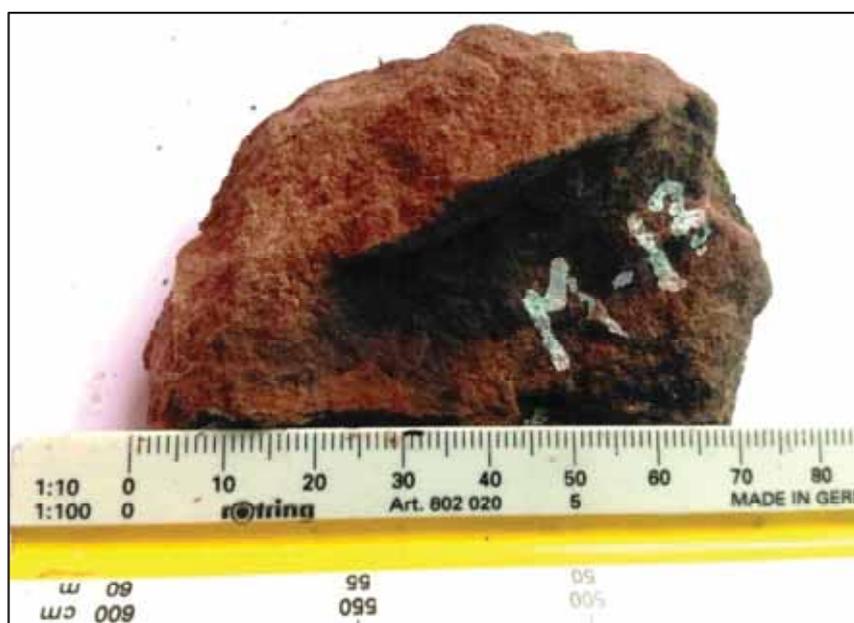


Foto 3.11. Arenisca cuarzosa de color rosado gris, muestra que fue extraída de las siguientes coordenadas: X: 2012.9, Y: 8498466.

Tabla 3.5. Descripción macroscópica de la roca arenisca de la Formación Huancané.

Arenisca cuarzosa	
Color	Rosado gris
Redondez	Sub redondeado
Esfericidad	Sub discoidal
Madurez textural	Súper maduro
Selección	Consolidado a muy consolidado
Sorting	0.35
Empaquetamiento	Tangente
Consolidación	Consolidado
Tipo de Roca	Sedimentaria

Fuente: Elaboración propia

Cabe resaltar que esta unidad tanto el miembro inferior y superior están fracturadas a causa del movimiento de las fallas existentes en el área de estudio, que por esta razón haciendo que este sea un buen acuífero.

#### 3.2.4. GRUPO YUNCAYPATA: ALBIANA – MAESTRICHTIANO

De las cuatro unidades geológicas que está conformado este grupo, aflora solamente la Formación Paucarbamba y la Formación Maras.

##### 3.2.4.1. Formación Paucarbamba (Ki-pb): ¿Aptiano superior-Albiano inferior?

Esta unidad se encuentra ubicada en la parte media de la cuenca está conformada por una alternancia de areniscas calcáreas, margas, lutitas verdes, rojas y amarillas que se caracteriza en campo por su color rojo ladrillo. A continuación, se muestran fotos siguientes:



Foto 3.12: Afloramiento de la Formación Paucarbamba, en la parte media de la microcuenca, hacia el suroeste.

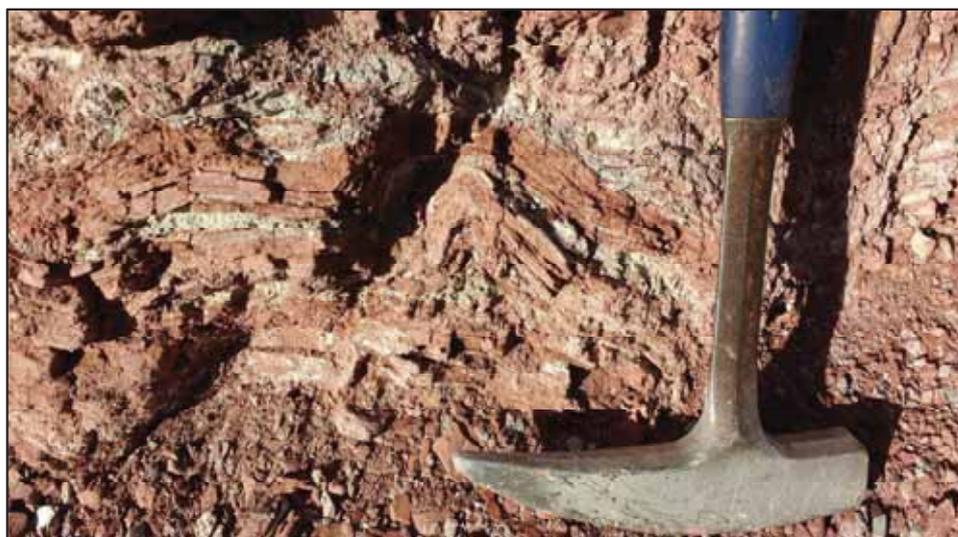


Foto 3.13: Se observa un micropliegue de capas de lutitas rojas, lutitas verdes, margas y yesos, fracturadas.

#### 3.2.4.2. Formación Maras (Ki-ma): Albiano medio

Esta unidad está conformada por yesos caóticos, lutitas rojas y verdes encontrándose en la microcuenca en la parte baja, esta unidad geológica se caracteriza en campo por la presencia de cárcavas, reptaciones y deslizamiento.



Foto 3.14. Deslizamientos activos en la Formación Maras, generados a causa del movimiento de las fallas presentes en el área. Foto hacia el oeste.

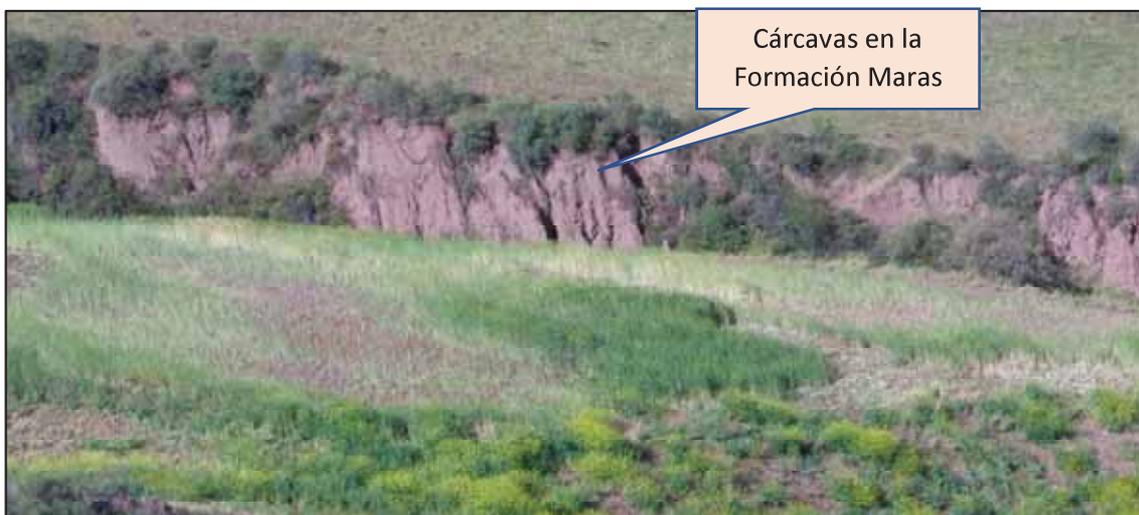


Foto 3.15. Generación de cárcavas a causa de las lluvias intensas, que son características en la Formación Maras. Foto hacia el noreste.

### 3.2.4.3. Formación Quilque (Pp-qu): Paleoceno superior – Eoceno inferior

Esta unidad aflora al este de la microcuenca Unuhuaycco en la parte media y está constituida por una intercalación de areniscas finas, lutitas verdes y rojas calcáreas, caracterizándose en campo por su intercalación de lutitas verdes y rojas en forma paralela.

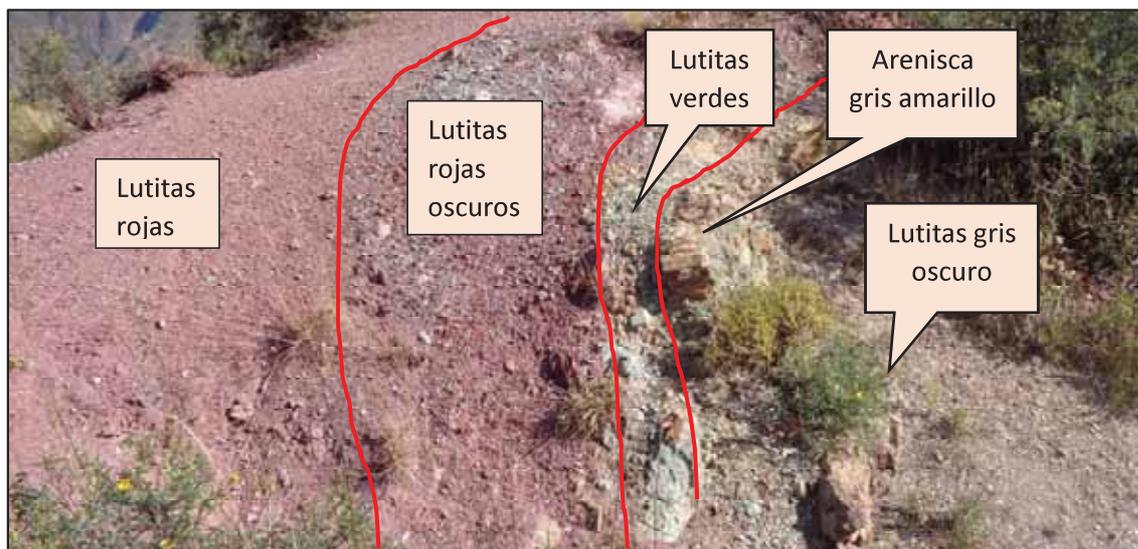


Foto 3.16. Intercalaciones de lutitas en la Formación Quilque. Foto hacia el suroeste.

### 3.2.5. FORMACIÓN RUMICOLCA (NPQ-RU): PLIO-CUATERNARIO

Esta unidad siendo una roca volcánica, aflora en la parte baja, en el margen izquierdo de la microcuenca Unuhuaycco, está conformada por basaltos y andesitas que según se observa tiene un color gris oscuro con una matriz afanítica y micas de biotitas.



Foto 3.17. Afloramiento del volcánico Rumicolca, en la parte baja de la microcuenca. Foto hacia el suroeste.

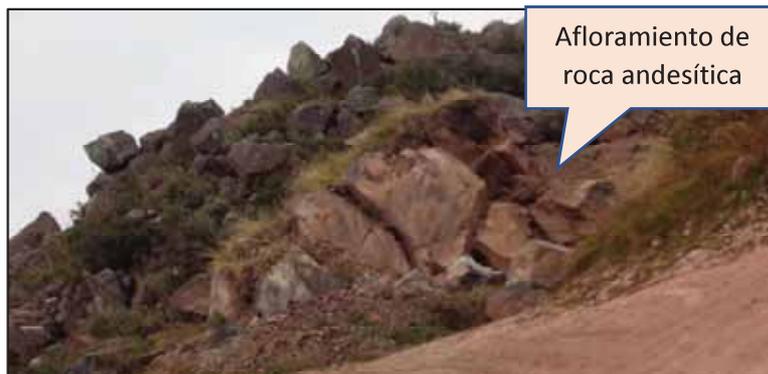


Foto 3.18: Afloramiento de la Formación Rumicolca, foto hacia el noroeste.

En la siguiente Foto 3.19 se observa una muestra de mano, la cual fue descrita macroscópicamente en la Tabla 3.6.



Foto 3.19: Roca andesita que fue extraída de campo de las siguientes coordenadas:

X= 203074, Y= 8495251.

Tabla 3.6: Descripción macroscópica de la roca andesita basáltica.

ANDESITA BASALTICA	
Color	Gris Oscura
Matriz	Afanítica
Minerales	Biotita, Feldespatos, óxidos
Tipo de Roca	Volcánica

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.6. DEPÓSITOS CUATERNARIOS

#### 3.2.6.1. Depósitos glaciares (Q-gl)

Estos depósitos se encuentran al pie de la formación Pachatusán, que está constituida, constituido por material de arrastre de brecha de falla, constituido por clastos angulosos de areniscas y andesitas basálticas con matriz areno, que son generados producto del movimiento de la falla activa Pachatusán, siendo de gran facilidad reconocer en el campo.



Foto 3.20. Depósito glaciar, constituido por material de arrastre de brecha de falla, construido por clastos angulosos de areniscas y andesitas basálticas con matriz areno limosa.

### 3.2.6.2. Depósitos fluviales (Q-fl)

Este depósito se ubica en la parte media y baja de la microcuenca caracteriza por presentar gravas, arenas limpias de limos limpias en gran parte, tiene un grado de redondez muy bien redondeado, que son depósitos recientes que se encuentran en los cauces del río.



Foto 3.21. Depósitos fluviales que fueron transportados por el caudal del río Unuhuaycco. Foto hacia el norte.

### 3.2.6.3. Depósitos aluviales (Q-al)

Este depósito se caracteriza por presentar gravas, arenas, con matices de limos y arcillas y su grado de redondez es bien redondeado y que estas que se fueron depositando según suceden eventos de deposición de material generados en la microcuenca que fue transportado por el río Unuhuaycco.



Foto 3.22. Depósitos de material aluvial que tiene forma de un pequeño cono. Foto hacia el noreste.

#### 3.2.6.4. Depósitos coluviales (Q-co)

Estos depósitos se encuentran en la parte media y baja de la microcuenca y están en su gran mayoría dentro de la Formación Maras, que se generaron producto del movimiento de las fallas que corta la microcuenca, se puede apreciar áreas bastante considerables, que están conformada por deslizamientos activos y deslizamientos antiguos.



Foto 3.23. Depósitos coluviales, producto de la geodinámica externa que son los deslizamientos. Foto hacia el oeste.

A continuación, se tiene la columna estratigráfica local y el mapa geológico de la microcuenca Unuhuaycco:

Columna estratigráfica local microcuena Unuhuaycco.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA MICROCUENA UNUHAYCCO							
ERA	ERA/TEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD LITOSTRATIGRAFICA	LITOLOGIA	DESCRIPCION	
FANEROZOICO	CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	Depósitos coluviales		Confirmado por deslizamientos activos y deslizamientos antiguos.	
				Depósitos aluviales		Conformado por gravas, arenas, con matiz de limos y arcillas y su grado de redondez es bien redondeado y transportados por el río Unuhuaycco	
				Depósitos fluviales		Conformado por gravas, arenas limpias, limos en gran parte, tiene un grado de redondez muy bien redondeado, que son depósitos recientes que se encuentran en los cauces del río.	
				Depósitos glaciares		Constituido por material de avance de bracha de falla, constituido por clastos angulosos de areniscas y andesitas basálticas con matriz arenosa	
		NEOGENO	PLEISTOCENO	Formación Rumicocha		Confirmada por basaltos y andesitas que según se observa tiene un color gris oscuro con una matriz albitica y ricas de biotitas	
		PALEOGENO	PLIOCENO				
			PALEOCENO	Formación Quitoque		Constituida por una intercalación de arenisca fina, lutitas verdes y rojas calcáreas, caracterizándose en campo por su intercalación de lutitas verdes y rojas en forma paralela.	
	MESOZOICO	CRETACICO	INFERIOR	GRUPO YUNCAI-PATA	Formación Mera		Confirmada por yesos caóticos, lutitas rojas y verdes encontrándose en la microcuena en la parte baja, esta unidad geológica se caracteriza en campo por la presencia de cárcavas, reptaciones y deslizamiento
					Formación Paucarbamba		Confirmada por una alternancia de areniscas calcáreas, margas, lutitas verdes, rojas y amarillas que se caracteriza en campo por su color rojo ladrillo
				Formación Huancané	Miembro Superior		Compuesta por areniscas finas cuarzosas de color blanco rosa
					Miembro Inferior		Está compuesta por conglomerados con clastos de cuarzos bien redondeados que van 1 a 6 centímetros de diámetro, con una matriz de arenisca cuarrosa de color blanco rosa
				Formación Huambulo	Miembro Superior		Compuesta microconglomerados con clastos de 1 a 5 centímetros de diámetro, y una matriz compuesta de areniscas feldespáticas de color rojo violáceo, calcárea en mínimo porcentaje
					Miembro Inferior		Compuesta principalmente por conglomerados con clastos que van desde los 5 a 17 centímetros de diámetro
		JURABICO	SUPERIOR				
INFERIOR			Grupo Mito	Formación Pachatusán		Intercalación de rocas volcánicas y sedimentarias, conglomerados con clastos que van desde los 5 a 15 centímetros de diámetro con una matriz compuesta por areniscas de grano medio a grueso con feldespatos	

# MAPA GEOLOGICO

## LEYENDA

ERA/TEMPO	SISTEMA	SERIE	Grupo	Formación	Simbolo	Descripción
Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	Yuncaypata	Colvali	Q-co	Conformado por deslizamientos activos y deslizamientos antiguos.
				Aluvial	Q-al	Conformado por gravas, arenas, con matices de limos y arcillas y su grado de redondez bien redondeado y transportados por el río Unhuaycco
Paleoceno	Paleogeno	Pleistoceno	Yuncaypata	Fluvial	Q-fl	Conformado por gravas, arenas limpias, limos en gran parte, tiene un grado de redondez muy bien redondeado, que son depósitos recientes que se encuentran en los cauces del río.
				Glaciar	Q-gl	Constituido por material de arrastre de brecha de falla, constituido por clastos angulosos de areniscas y andesitas basálticas con matriz arenosa.
Mesozoico	Cretácico	Inferior	Yuncaypata	Rumicoka	NpOcu	Conformada por basaltos y andesitas que según se observa tiene un color gris oscuro con una matriz aluminosa y micas de biotitas.
				Quitque	Pr-qu	Constituida por una intercalación de arenisca finas, lutitas verdes y rojas calcáreas, caracterizándose en campo por su intercalación de lutitas verdes y rojas en forma paralela.
				Maras	Ki-ma	Conformada por yesos cálcicos, lutitas rojas y verdes concentrándose en la microcuencas en la parte baja, esta unidad geológica se caracteriza en campo por la presencia de cárcavas, reptaciones y deslizamiento.
				Paucahamba	Kz-pb	Conformada por una alternancia de areniscas calcáreas, margas, lutitas verdes, rojas y amarillas que se caracteriza en campo por su color rojo ladrillo.
				Huancame	Ki-hm II	Compuesta por areniscas fina cuarzosas de color blanco rosa.
					Ki-hm I	Está compuesta por conglomerados con clastos de cuarcitas bien redondeados que van 1 a 6 centímetros de diámetro, con una matriz de arenisca cuarzoza de color blanco rosa.
				Huambabo	Jsk-hm II	Compuesta microconglomerados con clastos de 1 a 5 centímetros de diámetro, y una matriz compuesta de areniscas feldspáticas de color rojo violáceo, calcárea en mínimo porcentaje.
					Jsk-hm I	Compuesta principalmente por conglomerados con clastos que van desde los 5 a 17 centímetros de diámetro
				Pachatusan	Ji-pa	Intercalación de rocas volcánicas y sedimentarias, conglomerados con clastos que van desde los 5 a 15 centímetros de diámetro con una matriz compuesta por areniscas de grano medio a grueso con feldspatos

### SIMBOLOGIA

- Mcr\_Unhuaycco
- Drenajes
- Capital de Distrito
- Centros Poblados

### Red Vial

- Carretera asfaltada
- Carretera afirmada, transitable
- Camino carrozable
- Camino de herradura
- Ferrocarril
- Districtos\_Cusco

### MAPA GEOLOGICO

UNIVERSIDAD NACIONAL DESAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA

SISTEMA DE COORDENADAS  
Proyección: Universal Transversa Mercator (UTM)  
Elipsoide o Datum Horizontal: World Geodesic System 1984 (WGS84)  
Huso y Zona: 19L Sur

UBICACIÓN  
REGION: Cusco  
PROVINCIA: Quispicanchi  
DISTRITO: Oropesa  
SECTOR: Unhuaycco

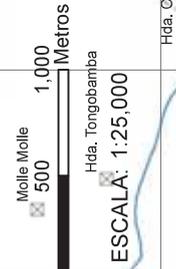
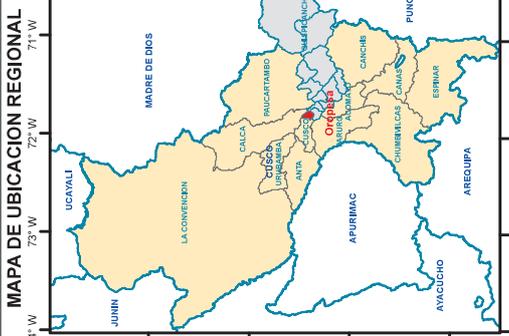
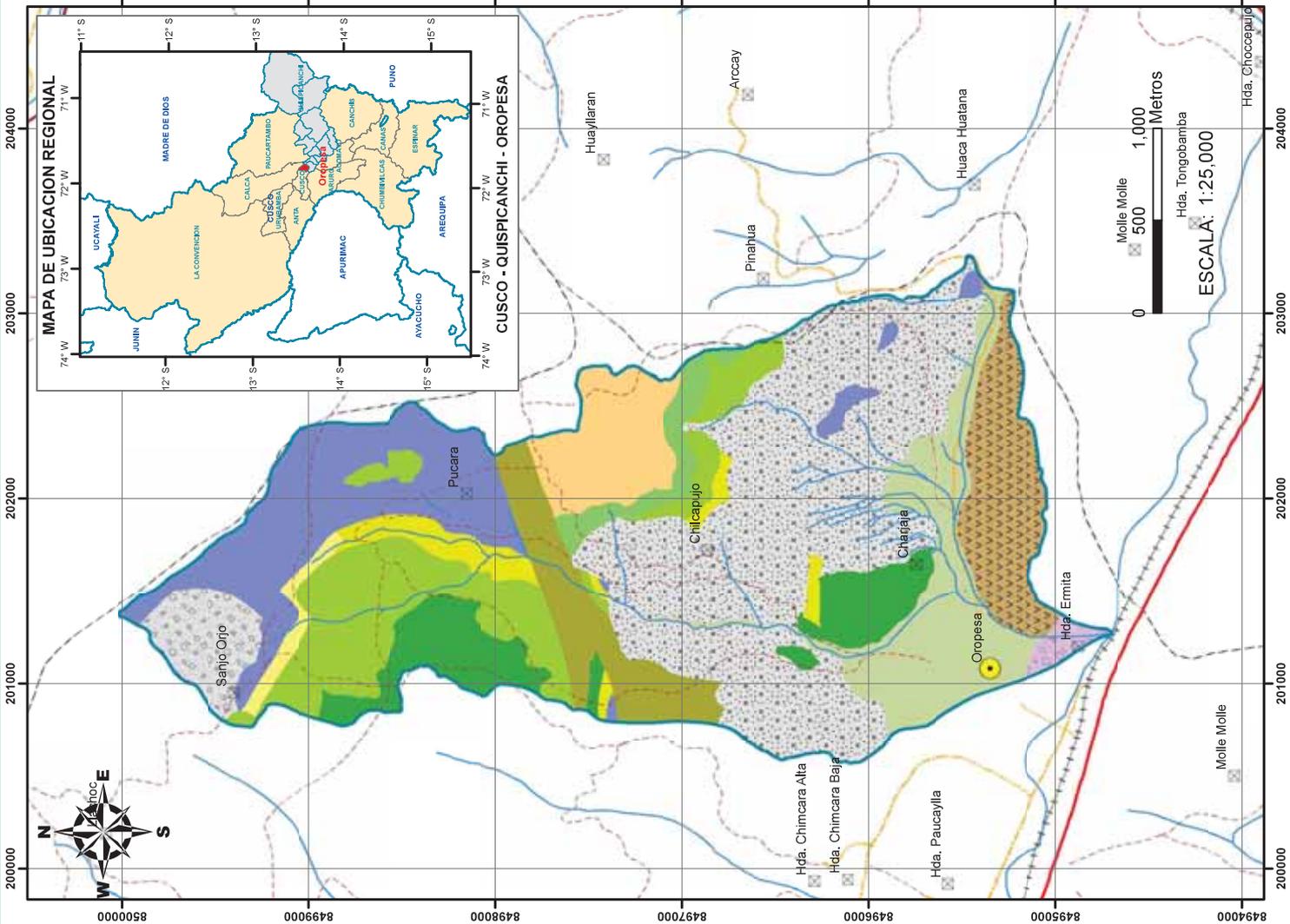
ASesor: Mgt. Ing. Eddie E. Mercado Tejada  
Ing. Tedy Marcho Oré

ELABORADO POR: Br. Barrientos Cruz Vidal Antoni  
Br. Bandera Perez Wilner

FUENTE: Elaboración propia

ESCALA DE TRABAJO: 1/25000  
ESCALA DE IMPRESIÓN: A3

FECHA: OCT. 2019  
CODIGO: MGEOL  
PLANO N°: 09



### 3.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL



Foto 3.24. Falla Pachatusán, en la parte alta de la microcuenca Unuhuaycco. Foto hacia el noreste.

En este acápite podemos conocer aproximadamente cómo están dispuestas las formaciones geológicas, de esta manera se supo cómo están dispuestas las estructuras de las unidades geológicas. De esta forma se da a conocer la forma cómo se encuentran las fallas geológicas, las fracturas y las direcciones de las estratificaciones.

Para el procesamiento e interpretación de fracturas y fallas se han recopilado datos de campo como Rumbos y Buzamiento y luego para ser representados en el programa Dips 6.0.

#### 3.3.1. ANÁLISIS TECTÓNICO ESTRUCTURAL

Se dará a conocer cómo está dispuestas las direcciones de las estructuras geológicas, como son las estratificaciones, las diaclasas y las fallas presentes en la microcuenca Unuhuaycco, de esta manera poder saber cómo está influyendo en las infiltraciones de agua dentro del área y de tal forma se esté generando recargas a los acuíferos.

### 3.3.1.1. Estratificaciones

La disposición de las estratificaciones de las diferentes formaciones geológicas presentes en la microcuenca de Unhuaycco que, como parte fundamental de análisis para las interpretaciones de las áreas de mejor infiltración, serán mejor analizados con el programa Dips 6.0, a continuación, se muestra las siguientes figuras de interpretaciones de las estratificaciones.

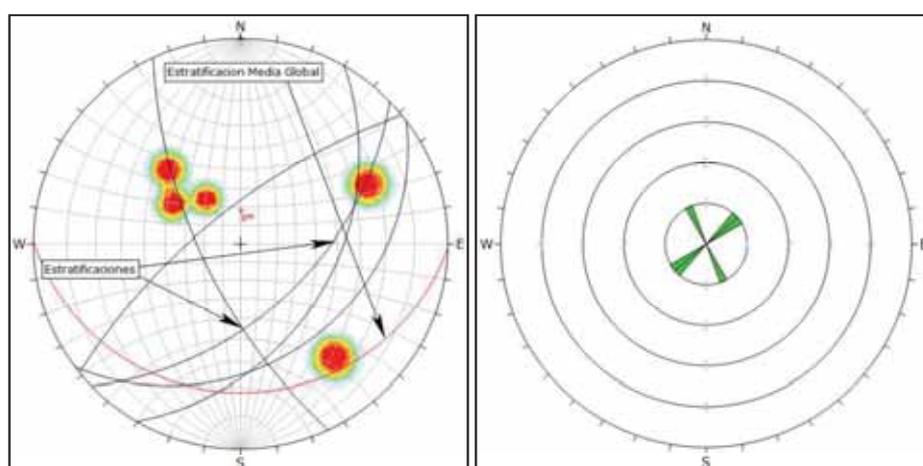


Figura 3.1: Diagrama de interpretación de la estratificación en la Formación Huancané que tiene una dirección NO – SE y un buzamiento hacia SO – SE.

Fuente: Elaboración propia

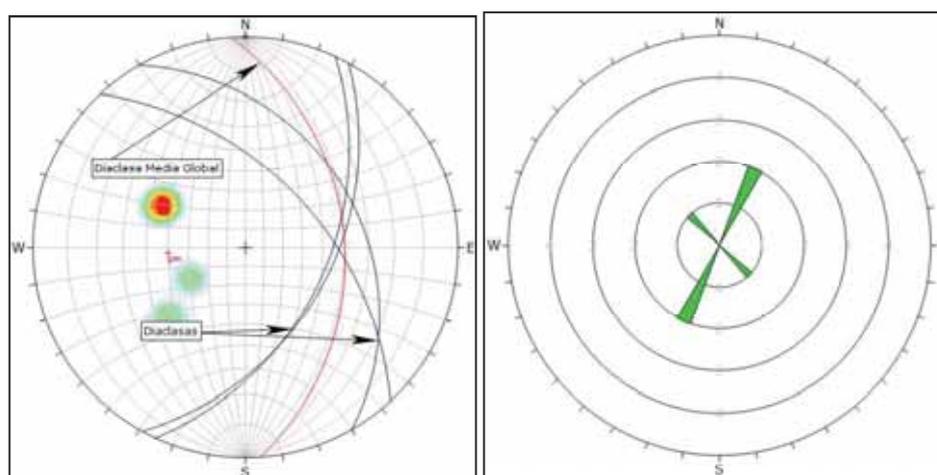


Figura 3.2: Diagrama de interpretación de la estratificación en la Formación Quilque que tiene una dirección NO – SE y un buzamiento hacia NE – SE.

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.1.2. Fracturas

Son discontinuidades que no presentan desplazamiento o rozamiento entre sus paredes, pero si apertura producto de esfuerzos tectónicos de distensión y compresión a nivel regional.

Las fracturas se pueden caracterizar determinando su persistencia, apertura y el tipo de relleno que estas tienen, son características que ayudaran a determinar el tipo de macizo rocos clasificado como un tipo de unidad hidrogeológica y de esta manera asignándole un rango de productividad hídrica. A continuación, se observa la siguiente foto donde se puede apreciar las familias de fracturas principales (S1) son que tienen la misma dirección de la estratificación del macizo rocoso, representadas con líneas amarillas y las familias de fracturas secundarias (S2) que son fracturas que cortan claramente a la familia de fracturas S1, representadas con líneas rojas.

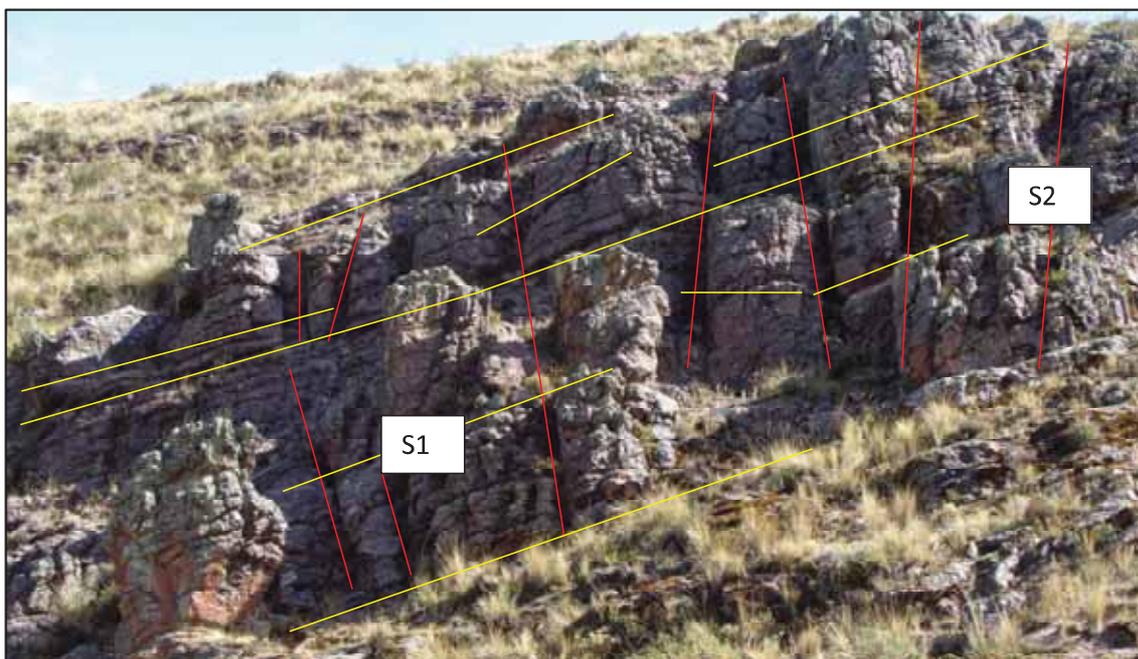


Foto 3.25: Familias de fracturas, que son líneas de conducción de flujos de agua al acuífero en la Formación Huancané. Foto hacia el oeste.

Para una mejor interpretación estructural de las fracturas, se ha empleado el programa Dips 6.0 en el cual se muestra el siguiente diagrama de interpretación.

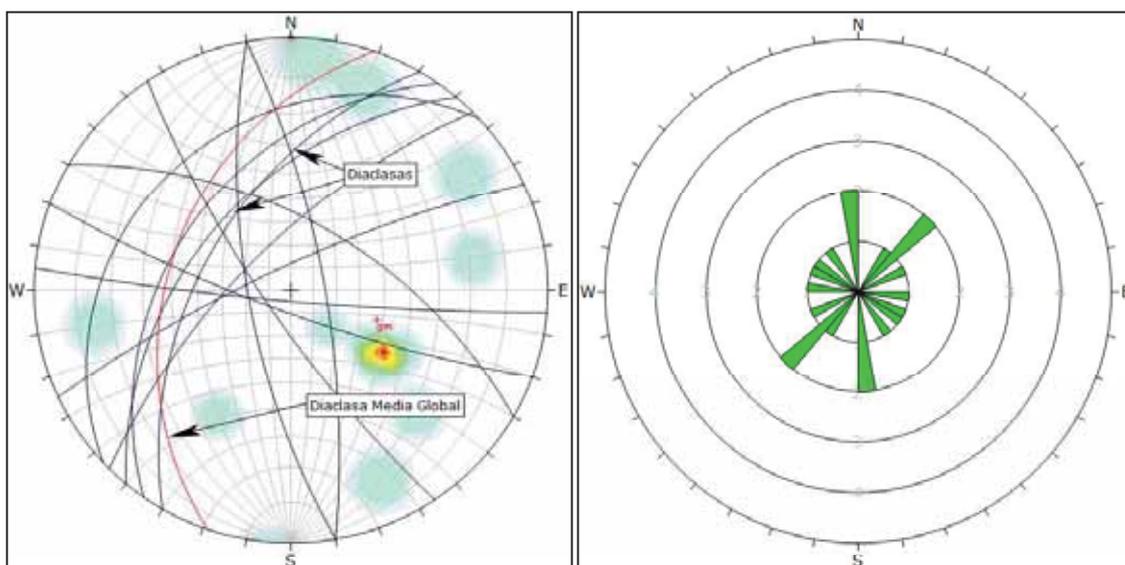


Figura 3.3. Diagrama de interpretación de las diaclasas que tiene una dirección NE – SO y un buzamiento hacia NO.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra las siguientes tablas de discontinuidades en los afloramientos rocosos de la Formación Huancané, Huambutío y Pachatusán; estos datos fueron obtenidos en un área de macizo de 1 metro por 1 metro.

Tabla 3.7. Descripción de las discontinuidades de la Formación Huancané, de las cuales se obtuvo datos de apertura, persistencia y la existencia o no de relleno.

Descripción de discontinuidades del macizo rocoso				Unidad geológica
	< 1 cm	1 a 5 cm	> 5 cm	Formación Huancané
Apertura (cm)	5	9	4	
	27.78%	50.00%	22.22%	
	< 0.5 m	0.5 a 1 m	> 1 m	
Persistencia (m)	0	6	12	
	0.00%	33.33%	66.67%	
Relleno	Si	6	33.33%	
	No	12	66.67%	

Fuente: Elaboración propia

Se puede concluir que en la Formación Pachatusán, las aperturas son menores a 1 centímetro al 100%, la persistencia en un 0.0% son menores a 0.5 metros, un 33.33% son de

0.5 a 1 metro y el 66.67% del total tiene una persistencia que son mayores a 1 metro y estas a su vez no contienen relleno un 66.67% del total de estas discontinuidades

Tabla N° 3.8: Descripción de las discontinuidades de la Formación Huambutío, de las cuales se obtuvo datos de aperturas, persistencias y la existencia o no de relleno en los macizos rocosos

Tabla 3.8. Descripción de las discontinuidades de la Formación Huambutío, de las cuales se obtuvo datos de apertura, persistencia y la existencia o no de relleno en los macizos rocosos.

Descripción de discontinuidades del macizo rocoso				Unidad geológica
	< 1 cm	1 a 5 cm	> 5 cm	Formación Huambutío
Apertura (cm)	12	0	0	
	100%	0%	0%	
	< 0.5 m	0.5 a 1 m	> 1 m	
Persistencia (m)	10	2	0	
	83.33%	16.67%	0.00%	
Relleno	Si	4	33.33%	
	No	8	66.67%	

Fuente: Elaboración propia

Se puede concluir que en la Formación Huambutío, las aperturas son menores a 1 centímetro al 100%, la persistencia en un 83.33% son menores a 0.5 metros y de 0.5 a 1 metro son un total de 16.67%, y estas a su vez no contienen relleno un 66.67% del total de estas discontinuidades.

Tabla 3.9. Descripción de las discontinuidades de la Formación Pachatusán, de las cuales se obtuvo datos de aperturas, persistencias y la existencia o no de relleno en los macizos rocosos

Descripción de discontinuidades del macizo rocoso				Unidad geológica
	< 1 cm	1 a 5 cm	> 5 cm	Formación Pachatusán
Apertura (cm)	18	0	0	
	100%	0%	0%	
	< 0.5 m	0.5 a 1 m	> 1 m	
Persistencia (m)	16	2	0	
	88.89%	11.11%	0.00%	
Relleno	Si	5	27.78%	
	No	13	72.22%	

Fuente: Elaboración propia

Se puede concluir que en la Formación Pachatusán, las aperturas son menores a 1 centímetro al 100%, la persistencia en un 88.89% son menores a 0.5 metros y de 0.5 a 1 metro son un total de 11.11%, y estas a su vez no contienen relleno un 72.22% del total de estas discontinuidades.

A continuación, se muestran las figuras de las discontinuidades antes mencionadas que son apertura, persistencia y la existencia o no de relleno en estas.

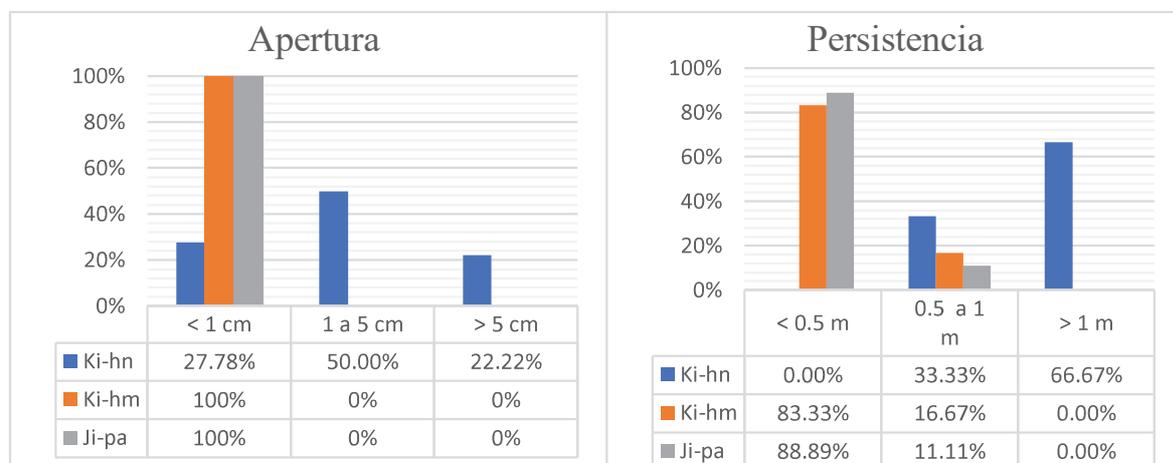


Figura 3.4. Diagramas de apertura y persistencia de los macizos rocos de la Formación Huancané, Huambutío y Pachatusán.

Fuente: Elaboración propia

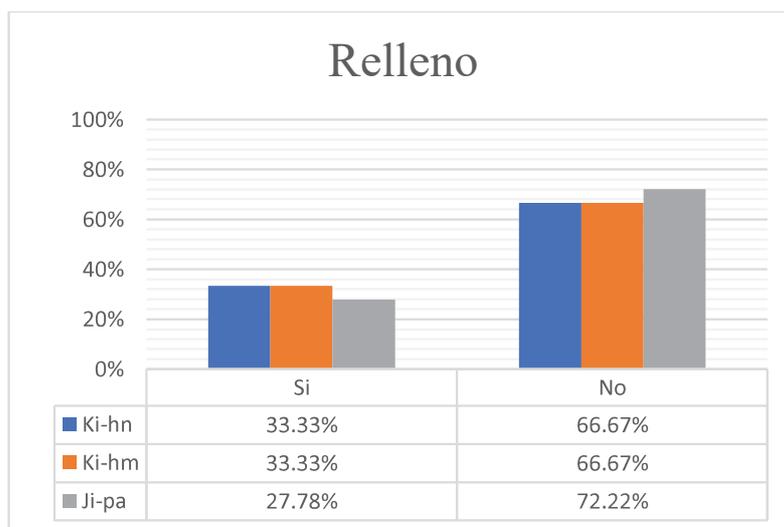


Figura 3.5. Diagrama de la existencia o no de relleno en las discontinuidades de la Formación Huancané, Huambutío y Pachatusán.

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.1.3. Fallas

Las fallas encontradas son del sistema de fallas Pachatusán, a su vez éstas son de tipo normal, información que se puede corroborar con datos obtenidos en campo con las medidas de los indicadores cinemáticos que estas presentaban, que son rastros producto del movimiento de las fallas. Se observan también indicadores cinemáticos de falla, que indican la dirección de su movimiento. Con estos datos se pudo determinar que la dirección de las fallas promedio es de NO – SE, con un buzamiento hacia el SO.



Foto 3.26. Fallas presentes en la microcuenca, con una dirección de noroeste a sureste.



Foto 3.27. Indicador cinemático del movimiento de falla en roca arenisca cuarzosa de la Formación Huancané.

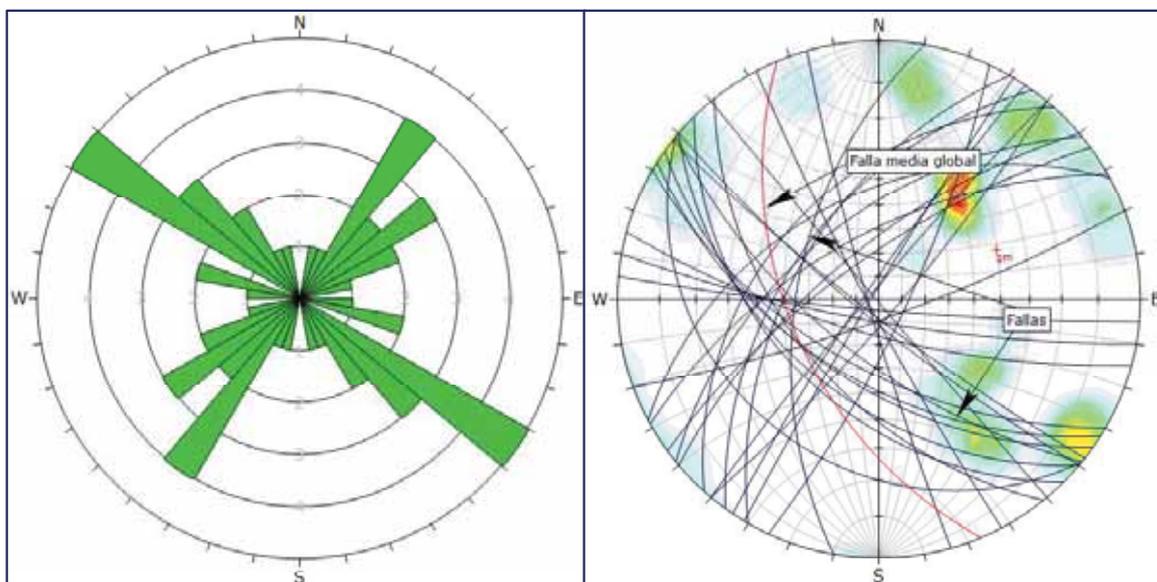


Figura 3.6. Diagrama de interpretación de la Falla Pachatusán que tiene una dirección NO – SE y un buzamiento hacia el SO.

Fuente: Elaboración propia

Según el diagrama de interpretación, se tiene un azimut promedio de  $157^\circ$  y un buzamiento promedio de  $38^\circ$  hacia el suroeste.

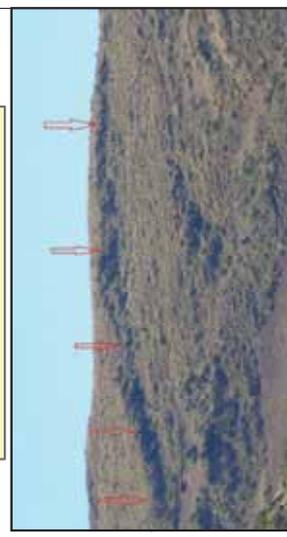
A continuación, se muestra el mapa estructural y la sección estructural AA'.

# MAPA ESTRUCTURAL

Medida de rumbo y buzamiento de una estria de falla, siendo este un indicador cinemático.



Desplazamiento de la falla pachatusan, ubicada en la cabecera de la Microcuenca de Unuhuaycco

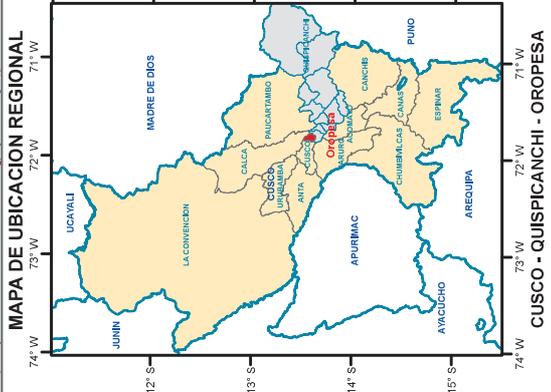
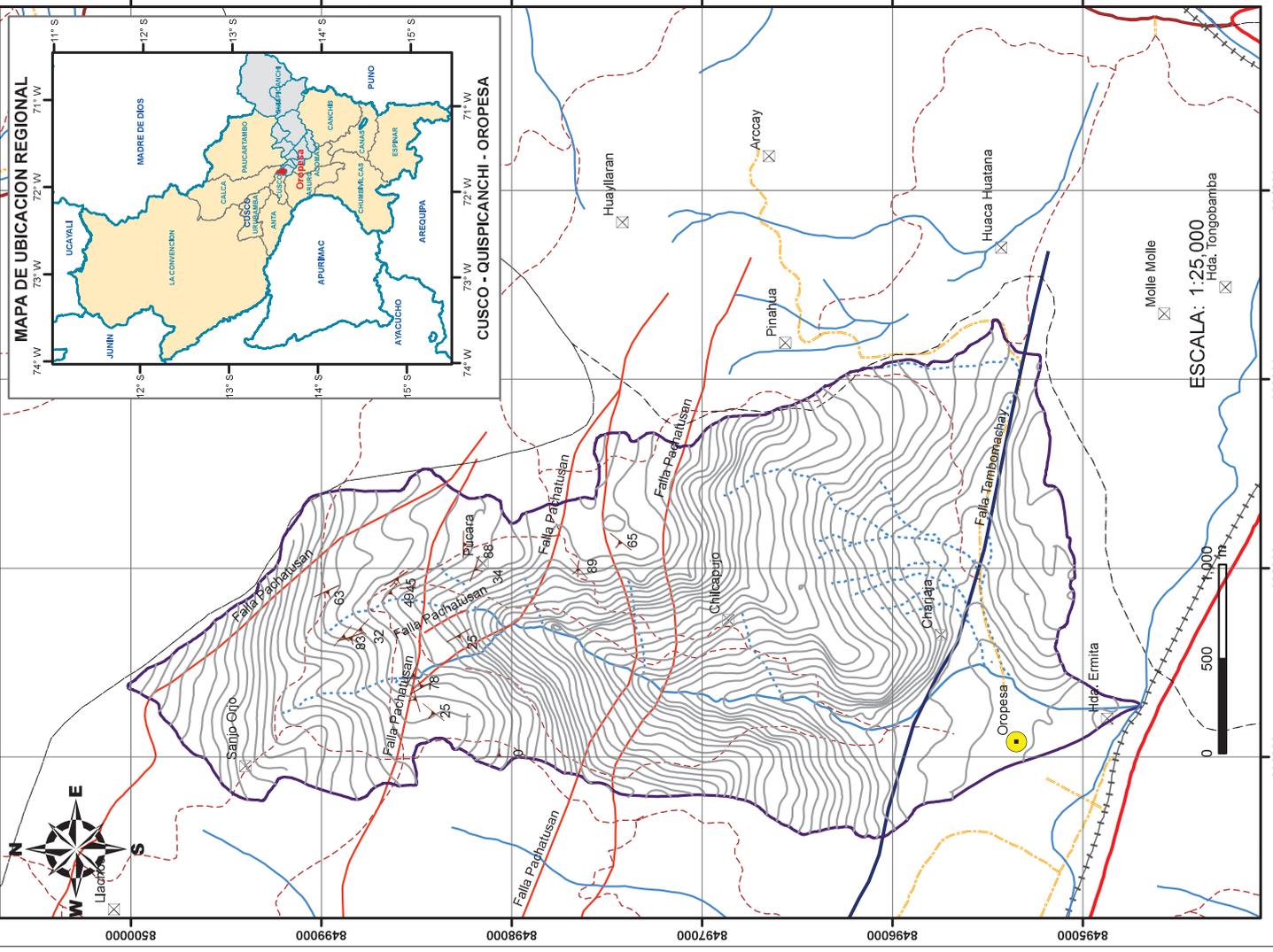


Indiador cinemático del movimiento de la falla en roca arenisca cuarzosa de la Formación Huancane



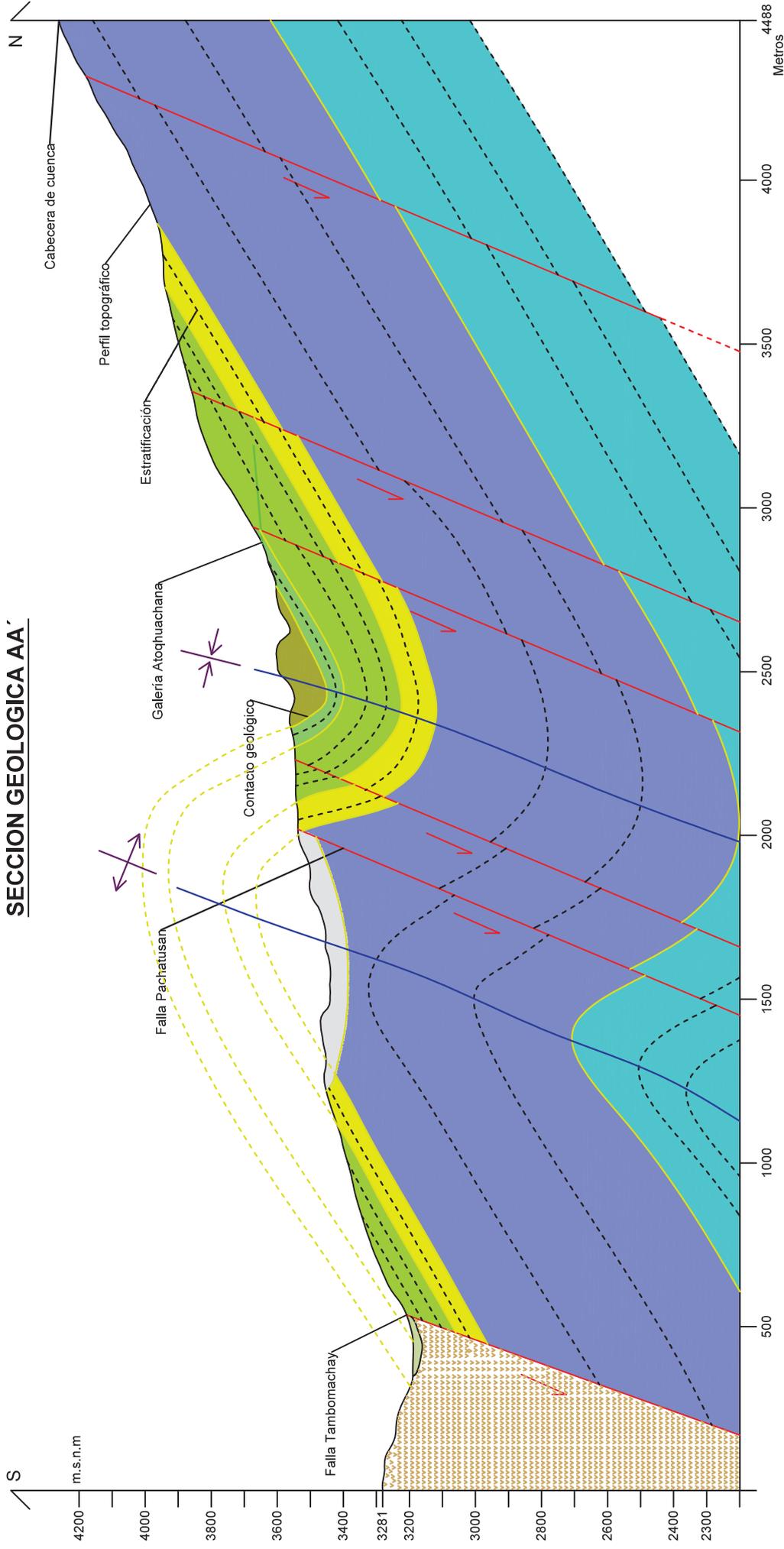
## SIMBOLOGIA

- Buzamiento
  - Topografía
  - Mcr\_ Unuhuaycco
  - Capital de Distrito
  - Centros Poblados
  - Distritos\_Cusco
- ### Fallas
- Falla Pachatusan
  - Falla Tambomachay
- ### Red Vial
- Carretera asfaltada
  - Carretera afirmada, transitable
  - Camino carrozable
  - Camino de herradura
  - Ferrocarril
- ### Drenajes
- Intermitente
  - Permanente



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA	
<b>MAPA:</b>	
<b>UBICACIÓN</b>	<b>SISTEMA DE COORDENADAS</b>
REGION : Cusco	Proyeccion: Universal Transversa Mercator (UTM)
PROVINCIA : Quispicanchi	Elipsoide o Datum Horizontal: World Geodesic System 1984 (WGS84)
DISTRITO : Oropesa	Huso y Zona: 19L Sur
SECTOR : Unuhuaycco	
<b>ASESOR:</b>	<b>ELABORADO POR:</b>
Mgt. Ing. Eddio E. Mercado Tejada	Br. Barrientos Cruz Vidal Antoni
Ing. Tedy Marchoché	Br. Bandera Pérez Wilner
<b>ESCALA DE TRABAJO</b>	<b>ESCALA DE IMPRESIÓN:</b>
1/25000	A3
<b>FECHA:</b>	<b>CODIGO</b>
OCT. 2019	MESTR
<b>MAPA N°</b>	<b>FUENTE:</b>
10	Elaboración propia

# SECCION GEOLOGICA AA'



LEYENDA			
	Fm. Pisac		Fm. Rumicolca
	Fm. Huncañé		Dep. Aluvial
	Fm. Pachatusan		Dep. Coluvial
	Fm. Huambuto		Fm. Maras
	Fm. Paucarbamba		

SIMBOLOGIA			
	Contacto geológico		Proyección de anticlinal
	Dirección de falla		Sinclinal
	Falla geológica		Anticlinal
	Perfil topográfico		Galería
	Estratificación		
	Eje de anticlinal		

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y AMBIENTAL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA			
SECCION GEOLOGICA			
PLANO:	UBICACION:	SISTEMA DE COORDINADAS:	
REGION:	Cusco	Proyección: Universal Transversa Mercator (UTM)	
PROVINCIA:	Chispacanchi	Escala: a Datum Horizontal: World Geoid	
DISTRITO:	Chispacanchi	Masa y Zona: 18J Sur	
SECTOR:	Chispacanchi	FUENTE:	
AUTOR:		Elaboración	
Mg. Ing. Edira E. Alvarado Rojas		Dr. Leonardo Quiñonez	
TRABAJO:	IMPRESION:	FECHA:	PLANO N°:
1/500	AA	OCT. 2018	FSG 01

## CAPITULO IV: HIDROLOGIA

### 4.1. INFORMACIÓN HIDROMETEREOLÓGICA

La información hidrometeorológica se ha obtenido de la base de datos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Debido que la zona de estudio no cuenta con información meteorológica propia, se ha optado por adquirir directamente del servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), data de variables climáticas, como temperatura, precipitación, humedad y horas sol; así como también se ha acopiado información proporcionada en la página libre de internet por el SENAMHI.

Para el presente estudio se utilizaron los datos de las estaciones Kayra, Ancachuro, Písaq, Caicay y Yauri cabe señalar que no todas fueron utilizadas para el análisis de una misma variable climática, esto por falta de información climática de SENAMHI; a continuación, se detalla los datos de cada estación meteorológica.

Tabla 4.1: Estaciones Meteorológicas

Estación	Granja Kayra	Caicay	Pisac	Anta Ancachuro	Yauri
Latitud	13° 33' 25''	13° 36' 01''	13° 24' 58''	13° 28' 06''	14° 49' 01''
Longitud	71° 52' 31''	71° 42' 01''	71° 50' 59''	72° 12' 57''	71° 25' 01''
Altitud	3219	3150	2950	3340	3927
Distrito	San Jerónimo	Caicay	Pisac	Zurite	Yauri
Provincia	Cusco	Paucartambo	Calca	Anta	Espinar
Región	Cusco	Cusco	Cusco	Cusco	Cusco
Utm Este	188793.8	207801.1	191380.9	801449.2	
Utm Norte	8494643.3	8494860.3	8515065.6	8509365.3	
Descripción	Convencional - Meteorológico	Convencional - Meteorológico	Convencional - Meteorológico	Convencional - Meteorológico	Convencional- Meteorológico
Precipitación	X	X	X	X	X
T° media	X	X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia

Los criterios usados para la selección de las estaciones fueron: La longitud de la serie de datos, la representatividad de la estación y coherencia el medio (posición con respecto a la zona de estudio). Debemos señalar que la selección de estaciones no se limita a las estaciones en funcionamiento, sino también a las estaciones paralizadas o clausuradas que disponen de un cierto período de información que permitieron calibrar la información regionalizada a la zona de estudio.

En la Tabla 4.2, podemos observar las 05 estaciones pluviométricas utilizadas para el estudio, en donde se muestra su ubicación, altitud y periodo de información disponible.

Tabla 4.2: Ubicación de estaciones meteorológicas empleadas en el estudio de precipitaciones.

Nombre	Tipo (**)	Ubicación			latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Periodo
		Región	Provincia	Distrito				
Kcayra	Q	Cusco	Cusco	San Jerónimo	13°33'25''	71°52'31''	3219	1964 - 2017
Caycay	CO	Cusco	Paucartambo	Vilcabamba	13°36'01''	71°42'01''	3150	1964 - 2017
Pisac	CO	Cusco	Calca	Pisac	13°24'58''	71°50'59''	2950	1964 - 2017
Ancachuro	CO	Cusco	Anta	Zurite	13°28' 06''	72°12'57''	3340	1964 - 2017
Yauri	CO	Cusco	Espinar	Yauri	14°49' 01''	71°25'01''	3921	1964 - 2017

Fuente: SENAMHI

## 4.2. ANALISIS Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACION.

Debido a que la zona de estudio no cuenta con estación meteorológica propia, fue necesario contar con una red de estaciones que estén cerca de la zona de estudio y que compartan características de ubicación geográfica similares.

Existen muchos registros con datos discontinuos y con datos faltantes, lo cual dificultó su utilización directa.

### 4.3. ANÁLISIS DE PRECIPITACIONES

Para la estimación de la precipitación en la zona de estudio, se evaluaron los registros de precipitaciones totales mensuales históricas, sobre las que se realizaron pruebas de consistencia y ajuste de la información y luego se completó la información faltante, este trabajo fue realizado con la asistencia del software SIH luego de ello se regionalizaron y extrapolaron los datos de modo de contar con información para la zona estudio (Microcuenca Unuhuaycco).

La información pluviométrica utilizada en el presente estudio proviene del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) entidad encargada del control y toma de información. Los registros de precipitación corresponden a las Estaciones de Kayra, Písaq, Caicay, Anta Ancachuro y Yauri; que hacen un total de 05 estaciones.

Debido a la carencia y/o falta de registros en algunos meses y años en las estaciones, se realizó un análisis gráfico, análisis estadístico y un proceso de completado y extendido de los registros pluviométricos, concluyendo con pruebas de bondad de ajuste por el método de Smirnov - Kolmogorov.

Todo procedimiento de análisis de consistencia realizado a los registros de las estaciones meteorológicas involucradas en el estudio, se resume en la Figura 4.1.

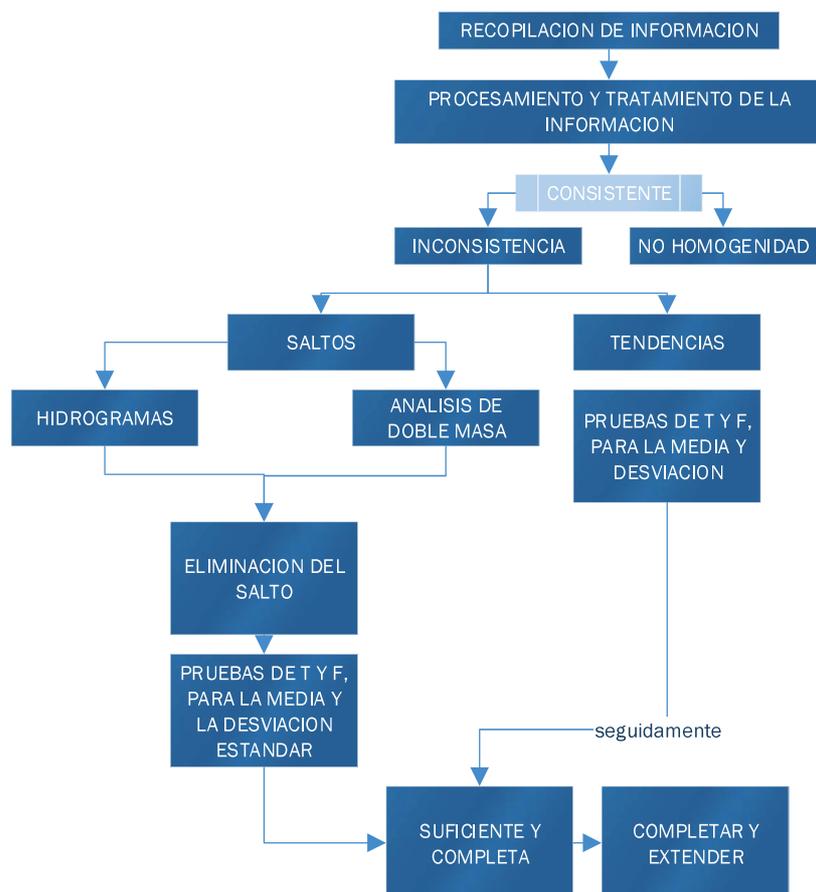


Figura 4.1. Diagrama del procesamiento y tratamiento de la información meteorológica.  
Fuente: Elaboración propia.

### 4.3.1. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA

#### 4.3.1.1. Análisis de salto

Se analizó el cambio súbito de los datos fuera de los años normales a ello, a nivel gráfico se identificó a través de histogramas (Figura 4.2), cuyo análisis se da a través de la media y la desviación estándar, siendo éstos los que nos interesan desde el punto de vista práctico.

