

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“INVENTARIO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS, ANDENES E
INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA EN LA MICROCUENCA
CHUCUMAYO - MATUCANA UTILIZANDO SISTEMAS DE
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÍCOLA**

FIDEL CASTRO MANRIQUE

LIMA - PERÚ

2023

“INVENTARIO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS, ANDENES E INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA EN LA MICROCUENCA CHUCUMAYO - MATUCANA UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)”

ORIGINALITY REPORT

9%

SIMILARITY INDEX

5%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

8%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Universidad Nacional Agraria La Molina Student Paper	7%
2	purl.org Internet Source	<1%
3	fcd.ugr.es Internet Source	<1%
4	hdl.handle.net Internet Source	<1%
5	elperiodicosur.blogspot.com Internet Source	<1%
6	dspace.unitru.edu.pe Internet Source	<1%
7	revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe Internet Source	<1%
8	www.mlsjournals.com Internet Source	<1%

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**“INVENTARIO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS, ANDENES E
INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA EN LA MICROCUENCA
CHUCUMAYO - MATUCANA UTILIZANDO SISTEMAS DE
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

Presentado por:

BACH. FIDEL CASTRO MANRIQUE

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Ms. Sc. GUILLERMO CLEMENTE AGUILAR GIRALDO
Presidente

Ing. ANTONIO CELESTINO ENCISO GUTIÉRREZ
Miembro

Ms. Sc. KENYI GLICERIO CAVALCANTI CÁRDENAS
Miembro

Ph. D. MIGUEL ÁNGEL SÁNCHEZ DELGADO
Asesor

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado en memoria de mis padres Alejandro Castro Balbín y María Luisa Manrique Ramírez, así como a mis hermanos José, Ximena y Paola,

A mis hij@s María Luisa del Sol, Rafael, Matt, y Karina

A todos ellos gracias por el apoyo incondicional y a mis peques por ser mi motor y motivo, con las disculpas del caso por haberme demorado en la realización de esta tarea

AGRADECIMIENTO

A mis hermanos, más que amigos, Ing. Miguel Sánchez D. e Ing. José Velásquez M., por estar siempre conmigo, así sea a la distancia, por la confianza y la paciencia brindada. También a AGRO RURAL, por darme la oportunidad de realizar el presente trabajo; así mismo a la CC Barrio Bajo Matucana y a todos que de alguna manera u otra apoyaron en la realización del presente trabajo

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	2
1.1.	OBJETIVOS.....	3
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1.	BASES TEORICAS	4
2.1.1.	Recursos Hídricos	4
2.1.2.	Definición de cuenca.....	4
2.1.3.	Descripción de los recursos hídricos superficiales.....	13
2.1.4.	Calidad de agua.....	18
2.1.5.	Infraestructura Hidráulica	24
2.1.6.	Andenes	26
2.1.7.	Importancia de los andenes.....	27
2.1.8.	Clasificación de andenes	28
2.1.9.	Sistema de información geográfica.....	35
2.1.10.	Google Earth	37
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	40
3.1.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO	40
3.1.1.	Ubicación del área de Estudio.....	40
3.1.2.	Accesibilidad	42
3.1.3.	Características de la cuenca hidrográfica.....	48
3.2.	MATERIALES Y EQUIPOS	51
3.2.1.	Materiales	51
3.2.2.	Equipos de cómputo y Softwares	51
3.3.	METODOLOGIA	51
IV.	RESULTADOS	54
4.1.	INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA	54
4.1.1	Anexo Huillaque.....	54
4.1.2	Anexo Huillpa.....	54
4.1.3	Anexo Marachanca	55
4.1.4	Anexo Soca.....	55
4.2.	CALIDAD DE AGUA	59

4.3.	INVENTARIO DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA	63
4.3.1	Captaciones.....	64
4.3.2	Reservorios	64
4.3.3	Canales.....	66
4.4.	INVENTARIO Y CARACTERIZACIÓN DE ANDENES.....	94
4.4.1	Anexo Huillaque.....	95
4.4.2	Anexo Huillpa.....	96
4.4.3	Anexo Marachanca	97
4.4.4	Anexo Soca.....	98
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	102
5.1.	CONCLUSIONES.....	102
5.1.1	Inventario de fuentes de agua.....	102
5.1.2	Inventario de Infraestructura Hidráulica	102
5.1.3	Inventario de Andenes.....	104
5.2.	RECOMENDACIONES.....	105
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	107
VII.	ANEXOS	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: División de una cuenca en base a su superficie.....	7
Tabla 2: Forma de la cuenca en función al factor de forma	9
Tabla 3: Índice de Gravelius para la evaluación de la forma.	9
Tabla 4: Factores de ajuste, Método de Aforo del Flotador	18
Tabla 5: Límites Tolerantes de Boro en el Agua de Riego	20
Tabla 6: Clasificación de Andenes por su Tipo.....	29
Tabla 7: Vías de Acceso	42
Tabla 8: Acceso en camino de herradura.....	43
Tabla 9: Parámetros geomorfológicos de la microcuenca del río Chucumayo	50
Tabla 10: Resumen del Inventario de Fuentes de Agua	55
Tabla 11: Resumen del Muestras de las Agua.....	59
Tabla 12: Resultados del Análisis de Agua	60
Tabla 13: Inventario de Captaciones	64
Tabla 14: Inventario de Reservorios.....	65
Tabla 15: Canal Huillaque.....	66
Tabla 16: Canal Huillaque - Antahuaca	66
Tabla 17: Canal Huillaque – Aptos	71
Tabla 18: Longitud total en el Sector Huillaque, por tipo de canal.....	71
Tabla 19: Canal Huillpa 1.....	71
Tabla 20: Canal Huillpa 2.....	76
Tabla 21: Longitud total en el Sector Huillpa, por tipo de canal.....	76
Tabla 22: Canal Marachanca	79
Tabla 23: Longitud total en el Sector Marachanca, por tipo de canal	79
Tabla 24: Canal Soca.....	82
Tabla 25: Canal Soca - Huillatana.....	82
Tabla 26: Canal Soca - Matara	82
Tabla 27: Canal Soca - Olivos.....	89
Tabla 28: Longitud total en el Sector Soca, por tipo de canal.....	89
Tabla 29: Longitud total en la microcuenca Chucumayo, por tipo de canal.....	89

Tabla 30: Por el Tipo Constructivo	94
Tabla 31: Por su Uso	94
Tabla 32: Por Estado de Conservación.....	94
Tabla 33: Superficie de Andenes por el Tipo Constructivo - Huillaque	95
Tabla 34: Superficie de Andenes por su uso - Huillaque	95
Tabla 35: Superficie de Andenes por su Estado de Conservación - Huillaque	95
Tabla 36: Superficie de Andenes por el Tipo Constructivo - Huillpa.....	96
Tabla 37: Superficie de Andenes por su uso - Huillpa.....	96
Tabla 38: Superficie de Andenes por su Estado de Conservación - Huillpa.....	96
Tabla 39: Superficie de Andenes por el Tipo Constructivo - Marachanca	97
Tabla 40: Superficie de Andenes por su uso - Marachanca	97
Tabla 41: Superficie de Andenes por su Estado de Conservación - Marachanca	97
Tabla 42: Superficie de Andenes por el Tipo Constructivo - Soca	98
Tabla 43: Superficie de Andenes por su uso - Soca	98
Tabla 44: Superficie de Andenes por su Estado de Conservación - Soca	98
Tabla 45: Superficie de Andenes por el Tipo Constructivo - Resumen	99
Tabla 46: Superficie de Andenes por su uso - Resumen	99
Tabla 47: Superficie de Andenes por su Estado de Conservación - Resumen	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cuenca Hidrográfica	5
Figura 2: División de una cuenca hidrográfica.....	6
Figura 3: Cuenca, subcuenca y microcuenca.....	7
Figura 4: Interrelación de las fuentes hídricas.....	15
Figura 5: Peligro de salinidad, diagrama para la clasificación del agua de riego.....	21
Figura 6: Esquema de Anden Tipo 1 : Inca Cusco y Provincias	30
Figura 7: Esquema de Anden Tipo 2 : Huari.....	32
Figura 8: Esquema de Anden Tipo 3	32
Figura 9: Esquema de Anden Tipo 4	33
Figura 10: Canal Marachanca, integración de la base vectorial y su tabla de atributos.....	37
Figura 11: Ubicación del Canal Marachanca en el Google Earth	39
Figura 12: Límites de la cuenca.....	41
Figura 13: Ubicación del área de Estudio.....	42
Figura 14: Mapa Base.....	44
Figura 15: Imagen Satelital.....	45
Figura 16: Imagen Satelital 3D.....	46
Figura 17: Mapa Topográfico.....	47
Figura 18: Perfil longitudinal del río Chucumayo.....	49
Figura 19: Curva hipsométrica y altitud media - Microcuenca Chucumayo.....	50
Figura 20: Esquema Hidrográfico	56
Figura 21: Mapa Inventario de Fuentes de Agua	57
Figura 22: Imagen Satelital del Inventario de fuentes de Agua	58
Figura 23: Mapa Calidad de Agua.....	61
Figura 24: Imagen Satelital de las muestras de Agua.....	62
Figura 25: Esquema Hidráulico Huillaque	67
Figura 26: Imagen Satelital - Esquema Hidráulico Huillaque.....	68
Figura 27: Esquema Hidráulico Huillaque – Antahuaca	69
Figura 28: Imagen Satelital - Esquema Hidráulico Canal Huillaque - Antahuaca.....	70
Figura 29: Esquema Hidráulico Aptos	72

Figura 30: Imagen Satelital - Esquema Hidráulico Anexo Huillaque - Aptos	73
Figura 31: Esquema Hidráulico Huillpa 1	74
Figura 32: Imagen Satelital - Esquema Hidráulico Anexo Huillpa 1	75
Figura 33: Esquema Hidráulico Huillpa 2	77
Figura 34: Imagen Satelital - Esquema Hidráulico Anexo Huillpa 2	78
Figura 35: Esquema Hidráulico Marachanca	80
Figura 36: Imagen Satelital - Esquema Hidráulico Anexo Marachanca	81
Figura 37: Esquema Hidráulico Soca	83
Figura 38: Imagen Satelital - Esquema Hidráulico Anexo Soca	84
Figura 39: Esquema Hidráulico Soca - Huillatana	85
Figura 40: Imagen Satelital - Esquema Hidráulico Anexo Soca - Huillatana	86
Figura 41: Esquema Hidráulico Soca - Matara	87
Figura 42: Imagen Satelital - Esquema Hidráulico Anexo Soca - Matara	88
Figura 43: Esquema Hidráulico Soca - Olivos	90
Figura 44: Imagen Satelital - Esquema Hidráulico Anexo Soca - Olivos	91
Figura 45: Mapa Inventario de Infraestructura Hidráulica	92
Figura 46: Imagen Satelital - Esquema Hidráulico Microcuenca Chucumayo	93
Figura 47: Mapa Inventario de Andenes	100

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Resultados del análisis de agua y suelo del ámbito de la microcuenca Chucumayo realizado en el laboratorio de aguas, suelo, medio ambiente y fertirrigación, Departamento de Recursos Hídricos, Facultad de Ingeniería Agrícola. UNA La Molina.....	111
ANEXO 2: Testimonio Fotográfico	111

RESUMEN

En el presente trabajo se hace una breve descripción de las características generales de la microcuenca Chucumayo, como su ubicación, accesibilidad; las características geomorfológicas y una breve descripción del inventario de fuentes de agua, la calidad de agua, de la infraestructura hidráulica y la andenería registrada.

Se encontró 12 manantiales, 6 son permanentes y 6 temporales; de acuerdo al análisis de agua realizadas a 12 muestras, los resultados nos indican que es apta para el uso agrícola. Se encontró 20 captaciones rústicas, 15 reservorios (de tierra, mampostería de piedra y concreto). Se identificó un total de 30,336 m de canal, entre canal de concreto, tierra, mampostería de piedra, revestido de concreto y tubería de 12" de diámetro. El inventario y la caracterización de andenes se realizó clasificándolos por su tipo conservativo, por su uso y por su estado de conservación, teniéndose un total de 552.16 ha. El presente trabajo nos permitió la formulación de proyectos específicos para la rehabilitación y/o recuperación de los andenes, la rehabilitación y/o construcción de canales y reservorios; así como la instalación de sistemas de riego presurizado (goteo y aspersión).

Palabras clave: Calidad, inventario, infraestructura, captación, canal, reservorio, andenes, microcuenca

ABSTRACT

In this work, a brief description of the general characteristics of the Chucumayo micro-basin is made, such as its location, accessibility; the geomorphological characteristics and the description of the inventory of water sources, the quality of the water, the hydraulic infrastructure and the registered terraces.

12 springs were found, 6 are permanent and 6 temporary; According to the water analysis carried out on 12 samples, the results indicate that it is suitable for agricultural use. 20 rustic catchments were found, 15 reservoirs (earth, stone masonry and concrete). A total of 30,336 m of canal was identified, including a concrete channel, earth, stone masonry, concrete lining and 12" diameter pipe. The inventory and characterization of platforms was carried out by classifying them by their conservative type, by their use and for its state of conservation, having a total of 552.16 ha. The present work allowed us to formulate specific projects for the rehabilitation and/or recovery of the platforms, the rehabilitation and/or construction of channels and reservoirs; as well as the installation of pressurized irrigation systems (drip and sprinkler).

Keywords : Quality, inventory, infrastructure, catchment, channel, reservoir, platforms, micro-basin

I. INTRODUCCIÓN

Las líneas fundamentales del desarrollo rural sostenible en el ámbito de la Comunidad Campesina Barrio Bajo Matucana, pasa por recuperar el sistema de andenería, conservar el medio ambiente, aprovechar los recursos naturales, en el contexto del cambio climático y la seguridad alimentaria, sin afectar el derecho de las generaciones futuras, mejorando la calidad de vida, generando iniciativas de desarrollo socioeconómico rentables, e incentivando el valor agregado de los productos agropecuarios orgánicos.

El mejoramiento de los niveles de desarrollo rural sostenible en la CC Barrio Bajo Matucana, significa la participación activa y democrática de los principales actores del desarrollo; pues, este involucramiento de los actores democratiza, viabiliza y garantiza las posibilidades de solución a los problemas, teniendo en cuenta que son ellos los directos responsables que, identificando sus problemas y potencialidades, puedan generar iniciativas que contribuyan al desarrollo de su comunidad.

Las iniciativas de desarrollo rural sostenible en la CC Barrio Bajo Matucana deben tomar en cuenta los procesos de planificación, programación, ejecución, y monitoreo de actividades que contribuyan al desarrollo integral de esta zona, en el contexto de las alianzas estratégicas, donde el Gobierno Local, Regional y las organizaciones sociales estén involucrados en el proyecto Piloto “Recuperación de Andenes en la CC Barrio Bajo Matucana”

En tal sentido se ha visto por conveniente conocer las potencialidades y limitaciones de su entorno, respecto recurso hídrico, la infraestructura hidráulica y los andenes que se encuentran en los anexos Huillaque, Huillpa, Maracancha y Soca, los que conforman la CC Barrio Bajo Matucana, mediante el Diagnóstico Participativo de Recursos Hídricos, Inventario de la infraestructura hidráulica y Andenes, con el apoyo de la moderna tecnología del Sistema de Información Geográfica, para el manejo y la organización de la base de datos.

El presente trabajo se realizó, entre los meses de mayo y agosto del 2011

1.1. OBJETIVOS

El objetivo general del presente trabajo es realizar el Inventario de Recursos Hídricos, la infraestructura hidráulica y Andenes de la Comunidad Campesina Barrio Bajo Matucana de la Microcuenca Chucumayo, Provincia Huarochirí, Departamento Lima. utilizando sistemas de información geográfica.

Los objetivos específicos fueron:

- Realizar el inventario y la caracterización de los recursos hídricos
- Realizar el inventario y la caracterización de la infraestructura hidráulica
- Realizar un inventario y caracterización de andenes

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. BASES TEORICAS

2.1.1. Recursos Hídricos

Las aguas superficiales comprenden un complejo sistema de ríos, lagos, lagunas, humedales y otros cuerpos de agua. Los recursos hídricos superficiales de una determinada región provienen de la precipitación pluvial caída en su cuenca de alimentación y de los manantiales (descarga subterránea). Montes de Oca (1997).

2.1.2. Definición de cuenca

Una cuenca es una superficie territorial delimitada por la línea de divisoria de aguas que permite el fluido de agua hacia un colector principal el cual tiene una sola salida.

a. Cuenca Hidrográfica

La cuenca hidrográfica es un área natural en la que el agua proveniente de la precipitación forma un curso principal. La cuenca hidrográfica es la unidad fisiográfica conformada por el conjunto de los sistemas de cursos de agua definidos por el relieve. Los límites de la cuenca o ‘divisoria de aguas’ se definen naturalmente y corresponden a las partes más altas del área que encierra un río” (Ramakrishna, 1997).

La cuenca de drenaje de una corriente es el área de terreno donde todas las aguas caídas por precipitación se unen para formar un solo curso de agua. Cada curso de agua tiene una cuenca bien definida para cada punto de su recorrido (Villón, 2011).

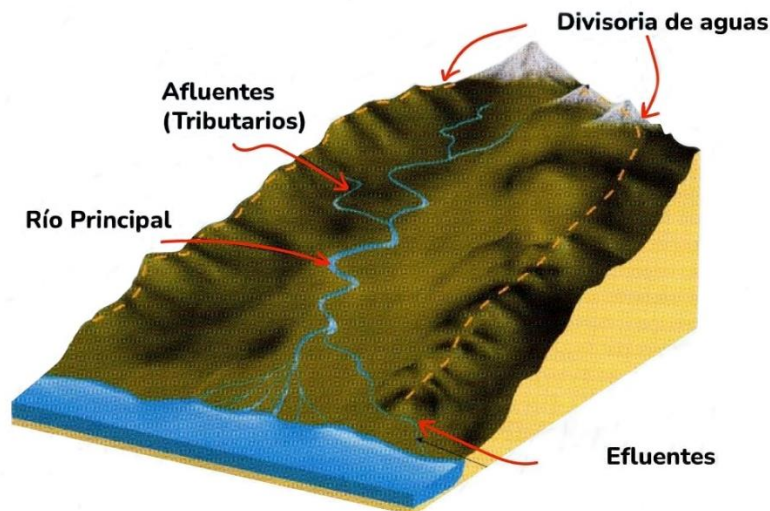


Figura 1: Cuenca Hidrográfica

FUENTE: Villón (2011).

b. Partes de una cuenca

Según Ordoñez (2011), una cuenca hidrográfica se divide en tres partes:

- **Cuenca alta:** Donde se ubica el origen del río principal en zonas laderas y montañosas, estas partes comprenden altitudes superiores a los 3,000 metros sobre el nivel del mar, llegando en algunos casos hasta los 6,500 msnm. La topografía de estas zonas es sumamente accidentada y escarpada; en consecuencia, su potencial erosivo es alta. También se les llama cabeceras de cuencas.
- **Cuenca media:** Corresponde a los valles interandinos de un río que, generalmente, realiza un zigzaguo, son las comprendidas entre los 800 y 3000 msnm. La función de estas partes de la cuenca está relacionada fundamentalmente con el escurrimiento del agua.
- **Cuenca baja:** Situado en las partes más bajas de la cuenca comprenden altitudes desde el nivel del mar hasta los 800 msnm. En esta zona los ríos pierden

velocidad, fuerza y sedimentan todos los materiales recogidos formando llanuras aluviales o valles. En este ámbito están los amplios valles costeros.

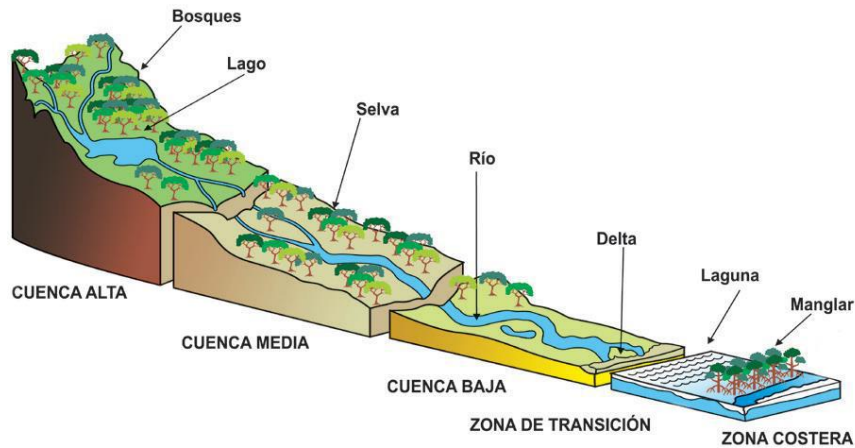


Figura 2: División de una cuenca hidrográfica

FUENTE: Ordoñez (2011).

c. División de una cuenca hidrográfica

Un tema de permanente discusión es lo referente a los conceptos de cuenca, subcuenca y microcuenca. El punto de partida para dicho análisis es el grado de ramificaciones de los cursos de agua que pueden existir; así por ejemplo se pueden considerar como microcuencas a los cursos de agua de primer, segundo y tercer orden; a subcuencas, los recursos de agua de cuarto y quinto orden y a cuencas los cursos de agua de sexto y más. El número de orden de un curso de agua o río se inicia a partir del cauce más pequeño y teniendo como punto de referencia los límites definidos por el “*Divortium Acuarum*”. Desde el punto de vista práctico en algunos casos el grado de ramificación de los cursos de agua puede ser rebasado por la magnitud del área de cada una de sus unidades, tal es el caso de la cuenca del río Amazonas en que las subcuencas que la forman (Marañón, Huallaga, etc.), son realmente unas “cuencas” cada una de ellas, pues la magnitud de su área es tan grande que resultaría muy dificultoso su análisis en base al grado de ramificaciones de sus cursos de agua. Es decir, las divisiones en cuencas o microcuencas deben hacerse con criterio técnico y práctico (Vásquez *et al.*, 2016).