El procedimiento de análisis se realiza en tres fases: A) Identificación del salto, B) Evaluación y cuantificación del salto y C) Corrección y/o eliminación del salto

##### 4.3.1.1.1. Identificación del Salto

Es así que se tomará la estación de Caicay para la identificación de salto que esta presenta mediante el análisis de su histograma de precipitación (Figura 4.2).



Figura 4.2. Histograma de precipitación para la estación Caicay.

Fuente: Elaboración propia.

Al realizar el análisis del histograma, se detecta e identifica que la inconsistencia de la información meteorológica en forma visual está en el año 2000, indicando así, que el periodo del año 2001 – 2017, pueden tener datos dudosos, los cuales se observan como “picos” muy altos o valores muy bajos, “saltos” y/o “tendencias”, los cuales se deben comprobarse si son fenómenos naturales que efectivamente han ocurrido o son producidos por errores sistemáticos.

#### 4.3.1.1.2. Evaluación y cuantificación

Se realizó mediante un análisis estadístico mediante las pruebas T y F, para la media y la desviación estándar respectivamente.

#### 1. Consistencia en la media – prueba estadística T student– estación Caicay.

Tabla 4.3. Selección de periodos a comparar con la media al 95% de confianza.

		Nro. datos	Media	Desv. est.	Varianza
Primer periodo	1964-2000	37	344.05	104.59	10939.97
Segundo periodo	2001-2017	17	615.29	136.16	18539.66

Fuente: Elaboración propia.

Para la evaluación de la consistencia en la media se calculó el valor estadístico T ( $T_c$ ), así como el valor del  $T_t$  por medio de tablas, resultado de esta evaluación se tiene la Tabla 4.4.

Tabla 4.4. Datos obtenidos para el Criterio de decisión, consistencia en la media.

GL	Sd	Sp	Tc	Tt	Significancia
52,00	33.76	115.23	8.04	1.675	No se Acepta Ho

Fuente: Elaboración propia.

Criterios de decisión:

Si:

$$|T_c| \leq T_t(95\%) \Rightarrow \bar{X}_1 = \bar{X}_2(\text{estadísticamente})$$

$$|T_c| > T_t(95\%) \Rightarrow \bar{X}_1 \neq \bar{X}_2(\text{estadísticamente})$$

El criterio de decisión en función a los datos obtenidos del análisis de consistencia en la media de los periodos seleccionados es, que el registro pluviométrico de la estación Caicay amerita la corrección de su registro, ya que se observa que existe una diferencia estadística entre la comparación de los periodos analizados.

## 2. Consistencia en la desviación estándar– estación Caicay (F).

Para la evaluación de la consistencia en la desviación estándar se calculó el valor estadístico F (Fc), así como el valor del Ft por medio de tablas, resultado de esta evaluación se tiene la Tabla 4.5.

Tabla 4.5: Criterio de decisión, análisis en la desviación estándar al 95% de confianza.

GLn	GLd	Fc	Ft	Significancia
36	16	1.69	2.297	Se acepta Ho

Fuente: Elaboración propia.

Criterios de decisión, Si:

$$|F_c| \leq F_t(95\%) \Rightarrow S_1 = S_2(\text{estadísticamente})$$

$$|F_c| > F_t(95\%) \Rightarrow S_1 \neq S_2(\text{estadísticamente})$$

El criterio de decisión en función a los datos obtenidos del análisis de consistencia en la desviación estándar de los periodos seleccionados es que el registro pluviométrico de la estación Caicay no amerita la corrección de su registro, ya que se observa que no existe una diferencia estadística entre la comparación de los periodos analizados.

#### 4.3.1.1.3. Corrección y/o Eliminación

Una vez realizado la identificación, evaluación y cuantificación del análisis del salto, se llegó a la conclusión que el registro analizado, presenta una diferencia estadística en cuanto a las comparaciones de medias a un 95% de confianza, y con relación a la comparación de desviación estándar, no presenta una diferencia estadística.

Por lo tanto, se corrige a través de comparación de medias al 95% de confianza, utilizando la siguiente relación que corresponde a la corrección del primer periodo.

$$\text{Enero} = X't * Xi \sum_{i=1964}^n (\text{año}1964)$$

Una vez corregido el primer periodo que corresponde a 1964 – 2000, se procede a someter al registro completo a pruebas de bondad al 95% de confianza.

Tabla 4.6: Prueba de bondad para los periodos.

		Nro. datos	Media	Desviación est.	Varianza
Primer periodo	1964-2000	37,00	615.29	136.16	18539.66
Segundo periodo	2001-2017	17,00	615.29	136.16	18539.66

Fuente: Elaboración propia.

Consistencia en la media- estación corregida Caicay.

Tabla 4.7: Consistencia en la media de la estación corregida.

GL	Sd	Sp	Tc	Tt	Significancia
52,00	39.90	136.16	0,00	1,675	SE ACEPTA Ho

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra en la Tabla 4.8 la consistencia en la desviación estándar- estación corregida Caicay.

Tabla 4.8: Consistencia en la media de la estación corregida

GLn	GLd	Fc	Ft	Significancia
36	16	1.00	2.168	SE ACEPTA Ho

Fuente: Elaboración propia.

Al revisar los datos obtenidos se observa, que se eliminó las diferencias estadísticas que se tenía al inicio entre los periodos seleccionados.

#### 4.3.2. ANÁLISIS DE TENDENCIA

Se define como tendencia al cambio sistemático y continuo sobre una muestra.

El procedimiento de análisis se realiza tanto para la media y la desviación estándar si la información es mensual tal como la que se analizó en el presente estudio.

##### 4.3.2.1. Tendencia en la media

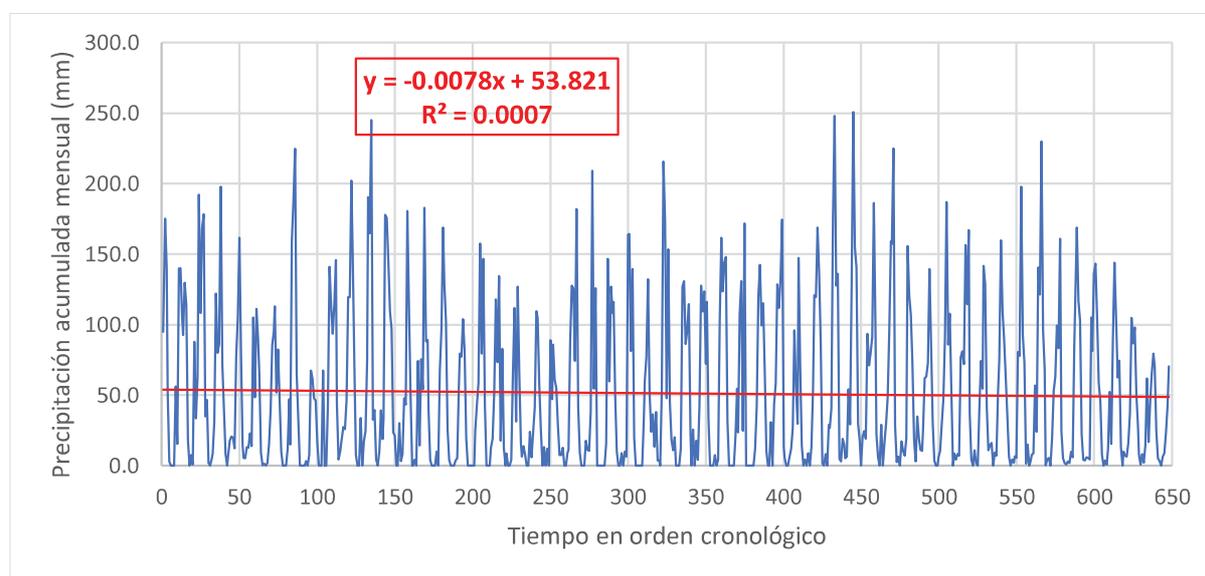


Figura 4.3. Análisis de tendencia del registro libre de saltos de la estación Caicay.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4.9. Coeficientes dimensionales de regresión lineal.

$T_m =$	$A_m$	+	$B_m$	$*t$
$T_m =$	53.817	-	0.0078	$*t$

Fuente: Elaboración propia

Para la evaluación de la consistencia en la media se calculó el valor estadístico T ( $T_c$ ), así como el valor del  $T_t$  por medio de tablas, resultado de esta evaluación se tiene la Tabla 4.10.

Tabla 4.10. Datos obtenidos para el criterio de decisión, consistencia en la media.

$G_l$	$T_c$	$T_t$	Significancia
646	0.66	1.645	se acepta la $H_0$

Fuente: Elaboración propia

Se observa que se acepta la hipótesis al 95% de confianza entonces la información no se corrige.

#### 4.3.2.2. Tendencia en la desviación estándar

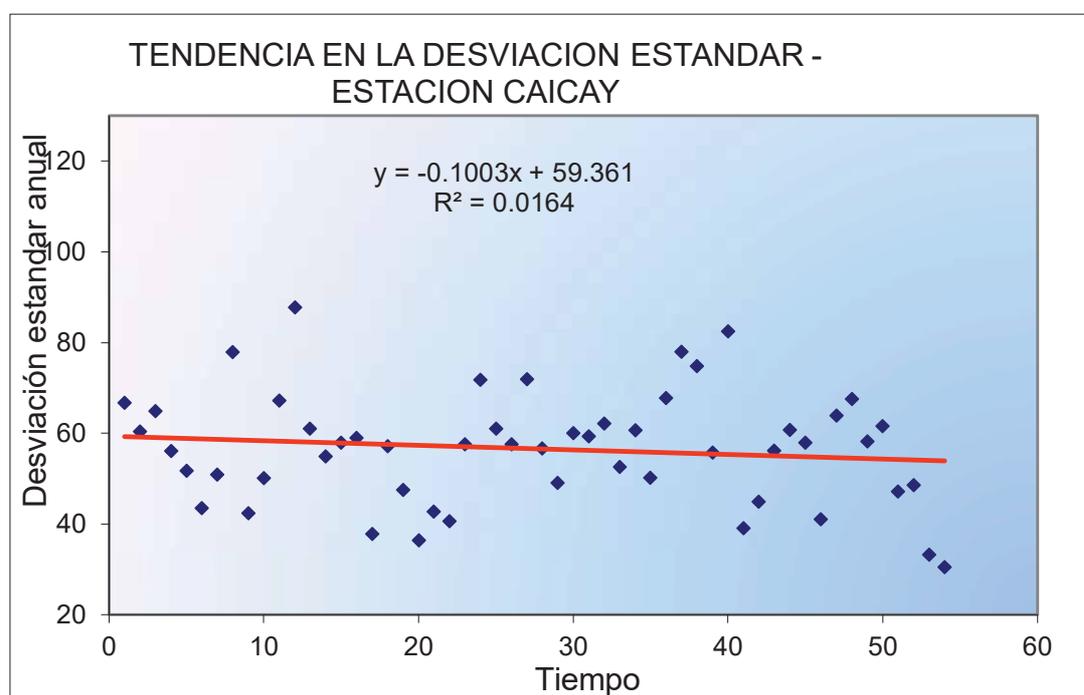


Figura 4.4. Gráfico de la tendencia en la desviación estándar, estación. Caicay.  
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.11. Datos obtenidos para el criterio de decisión, consistencia en la desviación estándar.

Gl	Tc	Tt	Significancia
52	0.914	1.668	Se acepta la Ho

Fuente: Elaboración propia

Si bien Tc es menor a Tt, pero aun Tc es relativamente alto por lo que procederemos a corregir por la desviación estándar.

La ecuación de Corrección es:

$$\text{Enero}_{1964} = X_i * T_{sp} / T_{s1}$$

Una vez corregido todo el registro de Caicay con la ecuación antes mencionada, se procedió a realizar nuevamente al análisis de tendencia, el cual para un mejor entendimiento se muestra la Figura 4.5, donde se puede observar que la línea de tendencia se asemeja más a una línea horizontal, lo cual nos demuestra que se eliminó la pequeña tendencia que se tenía al inicio.

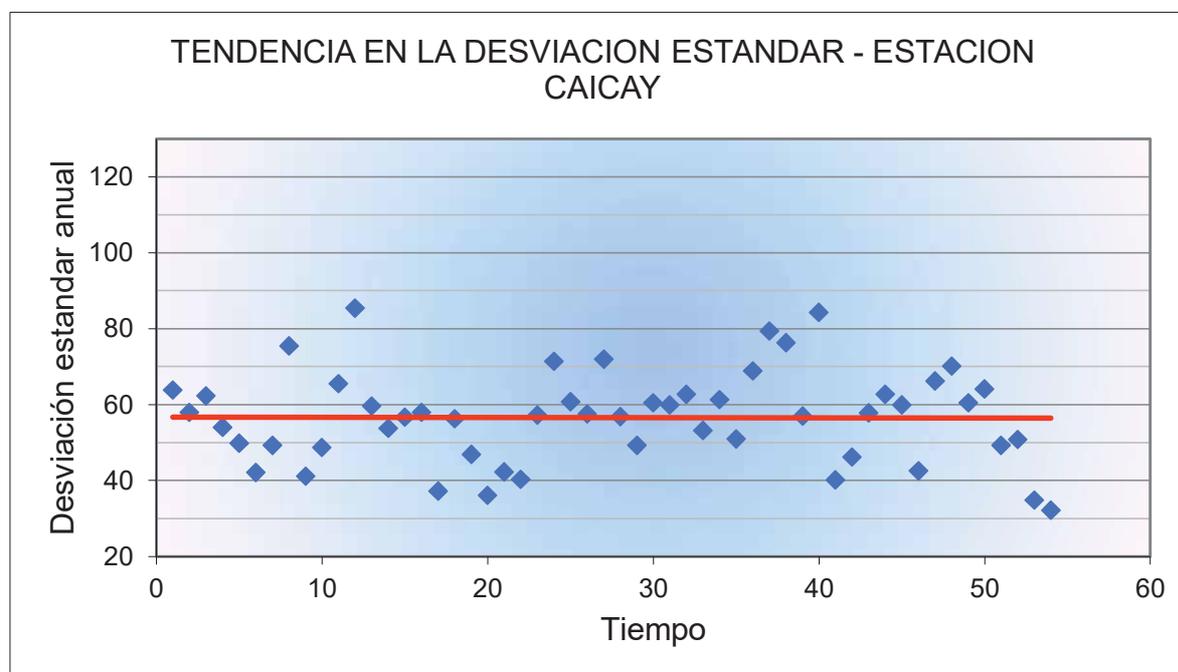


Figura 4.5. Gráfico de tendencia en la desviación estándar corregida, estación. Caicay.

Fuente: Elaboración propia.

Al finalizar las correcciones, se tiene una data de precipitación correspondiente a la estación meteorológica de Caicay, libre de saltos y tendencias. Los cuales pasaron satisfactoriamente las pruebas de bondad de ajuste al 95 % de confianza.

Cabe señalar que De igual manera se han procesado los registros meteorológicos de Pisac, Yauri y Anta Ancachuro.

#### 4.3.3. ANÁLISIS DE DOBLE MASA

El análisis de doble masa denominado también de “dobles acumulaciones”, es una herramienta muy conocida y utilizada en la detección de inconsistencias de datos hidrológicos múltiples, cuando se dispone de dos o más series de datos, en lo que respecta a errores que pueden haberse producido durante la obtención de los mismos.

Si se presenta el mismo quiebre en todos los gráficos de doble masa, significa que la causa que lo ocasiona el salto es un fenómeno natural.

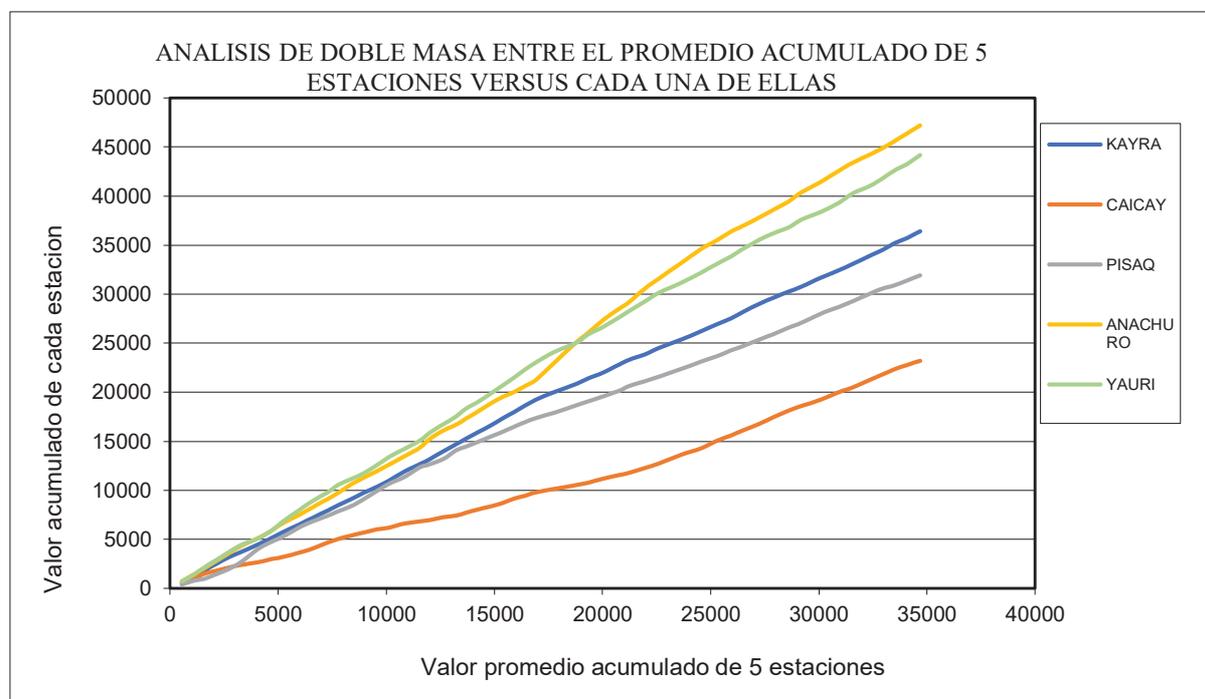


Figura 4.6. Diagrama de doble masa de las estaciones usadas en el estudio.  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.4. COMPLETADO Y EXTENDIDO DE DATOS

##### 4.3.4.1. Completado de datos por regresión lineal simple.

El Completado de los datos faltantes del registro Y que en este caso corresponde a la estación Caicay se realizó, en función de los datos correspondientes del registro de Kayra. Utilizándose una ecuación que se muestra a continuación.

Ecuación:

$$\text{enero}_{1964} = a + b * X_{\text{Kayra}}$$

Resultado del completado y extensión de los datos por regresión lineal simple, se tiene la siguiente tabla, el cual es un registro de datos libres de saltos, de tendencias y completo al año 2017, con el cual se realizó la regionalización para nuestra zona de estudio. En la Tabla 4.12 se muestra datos de la estación Caicay.

Tabla 4.12. Registro de precipitación completa y libre de salto y tendencia correspondiente a la estación Caicay.

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL COMPLETA (mm)														
Estacion : CAYCAY CO-690				Latitud : 13° 36' 1" S				Departamento : CUSCO						
Tipo:				Longitud : 71° 42' 1" W				Provincia : PAUCARTAMBO						
				Altitud : 3150 msnm				Distrito : CAICAY						
Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	90.8	167.6	133.8	50.1	3.0	0.0	0.0	0.0	53.5	14.6	133.7	133.7	780.7
2	1965	100.3	88.6	124.3	109.0	17.1	0.0	7.0	0.6	84.1	31.9	60.5	184.1	807.6
3	1966	103.8	161.7	171.1	33.5	44.6	1.9	0.0	4.8	8.4	29.8	117.0	76.6	753.1
4	1967	82.9	190.2	68.6	38.0	8.0	0.0	6.8	17.0	19.8	19.3	11.8	74.5	536.8
5	1968	101.4	155.5	77.0	14.2	5.3	4.9	12.8	12.4	22.1	13.3	101.0	46.6	566.4
6	1969	107.0	86.7	62.4	8.7	0.4	1.3	0.0	1.9	14.3	38.0	82.5	92.0	495.2
7	1970	109.2	50.1	79.7	45.4	9.8	0.0	0.0	0.0	11.5	45.6	14.6	154.3	520.3
8	1971	181.7	217.3	63.0	32.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	7.0	65.1	569.3
9	1972	59.7	46.2	44.9	15.9	0.0	0.0	0.0	65.2	0.0	0.0	41.1	136.4	409.4
10	1973	110.2	90.8	111.2	141.4	42.2	4.2	9.5	18.3	26.7	25.2	45.0	115.9	740.7
11	1974	116.0	196.3	147.2	74.4	7.6	0.0	0.0	33.0	0.0	16.7	23.7	72.6	687.6
12	1975	185.5	160.4	238.4	31.8	38.4	4.3	0.0	9.7	38.3	18.3	32.3	173.2	930.5
13	1976	171.3	141.2	106.6	94.8	22.9	20.9	0.0	0.0	29.4	3.4	8.2	46.7	645.5
14	1977	42.4	176.5	110.3	48.8	0.0	0.0	4.2	0.0	72.4	13.9	73.5	53.1	595.1
15	1978	179.0	86.1	87.5	37.8	3.9	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	66.4	94.7	565.6
16	1979	165.6	126.7	100.4	25.4	4.1	0.0	0.0	0.0	3.6	5.0	54.1	77.8	562.7
17	1980	75.9	102.1	79.8	19.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.5	41.9	57.2	400.5
18	1981	155.0	78.3	144.2	42.5	0.0	0.0	0.0	12.9	18.7	51.3	115.8	72.3	691.1
19	1982	132.4	17.4	81.8	12.0	0.0	8.4	0.0	0.0	4.0	63.2	110.2	30.6	460.0
20	1983	125.4	64.0	15.6	6.2	13.8	7.8	0.0	0.0	7.3	6.0	23.4	40.6	310.1
21	1984	108.5	103.5	57.4	25.4	0.0	13.0	0.0	11.7	0.0	88.1	46.6	84.9	539.1
22	1985	60.4	54.5	28.4	7.4	7.2	12.5	0.0	0.0	9.2	11.2	86.4	126.5	403.7
23	1986	124.7	73.6	180.4	41.5	9.4	0.0	0.0	0.0	8.2	11.1	10.4	38.0	497.4
24	1987	208.0	54.3	74.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.5	145.7	59.7	557.3
25	1988	126.3	107.7	115.4	50.0	9.9	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9	6.5	163.4	589.0
26	1989	130.0	81.3	139.2	20.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.6	59.7	77.1	540.0
27	1990	132.1	51.3	24.0	36.4	13.4	37.9	3.7	3.7	0.0	55.3	215.5	173.8	747.0
28	1991	47.8	152.0	44.8	18.5	10.7	20.2	0.0	0.0	0.0	12.4	127.0	130.9	564.2
29	1992	86.4	96.6	114.8	23.6	0.0	25.5	0.0	17.6	4.0	43.3	128.0	109.5	649.3
30	1993	124.2	72.5	116.7	33.3	0.0	0.0	0.0	7.5	0.0	3.9	103.6	162.3	624.1
31	1994	124.3	144.8	149.1	31.7	0.0	0.0	0.0	0.0	21.1	54.9	23.9	108.6	658.4
32	1995	131.6	25.0	173.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.2	42.6	120.6	505.1
33	1996	143.7	100.3	116.5	66.5	10.7	0.0	0.0	31.0	0.0	44.3	58.5	129.9	701.5
34	1997	113.3	134.0	176.4	13.4	5.4	0.0	0.0	6.3	12.2	26.8	97.3	56.2	641.2
35	1998	30.1	149.5	72.9	14.6	0.0	4.5	0.0	9.3	0.0	13.4	55.4	122.5	472.1
36	1999	121.1	171.4	138.5	87.6	1.3	0.0	8.2	0.0	29.5	27.1	41.2	178.6	804.6
37	2000	252.1	129.9	138.2	4.9	3.0	19.6	15.2	5.2	6.2	55.0	29.9	129.9	789.3
38	2001	255.5	157.9	143.0	30.2	18.0	0.0	21.0	24.9	19.4	95.2	72.5	81.5	919.0
39	2002	93.0	189.8	100.4	23.2	6.1	0.0	29.6	0.0	16.6	30.4	49.7	97.8	636.5
40	2003	162.5	160.7	230.0	29.2	2.6	6.3	0.0	17.7	10.6	7.2	19.9	159.2	805.9
41	2004	123.8	109.5	73.9	19.1	2.9	35.6	20.1	11.7	10.7	26.6	63.5	64.7	562.1
42	2005	74.5	143.2	87.4	31.6	3.9	0.0	0.0	6.1	10.9	29.6	47.8	92.3	527.3
43	2006	192.1	88.4	110.8	54.2	0.0	8.7	4.4	8.4	7.4	79.0	83.0	73.9	710.4
44	2007	160.8	117.9	172.0	38.1	4.6	0.0	11.1	1.4	0.0	41.9	76.4	56.3	680.6
45	2008	146.0	132.8	42.8	11.0	15.2	16.7	0.0	9.5	7.4	53.9	78.0	164.6	678.0
46	2009	113.1	92.3	64.7	36.7	6.7	0.0	4.6	2.1	6.9	5.9	83.2	80.7	496.9
47	2010	204.6	95.9	75.7	1.3	15.4	0.0	2.1	8.1	9.0	58.7	24.8	145.4	641.0
48	2011	125.8	238.3	99.0	70.5	0.3	4.7	5.7	0.0	20.4	55.1	65.3	103.3	788.4
49	2012	86.5	167.2	25.6	5.5	2.0	0.8	3.1	1.8	10.1	6.2	87.6	143.4	539.7
50	2013	175.6	121.7	106.9	23.1	4.1	3.7	6.2	5.9	4.7	109.3	84.8	141.7	787.7
51	2014	149.3	109.7	61.2	47.9	8.1	0.0	4.0	0.8	13.0	54.7	16.0	93.2	557.9
52	2015	150.2	108.8	65.2	77.9	13.7	0.0	10.4	7.2	6.7	16.9	39.0	109.4	605.4
53	2016	90.6	102.3	53.2	29.3	8.2	0.7	8.5	2.2	15.5	64.6	17.6	47.5	440.1
54	2017	69.2	83.3	117.2	39.4	12.2	7.9	0.0	6.5	13.0	31.6	63.2	102.4	545.8
Nº Datos		54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Media		126.5	117.1	102.5	35.6	7.7	5.0	3.7	7.1	13.0	31.6	63.2	102.4	615.5
Desv. Estandar		48.02	48.52	49.40	28.27	10.13	8.95	6.32	11.33	16.85	25.68	42.10	41.99	136.21
Coef. Variacion		0.38	0.41	0.48	0.79	1.31	1.78	1.72	1.60	1.30	0.81	0.67	0.41	0.22
Prec. Max.		255.5	238.3	238.4	141.4	44.6	37.9	29.6	65.2	84.1	109.3	215.5	184.1	255.5
Prec. Min.		30.1	17.4	15.6	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	6.5	30.6	-0.0

#### 4.4. PARAMETROS HIDROLÓGICOS

##### 4.4.1. REGIONALIZACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN

Mediante la técnica determinística (regresión lineal, exponencial, logarítmico, polinómica etc) entre dos variables (precipitación y altitud) nos permitirá predecir los valores de  $P=f(A)$  con un cierto grado de aproximación. El análisis de la precipitación en relación con la altitud nos conlleva a generar precipitaciones en zonas requeridas con una determinada altitud. En la Tabla 4.13 y Figura 4.7 se puede apreciar a las estaciones utilizadas en el análisis regional, donde se muestran las constantes y el coeficiente de correlación (r) obtenido.

Tabla 4.13. Análisis regional de precipitación.

ANÁLISIS REGIONAL DE PRECIPITACION ECUACION DE REGRESION PRECIPITACION - ALTITUD			
NOMBRE DE LA ESTACION	ALTITUD MEDIA msnm	PRECIPITACION MEDIA ANUAL mm	PRECIPITACION MEDIA ANUAL CORREGIDA mm
KAYRA	3219	673.2	656.38
CAYCAY	3150	615.5	637.09
YAURI	3927	818.1	833.39
PISAC	2950	563.9	578.69
ANTA ANCACHURO	3340	723.8	689.24
PROMEDIO	3,317.20	678.9	678.96

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.14. Variables y parámetros de regresión para elección de ecuación de regionalización.

Variables	1	2	3	4	5
	LINEAL	EXPONENCIAL	LOGARÍTMICO	POLINÓMICA	POTENCIAL
	$y = a x - b$	$y = a e^{bx}$	$y = a \ln(x) - b$	$y = a x^2 - b x + c$	$y = a x^b$
a	0.2557	198.54	890.36	-2.000000E-04	0.0202
b	-169.22	0.0004	-6534.9	1.7481	1.2854
c				-2733.3	
Parámetros de Regresión					
r	0.96	0.95	0.96	0.99	0.97
R <sup>2</sup>	0.921	0.8931	0.9308	0.9733	0.9429
Altitud					
3657	765.87	857.30	769.97	984.77	768.05

ECUACIÓN SELECCIONADA:	3
------------------------	---

Fuente: Elaboración propia.

Tomando la ecuación 3, que corresponde a una ecuación logarítmica. el modelo de regionalización para la microcuenca Unuhuaycco a una altitud de 3657 m.s.n.m.

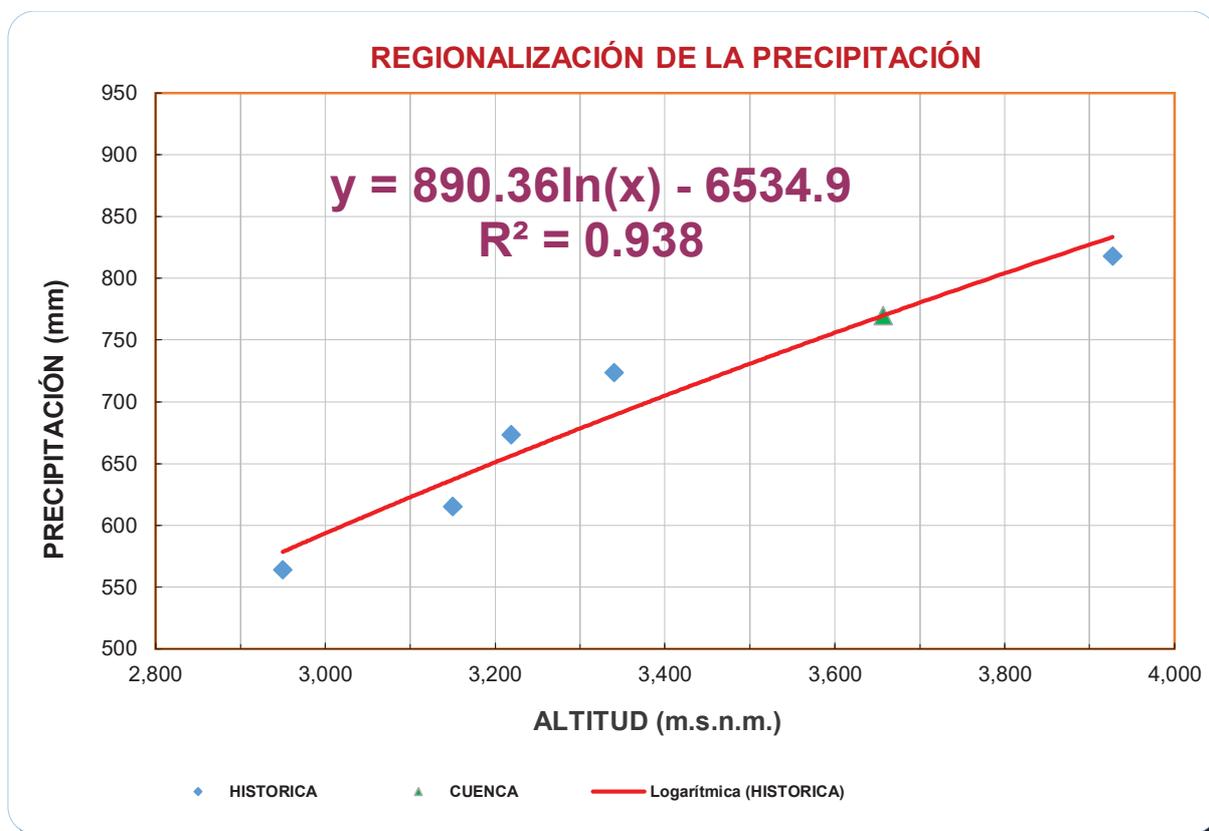


Figura 4.7. Gráfico de la ecuación logarítmica de regionalización de precipitación.  
Fuente: Elaboración propia.

Siendo la precipitación de 769.97 mm regionalizada para una altitud de 3657 m.s.n.m correspondiente al centroide de la microcuenca.

Tabla 4.15. Coeficiente para la generación de precipitación para la microcuenca Unuhuaycco.

ESTACIÓN	ALTITUD	COORDENADAS UTM		PRECIPITACIÓN HISTÓRICA (mm/año)	PRECIPITACIÓN CORREGIDA (mm/año)	FACTOR DE INFLUENCIA TOTAL $F_t = F_p * F_{dh}$
		X	Y	$P_{hist.}$	$P_{correg.}$	
Kayra	3,219.00	188,793.80	8,494,643.30	673.25	656.38	0.251
Caycay	3,150.00	207,801.10	8,494,860.30	615.45	637.09	0.433
Yauri	3,927.00	258,603.96	8,423,045.98	818.10	833.39	0.156
Pisac	2,950.00	191,380.90	8,515,065.60	563.92	578.69	0.190
Anta Ancachuro	3,340.00	801,449.20	8,509,365.30	723.77	689.24	0.137

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.16. Datos geográficos del centroide de la microcuenca Unuhuaycco.

DATOS				
ZONA DE ESTUDIO	ALTITUD	COORDENADAS UTM		PRECIPITACIÓN HISTÓRICA
		X	Y	
Mc. Unuhuaycco	3,657	201847.93	8497227.80	769.97

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.17. Precipitación media mensual regionalizada para la microcuenca Unuhuaycco.

<b>PRECIPITACION MEDIA MENSUAL - MICROCUENCA UNUHAYCCO (mm)</b>														
MICROCUENCA UNUHAYCCO				Latitud : 13°34'41.74" S Longitud : 71°45'18.3" W Altitud : 3,657 msnm						Departamento : CUSCO Provincia : PAUCAF QUISPICAN Distrito : OROPESA				
N° REG.	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1,964	139.1	153.0	138.0	42.7	5.5	0.0	0.0	0.0	38.3	37.7	78.6	106.0	739.1
2	1,965	114.4	108.3	131.7	95.1	9.5	0.0	4.0	0.5	55.9	38.8	57.0	196.5	811.7
3	1,966	113.5	173.4	120.4	26.0	37.0	0.9	0.7	3.2	25.1	63.6	94.9	89.8	748.5
4	1,967	80.5	160.3	135.4	35.4	9.9	0.9	13.2	19.0	24.3	60.8	46.7	109.8	696.2
5	1,968	158.3	160.8	91.2	23.8	4.4	5.4	23.4	11.2	19.8	44.6	128.8	68.1	739.9
6	1,969	161.7	107.8	108.3	30.9	0.9	5.1	6.1	3.4	18.6	32.1	82.5	109.2	666.5
7	1,970	164.6	120.7	138.1	69.9	6.0	1.0	2.2	3.2	42.4	52.5	34.8	202.6	838.0
8	1,971	185.8	247.8	92.1	46.2	1.2	1.4	0.3	4.2	2.4	32.7	29.5	106.7	750.4
9	1,972	153.3	81.9	103.3	30.4	1.7	0.0	7.2	42.7	12.3	12.6	55.8	141.7	643.0
10	1,973	218.6	172.2	140.5	123.1	26.8	3.6	10.1	14.7	27.6	38.8	73.0	126.0	975.0
11	1,974	154.7	218.4	163.3	67.1	6.5	9.1	0.4	50.2	8.1	27.2	34.5	90.8	830.5
12	1,975	167.3	182.7	164.8	69.1	37.4	4.4	0.1	4.5	36.2	31.4	48.0	174.2	920.0
13	1,976	180.1	136.8	138.6	70.6	26.0	19.3	4.2	6.1	40.0	10.1	33.4	68.3	733.5
14	1,977	90.2	180.2	107.4	46.7	2.9	0.0	5.1	1.5	46.3	48.2	107.7	71.2	707.3
15	1,978	219.1	108.3	108.5	55.1	11.3	0.0	0.9	0.0	13.5	4.4	82.2	121.6	725.0
16	1,979	168.9	158.3	138.7	48.6	7.0	1.5	1.3	5.4	11.9	18.1	73.5	99.2	732.5
17	1,980	115.2	149.7	148.6	38.7	2.6	0.3	2.1	2.4	12.2	50.2	54.7	84.6	661.2
18	1,981	192.7	122.2	149.9	63.6	3.2	2.7	2.6	12.6	31.5	83.2	121.5	120.6	906.4
19	1,982	203.9	92.7	148.1	65.7	4.3	9.9	2.1	5.3	12.8	53.2	119.9	74.0	791.7
20	1,983	135.8	100.4	59.7	31.6	8.3	7.6	3.4	2.2	11.8	24.9	46.1	86.5	518.3
21	1,984	172.3	150.8	86.9	64.7	1.2	7.7	1.4	15.7	5.9	97.6	68.2	99.2	771.5
22	1,985	118.3	122.9	86.5	37.6	10.7	10.1	0.4	0.7	26.7	50.4	114.7	126.8	706.1
23	1,986	120.3	131.3	179.5	61.3	12.3	0.3	1.2	2.8	9.0	18.7	34.9	74.4	646.0
24	1,987	270.4	75.1	64.0	9.9	0.5	5.6	12.5	0.0	5.0	25.1	128.9	105.5	702.6
25	1,988	191.3	131.5	185.2	86.1	6.7	0.3	1.1	0.0	3.9	20.6	25.4	146.2	798.4
26	1,989	171.0	125.7	151.0	36.4	7.9	3.7	0.7	5.4	10.1	39.6	59.6	83.3	694.3
27	1,990	157.9	87.5	50.6	53.4	10.1	41.0	1.7	7.3	9.7	74.7	155.2	135.8	785.0
28	1,991	93.1	179.8	95.9	34.4	12.1	22.1	0.4	0.4	15.1	39.8	109.0	121.6	723.5
29	1,992	126.2	121.3	107.7	28.1	0.8	24.4	0.3	22.6	4.5	54.2	129.0	91.1	710.2
30	1,993	192.6	122.7	100.7	46.9	3.1	0.8	2.4	11.7	10.6	45.4	133.0	207.4	877.3
31	1,994	202.4	187.4	195.7	48.8	8.8	0.1	0.0	0.0	24.1	51.9	46.1	140.6	905.9
32	1,995	152.8	77.0	170.4	20.8	1.4	0.5	0.2	0.7	14.0	26.4	55.2	140.4	659.8
33	1,996	178.1	141.2	104.2	67.9	12.8	0.1	0.0	23.4	11.6	52.5	62.1	145.1	799.0
34	1,997	152.9	154.2	154.9	27.4	5.4	0.0	0.0	13.9	18.6	34.0	143.5	133.5	838.2
35	1,998	122.6	163.3	75.8	25.0	1.2	3.8	0.0	5.2	5.3	46.3	61.5	93.7	603.7
36	1,999	139.5	185.3	134.2	80.1	2.5	1.6	4.3	0.6	42.0	35.8	51.8	169.7	847.3
37	2,000	233.6	162.8	141.2	15.9	4.5	13.4	7.3	6.3	8.6	71.3	31.0	135.9	831.9
38	2,001	291.1	188.9	197.0	44.4	19.0	0.1	20.9	18.0	17.2	77.0	81.4	98.3	1053.4
39	2,002	124.7	231.2	134.1	39.7	14.1	2.9	37.5	2.4	23.3	58.3	84.1	137.1	889.4
40	2,003	178.7	180.2	210.2	38.3	4.1	6.6	0.0	21.7	13.0	26.5	33.8	162.0	875.1
41	2,004	187.5	146.2	86.3	29.5	2.5	26.9	19.4	12.7	24.2	32.6	69.3	98.2	735.2
42	2,005	126.1	152.0	113.9	39.7	2.9	0.4	1.2	6.8	8.8	39.5	61.3	121.8	674.5
43	2,006	237.7	128.1	152.5	55.2	0.3	13.1	1.9	10.8	9.7	77.6	87.7	123.8	898.3
44	2,007	159.6	111.3	155.6	68.5	9.2	0.0	6.8	0.6	4.1	50.6	81.0	102.8	750.1
45	2,008	169.0	145.6	68.5	10.6	11.6	9.6	0.1	6.7	10.3	66.4	91.2	160.3	749.7
46	2,009	127.9	128.9	87.1	32.3	6.7	0.0	5.7	1.2	12.8	16.9	138.8	113.3	671.6
47	2,010	264.7	157.9	128.6	13.7	10.6	0.7	1.9	7.2	7.8	68.5	37.1	192.6	891.4
48	2,011	133.5	246.6	139.7	73.2	5.3	5.1	6.4	1.7	34.7	49.6	71.6	134.9	902.4
49	2,012	110.8	207.3	75.2	37.9	4.3	1.1	2.0	0.9	20.7	17.3	124.1	178.6	780.1
50	2,013	187.8	160.8	100.4	20.0	12.8	7.3	4.6	14.1	7.9	115.8	89.9	178.0	899.3
51	2,014	174.2	127.4	73.4	48.8	11.2	0.0	3.7	2.9	21.5	65.9	25.4	151.3	705.7
52	2,015	175.3	124.6	79.8	92.0	15.6	1.3	13.3	8.7	16.7	24.8	46.7	122.7	721.5
53	2,016	117.6	154.9	59.4	45.6	9.7	0.7	8.1	3.7	13.3	77.1	33.6	88.7	612.3
54	2,017	110.8	119.0	151.0	58.8	15.2	5.5	0.9	7.6	15.1	50.0	75.0	124.1	733.0
N° Datos		54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Media		<b>162.8</b>	<b>147.5</b>	<b>122.7</b>	<b>47.7</b>	<b>8.7</b>	<b>5.4</b>	<b>4.8</b>	<b>8.1</b>	<b>18.1</b>	<b>45.6</b>	<b>74.9</b>	<b>123.8</b>	<b>769.97</b>
Desv. Estandar		45.46	39.70	38.67	23.11	8.12	8.10	7.07	9.93	12.27	22.72	35.36	35.88	102.68
Coef. Variacion		0.28	0.27	0.32	0.48	0.93	1.51	1.48	1.23	0.68	0.50	0.47	0.29	0.13
Prec. Max.		291.1	247.8	210.2	123.1	37.4	41.0	37.5	50.2	55.9	115.8	155.2	207.4	291.1
Prec. Min.		80.5	75.1	50.6	9.9	0.3	0.0	0.0	-0.0	2.4	4.4	25.4	68.1	-0.0
E. 75% persistente		<b>132.09</b>	<b>120.74</b>	<b>96.56</b>	<b>32.06</b>	<b>3.21</b>	<b>-0.10</b>	<b>0.00</b>	<b>1.38</b>	<b>9.81</b>	<b>30.29</b>	<b>51.03</b>	<b>99.60</b>	<b>576.67</b>

### Comportamiento de la precipitación mensual del año

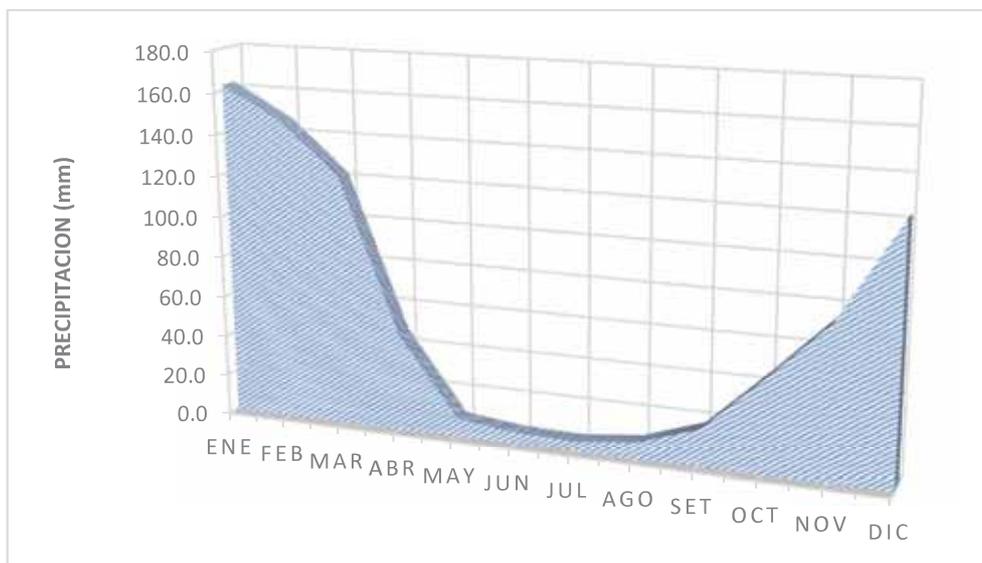


Figura 4.8. Comportamiento de la precipitación mensual anual generada para la microcuenca Unuhuaycco.  
Fuente: Elaboración propia.

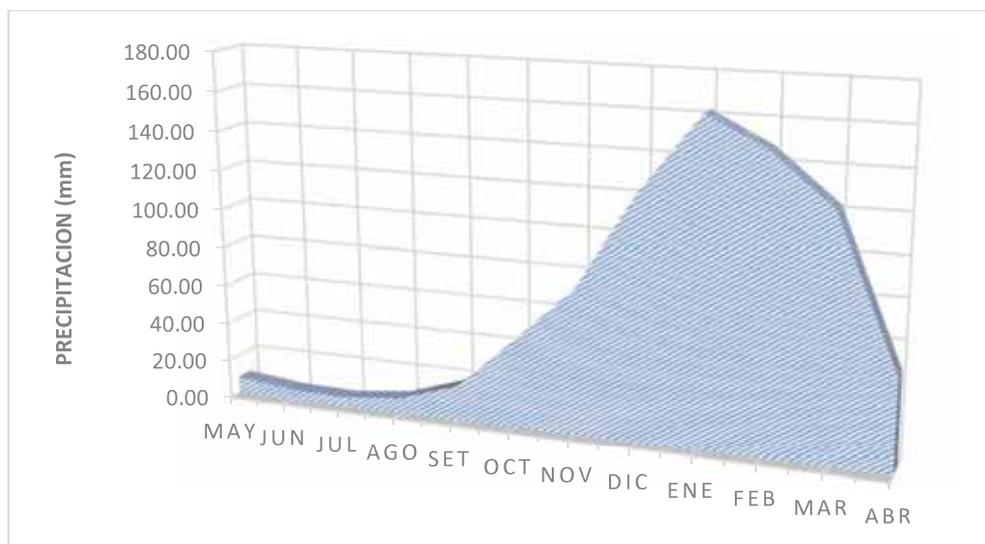


Figura 4.9. Comportamiento de la precipitación mensual anual generado para la microcuenca Unuhuaycco.  
Fuente: Elaboración propia.

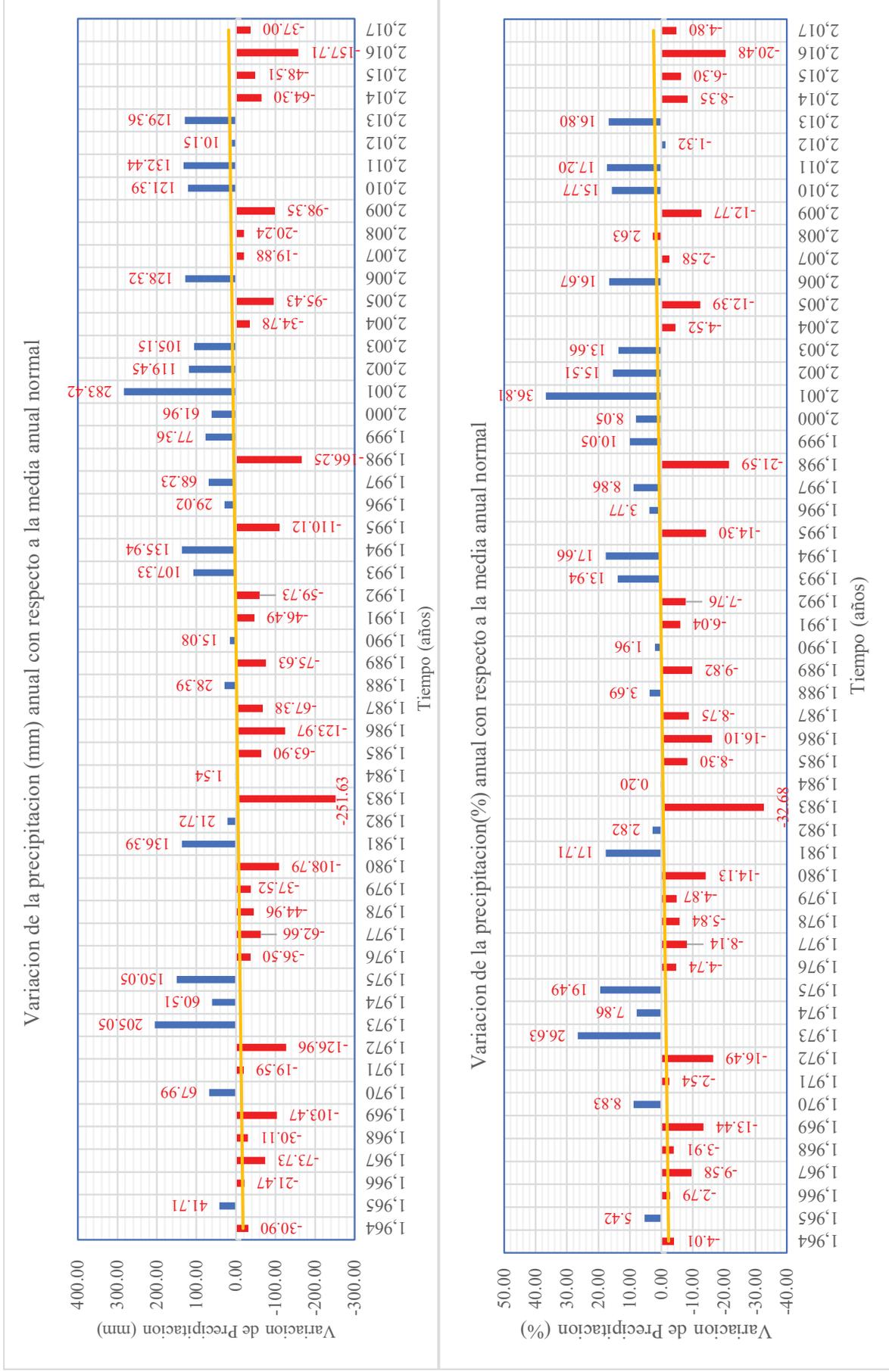


Figura 4.10 y 4.11: Variación de la precipitación porcentual y en milímetros anual con respecto a la media anual normal. Fuente: Elaboración propia.

## 4.4.2. REGIONALIZACIÓN DE LA TEMPERATURA

Temperatura media mensual:

Tabla 4.18. Análisis regional de temperatura

ANÁLISIS REGIONAL DE TEMPERATURA ECUACIÓN DE REGRESIÓN TEMPERATURA - ALTITUD			
NOMBRE DE LA ESTACIÓN	ALTITUD MEDIA msnm	TEMPERATURA MEDIA ANUAL mm	TEMPERATURA MEDIA ANUAL CORREGIDA mm
KAYRA	3219	151.3	155.03
CAYCAY	3150	163.7	161.59
YAURI	3927	103.7	101.38
PISAC	2950	188.5	182.19
ANTA		139.8	144.18
ANCACHURO	3340		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.19. variables y parámetros de regresión para determinación de ecuación.

Variables	1	2	3	4	5
	LINEAL $y = a x - b$	EXPONENCIAL $y = a e^{bx}$	LOGARÍTMICO $y = a \ln(x) - b$	POLINÓMICO $y = a x^2 - b x + c$	POTENCIAL $y = a x^b$
a	-0.0827	1069.6	-287.9	7.000000E-05	3000000000
b	423.8	-0.0006	2482.4	-0.5387	-2.076
c				1207.1	
Parámetros de Regresión					
r	0.96	0.99	0.98	1.00	1.00
R <sup>2</sup>	0.921	0.9831	0.9663	0.9977	0.9916
Altura	0.96	0.99	0.98	1.00	1.00
3657	0.921	0.9831	0.9663	0.9977	0.9916

ECUACIÓN SELECCIONADA:

2

Fuente: Elaboración propia.

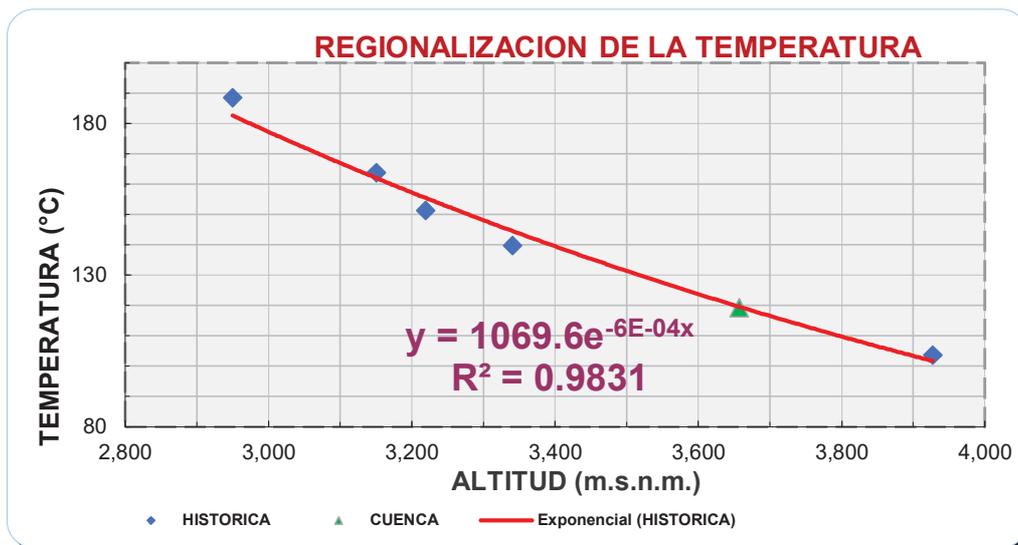


Figura 4.7. Ecuación de regionalización de temperatura.  
 Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se han generado las ecuaciones de regionalización a través de factores de corrección por distancia geográfica, por altitud y temperatura de las estaciones base versus zona de estudio. Seguidamente se generó las temperaturas para cada mes del año tal como se observa en la Tabla 4.20.

Tabla 4.20. Temperatura media mensual regionalizada para la microcuenca Unuhuaycco.

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL – REGIONALIZADA PARA LA MICROCUENCA UNUHUAYCCO (°C)													
MICROCUENCA UNUHUAYCCO			Latitud : 13° 34'41.74" S					Región : CUSCO					
			Longitud : 71° 45' 18.3" W					Provincia : QUISPICANCHI					
			Altitud : 3657 msnm					Distrito : OROPESA					
Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
Temperatura	10.8	10.8	10.8	10.0	9.0	8.2	7.8	8.8	10.1	10.7	11.5	10.8	9.9

Fuente: Elaboración propia.



Figura 4.8. Temperatura media mensual. Fuente: Elaboración propia.

## Temperatura máxima media mensual

Tabla 4.21: Temperatura máxima media mensual regionalizada.

NOMBRE DE ESTACION	LA	ALTITU D msnm.	MES / TEMPERATURA MAXIMA MEDIA												MEDI A C°
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
			C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	
PISAC		2950	22.60	22.44	23.69	23.70	23.95	24.09	23.92	24.44	24.68	24.21	25.60	23.22	23.88
CAYCAY		3150	21.56	21.36	22.12	22.33	22.78	22.96	22.08	22.65	22.79	22.30	23.35	21.49	22.31
GRANJA KCAYRA		3219	21.05	20.98	21.76	21.50	21.60	21.46	21.32	21.81	22.46	21.82	22.82	21.04	21.63
ANTA ANCACHURO		3340	19.33	19.24	19.82	19.45	19.54	19.50	19.62	20.23	20.74	20.22	21.15	19.55	19.87
YAURI		3927	17.38	17.19	17.89	16.86	16.86	16.65	16.15	17.07	18.50	18.75	19.79	18.23	17.61
Promedio		3317.2	20.4	20.2	21.1	20.8	20.9	20.9	20.6	21.2	21.8	21.5	22.5	20.7	21.1
Desv. Estándar		369.1	2.1	2.1	2.2	2.7	2.8	2.9	2.9	2.8	2.3	2.1	2.2	1.9	2.4
Coefficiente	b		38.21	38.22	40.36	44.04	45.29	46.48	46.63	45.80	42.08	38.90	40.77	36.68	41.95
Coefficiente	a		-	-	-	-	-0.007	-	-	-	-	-	-	-	-0.006
Coefficiente	r		-0.967	-0.971	-0.959	-0.969	-0.965	-0.964	-0.986	-0.982	-0.966	-0.934	-0.916	-0.933	-0.966
Microcuenca Unuhuaycco		3,657	18.56	18.40	19.08	18.38	18.45	18.31	17.95	18.72	19.76	19.67	20.67	19.07	18.92

ECUACION DE LA TEMPERATURA:

$$EC = 41.95 + (-0.0063) * H$$

Fuente: Elaboración propia.

## Temperatura mínima media mensual:

Tabla 4.22: temperatura minia media mensual.

NOMBRE DE LA ESTACION	ALTITU D msnm.	MES / TEMPERATURA MINIMA MEDIA												MEDI A C°	
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
		C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°	C°		
PISAC		2950	9.7	9.9	9.4	7.8	6.4	4.9	3.7	4.9	6.6	8.5	9.1	9.6	7.5
CAYCAY		3150	8.4	8.8	8.3	6.3	4.3	2.5	1.5	3.0	5.6	7.5	8.1	8.3	6.0
GRANJA KCAYRA		3219	7.4	7.8	6.8	4.4	1.8	-0.1	-1.1	0.9	3.5	5.3	6.4	7.2	4.2
ANTA ANCACHURO		3340	6.0	6.7	5.7	3.2	-0.5	-2.6	-3.8	-1.9	1.1	3.7	4.5	5.9	2.3
YAURI		3927	3.0	3.8	2.8	0.4	-4.3	-7.8	-8.2	-6.6	-3.2	-0.8	-0.4	2.1	-1.6
Promedio		3317.2	6.9	7.4	6.6	4.4	1.5	-0.6	-1.6	0.1	2.7	4.8	5.6	6.6	3.7
Desv. Estándar		369.1	2.6	2.3	2.6	2.9	4.2	4.9	4.7	4.5	3.9	3.7	3.7	2.9	3.6
Coefficiente.	b		29.56	28.23	29.11	29.12	37.49	42.08	38.67	39.27	37.06	37.19	38.79	32.14	34.89
Coefficiente	a		-	-	-	-	-0.011	-	-	-	-	-	-	-	-0.009
Coefficiente	r		-0.985	-0.987	-0.975	-0.958	-0.955	-0.971	-0.962	-0.972	-0.970	-0.979	-0.988	-0.992	-0.976
Microcuenca Unuhuaycco		3,657	4.6	5.3	4.3	1.9	-2.2	-5.0	-5.7	-3.9	-0.8	1.5	2.2	4.0	0.5

ECUACION DE LA TEMPERATURA:

$$EC = 34.89 + (-0.0094) * H$$

#### 4.5. CLIMA

Para establecer el clima de la zona de estudio, se ha optado por la metodología propuesta por la OMM (Organización Meteorológica Mundial), en función a variables climáticas de mínimo 20 años, para nuestro caso se ha considerado un horizonte de 54 años de información meteorológica.

En base a los datos obtenidos anteriormente producto de la regionalización de los parámetros hidrometeorológicos para la zona de estudio es que se determinó el clima para la microcuenca.

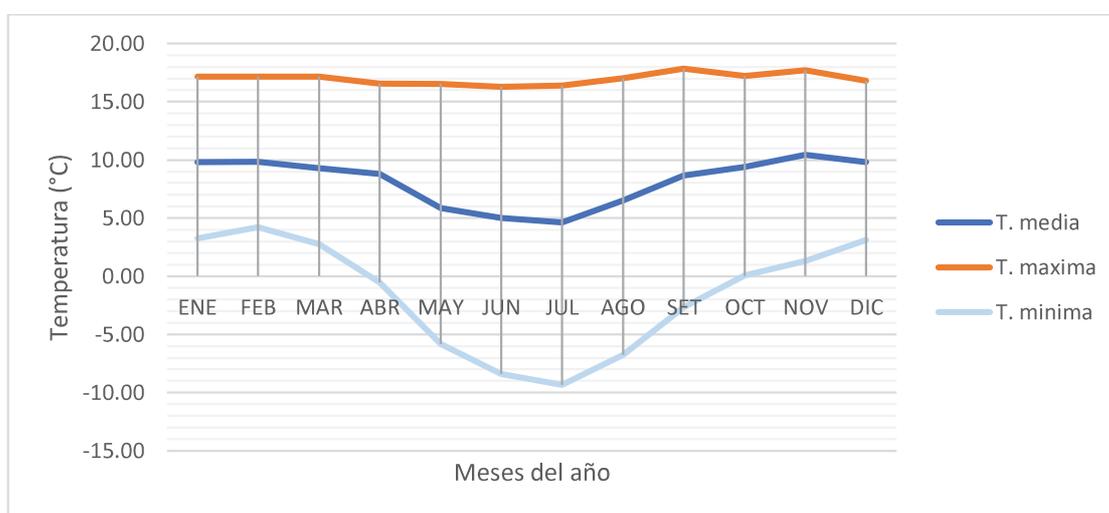


Figura 4.9. Temperatura media, máxima y mínima y mensual.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 4.10. Precipitación media mensual.

Fuente: Elaboración propia.

En la zona de estudio, la precipitación anual promedio, bordea entre 632.27mm y 923.04 mm anuales entre los 3100 y 4300 msnm. La presencia de lluvias es marcada entre los meses de diciembre y abril, siendo baja la precipitación en los demás meses del año, y casi nula entre junio y agosto, produciéndose, en el periodo diciembre abril aproximadamente el 80% de la precipitación anual. Así mismo se tiene una temperatura media anual de 9.9°C, media máxima de 18.92°C y una media mínima de 0.5 °C.

De acuerdo a estas características climáticas propias de la zona de estudio es que se determinó el clima para la zona de estudio que se encuentra en la Tabla 4.23.

Tabla 4.23: Clima de la microcuenca Unuhuaycco.

Región de humedad	Región de Eficiencia térmica	clima
Moderadamente húmedo	Mesotérmica	Semifrío, moderadamente Húmedo.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6. ZONA DE VIDA DE HOLDRIDGE

Para la determinación de la zona de vida de acuerdo a las fórmulas del sistema Holdridge, se halló la biotemperatura, la evapotranspiración potencial y el promedio de la precipitación anual total para nuestra zona de estudio.

La biotemperatura media anual se determinó en base al promedio anual de temperatura 9.9°C regionalizada para nuestra zona de estudio, donde se determinó que esta temperatura equivale a la biotemperatura porque la temperatura media de la zona de estudio se encuentra entre 6°C y 24°C, en este caso la biotemperatura media es equivalente a la temperatura media en base a la guía explicativa del mapa ecológico del Perú.

Siguiendo la metodología establecida, se ha procedido a calcular los índices de zona de vida, tomando como factor de corrección constante de 58.93 para todos los efectos tal como se observa en la tabla 4.25, así como el diagrama de zonas de vida del sistema Holdridge.

Tabla 4.24: Clasificación de zonas de vida.