Por ello, observando la Figura 3 se puede considerar como áreas de referencia para diferentes unidades hidrográficas a las siguientes:

Tabla 1: División de una cuenca en base a su superficie

Unidad Hidrográfica	Área (miles de has)
Cuenca	> 50
Subcuenca	5-50
Microcuenca	< 50

FUENTE: Vásquez *et al.* (2016)



Figura 3: Cuenca, subcuenca y microcuenca

FUENTE: Vásquez *et al.* (2016).

d. Características y/o parámetros físicos de una cuenca

- **Parámetro de forma**

Área de drenaje

El área (A) es un parámetro geomorfológico muy importante y su importancia radica en las siguientes razones (Sánchez, 2015):

- Es un valor que se utilizará para muchos cálculos en varios modelos hidrológicos.

- Para una misma región hidrológica o regiones similares se puede decir que a mayor área mayor caudal medio.
- Bajo las mismas condiciones hidrológicas, cuencas con áreas mayores producen hidrógrafas con variaciones en el tiempo más suaves y llanas. Sin embargo, en cuencas grandes, se pueden dar hidrógrafas con picos cuando la precipitación fue intensa en las cercanías, aguas arriba, de la estación de aforo.
- El área de las cuencas se relaciona en forma inversa con la relación entre caudales extremos: mínimos/máximos.

Longitud

La longitud, L, de la cuenca puede estar definida como la distancia horizontal del río principal entre un punto aguas abajo y otro punto aguas arriba (Hernani & Ramírez, 2012).

Perímetro

El perímetro de la cuenca es un parámetro importante, pues en conjunto con el área, indica sobre la forma de la cuenca. La definición de perímetro está dada por el cálculo de la longitud de la línea de proyección en el plano horizontal (Jardi, 1985).

Ancho

El ancho se define como la relación entre el área (A) y la longitud de la cuenca (L) y se designa como W. (Villon, 2002).

$$W = \frac{A}{L}$$

Donde:

A : Área de la cuenca (km²)

L : Longitud de la cuenca (km)

Factor de forma (F)

Expresa la relación entre el ancho promedio de la cuenca (w) y la longitud (L).

Tabla 2: Forma de la cuenca en función al factor de forma

Factor de forma	Forma de la cuenca
F >1	Redondeada
F <1	Alargada

FUENTE: Villón (2002).

Coefficiente de compacidad (Kc)

Designado por Kc e igualmente propuesto por Gravelius, compara la forma de la cuenca con la de una circunferencia, cuyo círculo inscrito tiene la misma área de la cuenca en estudio. Kc se define como la razón entre el perímetro de la cuenca que es la misma longitud del parteaguas que la encierra y el perímetro de la circunferencia (Monsalve, 2000).

$$Kc = \frac{0.28 * P}{\sqrt{A}}$$

Donde:

- Kc : Coeficiente de compacidad
- A : Área de la cuenca (km²)
- P : Perímetro de la cuenca (km)

Este valor adimensional, independiente del área estudiada tiene por definición un valor de 1 para cuencas imaginarias de forma exactamente circular. Los valores de Kc nunca serán inferiores a 1. El grado de aproximación de este índice a la unidad indicará la tendencia a concentrar fuerte volúmenes de aguas de escurrimiento, siendo más acentuado cuando más cercano sea a la unidad, lo cual quiere decir que entre más bajo sea Kc mayor será la concentración de agua. Existen tres categorías para la clasificación según el valor de este parámetro (Ver Tabla 3).

Tabla 3: Índice de Gravelius para la evaluación de la forma.

Clase	Rango	Descripción
Kc1	1 a 1.25	Forma casi redonda a oval - redonda
Kc2	1.25 a 1.5	Forma oval – redonda oval - alargada
Kc3	1.5 a 1.75	Forma oval – alargada a alargada

FUENTE: Ortiz (2004)

- **Parámetros relativos al relieve**

Son de vital importancia puesto que el relieve de una cuenca puede tener más influencia sobre la respuesta hidrológica que la forma misma de la cuenca.

Pendiente promedio de la cuenca

La pendiente promedio de la cuenca aporta una importante información que es un índice de la velocidad media de la escorrentía y su poder de arrastre y de la erosión sobre la cuenca (Villón, 2014). Uno de los métodos rudimentarios más representativos para el cálculo es el muestreo aleatorio por medio de una cuadrícula; llevando las intersecciones de la cuadrícula sobre el plano topográfico y calculando la pendiente para todos los puntos arbitrariamente escogidos. Con todos estos valores se puede construir un histograma de pendientes que permite estimar el valor medio y la desviación estándar del muestreo de las pendientes. Las pendientes para los puntos dados por las intersecciones de la cuadrícula se calculan teniendo en cuenta la diferencia de las dos curvas de nivel entre las cuales el punto quedó ubicado y dividiéndola por la distancia horizontal menor entre las dos curvas de nivel, pasando por el punto ya determinado (Binjolkar & Keshari, 2012).

Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$S = \frac{D * L_L}{A}$$

Donde:

L_L : Es la longitud total de todas las curvas de nivel que están dentro de la cuenca (km).

A : Área de la cuenca (km²).

D : Es la equidistancia entre curvas de nivel (km).

Pendiente Media del Curso Principal (S)

Es la relación entre la diferencia de altitudes del cauce principal y la proyección horizontal del mismo. Su influencia en el comportamiento hidrológico se refleja

en la velocidad de las aguas en el cauce, lo que a su vez determina la rapidez de respuesta de la cuenca ante eventos pluviales intensos y la capacidad erosiva de las aguas como consecuencia de su energía cinética. Se ha determinado la pendiente del cauce principal del río Chucumayo, expresado en porcentaje (%).

$$S = \frac{(Cota Mayor - Cota Menor)}{L} \times 100$$

Donde :

L : Longitud de la cuenca (m)

Altura y elevación promedio del relieve

La elevación promedia en una cuenca tiene especial interés en zonas montañosas pues nos puede dar una idea de la climatología de la región, basándonos en un patrón general climático de la zona. La elevación promedia está referida al nivel del mar. Este valor puede ser encontrado usando la curva hipsométrica o el histograma de frecuencias altimétricas. La estimación por una media aritmética ponderada en el caso del histograma, o de la curva hipsométrica calculando el área bajo la curva y dividiéndola por el área total. La altura media, H, es la elevación promedia referida al nivel de la estación de aforo de la boca de la cuenca (Sunkar & Tonbul, 2011).

e. Parámetros de la red hídrica

Utilizados para estudiar el drenaje natural, permanente o temporal, por el cual fluye las aguas de la escorrentía (superficial, sub-superficial y subterráneos) de la cuenca. En el presente trabajo no se hará énfasis en los parámetros relativos a la red hidrográfica, ya que es la energía cinética de las gotas de lluvia, la contemplada en la ecuación universal y no la energía fluvial.

Sistema de Drenaje

El sistema de drenaje de una cuenca está conformado por curso principal y sus tributarios; observándose por lo general, que cuanto más largo sea el curso de agua principal, más llena de bifurcaciones será la red de drenaje.

Con la finalidad de determinar las características de dicha red, se definen los siguientes índices:

Grado de Ramificación

Para definir el grado de ramificación de un curso de agua principal, (según Horton), se ha considerado el número de bifurcaciones que presentan sus tributarios, asignándole un orden a cada uno de ellos en forma creciente desde el curso principal hasta el encuentro con la divisoria de la cuenca.

Densidad de Drenaje

Indica la relación entre la longitud total de los cursos de agua: efímeros, intermitentes o perennes de una cuenca (L_i) y el área total de la misma (A).

Valores altos de densidad refleja una cuenca muy bien drenada que debería responder relativamente rápido al influjo de la precipitación, es decir que las precipitaciones influirán inmediatamente sobre las descargas de los ríos (Tiempos de Concentración cortos).

Una cuenca con baja densidad de drenaje refleja un área pobremente drenada con respuesta hidrológica muy lenta. Una baja densidad de drenaje es favorecida en regiones donde el material del subsuelo es altamente resistente bajo una cubierta de vegetación muy densa y de relieve plano.

La densidad de drenaje tiende a uno en ciertas regiones desérticas de topografía plana y terrenos arcillosos arenosos, y a un valor alto en regiones húmedas, montañosas y de terrenos impermeables.

Esta última situación es la más favorable, pues si una cuenca posee una red de drenaje bien desarrollada, la extensión media de los terrenos a través de los cuales se produce el escurrimiento superficial es corto y el tiempo en alcanzar los cursos de agua también será corto; por consiguiente, la intensidad de las precipitaciones influirá inmediatamente sobre el volumen de las descargas de los ríos.

La expresión es como sigue:

$$Dd=Li/A$$

Donde:

Dd : Densidad de Drenaje (km/km²)

Li : Longitud total de los cursos de agua perennes e intermitentes (km)

A : Área de la cuenca (km²).

MONSALVE (Referencia Bibliográfica), refiere que Dd usualmente toma los siguientes valores:

Entre 0,5 km/km² para hoyas con drenaje pobre.

Hasta 3,5 km/km² para hoyas excepcionalmente bien drenadas.

La Densidad de Drenaje de la cuenca del río Chucumayo es: 0.42

2.1.3. Descripción de los recursos hídricos superficiales

LAGUNAS

Son masas de agua acumuladas en una depresión natural (vaso) de la superficie terrestre. Las aguas almacenadas provienen de deshielos de glaciares, aportes de otras lagunas o del agotamiento de aguas de precipitación retenidas en la cuenca de dicha laguna.

Estas lagunas emiten los excedentes de agua a través de canal (boquilla). Estas lagunas poseen agua todo el año (permanentes) o se agotan en época de estiaje (temporales).

a. Origen del vaso

La depresión puede formarse por el impacto y/o desplazamiento de masas de hielo (origen glaciar); por el hundimiento del terreno a causa de movimientos tectónicos, por el bloqueo natural de una corriente de agua, al desencadenarse un derrumbe (barrera).

Los vasos del presente estudio, por lo general tienen origen tectónico.

b. Fisiografía del vaso

La fisiografía del vaso puede tener variantes. Laguna rodeada por formaciones rocosas abruptas (encañonado); laguna rodeada parcialmente por rocas abruptas (semi-encañonado) y laguna rodeada por lomadas de suave pendiente (explayada).

Esta característica nos permite conocer la potencialidad de almacenamiento del vaso. En esta cuenca puede encontrarse las tres variantes.

c. Cobertura

La cobertura dependerá de la altitud y la ecología de la zona. La cubierta por pastos naturales y ciertos cultivos podemos encontrar hasta los 4,000 msnm. Son áreas de pasteo de ganado vacuno y ovino. Sobre los 4,000 msnm. La cobertura vegetal es muy escasa, predominan los afloramientos rocosos.

d. Abastecimiento

El abastecimiento de agua se manifiesta como pequeñas corrientes de agua (arroyos) que discurren hacia el vaso. También como concentraciones de humedad que se proyectan hacia la laguna (filtraciones).

e. Volumen de Almacenamiento

El volumen total de las lagunas se estima, considerando una profundidad referencial dada por los lugareños y el área del espejo de agua calculado mediante el registro del perímetro con el GPS. El volumen útil actual (lagunas con represamiento) se determina en base a la altura del dique existente y el espejo de agua. El volumen útil proyectado (lagunas sin represamiento) se estima considerando la altura mínima de los bordes del vaso (en la boquilla) y el espejo de agua.

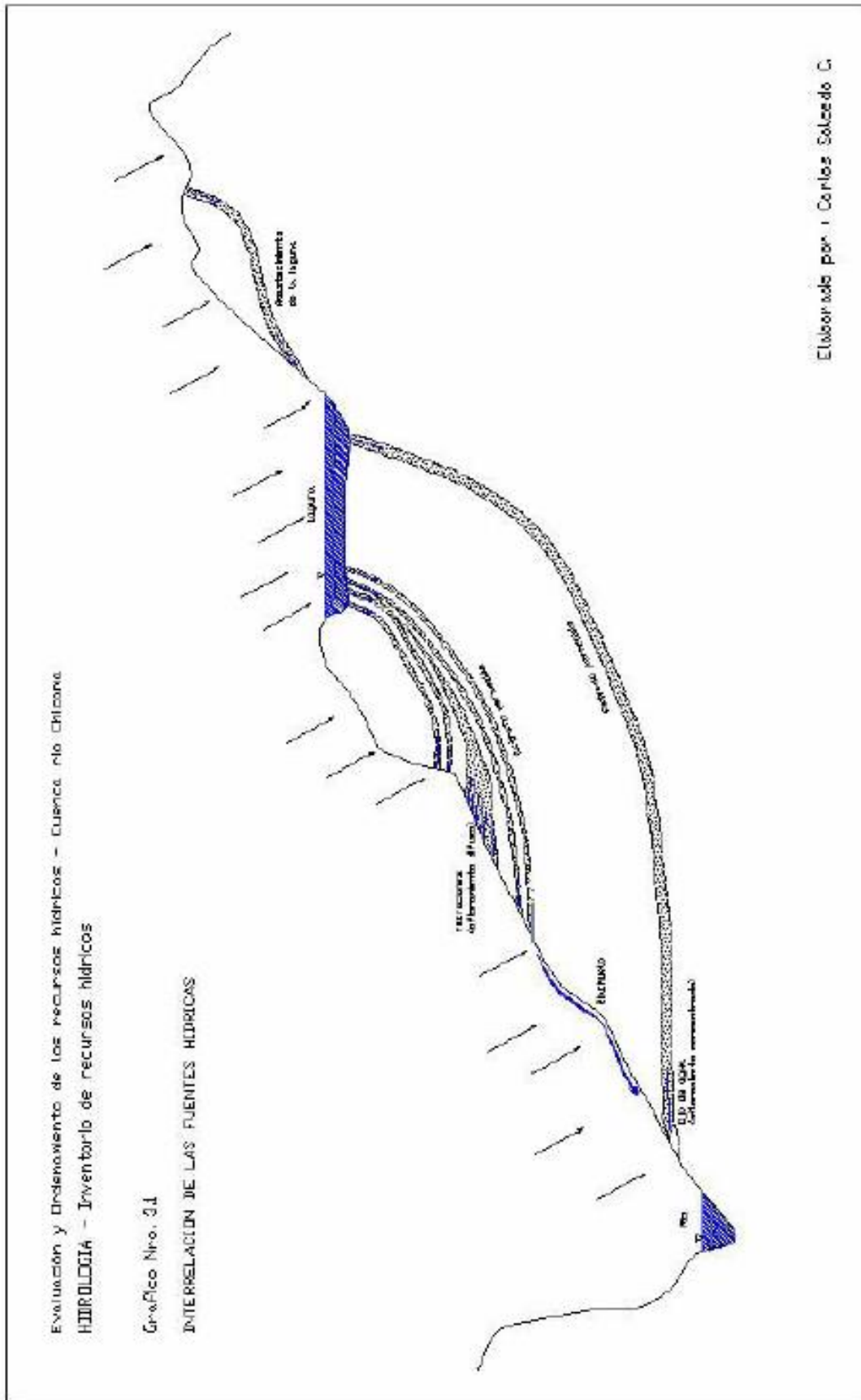


Figura 4: Interrelación de las fuentes hídricas

FUENTE: INRENA - MINAGRI, (2003)

MANANTIALES

Son corrientes de agua subterránea que afloran a la superficie en forma concentrada (ojo de agua) o en forma dispersa (filtraciones difusas). Estas corrientes son infiltraciones provenientes directamente de la precipitación o de lagunas, bofedales, acequias, etc. (parte alta de la cuenca). Discurren a través de estratos permeables del subsuelo.

Estas fuentes pueden ser permanentes (emiten todo el año) o temporales (emiten en época de lluvia)

RIACHUELOS

Son pequeñas corrientes de agua que transitan por una quebrada. Se abastecen de aguas provenientes de manantiales o lagunas. El caudal puede reducirse, pero no agotarse (permanentes) o agotarse totalmente (intermitentes). En época de lluvias son vuelven torrentosos, transformándose en algunos casos en aluviones (huaycos).

Para el presente estudio, se ha asumido que la categoría de riachuelos incluye los tributarios del curso principal de una microcuenca. Por ser de pequeña descarga, el caudal se expresa en litros por segundo.

RIOS

Son corrientes de agua de mayor descarga que los riachuelos y transitan por cauces de mayor longitud, mayor anchura y menor pendiente. Se abastecen de riachuelos, manantiales y lagunas.

Predomina la fase de sedimentación fluvial. En el presente estudio se ha verificado ríos permanentes y ríos intermitentes. Por su mayor descarga, el caudal se expresa en m³ por segundo.

MÉTODOS DE AFORO

Los métodos de aforo aplicados fueron: El método volumétrico y el método del flotador.

A. Método Volumétrico

Se aplica para pequeños caudales de hasta 40 l/s. Se acondicionó un chorro de agua de manera que descargue en un balde de 20 l. En algunos casos era necesario partir la corriente en 02 chorros. Se tomaba el tiempo de llenado con un cronometro. Luego el caudal se determinada según la fórmula:

$$Q \text{ (l/s)} = \frac{\text{Vol(lt)}}{\text{Tiempo(s)}}$$

B. Método del Flotador

Consiste en encontrar en la trayectoria del riachuelo, un tramo recto de flujo uniforme (con mínima turbulencia). En muchos casos ante la ausencia de estas condiciones se le acondicionó, removiendo piedras del cauce con la pala o encausando para mejorar las condiciones hidráulicas.

Seguidamente se define el tramo de control y la sección promedio. Luego tomamos medida del tirante promedio, ancho promedio y longitud del tramo de control. Finalmente se lanza el flotador (corcho, una rama o una hoja), y se toma el tiempo en que recorre el tramo de control. Se hicieron hasta 5 repeticiones para descartar errores. El caudal se determinó según la expresión:

$$Q = A \times V$$

Donde:

A : Área de la sección transversal, para ello se emplea la expresión

$$A = h \times a$$

h : Tirante del cauce

a : Ancho del cauce

V : Velocidad del flotador

$$V = \frac{L}{t} \times k$$

Donde :

L : Longitud del tramo de cauce

t : Tiempo de recorrido del flotador entre dos puntos del tramo

k ; Relación existente entre la velocidad media de la sección y la superficie, para la característica del cauce

Por lo que el caudal se determinó con la siguiente expresión:

$$Q \text{ (lt/s)} = h \times a \frac{L}{t} \times k$$

Tabla 4: Factores de ajuste, Método de Aforo del Flotador

Características del Tramo de Control	Factor de Ajuste
Alineamiento recto. Lecho uniforme limo-arenoso y de cantos rodados pequeños (Diámetro < 5 cm)	0.7
Alineamiento recto. Lecho ondulado de cantos rodados medianos (Diámetro 5 - 10 cm)	0.65
Alineamiento sinuoso. Lecho uniforme limo-arenoso de cantos rodados, pequeños (Diámetro < 5 cm)	0.6
Alineamiento sinuoso. Lecho ondulado de cantos rodados, medianos (Diámetro 5 - 10 cm)	0.55
Alineamiento sinuoso. Lecho ondulado de cantos rodados, grandes (Diámetro 10 - 30 cm)	0.5

FUENTE : Junta de usuarios distrito de riego Moche, Manual de Aforos y experiencias de aforo en riachuelos altoandinos (2,000).

2.1.4. Calidad de agua

En los estudios de desarrollo y manejo de cuencas es importante el análisis de la calidad del agua, para conocer el grado de contaminación de este recurso y tomar las medidas del caso para su uso, ya sea por parte de la población o en la agricultura, ganadería, etc.

La calidad del agua de riego está determinada por la composición y concentración de los diferentes elementos que pueda tener, ya sea en solución o en suspensión. La calidad del agua de riego determina el tipo de cultivo a sembrar y el tipo de manejo que debe de dársele al suelo. (Vásquez, 1997)

Las características que determinan la calidad del agua de riego son :

- La concentración total de sales solubles,
- La concentración relativa de sodio,
- La concentración de boro u otros elementos tóxicos,
- La concentración total de sólidos en suspensión
- La presencia de semillas de malezas, larvas, huevos de insectos,
- La dureza del agua, determinada por la concentración de bicarbonatos.

Concentración total de sales solubles

La concentración total de sales solubles en el agua de riego se expresa en términos de conductividad eléctrica (CE), la misma que puede determinarse en forma rápida y precisa. En forma general, el agua usada en el riego tiene una conductividad eléctrica, normalmente menor de 2,000 a 2,250 mmhos/cm. Una conductividad eléctrica del agua de riego menor de 0.75 mmhos/cm, es considerada como satisfactoria. Agua de riego con una conductividad mayor de 2.225 mmhos/cm, ocasiona una sustancial reducción de los rendimientos de muchos cultivos, salvo que se traten de cultivos tolerantes a sales, se aplique abundante agua de riego y el drenaje subterráneo de los suelos sea adecuado.

Concentración relativa de sodio

Junto con el conocimiento de la concentración total de sales, es de gran utilidad el conocimiento de la proporción relativa de Na y cationes divalentes en el agua de riego, por su efecto sobre la sodificación del suelo. El sodio tiene un efecto dispersante al ser intercambiado por los coloides del suelo, debido a su alta capacidad de hidratación. La estructura de un suelo que ha sufrido por efecto del Na se ve alterada con diferentes grados de intensidad, sellándose ya sea total o parcialmente la superficie del suelo a la infiltración del agua de riego y a un adecuado intercambio gaseoso entre la atmósfera y el perfil del suelo, creándose por lo tanto inapropiadas condiciones para un adecuado desarrollo de los cultivos y afectando consecuentemente sus rendimientos.

Un indicador de la concentración relativa del sodio es la **Relación de Absorción de Sodio** (RAS), expresada por:

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{(Ca^{++} - Mg^{++})/2}}$$

Na+, Ca++ y Mg++, representan la concentración de sodio, calcio y magnesio expresado en miliequivalentes por litro.

La concentración de sodio puede calcularse si se conoce la conductividad eléctrica (CE) y la concentración de calcio y magnesio.

$$Na^* = (CE * 104) - Ca^{++} + Mg^{++}$$

Asimismo, si solo se conoce la concentración de sodio y la conductividad eléctrica, la concentración de calcio y magnesio se calculara mediante, la siguiente relación.

Concentración de boro

El boro se halla presente en el agua de riego en concentraciones que varían desde trazas hasta varias partes por millón. El boro es un elemento esencial para el crecimiento de las plantas, convirtiéndose en un elemento tóxico cuando excede su nivel óptimo, el mismo que se considera entre 0.03 a 0.04 ppm para la mayoría de los cultivos. La tolerancia de los cultivos es variada,

Tabla 5: Limites Tolerantes de Boro en el Agua de Riego

Clase de Agua por Concentrac. de Boro	Sensibles ppm	Cultivos Semi tolerantes ppm	Tolerantes ppm
1	≤ 0.33	≤ 0.67	≤ 1.00
2	0.33 - 0.677	0.67 - 1.33	1.00 - 2.00
3	0.67 - 1.00	1.33 - 2.00	2.00 - 3.00
4	≥ 1.25	≥ 2.50	≥ 3.75

FUENTE : Vásquez (1997)

Clasificación del agua de riego según su calidad

La clasificación del agua de riego se puede hacer mediante el uso del diagrama que se muestra en la Figura N° 5.

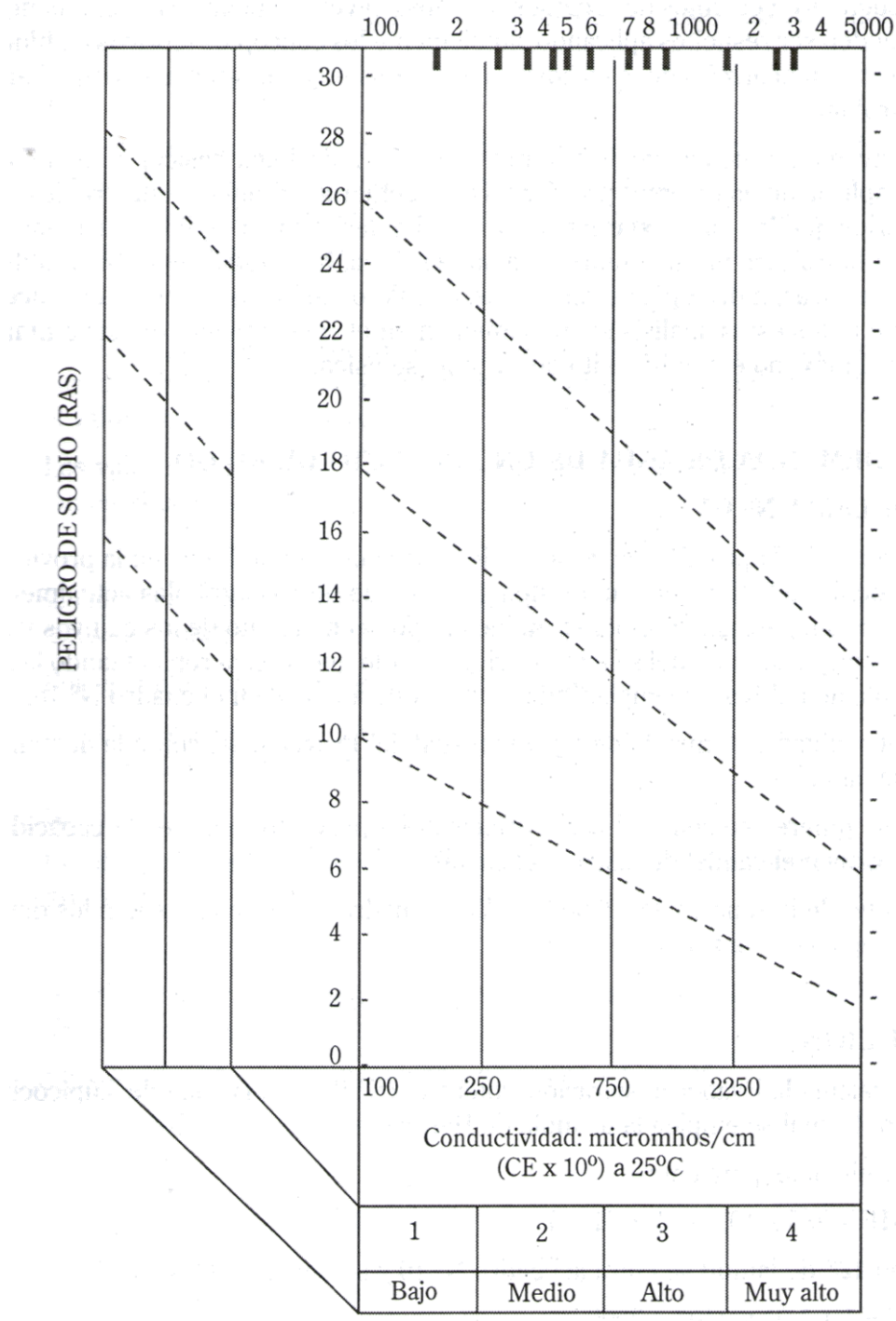


Figura 5: Peligro de salinidad, diagrama para la clasificación del agua de riego

FUENTE : Vásquez (1997)

A la figura se entra con valores de la conductividad eléctrica del agua - CE (micromhos/cm) y de la RAS como coordenadas, y se ubica el punto correspondiente en el diagrama: Dicho punto determinará la calidad del agua de riego.

El significado e interpretación de las diferentes clases se resumen a continuación:

Conductividad Eléctrica (CE)

Clase C1

Agua de baja salinidad, que puede utilizarse para el riego de la mayoría de los cultivos y en cualquier tipo de suelo. Se tiene poca probabilidad de que se desarrolle salinidad. La CE varía entre 0 - 250 micromhos/cm.

Clase C2

Agua de salinidad media, que puede utilizarse siempre y cuando haya un cierto grado de lavado. Las plantas moderadamente tolerantes a las sales pueden producir adecuadamente en casi todos los casos y sin necesidad de prácticas de control de salinidad. La CE varía normalmente entre 250 - 750 micromhos/cm.

Clase C3

Agua altamente salina, que puede utilizarse en el riego de cultivos tolerantes a las sales y en suelos con adecuado drenaje y en muchos casos se complementa con el empleo de prácticas de control de la salinidad. La CE varía entre 750 - 2,250 micromhos/cm.

Clase C4

Agua altamente salina, que puede utilizarse para el riego bajo condiciones especiales: suelos permeables y de drenaje adecuado, aplicándose agua en exceso para mantener un equilibrio de sales en el perfil del suelo. Bajo condiciones normales, no es apropiada para el riego.

Los cultivos a usarse con este tipo de agua son los altamente tolerantes a las sales. La CE varía entre 2,250 a 5,000 micromhos/cm.

Sodio (RAS)

Clase S1

Agua baja en sodio, que puede utilizarse para el riego de la mayoría de los cultivos y en la mayoría de suelos, con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. El valor de RAS varía entre 0 - 10.

Clase S2

Agua media en sodio, que puede utilizarse en suelo de textura gruesa o en suelos orgánicos de buena permeabilidad.

En suelos de textura fina, el sodio representa un peligro considerable, más aún, si dichos suelos poseen una alta capacidad de intercambio de cationes, especialmente bajo condiciones de lavado deficiente, salvo que el suelo contenga yeso. El valor de RAS varía entre 10 - 18.

Clase S3

Agua alta en sodio, que normalmente puede producir niveles tóxicos de sodio intercambiable en la mayoría de los suelos por lo que estos requerirán prácticas especiales de manejo, buen drenaje, fácil lavado y adiciones de materia orgánica. Los suelos con abundante cantidad de yeso, pueden en muchos casos, no desarrollar niveles perjudiciales de sodio intercambiable cuando son regados con esta clase de agua. En otros casos, para sustituir al sodio intercambiable se utiliza mejoradores químicos que muchas veces no resultan económicos si se usa agua de alto contenido de sales. El valor de RAS varía entre 18 - 26.

Clase S4

Agua muy alta en sodio, inadecuada para el riego, salvo que su CE sea baja o media y cuando la disolución del calcio del suelo y/o la aplicación de yeso u otros mejoradores químicos no conviertan su utilización en antieconómica. El valor de RAS es mayor a 26.

Cuando se usan aguas de las clases C1-S3 o C1-S4 se debe tener en cuenta, que el agua de riego puede disolver grandes cantidades de calcio presente en suelos calcáreos, disminuyendo de esta manera notablemente el peligro de sodio.

El estado de sodio de las aguas C1-S3, C1-S4 y C2-S4 se puede modificar ventajosamente adicionando yeso al agua. Así mismo, se recomienda aplicar periódicamente yeso al suelo cuando se utilizan aguas de clase C2-S3 y C3-S2.

2.1.5. Infraestructura Hidráulica

El inventario de la infraestructura hidráulica se refiere al listado de todas las obras hidráulicas que constituyen la infraestructura de riego y drenaje con que cuenta un distrito de riego, tanto mayor como menor, así como de la infraestructura auxiliar constituido por la red de caminos, incluyendo los caminos de vigilancia de la red de canales, puentes y las edificaciones, estaciones hidrométricas y meteorológicas, y medios de comunicación como radio, teléfono y correo electrónico así como fuentes de agua puntuales. (PSI, 2012)

La infraestructura hidráulica mayor comprende las estructuras que por sus características de construcción, operación y mantenimiento resultan de mayor magnitud, complejidad e importancia en el Sistema Hidráulico Común. Es empleada para realizar algunas o todas las actividades siguientes: trasvase, regulación, medición, captación, derivación, drenaje principal. (PSI, 2012).

La infraestructura hidráulica menor está constituida por estructuras contiguas empleadas para brindar el servicio de suministro a un conjunto de usuarios que comparten un punto de captación común en el sector hidráulico menor. Este tipo de estructuras comprende estructuras empleadas para realizar las siguientes actividades: captación, distribución, medición, drenaje secundario. (PSI, 2012).

Características básicas de la Infraestructura

Trata de las características hidráulicas y geométricas, material de construcción, estado de conservación, condiciones de funcionamiento, utilidad, necesidades de mejora en el caso de estructuras y ubicación respecto a la fuente natural de agua, canal o dren. (Cortez, 2017)

Bocatoma/Captación

Estructura (de concreto, mampostería u otro material) que permite derivar y regular las aguas en cauce natural hacia una red de conducción de un sistema de infraestructura hidráulica.

En las zonal alto andinas se cuentan con reservorios nocturnos, que almacena el agua que no es utilizada en la noche para poder ser utilizada durante el día (DGIAR, 2014),

Canal

Estructura que conduce el agua desde la toma de captación hacia otro u otros canales o hacia el punto de entrega al usuario. (Cortez, 2017).

Clasificación de los Canales según el Orden.

Los canales de un sistema hidráulico se inician con el canal de derivación el cual se origina con la toma de captación en el río o fuente de agua principal, continuando la red con las denominaciones siguientes:

- De 1er orden, aquellos canales que se inician en el canal de derivación.
- De 2do orden, aquellos canales que se inician en los canales de primer orden.
- De 3er orden, aquellos canales que se inician en los canales de segundo orden.
- De 4to orden, aquellos canales que se inician en los canales de tercer, y así sucesivamente.

Tomas directas

Estructuras que derivan al agua directamente del curso natural.

Toma predial.

Pequeña estructura con compuerta localizada en un canal, para el uso en la unidad productiva. (Cortez, 2017)

Reservorio

Son depósitos o estructuras de tierra impermeabilizadas mediante concreto, mampostería de piedra o cubierta por geomembranas, que capta agua de lluvia directa y de escorrentía en un lugar determinado, por su uso puede ser para uso agropecuario o para consumo humano.

Los reservorios cumplen en sistemas de riego una función de almacenamiento que puede ser diurno, nocturno, del turno de riego o estacional. El beneficio mucho depende de la función específica que debe cumplir el reservorio. Muchas obras de almacenamiento son hechas sin una clara definición de la función que deben cumplir, conduciendo a falta de claridad sobre su operación, diseños desacertados, mala interpretación de los beneficios obtenidos, e inversiones cuyas utilidades son difíciles de evaluar y por lo general bajas. (Has Willet, 1998)

2.1.6. Andenes

Los andenes son terrazas escalonadas construidas sobre las faldas o laderas de montaña. Cubren varios pisos altitudinales que incluyen diversas zonas ecológicas, de modo tal que puede mantenerse una diversificación de cultivos tanto en el tiempo como en el espacio. Estas terrazas se encuentran soportadas por muros de sostenimiento que normalmente son de piedra, aunque también pueden ser de tierra endurecida. La pendiente de la superficie se cultivo ha sido nivelada, adoptando el conjunto, formas de curvas de nivel (Rabines, R. 1980)

El área donde se ubican los andenes está clasificada agrológicamente en la clase de cultivos en limpio, y la subclase de calidad agrológica media con limitaciones por el clima, debido principalmente a las bajas temperaturas, las sequías prolongadas y las fluctuaciones térmicas significativas durante el día. Son consideradas como tierras antropogénicas. Se identifica por el símbolo A2c(A) (ONERN, 1982)

La función principal de los andenes es la de facilitar el riego en zonas con declive por virtud del control de la esorrentía en una pendiente y por la distribución del agua en la superficie de cultivo, ya que casi todas las terrazas de banco o andenes son regadas mediante sistemas de canales, zanjas o desagües.

La estructura de los andenes presenta diversas partes: el muro o talud, la plataforma, los canales y desagües. También puede incluir muros laterales, escaleras a todo lo largo de ladera y aquellas que comunican a las terrazas entre sí. (Regal, 1970).

Los muros pueden ser de albañilería seca o pirca y estar compuestos de una o dos hileras de piedras, colocadas con la cara plana hacia el exterior. Para cubrir todos los intersticios se acumula material de relleno, de manera tal que pueda evitarse todo posible escape de material fino al terraplén.

El muro presenta ciertas características de altura, espesor y grado de inclinación, con la finalidad de que pueda sostener un peso semejante a un relleno saturado con agua.

2.1.7. Importancia de los andenes

Antiguamente “cuando por razones de necesidad imperiosa se utilizaban los terrenos inclinados, dado la escasez de los planos, se hacía en forma altamente productiva: La mínima labranza mediante siembra en hoyos sin movimiento de tierra; el laboreo con chaquitajlla con movimiento de gleba pero sin trituración; el uso de surcos intercalados; la aplicación de cordones de piedras y vegetación espontánea a curvas de nivel, el terraceamiento rústico progresivo y finalmente, la construcción de andenes, como grado perfecto de la ingeniería agrícola, son algunas de las principales formas de cultivar sin erosionar” (Camino, 1983).
”

El control que ejercen los andenes sobre la erosión - especialmente la hídrica- se debe a que las terrazas presentan una pendiente lo suficientemente ligera como para que lámina de agua que cae sobre ellas, discurra tan despacio que no llega a mover cantidades importantes de suelo (Gustafeson, 1957).

Una ventaja de la construcción de los andenes es la denominada contraerosión o colmataje, que se refiere a la formación del suelo donde antes había roca desnuda, mediante el siguiente proceso: Los muros de contención se hacen más altos que el nivel del suelo originando que los sedimentos arrastrados que rebasan los primeros muros colman progresivamente las plataformas.

2.1.8. Clasificación de andenes

A. Clasificación de Kendall.

La metodología de categorización y descripción de los tres tipos de andenes y un tipo de terraza resulta de los trabajos de investigación realizados por la Dra. Ann Kendall, arqueóloga inglesa, durante los años 1974 - 2006 a partir del origen cultural, en los valles de Cusichaca, Patacancha, el valle Sagrado y otros sitios en la región Cusco y en los valles del Chicha - Soras y del Sondondo ubicados en la región Apurímac y Ayacucho, así como también en amplios reconocimientos en las partes sur y central del Perú, en algunos valles de la Costa Central y Sur.

La metodología se hizo sobre la base de estudios de contextos arqueológicos y agroecológicos con mapeo e inventario de sistemas de andenes con riego y excavaciones para precisar los detalles de su construcción y suelos y determinar el fechado de los periodos culturales en las regiones de de Cusco, Apurímac y Ayacucho, así como la variedad histórica y contexto geográfico.

La metodología empleada para la identificación de los tipos de andenes es la tipología de grupos-Kendall, por el estado de conservación y de uso dentro del contexto de los pisos ecológicos. Donde se identifican 3 tipos básicos de andenes prehispánicos y una terraza agrícola. El diseño de cada tipo guarda relación con las características apropiadas de los diferentes pisos ecológicos y los cultivos que en ellos se sembraban. (Clasificación de Kendall.).

Tabla 6: Clasificación de Andenes por su Tipo

Tipo de Anden	Perfil de Plataforma	Muro de Contención	Sistema de Riego	Factores Distintivos y Pisos Ecológicos
Tipo 1	Horizontal	Inclinado	Generalmente con riego	Rellenos estratigráficos de piedras y suelos. Piso quechua - suni
Tipo 2	Horizontal	Vertical	Con y sin riego	Rellenos de algunas piedras detrás de la cimentación/base. Piso quechua – suni
Tipo 3	Inclinada	Rústico	Generalmente sin riego	Pocas piedras de rellenos detrás de un muro de contención. Piso suni
Tipo 4 Terraza de Suelo Labranza	Ausente	Ausente	Sin riego	Formado por erosión y apisonamiento en alto declive. Piso suni - puna

FUENTE : Kendall, (2009)

Descripción de los Tipos de Andenes - Tipología de Grupos Kendall

Andenes de Tipo 1 : Inca

Diagrama informativo (dimensiones variables, proporcionales al tamaño o altura de los andenes:

- Perfiles transversales de ejemplos cusqueños: con los rellenos de piedras, cascajos y variedades de suelos: agrícola [hasta 1m], no seleccionado y arenosa.
- Además, puede tener un foro de arcilla en la base o arcilla puesto en las intersecciones del muro, parte baja.
- La base puede ser de corte y grada (a), y excavada (b) - el más clásico es con muro de doble cara.
- Tres subtipos de muros de contención: c, d y e. De las zonas conquistadas que son inclinadas, pero generalmente de una piedra

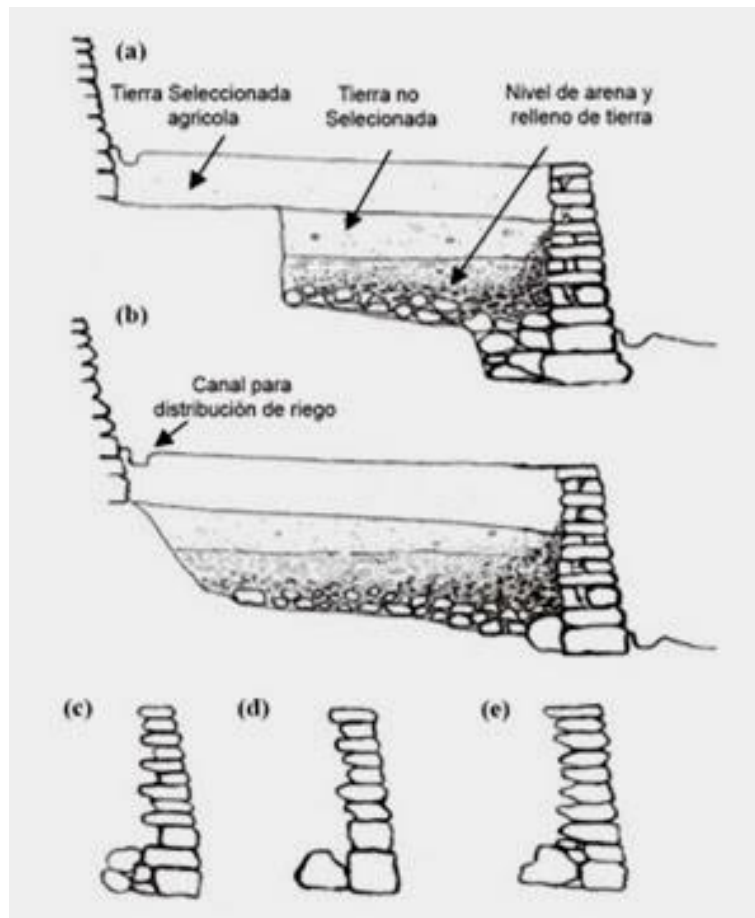


Figura 6: Esquema de Anden Tipo 1 : Inca Cusco y Provincias

FUENTE : Kendall, (2009)

Características

- Sus plataformas son construidas en estratos múltiples; tienen riego, y para su distribución sobre la plataforma esta tiene una sutil inclinación para la distribución del agua.
- La base excavada o de corte y grada tiene un relleno de piedras, cascajo, y encima un metro de tierra agrícola.
- Muros de contención clásicos pueden tener dos caras y amarres entre ambas, con diferentes estilos de construcción que depende de las piedras que se encuentren a disposición y siempre tienen buena cimentación e inclinación de 5° a 15°. En las zonas intervenidas por los Incas, generalmente los muros son de una sola cara.

- Especialmente en Cusco se ha verificado casos del uso de capas de arena para buen drenaje y de arcilla o de tierra arcillosa colocada en la base del andén Inca y la parte baja del muro de sostenimiento para retener el agua.
- Con riego esta característica de estratos múltiples promueve una actividad microbiológica, beneficiosa para la producción.

Donde la tierra es más arenosa se nota menos énfasis en el uso del cascajo, por ejemplo, en el tipo 2.

Andenes de Tipo 2: Huari

- Sus plataformas son construidas generalmente solo con dos estratos básicos de suelo, la primera de suelo seleccionado de cultivo y debajo de ella suelo no seleccionado para nivelar la pendiente. La mayoría de los andenes tenían riego (por intervención posterior, Inca), pero otras a más altura no lo tienen. Actualmente en muchos casos ya no hay las huellas del riego antiguo.
- Las bases transversales demuestran perfiles de ejemplos con corte y grada (2a) y ladera (2b), donde muchas veces la parte superior de la gradiente casi no ha sido intervenida o excavada. Detrás del muro de contención del talud generalmente hay algunas piedras sueltas grandes para sostenerlo y lograr un buen drenaje.
- Los muros de contención varían de acuerdo a la disponibilidad de piedras, con diferentes estilos de construcción, pero son siempre verticales y de solo una piedra de ancho.
- El relleno de suelo agrícola tiene un espesor de 50 cm.