ALTITUD (m)	COE. CORRELACIÓN	BIO ISOTERMAS	POTENCIAL DE EVAPORACIÓN	ISOHIETAS ANUAL	RELACIÓN DE EVAPORACIÓN	ZONA DE VIDA	SÍMBOLO
3657	58,93	9.9	591.76	769.97	0.77	Bosque húmedo – Montano Templado fría.	bh- MTF

Fuente: Elaboración propia.

Región Latitudinal = Templada fría

Región de humedad = Húmedo

A continuación, en la Tabla 4.25 y la Figura 4.12 se muestra las zonas de vida presentes en la microcuenca Unuhuaycco. Se muestra en color las zonas de vida pertenecientes a la zona de estudio.

Tabla 4.25: Zonas de vida en la microcuenca Unuhuaycco.

Altitud	Coefficiente de correlación	Isotermas	Potencial evapotranspiración	Isohietas	Relación evapotranspiración	zona de vida	Símbolo
3133	58.93	13.60	801.66	632.27	1.27	Bosque seco montano bajo templado cálido	bs- MTC
3200	58.93	13.07	770.07	651.11	1.18	Bosque seco montano bajo templado cálido	bs- MTC
3300	58.93	12.31	725.23	678.51	1.07	Bosque seco montano bajo templado cálido	bs- MTC
3400	58.93	11.59	682.99	705.09	0.97	Bosque húmedo montano templado frío.	bh- MTF
3500	58.93	10.91	643.22	730.90	0.88	Bosque húmedo montano templado frío.	bh- MTF
3600	58.93	10.28	605.76	755.98	0.80	Bosque húmedo montano templado frío.	bh- MTF
3700	58.93	9.68	570.48	780.38	0.73	Bosque húmedo montano templado frío.	bh- MTF
3800	58.93	9.12	537.26	804.12	0.67	Bosque húmedo montano templado frío.	bh- MTF
3900	58.93	8.59	505.97	827.25	0.61	Bosque húmedo montano templado frío.	bh- MTF
4000	58.93	8.09	476.51	849.79	0.56	Bosque húmedo montano templado frío.	bh- MTF
4100	58.93	7.62	448.76	871.78	0.51	Bosque húmedo montano templado frío.	bh- MTF
4200	58.93	7.17	422.62	893.23	0.47	Bosque húmedo montano templado frío.	bh- MTF
4300	58.93	6.75	398.01	914.18	0.44	Bosque muy húmedo montano templado frío.	bh- MTF
4343	58.93	6.58	387.88	923.04	0.42	Bosque muy húmedo montano templado frío.	bh- MTF

Fuente: Elaboración propia.

Se calculó la biotemperatura, precipitación y relación de evapotranspiración para altitudes en intervalos de 100 metros (Figura 4.11), para identificar las zonas de vida presentes en la microcuenca, identificándose así 3 zonas de vida (Figura 4.12).

Las zonas de vida que se identificaron son Bosque seco montano bajo templado cálido subhúmedo, Bosque húmedo montano templado frío húmedo y el bosque muy húmedo montano templado fría perhúmedo (Tabla 4.25). En la Figura 4.11 se muestra las zonas de vidas calculadas para las altitudes entre 3133 y 4343 con intervalos de altitud de 100 metros.

En la Figura 4.12 se muestra las zonas de vida como el de Bosque seco que se encuentra en el núcleo de la zona de vida, ocurre lo mismo con relación a la zona de vida Bosque húmedo, que también se encuentran puntos en el núcleo de la zona de vida (Figura 4.11), hecho que no ocurre con relación a la zona de vida de bosque muy húmedo, ya que los puntos generados en base a la biotemperatura y precipitación anual, se encuentran en una zona de transición, que se visualiza con el color celeste, el cual nos indica que para los valores obtenidos de biotemperatura y precipitación a altitudes de 4300 m.s.n.m. y 4343 m.s.n.m. está en una transición de una zona de vida de Bosque húmedo a Bosque muy húmedo.

Tabla 4.26: Puntos calculados de biotemperatura, precipitación y evapotranspiración potencial para diferentes altitudes.

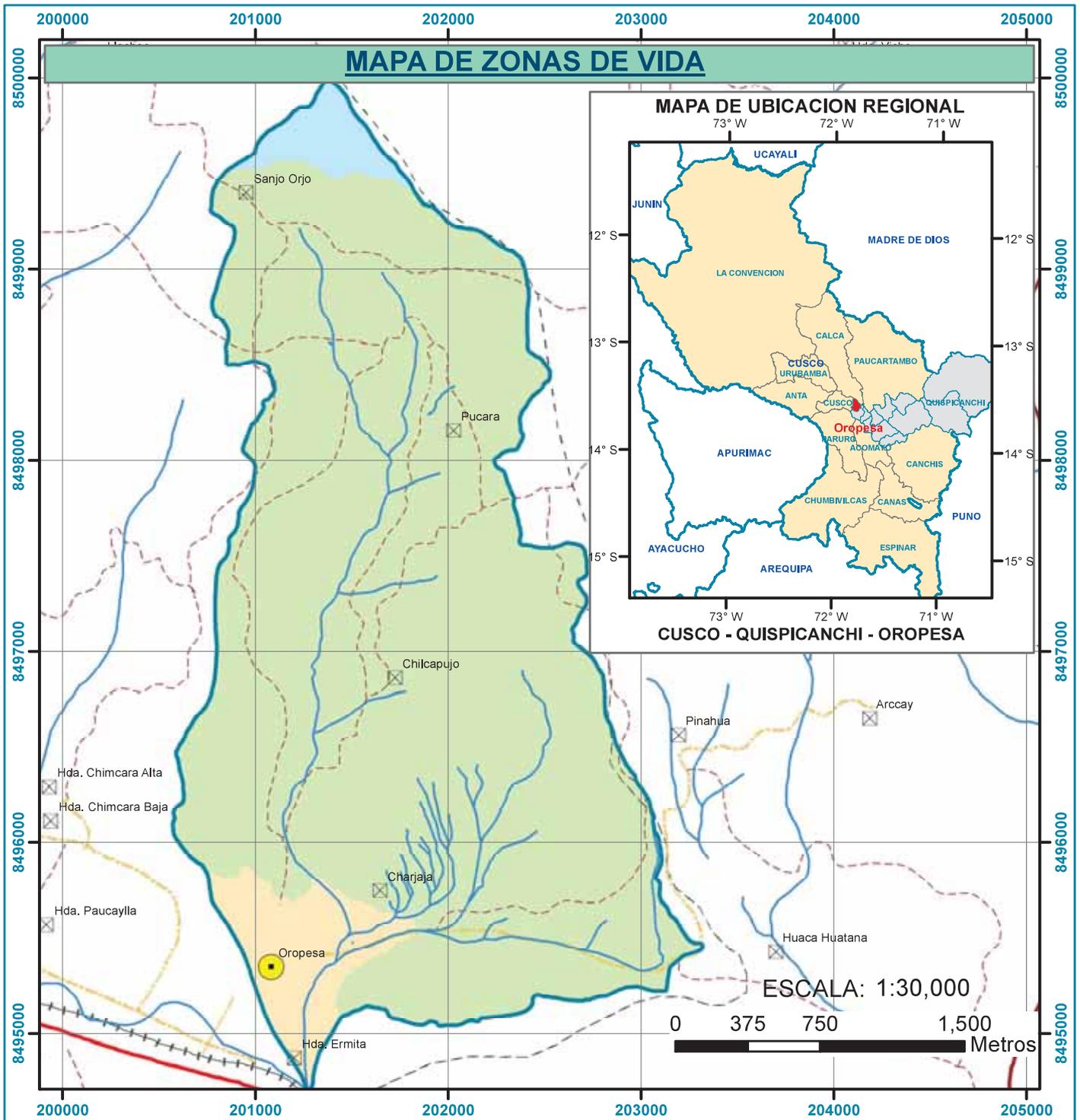
N°	Viable	Biotemperatura	Precipitación	Evapotranspiración potencial	Relación ETF	Región Latitudinal	Piso Altitudinal	Provincia Humedad	Hexágono
1	Si	13.6	632.27	801.448	1.267572397969	Templada Calida	Montano Bajo	Subhúmedo	Bosque Seco
2	Si	13.07	651.11	770.2151	1.182926233662	Templada Calida	Montano Bajo	Subhúmedo	Bosque Seco
3	Si	12.31	678.51	725.4283	1.069149017700	Templada Calida	Montano Bajo	Subhúmedo	Bosque Seco
4	Si	11.55	705.09	682.9987	0.960688823419	Templada Fria	Montano	Húmedo	Bosque Húmedo
5	Si	10.91	730.9	642.9263	0.879636475578	Templada Fria	Montano	Húmedo	Bosque Húmedo
6	Si	10.28	755.98	605.0004	0.801344480012	Templada Fria	Montano	Húmedo	Bosque Húmedo
7	Si	9.58	780.38	570.4424	0.730980291582	Templada Fria	Montano	Húmedo	Bosque Húmedo
8	Si	9.12	804.12	537.4416	0.668359946276	Templada Fria	Montano	Húmedo	Bosque Húmedo
9	Si	8.59	827.25	506.2087	0.611917437292	Templada Fria	Montano	Húmedo	Bosque Húmedo
10	Si	8.09	849.79	476.7437	0.561813544532	Templada Fria	Montano	Húmedo	Bosque Húmedo
11	Si	7.62	871.78	449.0466	0.515091651563	Templada Fria	Montano	Húmedo	Bosque Húmedo
12	Si	7.17	893.23	422.5281	0.473033933029	Templada Fria	Montano	Perhúmedo	Bosque Húmedo
13	Si	6.75	914.18	397.7775	0.435119451311	Templada Fria	Montano	Perhúmedo	Bosque muy Húmedo
14	Si	6.58	923.04	387.7594	0.420085488912	Templada Fria	Montano	Perhúmedo	Bosque muy Húmedo

Fuente: Elaboración propia.

En el mapa de zonas de vida de la microcuenca Unuhuaycco (Mapa N° 11) se muestra las tres zonas de vida determinadas para la zona de estudio.







**SIMBOLOGIA**

**Hidrografia**

- Microcuenca Unhuaycco
- Drenajes

**Lugares Poblados**

- Capital de Distrito
- Centros Poblados

**Limites Politicos y Administrativos**

- Limite Regional
- Limite Provincial
- Limite distrital

**Red Vial**

- Carretera asfaltada
- Carretera afirmada, transitable
- Camino carrozable
- Camino de herradura
- Ferrocarril

Leyenda				
Zona de vida	Símbolo	Provincia	Area (ha)	
Bosque seco Montano Templado calido	bs-MTC	SubHumedo	53.08	
Bosque humedo Montano Templado frio	bh-MTF	Humedo	756.49	
Bosque humedo Montano Templado frio	bh-MTF	PerHumedo	21.26	
Total			830.84	

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA**

**MAPA: ZONAS DE VIDA**

<b>UBICACIÓN</b>		<b>SISTEMAS DE COORDENADAS</b>		
<b>REGION:</b> Cusco <b>PROVINCIA:</b> Quispicanchi <b>DISTRITO:</b> Oropesa <b>SECTOR:</b> Unhuaycco		<b>Proyeccion:</b> Universal Transversa Mercator (UTM) <b>Elipsoide o Datum Horizontal:</b> World Geodesic System 1984 (WGS84) <b>Huso y Zona:</b> 19L Sur		
<b>ASESOR:</b> Mgt. Ing. Eddie E. Mercado Tejada		<b>ELABORADO POR:</b> Barrientos Cruz Vidal Antoni Bandera Perez Wilner		<b>FUENTE:</b> Elaboración propia
<b>ESCALA DE TRABAJO</b> 1: 30000	<b>ESCALA DE IMPRESIÓN:</b> A4	<b>FECHA:</b> OCT. 2019	<b>CODIGO:</b> MZV-11	<b>MAPA N°:</b> 11

## CAPITULO V: HIDROGEOLOGIA

### 5.1. INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

En esta fase se realizó el inventario de los diferentes manantiales que se encuentran dentro de la zona de estudio. Como resultado del inventario de los manantiales presentes en la microcuenca Unuhuaycco se tiene un total de 16 manantes.

Tabla 5.1. Inventario de fuentes de agua (manantiales), en la microcuenca Unuhuaycco.

Nro.	Nombre	Este	Norte	Altitud
1	Galería Atoqhuachana	201701	8497981	3634
2	Manante Atoqhuachana	201379	8498619	3915
3	Pucara 01	201814	8498685	3883
4	Pucara 02	201848	8498635	3869
5	Qalpayochuayqo 01	201229	8499216	4066
6	Qalpayochuayqo 02	201216	8499203	4062
7	Quincemilniyoc	202036	8498388	3887
8	Ranraccasa	201554	8499239	4068
9	Yanahuaylla 01	202066	8498884	3951
10	Yanahuaylla 02	201945	8499031	4003
11	Yanahuaylla 03	201737	8499040	3986
12	Yanahuaylla 04	201565	8499164	4035
13	Yanahuaylla 05	201606	8499170	4036
14	Yanahuaylla 06	201585	8499063	4002
15	Yanahuaylla 07	201539	8499180	4046
16	Yanahuaylla 08	201645	8499075	3998

Fuente: Elaboración propia

De los manantiales inventariados, la galería Atoqhuachana es la más importante, dentro de todas las fuentes inventariadas, ya que presenta el mayor caudal con respecto a las demás fuentes y es una de las principales fuentes de consumo humano.

Esta galería de Atoqhuachana construida en el año 1999, presenta una longitud de 140 metros, con un rumbo aproximado de N7°E, donde el agua esta captada desde la zona más profunda de la galería, extrayéndose el agua por un tubo de 6 pulgadas, así mismo la galería estuvo en proceso de mantenimiento y reparación (2018), por los múltiples colapsos de material cuaternario, interrumpiendo el acceso a la galería.



Foto 5.1. Interior galería filtrante Atoqhuachana.



Foto 5.2. Exterior galería filtrante Atoqhuachana.

# MAPA DE INVENTARIO DE FUENTES

**SIMBOLOGIA**

Hidrografía  
 Microcuencas Unihuaycco  
 Drenajes  
 Lugares Poblados  
 Capital de Distrito  
 Centros Poblados

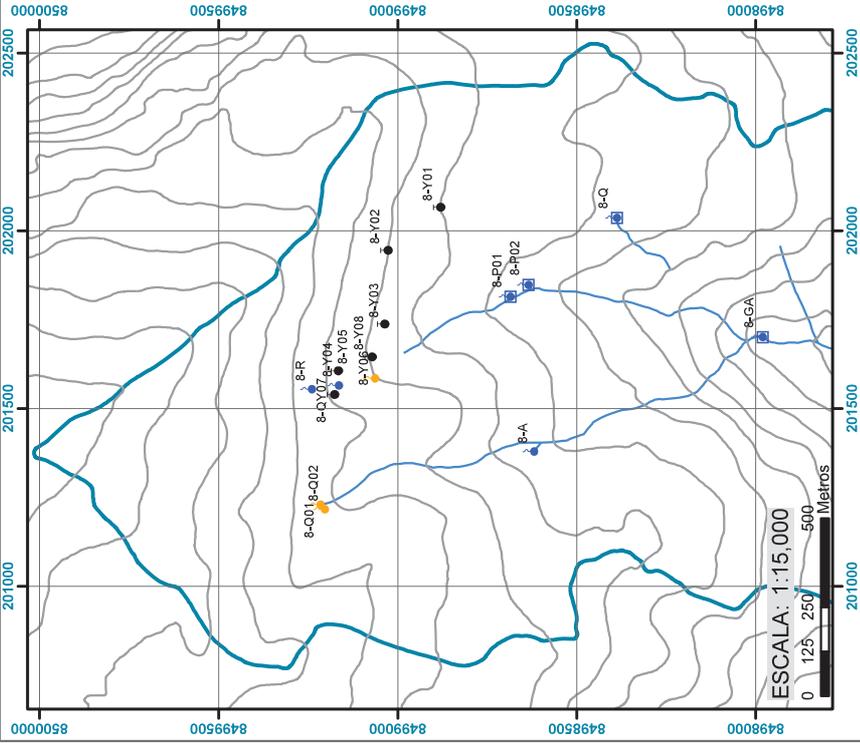
Limites Políticos y Administrativos  
 Limite Regional  
 Limite Provincial  
 Limite distrital

Relieve  
 Curvas de nivel

Red Vial  
 Carretera asfaltada  
 Carretera afirmada, transitable  
 Camino carrozable  
 Camino de herradura  
 Ferrocarril



Manante Temporal Calpayochuaycco  
Sector Oeste de la Microcuencas Unihuaycco



**LEYENDA**

TIPO DE FUENTE	SIMBOLO	CANTIDAD
Manantial Captado		4
Manantial Permanente		3
Manantial Temporal		3
Manantial Extnimo		6
Total		16

Simbolo en el Mapa: 8-R

Tipo de Fuente:

Código de microcuencas: 4994974 | 8-R

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ARAO DEL CUSCO  
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

MAPA: INVENTARIO DE FUENTES

**SISTEMAS DE COORDENADAS**  
 Proyeccion: Universal Transversa Mercator (UTM)  
 Elipsoid e Datum Horizontal: World Geodesic System 1984 (WGS84)  
 Huso y Zona: 19L Sur

**UBICACIÓN**  
 REGION: Cusco  
 PROVINCIA: Quispicanchi  
 DISTRITO: Oropesa  
 SECTOR: Unihuaycco

**ELABORADO POR:**  
 Barrios Cruz Vidal Antoni  
 Bandera Perez Wilner

**ASESOR:**  
 Mgt. Ing. Eddie E. Mercado Tejada  
 Ing. Tedy Marceho Ore

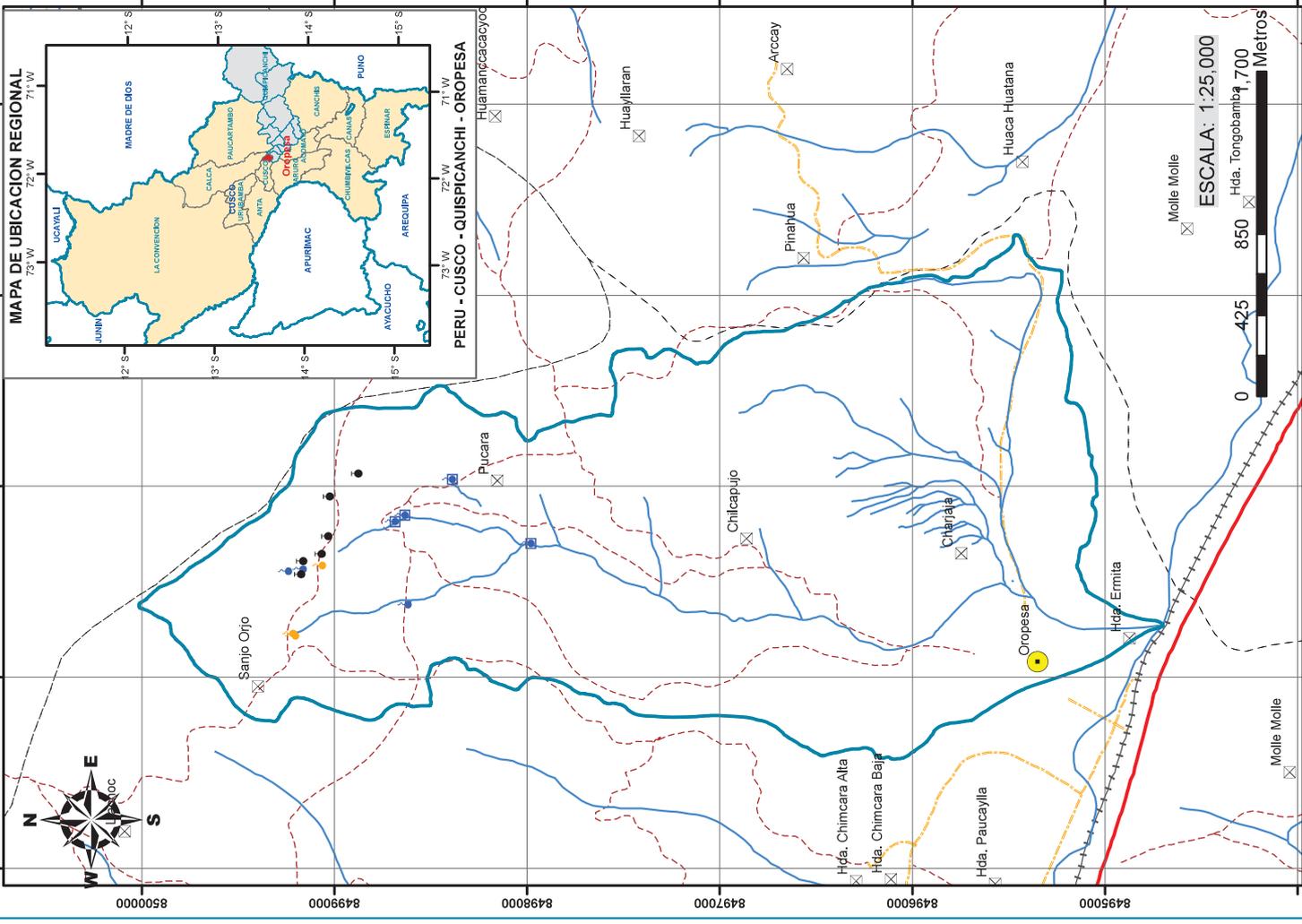
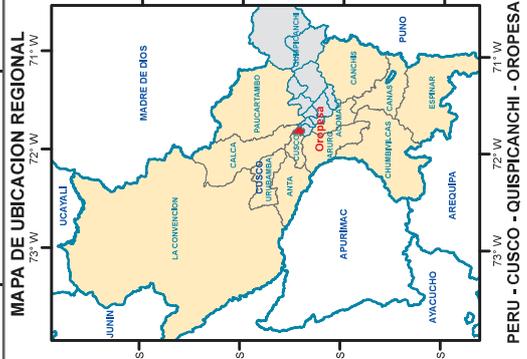
**FECHA:** OCT. 2019

**INDICADAS** ESCALA DE IMPRESIÓN: A3

**MAPA N°:** MIF-12

**INVENTARIO DE FUENTES**

Tipo de Fuente	NOMBRE	SIMBOLO
	Quincecunivayoc	8-Q
	Ranacasa	8-R
	Calpayochuaycco 01	8-Q01
	Manante Atochuacha	8-A
	Calpayochuaycco 02	8-Q02
	Yanahuaylla 05	8-Y05
	Yanahuaylla 04	8-Y04
	Yanahuaylla 02	8-Y02
	Yanahuaylla 06	8-Y06
	Yanahuaylla 01	8-Y01
	Galera Atochuachana	8-GA
	Pucara 01	8-P01
	Pucara 02	8-P02
	Yanahuaylla 03	8-Y03
	Yanahuaylla 08	8-Y08
	Yanahuaylla 07	8-Y07



## 5.2. HIDROMETRÍA

En este capítulo se da a conocer la medición del caudal del aporte de las fuentes de agua de origen subterráneo dentro de la microcuenca Unuhuaycco, para lo cual se utilizó el método de dilución de sal en un flujo de corriente y equipo HOBO - U24, que registra información de conductividad eléctrica y temperatura.



Foto 5.3. Medida de la conductividad eléctrica del agua, equipo HOBO.

### 5.2.1. EQUIPOS Y MATERIALES

Equipo HOBO - U24 con adaptador, computadora portátil (laptop), GPS, wincha de 30 m, sal de mesa, balanza electrónica portátil, tubo de 1', cámara fotográfica, mapa base, mapa de inventario de manantes y mapa de red hídrica.



Foto 5.4. Materiales de campo para la medición de caudal.

## 5.2.2. PRINCIPIO BÁSICO DE MEDICIÓN POR DILUCIÓN DE SAL EN UN FLUJO

El principio básico de la medición por dilución es agregar una cantidad conocida de un trazador a una corriente y observar su concentración en la corriente en un punto en el que esté completamente mezclado con el flujo. Cuanto mayor es el flujo, más diluye el trazador. La sal seca utilizada como marcador debe inyectarse en un punto que favorezca una rápida disolución. Esto crea una solución de sal in situ que luego se dispersa en el flujo ayudado por la turbulencia en la columna de agua. La concentración de sal resultante se mide como conductividad eléctrica en un punto aguas abajo del punto de inyección donde se mezcla completamente.

$$Q = \frac{M}{A} (\text{m}^3/\text{s}) \quad (1) \quad Q = \frac{M}{A} (\text{m}^3/\text{s}) \quad (1) \quad C_t = (EC_t - EC_0) * CF \quad (3)$$

$EC_t$  = Conductividad Eléctrica en el momento,  $EC_0$  = Conductividad Eléctrica Base

$CF$  = Factor de Concentración (0.55),  $t_{int}$  = Intervalo de tiempo de toma de datos

$t$  = Tiempo de inyección

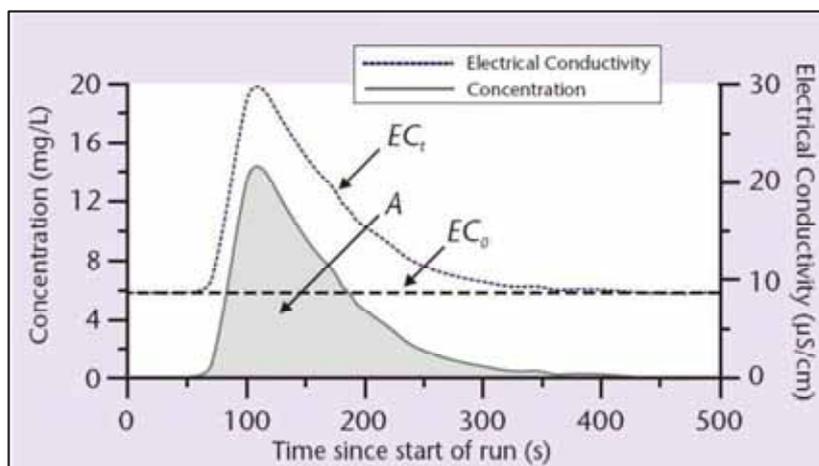


Figura 5.1. Diagrama de obtención de curva de datos.

Fuente: (*Evaluation of Permeability of Lake Mansar Waters for Irrigation Purposes*, n.d.)

Criterios preliminares. Las características básicas de un alcance adecuado para la dilución de la sal son:

1. El flujo de agua debe ser turbulento con una gradiente pronunciada: algunos canales con gradientes entre 3 y 5% se pueden medir con dilución de sal. Los gradientes bajos

(<3%) tienden a ser adecuados para la medición de corriente y un gradiente alto (> 5%) para la dilución de sal.

2. Debe haber un mínimo de piscinas y otras áreas de remanso.

Comportamiento de la sal inyectada en un canal de corriente. Para caudales bajos, y particularmente en canales anchos con turbulencia limitada, la sal se puede disolver en un balde de agua antes de la inyección para ayudar a la mezcla. Esto no altera el método siempre y cuando la masa de sal sea conocida y esté completamente disuelta en el agua.

### 5.2.3. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN DE CAUDAL

- Se ubicó los puntos de drenaje de agua adecuado, donde el caudal es considerablemente turbulento, para una rápida y uniforme dilución de la sal y el agua.
- Se midió la distancia considerando que dicha distancia sea proporcional al caudal del drenaje, considerando que en este tramo no exista de aporte de aguas. 20 a 25 metros aguas arriba del punto considerado.



Foto 5.5. Medida de la distancia adecuada para el vertido de sal en agua.

- Se pesó la masa de sal inicial y la masa final después de haber sumergido en agua.

- Se prosiguió a la programación del equipo HOBO.



Foto 5.6. Programación del aparato colector de datos (HOBO), en laptop.

- Se introdujo el equipo HOBO en el tubo de 1'' que será para la protección de materiales que esta traslada y puede dañar el aparato, dicho tubo agujereado para el ingreso del agua y luego se introdujo en el drenaje.
- Se introdujo una masa de sal en el punto considerado 20 a 25 metros aguas arriba, después de unos 2 minutos después de que este registrando el equipo HOBO.



Foto 5.7. Vertido de la sal.

- Dejamos equipo HOBO registrando la conductividad del agua por un aproximando de 15 minutos, tiempo en el cual registrara la conductividad del agua contaminada con sal, donde al descargar la información se pudo ver la curva generada (Figura 5.2).

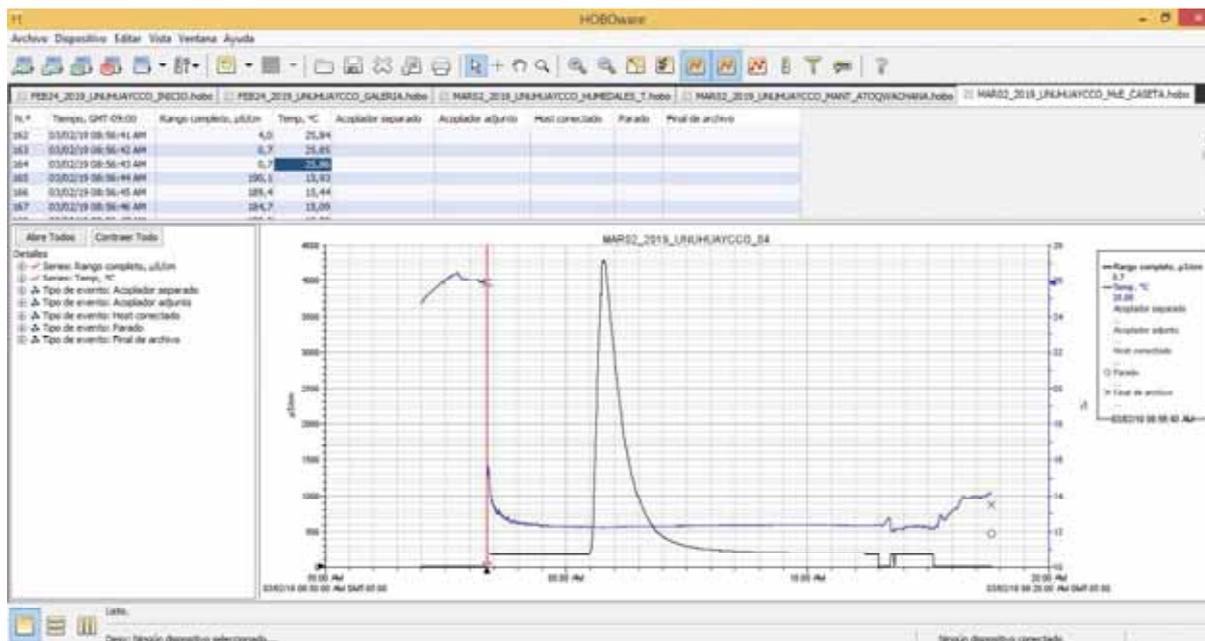


Figura 5.2. Curva de registro de datos de conductividad del agua contaminada con una masa de sal conocida.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra la Tabla 5.2 en la que se realiza el procesamiento de los datos descargados del equipo HOBO.

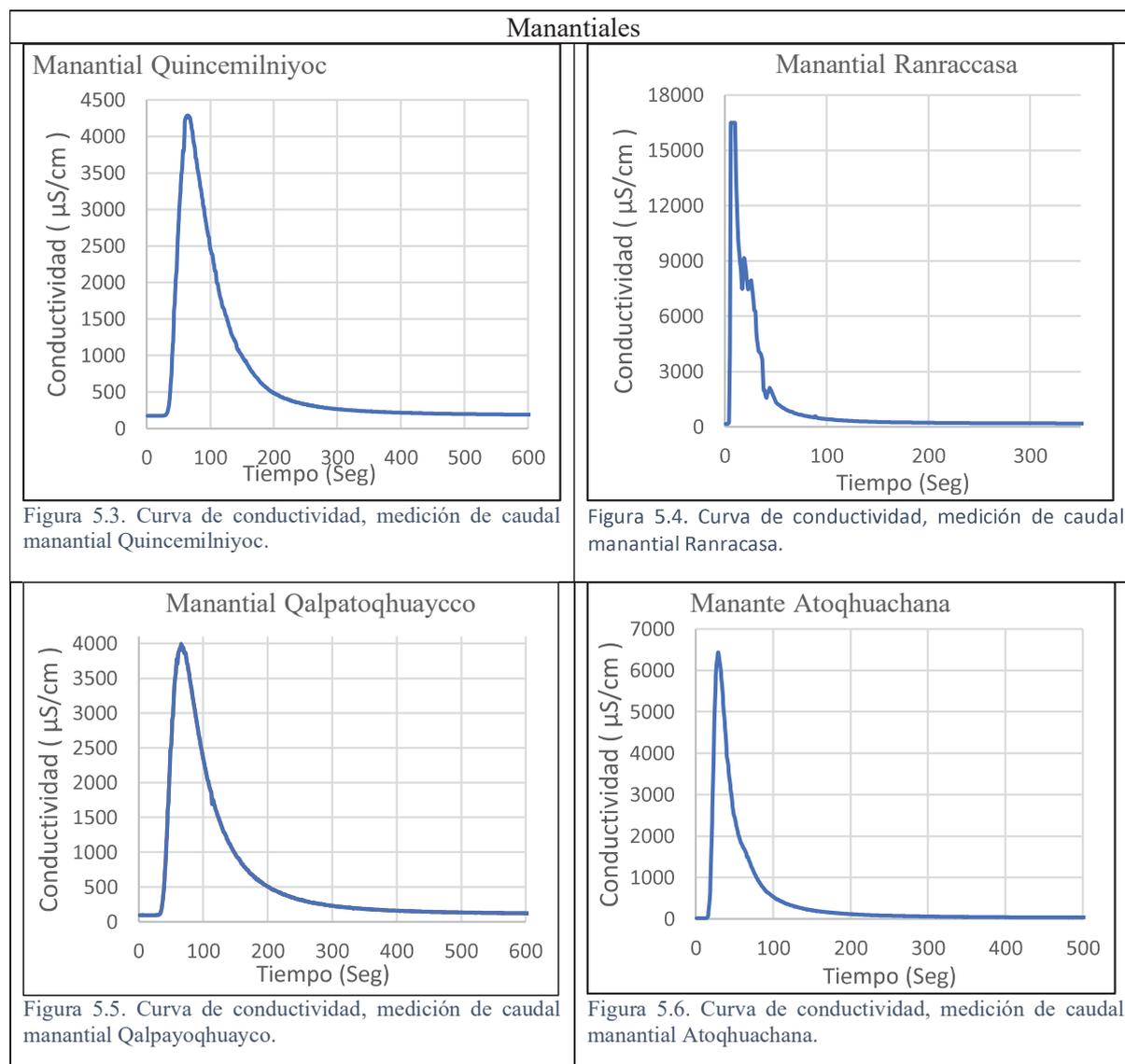
Tabla 5.2: Datos de conductividad eléctrica para el cálculo de caudal.

MAR02 2019 UNUHAYCCO MANT ATOQWACHANA						
Fecha	Hora	µS/cm	T °C	Nº	CE - Curva	mg/L
02/03/2019	14:10:49	15.8	10.58	10	0	0
02/03/2019	14:10:50	16.2	10.59	11	0.4	0.22
02/03/2019	14:10:51	16.2	10.59	12	0.4	0.22
02/03/2019	14:10:52	16.6	10.58	13	0.8	0.44
02/03/2019	14:10:53	21	10.59	14	5.2	2.86
02/03/2019	14:10:54	37.5	10.59	15	21.7	11.935
02/03/2019	14:10:55	88.7	10.58	16	72.9	40.095
02/03/2019	14:10:56	271.8	10.59	17	256	140.8

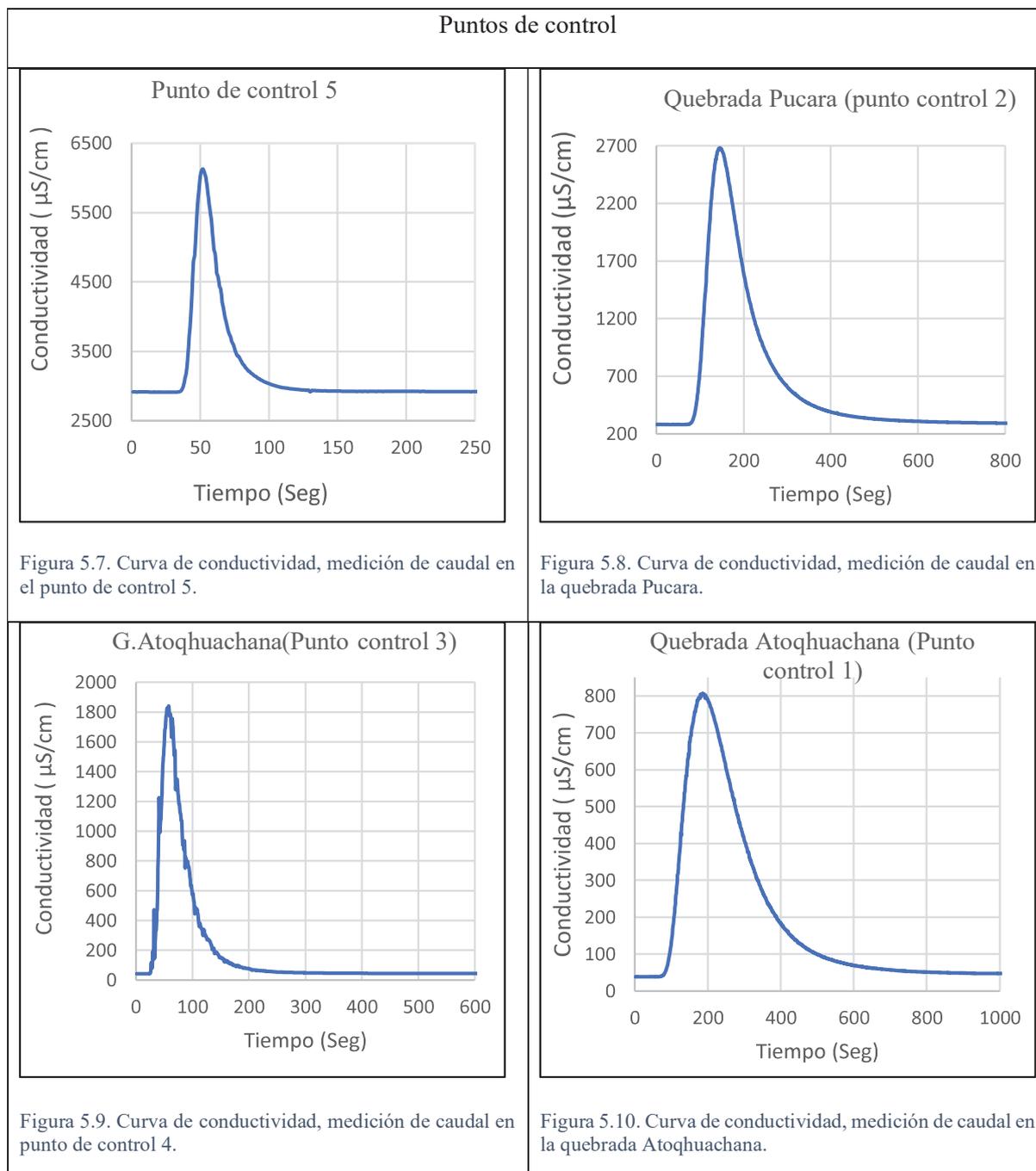
Fuente: Elaboración propia

#### 5.2.4. PROCESAMIENTO Y OBTENCIÓN DE RESULTADOS

El procesado de la información descargada del equipo HOBO, se hizo con el programa Excel, en el que se procesó para la determinación del caudal de los diferentes puntos de control, los cuales se muestra a continuación en las siguientes figuras:



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 5.3, se muestra el resumen de los datos de conductividad eléctrica registrada por el equipo HOBO, donde se observa cómo se ha determinado el caudal de cada una de las fuentes evaluadas.

Tabla 5.3. Resumen de proceso de cálculo de caudal.

MEDIDAS DE CAUDALES									
Descripción	Und	Punto Aforo	Quebrada Pucara	Galería Atoquhuachana	Quincemilniyoc	Ranracca sa	Qalpayochua yqo	Manante Atoquhuachana	Atoquhuachana
Masa Inicial de Sal	g	521.00	608.00	999.00	1000.00	790.00	616.00	399.00	1025.00
Masa Final de Sal	g	5.00	4.00	608.00	790.00	616.00	399.00	5.00	411.00
Masa de Sal utilizado	g	516.00	604.00	391.00	210.00	174.00	217.00	394.00	614.00
Fecha de la Prueba	d/m/a	02/24/19	02/24/19	02/24/19	03/02/19	03/02/19	03/02/19	02/03/19	02/03/19
Hora de vertido de Sal	h:m:s	12:54:00	14:57:10	16:01:10	09:00:30	12:10:59	13:17:00	14:10:40	14:58:00
Primera molécula de sal	h:m:s	12:54:34	14:58:24	16:01:32	09:00:54	12:11:02	13:17:26	14:10:52	14:59:10
Llegada de molécula	Seg	00:00:34	00:01:14	00:00:22	00:00:24	00:00:03	00:00:26	00:00:12	00:01:10
Velocidad Media del fluido (agua)	m/s	0.5882	0.1351	0.4545	0.3750	0.9333	0.3846	0.3077	0.3143
Área bajo la curva		79682.20	288469.90	94637.30	314151.5	347112.60	323805.30	233805.40	155757
Caudal	m <sup>3</sup> /s	0.006476	0.002094	0.004132	0.000668	0.000501	0.000670	0.001685	0.003942
Distancia de prueba	m	20.00	10.00	10.00	9.00	2.80	10.00	8.00	22.00

Fuente: Elaboración propia

Finalmente se tiene las Tablas 5.4 y 5.5 donde se considera los caudales correspondientes a cada manantial y los puntos de control respectivamente, y su clasificación por el caudal que aporta, y el caudal que se tiene en los puntos de control.

Tabla 5.4: Caudales en puntos de manantes.

Nombre	Este	Norte	Altitud	Q(m <sup>3</sup> /s)	Q(L/s)	Régimen	Categoría
Galería Atoqhuachana	201701	8497981	3634	0.0113	11.34	Permanente	Cuarta
Manante Atoqhuachana	201379	8498619	3915	0.0017	1.69	Permanente	sexta
Pucara 01	201814	8498685	3883	0.0083	8.32	Permanente	quinta
Pucara 02	201848	8498635	3869	0.0086	8.63	Permanente	quinta
Qalpayochuayqo 01	201229	8499216	4066	0.0007	0.67	Temporal	séptima
Qalpayochuayqo 02	201216	8499203	4062	0.0000	0.00	Temporal	séptima
Quincemilniyoc	202036	8498388	3887	0.0007	0.67	Permanente	séptima
Ranraccasa	201554	8499239	4068	0.0005	0.50	Permanente	séptima
Yanahuaylla 01	202066	8498884	3951	0.0000	0.00	Extinto	séptima
Yanahuaylla 02	201945	8499031	4003	0.0000	0.00	Extinto	séptima
Yanahuaylla 03	201737	8499040	3986	0.0000	0.00	Extinto	séptima
Yanahuaylla 04	201565	8499164	4035	0.0000	0.00	Permanente	séptima
Yanahuaylla 05	201606	8499170	4036	0.0000	0.00	Extinto	séptima
Yanahuaylla 06	201585	8499063	4002	0.0000	0.00	Temporal	séptima
Yanahuaylla 07	201539	8499180	4046	0.0000	0.00	Extinto	séptima
Yanahuaylla 08	201645	8499075	3998	0.0000	0.00	Extinto	séptima

Fuente: Elaboración propia

De las 16 fuentes inventariadas y analizadas, Se observa que se tienen caudales entre 0 l/s, que vienen a ser manantiales que se extinguieron en los últimos años y 11.34 l/s, correspondientes al caudal de la galería de Oropesa.

Tabla 5.5: Puntos de control.

Punto control	Descripción	Este	Norte	Cota	Caudal (l/s)
1	Quebrada Atoqhuachana	201479	8498417	3861	3.94205
2	Quebrada Pucara	201801	8498380	3802	3.80692
3	Unión quebrada Pucara y Atoqhuachana	201701	8497981	3633	-
4	Unión Galería y Quebradas	201695	8497967	3630	-
5	Punto Aforo	201289	8496410	3280	11.77

Fuente: Elaboración propia

### 5.2.5. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA Y TEMPERATURA

A continuación, se muestra los datos de conductividad eléctrica y temperatura del agua de los manantiales (Tabla 5.6) y los puntos de control (Tabla 5.7).

Tabla 5.6. Temperatura y Conductividad eléctrica de manantiales.

Nombre	Este	Norte	Conductividad (uS/cm)	Temperatura
Galería Atoquhuachana	201701	8497981	525.9044	12.4744
Manante Atoquhuachana	201379	8498619	15.5200	10.6275
Pucara 01	201814	8498685		
Pucara 02	201848	8498635		
Qalpayochuayqo 01	201229	8499216	96.8963	10.3413
Qalpayochuayqo 02	201216	8499203	92.5132	11.2579
Quincemilniyoc	202036	8498388	174.5333	12.3188
Ranraccasa	201554	8499239	162.8422	9.1830
Yanahuaylla 01	202066	8498884	212.0218	13.4132
Yanahuaylla 02	201945	8499031	189.4772	20.9330
Yanahuaylla 03	201737	8499040	196.9194	11.3826
Yanahuaylla 04	201565	8499164	189.2667	12.1769
Yanahuaylla 05	201606	8499170	150.4477	11.2477
Yanahuaylla 06	201585	8499063		
Yanahuaylla 07	201539	8499180		
Yanahuaylla 08	201645	8499075		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.7. Conductividad eléctrica y temperatura de puntos de control

Punto control	Descripción	Este	Norte	Cota	Caudal (l/s)	Conductividad ( $\mu$ S/cm)	Temperatura $^{\circ}$ C	Dureza
1	Quebrada Atoquhuachana	201479	8498417	3861	3.94205	38.8457	14.5948	Muy Blanda
2	Quebrada Pucara	201801	8498380	3802	3.80692	282.1921	13.8073	Blanda
3	Unión quebrada Pucara y Atoquhuachana	201701	8497981	3633	-	41.9739	12.8387	Muy blanda
4	Unión Galería y Quebradas	201695	8497967	3630	-	334.6889	12.1837	Ligeramente Dura
5	Punto Aforo	201289	8496410	3280	11.77	2913.2059	20.3215	Muy Dura

Fuente: Elaboración propia

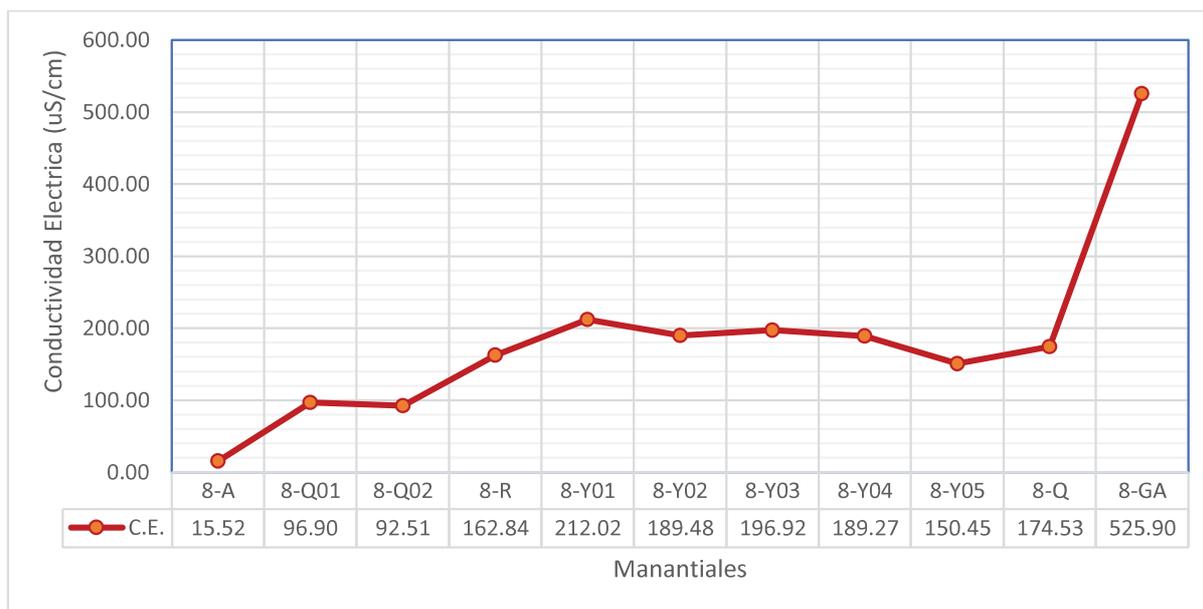


Figura 5.11. Interpolación de la conductividad eléctrica de los manantiales.  
Fuente: Elaboración propia.

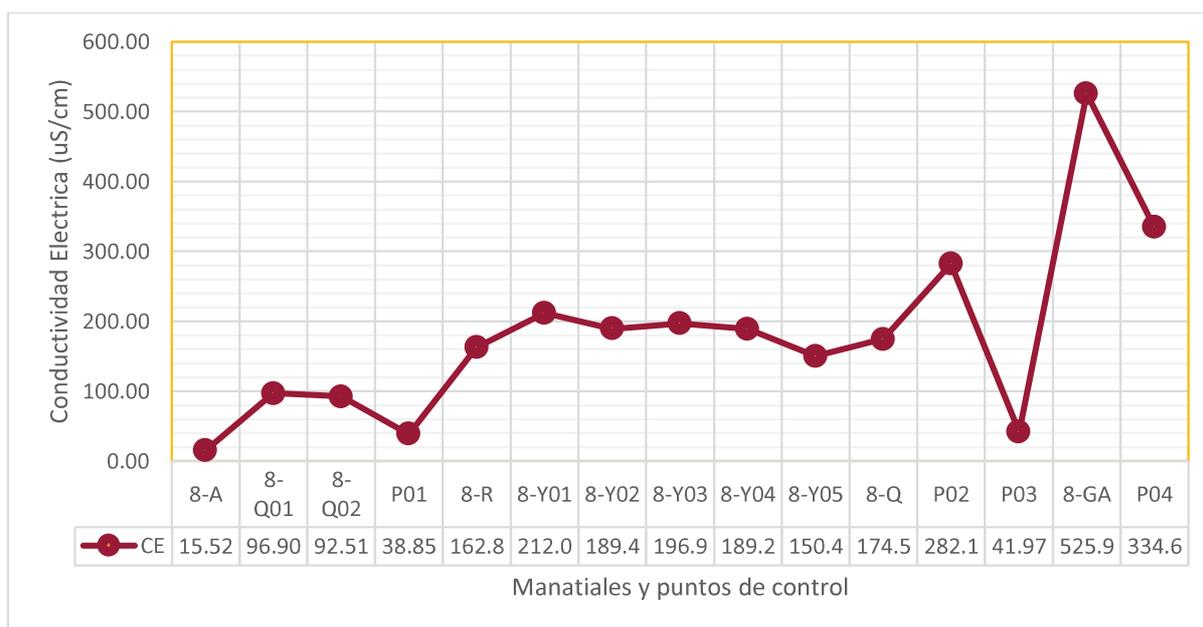


Figura 5.12. Conductividad eléctrica de manantiales y puntos de control.  
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 5.11 se muestra la variación de la C.E. de los manantiales, mientras que en la Figura 5.12, C.E. de puntos de control y manantiales de la microcuenca Unuhuaycco. Datos obtenidos con el equipo HOBO.

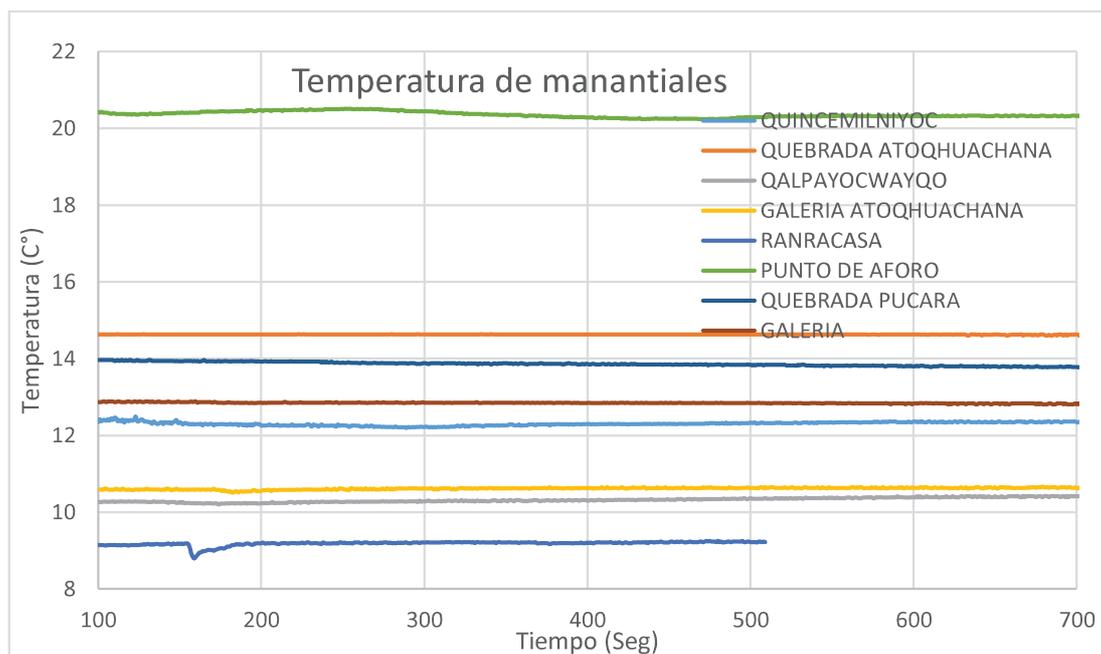


Figura 5.13. Temperatura de las fuentes de agua de la microcuenca Unuhuaycco.  
Fuente: Elaboración propia

Resultado del procesamiento de temperatura y conductividad eléctrica obtenidos con equipo HOBO. Es que se tiene el siguiente diagrama (Figura 5.14), donde se muestra la influencia que tiene el medio por el que transcurre los drenajes al atravesar por diferentes suelos y litologías correspondientes a diferentes formaciones geológicas.

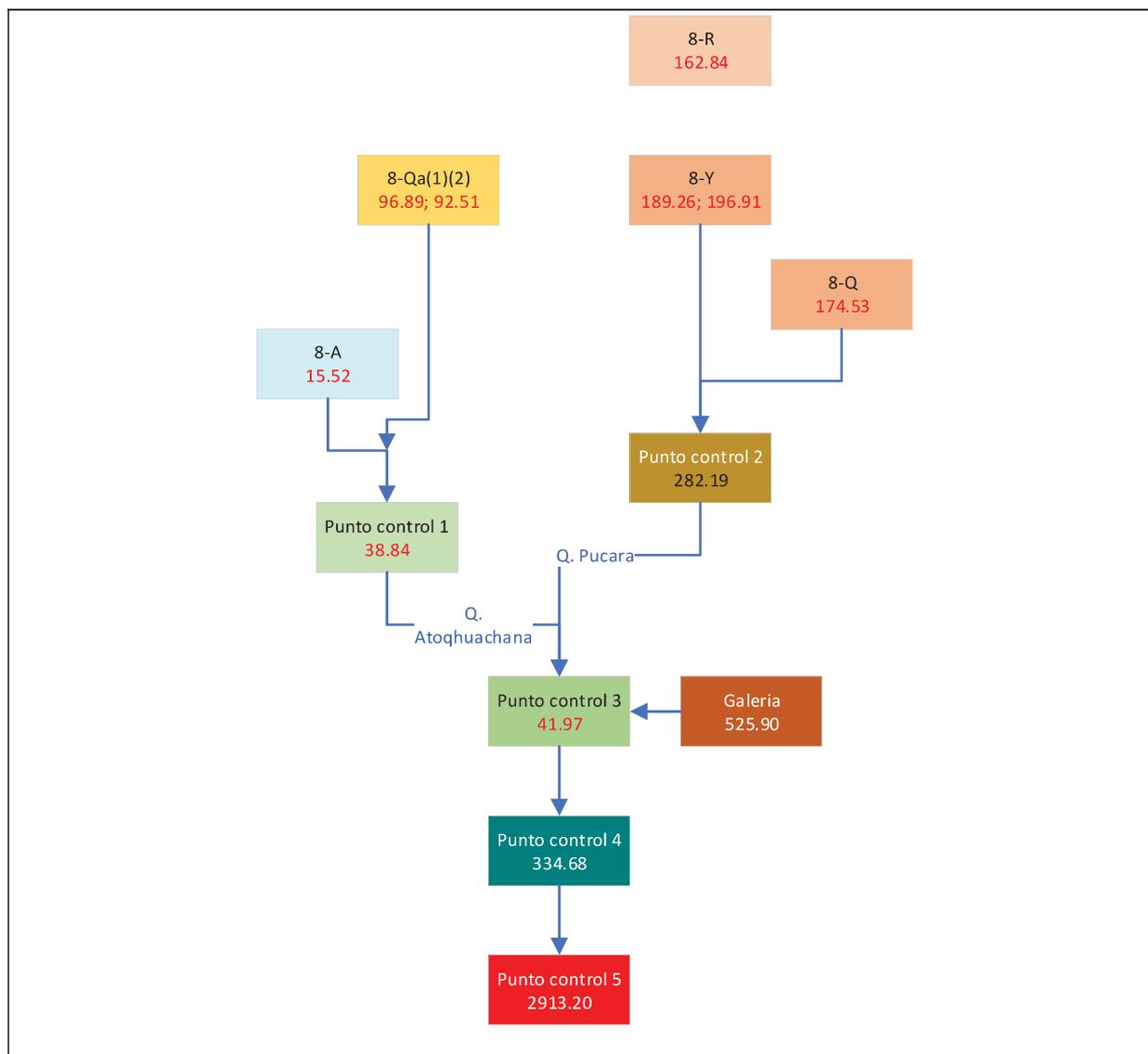


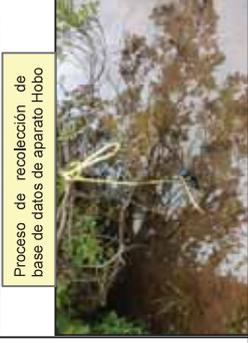
Figura 5.14. Variación de la conductividad eléctrica en relación del cauce principal y sus afluentes.

En la Figura 5.14, se representan los valores de conductividad eléctrica (C.E.) (inferior) de los manantiales inventariados (superior), así como de los puntos de control de caudal (superior). Se observa que existe una regulación natural al entrar en contacto dos fuentes, uno con un valor de 96.89 uS/cm correspondiente al manantial Qalpayochuayco (8Qa-1,2) y el otro con un valor de 15.52 uS/cm correspondiente al manantial Atoquhuachana(8A), como resultado, en el punto de control 1 se obtuvo el valor de 38.84 uS/cm de C.E. .Es así que en la Figura 5.14 se muestra la variación de la conductividad eléctrica del cauce principal y cuál es la influencia de sus afluentes provenientes de una formación determinada, así como la variación del valor de la C.E. del cauce principal en su trayecto, pasando por las distintas formaciones.

# MAPA DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA

Medida de conductividad			
Punto de Medida	Este	Norte	Temperatura (°C)
Quebrada Pucara	201801	8498380	3802
Galeria Atochuachana	201701	8497981	3633
Quincemiliniyoc	202036	8498388	3887
Ranraca	201554	8499239	4065
Qalpayochuayqo 01	201229	8499216	4063
Manante Atochuachana	201379	8498619	3913
Quebrada Atochuachana	201479	8498417	3861
Qalpayochuayqo 02	201216	8499203	4055
Yanahuaylla 05	201606	8499170	4033
Yanahuaylla 04	201565	8499164	4032
Yanahuaylla 03	201945	8499031	4000
Yanahuaylla 02	201585	8499063	3999
Yanahuaylla 01	202066	8498884	3950
Galeria Adentro	201701	8497981	3633
			525.9044
			12.4744

Programación del aparato Hobo para la recolección de datos



**SIMBOLOGIA**

- Mor\_Unuahuayco
- Conductividad
- Capital de Distrito
- Centros Poblados
- Distritos\_Cusco

**Red Vial**

- Carretera asfaltada
- Carretera afirmada, transitable
- Camino carrozable
- Camino de herradura
- Ferrocarril

**Drenajes**

- Intermitente
- Permanente

**MAPA:**

UNIVERSIDAD NACIONAL DES AN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

**CONDUCTIVIDAD ELECTRICA**

**UBICACIÓN**  
REGION : Cusco  
PROVINCIA : Quispicanchi  
DISTRITO : Oropesa  
SECTOR : Unuahuayco

**SISTEMA DE COORDENADAS**  
Proyeccion: Universal Transversa Mercator (UTM)  
Elipsoide o Datum Horizontal: World Geodesic System 1984 (WGS84)  
Huso y Zona: 19L Sur

**ELABORADO POR:**  
Mgt. Ing. Eddie E. Mercado Tejada  
Ing. Tedy Marrocho Oré

**FUENTE:**  
Elaboración propia

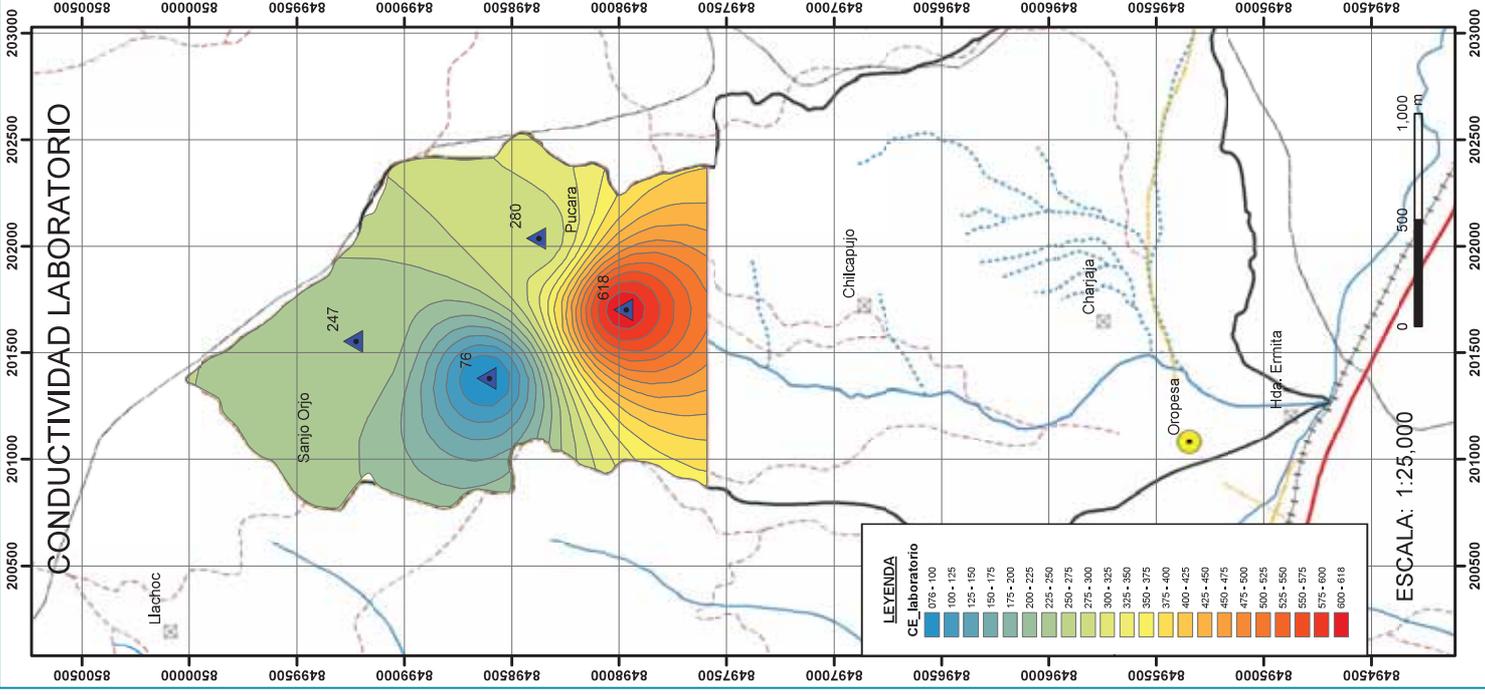
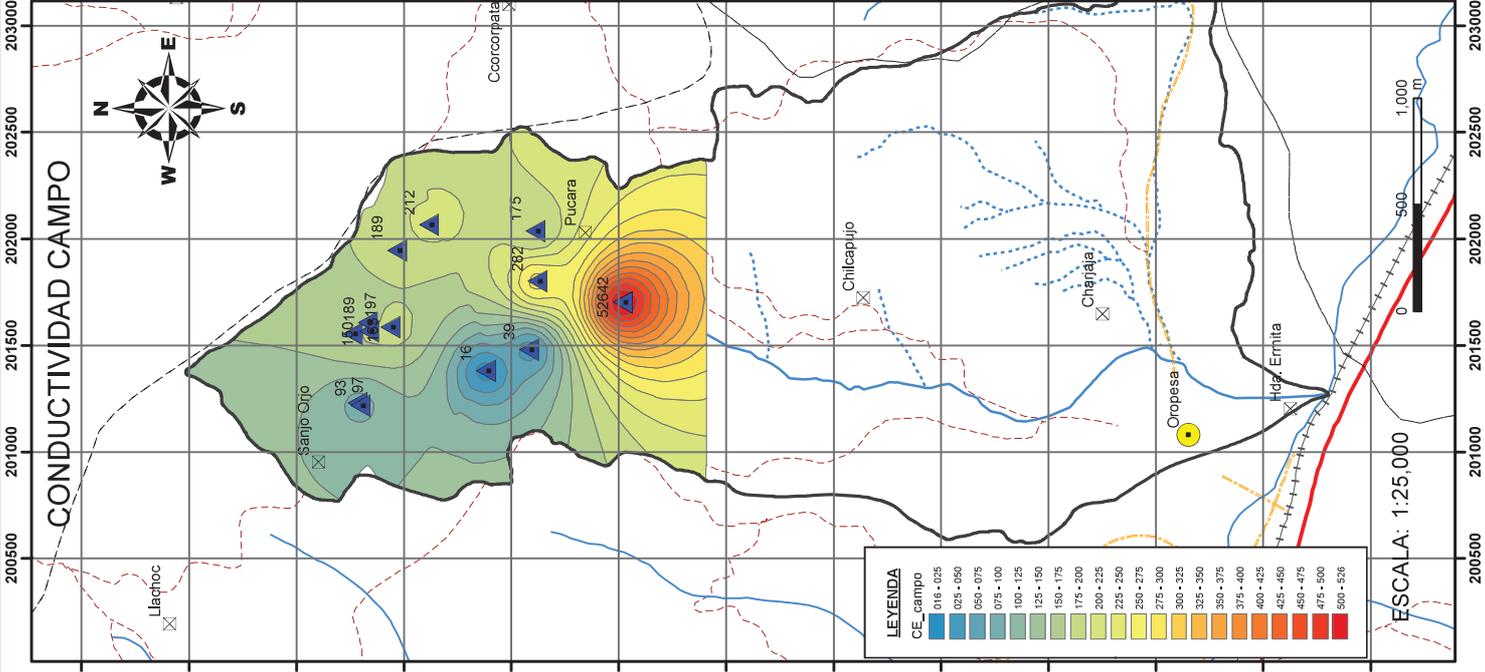
**ESCALA DE TRABAJO**  
1/25000

**ESCALA DE IMPRESIÓN:**  
A3

**FECHA:**  
OCT. 2019

**MAPA N°**  
13

**CODIGO**  
MCE



### 5.3. HIDROQUÍMICA

#### 5.3.1. ESTACIONES DE MUESTREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

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

En la microcuenca Unuhuaycco se ha muestreado 4 fuentes de aguas subterráneas en época de lluvias, Adicionalmente en todas las estaciones de muestreo se midieron in situ algunos parámetros físico químicos como temperatura y conductividad eléctrica con el equipo HOBO.