Figura 7: Esquema de Anden Tipo 2 : Huari

FUENTE : Kendall, (2009)

Anden de Tipo 3

Originado antes de Cristo, caracterizado por su perfil inclinado y muro de contención de piedra (aquí cubiertos por arbustos) en Chillihua (Pampachiri, Apurímac), y perfil esquemático abajo. A la derecha se nota el retiro de piedras para cerco. (A veces se confunde con el Tipo 2).

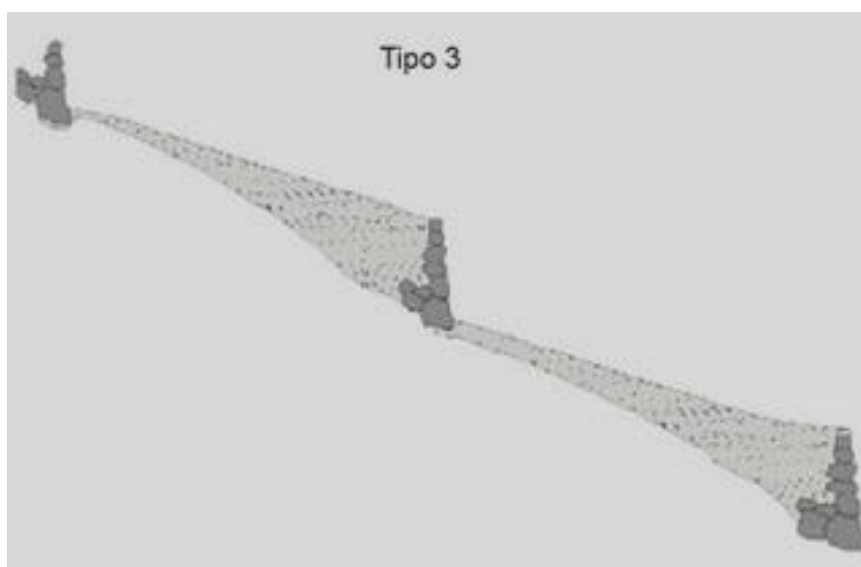


Figura 8: Esquema de Anden Tipo 3

FUENTE : Kendall, (2009)

ANDEN TIPO 4

Ubicado en la zona altitudinal más alta para la producción agrícola, de la puna con pendientes. Aquí se encuentran estas terrazas y/o en los laymes (áreas para la agricultura por barbecho sectorial comunal).

Derecha, terrazas de suelo prehispánicas desde antes de Cristo abandonadas y (centro) su perfil esquemático con arbustos reforzando sus caras.



Figura 9: Esquema de Anden Tipo 4

FUENTE : Walsh (2008)

B. Clasificación de Andenes por INRENA

INRENA (1995), identificó cinco (05) unidades en función a su estado de conservación y uso, las cuales se encuentran representados en un mapa los que se describen a continuación.

Andenes Bien Conservados con Uso Permanente (A1)

La plataforma es generalmente plana, cuyo ancho en algunos sectores permite la utilización de arados tipo yunta de buey para la labranza del terreno.

El clima y la adecuada disponibilidad de agua de riego en la zona, permite conducir una agricultura en forma continuada durante todo el año, con cultivos como papa, maíz, hortalizas y alfalfa, principalmente.

Andenes Medianamente Conservados con Uso Permanente (B1)

La plataforma es plana a ligeramente inclinada, cuyo ancho en algunos sectores permite la utilización de arados tipo yunta para la labranza del terreno. En algunos sectores presentan cierto deterioro, producto del mal manejo del agua de riego, uso irracional y conservación inapropiada de estas estructuras.

Las condiciones de clima y disponibilidad de agua de riego, permiten conducir una agricultura en forma permanente durante todo el año, con cultivos mayormente de papa, maíz, hortalizas, alfalfa y algunos frutales de hojas caducas, principalmente.

Andenes Medianamente Conservados con Uso Temporal (B2)

Presenta características estructurales similares al caso anterior.

Las condiciones del clima y la falta de agua de riego en la zona, sólo permiten conducir una agricultura en forma temporal, con cultivos mayormente de papa, maíz, haba y cebada, principalmente.

Andenes Derruidos con Uso Temporal (C2)

La plataforma presenta un relieve ondulado, cuyo ancho mayormente sólo permite la utilización de herramientas manuales tipo azadón o pala para los trabajos de preparación del terreno para la siembra y el mantenimiento de cultivos.

La existencia de condiciones climáticas poco favorables y la falta de agua de riego en la zona durante todo el año, sólo permiten conducir una agricultura de secano o en forma temporal, durante los meses de lluvia; con cultivos mayormente de papa, haba, cebada y maíz.

Andenes Derruidos sin Uso Agrícola (C3)

Presentan características estructurales similares a los andenes descritos en el caso anterior.; actualmente se encuentran abandonados y son utilizados como potreros, para el pastoreo extensivo.

El deterioro y abandono de estos andenes se debe mayormente a las condiciones climáticas adversas, falta de fuentes de agua de riego, mal uso y a la acción de agentes naturales.

2.1.9. Sistema de información geográfica

Sistemas (S)

Según la real academia española (RAE), es un conjunto de reglas o principios sobre una materia racionalmente enlazados entre sí. También, es un conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto (Rodríguez & Olivella, 2010).

Sistema de Información (SI)

Se entiende la unión de la información y herramientas informáticas (programa o software) para su análisis con unos objetivos concretos (Peña, 2006). Un sistema de información se usa para manipular, consultar, editar, visualizar –generalmente para trabajar con información almacenada en una base de datos. Por ejemplo, un sistema de información muy común en el sector turístico empresarial son los data warehouse. Los data warehouse (en castellano, 'almacén de datos') son unas bases de datos diseñadas y estructuradas para la su consulta y una posterior toma de decisiones (en caso de que sea necesario) (Rodríguez & Olivella, 2010).

Información Geográfica (IG)

Es la información sobre un elemento en la superficie de la Tierra, es el conocimiento sobre “dónde” hay algo o “qué hay” en un determinado lugar (Rodríguez & Olivella, 2010).

$$\mathbf{SI + IG = SIG}$$

Sistema de Información Geográfica

Es un sistema de hardware, software, datos, personas, organizaciones y convenios institucionales para la recopilación, almacenamiento, análisis y distribución de información de territorios de la Tierra" (Deuker; Kjerne, 1989).

Fattorelli & Fernandez (2011) indicó, tempranamente, que el SIG es algo manual o computarizado basado en un conjunto de procedimientos usados para almacenar y manipular datos referenciales geográficamente.

Meaden y Kapetsky (1992) se refirieron al SIG como un conjunto de hardware y software integrados que permiten introducir, almacenar, manipular y presentar datos geográficos para una enorme gama de aplicaciones.

Por su parte Rojas (1999) define de manera más global las capacidades del SIG mencionando que su diseño pretende soportar la captura, procesamiento y recuperación de datos referenciados espacialmente. Los SIG deben ser capaces de expresar localización, condición, tendencia, distribución y modelización.

Para el presente trabajo, se utilizó la moderna tecnología del Sistemas de Información Geográfica, relacionando la información geográfica (vector, punto o polígono) con las características del tema a evaluar (tabla de atributos), por ejemplo en el inventario de la infraestructura hidráulica de la microcuenca Chucumayo, es ubicó espacialmente el canal Marachanca, y se le vinculó con una base de datos elaborada para el trabajo de campo como es su codificación (ID), Anexo, símbolo (material del canal), descripción, Nombre del Canal, longitud, Código (), el cauda que conduce, la conductividad eléctrica, su pH, Tipo de sección

La figura 10, muestra el canal de tierra, y su tabla de atributos,

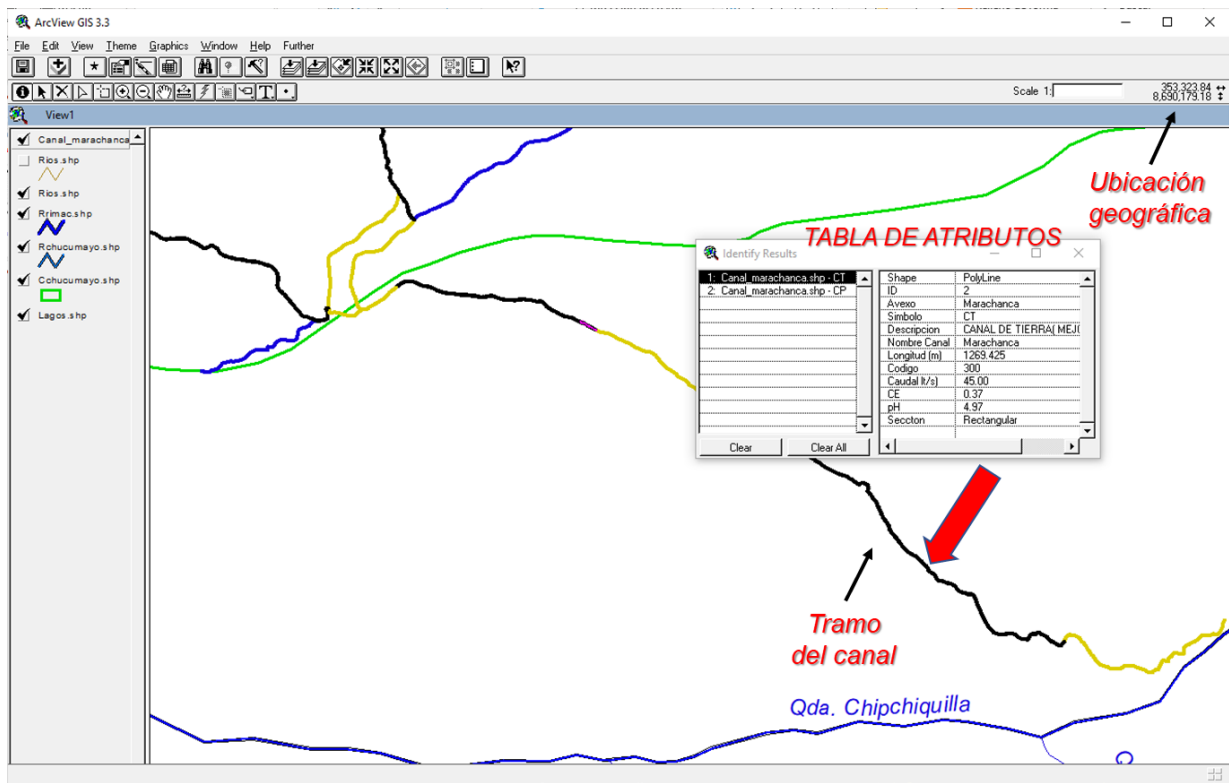


Figura 10: Canal Marachanca, integración de la base vectorial y su tabla de atributos

2.1.10. Google Earth

Es una aplicativo que permite explorar un globo terráqueo virtual, elaborado a partir de datos cartográficos e imágenes satelitales (Collado, 2021).

Google Earth destaca de entre otras aplicaciones similares por ofrecer imágenes por satélite de alta calidad, que generan una visualización del globo terráqueo realista y cercana. A eso hay que sumar, además, el modelado 3D realizado por Google, que hace que sea posible visualizar el relieve de cientos de ciudades de todo el mundo, o la altura de edificios y otras estructuras (Collado, 2021).

Se trata de un software gratuito, que cuenta con distintas versiones disponibles para la mayoría de plataformas populares, ya sean móviles o de escritorio (Collado, 2021).

Así, además de visualizar una representación precisa del globo terráqueo a través de imágenes satelitales, también es posible viajar a lugares específicos introduciendo su nombre

o dirección, así como obtener la dirección concreta de un lugar o dibujar sobre áreas, personalizar la vista o compartir zonas con otras personas (Collado, 2021).

Otras funciones interesantes son la opción de otorgar volumen a valles, montañas o edificios, calcular la distancia que existe entre dos puntos del mapa, consultar la altura de montañas o ver fallas y volcanes desde mucho más cerca (Collado, 2021).

Apareció en el año 2004 en su versión en inglés y en 2005 en la versión en español. Se trata de un sistema computacional que consiste, en buscar información geográfica a través de imágenes históricas, navegación, búsqueda de lugares, realización de mediciones, marcas de posición y viajes y exploración del Planeta Marte, la Luna y el Cielo. (Gómez, 2011).

Entre las funcionalidades Google Earth (2011) presenta las siguientes características fundamentales que el sistema de búsqueda ofrece: esta impresionante herramienta sirve para visitar cualquier parte del mundo sin moverte de casa y también permite ver estrellas, constelaciones, planeta, etc.; es decir, se puede divisar gran parte del universo como si se estuviera adelante de un telescopio (Gómez, 2011).

Google Earth (2011) ofrece la posibilidad de viajar por todas las partes del mundo, ofreciéndote imágenes de gran calidad que ha sido obtenidas vía satélite. No se escapa a un sólo lugar, todos los monumentos, lugares, paisajes, etc. la calidad de las imágenes que ofrece este programa es tan grande que incluso puedes ver coches y personas caminando (Gómez, 2011).

Para el presente trabajo, una vez obtenidas las coordenadas durante el desarrollo del trabajo de campo, en el inventario de los recursos hídricos, andenes e infraestructura hidráulica, estas coordenadas se trasladaron a Google Earth para así poder situarlos espacialmente en sus imágenes satélites para tener una mejor representación y ubicación espacial en el mundo real.

La figura 10, muestra el canal de tierra, y su tabla de atributos, en el Google Earth, para mejor ubicación en el mundo real.

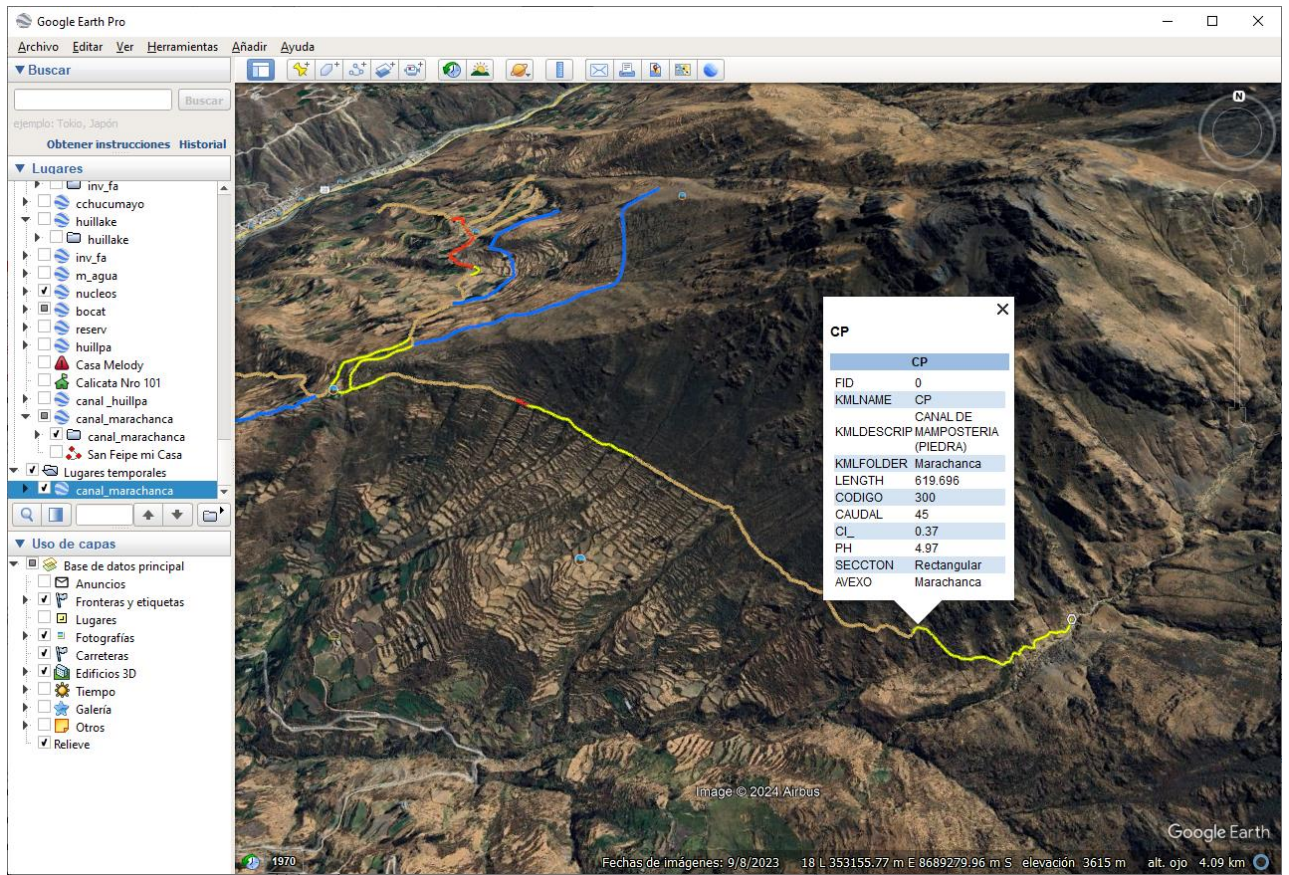


Figura 11: Ubicación del Canal Marachanca en el Google Earth

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1. Ubicación del área de Estudio

La microcuenca Chucumayo, geográficamente se encuentra ubicado entre las coordenadas 348500 E, 8693500 N y 357500 E, 8684000 N, en Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM), Datum Horizontal WGS 84, UTM Zona 18 Sur. Hidrográficamente se encuentra ubicado en la parte media alta de la cuenca del río Rímac, vertiente del Océano Pacífico, aproximadamente a 82 km al NE de la ciudad de Lima. Sus aguas desembocan en el río Rímac, por su margen izquierda. Tiene un área aproximada de 35.06 km² y su cauce principal tiene una longitud de 9.16 km, desde su nacimiento, en la laguna Arca, hasta la entrega de sus aguas al río Rímac.

Políticamente, la microcuenca Chucumayo, se localiza en el distrito de Matucana, provincia de Huarochirí, departamento Lima. La localidad de Matucana, capital de la provincia de Huarochirí, se encuentra aledaña a la desembocadura de esta quebrada en el Rímac por la margen derecha.

Hidrográficamente, la microcuenca Chucumayo, limita por el norte se limita con las microcuencas de la quebradas Chacahuaro y Viso, por el sur con la microcuenca de la quebrada Barranco y la cuenca de Lurín por el este con la cuenca Lurín y el oeste con Inter cuencas de la cuenca media alta del río Rímac.

La Figura 10, muestra los límites de la microcuenca Chucumayo.

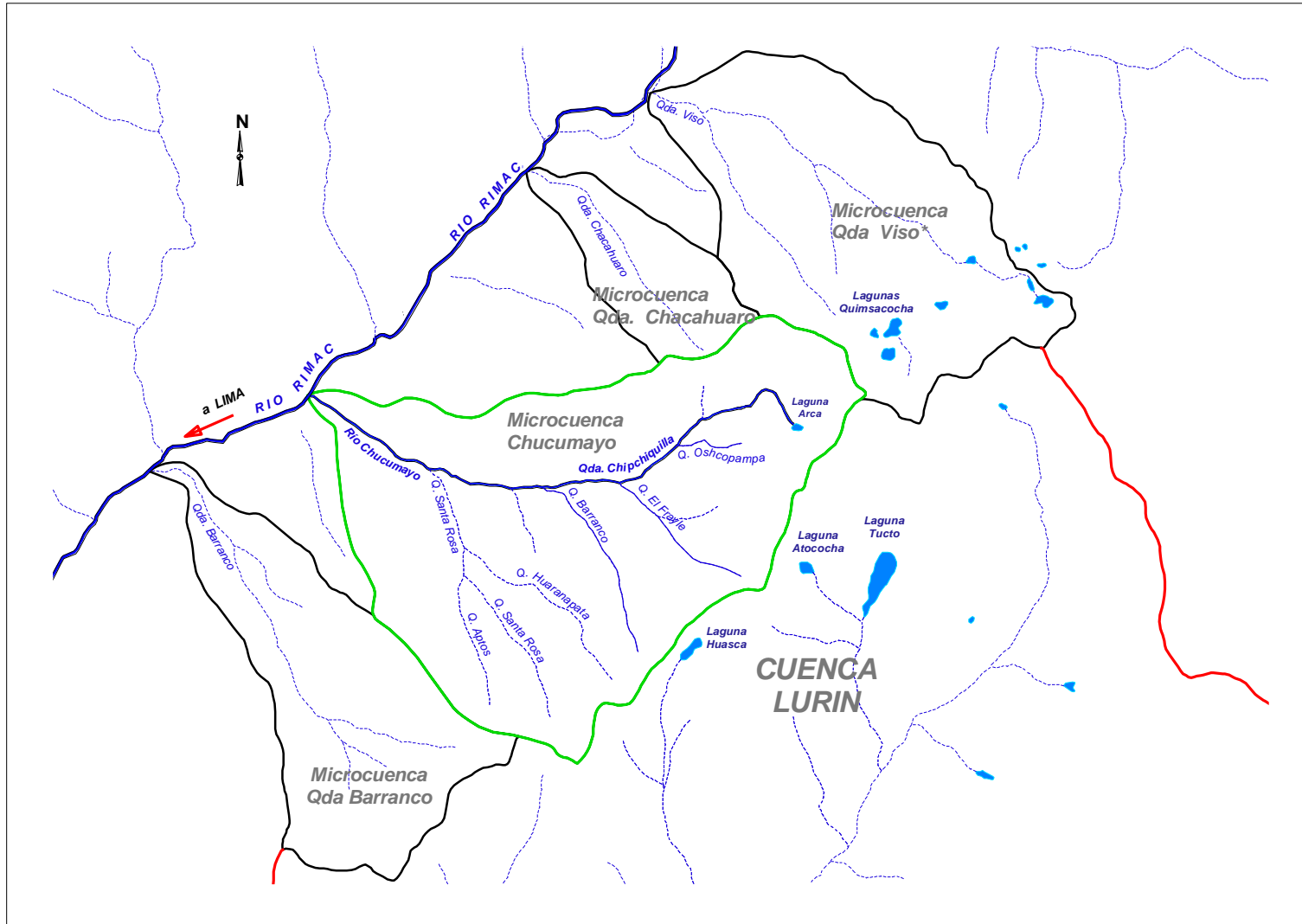


Figura 12: Limites de la cuenca

3.1.2. Accesibilidad

Para llegar de Lima a la microcuenca Chucumayo, se hace por vía terrestre, la carretera es asfaltada en buen estado de conservación y con la debida señalización. Primero el trayecto es de Lima a Chosica, a través del transporte público, pudiendo ser mediante microbuses o en auto taxi, este servicio es a toda hora durante el día, luego se continua de Chosica a Matucana a través del transporte público de pasajeros, este servicio es aproximadamente cada hora durante el día, hasta las 9.00 p.m.

Una vez arribado a la localidad de Matucana, el acceso a cada una de los Anexos, se hace cómo indica en la Tabla 7.

Tabla 7: Vías de Acceso

De	A	Distancia	Tipo de vía	Tiempo	Frecuencia	Trasnporte
Chosica	Matucana	42 km	Vía Asfaltada	1.30 Hr	A toda hora	Microbus
Matucana	Soca	8.5 km	Troza carrozable	25 Mín	1 al Dia	Camioneta
Matucana	Huillaque	9.0 km	Troza carrozable	30 Mín	1 al Dia	Camioneta
Matucana	Marachanca	7.0 km	Troza carrozable	20 Mín	1 al Dia	Camioneta
Matucana	Hiullpa	10.0 km	Troza carrozable	35 Mín	1 al Dia	Camioneta

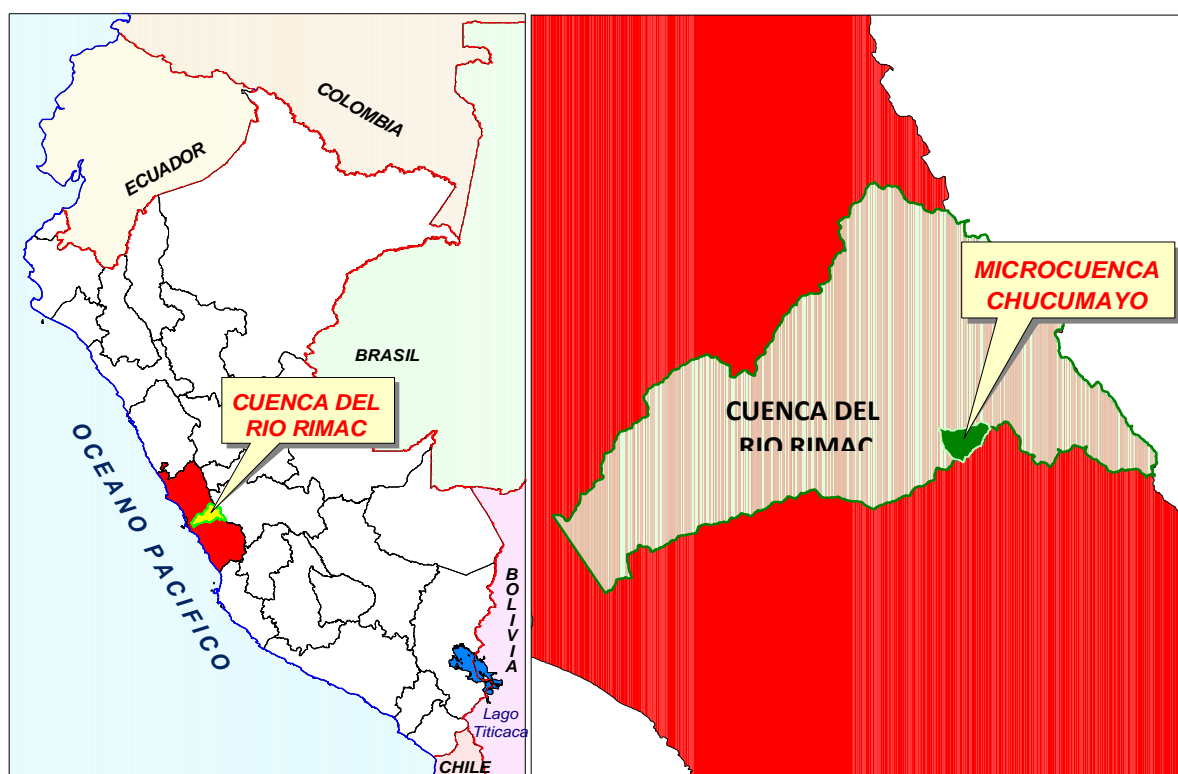


Figura 13: Ubicación del área de Estudio

Como la frecuencia del transporte de Matucana a cada uno de los anexos es una vez por día, entonces cuando los pobladores necesitan movilizarse lo hacen a pie, a través de los caminos de herradura, el acceso a cada una de los Anexos, se hace cómo indica en la tabla 8-

Tabla 8: Acceso en camino de herradura

De	A	Subida	Bajada
Matucana	Soca	1.5 hr	<i>1.0 hr</i>
Matucana	Huillaque	1.5 hr	<i>1.0 hr</i>
Matucana	Maracancha	1.0 hr	<i>0.75 hr</i>
Matucana	Hiullpa	2.0 hr	1.5 hr

En la figura 11 se presenta el: Mapa Base, la figura 12 se presenta la imagen satelital de planta, la figura 13, se presenta la imagen satelital en 3D y la figura 14 se presenta el Mapa Topográfico.

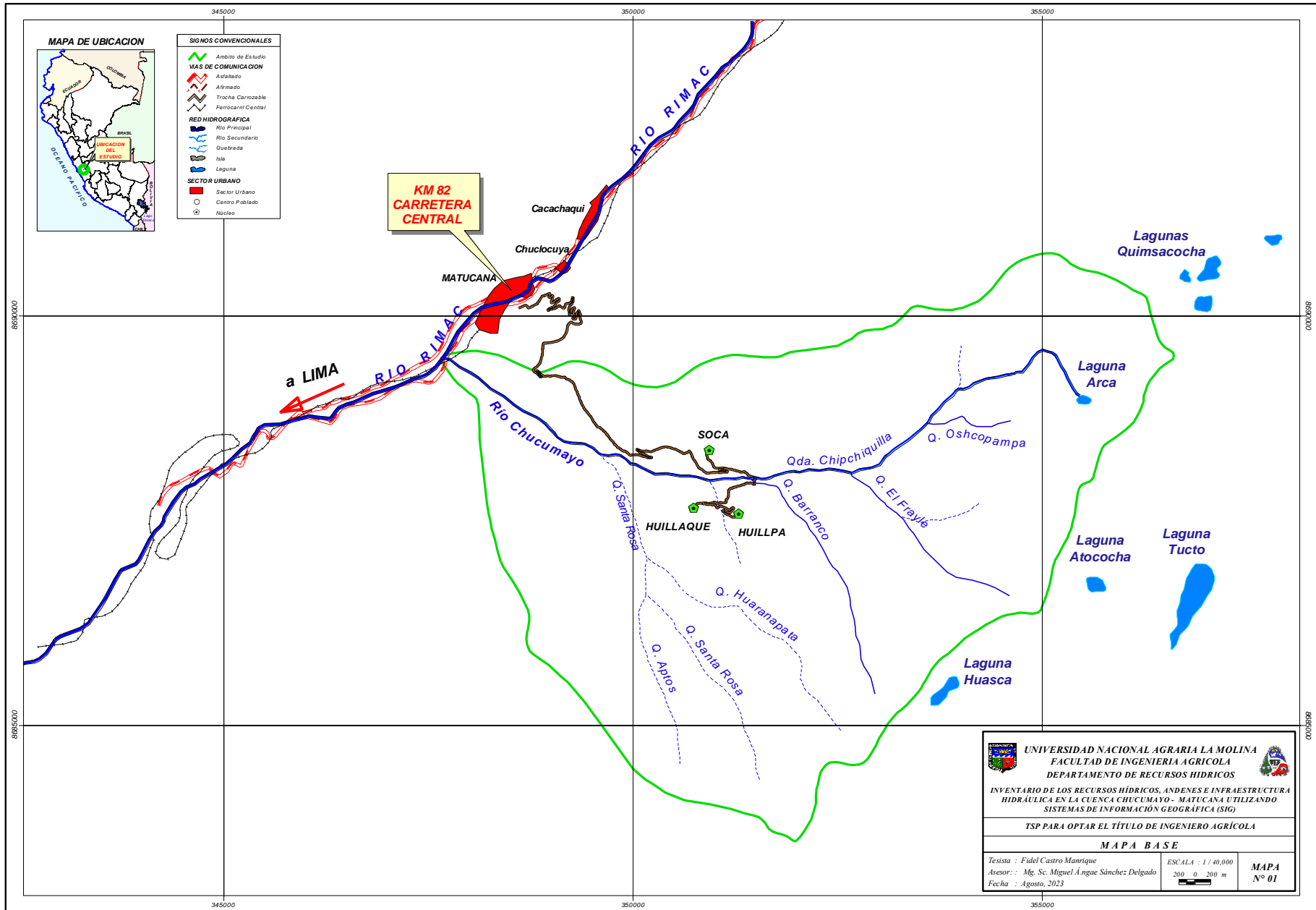


Figura 14: Mapa Base



Figura 15: Imagen Satelital

Fuente : Google Earth (07.23.2023), alt. Ojo 27.46 km

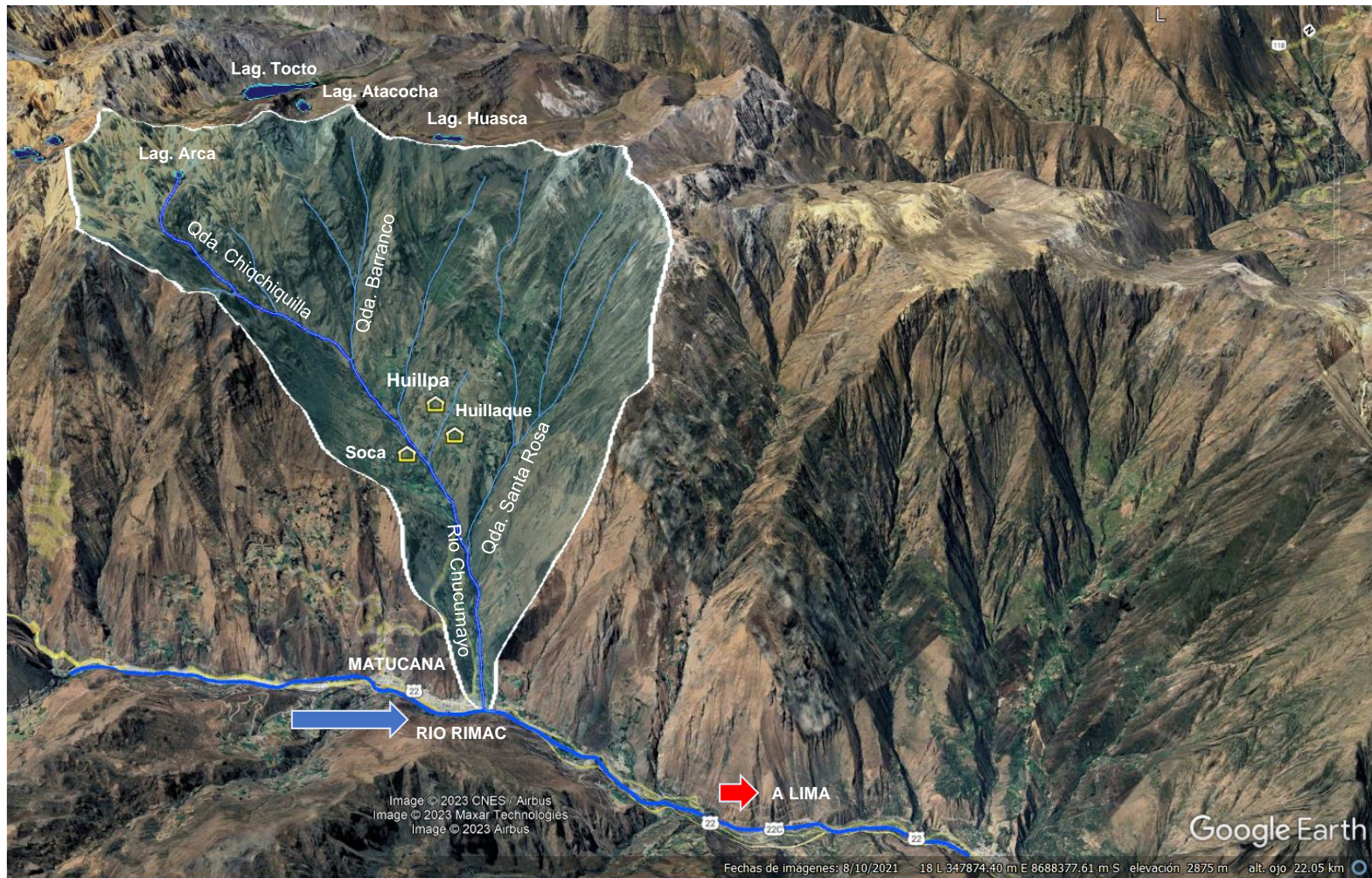


Figura 16: Imagen Satelital 3D

Fuente : Google Earth (08.10.2021), alt. Ojo 22.05 km

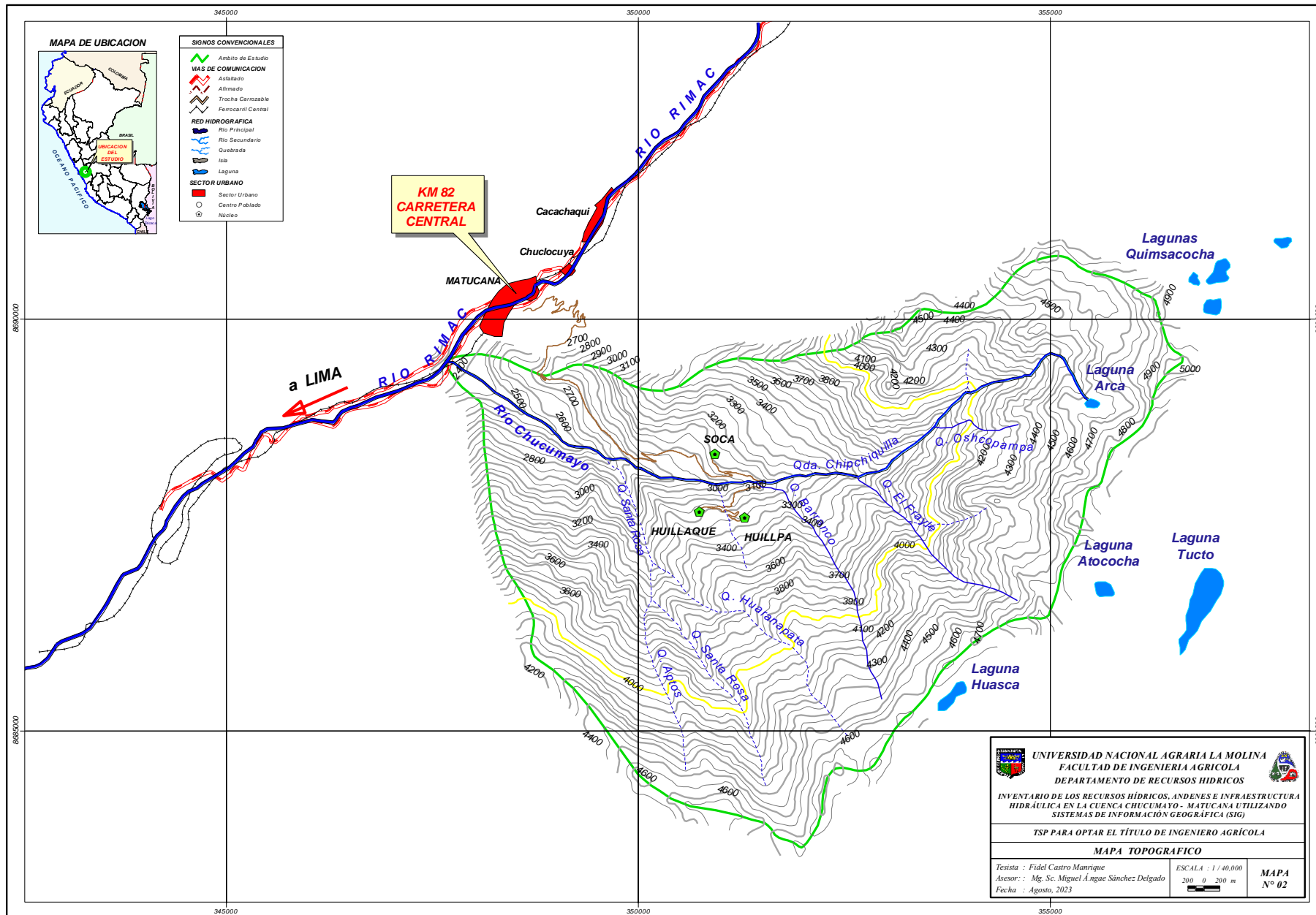


Figura 17: Mapa Topográfico

3.1.3. Características de la cuenca hidrográfica

Recursos hídricos

Los recursos hídricos superficiales de una determinada región provienen directa o indirectamente de la precipitación pluvial caída en su cuenca de alimentación que da lugar a ríos, lagunas, lagos y manantiales.

Una cuenca es una superficie territorial delimitada por la línea de divisoria de aguas que permite el flujo de agua hacia un colector principal el cual tiene una sola salida

Desde el punto de vista hidrológico, el área de estudio está ubicada dentro de la cuenca del Río Rímac, que a su vez pertenece al sistema Hidrográfico vertiente del Océano Pacífico.

La caracterización de este recurso se ha realizado principalmente a nivel de microcuenca, de acuerdo a la clasificación de la ANA (Autoridad Nacional Agua) está considerado como Unidad Hidrográfica.

El eje central de la red hidrográfica del ámbito de estudio es el río Chucumayo, hidrográficamente nace en la Laguna Arca a una altitud aproximadamente de 4,607 msnm; este se forma en la confluencia de los ríos Chipchiquilla y Barranco a una altitud aproximada de 3,080, en su trayectoria tiene varios afluentes, siendo los más importantes por la margen izquierda las quebradas de Fraile (3,407 msnm.) y Tingo (2,684.25 msnm.), cuyos afluentes son las quebradas Huanarca, Santa Rosa y Aptos, por la margen derecha no tiene afluentes importantes.

Geomorfología de la microcuenca

Se caracterizaron los parámetros geomorfológicos de la microcuenca del río Chucumayo como el: área, perímetro, longitud mayor del cauce principal, coeficiente de compacidad, factor de forma, grado de ramificación y densidad de drenaje, altitud media y pendiente media, para lo cual se utilizó la información de las cartas del Instituto Geográfico Nacional, complementada con las imágenes de satélite.

A continuación, se presentan los principales parámetros que determinan la geomorfología la geomorfología de la microcuenca Chucumayo.

a. Parámetros de forma

Área : 35.06 km²,

Perímetro : 26.43 km

Longitud : 9.16 km.

Ancho promedio : 3.83 km.

Pendiente media : 24.60%.

Coefficiente de compacidad : 1.25

Factor de forma : 0.42

b. Parámetros de Relieve

Rectángulo Equivalente : 9.54 km y 3.67 km

Relieve del Cauce Principal

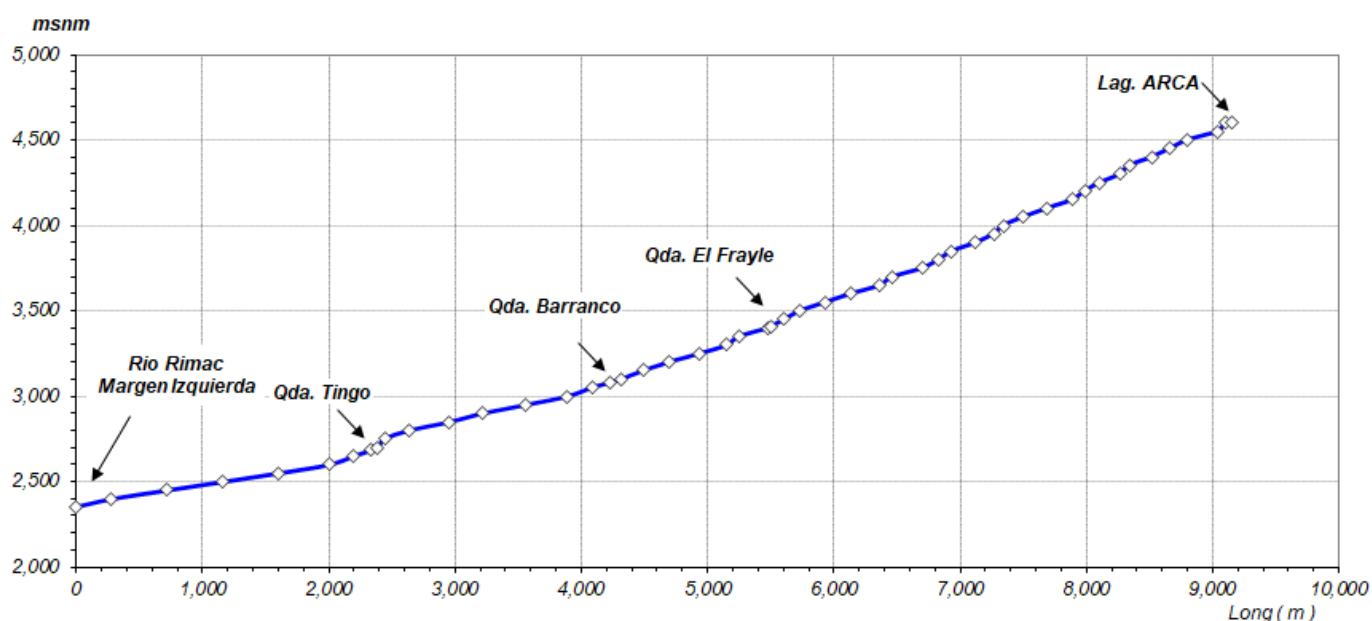


Figura 18: Perfil longitudinal del río Chucumayo

Relieve de la cuenca

El relieve de la cuenca se representa mediante la curva hipsométrica y puede ser cuantificado con parámetros que relacionan la altitud con la superficie de la cuenca. Los

principales son el rectángulo equivalente, la altitud media de la cuenca y la pendiente media de la cuenca.