#### 5.3.2. SELECCIÓN DE LA SERIE ANALÍTICA

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

Los parámetros más importantes medidos y analizados son los siguientes:

- Parámetros físico-químicos: pH, temperatura, conductividad eléctrica, TDS, carbonatos y bicarbonatos.
- Parámetros Inorgánicos: sulfato, cloruros y nitratos.

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

### 5.3.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El laboratorio seleccionado, para el análisis de las muestras de agua, fue el laboratorio de LAB BIOTEC, donde se analizaron las seis (6) muestras de aguas subterráneas tomadas en época de lluvias (mayo 2019), cuatro muestras para un análisis fisicoquímico y dos muestras para su análisis micro bacteriológico.

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

La revisión visual de las facies predominantes en las muestras de agua se basa en la elaboración de un mapa hidroquímico (mapa N°12), que muestra a través del diagrama de Stiff, la predominancia de las aguas subterráneas que se encuentran en la microcuenca Unuhuaycco.

### 5.3.4. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA

#### 5.3.4.1. Potencial de Hidrogeniones (pH)

El pH es una de las pruebas más comunes para conocer parte de la calidad del agua. El pH indica la acidez o alcalinidad, en este caso de un líquido como es el agua, pero es en realidad una medida de la actividad del potencial de iones de hidrógeno ( $H^+$ ).

Los valores obtenidos del análisis fisicoquímico de los manantiales seleccionados muestran una tendencia neutra con valores entre 6.9 y 7.5, considerándose así que no existe acidez, ni alcalinidad en las diferentes muestras de agua (Tabla 5.8).

Tabla 5.8. pH de las muestras de agua.

Muestra	pH	Descripción
Manantial Atoquhuachana	6.9	Ligeramente ácido - neutro
Galería Atoquhuachana	7.5	Ligeramente alcalino
Manante Ranraccasa	7.7	Ligeramente alcalino
Manante Quincemilniyoc	7.1	Ligeramente alcalino - neutro

Fuente: Elaboración propia

### 5.3.4.2. Temperatura

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

Tabla 5.9. Temperaturas obtenidas en campo con el aparato HOBO.

Muestra	Temperatura HOBO	Descripción
Manantial Atoqhuachana	10.62	No termal
Galería Atoqhuachana	12.83	No termal
Manantial Ranraccasa	9.18	No termal
Manantial Quincemilniyoc	12.31	No termal

Fuente: Elaboración propia

Las fuentes inventariadas en el presente informe varían desde los 9° C a los 18.4 °C, por lo tanto; ninguna fuente se considera como fuente termal (Tabla 5.9).

### 5.3.4.3. Conductividad Eléctrica

De acuerdo a los estudios hidrogeológicos realizados por INGEMMET en las diferentes cuencas hidrográficas del Perú, se evidencia que los valores habituales de conductividad eléctrica para aguas subterráneas en zonas continentales (alejadas de la línea de costa) oscilan entre 10  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 1300  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , estos valores coincidentemente se encuentran dentro del rango de valores aptos para consumo humano y riego (Peña et al, 2010).

En la microcuenca Unuhuaycco los valores obtenidos de conductividad tienen valores normales de aguas dulces, los que proviene de unos acuíferos muy buenos, de calidad comprobada. Como se puede observar en la Tabla 5.10.

Tabla 5.10. Comparación de las conductividades eléctricas de los manantiales obtenidas en laboratorio y con el aparato HOBO en campo.

Muestra	Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	
	Laboratorio	Campo (HOBO)
Manante Atoqhuachana	76	15.52
Manante Qalpayoqhuayqo 02		92.51
Manante Qalpayoqhuayqo 01		96.89
Manante Yanahuaylla 05		150.44
Manante Ranraccasa	247	162.84
Manante Quincemilniyoc	280	174.53
Manante Yanahuaylla 04		189.26
Manante Yanahuaylla 02		189.47
Manante Yanahuaylla 03		196.91
Manante Yanahuaylla 01		212.02
Manante Galería Atoqhuachana	651.16	525.90

Fuente: Elaboración propia



Foto 5.8. Medida de conductividad eléctrica del manantial Yanahuaylla 01.

### 5.3.5. FACIES HIDROQUÍMICAS

Teniendo como base, el mapa de inventario de fuentes se ha evaluado las concentraciones de los componentes iónicos mayoritarios en el agua, como los cationes ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) y aniones  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  y  $\text{CaCO}_3$ .

El predominio de las facies hidroquímicas se ha calculado usando el software EasyQuim, que a su vez nos ha permitido generar un mapa hidroquímico que represente los valores y el predominio de los elementos químicos mayoritarios. Para establecer comparaciones entre los elementos predominantes se ha planteado los puntos en el diagrama de Stiff, los cuales nos permitieron visualizar los resultados químicos de las aguas sobre un mapa hidroquímico.

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

Tabla 5.11. Facies hidroquímicas.

Puntos de control	CE	pH	DUR	TSD	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		SO <sub>4</sub>		CL		NO <sub>3</sub>		Na		K		Ca		Mg	
					meq/l	%	meq/l	%	meq/l	%	meq/l	%	meq/l	%	meq/l	%	meq/l	%	meq/l	%
Ranracasa	247	7.7	156	282.2	1.73	45.33	1.39	36.47	0.33	8.56	0.37	9.64	0.33	9.77	0.05	1.49	1.98	57.67	1.06	31.07
Galeria	618	7.5	380.3	651.2	3.4	32.84	3.68	35.46	2.15	20.71	1.14	10.99	0.83	9.97	0.13	1.5	4.64	55.38	2.78	33.15
Matochuachana	76	6.9	52.65	104.3	0.97	63.75	0.22	14.3	0.09	5.76	0.25	16.18	0.17	13.74	0.03	2.22	0.84	66.03	0.23	18.02
Quincemilnicyoc	280	7.1	185.2	316.1	2.01	44.84	1.65	36.84	0.4	8.91	0.42	9.41	0.37	9.16	0.06	1.39	2.47	61.19	1.14	28.26

Fuente: Elaboración propia

#### 5.3.5.1. Diagrama de Stiff

Son representaciones gráficas, que muestran sintéticamente las características químicas principales del agua, facilitando su clasificación. En las figuras 5.15, 5.16, 5.17 y 5.18, se observan los diagramas de Stiff para cada fuente analizada en tiempo de avenidas.

En la Figura 5.15 de acuerdo a los iones dominantes se observa que el agua de este manante Ranraccasa es de tipo cálcica bicarbonatada con concentraciones medias de sulfatos y magnesio y concentraciones menores de cloro y sodio

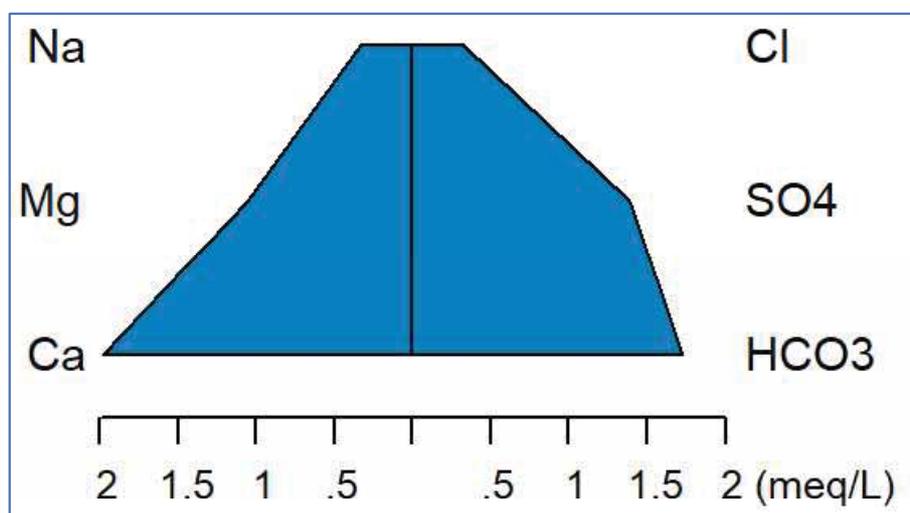


Figura 5.15. Diagrama de Stiff, manantial Ranraccasa.  
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 5.16 de acuerdo a los iones dominantes se observa que el agua de la galería Atoqhuachana es de tipo cálcica sulfatada con concentraciones altas de sulfatos y magnesio y en concentraciones menores de cloro y sodio.

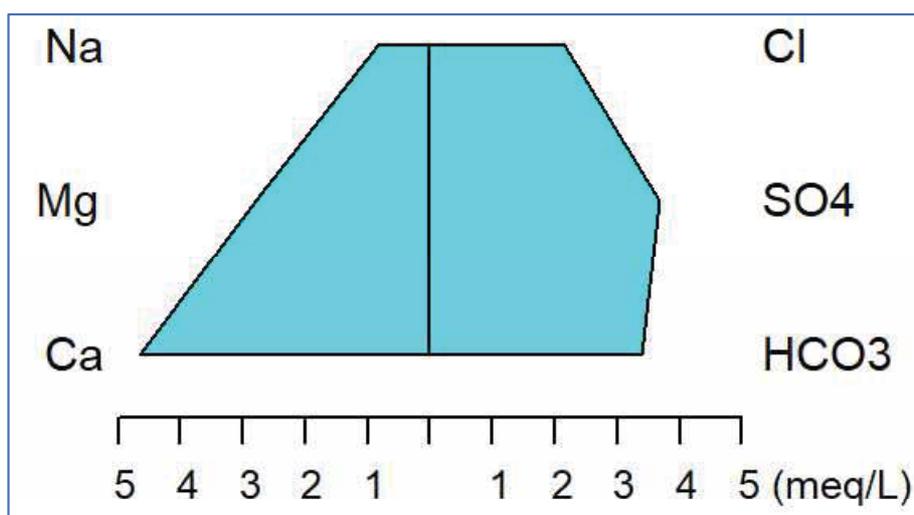


Figura 5.16. Diagrama de Stiff, Galería Atoqhuachana.  
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 5.17 de acuerdo a los iones dominantes se observa que el agua del manante Atoqhuachana es de tipo bicarbonatada cálcica con concentraciones medias de cloro y sodio.

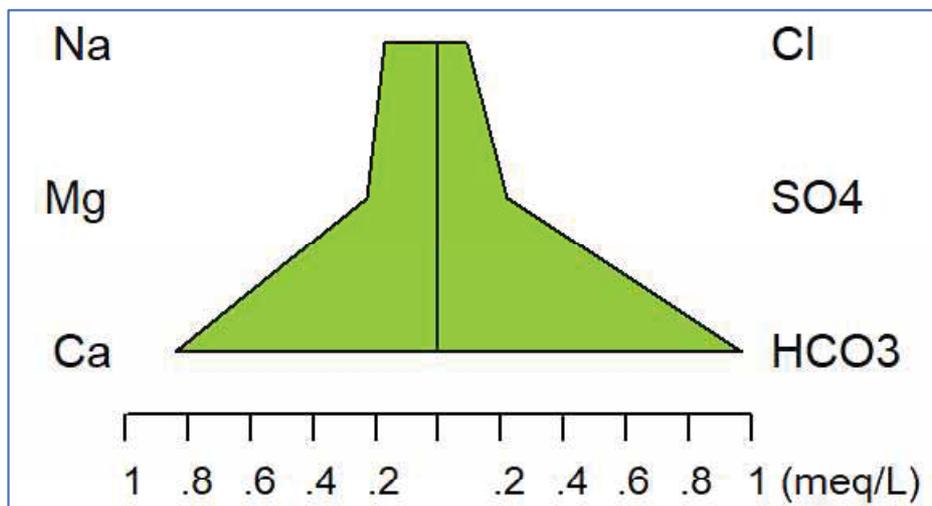


Figura 5.17. Diagrama de Stiff, manantial Atoqhuachana.  
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 5.18 de acuerdo a los iones dominantes se observa que el agua del manantial Quincemilniyoc es de tipo cálcica bicarbonatada con concentraciones altas de sulfatos y magnesio y en concentraciones menores de cloro y sodio.

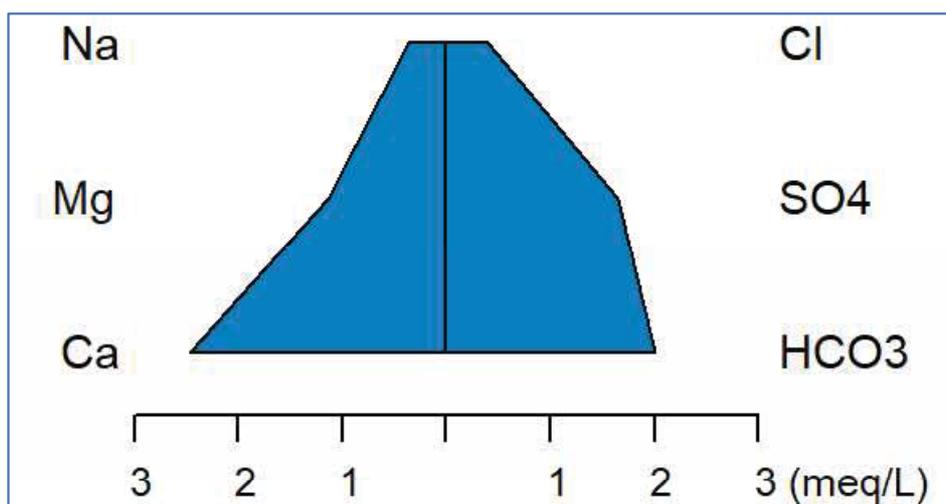
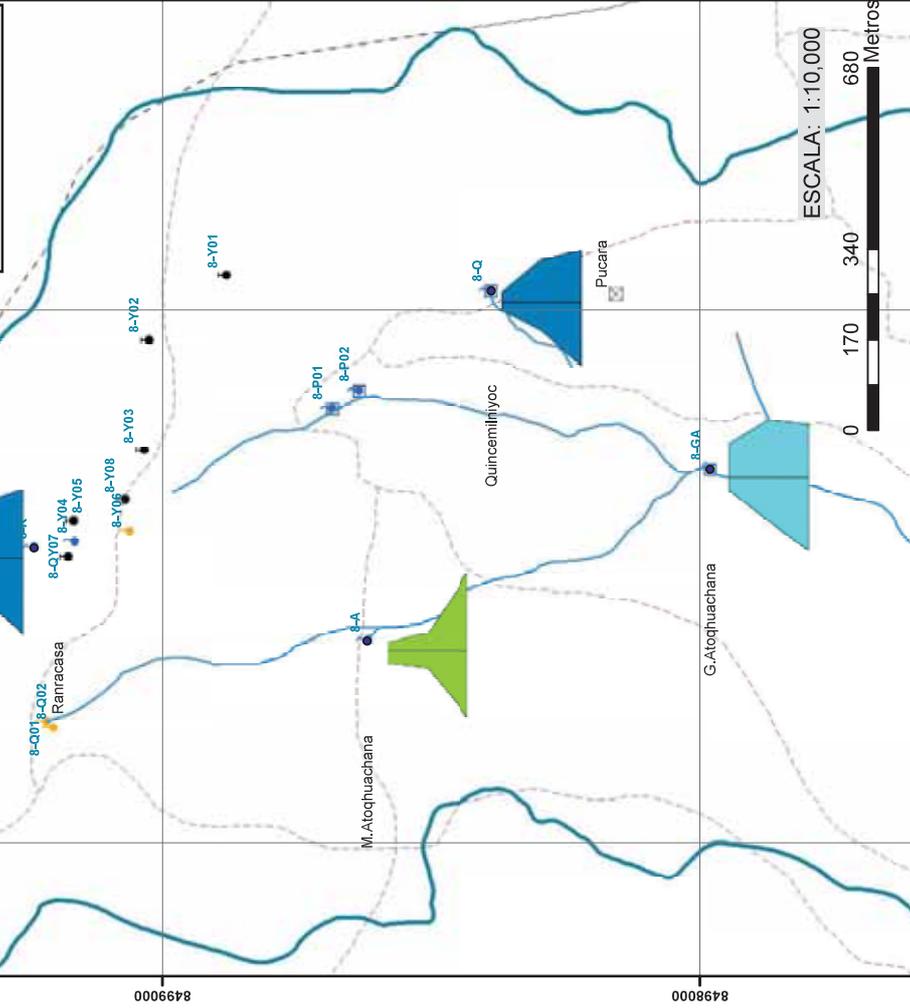


Figura 5.18. Diagrama de Stiff, manantial Quincemilniyoc.  
Fuente: Elaboración propia

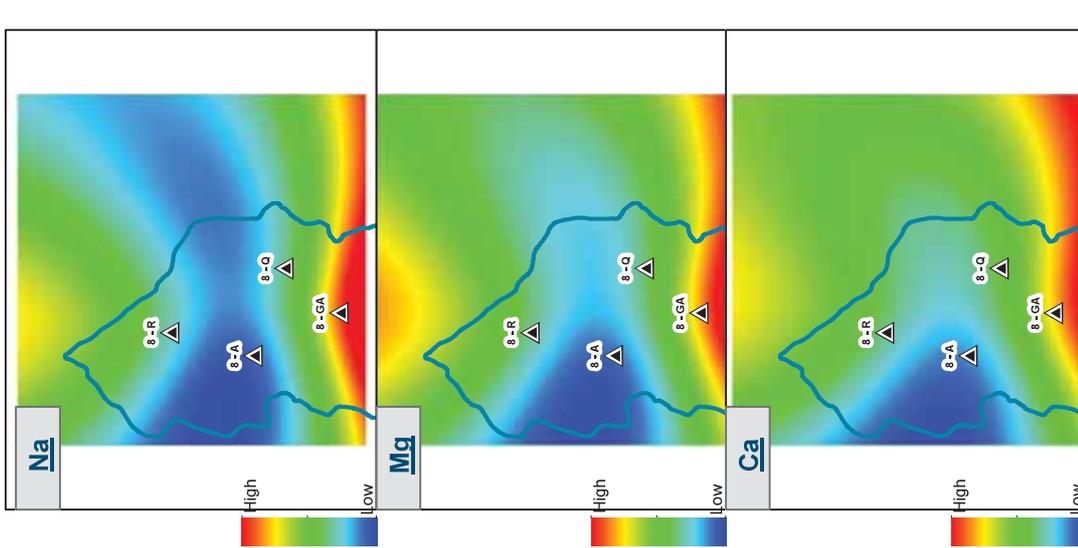
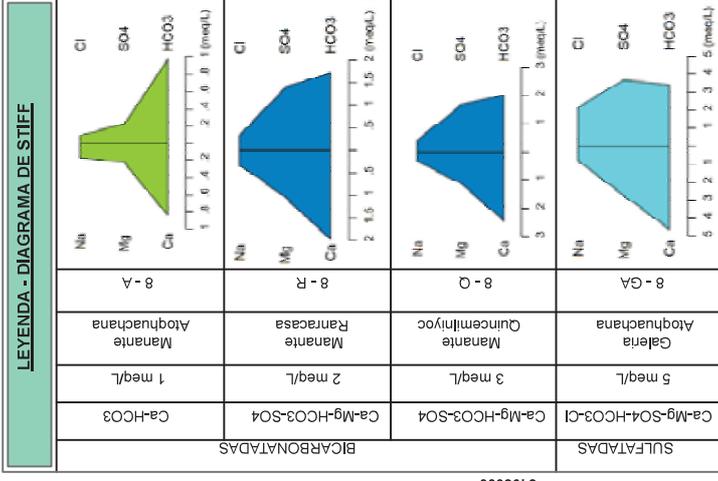
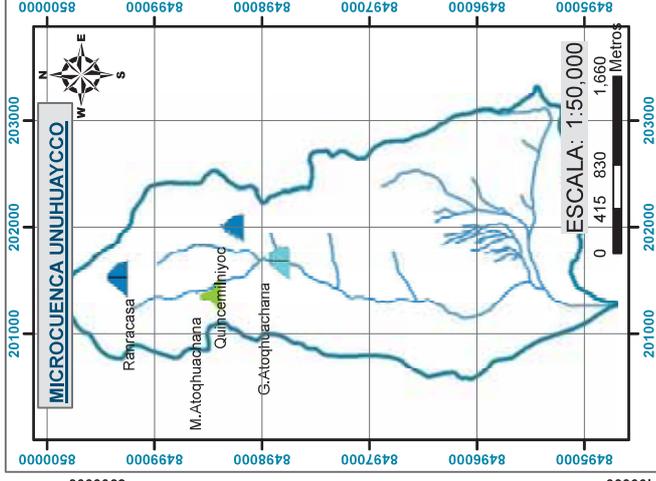
# CABECERA DE MICROCUENCA

### SIGNOS CONVENCIONALES

	Microcuenca Unhuaycco
	Drenajes
	Lugares Poblados
	Capital de Distrito
	Centros Poblados
	Límites Políticos y Administrativos
	Límite Regional
	Límite Provincial
	Límite distrital
	Relieve
	Curvas de nivel
	Red Vial
	Carretera asfaltada
	Carretera afirmada, transitable
	Camino carrozable
	Camino de herradura
	Ferrocarril



# MAPA HIDROQUIMICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

MAPA: HIDROQUIMICO

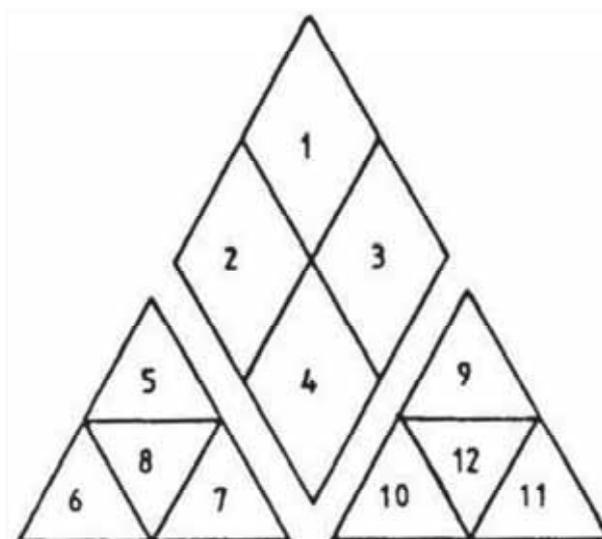
REGION: Cusco	UBICACIÓN
PROVINCIA: Quispicanchi	Proyección: Universal Transversa Mercator (UTM)
DISTRITO: Orpesa	Elipsoide o Datum Horizontal: World Geodesic System 1984 (WGS84)
SECTOR: Unhuaycco	Huaco Y Zona: 19L Sur
ASESOR: Mgr. Ing. Eddie E. Mercado Tejada	ELABORADO POR: Barrios Cruz Vidal Antoni, Barreda Perez Wilner
FECHA: OCT. 2019	FUENTE: Elaboración propia
ESCALA DE TRABAJO INDICADAS: A3	ESCALA DE IMPRESIÓN: A3
	CODIGO: MCE-14
	LAMINA N°: 14

### 5.3.5.2. Diagrama de Piper

Los diagramas triangulares se utilizan para representar la proporción de tres componentes. La suma de los tres componentes debe representar el 100% de la composición de lo que se considera. En hidroquímica se utiliza un triángulo para los cationes principales y otro para los aniones. El diagrama de Piper está formado por dos triángulos con un rombo que recoge la información de ambos triángulos:

Tabla 5.12. Diagrama de Piper formado por dos triángulos con un rombo que recoge la información de ambos triángulos.

N°	Tipo de Agua
1	Aguas sulfatadas y/o cloruradas, cálcicas y/o magnésicas
2	Aguas bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas.
3	Aguas cloruradas y/o sulfatadas sódicas.
4	Aguas bicarbonatadas sódicas
5	Aguas magnésicas.
6	Aguas cálcicas.
7	Aguas sódicas
8	Aguas magnésicas, cálcicas y sódicas
9	Aguas sulfatadas.
10	Aguas bicarbonatadas.
11	Aguas cloruradas
12	Aguas sulfatadas, bicarbonatadas y cloruradas.



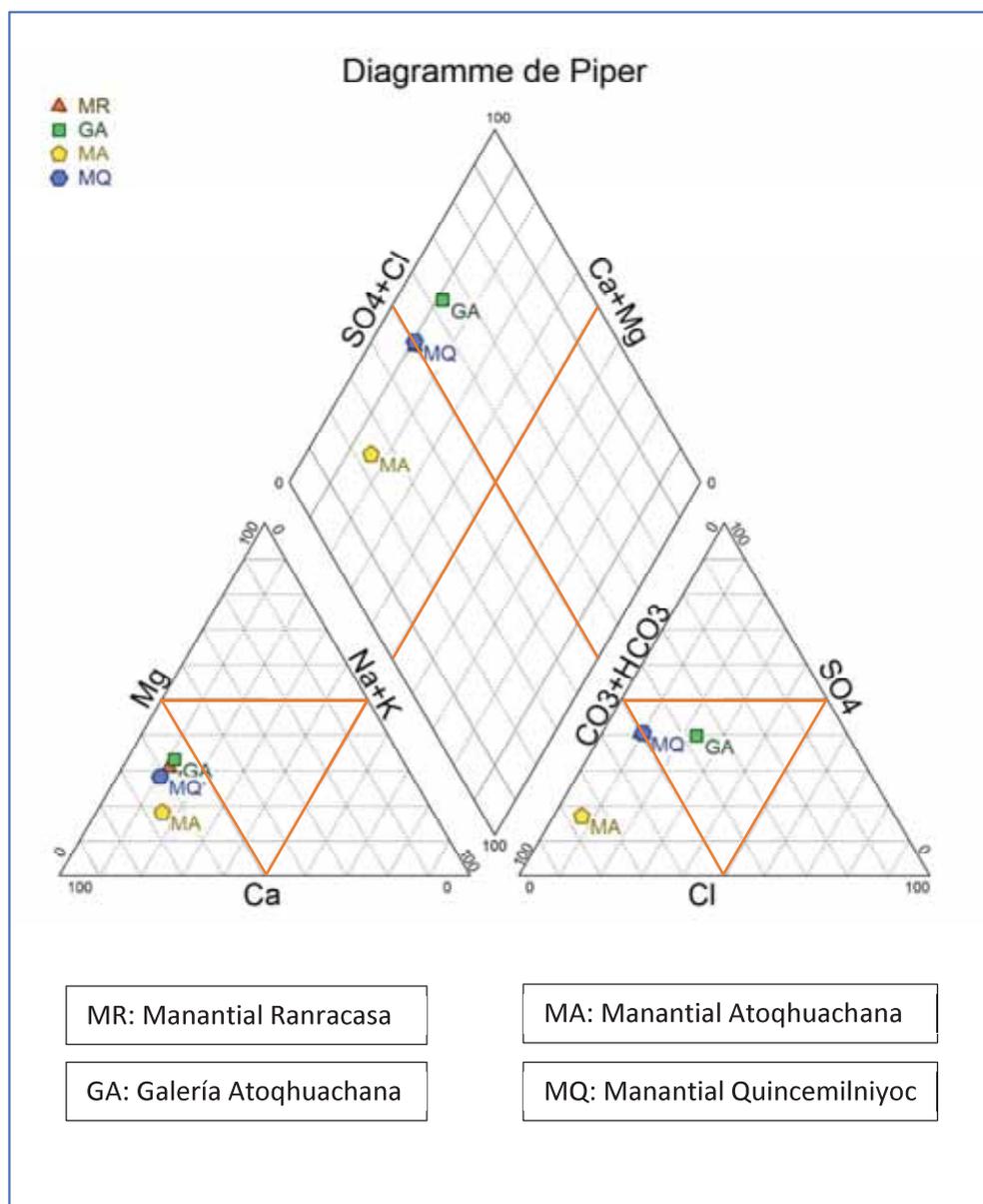


Figura 5.19. Diagrama de Piper de las fuentes evaluadas.  
Fuente: Elaboración propia

Según el diagrama triangular de Piper en la Figura 5.19, el agua del manantial Ranracasa y Quincemilniyoc es cálcica magnésica bicarbonatada sulfatada (Ca-Mg-HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>), el agua de la galería Atoqhuachana es cálcica magnésica sulfatada bicarbonatada clorurada (Ca-Mg-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub>-Cl), y el del manantial Atoqhuachana es Calcica bicarbonatada (Ca-HCO<sub>3</sub>).

**DIAGRAMA DE SCHOELLER-BERKALOFF**

**Microcuenca Unuhuaycco  
(8 de mayo del 2019)**

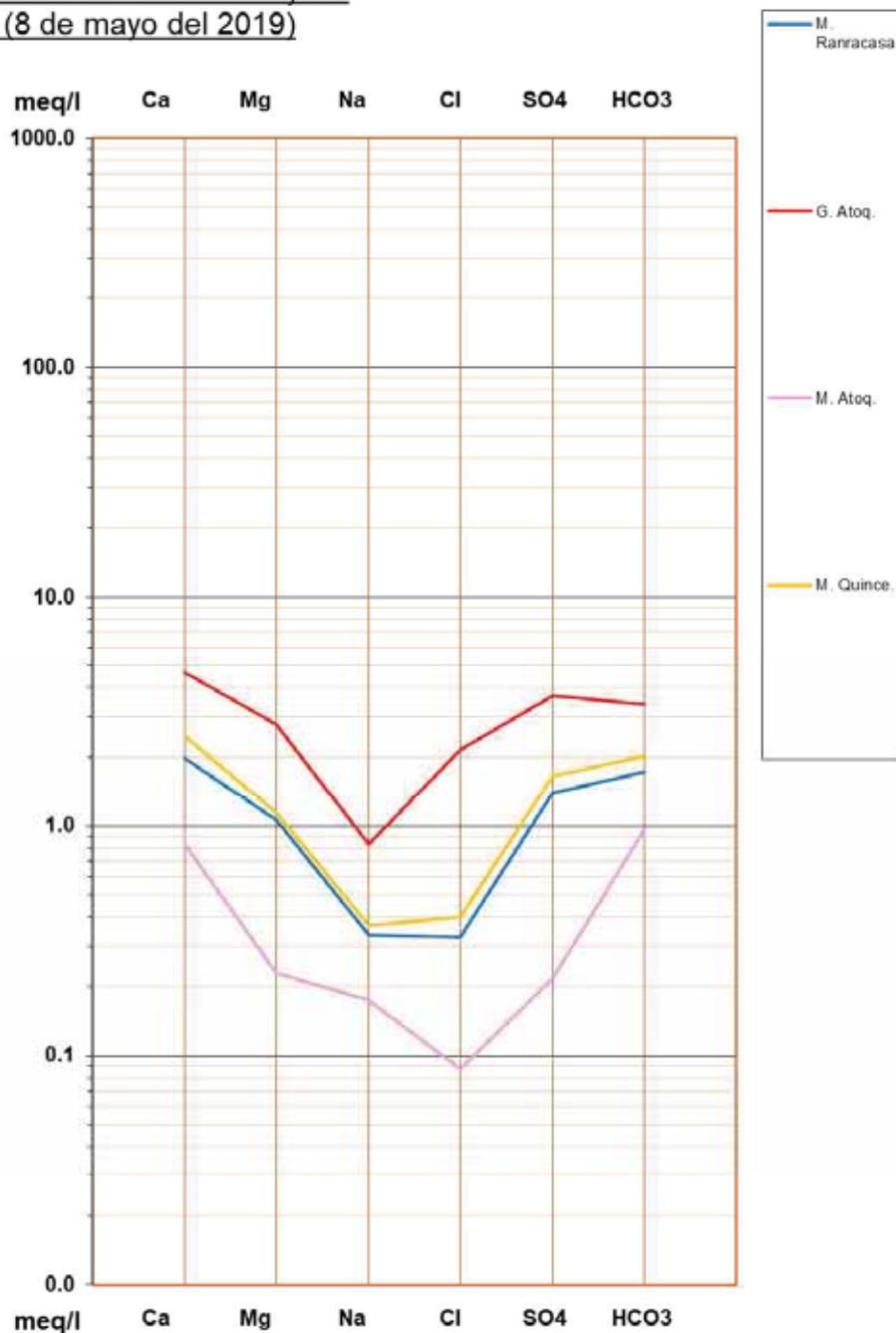


Figura 5.20. Diagrama de Schoeller.

Fuente: Elaboración propia

## 5.4. ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA.

### 5.4.1. ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

El acceso al agua potable es una necesidad primaria y por lo tanto un derecho humano fundamental, en este contexto era necesario actualizar el reglamento de los requisitos oficiales físicos, químicos y bacteriológicos que deben reunir las aguas de bebida para ser consideradas potables, que por su antigüedad (1946), se hacía inaplicable; es entonces que en el año 2000, la dirección general de salud ambiental, asume la tarea de elaborar el “reglamento de la calidad del agua para consumo humano”, tarea que el 26 de setiembre del 2010, a través del D.S. N° 031-2010-SA, se vio felizmente culminada.

Este nuevo reglamento, a través de sus 10 títulos, 81 artículos, 12 disposiciones complementarias, transitorias y finales y 5 anexos; no solo establece límites máximos permisibles, en lo que a parámetros microbiológicos, parasitológicos, organolépticos, químicos orgánicos e inorgánicos y parámetros radiactivos

Tabla 5.13. Análisis de calidad de agua bacteriológico.

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias coliformes totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias coliformes termo tolerantes o fecales	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias heterotrófica	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de helmintos, quistes y/o quistes de protozoarios patógenos	N° org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos.	N° org/L	0

UFC= Unidad formadora de colonias

(\*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples =< 1.8/100 ml.

Fuente: SUNASS, 2004

Tabla 5.14. Análisis de calidad de agua fisicoquímico.

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)	µS/cm	1500
7. Sólidos totales	mg/L	1000
8. Cloruros	mg/L	250
9. Sulfatos	mg/L	250
10. Dureza total	mg/L	500
11. Amoniaco	mg/L	1.5
12. Hierro	mg/L	0.3
13. Manganeso	mg/L	0.4
14. Aluminio	mg/L	0.2
15. Cobre	mg/L	2.0
16. Zinc	mg/L	3.0
17. Sodio	mg/L	200

UCV = Unidad de color verdadero  
 UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: (SUNASS, 2004)

#### 5.4.1.1. Análisis fisicoquímico

En la siguiente figura se puede observar el análisis fisicoquímico de calidad de las aguas de la microcuenca Unhuaycco las cuales están por debajo de los límites máximos permitidos.

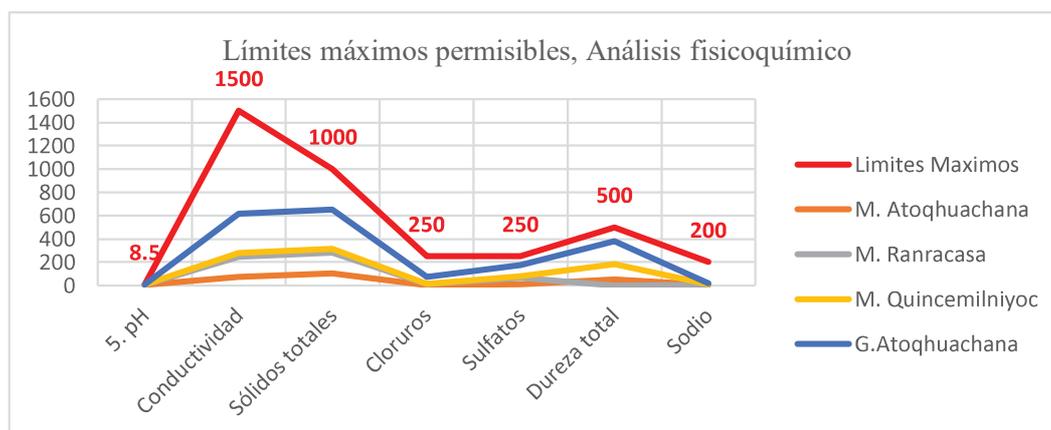


Figura 5.21. Análisis fisicoquímico de calidad de agua de los manantiales seleccionados de la microcuenca.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.15. Análisis químico de muestras de laboratorio.

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible	Manante Atoquachana	Manante Ranracasa	Manante Quincemilnyoc	Galería Atoquachana	Interpretación
1. Olor	---	Aceptable	A	A	A	A	APTO
2. Sabor	---	Aceptable	A	A	A	A	APTO
3. Color	UCV escala Pt/Co	15					APTO
4. Turbiedad	UNT	5					APTO
5. pH	Valor de pH	6.5 a 8.5	6.9	7.7	7.1	7.5	APTO
6. Conductividad (25°C)	µS/cm	1500	76	247	280	618	APTO
7. Sólidos totales	mg/L	1000	104.3	282.2	316.1	651.16	APTO
8. Cloruros	mg/L	250	3.1	11.6	14.2	76.2	APTO
9. Sulfatos	mg/L	250	10.4	66.8	79.4	176.4	APTO
10. Dureza total	mg/L	500	52.65	156.0	185.2	380.25	APTO
11. Amoníaco	mg/L	1.5					
12. Hierro	mg/L	0.3					
13. Manganeso	mg/L	0.4					
14. Aluminio	mg/L	0.2					
15. Cobre	mg/L	2.0					
16. Zinc	mg/L	3.0					
17. Sodio	mg/L	200	4.0	7.7	8.5	19.2	APTO

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: Laboratorio Biotec

Se observa que al comparar los resultados fisicoquímicos obtenidos de los 4 manantes con los valores establecidos en el reglamento de la calidad del agua para consumo humano (DS N° 031-2010-SA), la calidad de agua de los manantes no excede los límites máximos permisibles, considerándose los cuatro manantes aptos para consumo humano, en función a los parámetros fisicoquímicos.

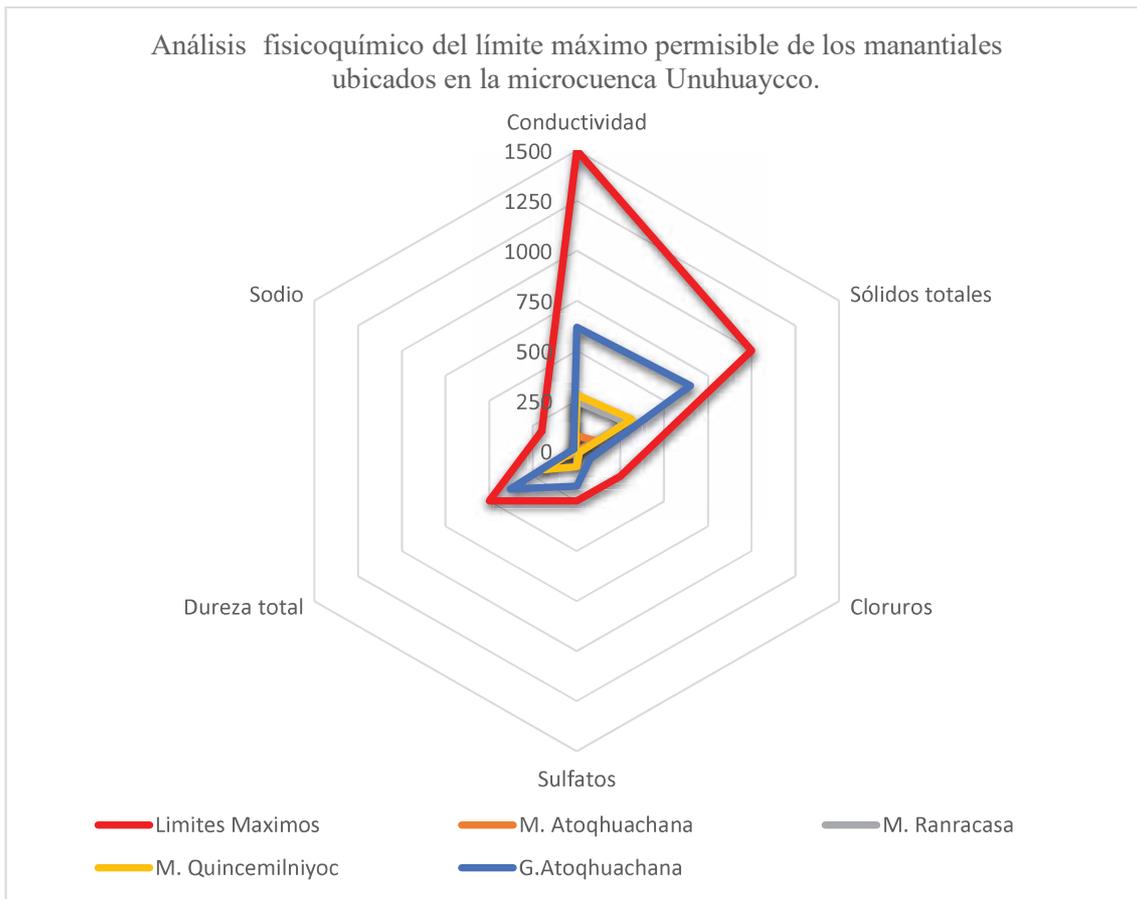


Figura 5.22. Análisis de límites máximos permisibles de calidad de agua en la microcuenca Unuhuaycco.

Fuente: Elaboración propia

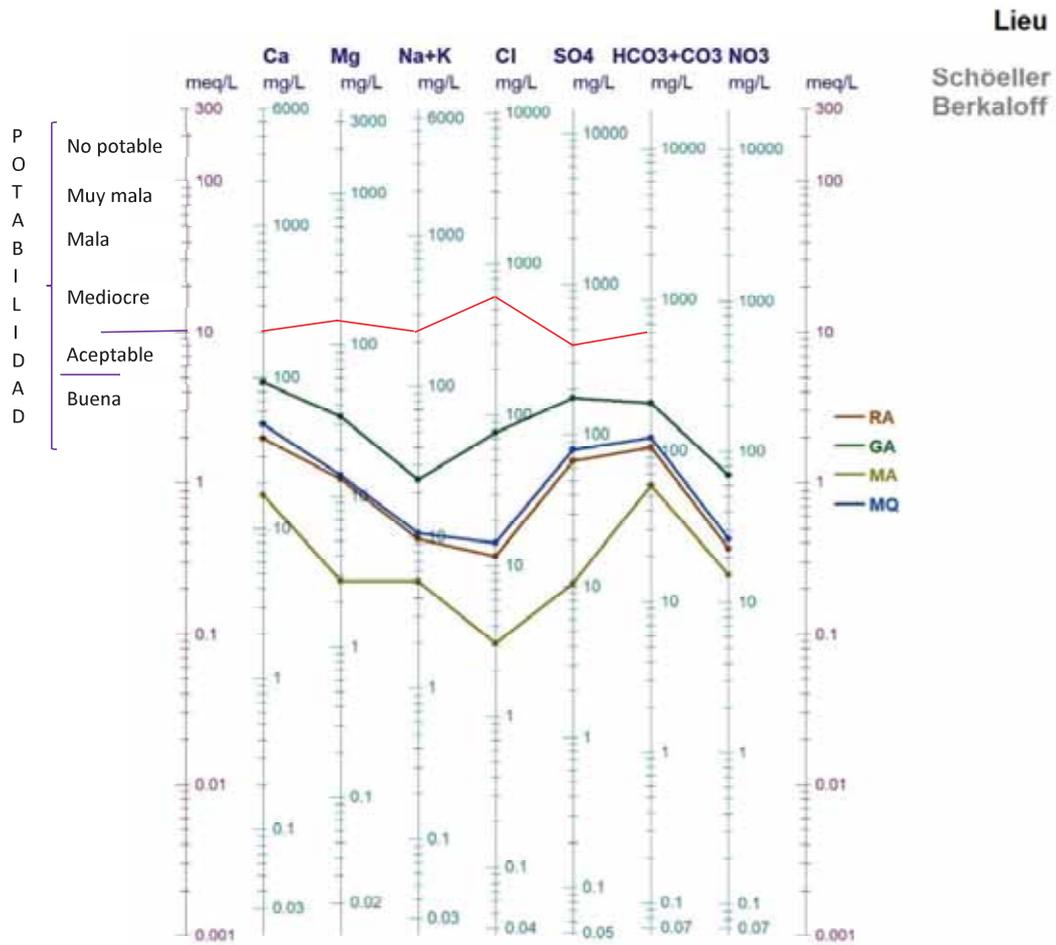


Figura 5.23. Diagrama logarítmico de Schoeller, potabilidad de agua.

Fuente: Elaboración propia.

### 5.4.1.2. Análisis microbiológico

Para poder determinar si existe contaminación externa de la calidad agua, se ha tomado una muestra del manantial Yanahuaylla y de la galería Atoqhuachana, para visualizar las diferencias entre los distintos tipos de manantes, y a su vez realizar una comparación entre los diferentes sistemas de agua (superficial y subterráneo respectivamente).

Tabla 5.16. Análisis microbiológico del manantial Yanahuaylla y galería Atoqhuachana.

Parámetros	Límites máximos	G. Atoqhuachana	M. Yanahuaylla
Bacterias mesofilas viables	0	22	440
Coliformes totales	0	8	47
Coliformes fecales	0	4	50
Coliformes Termotolerantes	0	0	10
Escherichia coli	0	0	5
shigella	0	0	0
Salmonella	0	0	0
Algas microscópicas	0	0	20
Protozoarios de Vida libre	0	0	20
Detritos inorgánicos	0	5	20

Fuente: Elaboración propia.

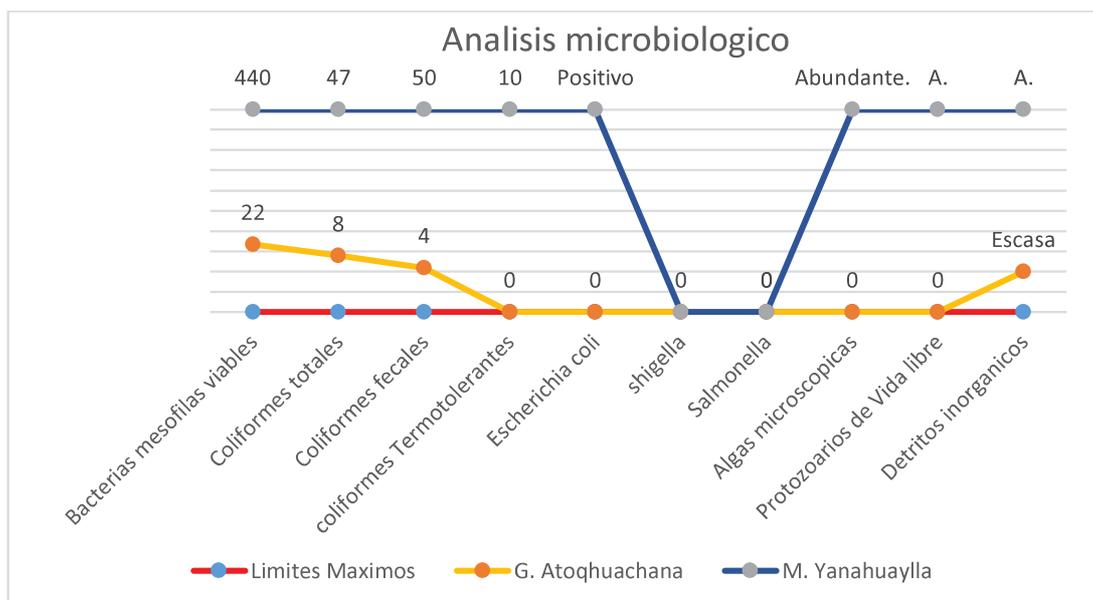


Figura 5.24. Diagrama de análisis microbiológico.

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados obtenidos, existe presencia de contaminación por coliformes totales, que exceden al valor recomendado por la OMS y el reglamento de la calidad del agua para consumo humano (DS N° 031-2010-SA) del Perú. Así mismo se debe hacer una mención especial ya que el manante de Yanahuaylla, ubicado al norte de la microcuenca presenta un valor positivo en cuanto a E. coli. que si bien en el agua procedente de la galería y el cual es destinado para consumo humano no presenta E. coli, se recomienda realizar las acciones pertinentes para el caso. Así como el tratamiento de desinfección del agua de la fuente de consumo humano.

## 5.4.2. ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO

### 5.4.2.1. Salinidad

El agua de riego contiene determinadas sales que se añaden a las ya existentes en el suelo. Las sales que nos interesan son aquellas que, además de ser solubles, se descomponen en iones (Tabla 5.17).

Tabla 5.17. Sales que se descomponen en iones.

Cationes	Aniones
Calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ )	Cloruro ( $\text{Cl}^-$ )
Sodio ( $\text{Na}^+$ )	Sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ )
Magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ )	Biocarbonato ( $\text{CO}_3\text{H}^-$ )
Potasio ( $\text{K}^+$ )	Carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ )

Fuente: Elaboración propia.

La salinidad del agua de riego se puede determinar por dos procedimientos:

- a) Medida del contenido de sales.

Se realiza en laboratorio, evaporando en una estufa una muestra de agua y pesando el residuo sólido. Se suele expresar en miligramos por litro (mg/litro) o en miliequivalentes por litro (meq/litro).

b) Medida de la conductividad eléctrica.

La concentración o el contenido total de sales se pueden determinar midiendo la conductividad eléctrica (C.E). Esta se expresa en milimho por centímetro (mmho/cm) o en deciSiemens por metro (dS/m); ambos tienen el mismo valor.

El contenido de sales y la conductividad eléctrica están relacionadas mediante la fórmula:

$$C = 0.64 * CE$$

Donde:

C: contenido de sales (g/l).

CE: conductividad eléctrica (dS/cm).

Según la FAO (Organización para la Agricultura y Alimentación) indica el riesgo de producirse problemas de salinidad según los siguientes límites en contenido de sales:

Tabla 5.18. Límites de contenido de sales según la conductividad eléctrica.

C(g/litro)	CE (dS/m)	Riesgo
< 0.45	< 0,7	Ninguno
0.45 < C < 2	0.7 < CE < 3	Ligero a moderado
> 2	> 3	Alto, severo

En función a estos límites se procesaron los datos que se tenía de las conductividades eléctricas de los respectivos manantiales, es así que se obtuvieron los siguientes datos que se muestran en la Tabla 5.18.

Tabla 5.19. Clasificación de riesgo según al contenido de sales respecto a la conductividad eléctrica.

Punto de control/Manante	Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Conductividad ( $\text{dS}/\text{cm}$ )	$C = 0.64 * CE$	Riesgo
Punto Aforo	2913.2059	2.9132	1.8645	Ligero a moderado
Quebrada Pucara	282.1921	0.2822	0.1806	Ninguno
Galería Atoqhuachana	41.9739	0.0420	0.0269	Ninguno
Quincemilniyoc	174.5333	0.1745	0.1117	Ninguno
Ranraccasa	162.8422	0.1628	0.1042	Ninguno
Qalpayochuayqo 01	96.8963	0.0969	0.0620	Ninguno
Manante Atoqhuachana	15.5200	0.0155	0.0099	Ninguno
Quebrada Atoqhuachana	38.8457	0.0388	0.0249	Ninguno
Qalpayochuayqo 02	92.5132	0.0925	0.0592	Ninguno
Yanahuaylla 05	150.4477	0.1504	0.0963	Ninguno
Yanahuaylla 04	189.2667	0.1893	0.1211	Ninguno
Yanahuaylla 03	189.4772	0.1895	0.1213	Ninguno
Yanahuaylla 02	196.9194	0.1969	0.1260	Ninguno
Yanahuaylla 01	212.0218	0.2120	0.1357	Ninguno
Unión Galería y Quebradas	334.6889	0.3347	0.2142	Ninguno
Galería Adentro	525.9044	0.5259	0.3366	Ninguno

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla 5.19, lo manantes y los puntos de control de la microcuenca Unuhuaycco solo uno de ellos, que es el agua que está en el punto de aforo, la cual esta con riesgo ligero a moderado de tener problemas por salinidad a los cultivos.

Nota: si el contenido de sales es mayor de 2 g/Lt o la conductividad es mayor de 3 (dS/cm), los problemas pueden ser muy graves a menos que se establezcan una serie de tratamientos como lavado de sales frecuentemente o cambio de cultivo por otro u otros que resistan mejor a las condiciones de salinidad.

#### 5.4.2.2. Problemas de infiltración

Cuando la velocidad de infiltración es muy baja, puede ocurrir que el agua infiltrada no baste para cubrir las necesidades del cultivo. Los problemas más frecuentes relacionados con una infiltración baja suelen producirse cuando el sodio se incorpora al suelo y deteriora su estructura; los agregados del suelo se dispersan en partículas pequeñas que tapan o sellan los poros y evitan que el agua pueda circular e infiltrarse con facilidad. El efecto contrario lo

producen el calcio y el magnesio, por lo que para evaluar realmente el problema que puede generar un exceso de sodio hay que saber también la cantidad de calcio y magnesio que hay en el suelo.

Por eso, para evaluar los problemas de infiltración se ha establecido el índice RAS (Relación de absorción de sodio), que viene definido por la siguiente fórmula:

$$\text{RAS} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^+ + \text{Mg}^{2+}}{2}}}$$

Donde Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> representan, respectivamente, las concentraciones de los iones de sodio, calcio y magnesio del agua de riego, expresado en meq/litro.

Así, a partir del RAS del agua de riego y de la salinidad podemos estimar la reducción de infiltración a partir de la Tabla 5.20.

Tabla 5.20. Relación de absorción de sodio (RAS).

Fuente	Na	Ca	Mg	RAS	C.E.	Clase
M. Ranraccasa	0.33	1.98	1.06	0.27	247	S1
G. Atoqhuachana	0.83	4.64	2.78	0.43	618	S1
M. Atoqhuachana	0.17	0.84	0.23	0.23	76	S1
M. Quincemilniyoc	0.37	2.47	1.14	0.28	280	S1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.21. Relación de absorción de sodio y el peligro de sodificación.

Clases	RAS	Peligro de Sodificación	Restricciones de uso
S1	< 3	Baja peligrosidad sódica	Apta
S2	3 – 9	Mediana peligrosidad sódica	Apta con Restricciones
S3	>9	Alta peligrosidad sódica	No apta

Fuente: FAO.

Con respecto a la sodificación, la FAO propone la tabla 5.21 de evaluación, también con tres categorías. Observándose que los resultados obtenidos para las fuentes seleccionadas están dentro del rango < 3, en índice RAS, Lo cual nos indica que las cuatro fuentes evaluadas tienen una baja peligrosidad sódica y son aptas para su uso.

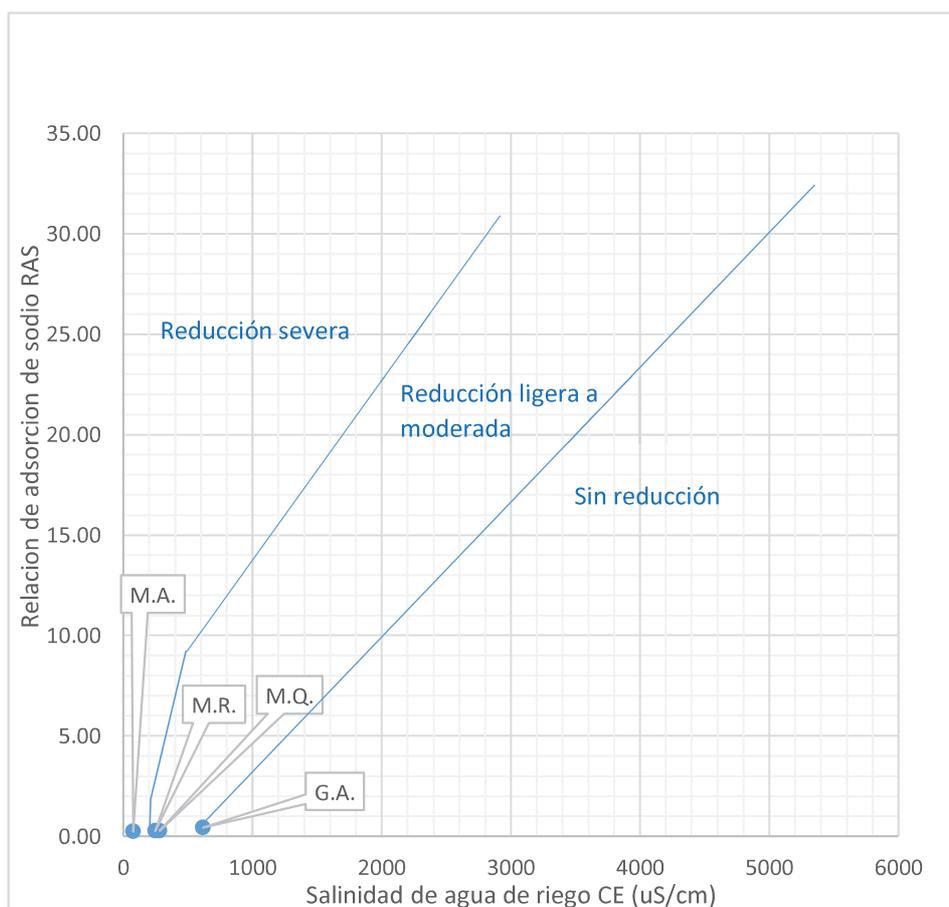


Figura 5.25. Relación de adsorción de sodio RAS de las fuentes evaluadas.

Fuente: Elaboración propia

En función al análisis de las 4 fuentes llevadas a laboratorio, presentan reducción severa de alterar la infiltración de suelos por presencia de iones de Sodio y Calcio el manantial Atoqhuachana, mientras que los manantiales Ranraccasa, Quincemilniyoc presentan reducción ligera a moderada, y la galería Atoqhuachana se halla en el límite de reducción ligera y sin reducción, es decir la aplicación de agua como riego no favorece a la reducción de salinidad en un porcentaje bajo, es decir traerá problemas en la infiltración de microporosos por presencia de iones de sodio y calcio.

#### **5.4.2.3.Resultados de aptitud de riego**

A partir de los datos de CE y RAS se establece una clasificación para evaluar la calidad de las aguas de riego (US. Soil Salinity Laboratory), que es un método fundamental para evaluar la calidad de las aguas de riego, se tiene la siguiente Figura 5.26.

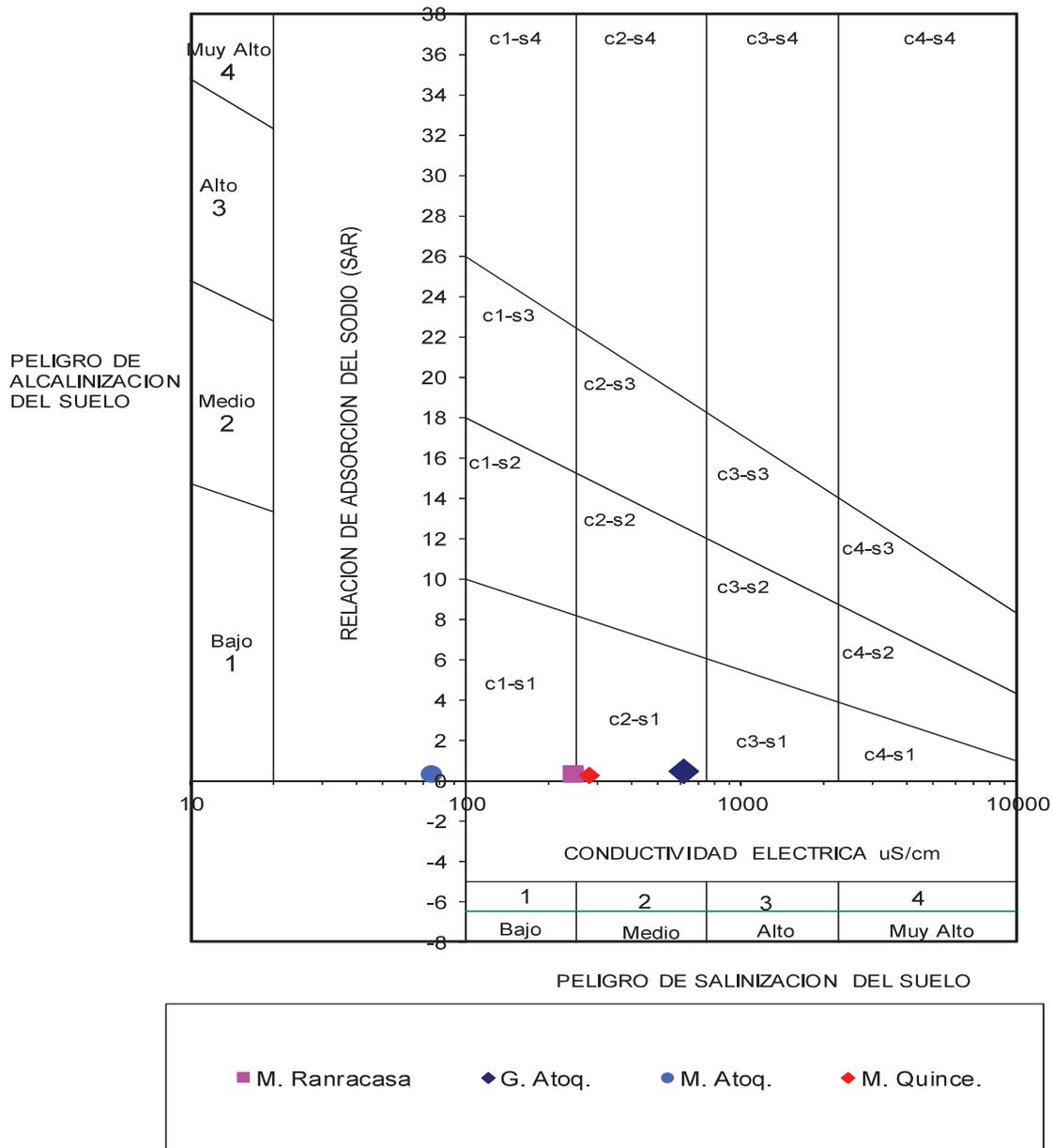


Figura 5.26. Aptitud de riego de las fuentes evaluadas.

Fuente: Elaboración propia

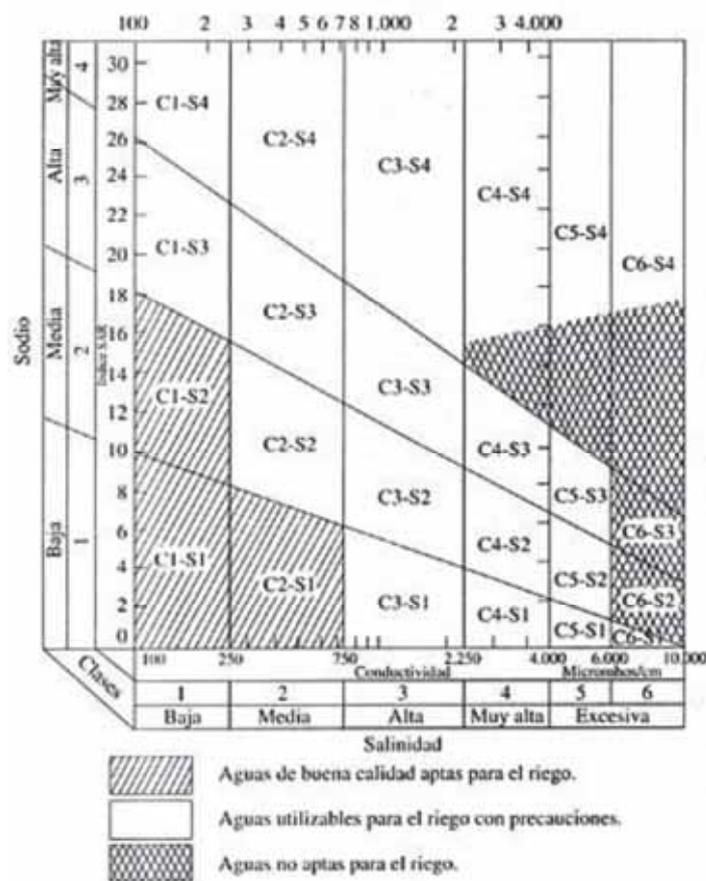


Figura 5.27. Normas de Riverside para evaluar la calidad de las aguas de riego.

Fuente: (*Evaluation of Permeability of Lake Mansar Waters for Irrigation Purposes*, n.d.)

En función a los datos se observa que el manantial Quincemilniyoc y galería Atoqhuachana se encuentran en la clase C2 – S1, mientras que manantial Atoqhuachana y manante Ranraccasa se encuentra en la clase C1 – S1, que nos indica que son aguas de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos. Pueden existir problemas solamente en suelos de muy baja permeabilidad.

Tabla 5.22. Clasificación de las aguas según normas Riverside.

Tipos	Calidad y normas de uso
C 1	Agua de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos. Pueden existir problemas solamente en suelos de muy baja permeabilidad.
C 2	Agua de salinidad media, apta para el riego. En ciertos casos puede ser necesario emplear volúmenes de agua en exceso y utilizar cultivos tolerantes a la salinidad.
C 3	Agua de salinidad alta que puede utilizarse para el riego en suelos con buen drenaje, empleando volúmenes en exceso para lavar el suelo y utilizando cultivos tolerantes a la salinidad.
C 4	Agua de salinidad muy alta que en muchos casos no es apta para el riego. Sólo debe usarse en suelos muy permeables y con buen drenaje, empleando volúmenes en exceso para lavar sales del suelo y utilizando cultivos muy tolerantes a la salinidad.
C 5	Agua de salinidad excesiva, que sólo debe emplearse en casos muy contados, extremando todas las precauciones apuntadas anteriormente.
C 6	Agua de salinidad excesiva, no aconsejable para riego.
S 1	Agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos. Sin embargo, pueden presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio.
S 2	Agua con contenido medio de sodio, y por tanto, con cierto peligro de acumulación de sodio en el suelo, especialmente en suelos de textura fina (arcillosos y franco-arcillosos) y de baja permeabilidad. Deben vigilarse las condiciones físicas del suelo y especialmente el nivel de sodio cambiante del suelo, corrigiendo en caso necesario.
S 3	Agua con alto contenido de sodio y gran peligro de acumulación del sodio en el suelo. Son aconsejables aportaciones de materia orgánica y el empleo de yeso para corregir el posible exceso de sodio en el suelo. También se requiere un buen drenaje y el empleo de volúmenes copiosos de riego.
S 4	Agua con contenido muy alto de sodio. No es aconsejable para el riego en general, excepto en caso de baja salinidad y tomando todas las precauciones apuntadas.

Fuente:(“Clasificación de las aguas según las normas Riverside,” n.d.)

## 5.5. HIDRODINÁMICA

### 5.5.1. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS

#### 5.5.1.1. Permeabilidad

Para conocer que formaciones geológicas tienen características permeables en la microcuenca Unuhuaycco, se ha considerado la permeabilidad vertical, para ello se desarrollaron ensayos de infiltración puntual, que mide la conductividad hidráulica en las rocas y suelos. Para dicho cálculo se realizó 16 ensayos de infiltración utilizando el método de Lefranc a carga constante, cuyos resultados comparados con la tabla convencional de permeabilidades (Custodio y Llamas, 1963), obtienen una correspondencia hidrogeológica a través de la conductividad hidráulica.

Tabla 5.23. Tabla convencional de permeabilidad según Custodio y Llamas, 1963.

Valores m/día	Permeabilidad										
	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-1</sup>	1	10	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>
Calificación	Impermeable			Poco permeable			Algo permeable		Permeable		Muy permeable
	Acuicludo			Acuitardo			Acuífero pobre		Acuífero medio a bueno		Acuífero
Tipo de Materiales	Arcilla compacta Granito			Limo arenoso Limo Arcilla limosa			Arena fina Arena Limosa Caliza fracturada		Arena Limpia Grava Arena Fina		Grava limpia

Fuente: (Custodio & Llamas, 1963)

#### 5.5.1.2. Ensayos de infiltración

Este ensayo consiste en provocar la infiltración del agua bajo una carga determinada, mediante un tubo de diámetro uniforme (permeámetro de 2”), clavado en el suelo para medir el volumen de agua absorbida (descenso) en función de la carga y del tiempo (Foto 5.9).

Esquema de ensayos de infiltración a carga constante y carga variable respectivamente.

Los ensayos de infiltración puntual realizados en la microcuenca Unuhuaycco (Foto 5.9) se hicieron por el método del permeámetro de carga constante. Este método se basa en considerar los descensos de agua en un tiempo determinado (Para nuestra zona de estudio se vio una variación en el tiempo). Para magnitudes menores a 30 cm, los descensos se consideraron mínimos y que no influyen en la carga hidráulica del permeámetro, por lo tanto, se utilizó un permeámetro de 50 cm, que incluye una carga hidráulica mínima.



Foto 5.9. Ensayo de infiltración en la Formación Huancané, donde se pueden apreciar fracturas.

Para este trabajo se ejecutaron 16 ensayos de infiltración para estimar la permeabilidad de las formaciones presentes en la cabecera de microcuenca. Los cálculos y procedimiento de estas pruebas se encuentran en el anexo de la presente tesis y el resumen de los ensayos de permeabilidad realizadas campo se muestran en la Tabla 5.24.

Tabla 5.24. Permeabilidad de las formaciones geológicas utilizando el método del permeámetro de nivel constante.

Código	Formación Geológica	Geol.	Coordenadas		Cota	K (m/día)	Unidad hidrogeol.	Clasificación	Símbolo Hidrogeol.
			Este	Norte					
EI-001	Pachatusán	Ji-pa	201988	8498530	3857	0.5311	Acuífero	Volcánico sedimentario	AVS-pa
EI-002	Pachatusán	Ji-pa	201996	8498583	3870	5.1592	Acuífero	Volcánico sedimentario	AVS-pa
EI-003	Huambutío	JsKi-hm	201419	8499190	3998	0.2417	Acuitardo	Sedimentario	ATS-hm
EI-004	Huambutío	JsKi-hm	201986	8498655	3885	0.3702	Acuitardo	Sedimentario	ATS-hm
EI-005	Pachatusán	Ji-pa	201876	8498722	3864	38.239	Acuífero	Volcánico sedimentario	AVS-pa
EI-006	Huambutío	JsKi-hm	201776	8498647	3818	0.2974	Acuitardo	Sedimentario	ATS-hm
EI-007	Huancané	Ki-hn	201272	8498466	3883	0.7557	Acuífero	Fisurado sedimentario	AFS-hn
EI-008	Huancané	Ki-hn	201212	8498381	3901	1.2382	Acuífero	Fisurado sedimentario	AFS-hn
EI-009	Quilque	Pp-qu	202468	8497299	3762	0.0323	Acuitardo	Sedimentario	ATS-qu
EI-010	Rumicolca	NpQ-ru	202529	8495390	3287	0.3217	Acuitardo	Volcánico	ATV-ru
EI-011	Maras	Ki-ma	200923	8497324	3614	0.0588	Acuitardo	Sedimentario	ATS-ma
EI-012	Paucarbamba	Ki-pb	201877	8497588	3688	0.0957	Acuitardo	Sedimentario	ATS-pb
EI-013	Coluviales	Q-al	201617	8496837	3435	0.0840	Acuitardo	No consolidado	ATNC-al
EI-014	Glaciares	Q-gl	201252	8499400	4141	0.7324	Acuífero	Poroso no consolidado	APNC-gl
EI-015	Aluviales	Q-co	201277	8496373	3271	0.3096	Acuitardo	No consolidado	ATNC-co
EI-016	Fluviales	Q-fl	201247	8495072	3151	3.0567	Acuífero	Poroso no consolidado	APNC-fl

Fuente: Elaboración propia

# MAPA DE ENSAYOS DE INFILTRACION

Codigo	Coordenadas		Formacion Geologica	Simb. Geol	K (m/dia)
	Norte	Cota			
EI-001	201988	8498530	Fm. Pachatusan	Ji-pa	0.531095
EI-002	201996	8498583	Fm. Pachatusan	Ji-pa	5.159207
EI-003	201419	8499190	Fm. Huambuto	JsK-hm	0.241721
EI-004	201986	8498655	Fm. Huambuto	JsK-hm	0.370249
EI-005	201876	8498722	Fm. Pachatusan	Ji-pa	38.23882
EI-006	201776	8498647	Fm. Huambuto	JsK-hm	0.297413
EI-007	201272	8498466	Fm. Huancane	K-hn	0.755672
EI-008	201212	8498381	Fm. Huancane	K-hn	1.23821
EI-009	202468	8497299	Fm. Quilque	Pp-qu	0.032291
EI-010	202529	8495390	Fm. Rumicocha	NpQ-ru	0.3217
EI-011	200923	8497324	Fm. Maras	K-ma	0.058754
EI-012	201877	8497588	Fm. Paucarabamba	K-pb	0.095658
EI-013	201617	8496837	Dep. Coluviales	Q-al	0.083964
EI-014	201252	8499400	Dep. Glaciares	Q-gl	0.732449
EI-015	201277	8496373	Dep. Aluviales	Q-co	0.309552
EI-016	201247	8495072	Dep. Fluviales	Q-fl	3.056678

Proceso de excavación para realizar el ensayo de infiltración utilizando un síncel y una comba.



Ensayo de infiltración N° 08, que se realizó en la Formación Huancane, asiendo el uso de un tubo PVC de 2" y agua para la infiltración.



**SIMBOLOGIA**

- Mor. Unhuaycco
- Capital de Distrito
- E. Infiltracion
- Centros Poblados
- Distritos\_Cusco
- Topografía
- Red Vial
- Calletera asfaltada
- Calletera afirmada, transitable
- Camino carrozable
- Camino de herradura
- Ferrocarril
- Drenajes
- Intermitente
- Permanente

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA**

**ENSAYOS DE INFILTRACION**

**MAPA:**

**UBICACION**  
 REGION : Cusco  
 PROVINCIA : Quispicanchi  
 DISTRITO : Oropesa  
 SECTOR : Unhuaycco

**SISTEMA DE COORDENADAS**  
 Proyeccion: Universal Transversa Mercator (UTM)  
 Elipsoide o Datum Horizontal: World Geodesic System 1984 (WGS84)  
 Huso y Zona: 19L Sur

**ELABORADO POR:**  
 Br. Barrientos Cruz Vidal Antoni  
 Br. Bandera Perez Wilner

**FUENTE:**  
 Elaboracion propia

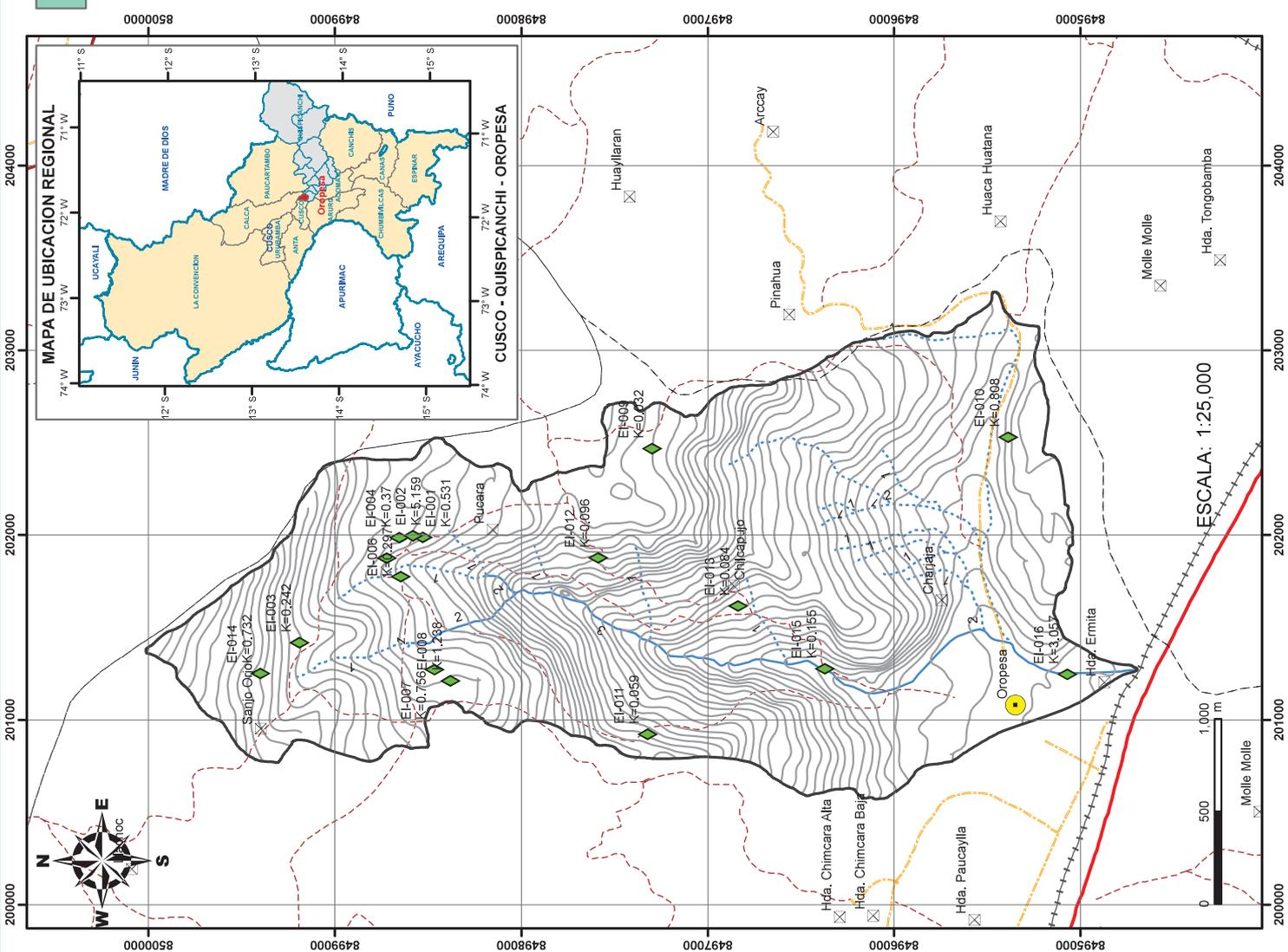
**MAPA N°**  
 15

**ESCALA DE TRABAJO**  
 1/25000

**ESCALA DE IMPRESION:**  
 A3

**FECHA:**  
 OCT. 2019

**CODIGO**  
 MEI



### 5.5.2. DIRECCIÓN DE FLUJO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

El nivel piezométrico es un plano más o menos curvado, que se representa en la carta por curvas de mismo nivel (isopiezas). La configuración espacial del nivel piezométrico de un acuífero se representa por cartas piezométricas, las cuales proporcionan la siguiente información:

Las direcciones de flujo, que son de importancia para la identificación de zonas de recarga de acuíferos y para el reconocimiento de caminos de contaminación, entre otros aspectos.

La base de la construcción exacta de una carta piezométrica es la interpolación lineal. Ya que el agua sigue al gradiente más pronunciado, la dirección de su flujo, marcada por flechas o líneas de flujo, es perpendicular a las isopiezas.

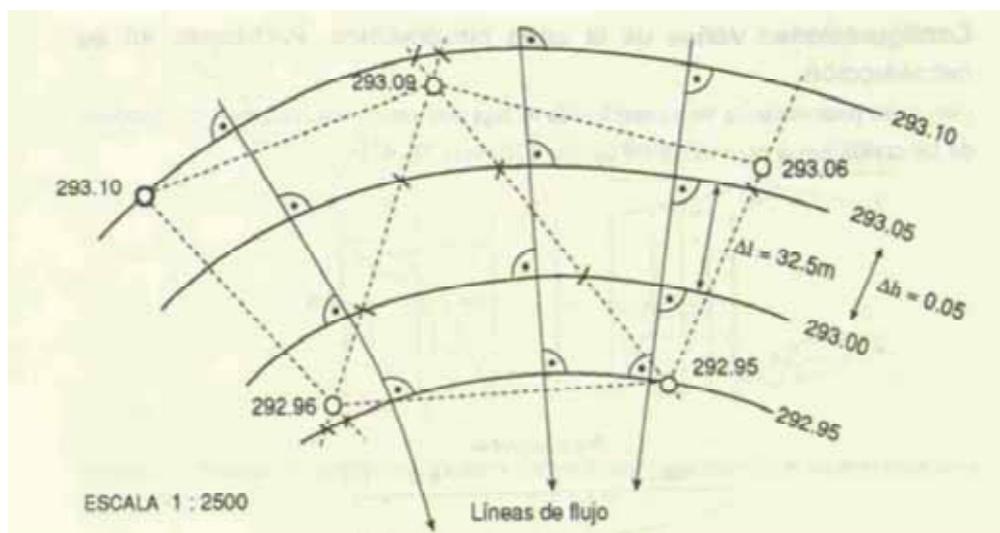
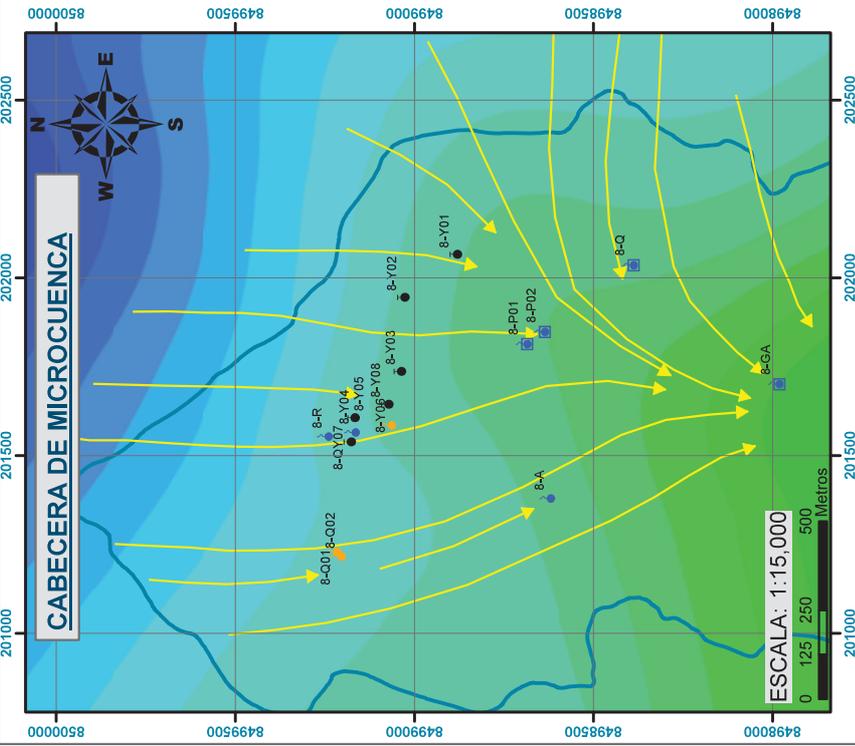


Figura 5.28. Parte un plan piezométrico y líneas de flujo.

En la Figura 5.28 se muestra parte de un plan piezométrico con isopiezas y líneas de flujo, caso curvo, construidos en base a varios triángulos hidrológicos. Las líneas de flujo tienen que ser perpendiculares a las isopiezas, carta piezométrica siempre tiene que contener la escala. Es así como se obtuvo la dirección de flujo, en la cabecera de la microcuenca Unuhuaycco.

# MAPA DE DIRECCION DE FLUJO



## SIMBOLOGIA

- Hidrografia**
- Microcuencia Unihuyaycco
  - Drenajes
  - Lugares Poblados
  - Capital de Distrito
  - Centros Poblados
- Limites Politicos y Administrativos**
- Limite Regional
  - Limite Provincial
  - Limite distrital
- Relieve**
- Curvas de nivel
- Hidrogeologia**
- Isopiezas
  - Direccion de flujo
  - Areas Hidromorficas
- Red Vial**
- Carretera asfaltada
  - Carretera afirmada, transitable
  - Camino carrozable
  - Camino de herradura
  - Ferrocarril

## LEYENDA

Tipo de Fuente	Simbolo en el Mapa	TIPO DE FUENTE	SIMBOLO	CANTIDAD
Manantial Captado	8-R	Manantial Captado	8-R	4
Manantial Permanente	8-Q	Manantial Permanente	8-Q	3
Manantial Temporal	8-Q01	Manantial Temporal	8-Q01	3
Manantial Extimo	8-A	Manantial Extimo	8-A	6
<b>Total</b>		<b>Total</b>		<b>16</b>

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA**

**MAPA:** DIRECCION DE FLUJO

**UBICACION**

Proyeccion: Universal Transversa Mercator (UTM)  
 Elipsoide o Datum Horizontal: World Geodesic System 1984 (WGS84)  
 Huso y Zona: 19L Sur

**SISTEMAS DE COORDENADAS**

**ELABORADO POR:** Mg. Ing. Eddie E. Mercado Tejada  
 Bandera Perez Wilner

**FUENTE:** Elaboracion propia

**ESCALA DE TRABAJO:** A3

**ESCALA DE IMPRESION:** MDP-16

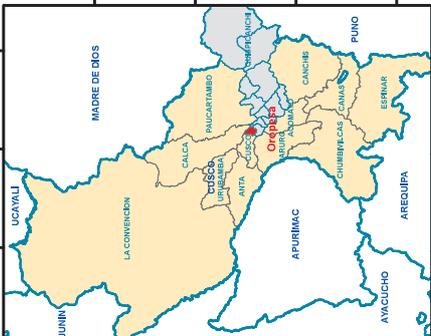
**FECHA:** OCT. 2019

**MAPA N°:** 16

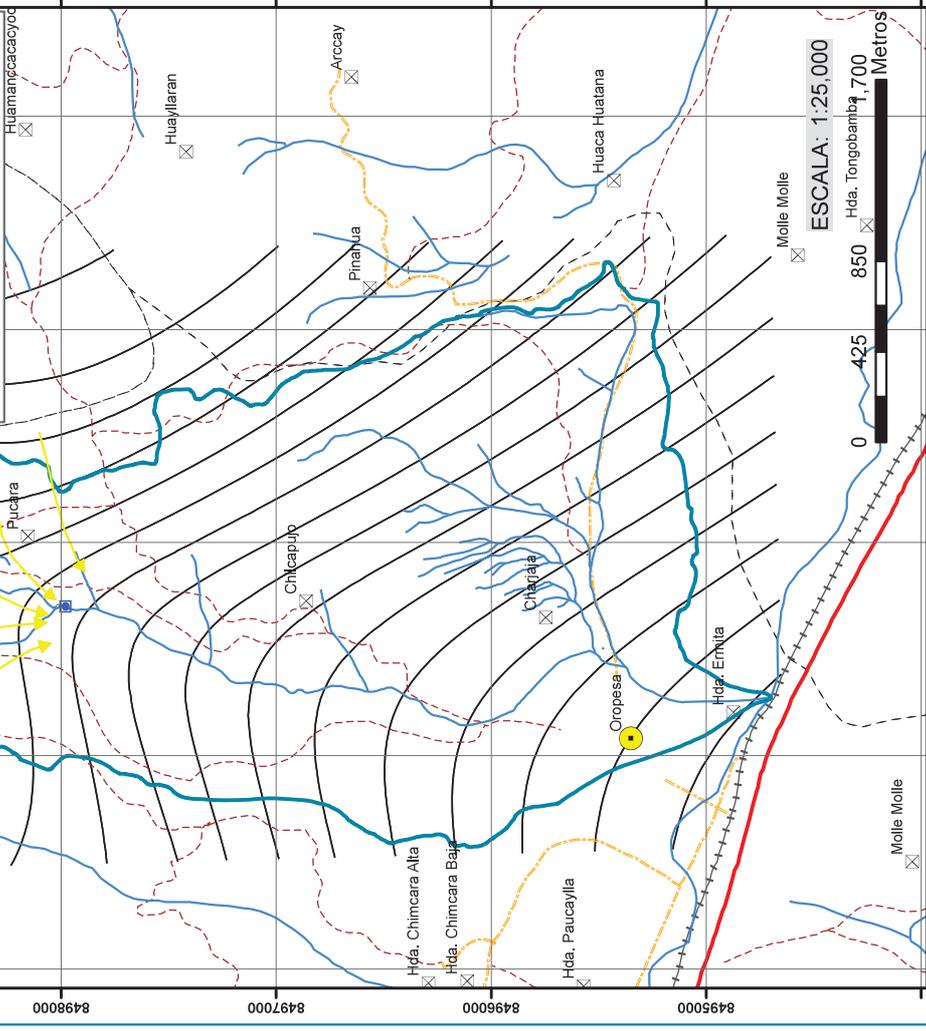
### INVENTARIO DE FUENTES

Tipo de Fuente	NOMBRE	SIMBOLO
8-Q	Quincemihuyoc	8-Q
8-R	Ranacasa	8-R
8-Q01	Qalpachuyaycco 01	8-Q01
8-A	Manante Atochuacha	8-A
8-Q02	Qalpachuyaycco 02	8-Q02
8-Y05	Yanahuylla 05	8-Y05
8-Y04	Yanahuylla 04	8-Y04
8-Y02	Yanahuylla 02	8-Y02
8-Y06	Yanahuylla 06	8-Y06
8-Y01	Yanahuylla 01	8-Y01
8-QA	Galera Atochuachana	8-QA
8-P01	Pucara 01	8-P01
8-P02	Pucara 02	8-P02
8-Y03	Yanahuylla 03	8-Y03
8-Y08	Yanahuylla 08	8-Y08
8-Y07	Yanahuylla 07	8-Y07

# MAPA DE UBICACION REGIONAL



## PERU - CUSCO - QUISPICANCHI - OROPESA



## 5.6. IDENTIFICACIÓN DE UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS

### 5.6.1. UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS

Un acuífero es una formación geológica que contiene agua en cantidades apreciables que circule a través de ella con facilidad. Suministrando cantidades útiles de agua subterránea a manantiales naturales o pozos de agua. (Paula, Caraballo, & Xavier, 2012)

En consecuencia, se clasificó los acuíferos en función a su productividad, los cuales se muestra a continuación.

#### A. Acuífero

Se denomina acuífero a toda formación geológica capaz de almacenar y transmitir el agua subterránea a través de ella, pudiendo extraerse en cantidades significativas mediante obras de captación (ej. pozos). (Paula et al., 2012)

Acuífero fisurado sedimentario. – Esta unidad está conformada por la formación Huancané que está conformada por areniscas cuarzosas fluviales bien redondeadas y conglomerados. Tienen buena permeabilidad con moderada a buena productividad. Esta ocupa un área de 154.4944 Ha.

Acuífero poroso no consolidado. – Está conformado por depósitos glaciares y fluviales que está constituido por morrenas con gravas y bloques de diferentes tamaños con matriz variable, y arenas gravosas en bancos y terrazas. Estas unidades son formaciones permeables no consolidados. Los depósitos glaciares tienen una moderada a alta permeabilidad con moderada productividad y los depósitos fluviales tienen una productividad. En la microcuenca Unuhuaycco ocupa un área total de 34.0335 Ha

Acuífero volcánico sedimentario. – Conformado por la Formación Pachatusan que está constituidos por coladas, aglomerados y brechas volcánicas de basalto. Siendo estas formaciones de alta permeabilidad en rocas volcánicas y sedimentarias. A su vez son acuíferos fisurados de alta permeabilidad y alta productividad. Esta unidad hidrogeológica ocupa un área total de 105.6466 Ha.

#### B. Acuitardo

Son formaciones semipermeables conformados por limos arenosos y limos, que transmiten el agua muy lentamente y que resulta muy difícil su extracción mediante obras de captación, pero que son importantes para la recarga de acuíferos subyacentes, debido a la posible filtración vertical o drenaje. (Paula et al., 2012)

Acuitardo no consolidado. – Conformado por depósitos coluviales y aluviales. Conformada por materiales finos de baja permeabilidad generalmente no consolidados. Son acuitardo de escaso interés hidrogeológico, generalmente impermeables de matriz fina. Esta ocupa un área total de 339.1299 Ha.

Acuífero sedimentario. – Conformado por las formaciones Huambutío, Paucarbamba, Maras y Quilque. Son materiales de alta porosidad y baja a nula permeabilidad, siendo estos materiales que condicionan la surgencia de aguas subterráneas en diversos manantiales que son de escaso interés hidrogeológico, que predominan los materiales finos. Ocupan un área total de 140.1010 Ha.

Acuitardo volcánico. - Conformado por la Formación Rumicolca. Que son materiales de pequeña extensión, permeables de nula productividad, por esta razón se le clasificó como Acuitardo. Que son materiales de alto fracturamiento, aunque es solo superficial este fracturamiento. No almacena agua y la permeabilidad de la parte superior solo deja pasar escasos flujos de agua. Esta unidad ocupa un área total de 54.3230 Ha.

En la Tabla 5.25, se muestra la clasificación hidrogeológica de las unidades geológicas presentes en la microcuenca de Unuhuaycco.

Tabla 5.25. Clasificación de unidades hidrogeológicas.

Formación Geológica	Símbolo Geológico	Unidad Hidrogeológica	Clasificación Hidrogeológica	Símbolo Hidrogeológico	Área (Ha)
Huancané	Ki-hn	Acuífero	Fisurado sedimentario	AFS-hn	154.4944
Fluviales	Q-fl	Acuífero	Poroso no consolidado	APNC-fl	6.3464
Glaciares	Q-gl	Acuífero	Poroso no consolidado	APNC-gl	27.6871
Coluviales	Q-al	Acuitardo	No consolidado	ATNC-al	83.2670
Aluviales	Q-co	Acuitardo	No consolidado	ATNC-co	255.8630
Huambutío	JsKi-hm	Acuitardo	Sedimentario	ATS-hm	30.6340
Maras	Ki-ma	Acuitardo	Sedimentario	ATS-ma	47.1806
Paucarbamba	Ki-pb	Acuitardo	Sedimentario	ATS-pb	18.6624
Quilque	Pp-qu	Acuitardo	Sedimentario	ATS-qu	44.2240
Rumicolca	NpQ-ru	Acuitardo	Volcánico	ATV-ru	54.3230
Pachatusán	Ji-pa	Acuífero	Volcánico sedimentario	AVS-pa	105.6466
Drenaje	Drenaje	Drenaje	Drenaje	Drenaje	1.7484

Fuente: Elaboración propia

# MAPA HIDROGEOLOGICO

LEYENDA					
Formación Geológica	Símbolo Geológico	Unidad Hidrogeológica	Clasificación Hidrogeológica	Símbolo Hidrogeológico	Área (Ha)
Huancane	K-hn	Acuífero	Fisurado sedimentario	AFS-hn	154.4944
Fuviales	Q-fl	Acuífero	Poroso no consolidado	APNC-fl	6.3464
Glaciares	Q-gl	Acuífero	Poroso no consolidado	APNC-gl	27.6871
Coluviales	Q-al	Acuitardo	No consolidado	ATNC-al	83.2670
Aluviales	Q-co	Acuitardo	No consolidado	ATNC-co	255.8630
Huambutio	JsKi-hm	Acuitardo	Sedimentario	ATS-hm	30.6340
Maras	Ki-ma	Acuitardo	Sedimentario	ATS-ma	47.1806
Paucarbamba	Ki-pb	Acuitardo	Sedimentario	ATS-pb	18.6624
Quilque	Pp-qu	Acuitardo	Sedimentario	ATS-qu	44.2240
Rumicolca	NpQ-ru	Acuitardo	Volcánico	ATV-ru	54.3230
Pachatusan	Ji-pa	Acuífero	Volcánico sedimentario	AVS-pa	105.6466
Drenaje					1.7484

Acuífero de la Formación Huancane, la cual se puede observar las fracturas que son conducido de agua

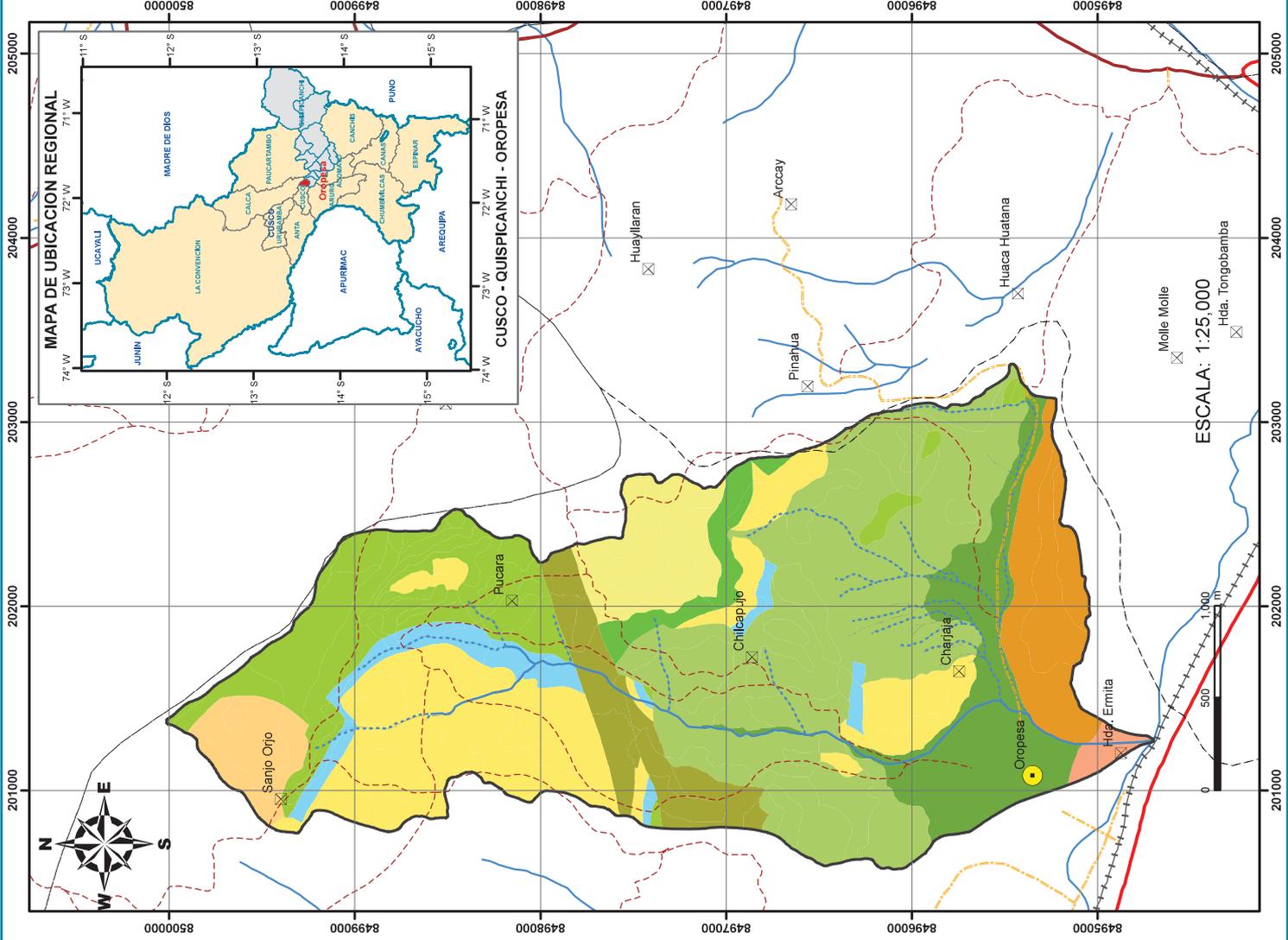


Acuífero de la Formación Pachatusan, la cual se puede observar las fracturas que son conducido de agua



SIMBOLOGIA	
	Mch_ Unhuaycco
	Capital de Distrito
	Centros Poblados
	Distritos_Cusco
Red Vial	
	Carretera asfaltada
	Carretera afirmada, transitable
	Camino carrozable
	Camino de herradura
	Ferrocarril
Drenajes	
	Intermitente
	Permanente

MAPA:		HIDROGEOLOGICO	
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA			
UBICACIÓN		SISTEMA DE COORDENADAS	
REGION	: Cusco	Proyección:	Universal Transversa Mercator (UTM)
PROVINCIA	: Quispicanchi	Elipsoide o Datum	Horizontal: World Geodetic System 1984 (WGS84)
DISTRITO	: Oropesa	Huso y Zona:	19L Sur
SECTOR	: Unhuaycco	ASESOR:	ELABORADO POR:
		Mgt. Ing. Eddie E. Mercado Tejada	Br. Barriontes Cruz Vidal Antoni
			Br. Bandera Perez Wilner
ESCALA DE TRABAJO	1/25000	ESCALA DE IMPRESIÓN:	A3
FECHA:	OCT. 2019	CODIGO	IMHGEOL
MAPA N°	17	FUENTE:	Elaboración propia



### 5.6.2. CLASIFICACIÓN DE ACUÍFERO POR PRODUCTIVIDAD

Tomando en cuenta la litología, índices de permeabilidad, Características de fracturas y presencia de manantes, se caracterizó los tipos de acuíferos por productividad, que se muestra en la Tabla 5.26.

Productividad baja a nula. – Constituidos por la formación Paucarbamba, Maras. Quilque y depósitos Coluviales, dichas formaciones están constituidos por lutitas, limos, arenas limosas que ocupan un área total de 365.93 Ha. dentro del área de estudio.

Productividad baja. – Dentro la Microcuenca Unuhuaycco están conformadas por las formaciones geológicas siguientes: Pachatusán, Huambutío, Huancané, Rumicolca y los depósitos glaciares y aluviales que ocupan un área total de 243.4795 Ha.

Productividad media. – En la microcuenca Unuhuaycco está conformado por las formaciones geológicas siguientes: Pachatusán, Huancané y depósitos fluviales. Que están fracturadas.

Productividad alta. – está conformado por la Formación Pachatusán principalmente que ocupa un área total de 86.9525 Ha,

Cabe resalta que, si una unidad tiene productividad baja, media y alta como es el caso de la Formación Pachatusán, es porque estas se clasificaron según resultados de los ensayos de infiltración realizados en los diferentes puntos dentro de la Microcuenca Unuhuaycco.

En la Tabla 5.26, se muestra la clasificación de los acuíferos que hay dentro de la microcuenca de Unuhuaycco según su productividad hídrica.

Tabla 5.26. Clasificación de las unidades hidrogeológicas según la productividad hídrica.

Productividad Hídrica	Clasificación Hidrogeológica	Formación Geológica	Símbolo Hidrogeológico	Area (Ha)
Baja a nula	No consolidado	Dep. coluvial	ATNC-co	255.8630
		Fm. Maras	ATS-ma	47.1806
	Sedimentario	Fm. Paucarbamba	ATS-pb	18.6624
		Fm. Quilque	ATS-qu	44.2240
Baja	No consolidado	Dep. aluvial	ATNC-al	83.2670
	Poroso no consolidado	Dep. glaciar	APNC-gl	27.6871
	Volcánico	Fm. Rumicolca	ATV-ru	54.3230
	Sedimentario	Fm. Huambutío	ATS-hm	30.6340
	Fisurado sedimentario	Fm. Huancané	AFS-hn	41.3279
	Volcánico sedimentario	Fm. Pachatusán	AVS-pa	6.2405
Media	Poroso no Consolidado	Dep. fluvial	APNC-fl	6.3464
	Fisurado sedimentario	Fm. Huancané	AFS-hn	113.1665
	Volcánico sedimentario	Fm. Pachatusan	AVS-pa	12.4536
Alta	Volcánico sedimentario	Fm. Pachatusan	AVS-pa	86.9525
Drenaje				1.7484

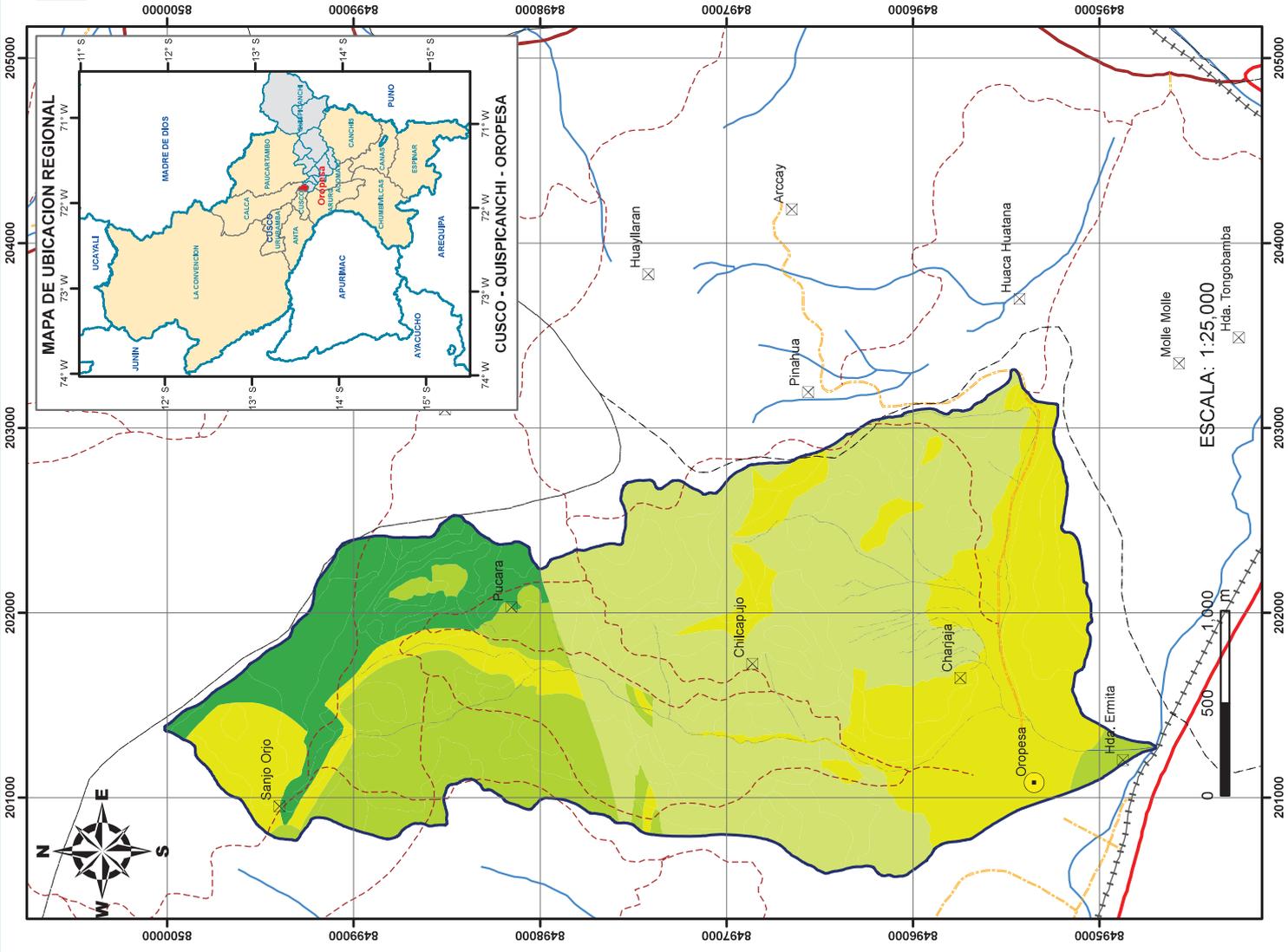
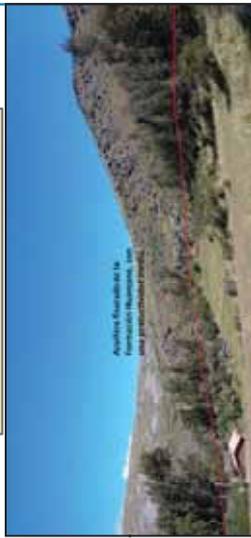
Fuente: Elaboración propia

# MAPA DE PRODUCTIVIDAD HIDRICA

LEYENDA			
Productividad Hidrica	Clasificación Hidrogeológica	Formación Geológica	Simbolo Hidrogeológico
Baja a Nula	No consolidado	Dep. Coluvial	ATNC-co
	Sedimentario	Fm. Maras Fm. Paucarbamba Fm. Quilque	ATS-ma ATS-pb ATS-qu
Baja	No consolidado	Dep. Aluvial	ATNC-al
	Poroso no consolidado	Dep. glaciar	APNC-gl
Media	Volcanico	Fm. Rumicolca	ATV-ru
	Sedimentario	Fm. Huambutío	ATS-hm
	Fisurado sedimentario	Fm. Huancane	AFS-hn
	Volcanico sedimentario	Fm. Pachatusan	AVS-pa
Alta	Poroso no consolidado	Dep. Fluvial	APNC-fl
	Fisurado sedimentario	Fm. Huancane	AFS-hn
	Volcanico sedimentario	Fm. Pachatusan	AVS-pa

Acuífero de la Formación Pachatusan, que tienen un productividad alta, por estar altamente fracturadas.

Acuífero de la Formación Huancane, que por su grado de fracturamiento, estas tiene una productividad media.



## SIMBOLOGIA

- Mcr\_ Unhuaycco
- Capital de Distrito
- Centros Poblados
- Distritos\_Cusco
- Red Vial**
- Carretera asfaltada
- Carretera afirmada, transitable
- Camino carrozable
- Camino de herradura
- Ferrocarril
- Drenajes

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

## MAPA:

UBICACIÓN : Cusco  
REGION : Quispicanchi  
PROVINCIA : Oropesa  
DISTRITO : Unhuaycco  
SECTOR : Unhuaycco

## SISTEMA DE COORDENADAS

Proyección: Universal Transversa Mercator (UTM)  
Elipsoide o Datum Horizontal: World Geodetic System 1984 (WGS84)  
Huso y Zona: 19L-Sur

## ASESOR:

Mgt. Ing. Eddie E. Mercado Tejada  
Ing. Tedy Mirocho Oré

## ELABORADO POR:

Br. Barrientos Cruz Vidal Antoni  
Br. Bandera Perez Wilner

## FUENTE:

Elaboración propia

## MAPA N°

18

## ESCALA DE TRABAJO

1/25000

## ESCALA DE IMPRESIÓN:

A3

## FECHA:

OCT. 2019

## CODIGO

MPH

## IMPRESIÓN:

A3

ESCALA: 1:25 000



## CAPITULO VI: BALANCE HIDRICO

### 6.2. DEMANDA HÍDRICA

#### 6.1.1. DEMANDA POBLACIONAL

Para ello se ha utilizado como indicador el número de habitantes por centro poblado como Oropesa y Pucara, obtenido del censo 2017, identificándose la existencia de 4426 habitantes para la evaluación del balance hídrico correspondiente a la zona de estudio.

De acuerdo al reglamento nacional de construcciones (RNC), la proyección futura para estudio de demanda de agua poblacional debe proyectarse a 25 años.

Población futura

Para ello se tiene la siguiente relación matemática

$$PF = \left( 1 + \left( \frac{tc * T}{1000} \right) \right)$$

Donde:

PF = población futura

tc = Tasa de crecimiento poblacional

T = Tiempo de proyección en años (25 año)

Reemplazando valores en la ecuación anterior se tiene que para un tiempo de proyección de 25 años se tendrá una población futura de 4575 hb.

Los principales factores que influyen el consumo del agua son: El clima, pues la temperatura domina el hábito de vida; el estándar de vida o grado de desarrollo cultural de la población, la presencia de industrias aumenta el uso total de agua; el tamaño de la comunidad, las urbanizaciones pequeñas con frecuencia tienen una baja demanda de agua; calidad y costo

de agua, normalmente si aumenta el costo del agua se reduce el consumo y aumenta el consumo cuando se mejora la calidad de agua.

Para el presente proyecto se adoptó una dotación de 180 lt/hab./día

En base a las siguientes consideraciones:

- El reglamento nacional de edificaciones vigente, establece una dotación entre 180 y 120 lt/hab./día según las condiciones de clima y programas de vivienda que tenga en la zona.
- En base a estas consideraciones y por criterio profesional propio se ha adoptado la dotación para el proyecto de 180 lt/hab./día. Considerándose que además del uso doméstico, también se tiene un uso destinado a la elaboración de Pan, que es muy característico de la Población de Oropesa.

#### 6.2.1.1. Consumo Promedio Diario (QM).

Dadas las características muy dispersas de las viviendas, el consumo promedio diario anual estimado del consumo per-cápita para la población futura en un supuesto periodo de diseño de obras de saneamiento básico, expresada en litros por segundo (l/s), en base a los valores de la población de diseño y la dotación, mediante la siguiente expresión:

$$Q_m = PF \times \text{Dot} / 86400.$$

Dónde:  $Q_m$  = Consumo promedio diario (Lit/seg)

$PF$  = Población futura de diseño (hab.)

$\text{Dotac.}$  = Dotación en Lit/hab./día

En resumen, se tiene:

$$Q_m = 9.53 \text{ Lit/seg.}$$

### 6.2.1.2. Estimación de las Variaciones de consumo.

#### A. Consumo máximo diario (QMD).

Se refiere al valor del mayor consumo diario anual.  $Q_{md} = K1 \times Q_p$

Donde:

$K1$  : Coeficiente de variación diaria, el Reglamento Nacional de Construcciones propone valores de  $K1$  en 1.20 hasta 1.50, para el estudio se adopta  $K1=1.30$

$Q_p$  : Gasto promedio (Lit/seg). Para el estudio se tiene:

$$Q_{md} = 12.39 \text{ Lit/seg.}$$

#### B. Consumo máximo horario (QMH)

Se refiere al gasto en la hora de mayor demanda en un día.  $Q_{mh} = K2 \times Q_p$ .

Donde:

$K2$  : Coeficiente de variación horaria, Reglamento Nacional de Construcciones propone valores de 1.50 y 2.00, se adopta  $K2=2.00$ , por tratarse de una población menor a 10,000 hab.

$Q_{md}$  : Gasto promedio (Lit/seg)

se tiene:

$$Q_{mh} = 14.30 \text{ lt/seg.}$$

Para el propósito de balance hídrico a nivel de la microcuenca se ha proyectado la demanda de agua a volúmenes por mes tal como se observa en la Tabla 6.1.

En las siguientes tablas se presenta resumidamente el proceso de cálculo de la demanda poblacional para la microcuenca Unuhuaycco.

Tabla 6.1. Dotación Mensual de agua Poblacional.

Pf	Dotación de Agua Poblacional												TOTAL	
	hb	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	M3/AÑO
		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
4575		25530.61	23059.90	25530.61	24707.04	25530.61	24707.04	25530.61	25530.61	24707.04	25530.61	24707.04	25530.61	300602.30
Qm (m3/mes)		25530.61	23059.90	25530.61	24707.04	25530.61	24707.04	25530.61	25530.61	24707.04	25530.61	24707.04	25530.61	300602.30
Qmd (m3/mes)		33189.79	29977.87	33189.79	32119.15	33189.79	32119.15	33189.79	33189.79	32119.15	33189.79	32119.15	33189.79	390782.99
Qmh (m3/mes)		38295.91	34589.85	38295.91	37060.56	38295.91	37060.56	38295.91	38295.91	37060.56	38295.91	37060.56	38295.91	450903.45
Qmh/s		10.64	9.61	10.64	10.29	10.64	10.29	10.64	10.64	10.29	10.64	10.29	10.64	

Fuente: Elaboración propia

Los meses de máxima demanda necesitan un volumen de 38295.91 m<sup>3</sup>, para satisfacer la demanda poblacional.

### 6.1.2. DEMANDA PECUARIA

El Reglamento Nacional de Construcciones (RNC), para el diseño de abrevaderos en zonas rurales, propone una demanda precipitada de agua por especie animal siguiente:

Tabla 6.2. Consumo de agua diario por especie animal

Especie ANIMAL	DOTACIÓN
Ganado lechero	120 l/día por animal
Bovino y equinos	40 l/día por animal
Ovinos y porcinos	10 l/día por animal
Aves	20 l/día por cada 100 aves

Fuente: Elaboración propia

Es así que, para el área evaluada, se tiene la siguiente tabla de especie animal presente.

Tabla 6.3. Consumo de agua por especie animal.

ESPECIE ANIMAL	VACUNOS	OVINOS	EQUINOS
Población Animal (unid)	50,0	200,0	50,0
Consumo (lit/animal/día)	120,0	10,0	40,0
Total, Consumo (lit/total animal/día)	6000.00	2000.00	2000.00

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, con los datos anteriores de ha proyectado el consumo de agua total de las especies animales en volumen mensual, tal como se observa la Tabla 6.4.

Tabla 6.4. Consumo pecuario Mensual.

Und	Dotación de Agua para consumo Pecuario											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Volumen m3/mes	310.00	280.00	310.00	300.00	310.00	300.00	310.00	310.00	300.00	310.00	300.00	310.00

Fuente: Elaboración propia

### 6.1.3. DEMANDA AGRÍCOLA

En la estimación de la demanda de agua que requieren los diversos cultivos existentes en la microcuenca, fue necesario conocer la cédula de cultivo estimar:

Para cuantificar el requerimiento de riego, se ha considerado aproximadamente las áreas de cultivo de la zona y los periodos de su respectiva siembra, así como conocer la superficie en hectáreas, que están bajo riego y cuáles no tienen riego o de secano. Por otra parte, se han considerado los aportes naturales de agua en términos de precipitación al 75% de probabilidades de ocurrencia. Los coeficientes de cultivo  $K_c$  se han determinado por el método universal de la curva única. Finalmente se ha estimado requerimientos de riego para periodos mensuales, como se muestra en la siguiente Tabla N° 6.5:

Tabla 6.5. Demanda hídrica agrícola, microcuencas Unhuaycco.

REFERENCIAS CULTIVOS	AREA		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
	ha	%												
<b>Bajo riego</b>														
Maíz AMILACEO	42.8538	24.39	0.73	0.3					0.22	0.59	0.9	1.02	0.99	0.92
HABA VERDE	16.1269	9.18	0.87	0.38								0.32	0.81	0.98
Papa	30.4784	17.34						0.27		0.72	0.95	0.97	0.8	0.33
Arveja verde	11.4222	6.5						0.32		0.81	0.98	0.87	0.38	
<b>EN SECANO</b>														
Papa	14.6624	8.34	0.59	0.9	1.02	0.99	0.92	0.73	0.3					0.22
Haba	1.2997	0.74	0.57	0.59	0.48	0.2							0.16	0.43
Trigo	58.8833	33.51	0.99	0.94	0.74	0.29						0.24	0.65	0.9
<b>SUBTOTAL</b>	<b>175.7268</b>	<b>100</b>												
AREA A REGARSE POR MES (ha)			133.83	133.83	74.85	74.85	14.66	14.66	99.42	84.75	84.75	159.76	161.06	164.3
Kc PONDERADO			0.84	0.66	0.79	0.43	0.92	0.73	0.26	0.67	0.93	0.64	0.76	0.74
			0.844	0.66	0.788	0.426	0.923	0.73	0.257	0.666	0.925	0.642	0.76	0.741
ETo (mm) HARGREAVES			121.33	109.14	116.56	111.55	106.06	93.21	100.78	114.46	123.26	139.18	141.46	128.73
ETr (mm)			102.37	72.09	91.8	47.52	97.84	68.04	25.95	76.2	114.02	89.34	107.5	95.44
PRECIPITACION PROMEDIO MENSUAL (mm)			162.8	147.5	122.7	47.7	8.7	5.4	4.8	8.1	18.1	45.6	74.9	123.8
DESVIACION ESTANDAR (SD)			33.2	25.5	35.95	19.39	4.96	1.49	2.46	8.18	8.37	20.38	31.99	32.42
PRECIPITACION CONFIABLE AL 75% (mm)			140.41	130.3	98.45	34.62	5.36	4.4	3.14	2.58	12.46	31.85	53.32	101.93
REQUERIMIENTO DE RIEGO NETO (mm)			0	0	0	12.9	92.48	63.65	22.81	73.62	101.56	57.49	54.18	0
REQUERIMIENTO DE RIEGO NETO (m³/ha)			0	0	0	128.98	924.83	636.47	228.09	736.19	1015.64	574.91	541.76	0
NUMERO DIAS DEL MES			31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
JORNADA DE RIEGO (horas)			12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
EFICIENCIA DE RIEGO POR ASPERSION (%)			75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
REQUERIMIENTO DE RIEGO BRUTO (m³/ha)			0	0	0	171.97	1233.11	848.63	304.12	981.59	1354.19	766.55	722.35	0
VOLUMEN DE DEMANDA REQUERIDA (m³)			0	0	0	12871.29	18080.31	12442.89	30235.15	83193.91	114773.85	122467.87	116344.94	0
DEMANDA TOTAL DE AGUA DEL PY (l/seg)			0	0	0	9.93	13.5	9.6	22.58	62.12	88.56	91.45	89.77	0
AGUA DISPONIBLE EN LA FUENTE (l/seg)			35	33	32	30	28	27	25	24	22	21	19	17
SUPERAVIT DEL RECURSO HIDRICO (l/seg)			35	33	32	30	28	27	25	24	22	21	19	17
MODULO DE RIEGO (lt/seg/ha)			0	0	0	0.13	0.92	0.65	0.23	0.73	1.04	0.57	0.56	0

Fuente: Elaboración propia

### 6.3. OFERTA HIDRICA

Del inventario manantes realizado, en el mes de marzo del presenta año, en total suman una disponibilidad de agua de 31.8 l/s, de los cuales destinados para consumo humano e industrial son 28.29 l/s. Por lo tanto, la disponibilidad de agua para uso agrícola es nulo, ya que no se cuenta con un sistema de riego o reservorios para dicha actividad.

Así mismo se ha recopilado información de la Municipalidad Distrital de Oropesa, quienes nos proporcionaron información del año 2012 del inventario realizado en la zona de estudio correspondiente al mes de junio y octubre en que registran un caudal de 28.29 l/s y 26.00 l/s.

Con los datos obtenidos en correspondientes a los aforos de los manantes, se obtuvo una ecuación de proyección de caudales de manantes la cual es la siguiente.

$$y = 38.238x^{-0.168}$$

Es así que se generó la oferta hídrica mensual en metros cúbicos.

Tabla 6.6. Oferta hídrica en la microcuenca Unuhuaycco.

MESES	CAUDAL MEDIDO l/s	OFERTA GENERADA l/s	OFERTA GENERADA m3/mes
ENERO		38.24	102416.30
FEBRERO		34.04	82352.42
MARZO	31.81	31.80	85181.61
ABRIL		30.31	78550.80
MAYO		29.19	78187.48
JUNIO	28.29	28.31	73386.54
JULIO		27.59	73897.28
AGOSTO		26.98	72260.67
SETIEMBRE		26.45	68561.80
OCTUBRE	26.00	25.99	69606.24
NOVIEMNRE		25.58	66292.64
DICIEMBRE		25.21	67509.96
SUMA	86.1	349.68	918,203.74

Fuente: Elaboración propia

#### 6.4. BALANCE HIDRICO GENERAL

Una vez obtenido los datos de la demanda total a nivel de microcuenca y la descarga mensual, se desarrolló el balance hídrico. Resultado que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6.7. Balance hídrico general, oferta vs demanda mensual en l/s.

MES	TOTAL, OFERTA	DEMANDA HÍDRICA (l/s)			TOTAL	SUPERAVIT Y/O
	MANANTES l/s	CONSUMO HUMANO	CONSUMO PECUARIO	DEMANDA RIEGO RIEGO	DEMANDA l/s	DÉFICIT l/s
ENE	38.24	14.30	0.12	0.00	14.41	23.82
FEB	34.03	14.30	0.12	0.00	14.41	19.62
MAR	31.79	14.30	0.12	0.00	14.41	17.38
ABR	30.29	14.30	0.12	9.93	24.35	5.95
MAY	29.18	14.30	0.12	13.50	27.91	1.26
JUN	28.30	14.30	0.12	9.60	24.01	4.28
JUL	27.58	14.30	0.12	22.58	36.99	-9.42
AGO	26.96	14.30	0.12	62.12	76.54	-49.57
SET	26.44	14.30	0.12	88.56	102.97	-76.54
OCT	25.97	14.30	0.12	91.45	105.86	-79.89
NOV	25.56	14.30	0.12	89.77	104.19	-78.63
DIC	25.19	14.30	0.12	0.00	14.41	10.77

Fuente: Elaboración propia

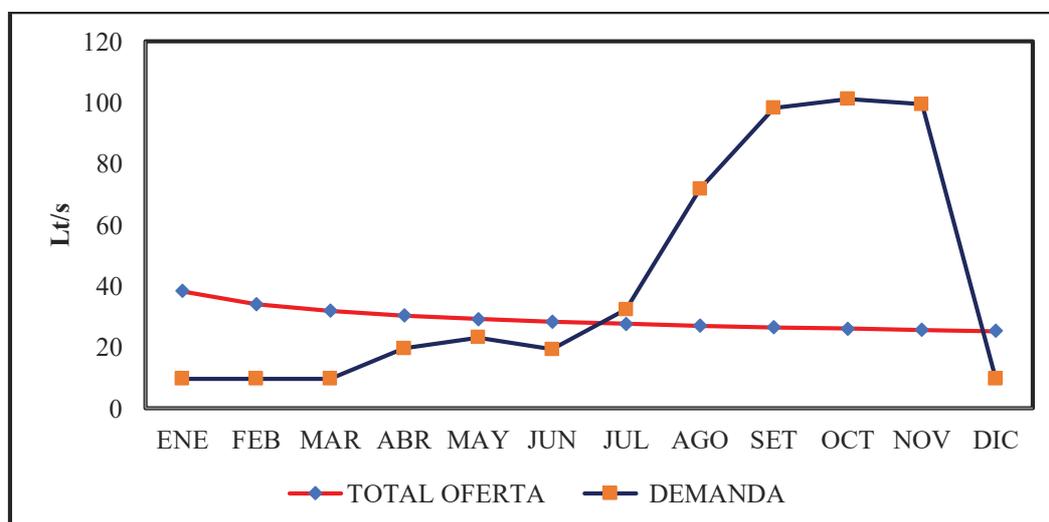


Figura 6.1. Diagrama de Balance hídrico general entre demanda y oferta hídrica microcuenca Unuhuaycco.