La altitud media de la microcuenca Chucumayo es de **3,250 msnm**

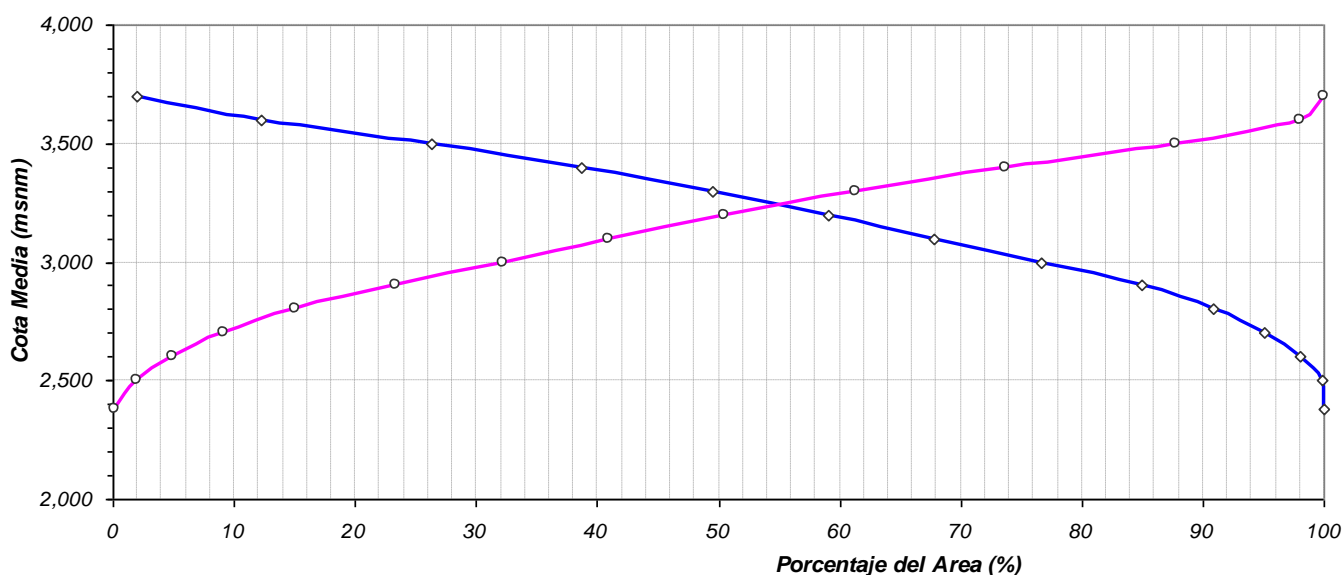


Figura 19: Curva hipsométrica y altitud media - Microcuenca Chucumayo

c. Parámetro de Drenaje

Orden de ríos : 3

Frecuencia de los ríos : 17.11%

Coefficiente de Torrencialidad ; 0.29 ríos/km²

Pendiente Media del Río (Ic) : 24.60%.

Tabla 9: Parámetros geomorfológicos de la microcuenca del río Chucumayo

Microcuenca	Área (km ²)	Perim. (km)	Coeficiente de compacidad	Factor de forma	Longitud de cauce (km)	Pendiente media de cauce (%)	Altitud media (msnm)	Rectángulo equivalente	
								Lado mayor (km)	Lado menor (km)
Chucumayo	35.06	26.43	1.25	0.42	9.16	24.60	3,250	9.54	3.67

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1. Materiales

- Materiales de Escritorio y papelería
- Materiales de Dibujo
- Plano de la CC Barrio Bajo Matucana Escala 1:5000
- Cartas nacionales digitales (24-K)
- Imágenes del Google Earth
- Libretas de campo
- Wincha
- GPS
- Cronometro
- Calculadora

3.2.2. Equipos de cómputo y Softwares

- Laptop Corel I7
- Impresora a color
- Impresora a B/Nsdfhjkln }
- Software Arcview ver. 3.3
- Software Arcmap
- Software Google Earth
- Software Autocad
- Software Google Earth

3.3. METODOLOGIA

La metodología empleada para el desarrollo del diagnóstico, se basó en las pautas de la guía para el Diagnóstico Global Participativo (DGP) y la guía del Inventario y Planeamiento de los Recursos Hídricos en Microcuencas (IPRH), estas guías fueron herramientas básicas para el desarrollo de los talleres y para el desarrollo del trabajo de campo en la identificación de las principales fuentes de agua, el inventario de la infraestructura Hidráulica y el inventario de Andenes, todo ello sustentado en la moderna tecnología del Sistema de Información Geográfica (SIG) y el procesamiento de Imágenes Satelitales (Teledetección),

alimentada con bibliografía convencional existente del área en estudio, como es la información cartográfica del Instituto Geográfico Nacional (IGN), los cuales se procesaron a diferentes escalas, según sea el caso.

Así mismo, se implementó una base de datos general con capacidad de procesar y administrar el universo de información, permitiendo obtener resultados de estratos individuales e interrelacionados.

El estudio se desarrolló mediante las siguientes etapas:

a. Recopilación de información bibliográfica, estadística, cartográfica y digital de la zona

Se recopiló y evaluó los estudios existentes, la información estadística, cartográfica e imágenes satélites, así como también información complementaria de los recursos naturales y datos socioeconómicos.

b. Acondicionamiento y codificación de la información

El acondicionamiento y codificación de la información cartográfica, fue efectuada a una escala de trabajo de 1/12,500 (Mapa Base) en el sistema de coordenadas UTM, Datum WGS84, Zona 18 sur, bajo el control de calidad geográfica y cartográfica del IGN, el que nos permitió obtener el Mapa Base.

c. Análisis de la información preliminar, interpretación de imágenes de satélite y planificación del trabajo de campo.

A través de la imagen de satélite, macroscopicamente, se ubicó espacialmente las principales fuentes de agua (Lagunas), también se identificó y ubico la infraestructura hidráulica existente (captaciones, canales y reservorios); así mismo, se ubicó las zonas con andenes

d. Desarrollo de Taller I

Se realizó un taller participativo con la asistencia de beneficiarios de los 3 anexos, actores del sistema, ubicados dentro de la microcuenca, con el fin de sensibilizarlos e informarles los alcances y objetivos del estudio, involucrándolos al presente diagnóstico

Con el apoyo del Mapa Base, los integrantes de cada anexo ubicaron, en forma espacial las fuentes de agua, la infraestructura hidráulica y la ubicación de los andenes, así mismo se alimentó la información socioeconómica obtenida en la recopilación de información en gabinete.

Se planificó y coordinó con los responsables de cada anexo para el desarrollo del trabajo de campo, definiéndose las rutas, puntos de muestreo, la fecha y hora de la visita, en sus respectivos anexos.

e. Reconocimiento y levantamiento de información de campo

Basados en la información recopilada en gabinete, la interpretación de las imágenes satélites, el mapa base, complementada con la información obtenida en el Taller I y con el apoyo de guías del lugar, se procedió a la realización el trabajo de campo, ubicando in situ la variable a evaluar, una vez ubicado se procedió a su caracterización.

En el campo, se ubicó puntos importantes y con el GPS se tomó los datos espaciales de los mismos, en el sistema de coordenadas UTM, Datum WGS84, Zona 18 Sur, para actualizar los datos y realizar los ajustes correspondientes, así mismo se realizó el muestreo de campo, tomándose muestras de agua y suelos para su respectivo análisis.

f. Sistematización y automatización

La sistematización consta básicamente del diseño de la base de datos y el acondicionamiento cartográfico de la información generada en la fase anterior para su ingreso e implementación del Sistema de Información Geográfica (SIG) a una escala de 1/12,500, lo que nos permite el manejo de grandes volúmenes de información, con fines de facilitar el análisis espacial y sectorial del territorio y así obtener los productos a diferentes escalas.

g. Desarrollo de Taller II

Culminado el diagnóstico se llevó a cabo un taller con cada anexo (4 talleres), con la finalidad de describirles las potencialidades y limitaciones de la aptitud productiva de su territorio y con la participación directa de los beneficiarios, se les orientó en la priorización de las obras que le puedan generar mayores beneficios económicos.

IV. RESULTADOS

El trabajo de campo, para el inventario de fuentes de agua, infraestructura hidráulica y andenes se realizó entre los meses de mayo y junio del 2011.

4.1. INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA

El recurso hídrico de la microcuenca Chucumayo tienen un régimen de descargas irregulares y tormentosas; las lluvias se inician en el mes de noviembre y finaliza en el mes de abril.

El río Chucumayo es el principal colector y conductor natural del recurso hídrico superficial, dentro de la microcuenca, nace en la laguna Arca a una altitud de 4,606 msnm; se inicia con la quebrada Chipchiquilla, recolectando a su paso aguas de las quebradas Ocshapampa y El Frayle (aguas provenientes de las filtraciones de las lagunas Tucto y Atacocha, de la cuenca de Lurín); a 4,222 m de su nacimiento en su margen izquierda, recibe aguas de la quebrada Barranco a una altitud de 3,080 msnm (aguas provenientes de las filtraciones de las lagunas Tucto y Atacocha), desde este punto, aguas abajo, toma el nombre de río Chucumayo, recibiendo en su recorrido aguas de la quebrada Tingo, tributario principal.

En toda la microcuenca se encontró 12 manantiales, 6 son permanentes y 6 temporales los cuales se pueden apreciar en la tabla 10.

4.1.1 Anexo Huillaque

Se identificó 6 manantes de los cuales 4 son permanentes y 2 son temporales, por la topografía y la fisiografía del anexo de Huillaque, se puede deducir que la fuente principal de los manantes permanentes son las filtraciones de las partes altas (límite de cuenca del río Lurín), y los manantes temporales provienen de las filtraciones de las precipitaciones estacionales.

4.1.2 Anexo Huillpa

Se identificó un manante, el cual es permanente; por la topografía y la fisiografía del Anexo

de Huillpa, se puede deducir que la fuente principal de este manante son las filtraciones de la Laguna Huasca y las filtraciones de las precipitaciones estacionales.

4.1.3 Anexo Marachanca

Se identificó 3 manantes, uno permanentes y 2 temporales, por la topografía y la fisiografía del anexo de Marachanca, por la topografía y la geomorfología del lugar se puede deducir que la fuente principal del manante permanente son las filtraciones de las lagunas Tocto y Atococha pertenecientes a la cuenca del río Lurín, y los manantes temporales provienen de las filtraciones de las precipitaciones estacionales.

4.1.4 Anexo Soca

Se identificó 2 manantes permanentes; por la topografía y la fisiografía del Anexo Soca, se puede deducir que la fuente principal de estos son las filtraciones de las precipitaciones estacionales y del drenaje de los canales de riego de las partes altas que bordean al anexo.

La tabla 10 muestra Resumen del Inventario de fuentes de agua de la microcuenca Chucumayo

Tabla 10: Resumen del Inventario de Fuentes de Agua

Anexo	Nombre	Code	Tipo	Q (l/s)	Coor_X	Coor_Y	Altitud
Huillaque	Aptos 01	M-101	Permanente	15.0	350,987	8,686,202	3,823
Huillaque	Aptos 02	M-102	Permanente	25.0	350,892	8,686,236	3,812
Huillaque	Quiskapuquio	M-103	Temporal	3.1	351,257	8,686,601	3,639
Huillaque	Tingo	M-104	Temporal	2.5	350,789	8,687,299	3,327
Huillaque	Huanarca 02	M-105	Permanente	3.0	351,514	8,687,005	3,447
Huillaque	Huanarca 02	M-106	Permanente	9.0	351,493	8,687,128	3,420
Huillpa	Santa Rosa	M-201	Permanente	3.0	352,125	8,685,793	3,966
Marachanca	Manante 301	M-301	Temporal		354,323	8,689,147	3,867
Marachanca	Ocshapampa	M-302	Permanente	7.0	354,644	8,689,048	3,805
Marachanca	Manante 303	M-303	Temporal	1.5	353,497	8,688,579	3,440
Soca	Soca	M-401	Temporal	5.0	351,836	8,688,734	3,117
Soca	Matara	M-402	Temporal	2.5	351,544	8,688,474	2,958
Total				76.6			

Al momento de realizar el inventario de Fuentes de Agua en la microcuenca Chucumayo, se tuvo una oferta hídrica total de 76.6 l/s

La figura 17 muestra el esquema hidrográfico de la microcuenca Chucumayo

La figura 18 se presenta el mapa Inventario de Fuentes de Agua identificadas en la microcuenca Chucumayo

La figura 19 se observa en imagen de satelital, la ubicación espacial de las fuentes de agua identificadas en la microcuenca Chucumayo



Figura 20: Esquema Hidrográfico

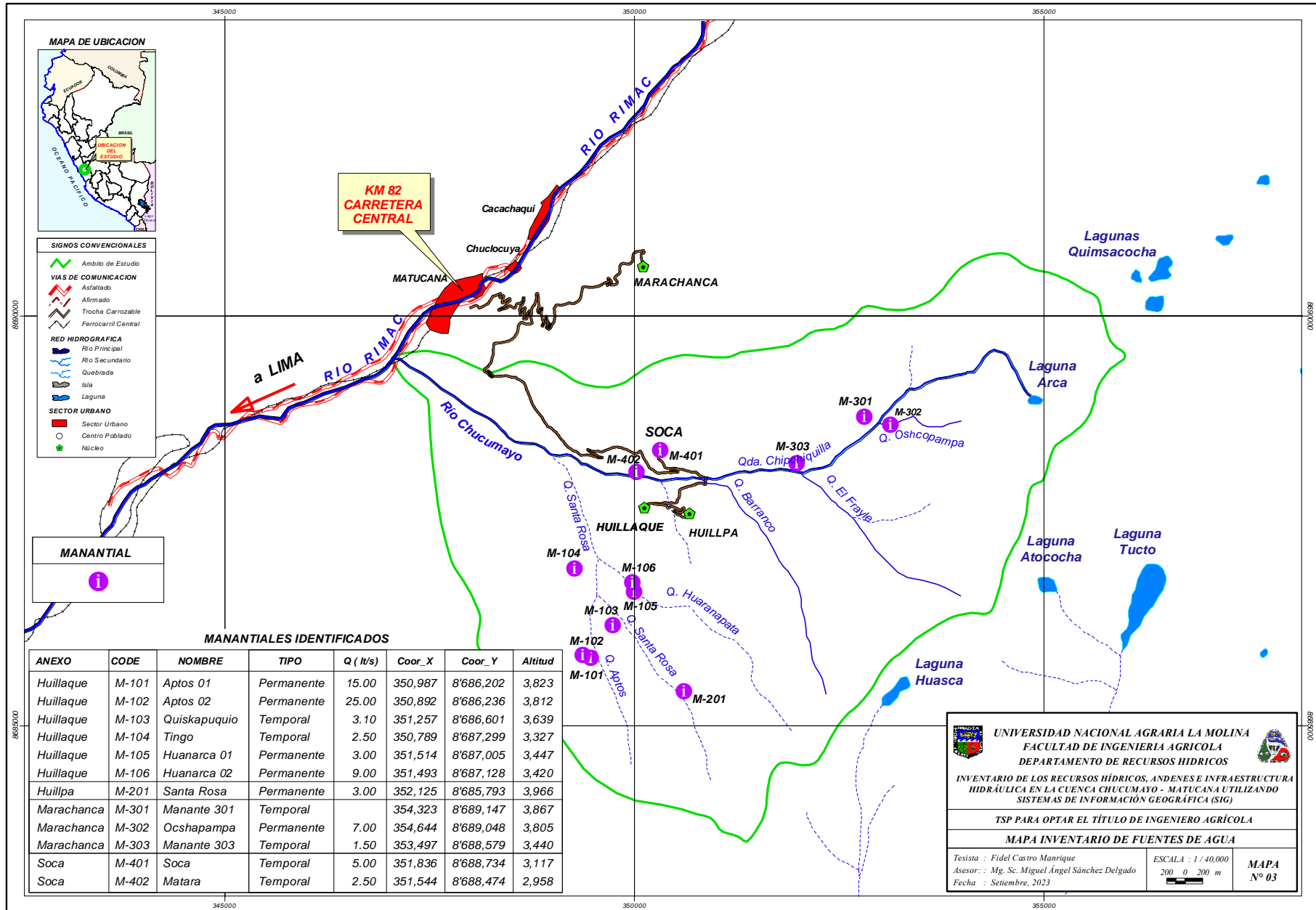


Figura 21: Mapa Inventario de Fuentes de Agua

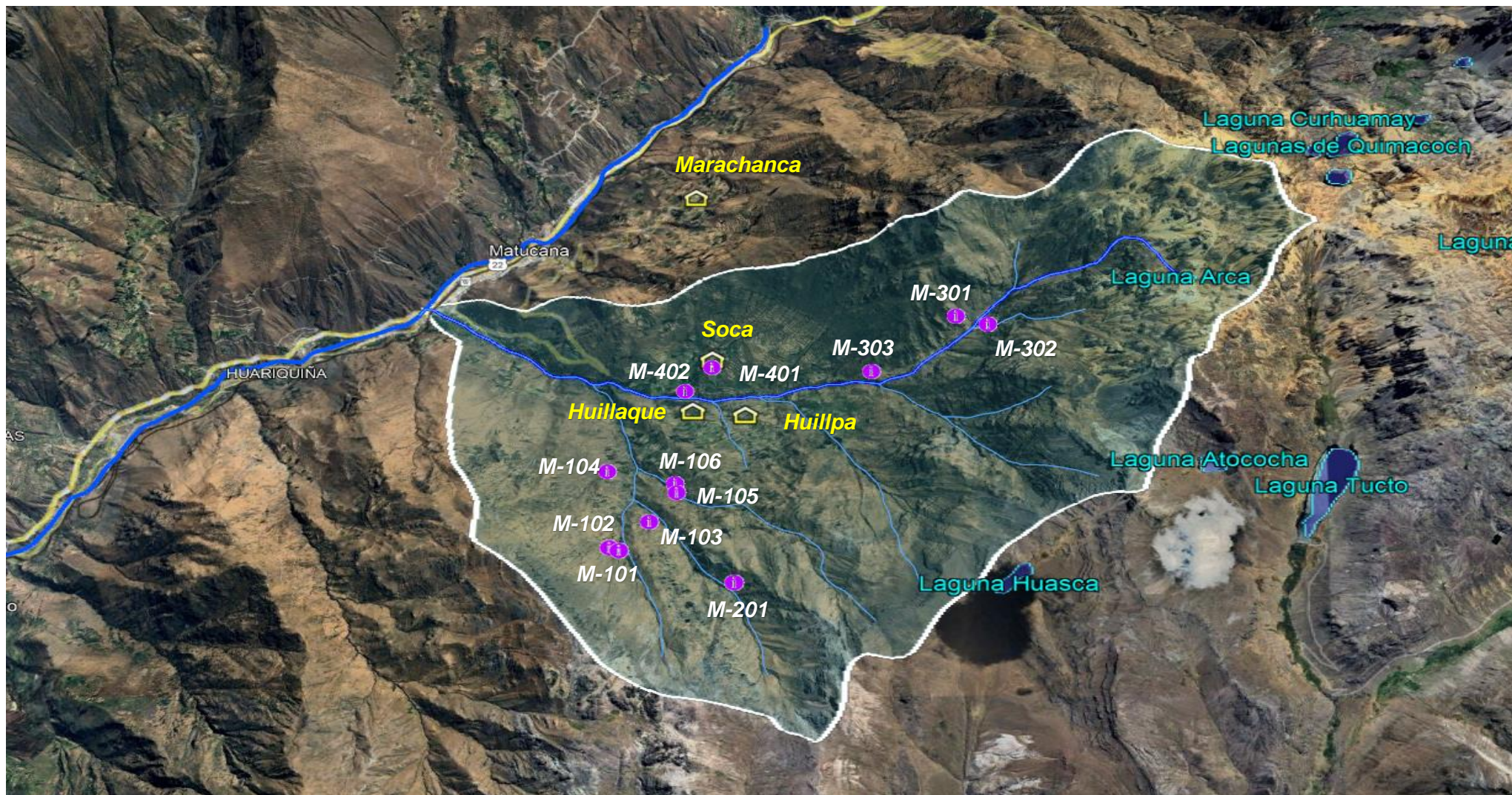


Figura 22: Imagen Satelital del Inventario de fuentes de Agua

4.2. CALIDAD DE AGUA

Del resultado del análisis de agua, se puede observar que en el ámbito de estudio no hay mucha variación, en promedio la CE es de 0.34 mmhos/cm, el pH es 7.01, la suma de cationes es de 3.31, la suma de aniones es de 3.44, la reacción a la absorción de sodio (SAR) es 0.43 y el contenido de Boro es de 0.72 ppm.

Para la clasificación de salinidad/sodicidad, las aguas se pueden clasificar de la siguiente manera, por su CE corresponden a salinidad baja y media (C1 y C2, respectivamente), y por su SAR corresponde a sodicidad baja (S1), por lo que el agua del ámbito de estudio es de salinidad baja a media y baja en sodio o poco sódica (C2-S1), lo que significa que es un agua buena para el riego de cultivos con mediana tolerancia a las sales.

La tabla 11 se presenta la ubicación geográfica y el lugar donde se tomó las muestras agua para conocer la calidad de agua de la microcuenca Chucumayo.