Fuente: Elaboración propia

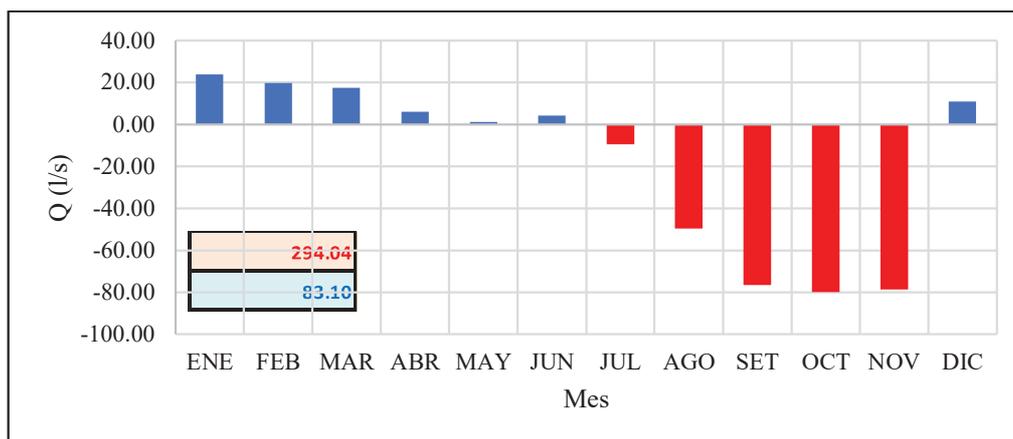


Figura 6.2. Superávit y/o déficit mensual en l/s.

Fuente: Elaboración propia

De la figura 6.1 y 6.2, se concluye que en la microcuenca Unuhuaycco se tiene un déficit de recurso hídrico entre los meses de julio y noviembre.

Tabla 6.8: Balance hídrico general mensual en m<sup>3</sup>/mes.

MES	TOTAL, OFERTA	TOTAL	SUPERAVIT Y/O
	MANANTES m <sup>3</sup> /mes	DEMANDA m <sup>3</sup> /mes	DÉFICIT m <sup>3</sup> /mes
ENE	102416.30	38605.91	63810.75
FEB	82352.42	34869.85	47466.93
MAR	85181.61	38605.91	46549.89
ABR	78550.80	63103.14	15417.55
MAY	78187.48	74766.54	3386.10
JUN	73386.54	62246.34	11103.77
JUL	73897.28	99076.21	-25218.79
AGO	72260.67	204993.72	-132774.72
SET	68561.80	266908.25	-198388.24
OCT	69606.24	283541.64	-213979.88
NOV	66292.64	270050.44	-203801.92
DIC	67509.96	38605.91	28857.48

Fuente: Elaboración propia

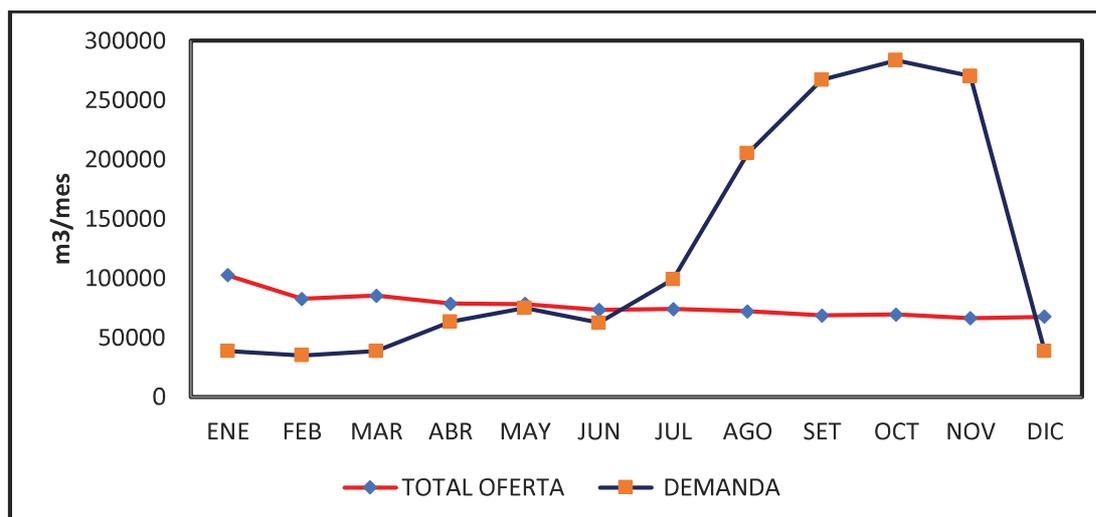


Figura 6.3. Superávit y/o déficit mensual en m<sup>3</sup>/mes  
Fuente: Elaboración propia

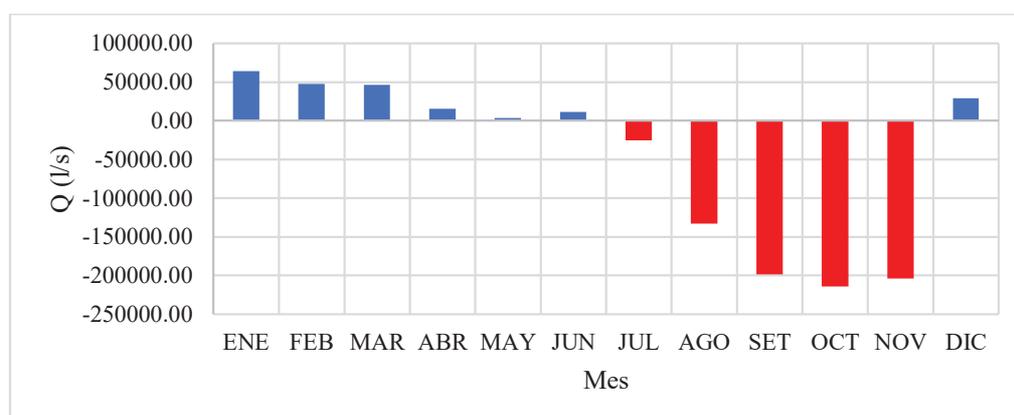


Figura 6.4. Superávit y/o déficit mensual en m<sup>3</sup>/mes.  
Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

De las figuras 6.3 y 6.4, se concluye que en la microcuenca Unhuaycco se tiene un déficit de recurso hídrico entre los meses de julio y noviembre, observándose que el déficit hídrico anual es de 774 163.54 m<sup>3</sup>.

## 6.1. CAPITULO VII: DISEÑO DE METODOS DE RECARGASTIMACIÓN DE RECARGA Y DESCARGA

Debido al objeto final del estudio que es conocer las zonas de recarga de los acuíferos fisurados, se ha realizado la determinación expresa a través de un modelo numérico de la recarga directa e indirecta, así como de la descarga.

### 6.1.1. RECARGA DIRECTA

Las precipitaciones regionalizadas para la zona de estudio son las que recargan de manera directa a los acuíferos presentes en la zona de estudio. Para ello se hizo uso de la ecuación.

$$V = 1000 * PP * Ce * Ac$$

A continuación, se muestra la tabla 7.1, donde se estima la recarga directa por precipitación

Tabla 6.1.1: Estimación de Recarga directa.

MES	PP Mm/mes	V=1000*PP*Ce*Ac m3/mes	RECARGA EFECTIVA m3/mes
ENE	131.39	186679.48	186679.48
FEB	120.098	170635.41	170635.41
MAR	96.0473	136464.43	136464.43
ABR	31.8852	45302.61	45302.61
MAY	3.19735	4542.81	
JUN	-0.0975	-138.46	
JUL	0	0.00	
AGO	1.37342	1951.36	
SET	9.75491	13859.82	
OCT	30.1271	42804.75	42804.75
NOV	50.7594	72119.20	72119.20
DIC	99.069	140757.59	140757.59
TOTAL, anual	573.60	814979.00	794763.47

Fuente: Elaboración propia

### 6.1.2. RECARGA INDIRECTA

Producto de cauces permanentes, estacionales y efímeros. (Victoria, Otálvaro, María, & Ariza, n.d.). Se determina que no presenta una recarga indirecta, ya que no existe un flujo de retorno a los puntos de agua, debido a que las zonas de recarga se encuentran en la cabecera de microcuenca.

### 6.1.3. DESCARGA EN ACUÍFEROS

Todo el flujo de agua subterránea tiene que descargar en alguna parte, y estas son todas las fuentes presentes en la cabecera de microcuenca, que se muestran en la siguiente tabla, donde se muestra la descarga mensual. Así mismo se estima que los acuíferos en la cabecera de microcuenca presentan una descarga anual de 918,203.74 m<sup>3</sup>.

Tabla 6.1.2: Descarga de acuíferos

MES	CAUDAL GENERADO l/s	DESCARGA m <sup>3</sup> /mes
ENERO	38.24	102416.30
FEBRERO	34.04	82352.42
MARZO	31.80	85181.61
ABRIL	30.31	78550.80
MAYO	29.19	78187.48
JUNIO	28.31	73386.54
JULIO	27.59	73897.28
AGOSTO	26.98	72260.67
SETIEMBRE	26.45	68561.80
OCTUBRE	25.99	69606.24
NOVIEMBRE	25.58	66292.64
DICIEMBRE	25.21	67509.96
<b>TOTAL</b>	<b>349.69</b>	<b>918203.74</b>

Fuente: Elaboración propia

## 6.2. RENDIMIENTO SEGURO DEL ACUIFERO

El llamado rendimiento seguro de un acuífero está claramente acotado por la tasa promedio de recarga actual largo plazo de los acuíferos. (Mate, 2006)

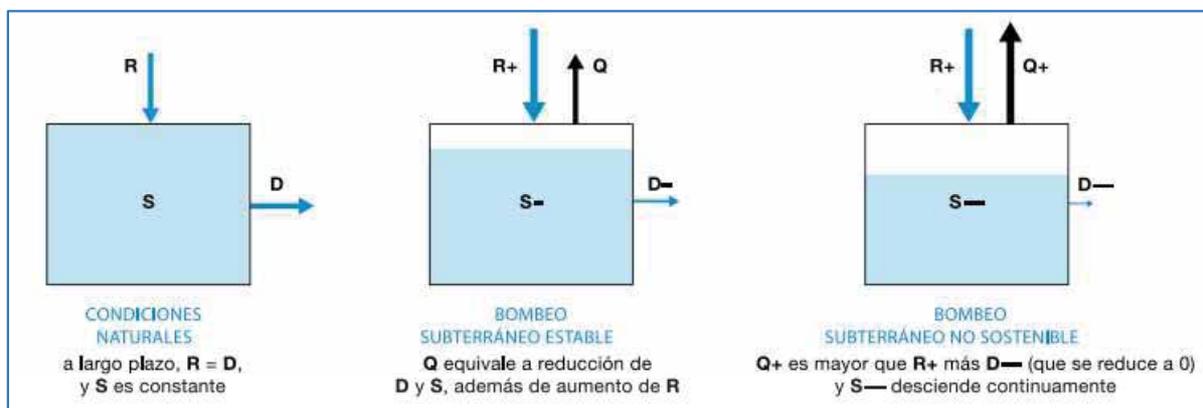


Figura 6.1.1: Efectos conceptuales de la extracción de agua, en el balance de recurso hídrico en un acuífero. Fuente: (Mate, 2006).

Es así que se determina que la construcción de la galería filtrante (1999), así como las captaciones de los principales afluentes, están generando la descarga no sostenible de las fuentes de agua subterránea, están generando progresivamente en el transcurso del tiempo la disminución de la oferta hídrica, que se evidencian en la disminución de los caudales de las principales fuentes y la extinción de varios manantiales en cabecera de cuenca. Todo esto a causa de la falta de acciones de conservación del recurso hídrico en los acuíferos, por tal motivo es que se delimitaron las áreas de recarga de acuíferos, y en base a sus propiedades hidrogeológicas se diseñaron los métodos de recarga artificial de acuíferos en la cabecera de la microcuenca de Unhuaycco, ítems que se especifican a mayor detalle más adelante.

### **6.3. IDENTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE AREAS DE RECARGA**

#### **6.3.1. USO ACTUAL DE SUELOS**

El estudio del uso actual de la tierra es muy importante ya que refleja la actividad económica y laboral actual, la cual apoyándose en la información de otras disciplinas proporcionará elementos de juicio necesarios para la formulación de planes y medidas para impedir o atenuar los probables impactos ambientales causados por la ejecución de diferentes proyectos.

La evaluación del uso actual de las tierras, tiene como objeto básico conocer y evaluar las diferentes formas de utilización actual de las tierras en el área de estudio.

La determinación de uso de la tierra se realizó mediante el estudio de las imágenes satelitales, complementada con las visitas de campo. La clasificación del uso actual de tierra se delineó de acuerdo al Sistema de nueve categorías de la Unión Internacional (UGI). Se adoptó el sistema de clasificación de la Unión Geográfica Internacional (UGI), debido a su uso de carácter internacional, los resultados de los estudios que emplean este sistema son compatibles con otros importantes proyectos sobre el uso de la tierra, y sus categorías básicas pueden ampliarse en forma que describan tan completamente como fuera necesaria a la variedad agrícola encontrada en el área. cabe destacar que el Sistema de la UGI es muy flexible y permite incorporar características específicas referidas a las particularidades que presenta nuestra área de estudio.

Para la cuantificación y determinación del espacio físico de la cobertura y uso actual de las tierras, se ha determinado grados y leyendas interpretativas, los mismos que se encuentran en el mapa de unidades de uso actual de suelo, y se presentan en la Tabla 7.3.

Tabla 6.1.3. Nueve grandes categorías de la UGI.

Nueve Grandes Categorías de la UGI	Descripción de las categorías
1 Centros Poblados	Terrenos urbanos y/o instalaciones gubernamentales y privadas.
2 Horticultura	Terrenos con cultivos de hortalizas.
3 Árboles y otros cultivos permanentes	Terrenos con cultivos de frutales.
4 Tierras de Cultivo	Terrenos con vegetación cultivada.
5 Pastos mejorados permanentes	Terrenos con pastos introducidos.
6 Praderas naturales	Terrenos con praderas naturales.
7 Tierras boscosas	Terrenos con bosques húmedos y matorrales
8 Pantanos y ciénagas	Terrenos mal drenados
9 Tierras improductivas	Terrenos sin Uso y/o improductivos

Fuente: Unión Geográfica Internacional. (MAG, 2009)

Luego de analizar la información recopilada y del conocimiento obtenido en campo a través del recorrido sistemático de campo, se elaboró una leyenda preliminar de los posibles usos actuales de tierra del área de estudio, para que sirviera de base de trazado cartográfico del uso actual. Esta leyenda se hizo de manera que fuera flexible y modificable a medida que avanzaba el trabajo de levantamiento a fin de ajustarla y obtener en esta forma, una leyenda clara definitiva de toda la zona de estudio.

### 6.3.1.1. Resultados

En la zona de estudio, se tiene una cobertura diversa en la superficie territorial de la microcuenca Unuhuaycco como el de bosques, flora natural, herbáceas, tierras de uso agrícola y otros. Así mismo se tiene centro poblados, y terrenos improductivos tal como se describe en la Tabla 7.4.

Tabla 6.1.4. Unidades de uso actual de suelos

Unidades de Uso Actual de Suelos	Símbolo	Área (ha)	Área (Km <sup>2</sup> )	Área (%)
1. Centros Poblados	CP	43.58	0.4358	5.25
Área en expansión urbana	Cpeu	14.75	0.1475	1.78
Área Urbana	Cpau	25.39	0.2539	3.06
Carretera	CPc	3.45	0.0345	0.42
4. Tierras de Cultivo	TC	131.20	1.312	15.81
Terreno de cultivo	TCtc	131.20	1.312	15.81
6. Praderas Naturales	PN	432.20	4.322	52.07
Terrenos con Praderas naturales	PNpn	432.20	4.322	52.07
7. Tierras Boscosas	TB	187.06	1.8706	22.54
Terrenos con Bosques densos	TBbd	18.02	0.1802	2.17
Terrenos con Bosques ralos	TBbr	27.17	0.2717	3.27
Terrenos con Matorral denso	Tbmd	141.87	1.4187	17.09
8. Pantanos y Ciénagas	PC	3.56	0.0356	0.43
Áreas hidromórficas	PCah	3.56	0.0356	0.43
9. Tierras Improductivas	TSU	32.47	0.3247	3.91
Afloramiento Rocoso	TSUar	13.52	0.1352	1.63
Cauce de Río	TSUca	1.75	0.0175	0.21
Terrenos con Suelo desnudo	TSUsd	1.23	0.0123	0.15
Terrenos agrícolas sin uso	TSUasu	15.98	0.1598	1.92
<b>Total</b>		<b>830.08</b>	<b>8.3008</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia

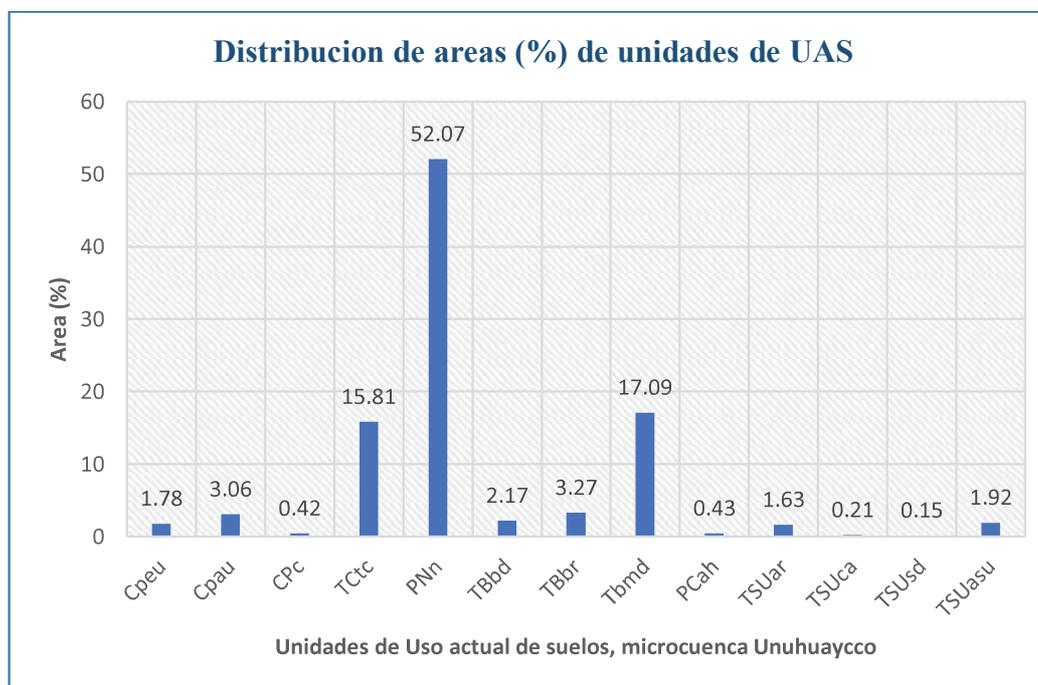


Figura 6.1.2. Distribución de áreas en % de unidades de UAS.

Fuente: Elaboración propia

### 6.3.1.2. Descripción de las unidades de uso actual de suelo.

#### A. CENTROS POBLADOS

##### A.1. Área en expansión Urbana

Esta unidad representa la superficie de un territorio determinada para albergar la población futura de un centro urbano. Generalmente se determina en el área inmediata y se programa su ocupación por etapas. Las cuales cubren una extensión de 14.75 ha, que representa el 1.78% del a área total de la microcuenca.



Figura 6.1.3. Imagen Google Earth, área en expansión urbana.

##### A.2. Área Urbana

Esta unidad representa todo lugar del territorio nacional, identificado mediante un nombre, habitado con ánimo de permanencia, ante el cual los habitantes están vinculados por intereses comunes de carácter económico, social, cultural e histórico. Las cuales cubren una extensión de 25.39 ha, que representa el 3.06% del a área total de la microcuenca.



Foto 6.1.1. Poblado de Oropesa.

### A.3. Carreteras

Representa la carretera o ruta de transporte de dominio y uso público, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos automóviles. Las cuales cubren una extensión de 3.45 ha, que representa el 0.42% del a área total de la microcuenca.



Foto 6.1.2. Trocha carrozable.

## B. TIERRAS DE CULTIVO

### B.1. Terreno de cultivo (Tc)

Dentro de esta unidad cartográfica se ha incluido los cultivos anuales. Los cuales cubren una extensión de 131.20 ha, que representa el 15.81% del a área total de la microcuenca.



Foto 6.1.3. Terrenos de cultivo, parte alta y noroeste de la microcuenca Unuhuaycco.

## C. PRADERAS NATURALES

### C.1 Terrenos con praderas naturales

Dentro de esta unidad cartográfica se consideró a los Pastizales en el área de estudio se encuentran tapizando las vertientes montañosas. Las cuales cubren una extensión de 432.20 ha, que representa el 52.07% del a área total de la microcuenca.



Foto 6.1.4. Praderas naturales.

## D. TIERRAS BOSCOSAS

### D.1. Terrenos con bosques densos

Unidad que se caracteriza por presentar como especie dominante al *Eucalyptus globulus* y se distribuyen de forma general por toda la microcuenca en forma densa. Las cuales cubren una extensión de 18.02 ha, que representa el 2.17% del a área total de la microcuenca.



Foto 6.1.5. Bosques densos de eucalipto.

## D.2. Terrenos con bosques dispersos

Unidad que se caracteriza por presentar como especie dominante al *Eucalyptus globulus* y se distribuyen de forma general por toda la microcuenca esparcidamente. Las cuales cubren una extensión de 27.17 ha, que representa el 3.27% del a área total de la microcuenca.



Foto 6.1.6. Bosques ralos de eucalipto.

## D.3. Terrenos con matorrales densos

Esta unidad se caracteriza por la presencia de una vegetación arbórea de estrato pequeño (desde 5 hasta 8 m de altura) en forma densa. En las partes más altas, esta vegetación se traslapa pequeñamente con los pastizales y, al mismo tiempo, es un refugio para la fauna silvestre. Las cuales se encuentran en la zona media de la microcuenca y cubren una extensión de 141.87 ha, que representa el 17.09% del a área total de la microcuenca.



Foto 6.1.7: Terrenos con matorrales densos.

## E. PANTANOS Y CIENAGAS

### E.1. Áreas hidromórficas

Bofedales o áreas hidromórficas u oconales son humedales propios de las regiones altoandinas ubicados por encima de los 3300 msnm. estas zonas se caracterizan por estar parcial o totalmente inundadas debido a la materia orgánica en el suelo, lo que provoca un escaso drenaje del mismo, ayudando así al mantenimiento del mismo. Son encontrados en zonas próximas a lugares donde se almacena el agua, tales como riachuelos, o sobre acuíferos subterráneos como es el caso de nuestra zona de estudio. Los cuales se encuentran norte de la zona de estudio y cubren una extensión de 3.56 ha, que representa el 0.43% del a área total de la microcuenca.



Foto 6.1.8. Áreas hidromórficas

## F. TIERRAS IMPRODUCTIVAS

### F.1. Afloramiento rocoso

Unidad que representa los afloramientos rocosos perteneciente a la Formación Huancané, Pachatusán y Huambutío, los cuales se encuentran ubicados al norte de la microcuenca Unuhuaycco, que a su vez representan el 1.63 % del área total de la microcuenca con un área de 13.52 ha.

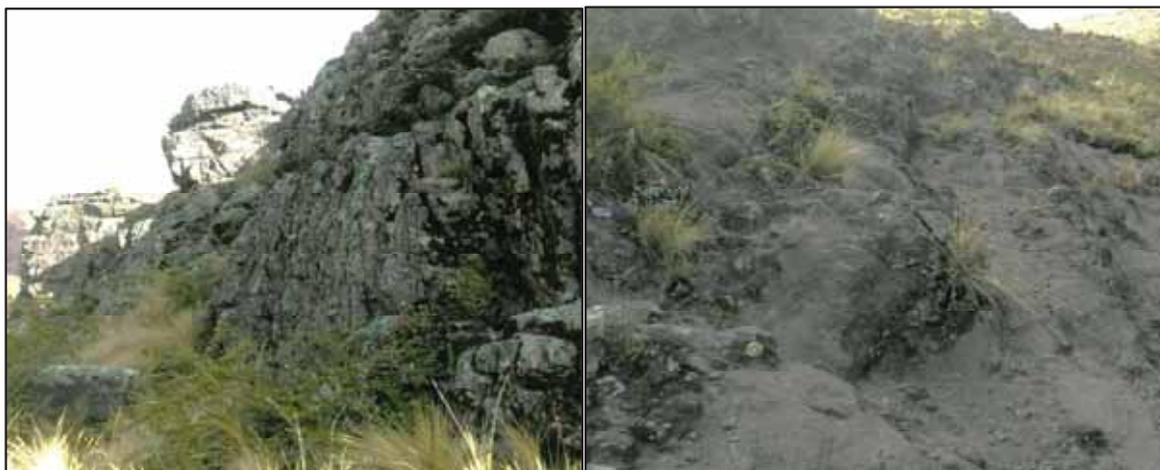


Foto 6.1.9: Afloramiento de la Formación Huancané (Izq) y Huambutío (Der.).

## F.2. Cauce de río

Unidad que representa el cauce o lecho de un río que es el canal natural por el que circulan las aguas del mismo. Las cuales cubren una extensión de 1.75 ha, que representa el 0.21% del a área total de la microcuenca.



Foto 6.1.10: Cauce del río Unuhuaycco.

## F.3. Terreno con suelo desnudo

Unidad que representa aquel suelo que no cuenta con una capa superficial que lo proteja, los cuales se encuentran ubicados al oeste de la microcuenca Unuhuaycco, en los depósitos coluviales, que a su vez representan el 0.15 % del área total de la microcuenca con un área de 1.23 ha.



Foto 6.1.11: Suelos desnudos.

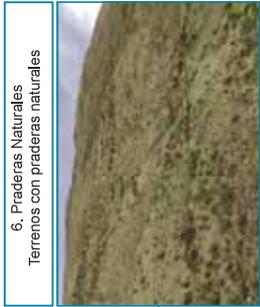
#### F.4. Terrenos agrícolas sin uso

Dentro de esta unidad cartográfica se ha incluido los terrenos agrícolas que alguna vez han tenido uso agrícola que no están en descanso y que no están siendo utilizadas por diversos motivos: problema judicial, falta de financiamiento, falta de riego, etc. Las cuales cubren una extensión de 15.98, que representa el 15.81% del a área total de la microcuenca.



Foto 6.1.12: Terreno agrícolas sin uso.

# MAPA DE UNIDADES DE USO ACTUAL DE SUELOS UGI



6. Praderas Naturales  
Terrenos con praderas naturales



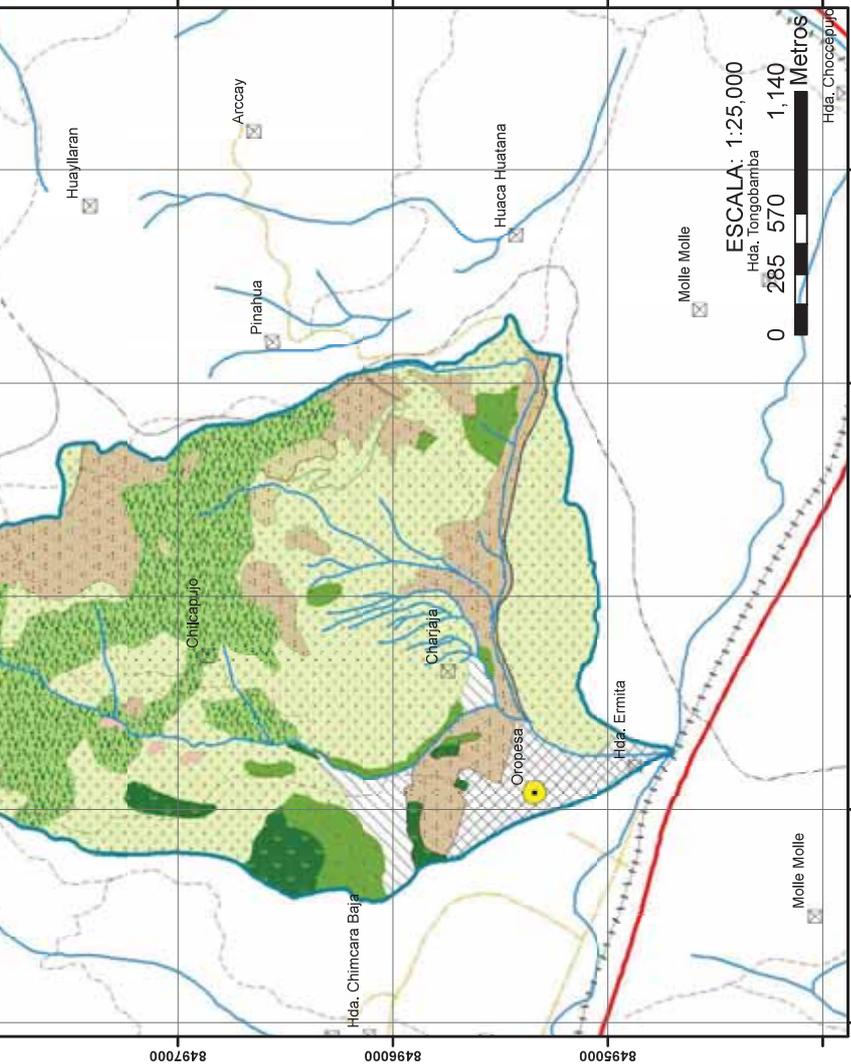
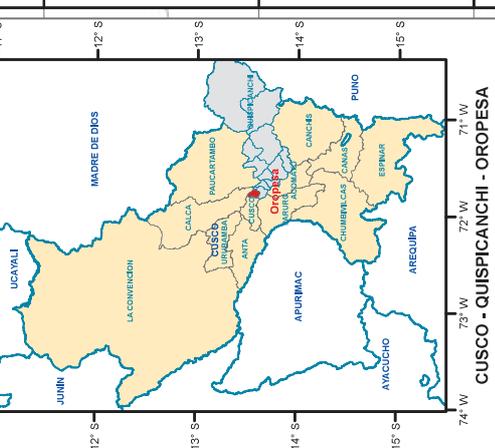
7. Tierras Boscosas  
Terrenos con matorral denso



8. Pantanos y Ciénagas  
Áreas hidromórficas



9. Tierras Improductivas  
Afloramiento Rocoso



LEYENDA			
Unidades de Uso Actual de Suelos	Símbolo	Área (ha)	Área (km <sup>2</sup> )
<b>1. Centros Poblados</b>			
CP		43.58	0.4358
Área en expansión urbana			
Cpeu		14.75	0.1475
Cpau		25.39	0.2539
Carretera			
CPC		3.45	0.0345
<b>4. Tierras de Cultivo</b>			
TC		131.20	1.312
TCTc		131.20	1.312
<b>6. Praderas Naturales</b>			
PN		432.20	4.322
PNpn		432.20	4.322
<b>7. Tierras Boscosas</b>			
TB		187.06	1.8706
TBod		18.02	0.1802
TBbr		27.17	0.2717
Tbmd		141.87	1.4187
<b>8. Pantanos y Ciénagas</b>			
PC		3.56	0.0356
PCah		3.56	0.0356
<b>9. Tierras Improductivas</b>			
TSU		32.47	0.3247
TSUar		13.52	0.1352
TSUca		1.75	0.0175
TSUsd		1.23	0.0123
TSUasu		15.98	0.1598
<b>Total</b>		<b>830.08</b>	<b>8.3008</b>

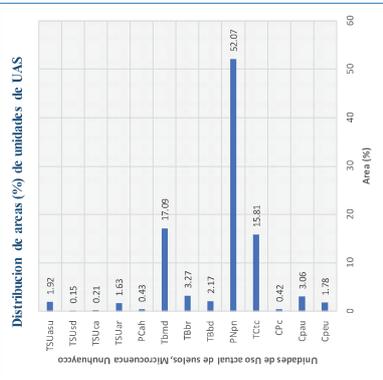
**SIGNOS CONVENCIONALES**

Hidrografía  
Microcuenca Unhuaycco  
Drenajes

Lugares Poblados  
Capital de Distrito  
Centros Poblados

Límites Políticos y Administrativos  
Limite Regional  
Limite Provincial  
Limite distrital

Red Vial  
Carretera asfaltada  
Carretera afirmada, transitable  
Camino carrozable  
Camino de herradura  
Ferrocaril



**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABADA DEL CUSCO**  
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

**MAPA:** UNIDADES DE USO ACTUAL DE SUELOS UGI

**SISTEMAS DE COORDENADAS**  
Proyección: Universal Transversa Mercator (UTM)  
Elipsoide o Datum Horizontal: World Geodesic System 1984 (WGS84)  
Huso y Zona: 19L Sur

**ELABORADO POR:** Barrientos Cruz Vidal Antoni  
Bandera Perez Wiliner

**FUENTE:** Elaboración propia

**ESCALA DE TRABAJO:** 1: 25000  
**ESCALA DE IMPRESIÓN:** A3

**FECHA:** OCT. 2019

**CODIGO:** MUUAS

**LAMINA N°:** 19

### 6.3.1. DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE RECARGA Y MODELO CONCEPTUAL HIDROGEOLÓGICO.

La delimitación de las áreas de recarga adecuadas de acuíferos se obtuvo de la integración de los mapas ya elaborados de unidades de uso actual de suelo, dirección de flujo (zonas de recarga y descarga), hidrogeológico por productividad y precipitación, obteniéndose así el siguiente modelo conceptual hidrogeológico del acuífero y el mapa de zonas de recarga de acuífero (Mapa N°20).

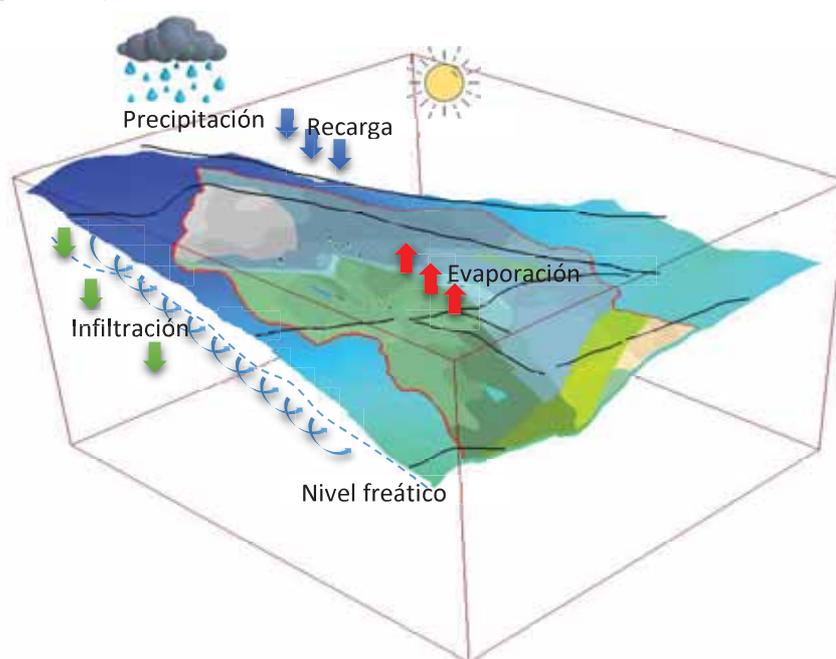
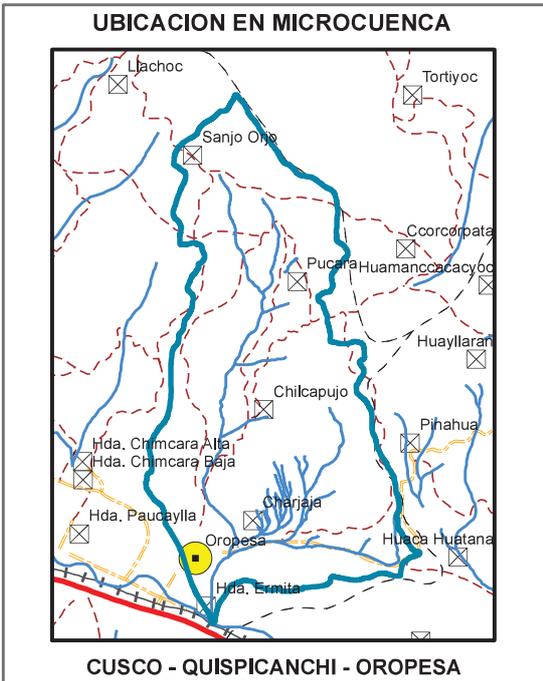
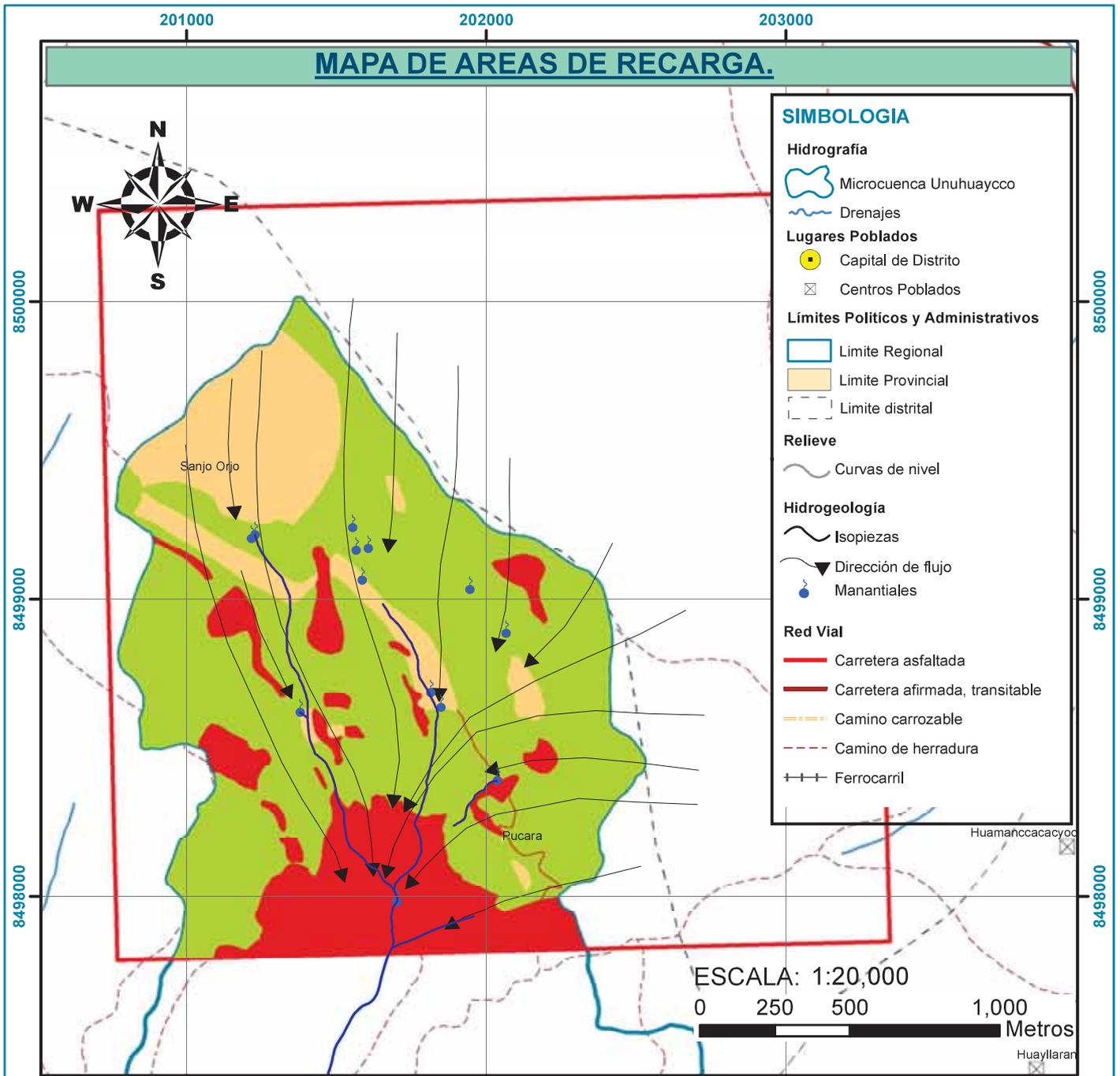


Figura 6.1.4. Modelo conceptual hidrogeológico, cabecera de microcuenca Unuhuaycco.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la información obtenida en campo (geología, dirección de estratificación, indicadores de direcciones de fracturas, permeabilidad, de la sección estructural, inventario de manantes, etc). La cabecera de microcuenca Unuhuaycco, representa un sistema de acuífero, asociado a eventos estructurales del anticlinal del Vilcanota, con precipitaciones de 769.97 mm/año, los materiales constituyentes de la cabecera de microcuenca están relacionadas a rocas volcanosedimentarias, sedimentarias, fuertemente fracturados, producto del sistema de fallas normales Pachatusán, que controlan la dirección de flujo de las aguas subterráneas que alimentan los diferentes manantiales.



LEYENDA	
Símbolo	Descripción
	Áreas Adecuadas para recarga
	Áreas Aceptables para Recarga
	Áreas Inaceptable para Recarga

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA**

<b>MAPA:</b>		<b>AREAS DE RECARGA</b>	
<b>UBICACIÓN</b>		<b>SISTEMAS DE COORDENADAS</b>	
<b>REGION:</b> Cusco <b>PROVINCIA:</b> Quispicanchi <b>DISTRITO:</b> Oropesa <b>SECTOR:</b> Unuhuaycco		<b>Proyeccion:</b> Universal Transversa Mercator (UTM) <b>Elipsoide o Datum Horizontal:</b> World Geodesic System 1984 (WGS84) <b>Huso y Zona:</b> 19L Sur	
<b>ASESOR:</b> Mgt. Ing. Eddie E. Mercado Tejada		<b>ELABORADO POR:</b> Barrientos Cruz Vidal Antoni Bandera Perez Wilner	<b>FUENTE:</b> Elaboracion propia
<b>ESCALA DE TRABAJO:</b> INDICADAS	<b>ESCALA DE IMPRESIÓN:</b> A4	<b>FECHA:</b> OCT. 2019	<b>CODIGO:</b> MAR-20
		<b>MAPA N°:</b> 20	

## 6.4. DISEÑO DE METODOS DE RECARGA DE ACUIFEROS

### 6.4.1. ZANJA DE INFILTRACIÓN

Estas acciones de retención hídrica sirven como reguladores hídricos al proceso de erosión de laderas, así como para el control de máximas avenidas en las cuencas, son obras que son construidas de forma manual o mecanizada, siguiendo las curvas de nivel y tiene por finalidad capturar y almacenar la escorrentía proveniente de las cotas superiores.(Minagri, 2014)

Una de las instituciones que ha normado sobre las formas de implementación y diseño de esta obra hidráulicas es el ministerio de agricultura (MINAGRI), en la tabla siguiente se presenta algunos criterios constructivos, es así que por ejemplo que la sección transversal de las zanjas puede variar en función al clima, la pendiente, el tipo de suelo y la vegetación. Tal como se observa en el cuadro siguiente:

Tabla 6.1.5: Cartilla para conservación de suelos.

Cobertura vegetal	Pendiente del terreno (%)	Distancia entre zanjas (m)
Sin	10	30
	15	20
	20	15
	25	13
	30	11
Con	10	45
	15	30
	20	23
	25	20
	30	17
	35	14
	40	12

Fuente: MINAGRI: Cartilla para conservación de suelos.(Minagri, 2014)

### 6.4.1.1. Diseño de la zanja de infiltración

#### A. Determinación de precipitación de diseño

Tabla 6.1.6: Precipitación de diseño.

	AÑO	PP
1	1994	39.60
2	1995	34.60
3	1996	31.30
4	1997	47.00
5	1998	35.90
6	1999	19.30
7	2000	25.50
8	2001	31.00
9	2002	26.70
10	2003	39.10
11	2004	30.80
12	2005	27.80
13	2006	51.60
14	2007	32.90
15	2008	27.90
16	2009	27.80
17	2010	41.20
18	2011	29.80
19	2012	47.00
20	2013	27.20
21	2014	35.60
22	2015	38.30
23	2016	24.20
24	2017	24.90
Número de registros		24
Promedio		33.21
Desviación standard		8.06

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.1.7: Calculo de precipitación máximas en 24 horas.

n	$\mu y$	$\sigma y$	n	$\mu y$	$\sigma y$	n	$\mu y$	$\sigma y$
3	0.4286	0.6435	10	0.4952	0.9497	17	0.5181	1.0411
4	0.4458	0.7315	11	0.4996	0.9676	18	0.5202	1.0493
5	0.4558	0.7928	12	0.5035	0.9833	19	0.522	1.0566
6	0.469	0.8388	13	0.507	0.9972	20	0.5236	1.0628
7	0.4774	0.8749	14	0.51	1.0095	21	0.5252	1.0696
8	0.4843	0.9043	15	0.5128	1.0206	22	0.5268	1.0754
9	0.4902	0.9288	16	0.5157	1.0316	23	0.5283	1.0811

Tabla 6.1.8: Estimación de máximas diarias para un periodo de retorno T.

$\alpha$	0.5283
$\beta$	1.0811
En donde	
$\alpha$	0.13
$\beta$	29.27
T	10

Tabla 6.1.9: Bondad de ajuste.

BONDAD DE AJUSTE (Función de Gumbel)	
Coeficiente Correlación R2	
R2 :	0.9915

## B. Cálculo de magnitudes e intensidades

Tabla 6.1.10: Magnitudes de precipitación máximas.

Tiempo	5	10	15	30	45	60	120	24 Horas
Coef. De Duración	0.26	0.4	0.53	0.7	0.86	1	1.41	4.9
Periodo de retorno								
2	1.87	2.87	3.81	5.03	6.18	7.18	10.13	35.20
5	2.36	3.63	4.81	6.36	7.81	9.08	12.80	44.49
10	2.69	4.13	5.48	7.24	8.89	10.34	14.57	50.65
15	2.87	4.42	5.85	7.73	9.50	11.04	15.57	54.12
20	3.00	4.62	6.12	8.08	9.92	11.54	16.27	56.55

Tabla 6.1.11: Intensidad máximas según el periodo y duración estimada.

Tiempo	5	10	15	30	45	60	120	24 Horas
Coef. De Duración	0.26	0.4	0.53	0.7	0.86	1	1.4	4.9
Periodo de retorno								
2	22.41	17.24	15.23	10.06	8.24	7.18	5.06	35.20
5	28.33	21.79	19.25	12.71	10.41	9.08	6.40	44.49
10	32.25	24.81	21.91	14.47	11.85	10.34	7.29	50.65
15	34.46	26.51	23.41	15.46	12.66	11.04	7.79	54.12
20	36.01	27.70	24.47	16.16	13.23	11.54	8.14	56.55

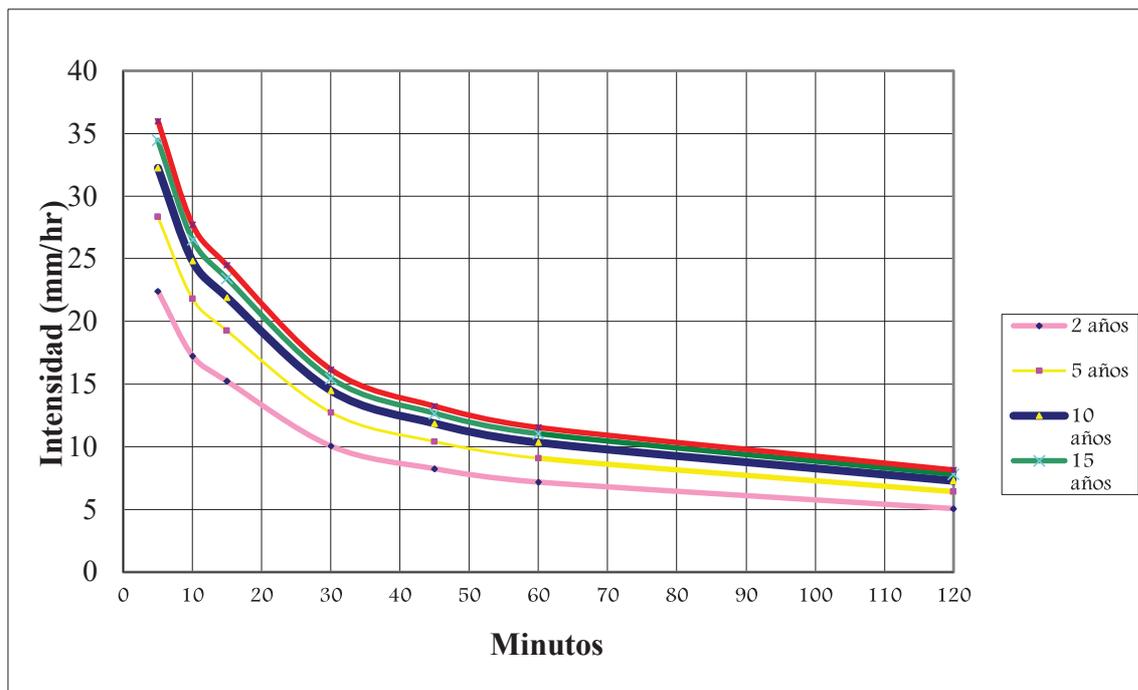


Figura 6.1.5: Diagrama de intensidad.

C. Dimensiones de la zanja de infiltración

Tabla 6.1.12: Calculo de dimensiones de zanja de infiltración.

Longitud Zanjas de Infiltración	Base (m)	Altura (m)	Ancho Superior (m)	Talud superior (aguas arriba)			Talud inferior (aguas abajo)		
				1:Z	Angulo (grados)	Logitud	1:Z	Angulo (grados)	Longitud
5	0.60	0.40	0.800	0.3	14.036	0.825	0.3	14.036	0.825

Tabla 6.1.13: dimensionamiento de Zanja de infiltración.

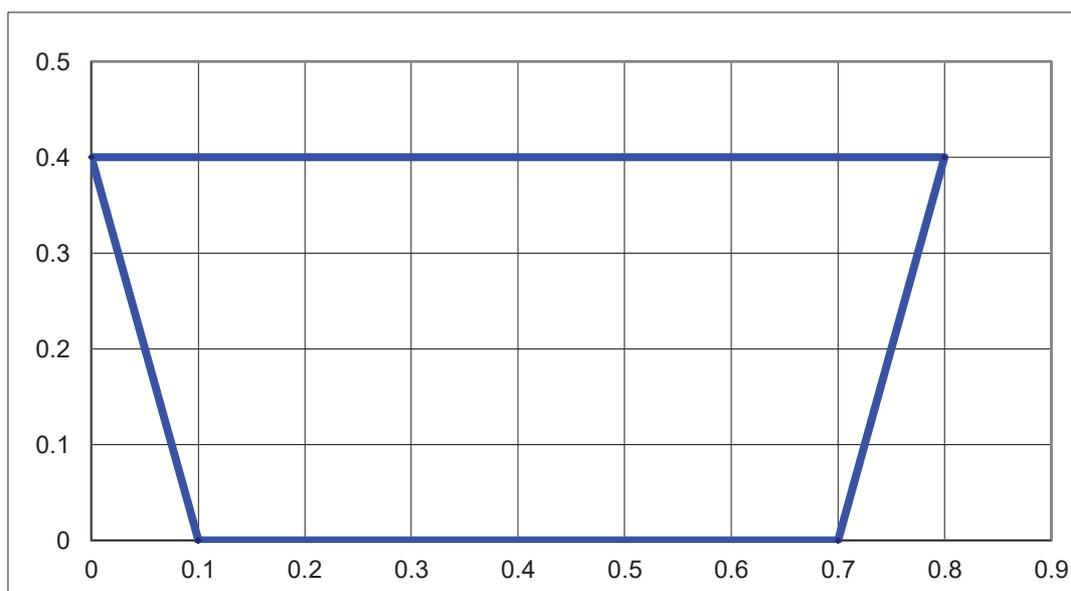


Tabla 6.1.14: Volumen almacenado en zanja de infiltración.

Área Zanja de Infiltración	0.560
Sección Transversal (m <sup>2</sup> )	
Volumen	2.80
Zanja de Infiltración (m <sup>3</sup> )	

De acuerdo a los cálculos hechos nos recomienda una distancia entre zanja y zanja de infiltración una distancia de 20 metros.

Luego de planteamiento de la distribución de las zanjas de infiltración, se estimó el volumen que se recargara al acuífero, el cual se muestra en la Tabla 7.15, que en general en época de precipitaciones para los meses de enero, febrero, marzo, abril, octubre, noviembre y diciembre se recargará en total 932397 m<sup>3</sup> a los acuíferos presentes en la cabecera de microcuenca, con lo cual se espera recuperar el equilibrio entre recarga y descarga de acuíferos, así como recuperar manantiales que se extinguieron en la última década.

#### D. Estimación del volumen de recarga que generan las zanjas de infiltración.

Se calculó la cantidad de zanjas de infiltración con respecto a cada área propuesta para la elaboración de las zanjas de infiltración, seguidamente se estimó un volumen bruto diario en función a la cantidad de zanjas y el volumen que recargara cada zanja, el cual posteriormente se llevó a un volumen mensual. Obteniéndose así, un volumen bruto total para los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril.

Del volumen total, se trabajó con el 40% de todos los días de los meses evaluados, en base al registro meteorológico del SENAMHI de precipitaciones diarias de las estaciones Kayra, de donde se obtuvo que de los 212 días (octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril), hubo eventos de precipitación en el 30% de los días evaluados.

La evaporación que se genera en cada zanja de infiltración, se estimó en base a la cantidad de zanjas y la evaporación media diaria, generándose la evaporación mensual total para cada área.

Finalmente se estimó la recarga efectiva en m<sup>3</sup> que generaran las zanjas de infiltración por áreas, que se obtuvo de la diferencia del 30% volumen total y la evaporación mensual total, datos que se muestran en la Tabla 7.15.

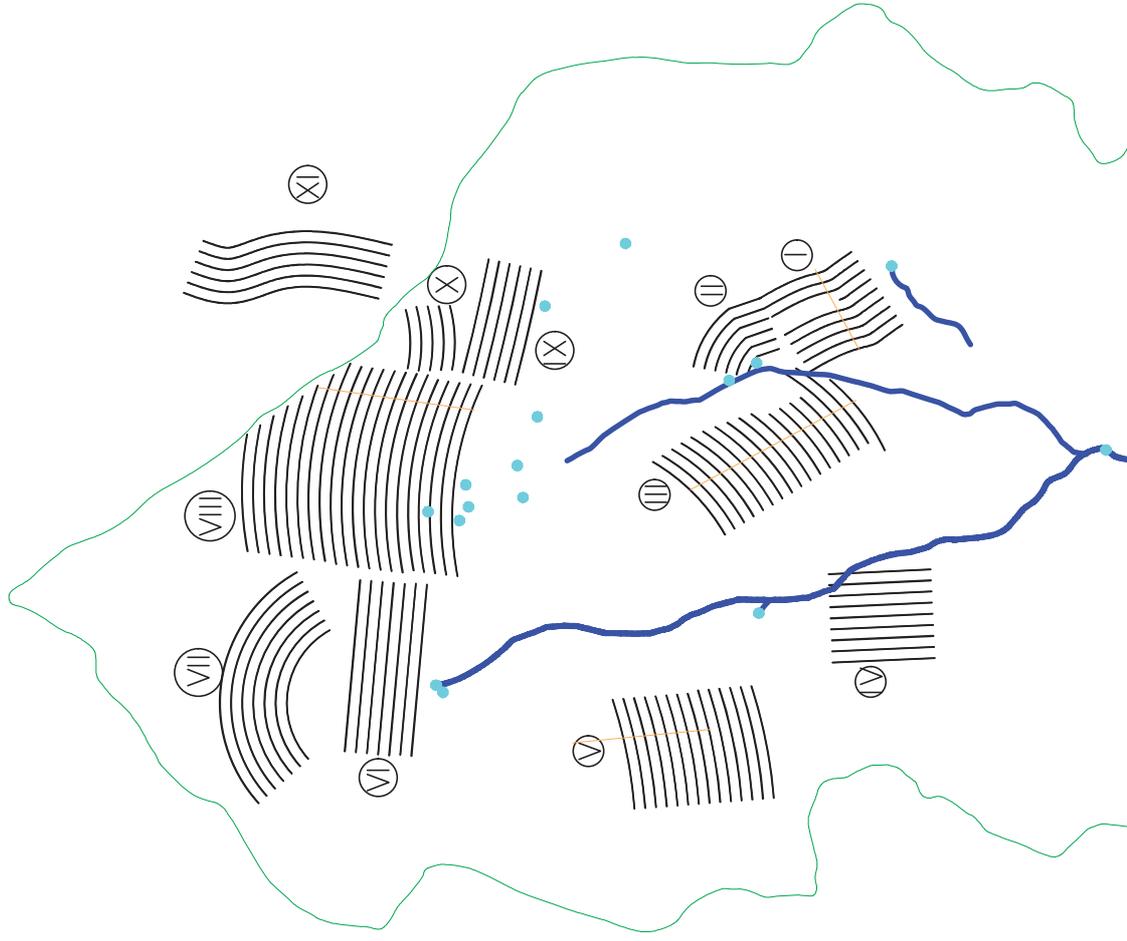
Tabla 6.1.15: Estimación de volumen de recarga que generan las zanjas de infiltración.

Zanjas (Cant.)		Recarga (m <sup>3</sup> )										30	Evaporacion		Recarga efectiva
Area	Total Zanjas	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total	Acumulado	30% Recarga	m <sup>3</sup>	Acumulado	m <sup>3</sup>	
I	333	28904	27972	28904	28904	26107	28904	27972	197669	197669	59301	960	960	58341	
II	222	19270	18648	19270	19270	17405	19270	18648	131779	329448	98834	640	1600	97234	
III	666	57809	55944	57809	57809	52214	57809	55944	395338	724786	217436	1920	3520	213915	
IV	333	28904	27972	28904	28904	26107	28904	27972	197669	922454	276736	960	4480	272256	
V	574	49823	48216	49823	49823	45002	49823	48216	340726	1263181	378954	1655	6135	372819	
VI	518	44962	43512	44962	44962	40611	44962	43512	307485	1570666	471200	1493	7629	463571	
VII	427	37064	35868	37064	37064	33477	37064	35868	253467	1824133	547240	1231	8860	538380	
VIII	1480	128464	124320	128464	128464	116032	128464	124320	878528	2702661	810798	4267	13127	797671	
IX	252	21874	21168	21874	21874	19757	21874	21168	149587	2852248	855674	727	13854	841821	
X	115	9982	9660	9982	9982	9016	9982	9660	68264	2920512	876154	332	14185	861968	
XI	402	34894	33768	34894	34894	31517	34894	33768	238627	3159139	947742	1159	15344	932397	
Total	5322	461950	447048	461950	461950	417245	461950	447048	3159139			15344			

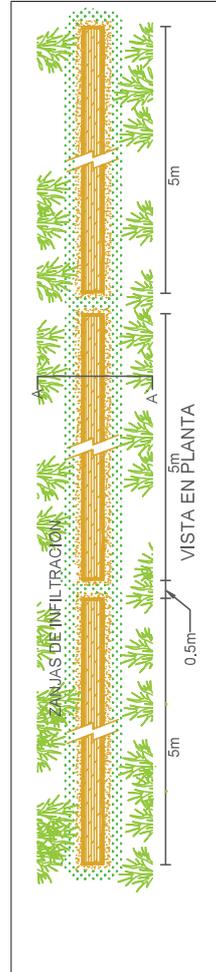
Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla 7.15 se concluye que con elaboración de 5322 zanjas que representan 26610 metros lineales, se estima se generará una recarga al 30 % de 947742 m<sup>3</sup>, de los cuales 15344 m<sup>3</sup> se perderá por evaporación, quedando así una recarga efectiva neta de 932397 m<sup>3</sup>, en los meses considerados que generan recarga.

Cabecera de microcuenca

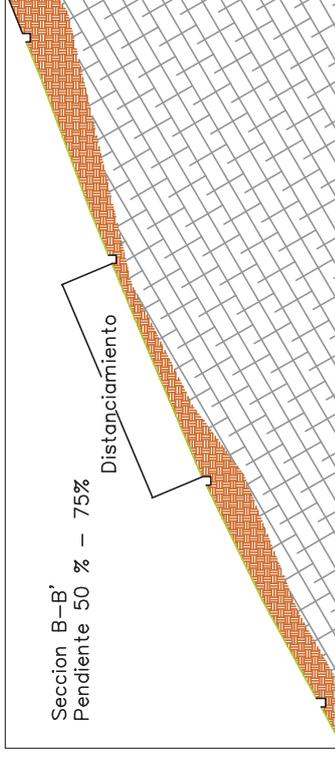


Escala: 1: 10000

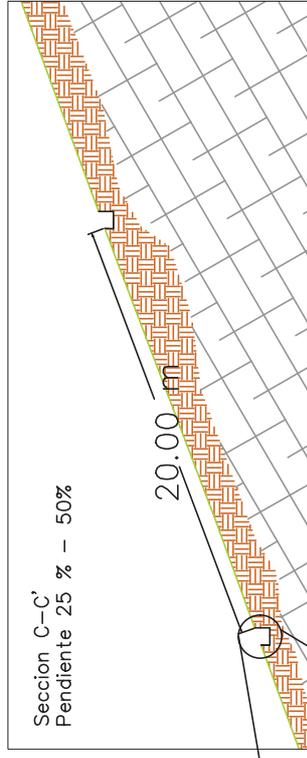


Escala: 1: 100

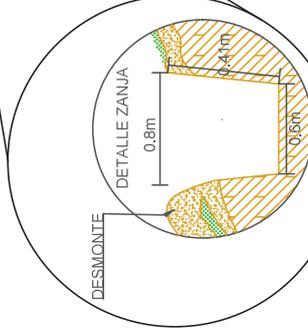
Distribución de Zanjas de Infiltración



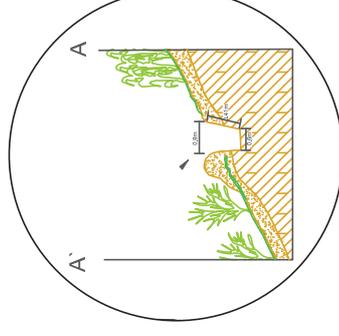
Escala: 1: 500



Escala: 1: 250



VISTA PERFIL



MAPA:		UBICACIÓN	
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAID DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		SISTEMAS DE COORDENADAS	
REGION: Cusco PROVINCIA: Quispicanchi DISTRITO: Oropesa SECTOR: Unshayayoc		Proyección: Universal Transversa Mercator (UTM) Elipsoido e Datum Horizontal: World Geodetic System 1984 (WGS84) Masa y Zona: 18, Sur	
ASISRE: Apt. Ing. Edler E. Mercado Tejeda Ing. Troy Marcelo Del		ELABORADO POR: Bartolomé Cruz Vidal Arfien Bianhira Pareda Wilner	
ESCALA DE TRABAJO (ESCALA DE IMPRESIÓN): INDICADAS: A3		FUENTE: PROPIA	
		FECHA: OCT. 2019	
		CODIGO: MG-21	
		MAPA N°: 21	

## 6.4.2. FORESTACIÓN CON PLANTAS NATIVAS

En la propuesta de recarga de acuíferos la forestación es una actividad eficiente y de bajo costo, dentro del cual se ha visto por forestar en el espacio entre zanja que viene a ser de 20 metros, en zonas correspondientes a aras aceptables de recarga, que presentan buena y regular productividad.

### 6.4.2.1. Objetivos de la forestación

- Regular el escurrimiento superficial a través de la intercepción de la lluvia e infiltración del mismo.
- Conservar y mejorar los servicios ambientales
- Control de la erosión del suelo.
- Crear condiciones favorables para la infiltración del agua en el suelo a través de la incorporación de materia orgánica en diversos grados de descomposición.
- Crear microclima favorable para el desarrollo de otras especies mejorando la capacidad de retención del agua.

En la siguiente tabla se presenta resumidamente como se distribuye la forestación según piso altitudinal, rangos de temporada, tipos de suelo. Etc.

Tabla 6.1.16: Especies forestales.

Descripción	Especie Forestal				
	Queuña	Qolle	Quishuar	Chachacomo	Mutuy
Rango altitud (msnm)	2800 a 4700	3400 a 4500	2300 a 3900	2600 a 4000	2500 a 4000
Rango de T° media (°C)	3 – 12	3 – 10	9 – 17	6 – 14	3 – 10
Resistencia a heladas	Soporta	Soporta	Eventual	Soporta	Soporta
Tendencia del suelo	Alcalina	Alcalina	Alcalina	Variada	Variada
Profundidad requerida	Media-Baja	Media	Media - Escasa	Escasa	Media
Tolerancia a la pedregosidad	Alta	Media	Alta	Media - Alta	Media
Requerimiento de agua	Bajo	Medio - Bajo	Medio	Bajo	Media

Así mismo cabe indicar que por recomendación del INIA, en una hectárea de terreno, se necesita aproximadamente 1111 plantones de especies arbóreas nativas, teniendo en cuenta que existe una pérdida del 3 %.

Así mismo se plantea un diseño de la distribución de las plantas el cual se muestra en el siguiente diagrama.

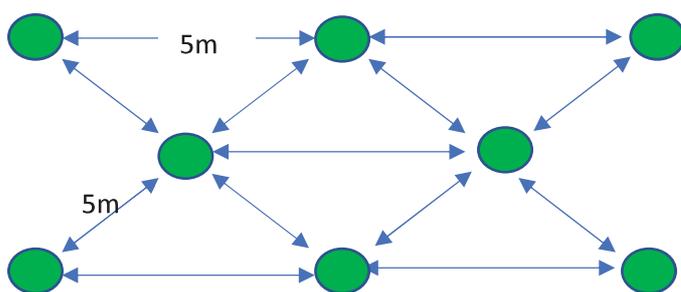


Figura 6.1.6: Distribución de plantación de plantas.

## CONCLUSIONES

1. A nivel geomorfológico, localmente la zona de estudio presenta 3 unidades geomorfológicas que se encuentran en mayor porcentaje: vertiente de montañas bajas denudacional empinada coluvial, vertiente de montaña baja denudacional fuertemente empinada volcanosedimentaria y vertiente de montaña baja denudacional fuertemente empinada sedimentaria, con pendientes que van de 4 a  $> 75$  % de pendiente, habiéndose identificado 75 unidades geomorfológicas locales.
2. Se han identificado 07 unidades geológicas siendo las más antigua la formación Pachatusán de edad mesozoica del Triásico superior-Jurásico inferior. La unidad geológica que mayor área abarca en la microcuenca Unuhuaycco es la formación Huancané con un 18.61% del área total, seguido por la Formación Pachatusán con un 12.73% del área total y las demás formaciones geológicas (Rumicolca, Maras, Quilque, Huambutío y Paucarbamba) cada una con un área menor al 7% del área total de la microcuenca.
3. Los parámetros hidrometeorológicos de la microcuenca Unuhuaycco se han determinado por el método de regionalización (regresión lineal múltiple, regresión lineal e inverso a la distancia) generándose para una altitud media 3657 m.s.n.m, determinando para la microcuenca una precipitación de 669.97 mm/año con una temperatura media mensual es de 9.9 °C.
4. En la microcuenca Unuhuaycco se han identificados dos unidades hidrogeológicas acuíferos 294.18 ha, que está clasificado en acuíferos porosos no consolidados de los depósitos fluviales y glaciares, fisurados sedimentarios de la Formación Huancané y volcánico sedimentarios de la Formación Pachatusán, y acuitardos 534.15 ha, que está dividido en acuitardos no consolidados de los depósitos coluviales y aluviales,

sedimentarios de la Formación Huambutío, Maras, Paucarbamba y Quilque, y acuitardos volcánicos de la Formación Rumicolca.

El nivel de productividad hídrica de los acuíferos es bajo con un área de 243.48 ha, media 131.97 ha clasificados hidrogeológicamente como fisurados sedimentarios y alta 86.95 ha, siendo estos los más productivos clasificados hidrogeológicamente como volcánico sedimentarios. En los ensayos de permeabilidad se tiene como ejemplo la formación Pachatusán, que presenta permeabilidades de 38.239 m/día considerando como un buen acuífero.

Analizando la calidad de agua de la microcuenca Unuhuaycco por conductividad eléctrica según la tabla de dureza estas son aguas muy blandas a muy duras, las cuales las aguas muy duras no son utilizados para consumo humano.

5. La oferta hídrica en la microcuenca Unuhuaycco es de 918,203.74m<sup>3</sup>/año y con respecto a la demanda de agua esta se ha dividido en tres: una demanda hídrica por consumo humano de 450903.45 m<sup>3</sup>/año, por consumo pecuario 3650.00 m<sup>3</sup>/año y demanda para riego de 1020820.413 m<sup>3</sup>/ año, con una demanda total de 1475373.87 m<sup>3</sup>/ año. Generando un déficit total anual de 774163.54 m<sup>3</sup>/ año.

En cuanto al diseño de métodos de recarga de los acuíferos para la microcuenca Unuhuaycco se plantea zanjas de infiltración y forestaciones entre zanja y zanja para una mejor retención hídrica y conservación del suelo, se plantea la elaboración de 5322 zanjas que representan 26610 metros lineales, que se estima generará una recarga de 947742 m<sup>3</sup>, de los cuales 15344 m<sup>3</sup> se perderá por evaporación, quedando así una recarga efectiva neta de 932397 m<sup>3</sup>,

## RECOMENDACIONES

1. Recomendamos realizar estudios de geofísica principalmente en el acuífero de alta productividad volcánico sedimentario Pachatusán y el acuífero de productividad media fisurados sedimentario Huancané para conocer la geometría real de los acuíferos y sus límites.
2. Realizar cursos de sensibilización ambiental en el uso adecuado y conservación de los recursos hídricos en la microcuenca Unuhuaycco.
3. Se recomienda realizar monitoreos hidroquímicos permanentes y llevar un registro de las variaciones que presentan en los diferentes elementos para un control eficiente de calidad de agua y definir la capacidad de uso del recurso hídrico disponible.
4. Verificar a mediano y largo plazo los resultados de las acciones de recarga.
5. Realizar el mantenimiento periódico de las acciones de recarga.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Benavente et al, A. (2013). *Neotectónica y Peligro Sísmico en la Región Cusco, INGEMMET. Boletín, Serie C: Geología Ambiental y Riesgo Geológico.*
- Carlotto et al, B. (2011). *Geología del Cuadrángulo de Cusco, Hoja 28-s - 1:50000 INGEMMET. 247.*
- Clasificación de las aguas según las normas Riverside.* (n.d.).
- Custodio & Llamas. (1963). *5piZrg04HnIAAAAASUVORK5CYII=.*
- Evaluation of Permeability of Lake Mansar Waters for Irrigation Purposes.* (n.d.).
- INGEMMET. (2011). *Geología del Cuadrángulo del Cusco, Hoja 28-s.*
- MAG. (2009). *Mapa de uso actual de suelo 2008-2009.* 1.
- Mate, G. W. (2006). *Groundwater Management : Gestión Sustentable del Agua and Tools Conceptos y Herramientas Protección de la Calidad del Agua Subterránea definición de estrategias y establecimiento de prioridades.* 1–6.
- Minagri. (2014). *Cartillas para la conservación del suelo.* Retrieved from [www.minagri.gob.pe](http://www.minagri.gob.pe)
- Paula, M., Caraballo, C., & Xavier, J. M. (2012). *Manual de Agua Subterránea.* <https://doi.org/978-9974-594-09-8>
- Serrato Alvarez, P. K. (2009). Clasificación fisiográfica del terreno a partir de la inclusión de nuevos elementos conceptuales. *Revista Perspectiva Geográfica, 14(14)*, 181–218. <https://doi.org/10.19053/01233769.1722>
- SUNASS. (2004). *La calidad del agua potable en el Perú.*
- Victoria, M., Otálvaro, V., María, L., & Ariza, V. (n.d.). *Métodos para determinar la recarga en acuíferos.*

### WEBGRAFIA

<http://normasapa.net/tablas-figuras-y-apendices/>

## ANEXOS

Anexo I

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL COMPLETA														(mm)
Estacion :		KAYRA			Latitud :	13° 33' 25"		S	Departamento :	CUSCO				
Tipo:		CO-607			Longitud :	71° 52' 31"		W	Provincia :	CUSCO				
					Altitud :	3219		msnm	Distrito :	SAN JERONIMO				
Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	144.96	92.50	101.60	26.00	6.50	0.00	0.00	0.00	0.00	36.50	0.00	65.60	473.7
2	1965	101.80	100.50	112.40	88.00	5.80	0.00	0.40	1.00	29.60	58.30	42.50	153.00	693.3
3	1966	78.30	171.20	79.90	18.30	19.80	0.00	0.00	1.70	31.90	59.70	65.20	71.40	597.4
4	1967	59.10	118.40	140.30	19.00	1.80	0.60	11.00	19.00	32.80	70.90	57.20	125.60	655.7
5	1968	149.40	106.60	84.50	34.60	6.30	5.30	30.90	8.60	16.30	84.60	86.70	54.40	668.2
6	1969	144.40	77.80	88.10	16.80	2.90	3.30	7.20	3.90	22.80	29.80	54.70	72.90	524.6
7	1970	170.60	92.60	132.50	86.10	2.30	1.00	3.70	3.40	42.10	46.10	48.20	177.40	806.0
8	1971	128.90	161.60	83.60	40.00	1.50	0.10	0.00	5.70	3.50	55.70	51.00	127.50	659.1
9	1972	192.10	66.80	57.20	29.70	3.40	0.00	6.50	27.30	12.20	7.90	50.20	100.20	553.5
10	1973	221.30	120.90	99.60	75.20	14.00	0.00	9.10	11.80	14.50	65.10	88.80	96.50	816.8
11	1974	102.50	157.70	121.50	34.50	3.60	8.20	1.00	34.60	5.90	43.30	60.90	108.00	681.7
12	1975	124.70	131.00	55.30	66.80	22.50	0.70	0.30	0.60	51.10	47.50	51.00	170.10	721.6
13	1976	119.60	83.10	123.10	42.90	13.00	8.70	0.70	2.50	26.80	25.30	47.80	66.80	560.3
14	1977	116.70	122.80	69.30	47.60	7.90	0.00	4.40	0.00	29.90	65.00	71.50	78.00	613.1
15	1978	175.40	106.10	88.50	48.70	11.40	0.00	3.40	0.00	13.70	12.30	86.70	117.90	664.1
16	1979	101.10	131.60	108.80	46.80	6.20	0.00	0.90	8.10	11.50	18.40	85.60	81.80	600.8
17	1980	106.20	126.40	135.00	23.20	3.70	0.00	5.30	1.00	12.60	62.90	60.20	83.10	619.6
18	1981	225.40	80.80	124.40	56.90	1.80	3.90	0.00	9.80	45.90	108.90	120.80	144.30	922.9
19	1982	178.90	115.50	143.10	58.80	0.00	9.20	3.40	4.90	14.00	37.90	122.50	98.60	786.8
20	1983	128.40	84.00	54.50	29.80	3.40	6.20	0.50	0.90	5.50	26.00	44.30	100.20	483.7
21	1984	198.60	142.40	71.00	82.80	0.00	2.00	1.30	11.40	4.20	114.60	69.40	102.80	800.5
22	1985	129.10	119.40	74.20	33.20	15.60	11.60	0.90	0.00	43.30	62.10	116.50	122.40	728.3
23	1986	76.40	92.20	125.70	65.50	6.20	0.00	1.80	4.20	7.50	17.30	69.60	102.70	569.1
24	1987	224.30	87.90	48.60	13.10	2.10	1.30	9.20	0.00	8.20	26.50	101.80	107.60	630.6
25	1988	163.80	84.30	166.50	108.90	4.60	0.00	0.00	0.00	9.90	36.20	47.60	103.70	725.5
26	1989	151.40	126.80	119.30	38.60	6.40	9.10	0.00	6.10	30.70	48.14	60.70	88.50	685.7
27	1990	157.60	90.40	60.20	47.40	7.50	31.80	0.00	5.80	13.30	73.70	86.90	66.50	641.1
28	1991	97.60	163.60	105.20	45.10	11.00	5.10	1.50	0.00	21.40	49.30	83.60	99.00	682.4
29	1992	114.10	102.40	104.00	14.90	0.00	19.40	0.00	21.40	8.00	50.70	117.40	57.00	609.3
30	1993	206.70	110.50	75.80	18.80	0.90	0.00	2.70	6.90	18.00	46.20	111.90	201.50	799.9
31	1994	177.00	163.90	173.90	45.50	11.80	0.00	0.00	0.00	25.70	40.20	40.50	119.90	798.4
32	1995	122.00	94.80	95.30	17.80	0.00	0.00	0.60	1.20	28.80	26.70	70.20	102.60	560.0
33	1996	131.90	98.00	70.50	32.30	11.00	0.00	0.00	6.30	19.60	58.40	49.00	133.20	610.2
34	1997	123.30	127.70	104.80	31.00	4.80	0.00	0.00	7.10	12.30	44.40	201.50	148.40	805.3
35	1998	116.30	156.20	22.60	31.00	1.60	1.90	0.00	1.60	4.30	49.80	49.70	58.90	493.9
36	1999	89.30	92.20	92.00	42.80	1.30	3.40	1.00	0.00	43.10	18.80	39.70	119.50	543.1
37	2000	197.40	137.30	119.50	10.90	2.60	5.80	2.70	4.50	10.70	49.30	29.30	82.00	652.0
38	2001	233.00	173.10	137.40	36.40	11.50	0.00	17.40	10.20	20.60	38.30	96.80	89.40	864.1
39	2002	134.50	184.60	112.70	21.60	16.20	2.50	27.10	3.70	10.30	78.70	97.80	132.40	822.1
40	2003	163.90	135.50	142.90	56.50	2.00	6.40	0.00	21.30	3.70	34.60	23.10	123.80	713.7
41	2004	173.70	125.80	66.50	21.00	2.40	20.50	17.00	9.00	21.70	25.60	60.90	87.90	632.0
42	2005	140.80	130.60	120.20	33.10	3.20	0.40	1.20	4.00	4.50	39.10	59.30	102.50	638.9
43	2006	203.40	155.50	145.90	40.90	0.20	4.90	0.00	10.50	7.50	72.50	67.80	147.20	856.3
44	2007	140.80	58.70	107.30	93.60	5.80	0.00	4.00	0.00	1.00	48.14	70.31	88.40	618.1
45	2008	108.80	109.20	64.40	7.60	8.70	2.10	0.00	3.90	13.90	51.70	90.20	131.90	592.4
46	2009	112.50	108.30	79.10	21.30	5.30	0.00	3.30	0.70	15.10	8.30	88.70	82.90	525.5
47	2010	268.50	168.50	129.20	16.60	1.30	0.00	1.40	4.70	8.20	70.00	40.00	172.70	881.1
48	2011	103.40	179.30	131.90	67.60	3.90	3.20	3.70	0.00	38.90	38.20	60.20	110.20	740.5
49	2012	70.50	167.70	41.70	48.10	4.50	1.20	0.00	0.10	18.40	19.50	138.20	179.50	689.4
50	2013	180.50	137.20	75.50	13.00	25.30	6.10	2.00	12.40	17.69	105.00	86.00	159.40	820.1
51	2014	161.90	116.50	36.50	35.00	10.10	0.00	3.20	5.80	12.60	48.14	29.60	152.10	611.4
52	2015	169.80	146.50	66.70	69.80	18.60	3.90	10.30	4.60	16.10	19.10	48.60	113.00	687.0
53	2016	104.00	153.10	54.30	24.40	3.00	0.00	4.50	0.50	7.00	79.50	28.00	89.80	548.1
54	2017	111.20	122.42	122.80	47.50	11.20	5.90	0.00	8.40	17.69	48.14	70.31	110.80	676.4
Nº Datos		54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Media		145.0	122.4	97.5	41.2	6.6	3.6	3.8	5.9	17.9	48.1	70.3	110.8	673.25
Desv. Estandar		45.87	31.34	34.29	23.28	6.04	5.98	6.41	7.27	12.51	24.12	33.57	34.29	109.20
Coef. Variacion		0.32	0.26	0.35	0.57	0.91	1.65	1.68	1.22	0.70	0.50	0.48	0.31	0.16
Prec. Max.		268.5	184.6	173.9	108.9	25.3	31.8	30.9	34.6	51.1	114.6	201.5	201.5	268.5
Prec. Min.		59.1	58.7	22.6	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	0.0	54.4	0.0

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL COMPLETA														(mm)		
Estacion : CAYCAY CO-690				Latitud : 13° 36' 1" S			Longitud : 71° 42' 1" W			Departamento : CUSCO			Provincia : PAUCARTAMBO		Distrito : CAICAY	
Tipo:				Altitud : 3150 msnm												
Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL		
1	1964	90.8	167.6	133.8	50.1	3.0	0.0	0.0	0.0	53.5	14.6	133.7	133.7	780.7		
2	1965	100.3	88.6	124.3	109.0	17.1	0.0	7.0	0.6	84.1	31.9	60.5	184.1	807.6		
3	1966	103.8	161.7	171.1	33.5	44.6	1.9	0.0	4.8	8.4	29.8	117.0	76.6	753.1		
4	1967	82.9	190.2	68.6	38.0	8.0	0.0	6.8	17.0	19.8	19.3	11.8	74.5	536.8		
5	1968	101.4	155.5	77.0	14.2	5.3	4.9	12.8	12.4	22.1	13.3	101.0	46.6	566.4		
6	1969	107.0	86.7	62.4	8.7	0.4	1.3	0.0	1.9	14.3	38.0	82.5	92.0	495.2		
7	1970	109.2	50.1	79.7	45.4	9.8	0.0	0.0	0.0	11.5	45.6	14.6	154.3	520.3		
8	1971	181.7	217.3	63.0	32.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	7.0	65.1	569.3		
9	1972	59.7	46.2	44.9	15.9	0.0	0.0	0.0	65.2	0.0	0.0	41.1	136.4	409.4		
10	1973	110.2	90.8	111.2	141.4	42.2	4.2	9.5	18.3	26.7	25.2	45.0	115.9	740.7		
11	1974	116.0	196.3	147.2	74.4	7.6	0.0	0.0	33.0	0.0	16.7	23.7	72.6	687.6		
12	1975	185.5	160.4	238.4	31.8	38.4	4.3	0.0	9.7	38.3	18.3	32.3	173.2	930.5		
13	1976	171.3	141.2	106.6	94.8	22.9	20.9	0.0	0.0	29.4	3.4	8.2	46.7	645.5		
14	1977	42.4	176.5	110.3	48.8	0.0	0.0	4.2	0.0	72.4	13.9	73.5	53.1	595.1		
15	1978	179.0	86.1	87.5	37.8	3.9	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	66.4	94.7	565.6		
16	1979	165.6	126.7	100.4	25.4	4.1	0.0	0.0	0.0	3.6	5.0	54.1	77.8	562.7		
17	1980	75.9	102.1	79.8	19.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.5	41.9	57.2	400.5		
18	1981	155.0	78.3	144.2	42.5	0.0	0.0	0.0	12.9	18.7	51.3	115.8	72.3	691.1		
19	1982	132.4	17.4	81.8	12.0	0.0	8.4	0.0	0.0	4.0	63.2	110.2	30.6	460.0		
20	1983	125.4	64.0	15.6	6.2	13.8	7.8	0.0	0.0	7.3	6.0	23.4	40.6	310.1		
21	1984	108.5	103.5	57.4	25.4	0.0	13.0	0.0	11.7	0.0	88.1	46.6	84.9	539.1		
22	1985	60.4	54.5	28.4	7.4	7.2	12.5	0.0	0.0	9.2	11.2	86.4	126.5	403.7		
23	1986	124.7	73.6	180.4	41.5	9.4	0.0	0.0	0.0	8.2	11.1	10.4	38.0	497.4		
24	1987	208.0	54.3	74.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.5	145.7	59.7	557.3		
25	1988	126.3	107.7	115.4	50.0	9.9	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9	6.5	163.4	589.0		
26	1989	130.0	81.3	139.2	20.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.6	59.7	77.1	540.0		
27	1990	132.1	51.3	24.0	36.4	13.4	37.9	3.7	3.7	0.0	55.3	215.5	173.8	747.0		
28	1991	47.8	152.0	44.8	18.5	10.7	20.2	0.0	0.0	0.0	12.4	127.0	130.9	564.2		
29	1992	86.4	96.6	114.8	23.6	0.0	25.5	0.0	17.6	4.0	43.3	128.0	109.5	649.3		
30	1993	124.2	72.5	116.7	33.3	0.0	0.0	0.0	7.5	0.0	3.9	103.6	162.3	624.1		
31	1994	124.3	144.8	149.1	31.7	0.0	0.0	0.0	0.0	21.1	54.9	23.9	108.6	658.4		
32	1995	131.6	25.0	173.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.2	42.6	120.6	505.1		
33	1996	143.7	100.3	116.5	66.5	10.7	0.0	0.0	31.0	0.0	44.3	58.5	129.9	701.5		
34	1997	113.3	134.0	176.4	13.4	5.4	0.0	0.0	6.3	12.2	26.8	97.3	56.2	641.2		
35	1998	30.1	149.5	72.9	14.6	0.0	4.5	0.0	9.3	0.0	13.4	55.4	122.5	472.1		
36	1999	121.1	171.4	138.5	87.6	1.3	0.0	8.2	0.0	29.5	27.1	41.2	178.6	804.6		
37	2000	252.1	129.9	138.2	4.9	3.0	19.6	15.2	5.2	6.2	55.0	29.9	129.9	789.3		
38	2001	255.5	157.9	143.0	30.2	18.0	0.0	21.0	24.9	19.4	95.2	72.5	81.5	919.0		
39	2002	93.0	189.8	100.4	23.2	6.1	0.0	29.6	0.0	16.6	30.4	49.7	97.8	636.5		
40	2003	162.5	160.7	230.0	29.2	2.6	6.3	0.0	17.7	10.6	7.2	19.9	159.2	805.9		
41	2004	123.8	109.5	73.9	19.1	2.9	35.6	20.1	11.7	10.7	26.6	63.5	64.7	562.1		
42	2005	74.5	143.2	87.4	31.6	3.9	0.0	0.0	6.1	10.9	29.6	47.8	92.3	527.3		
43	2006	192.1	88.4	110.8	54.2	0.0	8.7	4.4	8.4	7.4	79.0	83.0	73.9	710.4		
44	2007	160.8	117.9	172.0	38.1	4.6	0.0	11.1	1.4	0.0	41.9	76.4	56.3	680.6		
45	2008	146.0	132.8	42.8	11.0	15.2	16.7	0.0	9.5	7.4	53.9	78.0	164.6	678.0		
46	2009	113.1	92.3	64.7	36.7	6.7	0.0	4.6	2.1	6.9	5.9	83.2	80.7	496.9		
47	2010	204.6	95.9	75.7	1.3	15.4	0.0	2.1	8.1	9.0	58.7	24.8	145.4	641.0		
48	2011	125.8	238.3	99.0	70.5	0.3	4.7	5.7	0.0	20.4	55.1	65.3	103.3	788.4		
49	2012	86.5	167.2	25.6	5.5	2.0	0.8	3.1	1.8	10.1	6.2	87.6	143.4	539.7		
50	2013	175.6	121.7	106.9	23.1	4.1	3.7	6.2	5.9	4.7	109.3	84.8	141.7	787.7		
51	2014	149.3	109.7	61.2	47.9	8.1	0.0	4.0	0.8	13.0	54.7	16.0	93.2	557.9		
52	2015	150.2	108.8	65.2	77.9	13.7	0.0	10.4	7.2	6.7	16.9	39.0	109.4	605.4		
53	2016	90.6	102.3	53.2	29.3	8.2	0.7	8.5	2.2	15.5	64.6	17.6	47.5	440.1		
54	2017	69.2	83.3	117.2	39.4	12.2	7.9	0.0	6.5	13.0	31.6	63.2	102.4	545.8		
Nº Datos		54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54		
Media		126.5	117.1	102.5	35.6	7.7	5.0	3.7	7.1	13.0	31.6	63.2	102.4	615.5		
Desv. Estandar		48.02	48.52	49.40	28.27	10.13	8.95	6.32	11.33	16.85	25.68	42.10	41.99	136.21		
Coef. Variacion		0.38	0.41	0.48	0.79	1.31	1.78	1.72	1.60	1.30	0.81	0.67	0.41	0.22		
Prec. Max.		255.5	238.3	238.4	141.4	44.6	37.9	29.6	65.2	84.1	109.3	215.5	184.1	255.5		
Prec. Min.		30.1	17.4	15.6	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	6.5	30.6	-0.0		

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL COMPLETA														(mm)
Estacion : YAURI				Latitud : 14° 49' 01" S			Departamento : CUSCO			Provincia : ESPINAR				
Tipo: CO-690				Longitud : 71° 25' 01" W			Distrito : YAURI							
Altitud : 3,927 msnm														
N° REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	190.1	174.9	137.2	62.2	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	14.8	35.2	107.8	732.8
2	1965	91.4	115.1	124.8	42.2	0.0	0.0	1.0	0.0	20.0	23.8	37.0	227.6	683.0
3	1966	98.2	217.8	73.1	9.3	25.1	0.0	0.0	0.0	10.8	131.1	51.7	131.3	748.4
4	1967	70.8	100.3	183.2	44.8	12.1	0.0	10.7	19.8	34.0	96.9	27.3	116.1	716.2
5	1968	243.8	97.1	101.2	14.2	0.0	4.6	13.2	15.9	10.6	71.3	130.3	91.3	793.4
6	1969	230.3	163.9	79.8	55.8	0.0	0.0	5.5	5.7	0.0	0.0	52.2	120.5	713.6
7	1970	213.0	149.6	42.3	69.4	0.0	0.0	0.0	5.9	74.2	10.7	20.8	154.0	739.9
8	1971	179.8	293.4	115.2	51.2	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	10.4	6.2	123.1	781.9
9	1972	188.9	175.9	141.1	33.2	0.0	0.0	15.8	8.4	24.8	51.9	62.8	159.7	862.4
10	1973	302.9	302.7	208.8	156.9	13.1	0.0	2.8	5.0	58.2	20.8	59.8	88.0	1,218.9
11	1974	233.6	237.9	176.4	59.9	2.4	17.5	0.0	108.3	26.5	21.9	11.5	42.2	938.0
12	1975	166.9	221.6	128.5	124.9	32.7	7.8	0.0	0.0	0.0	9.0	43.5	99.7	834.7
13	1976	199.0	188.2	122.9	27.2	12.2	38.6	0.0	32.8	79.5	1.7	24.4	73.9	800.4
14	1977	61.1	215.7	84.8	0.0	2.0	0.0	8.7	0.0	14.2	68.7	58.6	56.1	569.9
15	1978	258.4	49.4	55.7	34.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	74.9	152.0	625.1
16	1979	172.9	182.1	135.4	63.6	7.3	1.9	1.3	13.7	17.4	34.6	60.9	116.2	807.4
17	1980	176.1	182.4	145.8	52.5	5.1	1.9	4.0	0.0	18.0	44.8	52.0	117.5	800.1
18	1981	203.5	162.2	135.4	65.9	3.2	5.0	0.7	16.5	29.6	52.4	71.1	125.5	870.8
19	1982	193.2	174.2	144.3	68.0	1.7	9.5	2.7	7.2	18.0	38.1	73.0	117.6	847.5
20	1983	187.9	175.5	120.9	57.2	4.9	7.4	1.0	0.0	15.6	37.6	47.3	124.7	780.1
21	1984	199.9	181.9	120.4	79.8	1.7	3.5	1.5	20.0	14.3	54.8	54.0	119.0	850.8
22	1985	180.9	178.1	123.0	56.7	15.7	11.6	1.3	0.0	29.7	44.0	72.0	124.9	837.8
23	1986	172.9	179.6	147.8	76.0	7.6	2.0	1.9	6.2	16.6	36.0	15.7	117.6	779.8
24	1987	280.4	13.5	31.3	25.6	0.0	13.4	24.9	0.0	19.0	42.9	78.8	143.7	673.6
25	1988	298.5	165.1	151.3	91.4	5.7	1.8	6.9	0.0	6.4	24.5	13.8	118.0	883.5
26	1989	181.5	174.1	133.8	57.3	7.2	9.2	0.7	9.4	1.3	39.6	49.8	113.3	777.3
27	1990	183.8	165.1	114.5	61.6	8.2	27.7	0.7	8.8	17.5	45.1	59.2	108.7	800.8
28	1991	166.1	184.2	133.8	34.1	15.8	47.0	0.0	0.0	56.0	40.0	58.2	116.1	851.3
29	1992	171.4	168.8	129.5	46.5	1.7	8.0	0.0	45.4	0.0	60.0	75.8	37.9	745.0
30	1993	270.6	107.7	134.2	117.1	5.5	0.0	0.8	15.1	7.7	94.2	174.5	157.9	1,085.3
31	1994	207.0	223.1	192.4	57.0	16.8	0.0	0.0	0.0	22.4	13.2	66.9	101.3	900.0
32	1995	167.3	142.4	211.2	82.4	2.7	0.0	0.0	2.8	13.1	52.1	37.9	129.3	841.3
33	1996	162.1	189.8	110.4	97.9	17.1	0.0	0.0	20.5	13.7	31.3	51.6	106.1	800.7
34	1997	249.6	212.4	117.9	67.5	3.2	0.0	0.0	26.5	38.9	14.8	92.9	124.2	947.9
35	1998	220.3	152.6	91.1	14.0	0.0	2.5	0.0	3.7	0.8	49.0	47.7	48.7	630.4
36	1999	144.0	233.1	161.8	127.6	3.7	0.0	0.0	0.8	48.6	53.8	46.1	157.9	977.2
37	2000	163.7	198.2	164.8	41.9	4.3	5.7	0.0	12.9	6.3	80.0	27.3	170.9	876.1
38	2001	271.4	235.3	260.2	101.6	32.7	0.9	4.4	4.9	4.3	32.9	26.3	68.9	1,043.6
39	2002	113.9	301.0	151.4	69.1	25.3	0.5	17.1	0.0	41.4	57.3	69.5	146.0	992.5
40	2003	175.3	235.7	198.1	37.8	5.8	0.8	0.0	5.6	35.7	11.4	75.2	132.4	913.8
41	2004	221.5	171.0	86.8	49.7	0.0	1.8	11.0	18.2	26.3	26.4	58.2	108.2	779.0
42	2005	117.6	181.6	126.7	44.3	1.1	2.2	0.0	4.9	5.8	57.5	43.1	166.9	751.8
43	2006	304.1	123.6	181.0	47.2	1.4	5.6	0.0	10.0	19.2	60.9	66.1	126.4	945.5
44	2007	134.0	138.0	111.7	60.5	4.8	0.0	3.5	0.0	16.8	37.5	44.9	121.6	673.2
45	2008	204.8	111.3	75.0	1.2	5.1	6.0	0.0	0.0	0.2	44.9	25.7	106.9	581.1
46	2009	105.8	170.7	106.0	46.1	5.7	0.0	1.5	0.0	2.1	45.4	179.0	138.9	801.1
47	2010	179.3	172.2	119.4	33.3	14.1	0.0	0.0	0.0	1.8	16.8	37.4	183.6	757.9
48	2011	132.2	258.4	144.5	76.7	10.4	0.0	2.0	0.0	37.6	17.6	78.0	143.3	900.7
49	2012	178.9	277.6	199.7	79.7	11.9	0.0	0.1	0.0	14.3	32.7	79.5	139.5	1,013.9
50	2013	176.7	172.6	85.3	9.0	2.8	15.1	3.6	21.0	0.0	29.9	55.4	163.2	734.5
51	2014	149.6	118.5	96.7	22.2	9.5	0.0	5.8	3.7	43.4	104.4	23.3	198.2	775.2
52	2015	193.3	118.3	123.1	137.9	14.4	0.5	1.6	18.2	21.6	31.6	27.7	149.7	837.9
53	2016	117.9	176.9	67.9	117.8	1.8	0.1	9.7	3.4	4.9	43.0	21.6	96.3	661.3
54	2017	177.1	182.8	177.2	72.1	23.8	0.1	3.4	0.0	12.8	60.8	56.2	125.0	891.2
N° Datos		54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Media		185.8	177.7	130.3	59.9	7.6	4.9	3.1	9.3	19.7	41.2	55.4	123.2	818.1
Desv. Estandar		55.58	56.22	44.43	34.37	8.36	9.30	5.19	16.82	18.62	26.74	33.33	36.12	128.60
Coef. Variacion		0.30	0.32	0.34	0.57	1.10	1.91	1.65	1.81	0.95	0.65	0.60	0.29	0.16
Prec. Max.		304.1	302.7	260.2	156.9	32.7	47.0	24.9	108.3	79.5	131.1	179.0	227.6	304.1
Prec. Min.		61.1	13.5	31.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	37.9	0.0

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL COMPLETA														(mm)
Estacion : PISAC				Latitud : 13° 24' 58" S			Departamento : CUSCO			Provincia : CALCA				
Tipo: CO-884				Longitud : 71° 50' 59" W			Distrito : PISAC							
				Altitud : 2,950 msnm										
N° REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	71.7	71.4	91.0	3.5	9.2	0.0	0.0	0.0	50.7	74.8	40.3	36.5	449.0
2	1965	70.6	45.1	82.9	50.2	0.0	0.0	2.9	0.0	46.8	12.8	19.8	113.8	445.0
3	1966	102.3	56.5	40.6	3.4	30.3	0.0	3.4	0.0	27.5	16.1	26.5	62.0	368.5
4	1967	53.9	85.6	102.9	0.0	14.0	2.5	18.4	10.7	10.1	40.7	63.8	70.3	472.8
5	1968	124.3	173.7	30.9	12.8	1.0	5.0	17.3	0.2	8.2	9.2	109.0	29.2	520.8
6	1969	120.9	57.6	132.5	53.4	0.0	17.0	11.4	3.6	17.4	23.2	52.9	90.6	580.4
7	1970	99.6	185.4	266.7	38.0	4.8	4.2	4.8	7.5	48.5	62.8	11.5	203.9	937.7
8	1971	131.1	245.8	68.1	49.2	3.5	5.0	1.8	7.7	0.0	42.5	15.7	36.8	607.1
9	1972	113.3	55.5	142.1	27.0	4.3	0.0	7.7	13.3	13.8	4.4	25.8	80.7	488.0
10	1973	200.4	153.9	105.8	45.5	7.1	7.3	9.6	10.1	5.3	24.7	42.6	114.0	726.2
11	1974	117.4	164.5	116.0	45.2	3.7	10.2	0.9	24.8	5.5	9.0	10.2	62.4	569.7
12	1975	78.6	98.8	81.7	43.0	43.5	5.0	0.0	0.0	16.4	33.2	36.3	66.9	503.3
13	1976	132.5	53.0	123.2	38.9	49.3	3.2	2.1	2.0	21.7	4.1	39.4	39.6	509.1
14	1977	88.6	115.3	71.1	35.1	0.0	0.0	4.1	4.2	12.7	19.5	131.6	14.5	496.7
15	1978	177.0	126.3	106.7	67.6	25.9	0.0	0.0	0.0	18.2	1.7	31.5	68.1	623.1
16	1979	178.2	132.6	145.6	48.1	5.8	6.5	4.9	1.6	16.1	14.9	31.8	59.4	645.6
17	1980	77.9	153.0	190.4	75.3	1.7	0.0	0.0	9.5	30.8	33.4	4.2	40.7	616.8
18	1981	83.2	151.6	76.3	26.7	7.9	3.6	13.0	2.6	13.1	72.0	100.4	100.2	650.5
19	1982	205.8	50.9	175.8	145.5	19.0	6.0	0.7	11.2	14.8	22.4	77.8	13.9	743.8
20	1983	7.2	44.0	53.1	42.2	0.0	2.8	15.7	8.6	18.8	26.2	43.2	48.1	309.9
21	1984	101.4	118.1	69.1	54.8	2.8	3.4	2.8	16.2	7.9	45.6	69.9	13.3	505.2
22	1985	108.4	158.5	150.0	49.6	6.4	0.0	0.0	3.9	21.5	83.4	101.2	19.3	702.3
23	1986	33.7	144.1	162.4	46.7	15.2	0.0	2.5	4.0	4.8	2.5	10.1	14.3	440.4
24	1987	284.5	47.3	25.3	13.7	0.0	15.0	9.4	0.0	0.0	8.4	74.7	40.0	518.3
25	1988	96.0	99.5	193.2	52.3	2.0	0.0	0.0	0.0	2.3	12.0	13.7	85.8	556.8
26	1989	116.2	94.7	111.4	25.9	8.0	0.0	3.0	9.2	7.2	20.5	20.2	27.1	443.4
27	1990	76.7	45.6	20.3	82.6	6.2	38.4	0.0	3.0	8.4	44.1	99.4	115.0	539.6
28	1991	76.2	101.7	64.5	31.4	11.5	8.0	0.0	2.0	2.0	50.7	61.4	65.4	474.9
29	1992	81.1	45.4	31.7	22.6	0.0	26.0	1.5	13.3	4.0	32.0	91.9	73.0	422.5
30	1993	179.1	83.0	12.4	36.0	8.2	4.2	8.2	14.2	3.0	18.2	87.1	109.9	563.6
31	1994	167.4	118.2	151.8	59.9	5.3	0.0	0.0	0.0	12.4	52.7	13.2	158.8	739.8
32	1995	99.1	79.7	80.2	7.2	4.2	0.0	0.0	0.0	12.2	24.2	18.2	51.7	376.7
33	1996	117.9	69.5	44.5	69.5	12.1	0.0	0.0	21.7	15.2	52.6	47.6	100.3	550.8
34	1997	82.9	100.2	99.8	4.1	2.9	0.0	0.0	20.2	18.1	13.5	109.2	98.1	549.0
35	1998	130.2	99.0	38.3	21.7	4.2	3.0	0.0	0.8	13.5	64.2	51.1	51.5	477.5
36	1999	93.5	122.7	51.7	28.4	4.9	3.7	2.6	0.0	30.1	17.8	40.3	106.3	502.1
37	2000	160.4	105.8	58.9	2.2	9.1	3.7	0.0	2.0	4.4	41.8	11.0	70.9	470.4
38	2001	212.1	137.0	152.9	20.0	12.2	0.0	19.5	5.6	8.0	50.2	77.7	102.5	797.7
39	2002	91.0	162.2	106.6	36.0	6.6	4.3	46.8	3.3	11.0	39.6	92.0	128.5	728.0
40	2003	115.0	109.3	111.3	15.9	4.4	6.8	0.0	23.7	4.0	31.9	18.4	121.5	562.3
41	2004	150.8	109.8	96.1	15.9	2.0	16.5	10.4	6.9	32.7	26.0	43.2	94.8	605.2
42	2005	127.8	77.4	69.5	29.8	0.0	0.0	1.5	3.7	4.1	18.1	50.8	59.0	441.7
43	2006	171.8	82.7	125.8	34.7	0.0	30.2	0.0	14.4	5.2	43.0	70.2	117.9	696.0
44	2007	103.4	56.2	136.8	42.4	7.7	0.0	1.7	0.0	4.9	32.9	67.4	83.9	537.2
45	2008	155.4	152.6	62.0	8.6	5.9	3.6	0.7	3.2	9.9	47.1	64.6	134.9	648.6
46	2009	90.6	90.1	66.7	14.2	0.2	0.0	3.1	0.8	20.6	8.3	119.0	116.2	529.8
47	2010	272.3	146.3	157.1	6.0	6.6	1.1	1.4	11.5	1.8	73.3	26.5	205.9	909.9
48	2011	101.6	172.1	110.2	33.2	6.9	7.1	8.7	0.6	28.1	26.4	48.4	135.7	678.9
49	2012	67.6	158.4	54.7	30.4	1.2	0.5	0.8	0.5	24.3	8.7	128.2	148.1	623.5
50	2013	105.8	153.7	68.8	23.5	10.8	5.5	4.1	16.0	5.7	133.3	53.4	171.7	752.1
51	2014	145.2	83.4	69.4	50.5	12.9	0.0	1.3	1.5	23.1	28.5	12.6	106.9	535.4
52	2015	78.8	50.3	28.6	48.9	12.6	0.0	27.1	3.6	13.2	7.5	20.8	52.3	343.9
53	2016	87.2	85.4	19.9	28.7	22.7	1.5	7.4	0.0	14.3	73.7	27.4	99.3	467.5
54	2017	67.2	53.1	117.5	55.4	13.0	3.2	0.8	7.7	9.1	33.6	52.0	83.6	496.3
N° Datos		54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Media		118.2	106.2	94.9	36.2	8.5	4.9	5.3	6.1	14.5	33.6	52.0	83.6	563.9
Desv. Estandar		52.86	45.70	51.95	24.90	10.00	7.80	8.36	6.76	11.78	25.23	34.29	45.89	130.84
Coef. Variacion		0.45	0.43	0.55	0.69	1.17	1.60	1.59	1.10	0.81	0.75	0.66	0.55	0.23
Prec. Max.		284.5	245.8	266.7	145.5	49.3	38.4	46.8	24.8	50.7	133.3	131.6	205.9	284.5
Prec. Min.		7.2	44.0	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	4.2	13.3	0.0

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL COMPLETA														(mm)
<b>Estación :</b> ANTA ANCACHURO CO-684				<b>Latitud :</b> 13° 28' 6" S				<b>Departamento :</b> CUSCO						
				<b>Longitud :</b> 72° 12' 57" W				<b>Provincia :</b> ANTA						
<b>Tipo:</b>				<b>Altitud :</b> 3,340 msnm				<b>Distrito :</b> ZURITE						
Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964	146.14	118.95	115.48	29.68	6.40	0.00	0.00	0.00	28.06	41.85	55.04	57.40	599.01
2	1965	128.77	132.41	104.93	70.44	4.43	0.00	0.99	0.00	0.00	30.54	77.34	153.69	703.54
3	1966	102.52	113.76	52.15	35.49	22.18	0.78	0.39	4.93	47.81	88.23	107.45	46.23	621.91
4	1967	61.55	118.96	162.16	52.28	10.26	2.07	16.77	12.43	1.97	85.91	79.30	105.54	709.19
5	1968	110.34	135.01	108.56	31.38	2.96	1.97	34.54	8.29	21.32	34.35	162.05	105.60	756.39
6	1969	146.55	102.90	157.21	29.43	0.00	3.16	9.28	0.00	24.29	27.65	108.23	109.12	717.82
7	1970	161.55	124.89	94.46	76.87	1.38	0.00	2.96	0.00	44.07	55.33	79.44	206.90	847.87
8	1971	157.99	149.88	93.53	35.79	0.99	0.10	0.00	9.69	1.38	65.65	70.99	147.80	733.78
9	1972	204.97	51.64	149.08	42.14	0.59	0.00	12.07	27.30	19.59	12.46	77.46	125.43	722.73
10	1973	217.36	189.25	106.11	71.86	11.88	2.77	10.29	8.61	17.02	25.73	100.17	117.59	878.65
11	1974	144.99	184.90	141.62	60.22	9.11	17.63	0.00	40.80	10.70	28.72	38.03	100.23	776.96
12	1975	106.63	196.41	88.39	78.78	12.88	1.39	0.00	0.99	26.76	27.75	54.50	205.33	799.81
13	1976	142.48	111.15	137.63	51.96	10.91	10.31	26.77	0.00	28.75	9.12	47.59	89.24	665.92
14	1977	117.47	126.30	112.41	50.60	4.17	0.00	0.00	4.96	20.24	83.73	173.62	124.11	817.61
15	1978	170.94	92.52	141.76	60.06	13.10	0.00	0.00	0.00	16.38	7.35	102.25	103.84	708.19
16	1979	79.46	122.17	139.06	49.07	10.53	0.00	0.00	6.56	11.92	21.85	94.96	112.84	648.41
17	1980	97.40	117.28	153.85	15.31	3.98	0.00	0.99	2.19	2.39	76.33	91.44	93.22	654.36
18	1981	155.63	101.04	149.66	112.87	5.67	1.99	0.00	10.64	34.81	85.82	78.46	105.11	841.69
19	1982	235.52	140.10	151.18	54.43	3.17	9.69	4.82	5.74	13.65	44.16	110.54	108.84	881.85
20	1983	135.12	115.25	74.96	32.55	4.86	6.78	1.04	2.37	9.04	35.85	67.47	110.34	595.64
21	1984	181.83	140.69	89.15	72.54	3.17	2.71	2.08	11.21	8.34	97.71	64.75	112.78	786.97
22	1985	78.75	82.73	56.82	56.82	0.00	0.00	0.00	0.00	22.93	52.63	127.89	132.27	610.82
23	1986	99.84	151.70	115.49	44.68	18.65	0.00	0.00	0.00	0.00	24.73	62.33	80.59	598.02
24	1987	189.71	133.92	73.05	0.00	0.00	2.03	33.33	0.00	0.00	25.15	100.39	164.66	722.25
25	1988	222.97	138.30	241.15	93.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.09	42.94	107.14	854.04
26	1989	191.13	97.51	136.28	30.17	26.28	0.00	0.00	4.40	6.09	24.18	49.96	34.87	600.87
27	1990	129.76	59.28	24.59	3.20	0.00	36.59	0.00	16.60	15.00	122.36	86.77	36.59	530.74
28	1991	53.92	180.35	123.04	27.51	0.00	23.31	0.00	0.00	4.40	44.61	89.11	69.02	615.27
29	1992	130.72	136.12	40.84	18.82	3.80	16.81	0.00	0.00	0.00	53.10	107.73	69.81	577.75
30	1993	76.51	226.04	56.58	18.93	3.59	0.00	0.00	12.02	31.32	101.45	118.32	298.33	943.08
31	1994	291.64	190.51	207.77	24.35	16.12	0.78	0.00	0.15	19.59	43.15	92.25	126.82	1013.13
32	1995	146.85	35.83	169.63	15.01	1.36	3.92	0.45	0.00	17.20	11.77	71.35	236.31	709.67
33	1996	254.98	221.14	75.54	17.96	2.95	0.37	0.12	8.18	11.56	27.07	53.70	143.94	817.53
34	1997	131.72	86.32	108.09	17.96	5.99	0.00	0.00	10.54	4.83	45.92	112.44	246.79	770.60
35	1998	154.70	121.53	124.36	33.46	0.00	3.21	0.00	0.28	10.87	59.35	57.27	61.52	626.54
36	1999	177.41	205.63	116.44	44.20	0.48	0.00	0.12	3.74	36.72	55.18	66.57	127.42	833.92
37	2000	136.53	153.02	104.43	29.63	1.16	13.44	0.44	3.92	10.09	107.27	31.66	137.77	729.37
38	2001	285.90	103.47	225.00	18.73	6.33	0.00	22.23	20.56	10.78	83.41	49.62	75.24	901.27
39	2002	113.00	180.84	134.15	47.85	15.60	10.30	46.32	6.03	36.45	64.49	69.97	104.11	829.13
40	2003	130.61	138.35	164.96	18.33	5.37	5.75	0.00	23.93	8.28	49.93	29.99	132.68	708.17
41	2004	196.67	142.60	41.73	37.35	1.95	21.02	20.08	8.67	27.50	40.55	67.36	95.95	701.45
42	2005	115.28	102.62	93.45	37.55	1.90	0.00	4.22	12.45	9.49	32.27	68.14	136.69	614.06
43	2006	169.07	114.36	114.12	54.71	0.24	10.82	0.00	1.27	4.29	54.40	80.24	92.49	696.01
44	2007	102.16	96.69	78.07	80.10	25.60	0.00	0.67	0.00	2.19	59.80	75.72	155.31	676.31
45	2008	122.59	103.96	74.96	15.13	6.85	1.25	0.00	7.10	12.20	102.62	134.54	98.36	679.56
46	2009	123.07	130.78	72.76	8.31	11.26	0.00	14.58	0.00	13.22	26.29	218.12	99.95	718.35
47	2010	210.05	141.15	107.93	19.19	0.87	3.78	2.47	2.54	8.79	65.12	39.76	134.39	736.05
48	2011	95.42	184.20	146.93	53.97	9.30	7.05	7.52	11.35	35.71	61.15	49.80	104.31	766.71
49	2012	107.91	140.77	87.57	37.61	1.43	2.22	3.48	0.00	35.71	21.22	107.12	156.52	701.55
50	2013	136.43	127.57	63.83	5.91	15.73	5.15	0.08	15.45	2.70	88.22	93.12	134.15	688.35
51	2014	130.68	118.54	69.08	44.99	8.65	0.00	0.00	1.26	11.17	61.12	36.53	156.24	638.26
52	2015	163.42	91.60	73.63	71.55	2.62	2.08	5.60	6.50	28.46	45.98	68.12	99.37	658.94
53	2016	125.52	205.72	60.75	21.42	6.25	0.26	2.57	15.17	9.85	61.35	75.49	84.65	669.01
54	2017	91.17	98.44	141.02	58.47	6.34	0.00	1.52	8.69	9.29	60.75	82.55	120.29	678.55
Nº Datos		54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	45
Media		146.1	132.0	112.0	41.1	6.5	4.3	5.3	6.6	15.7	51.3	82.6	120.3	723.77
Desv. Estandar		52.07	41.06	45.30	24.12	6.63	7.24	10.21	8.12	12.43	28.23	35.69	49.46	107.92
Coef. Variacion		0.36	0.31	0.40	0.59	1.03	1.69	1.91	1.23	0.79	0.55	0.43	0.41	0.15
Prec. Max.		291.6	226.0	241.1	112.9	26.3	36.6	46.3	40.8	47.8	122.4	218.1	298.3	298.3
Prec. Min.		53.9	35.8	24.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3	30.0	34.9	0.0

## ENSAYO DE INFILTRACION - MICROCUENCA UNUHUYCCO - FORMACION PACHATUSAN

### METODO DE CARGA CONSTANTE

#### ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL DISEÑO DE METODOS DE RECARGA EN ACUIFEROS EN LA MICROCUENCA UNUHUYCCO, DIST. OROPESA, PROV. QUISPICANCHI - CUSCO - 2019

UBICACIÓN POLITICA		UBICACIÓN GEOGRAFICA (UTM)	
Com. Campesina		Este	201988
Distrito	Oropesa	Norte	8498530
Provincia	Quispicanchi	Cota	3857
Departamento	Cusco	Microcuenca	Unuhuycco
Prof. de Esayo	0.17 m	Altura de nivel freatico	- cm
Diametro de tubería	5.08 cm	Altura de carga(H)	50.00 cm
Coef. forma de cavidad		Dist. recorre en cavidad (L)	17.00 cm
			Formula para K
			$K = Q/(C*H)$
			Formula para C
			$C = 2\pi L/(Ln2L/D)$
			153.874

#### Litología Volcano sedimentaria

Ubicación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
	Profundidad (m)	Tiempo (Seg)	Alt. de descenso Cm	Velocidad cm/s	Caudal cm <sup>3</sup> /s	Coeficiente K cm/s	Coef. De Perm m/día	Lectura caudal dm <sup>3</sup> /h	Caudal de ingreso m <sup>3</sup> /día	Coeficiente K		
Microcuenc a Unuhuycco	0.210	120	5.70	0.04750	7.70195	0.00100	0.86493	27.72703	0.66545	0.00100	0.86493	
		120	3.70	0.03083	4.99951	0.00065	0.56144	17.99825	0.43196	0.00065	0.56144	
		120	3.20	0.02667	4.32390	0.00056	0.48557	15.56605	0.37359	0.00056	0.48557	
		120	2.90	0.02417	3.91854	0.00051	0.44005	14.10674	0.33856	0.00051	0.44005	
		120	2.80	0.02333	3.78342	0.00049	0.42488	13.62030	0.32689	0.00049	0.42488	
		120	2.70	0.02250	3.64829	0.00047	0.40970	13.13386	0.31521	0.00047	0.40970	
	SUMA	720	21.00	0.17500	28.37562	0.00369	3.18657	102.15223	2.45165	0.00369	3.18657	
PERMEABILIDAD											K.prom: cm/s - m/día	
										Perm.	0.00061	
										Prom	0.53109	

**ENSAYO DE INFILTRACION - MICROCUENCA UNHUAYCCO - FORMACION PACHATUSAN**

**METODO DE CARGA CONSTANTE**

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL DISEÑO DE METODOS DE RECARGA EN ACUIFEROS EN LA MICROCUENCA UNHUAYCCO, DIST. OROPESA, PROV. QUISPICANCHI - CUSCO - 2019**

UBICACIÓN POLITICA		UBICACIÓN GEOGRAFICA (UTM)	
Com. Campesina		Este	201996
Distrito	Oropesa	Norte	8498583
Provincia	Quispicanchi	Cota	3870
Departamento	Cusco	Microcuenca	Unhuaycco
Prof. de Esayo	0.17 m	Altura de nivel freatico	-
Diametro de tubería	5.08 cm	Altura de carga(H)	50.00
Coef. forma de cavidad		Dist. recorre en cavidad (L)	24.00
			Formula para K
			$K = Q/(C*H)$
			Formula para C
			$C = 2\pi L/(Ln2L/D)$
			197.883

**Litologia**

Volcano sedimentaria											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Ubicación	Profundidad (m)	Tiempo (Seg)	Alt. de descenso (Cm)	Velocidad (cm/s)	Caudal (cm <sup>3</sup> /s)	Coeficiente K (cm/s)	Coef. De Perm (m/dia)	Lectura caudal (dm <sup>3</sup> /h)	Caudal de ingreso (m <sup>3</sup> /dia)	Coeficiente K (cm/s)	
Microcuenc a Unhuaycco	1.020	60	18.00	0.30000	48.64392	0.00632	5.46269	175.11810	4.20283	0.00632	
		60	18.00	0.30000	48.64392	0.00632	5.46269	175.11810	4.20283	0.00632	
		60	16.50	0.27500	44.59026	0.00580	5.00747	160.52493	3.85260	0.00580	
		60	16.40	0.27333	44.32001	0.00576	4.97712	159.55205	3.82925	0.00576	
		60	16.50	0.27500	44.59026	0.00580	5.00747	160.52493	3.85260	0.00580	
		60	16.60	0.27667	44.86050	0.00583	5.03781	161.49781	3.87595	0.00583	
	SUMA	360	102.00	1.7000	275.6489	0.0358	30.9552	992.3359	23.8161	0.0358	
PERMEABILIDAD											
									K.prom: cm/s - m/dia		
									Perm. Prom	0.00597	5.15921

## ENSAYO DE INFILTRACION - MICROCUENCA UNHUAYCCO - FORMACION HUAMBUTIO

### METODO DE CARGA CONSTANTE

#### ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL DISEÑO DE METODOS DE RECARGA EN ACUIFEROS EN LA MICROCUENCA UNHUAYCCO, DIST. OROPESA, PROV. QUISPICANCHI - CUSCO - 2019

UBICACIÓN POLITICA		UBICACIÓN GEOGRAFICA (UTM)	
Com. Campesina		Este	201419
Distrito	Oropesa	Norte	8499190
Provincia	Quispicanchi	Cota	3998
Departamento	Cusco	Microcuena	Unhuaycco
Prof. de Esayo	0.17 m	Altura de nivel freatico	- cm
Diametro de tubería	5.08 cm	Altura de carga(H)	50.00 cm
Coef. forma de cavidad		Dist. recorre en cavidad (L)	15.00 cm
			Formula para K
			$K = Q/(C*H)$
			Formula para C
			$C = 2\pi L/(Ln2L/D)$
			140.768

#### Litología

Conglomerados y areniscas													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Ubicación	Profundidad	Tiempo	Alt. de	Velocidad	Caudal	Coeficiente	Coef. De	Lectura	Caudal de	Coeficiente K			
	(m)	(Seg)	descenso	cm/s	cm <sup>3</sup> /s	K	Perm	caudal	ingreso	cm/s	cm/s	m/día	
Microcuena a Unhuaycco	0.147	195.00	2.90	0.01487	2.41141	0.00031	0.27080	8.68107	0.20835	0.00031	0.27080	0.27080	
		135.00	2.50	0.01852	3.00271	0.00039	0.33720	10.80976	0.25943	0.00039	0.33720	0.33720	
		245.00	3.00	0.01224	1.98547	0.00026	0.22297	7.14768	0.17154	0.00026	0.22297	0.22297	0.22297
		180.00	2.30	0.01278	2.07187	0.00027	0.23267	7.45873	0.17901	0.00027	0.23267	0.23267	0.23267
		178.00	2.00	0.01124	1.82187	0.00024	0.20460	6.55873	0.15741	0.00024	0.20460	0.20460	0.20460
	SUMA	1133	14.70	0.07965	12.91479	0.00168	1.45032	46.49324	1.11584	0.00168	1.45032	1.45032	

#### PERMEABILIDAD

K.prom: cm/s - m/día	
Perm.	0.00028
Prom	0.24172

## ENSAYO DE INFILTRACION - MICROCUENCA UNUHUYCCO - FORMACION HUAMBUTIO

### METODO DE CARGA CONSTANTE

#### ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL DISEÑO DE METODOS DE RECARGA EN ACUIFEROS EN LA MICROCUENCA UNUHUYCCO, DIST. OROPESA, PROV. QUISPICANCHI - CUSCO - 2019

UBICACIÓN POLITICA		UBICACIÓN GEOGRAFICA (UTM)	
Com. Campesina		Este	201986
Distrito	<b>EL-004</b>	Norte	8498655
Provincia	Oropesa	Cota	3885
Departamento	Quispicanchi	Microcuenca	Unuhuaycco
Prof. de Esayo	Cusco	Altura de nivel freatico	Formula para K
	0.17	m	$K = Q/(C*H)$
Diametro de tubería	5.08	cm	Formula para C
Coef. forma de cavidad		162.146	cm
		14.00	cm
		C = $2\pi L/(Ln2L/D)$	134.103

#### Litología Volcano sedimentaria

Ubicación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Profundidad (m)	Tiempo (Seg)	Alt. de descenso Cm	Velocidad cm/s	Caudal cm <sup>3</sup> /s	Coefficiente K cm/s	Coef. De Perm m/dia	Lectura caudal dm <sup>3</sup> /h	Caudal de ingreso m <sup>3</sup> /dia	Coefficiente K cm/s	m/dia
Microcuenc a Unuhuaycco	0.122	120.00	3.50	0.02917	4.72927	0.00061	0.53109	17.02537	0.40861	0.00061	0.53109
		120.00	2.50	0.02083	3.37805	0.00044	0.37935	12.16098	0.29186	0.00044	0.37935
		120.00	2.10	0.01750	2.83756	0.00037	0.31866	10.21522	0.24517	0.00037	0.31866
		120.00	2.10	0.01750	2.83756	0.00037	0.31866	10.21522	0.24517	0.00037	0.31866
		120.00	2.00	0.01667	2.70244	0.00035	0.30348	9.72878	0.23349	0.00035	0.30348
	SUMA	600	12.20	0.10167	16.48488	0.00214	1.85124	59.34558	1.42429	0.00214	1.85124

#### PERMEABILIDAD

K.prom: cm/s - m/dia	
Perm. Prom	0.00043
0.37025	

## ENSAYO DE INFILTRACION - MICROCUENCA UNHUAYCCO - FORMACION PACHATUSAN

### METODO DE CARGA CONSTANTE

#### ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL DISEÑO DE METODOS DE RECARGA EN ACUIFEROS EN LA MICROCUENCA UNHUAYCCO, DIST. OROPESA, PROV. QUISPICANCHI - CUSCO - 2019

UBICACIÓN POLITICA		UBICACIÓN GEOGRAFICA (UTM)	
Com. Campesina		Este	201876
Distrito	<b>EL-005</b>	Norte	8498722
Provincia	Oropesa	Cota	3864
Departamento	Quispicanchi	Microcuenca	Unhuaycco
Prof. de Esayo	Cusco	Altura de nivel freatico	Formula para K
	0.17	m	K = Q/(C*H)
Diametro de tubería	5.08	cm	Formula para C
Coef. forma de cavidad		162.146	C = 2πL/(Ln2L/D)
		15.00	140.768

#### Conglomerados y areniscas

Litología	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Microcuenc a Unhuaycco	1.575	15.00	31.80	2.12000	343.75035	0.04468	38.60300	1237.5013	29.70003	0.04468	38.6030
		15.00	31.50	2.10000	340.50743	0.04426	38.23882	1225.8267	29.41984	0.04426	38.2388
		15.00	31.40	2.09333	339.42645	0.04412	38.11743	1221.9352	29.32645	0.04412	38.1174
		15.00	31.60	2.10667	341.58840	0.04440	38.36022	1229.7182	29.51324	0.04440	38.3602
		15.00	31.20	2.08000	337.26450	0.04384	37.87465	1214.1522	29.13965	0.04384	37.8746
	SUMA	75	157.50	10.500	1702.537	0.221	191.194	6129.134	147.099	0.221	191.194

#### PERMEABILIDAD

K.prom: cm/s - m/día	
	K.prom: cm/s - m/día
Perm. Prom	0.04426
	38.2388

**ENSAYO DE INFILTRACION - MICROCUENCA UNUHUYCCO - FORMACION HUAMBUTIO**

**METODO DE CARGA CONSTANTE**

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL DISEÑO DE METODOS DE RECARGA EN ACUIFEROS EN LA MICROCUENCA UNUHUYCCO, DIST. OROPESA, PROV. QUISPICANCHI - CUSCO - 2019**

UBICACIÓN POLITICA		UBICACIÓN GEOGRAFICA (UTM)		
Com. Campesina		Este	201776	
Distrito	Oropesa	Norte	8498647	Fecha 28/04/2019
Provincia	Quispicanchi	Cota	3818	m.s.n.m
Departamento	Cusco	Microcuena	Unhuaycco	Formula para K
Prof. de Esayo	0.17 m	Altura de nivel freatico	-	$K = Q/(C*H)$
Diametro de tubería	5.08 cm	Altura de carga(H)	50.00	Formula para C
Coef. forma de cavidad		Dist. recorre en cavidad (L)	14.00	$C = 2\pi L/(Ln2L/D)$
Coef. forma de cavidad				134.103

**Conglomerados y areniscas**

Litología	Conglomerados y areniscas										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ubicación	Profundidad (m)	Tiempo (Seg)	Alt. de descenso Cm	Velocidad cm/s	Caudal cm <sup>3</sup> /s	Coefficiente K cm/s	Coef. De Perm m/día	Lectura caudal dm <sup>3</sup> /h	Caudal de ingreso m <sup>3</sup> /día	Coeficiente K	
										cm/s	m/día
Microcuena	0.147	180.00	4.60	0.02556	4.14374	0.00054	0.46534	14.91747	0.35802	0.00054	0.46534
		180.00	2.60	0.01444	2.34211	0.00030	0.26302	8.43161	0.20236	0.00030	0.26302
		180.00	2.50	0.01389	2.25203	0.00029	0.25290	8.10732	0.19458	0.00029	0.25290
		180.00	2.50	0.01389	2.25203	0.00029	0.25290	8.10732	0.19458	0.00029	0.25290
Unhuaycco	SUMA	180.00	2.50	0.01389	2.25203	0.00029	0.25290	8.10732	0.19458	0.00029	0.25290
		900	14.70	0.08167	13.24196	0.00172	1.48707	47.67104	1.14410	0.00172	1.48707