Tabla 11: Resumen del Muestras de las Agua

Sector	Orden	Código	Lugar	Coor_X	Coor_Y	Altitud
HUILLAQUE	101	002767	Qda Aptos	351,040	8,686,151	3,853
	102	002770	Reservorio Antahuaca	350,037	8,688,413	2,885
	103	002773	Ayacaya (Qda. Sta Rosa)	351,288	8,686,721	3,572
	104	002776	Boca Huqui (Qda. Huanarapata)	351,510	8,687,026	3,451
	105	002774	Manantial 254	351,220	8,687,754	3,210
HUILLPA	201	002768	Qda. Barranco	353,234	8,687,388	3,634
	202	002769	Qda. Huaranapata	352,527	8,686,479	3,942
	203	002771	Qda. Santa Rosa	352,133	8,685,658	4,003
MARACANCHA	301	002772	Qda. Chipchiquilla - Corral	354,102	8,688,789	3,625
SOCA	401	002766	Soca (Cerca al local Comunal)	351,884	8,688,655	3,128
	402	002775	Captación Matara	351,801	8,688,377	3,004
	403	002777	Reservorio Matara	351,159	8,688,627	2,998

La tabla 12, muestra el resultado del análisis de agua, realizadas a los 12 puntos de muestreo realizados en cada uno de los 4 Anexos de la microcuenca Chucumayo.

La figura 20 se presenta el mapa Calidad de Agua de la microcuenca Chucumayo, se muestra la ubicación de las muestras de agua tomadas para el respectivo análisis.

La figura 21 se observa en imagen de satelital de la microcuenca Chucumayo, con la ubicación espacial de las muestras de agua tomadas para su análisis.

Tabla 12: Resultados del Análisis de Agua

Nº LABORATORIO	002766	002767	002768	002769	002770	002771	002772	002773	002774	002775	002776	002777
Nº DE CAMPO	SOCA F.M. 24/05/11	Q° Aptas (502)	Barranco (Huillpa)	Q° Huarap. (005)	Reserv. Atahuaca	Q° Santa Rosa (930)	Q° Chipchiq. - Corral	Ayacaya (Huillaque)	Manant. 254	Bocat. M-03	Boca Huqui 417	P 1 - Reservorio Matara
CE dS/m	0.46	0.13	0.27	0.14	0.22	0.19	0.37	0.25	0.72	0.44	0.27	0.67
pH	7.26	6.93	7.78	6.10	7.55	7.48	5.97	6.64	6.77	6.56	8.07	7.95
Calcio meq/l	2.95	1.00	1.55	1.10	1.48	1.38	2.80	1.66	4.60	2.75	1.75	4.35
Magnesio meq/l	0.48	0.14	0.34	0.18	0.28	0.21	0.37	0.53	0.92	0.56	0.52	0.92
Sodio meq/l	0.96	0.17	0.48	0.13	0.22	0.15	0.39	0.25	1.35	1.00	0.24	1.30
Potasio meq/l	0.05	0.00	0.04	0.01	0.01	0.00	0.03	0.01	0.03	0.04	0.01	0.04
SUMA DE CATIONES	4.44	1.31	2.41	1.41	1.99	1.74	3.58	2.44	6.90	4.35	2.51	6.61
Cloruro meq/l	1.18	0.12	0.39	0.12	0.19	0.18	0.39	0.17	1.63	1.02	0.26	1.28
Sulfato meq/l	2.08	0.11	0.11	0.07	0.20	0.13	3.37	0.11	2.67	0.75	0.15	2.58
Bicarbonato meq/l	1.37	1.04	2.07	1.28	1.65	1.54	0.09	2.35	3.09	2.47	2.08	3.00
Nitratos meq/l	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
Carbonatos meq/l	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SUMA DE ANIONES	4.63	1.27	2.57	1.47	2.05	1.85	3.85	2.63	7.40	4.24	2.49	6.86
SAR	0.73	0.22	0.49	0.16	0.23	0.17	0.31	0.24	0.81	0.78	0.22	0.80
CLASIFICACION	C2-S1	C1-S1	C2-S1	C1-S1	C1-S1	C1-S1	C2-S1	C2-S1	C2-S1	C2-S1	C2-S1	C2-S1
Boro ppm	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.69	0.22	0.00	0.72

Fuente : Laboratorio de Agua, Suelos y Medio Ambiente y Fertirriego (Lasmaf). Facultad de Ingeniería Agrícola UNA La Molina

El resultado final de la calidad de agua indica que estas son aptas para la agricultura.

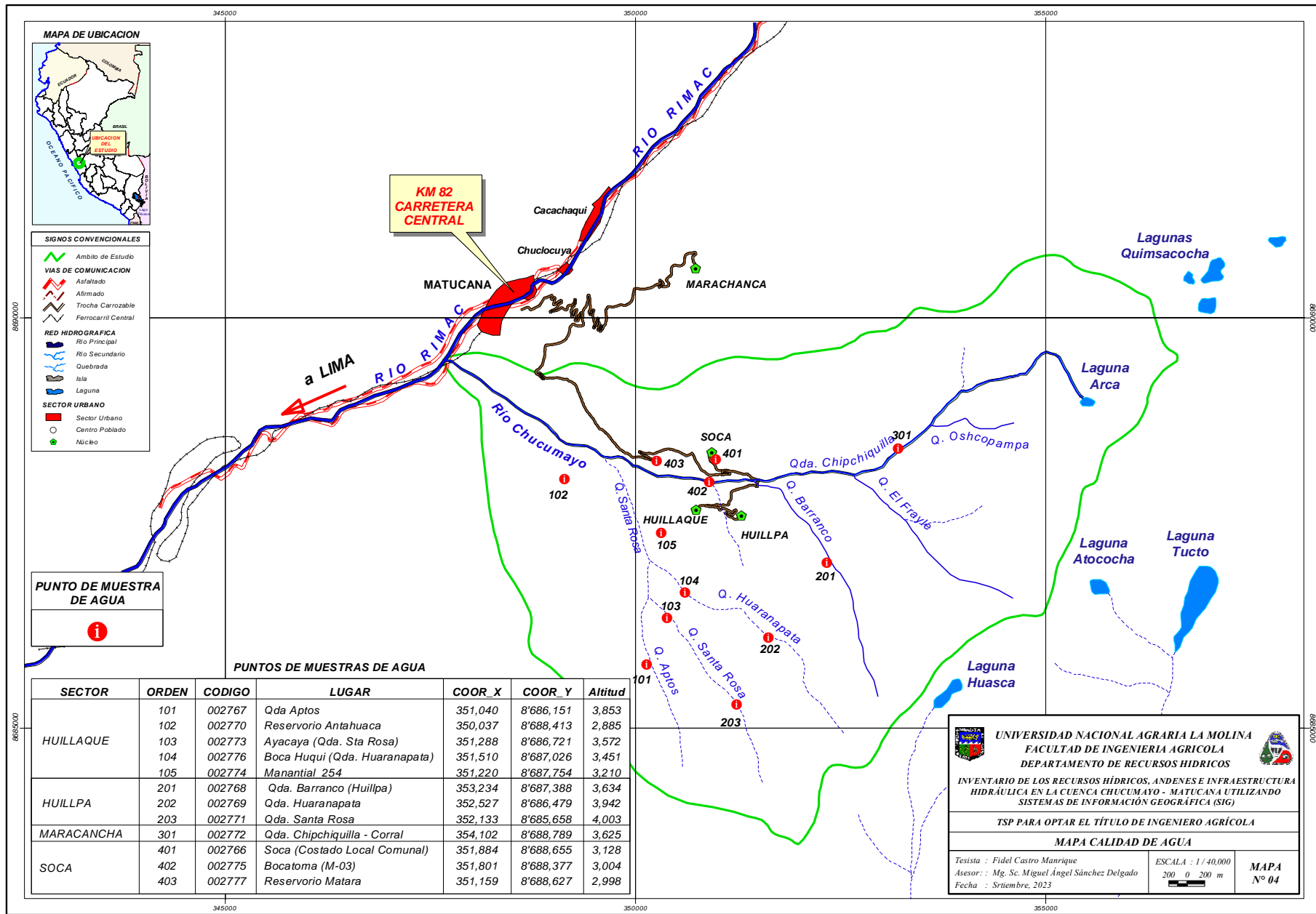


Figura 23: Mapa Calidad de Agua

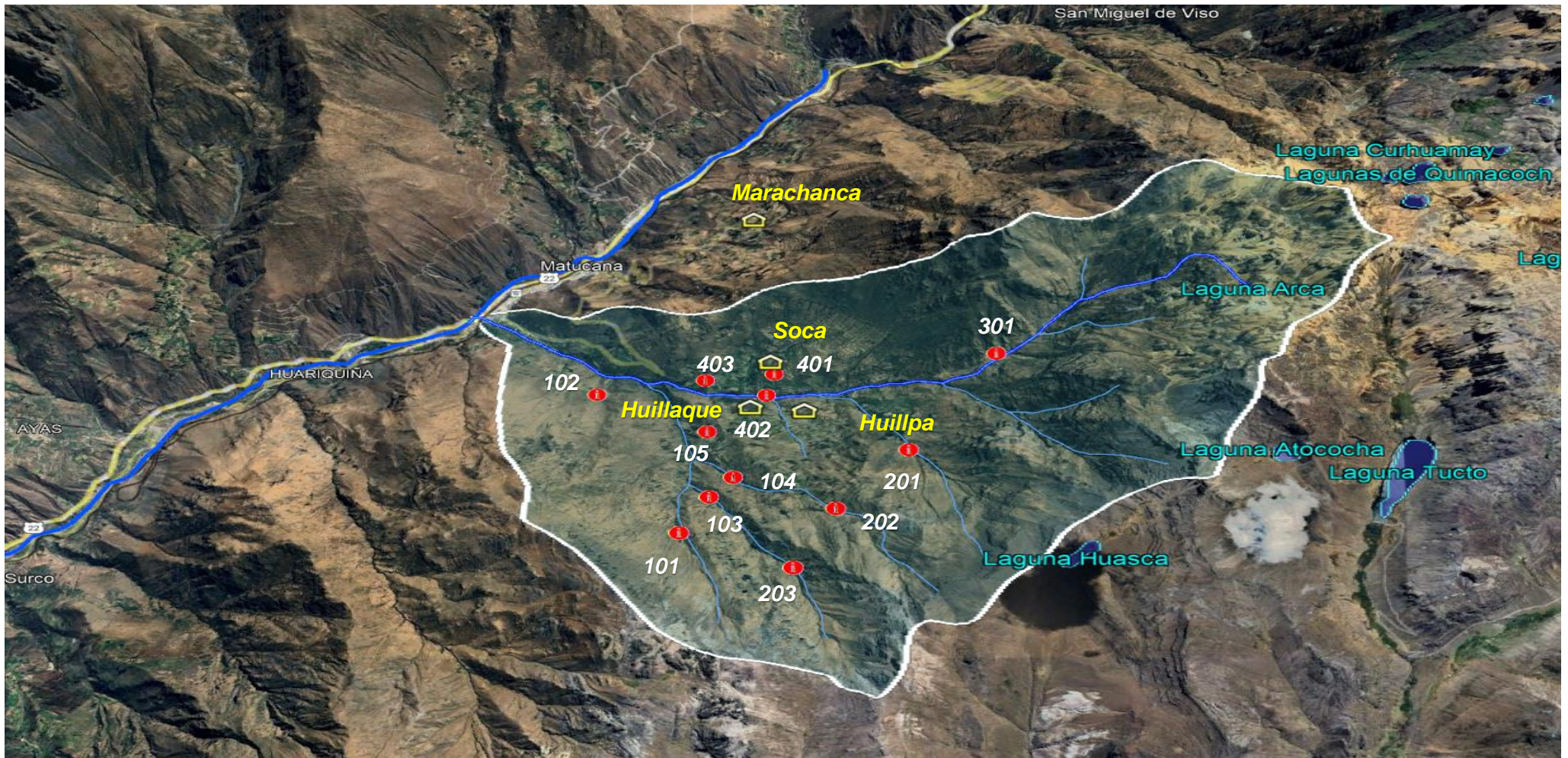


Figura 24: Imagen Satelital de las muestras de Agua

4.3. INVENTARIO DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA

El inventario la infraestructura hidráulica es un instrumento de gestión que contribuye en asegurar la eficiente prestación del Servicio de Suministro o Servicio de Monitoreo y Gestión, así como la sostenibilidad del sector hidráulico a cargo del Operador de la Infraestructura Hidráulica (PSI, 2012).

El inventario la infraestructura hidráulica permitirá al Operador lograr los siguientes propósitos :

- a.** Facilitar la identificación y ubicación de los distintos componentes de la infraestructura hidráulica, mediante una codificación y caracterización únicas para toda persona que necesite dicha información.
- b.** Servir como referencia para establecer la ubicación de los predios y poder realizar el registro de los usuarios en el Registro Administrativo de Derechos de Uso de Agua (RADA).
- c.** Servir como fuente de información básica y detallada a partir de la cual se puede planificar y programar la operación, el mantenimiento, y el desarrollo de la infraestructura hidráulica.
- d.** Conocer las características, limitaciones, así como las potencialidades (de mejoramiento) de las infraestructuras hidráulicas para fines de operación del sistema de riego.
- e.** Facilitar el seguimiento sobre el estado de conservación de las obras de infraestructura y elaborar un programa de conservación de las mismas.

Son pocas las Juntas de Usuarios que tienen el inventario de su infraestructura hidráulica, y ya hay algunas que están en proceso de hacerlo (PSI, 2012).

4.3.1 Captaciones

En la microcuenca Chucumayo se encontró 20 captaciones y 15 reservorios como a continuación se muestran.

La Tabla 12, muestra la ubicación geográfica de las captaciones identificadas en la microcuenca Chucumayo.

Tabla 13: Inventario de Captaciones

Anexo	Code	Captación	Fuente	Q (l/s)	Coor_X	Coor_Y	Altitud
Huillaque	C-101	Quiskapuquio	Qda.		351,287	8,686,724	3,571
Huillaque	C-102	Huillaque	Qda.	8	351,509	8,687,031	3,848
Huillaque	C-103	Antahuaca	Qda.	11	351,038	8,687,362	3,218
Huillaque	C-104	Aptos 01	Qda.		351,039	8,686,153	3,850
Huillaque	C-105	De Puquial	Manan.	15	350,987	8,686,202	3,822
Huillaque	C-106	Aptos 02	Qda.	24	351,001	8,686,273	3,789
Huillaque	C-107	de Puquial	Qda.	17	350,892	8,686,236	3,813
Huillaque	C-108	de Puquial	Manan.	5	350,896	8,686,247	3,806
Huillpa	C-201	Huaylla 01	Qda.	29	353,733	8,686,849	4,003
Huillpa	C-202	Huaylla 02	Qda.	27	353,669	8,686,824	3,989
Huillpa	C-203	Barranca M. D.	Qda.	12	353,235	8,687,498	3,571
Huillpa	C-204	Barranca	Qda.	24	353,233	8,687,394	3,632
Huillpa	C-205	Ancamayo	Qda.	31	352,791	8,688,036	3,334
Huillpa	C-206	Huaranapata	Qda.	20	352,526	8,686,476	3,942
Marachanca	C-301	Marachanca	Qda.	45	354,101	8,688,788	3,630
Soca	C-401	Chacaita	Qda.	24	353,056	8,688,487	3,289
Soca	C-402	Huillatana	Qda.	34	352,731	8,688,458	3,217
Soca	C-403	Matara	Qda.	11	351,798	8,688,376	3,003
Soca	C-404	Churuncancha	Qda.	18	350,463	8,688,669	2,747
Soca	C-405	Huillay	Qda.	24	349,622	8,689,153	2,540

4.3.2 Reservorios

En la microcuenca Chucumayo se encontró 15 reservorios, la Tabla 13, muestra la ubicación geográfica sus características geométricas y el estado de los reservorios en la microcuenca Chucumayo.

Tabla 14: Inventario de Reservorios

Anexo	Code	Reservorio	Material	Forma	Base	A	L	H	Vol. m ³	Estado	Coor_X	Coor_Y	Altitud
Huillaque	R-101	Huillaque	Concreto-Tierra	Irregular	A = 492.6			1.90	936	Malo	351,336	8,687,414	3,360
Huillaque	R-102	Antahuaca	Mamposteria	Rectangular		7.5	20	2.80	420	Regular	350,037	8,688,413	2,885
Huillaque	R-103	Aptos	Concreto	Rectangular		7.0	15	3.00	315	Bueno	350,985	8,686,242	3,802
Huillpa	R-201	Barranco	Piedra	Rectangular		8.0	11	2.40	202	Malo	352,888	8,687,634	3,569
Huillpa	R-202	Huillpa	Mamposteria	Irregular	A = 146			2.00	292	Malo	353,203	8,688,041	3,442
Huillpa	R-203	Casacorral	Mamposteria	Irregular	A = 49			2.20	108	Malo	351,844	8,686,607	3,719
Huillpa	R-204	Huanarca	Concreto	Circulo	$\phi = 20$			2.20	691	Bueno	352,079	8,687,066	3,686
Marachanca	R-301	Gemelas 01	Tierra	Irregular	A = 390			2.40	936	Regular	351,580	8,689,651	3,483
Marachanca	R-302	Gemelas 02	Tierra	Irregular	A = 301			2.40	723	Regular	351,547	8,689,655	3,480
Marachanca	R-303	Marachanca	Tierra	Irregular	A = 400			3.50	1,400	Regular	351,624	8,691,060	3,068
Marachanca	R-304	Marachanca Baja	Concreto	Rectangular		4.0	12	2.00	96	Bueno	351,022	8,691,395	2,754
Soca	R-401	Chacaya	Concreto	Rectangular		6.0	18	2.20	238	Bueno	352,806	8,688,505	3,243
Soca	R-402	Matara	Concreto	Rectangular		13.0	22	2.10	601	Bueno	351,162	8,688,639	2,923
Soca	R-403	Huillay	Concreto	Rectangular		5.0	12	1.90	114	Bueno	349,516	8,689,222	2,635
Soca	R-404	Churuncancha	Concreto	Rectangular		8.5	16	3.20	435	Bueno	349,961	8,689,272	2,536

4.3.3 Canales

En la microcuenca Chucumayo, respecto al material de construcción, se ha observado diversos tipos como de concreto, de concreto revestido, de mampostería de piedra, de tierra y tubería.

A continuación se muestran los esquemas hidráulicos por Anexo :

Anexo Huillaque

Tabla 15: Canal Huillaque

Progresiva		Tramo (m)	Tipo de Canal
0 + 000	0 + 081	81	Canal de Concreto Revestido
0 + 081	0 + 667	586	Mampostería de piedra
0 + 667	1 + 134	467	Canal de Concreto Revestido
1 + 134	1 + 482	348	Canal de Concreto Revestido
1 + 482	1 + 938	456	Canal de Tierra
1 + 938	2 + 089	151	Canal de Tierra

Tabla 16: Canal Huillaque - Antahuaca

Progresiva		Tramo (m)	Tipo de Canal
0 + 000	0 + 280	280	Mampostería de piedra
0 + 280	0 + 319	39	Tubería de 12"
0 + 319	0 + 373	55	Mampostería de piedra
0 + 373	0 + 425	51	Tubería de 12"
0 + 425	0 + 961	536	Mampostería de piedra
0 + 961	1 + 510	549	Canal de Concreto Revestido
1 + 510	1 + 672	162	Canal de Tierra
1 + 672	1 + 768	95	Canal de Tierra
1 + 768	2 + 791	1,024	Canal de Tierra