**PERMEABILIDAD**

K.prom: cm/s - m/día	
Perm. Prom	0.00034
	0.29741

## ENSAYO DE INFILTRACION - MICROCUENCA UNHUAYCCO - FORMACION HUANCANE

### METODO DE CARGA CONSTANTE

#### ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL DISEÑO DE METODOS DE RECARGA EN ACUIFEROS EN LA MICROCUENCA UNHUAYCCO, DIST. OROPESA, PROV. QUISPICANCHI - CUSCO - 2019

UBICACIÓN POLITICA		UBICACIÓN GEOGRAFICA (UTM)	
Com. Campesina		Este	201272
Distrito	Oropesa	Norte	8498466
Provincia	Quispicanchi	Cota	m.s.n.m
Departamento	Cusco	Microcuena	Unhuaycco
Prof. de Esayo	0.17 m	Altura de nivel freatico	-
Diametro de tubería	5.08 cm	Altura de carga(H)	50.00 cm
Coef. forma de cavidad		Dist. recorre en cavidad (L)	14.00 cm
			C = $2\pi L / (\ln 2L/D)$
			134.103

#### Conglomerados y areniscas

Litología	Conglomerados y areniscas										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ubicación	Profundidad (m)	Tiempo (Seg)	Alt. de descenso Cm	Velocidad cm/s	Caudal cm <sup>3</sup> /s	Coeficiente K cm/s	Coef. De Perm m/día	Lectura caudal dm <sup>3</sup> /h	Caudal de ingreso m <sup>3</sup> /día	Coeficiente K	
										cm/s	m/día
Microcuena	0.249	120.00	6.90	0.05750	9.32342	0.00121	1.04702	33.56430	0.80554	0.00121	1.04702
		120.00	4.60	0.03833	6.21561	0.00081	0.69801	22.37620	0.53703	0.00081	0.69801
		120.00	4.50	0.03750	6.08049	0.00079	0.68284	21.88976	0.52535	0.00079	0.68284
		120.00	4.50	0.03750	6.08049	0.00079	0.68284	21.88976	0.52535	0.00079	0.68284
Unhuaycco		120.00	4.40	0.03667	5.94537	0.00077	0.66766	21.40332	0.51368	0.00077	0.66766
		600	24.90	0.20750	33.64538	0.00437	3.77836	121.12336	2.90696	0.00437	3.77836
SUMA											K.prom: cm/s - m/día

#### PERMEABILIDAD

	K.prom: cm/s - m/día
	Perm. Prom
	0.00087
	0.75567

## ENSAYO DE INFILTRACION - MICROCUENCA UNHUAYCCO - FORMACION HUANCANE

### METODO DE CARGA CONSTANTE

#### ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL DISEÑO DE METODOS DE RECARGA EN ACUIFEROS EN LA MICROCUENCA UNHUAYCCO, DIST. OROPESA, PROV. QUISPICANCHI - CUSCO - 2019

UBICACIÓN POLITICA		UBICACIÓN GEOGRAFICA (UTM)										
Com. Campesina		Este		201212								
Distrito		Oropesa		8498381		Fecha		28/04/2019				
Provincia		Quispicanchi		3901		m.s.n.m						
Departamento		Cusco		Microcuenca		Unhuaycco		Formula para K				
Prof. de Esayo		0.17	m	Area		Altura de nivel freatico		K = Q/(C*H)				
Diametro de tubería		5.08	cm	162.146		Altura de carga(H)		Formula para C				
Coef. forma de cavidad						Dist. recorre en cavidad (L)		C = 2πL/(Ln2L/D) 120.521				
<b>Litologia</b>												
<b>Gravas, arenas y limos</b>												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ubicación	Profundidad	Tiempo		Alt. de	Velocidad	Caudal	Coeficiente	Coef. De	Lectura	Caudal de	Coeficiente K	
	(m)	(Seg)	Cm	descenso	cm/s	cm <sup>3</sup> /s	K	Perm	caudal	m <sup>3</sup> /dia	cm/s	m/dia
Microcuenc a Unhuaycco		60.00	6.80	6.80	0.11333	18.37659	0.00239	2.06368	66.15573	1.58774	0.00239	2.06368
		60.00	4.30	4.30	0.07167	11.62049	0.00151	1.30498	41.83377	1.00401	0.00151	1.30498
	0.204	60.00	3.20	3.20	0.05333	8.64781	0.00112	0.97114	31.13211	0.74717	0.00112	0.97114
		60.00	3.10	3.10	0.05167	8.37756	0.00109	0.94080	30.15923	0.72382	0.00109	0.94080
		60.00	3.00	3.00	0.05000	8.10732	0.00105	0.91045	29.18635	0.70047	0.00105	0.91045
	SUMA	300	20.40	20.40	0.34000	55.12977	0.00717	6.19105	198.46719	4.76321	0.00717	6.19105
PERMEABILIDAD										K.prom: cm/s - m/dia		
										Perm.	0.00143	1.23821
										Prom		

## ENSAYO DE INFILTRACION - MICROCUENCA UNHUAYCCO - FORMACION QUILQUE

### METODO DE CARGA CONSTANTE

#### ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL DISEÑO DE METODOS DE RECARGA EN ACUIFEROS EN LA MICROCUENCA UNHUAYCCO, DIST. OROPESA, PROV. QUISPICANCHI - CUSCO - 2019

UBICACIÓN POLITICA		UBICACIÓN GEOGRAFICA (UTM)	
Com. Campesina		Este	201212
Distrito	<b>EL-009</b>	Norte	8498381
Provincia	Oropesa	Cota	3901
Departamento	Quispicanchi	Microcuenca	Unhuaycco
Prof. de Esayo	Cusco	Altura de nivel freatico	Formula para K
	0.17	m	$K = Q/(C*H)$
Diametro de tubería	5.08	cm	Formula para C
Coef. forma de cavidad		162.146	cm
		Dist. recorre en cavidad (L)	11.00
			cm
			$C = 2\pi L/(Ln2L/D)$
			113.588

#### Arenas, lutitas y margas

Litología	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
	Ubicación	Profundidad (m)	Tiempo (Seg)	Alt. de descenso (Cm)	Velocidad (cm/s)	Caudal (cm <sup>3</sup> /s)	Coeficiente K (cm/s)	Coef. De Perm (m/día)	Lectura caudal (dm <sup>3</sup> /h)	Caudal de ingreso (m <sup>3</sup> /día)	Coefficiente K (cm/s)	m/día	dm <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /día	cm/s	m/día	dm <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /día	cm/s	m/día	dm <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /día
Microcuenc a Unhuaycco	0.027	300.00	1.22	0.00407	0.65940	0.00009	0.07405	2.37382	0.05697	0.00009	0.00009	0.07405	2.37382	0.05697	0.00009	0.07405	2.37382	0.05697	0.00009	0.07405	2.37382	0.05697
		300.00	0.51	0.00170	0.27565	0.00004	0.03096	0.99234	0.02382	0.00004	0.03096	0.99234	0.02382	0.00004	0.03096	0.99234	0.02382	0.00004	0.03096	0.99234	0.02382	
		300.00	0.32	0.00107	0.17296	0.00002	0.01942	0.62264	0.01494	0.00002	0.01942	0.62264	0.01494	0.00002	0.01942	0.62264	0.01494	0.00002	0.01942	0.62264	0.01494	
		300.00	0.30	0.00100	0.16215	0.00002	0.01821	0.58373	0.01401	0.00002	0.01821	0.58373	0.01401	0.00002	0.01821	0.58373	0.01401	0.00002	0.01821	0.58373	0.01401	
	SUMA	1500	2.66000	0.00887	1.43770	0.00019	0.16145	5.17571	0.12422	0.00019	0.16145	5.17571	0.12422	0.00019	0.16145	5.17571	0.12422	0.00019	0.16145	5.17571	0.12422	

#### PERMEABILIDAD

K.prom: cm/s - m/día	
Perm. Prom	0.00004
0.03229	

**ENSAYO DE INFILTRACION - MICROCUENCA UNHUAYCCO - FORMACION RUMICOLCA**

**METODO DE CARGA CONSTANTE**

**ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL DISEÑO DE METODOS DE RECARGA EN ACUIFEROS EN LA MICROCUENCA UNHUAYCCO, DIST. OROPESA, PROV. QUISPICANCHI - CUSCO - 2019**

UBICACIÓN POLITICA		UBICACIÓN GEOGRAFICA (UTM)		
Com. Campesina		Este	201212	
Distrito	Oropesa	Norte	8498381	Fecha 28/04/2019
Provincia	Quispicanchi	Cota	3901	m.s.n.m
Departamento	Cusco	Microcuena	Unhuaycco	Formula para K
Prof. de Esayo	0.17 m	Altura de nivel freatico	-	$K = Q/(C*H)$
Diametro de tubería	5.08 cm	Altura de carga(H)	50.00	Formula para C
Coef. forma de cavidad		Dist. recorre en cavidad (L)	13.00	$C = 2\pi L/(Ln2L/D)$
				127.357

**Andesita basaltica**

Ubicación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Microcuena Unhuaycco		60.00	1.56	0.02600	4.21581	0.00055	0.47343	15.17690	0.36425	0.00055	0.47343
		60.00	1.23	0.02050	3.32400	0.00043	0.37328	11.96640	0.28719	0.00043	0.37328
	0.053	60.00	0.89	0.01483	2.40517	0.00031	0.27010	8.65862	0.20781	0.00031	0.27010
		60.00	0.82	0.01367	2.21600	0.00029	0.24886	7.97760	0.19146	0.00029	0.24886
		60.00	0.80	0.01333	2.16195	0.00028	0.24279	7.78303	0.18679	0.00028	0.24279
	SUMA	300	5.30	0.0883	14.3229	0.0019	1.6085	51.5626	1.2375	0.0019	1.6085

**PERMEABILIDAD**

K.prom: cm/s - m/dia	
Perm. Prom	0.00037
	0.32169

## ENSAYO DE INFILTRACION - MICROCUENCA UNUHUAYCCO - FORMACION MARAS

### METODO DE CARGA CONSTANTE

#### ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL DISEÑO DE METODOS DE RECARGA EN ACUIFEROS EN LA MICROCUENCA UNUHUAYCCO, DIST. OROPESA, PROV. QUISPICANCHI - CUSCO - 2019

UBICACIÓN POLITICA		UBICACIÓN GEOGRAFICA (UTM)	
Com. Campesina		Este	200923
Distrito	Oropesa	Norte	8497324
Provincia	Quispicanchi	Cota	3614
Departamento	Cusco	Microcuena	Unuhuaycco
Prof. de Esayo	0.17 m	Altura de nivel freatico	- cm
Diametro de tubería	5.08 cm	Altura de carga(H)	50.00 cm
Coef. forma de cavidad		Dist. recorre en cavidad (L)	10.00 cm
			Formula para K
			$K = Q/(C*H)$
			Formula para C
			$C = 2\pi L/(Ln2L/D)$
			106.547

#### Litología Limos, yesos y lutitas

Ubicación	Profundidad (m)	Tiempo (Seg)	Alt. de descenso Cm	Velocidad cm/s	Caudal cm <sup>3</sup> /s	Coeficiente K cm/s	Coef. De Perm m/día	Lectura caudal dm <sup>3</sup> /h	Caudal de ingreso m <sup>3</sup> /día	Coeficiente K	
										cm/s	m/día
Microcuena a Unuhuaycco	0.048	300.00	1.62	0.00540	0.87559	0.00011	0.09833	3.15213	0.07565	0.00011	0.09833
		300.00	1.32	0.00440	0.71344	0.00009	0.08012	2.56840	0.06164	0.00009	0.08012
		300.00	0.66	0.00220	0.35672	0.00005	0.04006	1.28420	0.03082	0.00005	0.04006
		300.00	0.62	0.00207	0.33510	0.00004	0.03763	1.20637	0.02895	0.00004	0.03763
	SUMA	1500	4.84	0.01613	2.61596	0.00034	0.29377	9.41746	0.22602	0.00034	0.29377

#### PERMEABILIDAD

K.prom: cm/s - m/día	
	K.prom: cm/s - m/día
Perm. Prom	0.00007
0.05875	

## ENSAYO DE INFILTRACION - MICROCUENCA UNHUAYCCO - FORMACION PAUCARBAMBA

### METODO DE CARGA CONSTANTE

#### ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL DISEÑO DE METODOS DE RECARGA EN ACUIFEROS EN LA MICROCUENCA UNHUAYCCO, DIST. OROPESA, PROV. QUISPICANCHI - CUSCO - 2019

UBICACIÓN POLITICA		UBICACIÓN GEOGRAFICA (UTM)	
Com. Campesina		Este	201877
Distrito	Oropesa	Norte	8497588
Provincia	Quispicanchi	Cota	m.s.n.m
Departamento	Cusco	Microcuena	Unhuaycco
Prof. de Esayo	0.17 m	Altura de nivel freatico	- cm
Diametro de tubería	5.08 cm	Altura de carga(H)	50.00 cm
Coef. forma de cavidad		Dist. recorre en cavidad (L)	10.00 cm
			Formula para K
			$K = Q/(C*H)$
			Formula para C
			$C = 2\pi L/(Ln2L/D)$
			106.547

#### Areniscas finas y lutitas

Litología	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Microcuena Unhuaycco		300.00	1.60	0.00533	0.86478	0.00011	0.09711	3.11321	0.07472	0.00011	0.09711
		300.00	1.59	0.00530	0.85938	0.00011	0.09651	3.09375	0.07425	0.00011	0.09651
	0.079	300.00	1.58	0.00527	0.85397	0.00011	0.09590	3.07430	0.07378	0.00011	0.09590
		300.00	1.56	0.00520	0.84316	0.00011	0.09469	3.03538	0.07285	0.00011	0.09469
		300.00	1.55	0.00517	0.83776	0.00011	0.09408	3.01592	0.07238	0.00011	0.09408
	SUMA	1500	7.88	0.0263	4.2590	0.0006	0.4783	15.3326	0.3680	0.0006	0.4783

#### PERMEABILIDAD

K.prom: cm/s - m/día	
Perm. Prom	0.00011
	0.09566

## ENSAYO DE INFILTRACION - MICROCUENCA UNUHUYCCO - DEPOSITO COLUVIAL

### METODO DE CARGA CONSTANTE

#### ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL DISEÑO DE METODOS DE RECARGA EN ACUIFEROS EN LA MICROCUENCA UNUHUYCCO, DIST. OROPESA, PROV. QUISPICANCHI - CUSCO - 2019

UBICACIÓN POLITICA		UBICACIÓN GEOGRAFICA (UTM)	
Com. Campesina		Este	201617
Distrito	<b>EL-013</b>	Norte	8496837
Provincia	Oropesa	Cota	3435
Departamento	Quispicanchi	Microcuenca	Unuhuycco
Prof. de Esayo	Cusco	Altura de nivel freatico	Formula para K
Diametro de tubería	0.13 m	Altura de carga(H)	$K = Q/(C*H)$
Coef. forma de cavidad	5.08 cm	Dist. recorre en cavidad (L)	Formula para C
			$C = 2\pi L/(Ln2L/D)$
			106.547

#### Detritos, limos y arenas

Litologia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Microcuenc a Unuhuycco	0.042	180.00	1.15	0.00639	1.03594	0.00013	0.11634	3.72937	0.08950	0.00013	0.11634
		180.00	0.95	0.00528	0.85577	0.00011	0.09610	3.08078	0.07394	0.00011	0.09610
		180.00	0.70	0.00389	0.63057	0.00008	0.07081	2.27005	0.05448	0.00008	0.07081
		180.00	0.68	0.00378	0.61255	0.00008	0.06879	2.20519	0.05292	0.00008	0.06879
	SUMA	900	4.15	0.0231	3.7384	0.00005	0.4198	13.4582	0.3230	0.00005	0.4198

#### PERMEABILIDAD

K.prom: cm/s - m/día	
Perm. Prom	0.00010
0.08396	

## ENSAYO DE INFILTRACION - MICROCUENCA UNHUAYCCO - DEPOSTO GLACIAR

### METODO DE CARGA CONSTANTE

#### ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL DISEÑO DE METODOS DE RECARGA EN ACUIFEROS EN LA MICROCUENCA UNHUAYCCO, DIST. OROPESA, PROV. QUISPICANCHI - CUSCO - 2019

UBICACIÓN POLITICA		UBICACIÓN GEOGRAFICA (UTM)	
Com. Campesina		Este	201252
Distrito	<b>EL-014</b>	Norte	8499400
Provincia	Oropesa	Cota	4141
Departamento	Quispicanchi	Microcuena	Unhuaycco
Prof. de Esayo	0.14 m	Altura de nivel freatico	- cm
Diametro de tubería	5.08 cm	Altura de carga(H)	50.00 cm
Coef. forma de cavidad		Dist. recorre en cavidad (L)	10.00 cm
			Formula para K $K = Q/(C*H)$
			Formula para C $C = 2\pi L/(Ln2L/D)$
			106.547

#### Brechas, limos y arenas

Litología	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Microcuena a Unhuaycco	0.126	60.00	2.80	0.04667	7.56683	0.00098	0.84975	27.24059	0.65377	0.00098	0.84975
		60.00	2.50	0.04167	6.75610	0.00088	0.75871	24.32196	0.58373	0.00088	0.75871
		62.00	2.45	0.03952	6.40740	0.00083	0.71955	23.06663	0.55360	0.00083	0.71955
		65.00	2.44	0.03754	6.08673	0.00079	0.68354	21.91221	0.52589	0.00079	0.68354
		68.00	2.43	0.03574	5.79435	0.00075	0.65070	20.85966	0.50063	0.00075	0.65070
	SUMA	315	12.62	0.2011	32.6114	0.0042	3.6622	117.4011	2.8176	0.0042	3.6622

#### PERMEABILIDAD

K.prom: cm/s - m/día	
Perm. Prom	0.00085
0.73245	

## ENSAYO DE INFILTRACION - MICROCUENCA UNHUAYCCO - DEPOSITO ALUVIAL

### METODO DE CARGA CONSTANTE

#### ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL DISEÑO DE METODOS DE RECARGA EN ACUIFEROS EN LA MICROCUENCA UNHUAYCCO, DIST. OROPESA, PROV. QUISPICANCHI - CUSCO - 2019

UBICACIÓN POLITICA		UBICACIÓN GEOGRAFICA (UTM)	
Com. Campesina		Este	201277
Distrito	<b>EL-015</b>	Norte	8496373
Provincia	Oropesa	Cota	3271
Departamento	Quispicanchi	Microcuenca	Unhuaycco
Prof. de Esayo	Cusco	Altura de nivel freatico	Formula para K
Diametro de tubería	0.17 m	Altura de carga(H)	$K = Q/(C*H)$
Coef. forma de cavidad	5.08 cm	Dist. recorre en cavidad (L)	Formula para C
			$C = 2\pi L/(Ln2L/D)$
			106.547

#### Arenas, limos y gravas

Litología	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Microcuenc a Unhuaycco	0.051	60.00	1.60	0.02667	4.32390	0.00056	0.48557	15.56605	0.37359	0.00056	0.48557
		60.00	1.20	0.02000	3.24293	0.00042	0.36418	11.67454	0.28019	0.00042	0.36418
		60.00	0.90	0.01500	2.43220	0.00032	0.27313	8.75591	0.21014	0.00032	0.27313
		60.00	0.70	0.01167	1.89171	0.00025	0.21244	6.81015	0.16344	0.00025	0.21244
		60.00	0.70	0.01167	1.89171	0.00025	0.21244	6.81015	0.16344	0.00025	0.21244
	SUMA	300	5.10	0.0850	13.7824	0.0018	1.5478	49.6168	1.1908	0.0018	1.5478

#### PERMEABILIDAD

K.prom: cm/s - m/día	
	K.prom: cm/s - m/día
Perm. Prom	0.00036
0.30955	

## ENSAYO DE INFILTRACION - MICROCUENCA UNHUAYCCO - FLUVIAL

### METODO DE CARGA CONSTANTE

#### ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL DISEÑO DE METODOS DE RECARGA EN ACUIFEROS EN LA MICROCUENCA UNHUAYCCO, DIST. OROPESA, PROV. QUISPICANCHI - CUSCO - 2019

UBICACIÓN POLITICA		UBICACIÓN GEOGRAFICA (UTM)		
Com. Campesina		Este	201247	
Distrito	Oropesa	Norte	8495072	Fecha 28/04/2019
Provincia	Quispicanchi	Cota	3151	m.s.n.m
Departamento	Cusco	Microcuena	Unhuaycco	Formula para K
Prof. de Esayo	0.17 m	Altura de nivel freatico	-	$K = Q/(C*H)$
Diametro de tubería	5.08 cm	Altura de carga(H)	50.00	Formula para C
Coef. forma de cavidad		Dist. recorre en cavidad (L)	10.00	$C = 2\pi L/(Ln2L/D)$
				106.547

#### Gravas, arenas y limos

Litología	Gravas, arenas y limos												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Ubicación	Profundidad (m)	Tiempo (Seg)	Alt. de descenso (Cm)	Velocidad (cm/s)	Caudal (cm <sup>3</sup> /s)	Coefficiente K (cm/s)	Coef. De Perm (m/día)	Lectura caudal (dm <sup>3</sup> /h)	Caudal de ingreso (m <sup>3</sup> /día)	Coeficiente K			
										cm/s	m/día		
Microcuena	0.126	15.00	2.90	0.19333	31.34830	0.00407	3.52040	112.85389	2.70849	0.00407	3.52040		
		15.00	2.50	0.16667	27.02440	0.00351	3.03483	97.28784	2.33491	0.00351	3.03483		
		15.00	2.40	0.16000	25.94342	0.00337	2.91343	93.39632	2.24151	0.00337	2.91343		
		15.00	2.39	0.15933	25.83533	0.00336	2.90129	93.00717	2.23217	0.00336	2.90129		
Unhuaycco		15.00	2.40	0.16000	25.94342	0.00337	2.91343	93.39632	2.24151	0.00337	2.91343		
		75	12.59	0.8393	136.0949	0.0177	15.2834	489.9415	11.7586	0.0177	15.2834		
PERMEABILIDAD											K.prom: cm/s - m/día		
											Perm. Prom	0.00354	3.05668

INVENTARIO HIDRICO										WAYPOINT	
AFORO DE QUEBRADA										FECHA	
FICHA DE RIO, QUEBRADA, MANANTE Y/O HUMEDAL										JULIO - 2019	
NOMBRE DEL EVALUADOR:		VIDAL A. BARRIENTOS CRUZ - WILNER BANDERA PEREZ								EVALUACION DE RECURSO HIDRICO	
NOMBRE DE LA FUENTE:		Galeria Atoqhuachana								RIO	
DEPARTAMENTO		PROVINCIA	DISTRITO	COMUNIDAD	CENTRO POBLADO		SECTOR		ANEXO		
Cusco		Quispicanchi	Oropesa	Atoqhuachana					GALERIA		
ZONA		LONGITUD	LATITUD	COORD. X	COORD. Y	ALTITUD	ERROR	USO	VEGETACION PREDOMINANTE		
19 L		71°45'23''	13°34'17''	201701.59	8497979.90	3633		WGS 84	Ichu		
UBICACIÓN HIDROGRAFICA										BENEFICIARIOS	
CUENCA		SUBCUENCA		MICROCUENCA		POBLACION (N° familias)		AGRICOLA (Area de riego)		PECUARIO (N° de ganados)	
Vilcanota		Huatamay		Unuhuaycco		5410		-		-	
REGISTRO DE CAMPO										FOTO	
PROPIEDADES FISICAS			HIDROQUIMICA			AMBIENTE GEOLOGICO DE LA SURGENCIA					
Temperatura (C°)		12.47442	Conduct. Elect. (µS/cm)		525.904	Volcano-Sedimentario		Si			
Color: Incolora		Salinidad (ppm)				Metamórfico					
Sabor: Sin Sabor		Potencial de Hidrogenion (PH)				Sedimentario		Si			
Olor: Inolora		Metodo de Aforo: Volumetrico				Sedimentario Marino					
Caudal: (Lt/s)		25 Lt/s				Cuaternario					
OBSERVACIONES											
Fm. Geológica		Predomina dentro de la formación Huambutio y Pachatusan, por encontrarse en subteraneo									
Uso Consumitivo:		Consumo humano									
Tipo de Acuífero:		Fisurado									
Régimen:		PERMANENTE: Dura todo el año, con bajas en épocas de estiaje									
Beneficiarios:		Poblacion de Oropesa									

INVENTARIO DE UNIDADES HIDRICAS												WAYPOINT			
AFORO DE QUEBRADAS											FECHA	JULIO - 2019			
FICHA DE RIO, QUEBRADA, MANANTE Y/O HUMEDAL															
NOMBRE DEL EVALUADOR:		VIDAL A. BARRIENTOS CRUZ - WILNER BANDERA PEREZ										RIO	QUEBRADA	MANANTE	GALERIA
NOMBRE DE LA FUENTE:		Humedal Yanahuaylla 01												X	
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	COMUNIDAD	CENTRO POBLADO		SECTOR		ANEXO							
Cusco	Quispicanchi	Oropesa	Atoqhuachana			Yanahuaylla									
ZONA	LONGITUD	LATITUD	COORD. X	COORD. Y	ALTITUD	ERROR	USO	VEGETACION PREDOMINANTE							
19 L	71°45'10"	13°33'48"	202065.33	8498886.71	3950		WGS 84								
UBICACIÓN HIDROGRAFICA												BENEFICIARIOS			
CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUEENCA	POBLACION (N° familias)		AGRICOLA (Area de riego)		PECUARIO (N° de ganados)								
Vilcanota	Huatamay	Unuhuaycco	5410												
REGISTRO DE CAMPO												FOTO			
PROPIEDADES FISICAS			HIDROQUIMICA			AMBIENTE GEOLOGICO DE LA SURGENCIA									
Temperatura (C°)	13.41	Conduct. Elect. (µS/cm)	212.020	Volcano-Sedimentario		Si									
Color: Incolora		Salinidad (ppm)		Metamórfico											
Sabor: Sin Sabor		Potencial de Hidrogenion (PH)		Sedimentario											
Olor: Inolora		Metodo de Aforo		Sedimentario Marino											
Caudal: (Lt/s)	-			Cuaternario											
OBSERVACIONES															
Fm. Geológica	Esta unidad hidrica se origina de la Formación Pachatusan														
Uso Consumitivo:	Consumo de animales														
Tipo de Acuífero:	Acuífero fisurado														
Régimen:	Temporal, solo en periodos de precipitaciones (noviembre a abril)														
Beneficiarios:	Animales que son pastados en la zona (Vacunos, Ovejas, Caballos y Burros)														



INVENTARIO HIDRICO										WAYPOINT			
AFORO DE QUEBRADA										FECHA			
FICHA DE RIO, QUEBRADA, MANANTE Y/O HUMEDAL										24/02/2019			
NOMBRE DEL EVALUADOR:		VIDAL A. BARRIENTOS CRUZ - WILNER BANDERA PEREZ								RIO	QUEBRADA	MANANTE	GALERIA
NOMBRE DE LA FUENTE:		Humedal Yanahuaylla 02										X	
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	COMUNIDAD	CENTRO POBLADO		EVALUACION DE RECURSO HIDRICO		SECTOR		ANEXO			
Cusco	Quispicanchi	Oropesa	Atochuachana					Yanahuaylla					
ZONA	LONGITUD	LATITUD	COORD. X	COORD. Y	ALTITUD	ERROR	USO	VEGETACION PREDOMINANTE					
19 L	71°45'14"	13°33'43"	201944.51	8499035.76	4003		WGS 84	Ichu					
UBICACIÓN HIDROGRAFICA													
CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUEENCA	POBLACION (N° familias)		PECUARIO (N° de ganados)								
Vilcanota	Huatamay	Unuhuaycco	5410		-								
REGISTRO DE CAMPO													
PROPIEDADES FISICAS			HIDROQUIMICA			AMBIENTE GEOLOGICO DE LA SURGENCIA			FOTO				
Temperatura (C°)		Conduct. Elect. (µS/cm)				Volcano-Sedimentario							
Color: Incolora		Salinidad (ppm)				Metamórfico							
Sabor: Sin Sabor		Potencial de Hidrogenion (PH)				Sedimentario							
Olor: Inolora		Metodo de Aforo				Sedimentario Marino							
Caudal: (Lt/s)	-					Cuaternario							
OBSERVACIONES													
Fm. Geológica	Este humedal se origina de la formacion Pachatusan												
Uso Consumtivo:	Consumo de animales												
Tipo de Acuífero:	Acuífero fisurado												
Régimen:	Temporal, solo en temporadas de lluvias												
Beneficiarios:	Animales que son pastados en la zona (Vacunos, Ovejas, Caballos Y Burros)												



INVENTARIO HIDRICO										WAYPOINT			
AFORO DE QUEBRADA										FECHA			
FICHA DE RIO, QUEBRADA, MANANTE Y/O HUMEDAL										JULIO - 2019			
NOMBRE DEL EVALUADOR:		VIDAL A. BARRIENTOS CRUZ - WILNER BANDERA PEREZ								RIO	QUEBRADA	MANANTE	GALERIA
NOMBRE DE LA FUENTE:		Humedal Yanahuaylla 03										X	
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	COMUNIDAD	CENTRO POBLADO		SECTOR		ANEXO					
Cusco	Quispicanchi	Oropesa	Atochuachana			Yanahuaylla							
ZONA	LONGITUD	LATITUD	COORD. X	COORD. Y	ALTITUD	ERROR	USO	VEGETACION PREDOMINANTE					
19 L	71°45'21"	13°33'43"	201737.00	8499040.00	3984		WGS 84	Ichu					
<b>UBICACIÓN HIDROGRAFICA</b>													
CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUEENCA	POBLACION (N° familias)		PECUARIO (N° de ganados)								
Vilcanota	Huatamay	Unuhuaycco	5410		-								
<b>REGISTRO DE CAMPO</b>													
PROPIEDADES FISICAS			HIDROQUIMICA			AMBIENTE GEOLOGICO DE LA SURGENCIA			FOTO				
Temperatura (C°)		Conduct. Elect. (µS/cm)				Volcano-Sedimentario							
Color: Incolora		Salinidad (ppm)				Metamórfico							
Sabor: Sin Sabor		Potencial de Hidrogenion (PH)				Sedimentario							
Olor: Inolora		Metodo de Aforo: Volumetrico				Sedimentario Marino							
Caudal: (Lt/s)						Cuaternario							
<b>OBSERVACIONES</b>													
Fm. Geológica	Este humedal se origina de la formacion Pachatusan												
Uso Consumitivo:	Consumo de animales												
Tipo de Acuífero:	Acuífero fisurado												
Régimen:	Temporal, solo en temporadas de lluvias												
Beneficiarios:	Animales que son pastados en la zona (Vacunos, Ovejas, Caballos Y Burros)												



INVENTARIO HIDRICO										WAYPOINT			
AFORO DE QUEBRADA										FECHA			
FICHA DE RIO, QUEBRADA, MANANTE Y/O HUMEDAL										JULIO - 2019			
NOMBRE DEL EVALUADOR:		VIDAL A. BARRIENTOS CRUZ - WILNER BANDERA PEREZ								RIO	QUEBRADA	MANANTE	GALERIA
NOMBRE DE LA FUENTE:		Humedal Yanahuaylla 04										X	
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	COMUNIDAD	CENTRO POBLADO		SECTOR		ANEXO					
Cusco	Quispicanchi	Oropesa	Atochuachana			Yanahuaylla							
ZONA	LONGITUD	LATITUD	COORD. X	COORD. Y	ALTITUD	ERROR	USO	VEGETACION PREDOMINANTE					
19 L	71°45'24''	13°33'42''	201644.73	8499075.16	3996		WGS 84						
UBICACIÓN HIDROGRAFICA										BENEFICIARIOS			
CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUEENCA	POBLACION (N° familias)		AGRICOLA (Area de riego)		PECUARIO (N° de ganados)						
Vilcanota	Huatamay	Unuhuaycco	5410										
REGISTRO DE CAMPO										FOTO			
PROPIEDADES FISICAS			HIDROQUIMICA			AMBIENTE GEOLOGICO DE LA SURGENCIA							
Temperatura (C°)	Conduct. Elect. (µS/cm)		Volcano-Sedimentario			Si							
Color: Incolora	Salinidad (ppm)		Metamórfico										
Sabor: Sin Sabor	Potencial de Hidrogenion (PH)		Sedimentario										
Olor: Inolora	Metodo de Aforo: Volumetrico		Sedimentario Marino										
Caudal: (Lt/s)			Cuaternario										
OBSERVACIONES													
Fm. Geológica	Este humedal se origina de la formacion Pachatusan												
Uso Consumtivo:	Consumo de animales												
Tipo de Acuífero:	Acuífero fisurado												
Régimen:	Temporal, solo en temporadas de lluvias												
Beneficiarios:	Animales que son pastados en la zona (Vacunos, Ovejas, Caballos Y Burros)												

INVENTARIO HIDRICO										WAYPOINT			
AFORO DE QUEBRADA										FECHA			
FICHA DE RIO, QUEBRADA, MANANTE Y/O HUMEDAL										JULIO - 2019			
NOMBRE DEL EVALUADOR:		VIDAL A. BARRIENTOS CRUZ - WILNER BANDERA PEREZ								RIO	QUEBRADA	MANANTE	GALERIA
NOMBRE DE LA FUENTE:		Humedal Yanahuaylla 05										X	
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	COMUNIDAD	CENTRO POBLADO		SECTOR		ANEXO					
Cusco	Quispicanchi	Oropesa	Atochuachana			Yanahuaylla							
ZONA	LONGITUD	LATITUD	COORD. X	COORD. Y	ALTITUD	ERROR	USO	VEGETACION PREDOMINANTE					
19 L	71°45'27"	13°33'41"	201544.63	8499082.51	4018		WGS 84	Ichu					
UBICACIÓN HIDROGRAFICA													
CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUEENCA	POBLACION (N° familias)		PECUARIO (N° de ganados)								
Vilcanota	Huatamay	Unuhuaycco	5410		-								
REGISTRO DE CAMPO													
PROPIEDADES FISICAS			HIDROQUIMICA			AMBIENTE GEOLOGICO DE LA SURGENCIA			FOTO				
Temperatura (C°)	Conduct. Elect. (µS/cm)		Volcano-Sedimentario			Si							
Color: Incolora	Salinidad (ppm)		Metamórfico										
Sabor: Sin Sabor	Potencial de Hidrogenion (PH)		Sedimentario										
Olor: Inolora	Metodo de Aforo: Volumetrico		Sedimentario Marino										
Caudal: (Lt/s)			Cuaternario										
OBSERVACIONES													
Fm. Geológica	Este humedal se origina de la formacion Pachatusan												
Uso Consumtivo:	Consumo de animales												
Tipo de Acuífero:	Acuífero fisurado												
Régimen:	Temporal, solo en temporadas de lluvias												
Beneficiarios:	Animales que son pastados en la zona (Vacunos, Ovejas, Caballos Y Burros)												

INVENTARIO HIDRICO										WAYPOINT			
AFORO DE QUEBRADA										FECHA			
FICHA DE RIO, QUEBRADA, MANANTE Y/O HUMEDAL										JULIO - 2019			
NOMBRE DEL EVALUADOR:		VIDAL A. BARRIENTOS CRUZ - WILNER BANDERA PEREZ								RIO	QUEBRADA	MANANTE	GALERIA
NOMBRE DE LA FUENTE:		Humedal Yanahuaylla 06										X	
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	COMUNIDAD	CENTRO POBLADO		EVALUACION DE RECURSO HIDRICO		SECTOR		ANEXO			
Cusco	Quispicanchi	Oropesa	Atochuachana					Yanahuaylla					
ZONA	LONGITUD	LATITUD	COORD. X	COORD. Y	ALTITUD	ERROR	USO	VEGETACION PREDOMINANTE					
19 L	71°45'25"	13°33'39"	201611.78	8499159.67	4029		WGS 84	Ichu					
UBICACIÓN HIDROGRAFICA													
CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUEENCA	POBLACION (N° familias)		PECUARIO (N° de ganados)								
Vilcanota	Huatamay	Unuhuaycco	5410		-								
REGISTRO DE CAMPO													
PROPIEDADES FISICAS			HIDROQUIMICA			AMBIENTE GEOLOGICO DE LA SURGENCIA			FOTO				
Temperatura (C°)	11.24	Conduct. Elect. (µS/cm)	150.440	Volcano-Sedimentario									
Color: Incolora		Salinidad (ppm)		Metamórfico									
Sabor: Sin Sabor		Potencial de Hidrogenion (PH)		Sedimentario									
Olor: Inolora		Metodo de Aforo		Sedimentario Marino									
Caudal: (Lt/s)	-			Cuaternario									
OBSERVACIONES													
Fm. Geológica	Este humedal se origina de la formacion Pachatusan												
Uso Consumtivo:	Consumo de animales												
Tipo de Acuífero:	Acuífero fisurado												
Régimen:	Temporal, solo en temporadas de lluvias												
Beneficiarios:	Animales que son pastados en la zona (Vacunos, Ovejas, Caballos Y Burros)												

INVENTARIO HIDRICO										WAYPOINT			
AFORO DE QUEBRADA										FECHA			
FICHA DE RIO, QUEBRADA, MANANTE Y/O HUMEDAL										JULIO - 2019			
NOMBRE DEL EVALUADOR:		VIDAL A. BARRIENTOS CRUZ - WILNER BANDERA PEREZ								RIO	QUEBRADA	MANANTE	GALERIA
NOMBRE DE LA FUENTE:		Humedal Yanahuaylla 07										X	
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	COMUNIDAD	CENTRO POBLADO		SECTOR		ANEXO					
Cusco	Quispicanchi	Oropesa	Atochuachana			Yanahuaylla							
ZONA	LONGITUD	LATITUD	COORD. X	COORD. Y	ALTITUD	ERROR	USO	VEGETACION PREDOMINANTE					
19 L	71°45'26"	13°33'40"	201594.48	8499127.84	4017		WGS 84	Ichu					
<b>UBICACIÓN HIDROGRAFICA</b>													
CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA	POBLACION (N° familias)		AGRICOLA (Area de riego)		PECUARIO (N° de ganados)						
Vilcanota	Huatany	Unuhuaycco	5410										
<b>REGISTRO DE CAMPO</b>													
PROPIEDADES FISICAS			HIDROQUIMICA			AMBIENTE GEOLOGICO DE LA SURGENCIA			FOTO				
Temperatura (C°)		Conduct. Elect. (µS/cm)				Volcano-Sedimentario							
Color: Incolora		Salinidad (ppm)				Metamórfico							
Sabor: Sin Sabor		Potencial de Hidrogenion (PH)				Sedimentario							
Olor: Inolora		Metodo de Aforo				Sedimentario Marino							
Caudal: (lt/s)						Cuaternario							
<b>OBSERVACIONES</b>													
Fm. Geológica	Este humedal se origina de la formacion Pachatusan												
Uso Consumitivo:	Consumo de animales												
Tipo de Acuífero:	Acuífero fisurado												
Régimen:	Temporal, solo en temporadas de lluvias												
Beneficiarios:	Animales que son pastados en la zona (Vacunos, Ovejas, Caballos Y Burros)												

INVENTARIO HIDRICO										WAYPOINT			
AFORO DE QUEBRADA										FECHA			
FICHA DE RIO, QUEBRADA, MANANTE Y/O HUMEDAL										JULIO - 2019			
NOMBRE DEL EVALUADOR:		VIDAL A. BARRIENTOS CRUZ - WILNER BANDERA PEREZ								RIO	QUEBRADA	MANANTE	GALERIA
NOMBRE DE LA FUENTE:		Humedal Qalpayochoyayqo 01										X	
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	COMUNIDAD	CENTRO POBLADO		SECTOR		ANEXO					
Cusco	Quispicanchi	Oropesa	Atochuachana			Qalpayochoyayqo							
ZONA	LONGITUD	LATITUD	COORD. X	COORD. Y	ALTITUD	ERROR	USO	VEGETACION PREDOMINANTE					
19 L	71°45'36''	13°33'40''	201282.95	8499109.42	4035		WGS 84	Ichu					
<b>UBICACIÓN HIDROGRAFICA</b>													
CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA	POBLACION (N° familias)		PECUARIO (N° de ganados)								
Vilcanota	Huatany	Unhuaycco	5410		-								
<b>REGISTRO DE CAMPO</b>													
PROPIEDADES FISICAS			HIDROQUIMICA			AMBIENTE GEOLOGICO DE LA SURGENCIA			FOTO				
Temperatura (C°)	Conduct. Elect. (µS/cm)		Volcano-Sedimentario			si							
Color: Incolora	Salinidad (ppm)		Metamórfico										
Sabor: Sin Sabor	Potencial de Hidrogenion (PH)		Sedimentario										
Olor: Inolora	Metodo de Aforo		Sedimentario Marino										
Caudal: (Lt/s)			Cuaternario										
<b>OBSERVACIONES</b>													
Fm. Geológica	Este humedal se origina de la formacion Pachatusan												
Uso Consumitivo:	Consumo de animales												
Tipo de Acuífero:	Acuífero fisurado												
Régimen:	Temporal, solo en temporadas de lluvias												
Beneficiarios:	Animales que son pastados en la zona (Vacunos, Ovejas, Caballos Y Burros)												

INVENTARIO HIDRICO										WAYPOINT			
AFORO DE QUEBRADA										FECHA			
FICHA DE RIO, QUEBRADA, MANANTE Y/O HUMEDAL										JULIO - 2019			
NOMBRE DEL EVALUADOR:		VIDAL A. BARRIENTOS CRUZ - WILNER BANDERA PEREZ								RIO	QUEBRADA	MANANTE	GALERIA
NOMBRE DE LA FUENTE:		Humedal Qalpayochoyayqo 02										X	
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	COMUNIDAD	CENTRO POBLADO		SECTOR		ANEXO					
Cusco	Quispicanchi	Oropesa	Atochuachana			Qalpayochoyayqo							
ZONA	LONGITUD	LATITUD	COORD. X	COORD. Y	ALTITUD	ERROR	USO	VEGETACION PREDOMINANTE					
19 L	71°45'31"	13°33'56"	201425.98	8498642.47	3915		WGS 84	Ichu					
UBICACIÓN HIDROGRAFICA										BENEFICIARIOS			
CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA	POBLACION (N° familias)		AGRICOLA (Area de riego)		PECUARIO (N° de ganados)						
Vilcanota	Huatanay	Unuhuaycco	5410										
REGISTRO DE CAMPO										FOTO			
PROPIEDADES FISICAS		HIDROQUIMICA		AMBIENTE GEOLOGICO DE LA SURGENCIA									
Temperatura (C°)		Conduct. Elect. (µS/cm)		Volcano-Sedimentario									
Color: Incolora		Salinidad (ppm)		Metamórfico									
Sabor: Sin Sabor		Potencial de Hidrogenion (PH)		Sedimentario		Si							
Olor: Inolora		Metodo de Aforo		Sedimentario Marino									
Caudal: (Lt/s)	-			Cuaternario									
OBSERVACIONES													
Fm. Geológica	Este humedal se origina de la formacion Huancane												
Uso Consumtivo:	Consumo de animales												
Tipo de Acuífero:	Acuífero fisurado												
Régimen:	Temporal, solo en temporadas de lluvias												
Beneficiarios:	Animales que son pastados en la zona (Vacunos, Ovejas, Caballos Y Burros)												

INVENTARIO HIDRICO										WAYPOINT			
Aforo de Quebrada										FECHA			
FICHA DE RIO, QUEBRADA, MANANTE Y/O HUMEDAL										JULIO - 2019			
NOMBRE DEL EVALUADOR:		VIDAL A. BARRIENTOS CRUZ - WILNER BANDERA PEREZ								RIO	QUEBRADA	MANANTE	GALERIA
NOMBRE DE LA FUENTE:		Humedal Atochuachana 01										X	
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	COMUNIDAD	CENTRO POBLADO		EVALUACION DE RECURSO HIDRICO		SECTOR					
Cusco	Quispicanchi	Oropesa	Atochuachana					Atochuachana					
ZONA	LONGITUD	LATITUD	COORD. X	COORD. Y	ALTITUD	ERROR	USO	VEGETACION PREDOMINANTE					
19 L	71°45'36"	13°33'59"	201301.73	8498537.25	3923		WGS 84	Ichu					
UBICACIÓN HIDROGRAFICA													
CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA	POBLACION (N° familias)		AGRICOLA (Area de riego)		PECUARIO (N° de ganados)						
Vilcanota	Huatamay	Unuhuaycco	5410										
REGISTRO DE CAMPO													
PROPIEDADES FISICAS			HIDROQUIMICA			AMBIENTE GEOLOGICO DE LA SURGENCIA							
Temperatura (C°)	Conduct. Elect. (µS/cm)		Volcano-Sedimentario			FOTO							
Color: Incolora	Salinidad (ppm)		Metamórfico										
Sabor: Sin Sabor	Potencial de Hidrogenion (PH)		Sedimentario			Si							
Olor: Inolora	Metodo de Aforo		Sedimentario Marino										
Caudal: (Lt/s)			Cuaternario										
OBSERVACIONES													
Fm. Geológica	Este humedal se origina de la formacion Huancane												
Uso Consumitivo:	Consumo de animales												
Tipo de Acuífero:	Acuífero fisurado												
Régimen:	Temporal, solo en temporadas de lluvias												
Beneficiarios:	Animales que son pastados en la zona (Vacunos, Ovejas, Caballos Y Burros)												



INVENTARIO HIDRICO										WAYPOINT			
AFORO DE QUEBRADA										FECHA			
FICHA DE RIO, QUEBRADA, MANANTE Y/O HUMEDAL										JULIO - 2019			
<b>NOMBRE DEL EVALUADOR:</b>		VIDAL A. BARRIENTOS CRUZ - WILNER BANDERA PEREZ								RIO	QUEBRADA	MANANTE	GALERIA
<b>NOMBRE DE LA FUENTE:</b>		Manantial Yanahuaylla 01										X	
<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>DISTRITO</b>	<b>COMUNIDAD</b>		<b>CENTRO POBLADO</b>			<b>SECTOR</b>		<b>ANEXO</b>			
Cusco	Quispicanchi	Oropesa	Atochuachana					Yanahuaylla					
<b>ZONA</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LATITUD</b>	<b>COORD. X</b>	<b>COORD. Y</b>	<b>ALTITUD</b>	<b>ERROR</b>	<b>USO</b>	<b>VEGETACION PREDOMINANTE</b>					
19 L	71°45'27"	13°33'41"	201551.44	8499101.16	4018		WGS 84	Ichu					
<b>UBICACIÓN HIDROGRAFICA</b>													
<b>CUENCA</b>	<b>SUBCUENCA</b>	<b>MICROCUEENCA</b>	<b>POBLACION (N° familias)</b>		<b>AGRICOLA (Area de riego)</b>			<b>PECUARIO (N° de ganados)</b>					
Vilcanota	Huatany	Unhuaycco	20										
<b>REGISTRO DE CAMPO</b>													
<b>PROPIEDADES FISICAS</b>			<b>HIDROQUIMICA</b>			<b>AMBIENTE GEOLOGICO DE LA SURGENCIA</b>							
<b>Temperatura (C°)</b>	11.38	<b>Conduct. Elect. (µS/cm)</b>	96.860		Volcano-Sedimentario			Si					
<b>Color:</b>	Incolora	<b>Salinidad (ppm)</b>			Metamórfico								
<b>Sabor:</b>	Sin Sabor	<b>Potencial de Hidrogenion (PH)</b>			Sedimentario								
<b>Olor:</b>	Inolora	<b>Metodo de Aforo</b>			Sedimentario Marino								
<b>Caudal: (lt/s)</b>						Cuaternario							
<b>OBSERVACIONES</b>													
<b>Fm. Geológica</b>	Este manantial se origina de la Formacion Huambutio												
<b>Uso Consumitivo:</b>	Captado para consumo humano												
<b>Tipo de Acuífero:</b>	Acuífero fisurado												
<b>Régimen:</b>	Temporal, solo en temporadas de lluvias												
<b>Beneficiarios:</b>	Animales que son pastados en la zona (Vacunos, Ovejas, Caballos Y Burros)												



INVENTARIO HIDRICO										WAYPOINT			
AFORO DE QUEBRADA										FECHA			
FICHA DE RIO, QUEBRADA, MANANTE Y/O HUMEDAL										JULIO - 2019			
<b>NOMBRE DEL EVALUADOR:</b>	VIDAL A. BARRIENTOS CRUZ - WILNER BANDERA PEREZ									RIO	QUEBRADA	MANANTE	GALERIA
<b>NOMBRE DE LA FUENTE:</b>	Manantial Yanahuaylla 02											X	
<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>DISTRITO</b>	<b>COMUNIDAD</b>	<b>EVALUACION DE RECURSO HIDRICO</b>				<b>CENTRO POBLADO</b>		<b>SECTOR</b>	<b>ANEXO</b>		
Cusco	Quispicanchi	Oropesa	Atochuachana						Atochuachana				
<b>ZONA</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LATITUD</b>	<b>COORD. X</b>	<b>COORD. Y</b>	<b>ALTITUD</b>	<b>ERROR</b>	<b>USO</b>	<b>VEGETACION PREDOMINANTE</b>					
19 L	71°45'27"	13°33'39"	201563.14	8499165.93	4034		WGS 84	Ichu					
<b>UBICACIÓN HIDROGRAFICA</b>													
<b>CUENCA</b>	<b>SUBCUENCA</b>	<b>MICROCUEENCA</b>	<b>POBLACION (N° familias)</b>			<b>AGRICOLA (Area de riego)</b>			<b>PECUARIO (N° de ganados)</b>				
Vilcanota	Huatamay	Unuhuaycco	5410			-			-				
<b>REGISTRO DE CAMPO</b>													
<b>PROPIEDADES FISICAS</b>			<b>HIDROQUIMICA</b>			<b>AMBIENTE GEOLOGICO DE LA SURGENCIA</b>							
<b>Temperatura (C°)</b>	12.17	<b>Conduct. Elect. (µS/cm)</b>	189.477	<b>Volcano-Sedimentario</b>		<b>Si</b>							
<b>Color:</b> Incolora		<b>Salinidad (ppm)</b>		<b>Metamórfico</b>									
<b>Sabor:</b> Sin Sabor		<b>Potencial de Hidrogenion (PH)</b>		<b>Sedimentario</b>									
<b>Olor:</b> Inolora		<b>Metodo de Aforo:Volumetrico</b>		<b>Sedimentario Marino</b>									
<b>Caudal: (Lt/s)</b>	0.02099			<b>Cuaternario</b>									
<b>OBSERVACIONES</b>													
<b>Fm. Geológica</b>	Este manantial se origina de la Formacion Pachatusam												
<b>Uso Consumitivo:</b>	Consumo de animales												
<b>Tipo de Acuífero:</b>	Acuífero fisurado												
<b>Régimen:</b>	Temporal, solo en temporadas de lluvias												
<b>Beneficiarios:</b>	Animales que son pastados en la zona (Vacunos, Ovejas, Caballos Y Burros)												



INVENTARIO HIDRICO										WAYPOINT			
AFORO DE QUEBRADA										FECHA			
FICHA DE RIO, QUEBRADA, MANANTE Y/O HUMEDAL										JULIO - 2019			
NOMBRE DEL EVALUADOR:		VIDAL A. BARRIENTOS CRUZ - WILNER BANDERA PEREZ								RIO	QUEBRADA	MANANTE	GALERIA
NOMBRE DE LA FUENTE:		Manantial Yanahuaylla 03										X	
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	COMUNIDAD	CENTRO POBLADO		SECTOR		ANEXO					
Cusco	Quispicanchi	Oropesa	Atochuachana			Yanahuaylla							
ZONA	LONGITUD	LATITUD	COORD. X	COORD. Y	ALTITUD	ERROR	USO	VEGETACION PREDOMINANTE					
19 L	71°45'28"	13°33'38"	201538.81	8499180.20	4044		WGS 84						
UBICACIÓN HIDROGRAFICA													
CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA	POBLACION (N° familias)		PECUARIO (N° de ganados)								
Vilcanota	Huatamay	Unuhuaycco	5410										
REGISTRO DE CAMPO													
PROPIEDADES FISICAS			HIDROQUIMICA			AMBIENTE GEOLOGICO DE LA SURGENCIA			FOTO				
Temperatura (C°)	11.73	Conduct. Elect. (µS/cm)	191.360	Volcano-Sedimentario		Si							
Color: Incolora		Salinidad (ppm)		Metamórfico									
Sabor: Sin Sabor		Potencial de Hidrogenion (PH)		Sedimentario									
Olor: Inolora		Metodo de Aforo: Dilusion de sal		Sedimentario Marino									
Caudal: (Lt/s)	1.2154			Cuaternario									
OBSERVACIONES													
Fm. Geológica	Este manantial se origina de la Formacion Pachatusam												
Uso Consumitivo:	Consumo de animales												
Tipo de Acuífero:	Acuífero fisurado												
Régimen:	Temporal, solo en temporadas de lluvias												
Beneficiarios:	Animales que son pastados en la zona (Vacunos, Ovejas, Caballos Y Burros)												

INVENTARIO HIDRICO										WAYPOINT			
AFORO DE QUEBRADA										FECHA			
FICHA DE RIO, QUEBRADA, MANANTE Y/O HUMEDAL										JULIO - 2019			
NOMBRE DEL EVALUADOR:		VIDAL A. BARRIENTOS CRUZ - WILNER BANDERA PEREZ								RIO	QUEBRADA	MANANTE	GALERIA
NOMBRE DE LA FUENTE:		Manantial Ranracasa										X	
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	COMUNIDAD	CENTRO POBLADO		SECTOR		ANEXO					
Cusco	Quispicanchi	Oropesa	Atochuachana			Ranracasa							
ZONA	LONGITUD	LATITUD	COORD. X	COORD. Y	ALTITUD	ERROR	USO	VEGETACION PREDOMINANTE					
19 L	71°45'27"	13°33'37"	201556.78	8499231.67	4062		WGS 84	Ichu					
<b>UBICACIÓN HIDROGRAFICA</b>													
CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUEENCA	POBLACION (N° familias)		AGRICOLA (Area de riego)		PECUARIO (N° de ganados)						
Vilcanota	Huatamay	Unuhuaycco	5410										
<b>REGISTRO DE CAMPO</b>													
PROPIEDADES FISICAS			HIDROQUIMICA			AMBIENTE GEOLOGICO DE LA SURGENCIA			FOTO				
Temperatura (C°)	9.18	Conduct. Elect. (µS/cm)	162.840	Volcano-Sedimentario		Si							
Color: Incolora		Salinidad (ppm)		Metamórfico									
Sabor: Sin Sabor		Potencial de Hidrogenion (PH)		Sedimentario									
Olor: Inolora		Metodo de Aforo: Dilucion de sal		Sedimentario Marino									
Caudal: (Lt/s)	0.09114			Cuaternario									
<b>OBSERVACIONES</b>													
Fm. Geológica	Este manantial se origina de la formacion Pachatusam												
Uso Consumitivo:	Consumo de animales												
Tipo de Acuífero:	Fisurado												
Régimen:	Permanente, con disminucion en temporadas de sequia												
Beneficiarios:	Animales que son pastados en la zona (vacunos, ovinos)												

INVENTARIO HIDRICO										WAYPOINT			
AFORO DE QUEBRADA										FECHA			
FICHA DE RIO, QUEBRADA, MANANTE Y/O HUMEDAL										JULIO - 2019			
NOMBRE DEL EVALUADOR:		VIDAL A. BARRIENTOS CRUZ - WILNER BANDERA PEREZ								RIO	QUEBRADA	MANANTE	GALERIA
NOMBRE DE LA FUENTE:		Manantial Qalpayochuayqo 01										X	
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	COMUNIDAD	CENTRO POBLADO		SECTOR		ANEXO					
Cusco	Quispicanchi	Oropesa	Atochuachana			Qalpayochuayqo							
ZONA	LONGITUD	LATITUD	COORD. X	COORD. Y	ALTITUD	ERROR	USO	VEGETACION PREDOMINANTE					
19 L	71°45'38"	13°33'37"	201233.86	8499210.94	4061		WGS 84	Ichu					
<b>UBICACIÓN HIDROGRAFICA</b>													
CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUEENCA	POBLACION (N° familias)		AGRICOLA (Area de riego)		PECUARIO (N° de ganados)						
Vilcanota	Huatamay	Unuhuaycco	5410										
<b>REGISTRO DE CAMPO</b>													
PROPIEDADES FISICAS			HIDROQUIMICA			AMBIENTE GEOLOGICO DE LA SURGENCIA			FOTO				
Temperatura (C°)	10.34	Conduct. Elect. (µS/cm)	96.860	Volcano-Sedimentario		Si							
Color: Incolora		Salinidad (ppm)		Metamórfico									
Sabor: Sin Sabor		Potencial de Hidrogenion (PH)		Sedimentario									
Olor: Inolora		Metodo de Aforo:dilucion de sal		Sedimentario Marino									
Caudal: (Lt/s)	11.774			Cuaternario									
<b>OBSERVACIONES</b>													
Fm. Geológica	Predomina la formacion maras												
Uso Consumitivo:	Agricultura												
Tipo de Acuifero:	-												
Régimen:	Permanente, con bajas de caudale ne periodos de sequia												
Beneficiarios:	Areas de cultivo y lo resto es libre												

INVENTARIO HIDRICO										WAYPOINT			
AFORO DE QUEBRADA										FECHA			
FICHA DE RIO, QUEBRADA, MANANTE Y/O HUMEDAL										JULIO - 2019			
NOMBRE DEL EVALUADOR:		VIDAL A. BARRIENTOS CRUZ - WILNER BANDERA PEREZ								RIO	QUEBRADA	MANANTE	GALERIA
NOMBRE DE LA FUENTE:		Manantial Qalpayochuayqo 02										X	
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	COMUNIDAD	CENTRO POBLADO		SECTOR		ANEXO					
Cusco	Quispicanchi	Oropesa	Atochuachana			Qalpayochuayqo							
ZONA	LONGITUD	LATITUD	COORD. X	COORD. Y	ALTITUD	ERROR	USO	VEGETACION PREDOMINANTE					
19 L	71°45'38"	13°33'37"	201215.78	8499202.67	4060		WGS 84	Ichu					
<b>UBICACIÓN HIDROGRAFICA</b>													
CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUEENCA	POBLACION (N° familias)		AGRICOLA (Area de riego)		PECUARIO (N° de ganados)						
Vilcanota	Huatamay	Unuhuaycco	5410										
<b>REGISTRO DE CAMPO</b>													
PROPIEDADES FISICAS			HIDROQUIMICA			AMBIENTE GEOLOGICO DE LA SURGENCIA			FOTO				
Temperatura (C°)	11.25	Conduct. Elect. (µS/cm)	92.510	Volcano-Sedimentario		Si							
Color: Incolora		Salinidad (ppm)		Metamórfico									
Sabor: Sin Sabor		Potencial de Hidrogenion (PH)		Sedimentario									
Olor: Inolora		Metodo de Aforo		Sedimentario Marino									
Caudal: (Lt/s)	-			Cuaternario									
<b>OBSERVACIONES</b>													
Fm. Geológica	Este humedal se origina de la formacion Pachatusam												
Uso Consumitivo:	Consumo de animales												
Tipo de Acuifero:	-												
Régimen:	Temporal, solo en temporadas de lluvias												
Beneficiarios:	Animales que son pastados en la zona (vacunos, ovinos)												

INVENTARIO HIDRICO										WAYPOINT			
AFORO DE QUEBRADA										FECHA			
FICHA DE RIO, QUEBRADA, MANANTE Y/O HUMEDAL										JULIO - 2019			
NOMBRE DEL EVALUADOR:		VIDAL A. BARRIENTOS CRUZ - WILNER BANDERA PEREZ								RIO	QUEBRADA	MANANTE	GALERIA
NOMBRE DE LA FUENTE:		Manantial Atoqhuachana										X	
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	COMUNIDAD	CENTRO POBLADO		SECTOR		ANEXO					
Cusco	Quispicanchi	Oropesa	Atoqhuachana			Atoqhuachana							
ZONA	LONGITUD	LATITUD	COORD. X	COORD. Y	ALTITUD	ERROR	USO	VEGETACION PREDOMINANTE					
19 L	71°45'33''	13°33'57''	201373.23	8498614.21	3914		WGS 84						
UBICACIÓN HIDROGRAFICA													
CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUCNCA	POBLACION (N° familias)		AGRICOLA (Area de riego)		PECUARIO (N° de ganados)						
Vilcanota	Huatamay	Unuhuaycco	5410										
REGISTRO DE CAMPO													
PROPIEDADES FISICAS			HIDROQUIMICA			AMBIENTE GEOLOGICO DE LA SURGENCIA			FOTO				
Temperatura (C°)	10.62	Conduct. Elect. (µS/cm)	15.520	Volcano-Sedimentario		Si							
Color: Incolora		Salinidad (ppm)		Metamórfico									
Sabor: Sin Sabor		Potencial de Hidrogenion (PH)		Sedimentario									
Olor: Inolora		Metodo de Aforo		Sedimentario Marino									
Caudal: (Lt/s)	-			Cuaternario									
OBSERVACIONES													
Fm. Geológica	Este humedal se origina de la formacion Pachatusam												
Uso Consumitivo:	Consumo de animales												
Tipo de Acuifero:	-												
Régimen:	Temporal, solo en temporadas de lluvias												
Beneficiarios:	Animales que son pastados en la zona (vacunos, ovinos)												

INVENTARIO HIDRICO										WAYPOINT			
AFORO DE QUEBRADA										FECHA			
FICHA DE RIO, QUEBRADA, MANANTE Y/O HUMEDAL										JULIO - 2019			
NOMBRE DEL EVALUADOR:		VIDAL A. BARRIENTOS CRUZ - WILNER BANDERA PEREZ								RIO	QUEBRADA	MANANTE	GALERIA
NOMBRE DE LA FUENTE:		Manantial Quincemilniyoc										X	
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	COMUNIDAD	CENTRO POBLADO		SECTOR		ANEXO					
Cusco	Quispicanchi	Oropesa	Atochuachana			Quincemilniyoc							
ZONA	LONGITUD	LATITUD	COORD. X	COORD. Y	ALTITUD	ERROR	USO	VEGETACION PREDOMINANTE					
19 L	71°45'11"	13°34'04"	202036.00	8498388.00	3887		WGS 84	Ichu y eucalipto					
<b>UBICACIÓN HIDROGRAFICA</b>													
CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUECNA	POBLACION (N° familias)		AGRICOLA (Area de riego)		PECUARIO (N° de ganados)						
Vilcanota	Huatany	Unhuaycco	5410										
<b>REGISTRO DE CAMPO</b>													
PROPIEDADES FISICAS			HIDROQUIMICA			AMBIENTE GEOLOGICO DE LA SURGENCIA			FOTO				
Temperatura (C°)	12.31	Conduct. Elect. (µS/cm)	174.530		Volcano-Sedimentario								
Color: Incolora		Salinidad (ppm)			Metamórfico								
Sabor: Sin Sabor		Potencial de Hidrogenion (PH)			Sedimentario								
Olor: Inolora		Metodo de Aforo			Sedimentario Marino								
Caudal: (lt/s)	-				Cuaternario								
<b>OBSERVACIONES</b>													
Fm. Geológica	Este humedal se origina de la formacion Pachatusam												
Uso Consumitivo:	Consumo de animales												
Tipo de Acuífero:	-												
Régimen:	Temporal, solo en temporadas de lluvias												
Beneficiarios:	Animales que son pastados en la zona (vacunos, ovinos)												