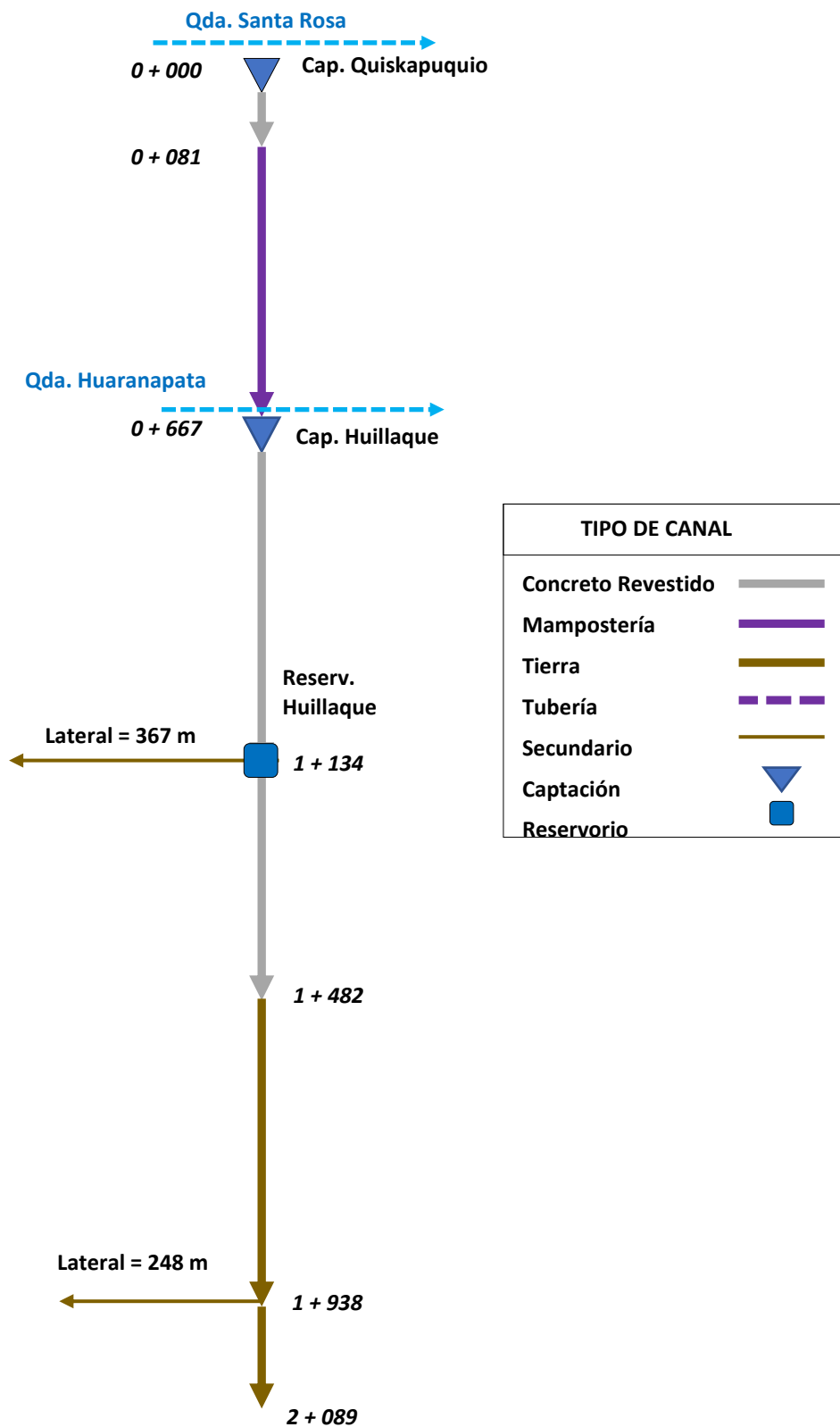


Figura 25: Esquema Hidráulico Huillaque

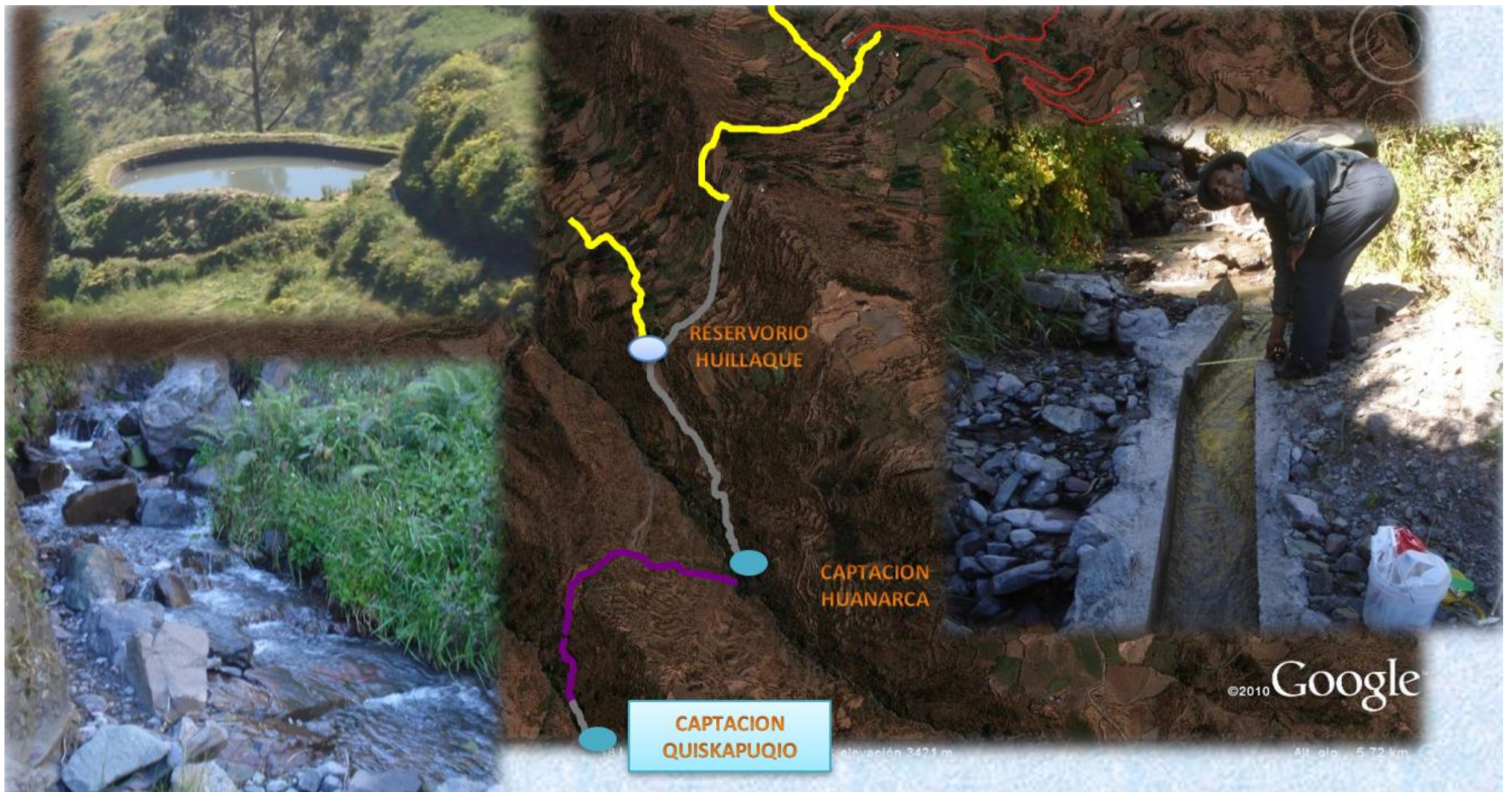


Figura 26: Imagen Satelital - Esquema Hidráulico Huillaque

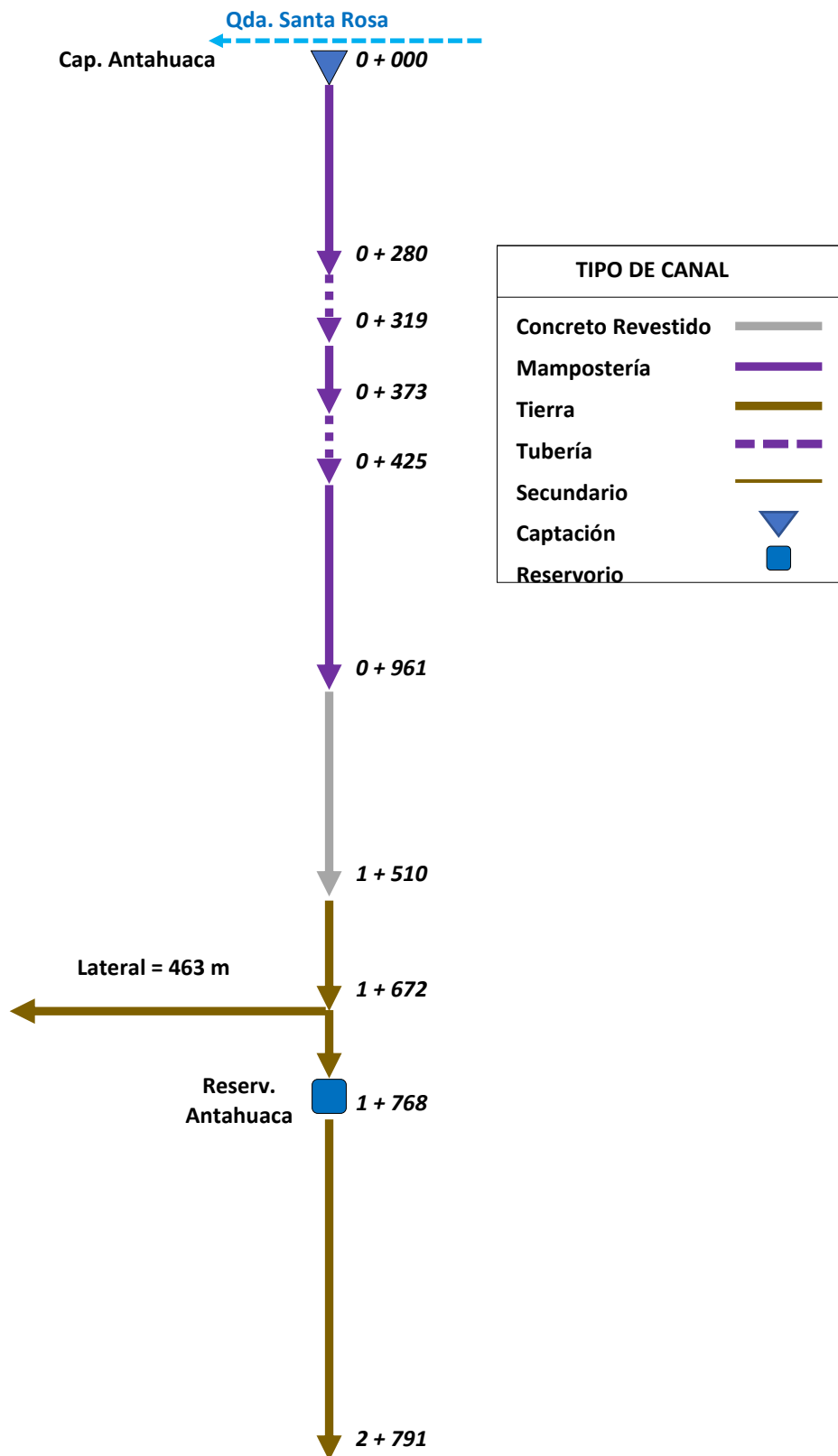


Figura 27: Esquema Hidráulico Huillaque – Antahuaca



Figura 28: Imagen Satelital - Esquema Hidráulico Canal Huillaque - Antahuaca

Tabla 17: Canal Huillaque – Aptos

Progresiva		Tramo (m)	Tipo e Canal
0 + 000	0 + 103	103	Canal de Tierra
0 + 103	0 + 152	49	Canal de Concreto Revestido
0 + 152	0 + 251	100	Canal de Concreto Revestido
0 + 251	0 + 263	12	Canal de Concreto Revestido
0 + 263	1 + 719	1,456	Canal de Concreto Revestido

Tabla 18: Longitud total en el Sector Huillaque, por tipo de canal

TIPO DE CANAL	Longitud (m)
Canal de Tierra	1,992
Mampostería de Piedra	1,457
Revestido con Concreto	3,061
Tubería de 12"	90
TOTAL	6,600

Anexo Huillpa**Tabla 19: Canal Huillpa 1**

Progresiva		Tramo (m)	Tipo de Canal
0 + 000	0 + 952	952	Canal de Tierra
0 + 000	0 + 674	674	Canal de Tierra
0 + 000	0 + 539	539	Mampostería de piedra
0 + 539	0 + 588	49	Tubería de 12"
0 + 588	1 + 055	467	Revestido con concreto

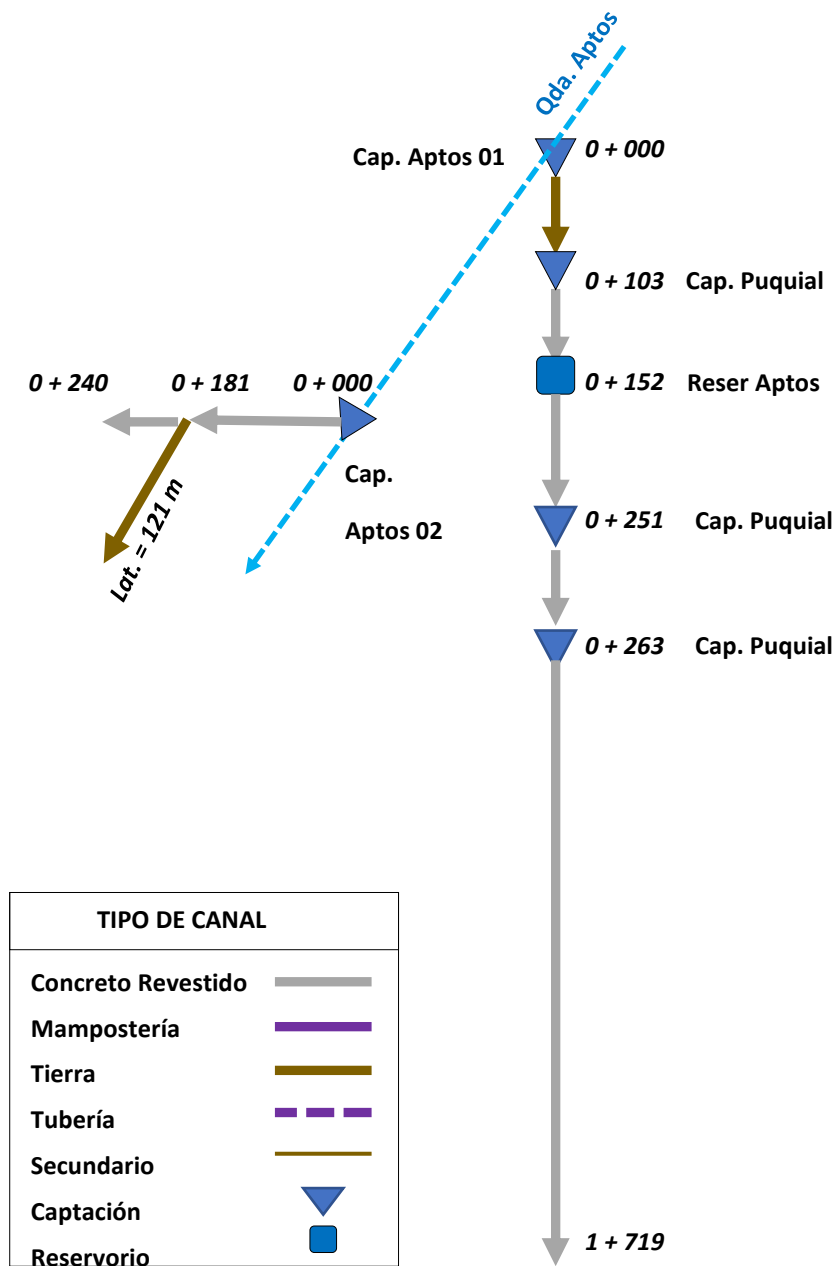


Figura 29: Esquema Hidráulico Aptos

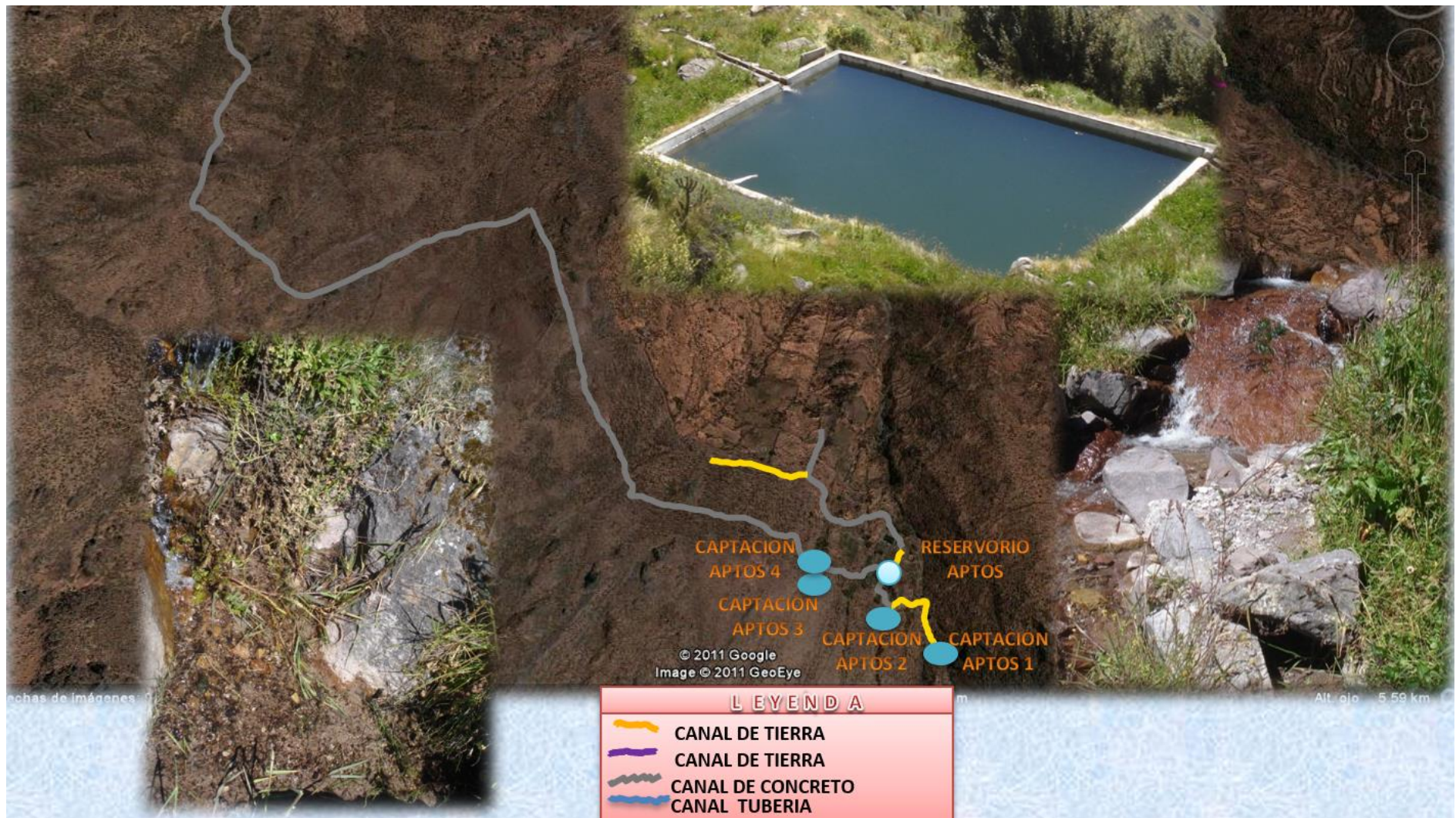
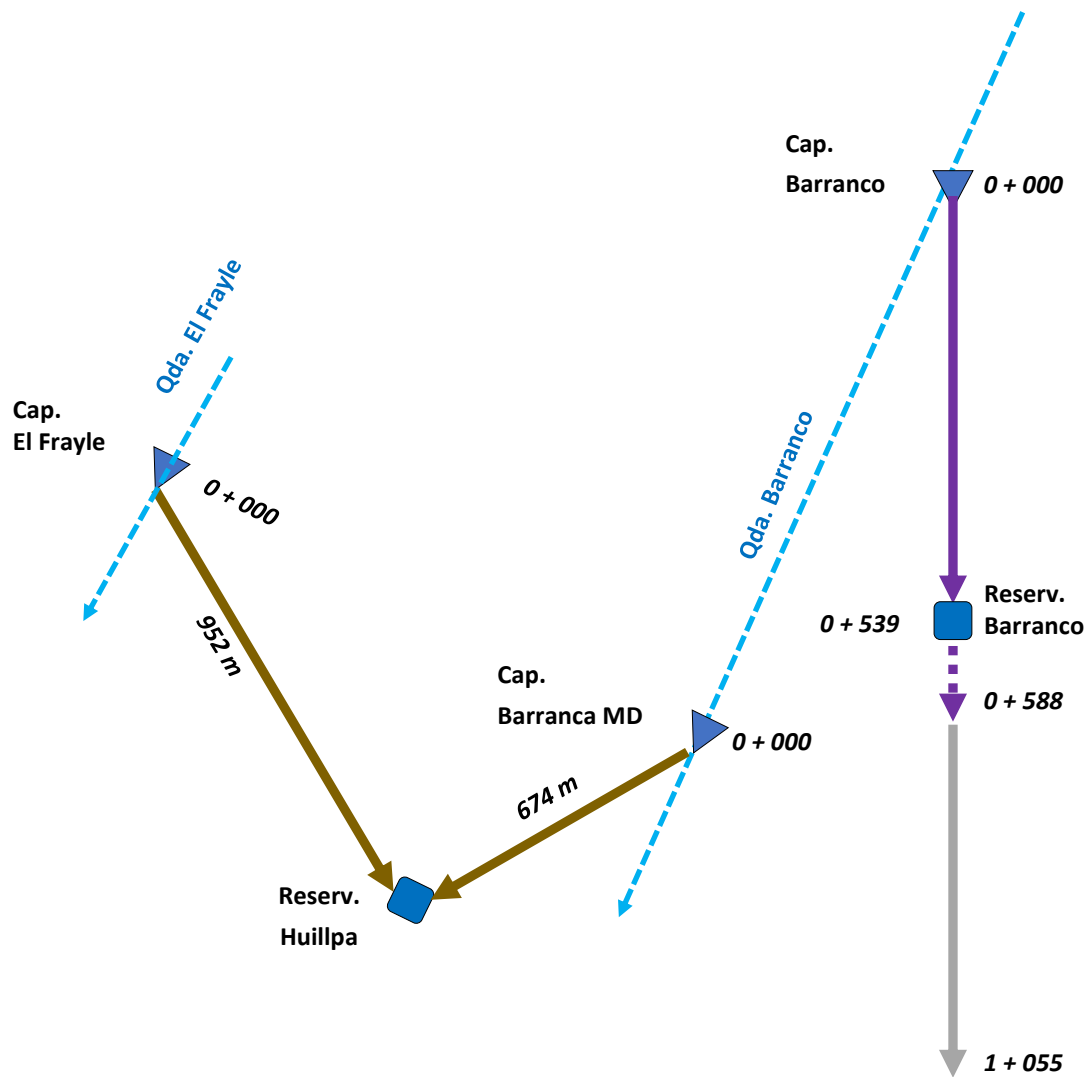


Figura 30: Imagen Satelital - Esquema Hidráulico Anexo Huillaque - Aptos



TIPO DE CANAL	
Concreto Revestido	
Mampostería	
Tierra	
Tubería	
Secundario	
Captación	
Reservorio	

Figura 31: Esquema Hidráulico Huillpa 1



Figura 32: Imagen Satelital - Esquema Hidráulico Anexo Huillpa 1

Tabla 20: Canal Huillpa 2

Progresiva		Tramo (m)	Tipo de Canal
0 + 000	0 + 076	76	Revestido con concreto
0 + 076	0 + 813	737	Revestido con concreto
0 + 813	0 + 876	63	Tubería de 12", enterrado
0 + 876	1 + 593	717	Revestido con concreto
1 + 593	1 + 850	257	Canal de Tierra
1 + 850	1 + 955	105	Revestido con concreto
1 + 955	3 + 183	1,228	Canal de Tierra
0 + 000	0 + 187	148	Revestido con concreto
0 + 187	0 + 337	150	Canal de Tierra
0 + 337	0 + 510	173	Canal de Tierra
0 + 510	0 + 821	311	Canal de Tierra
0 + 821	1 + 043	222	Revestido con concreto

Tabla 21: Longitud total en el Sector Huillpa, por tipo de canal

TIPO DE CANAL	Longitud (m)
Canal de Tierra	4,187
Mampostería de Piedra	539
Revestido con Concreto	2,760
Tubería de 12"	112
TOTAL	7,599

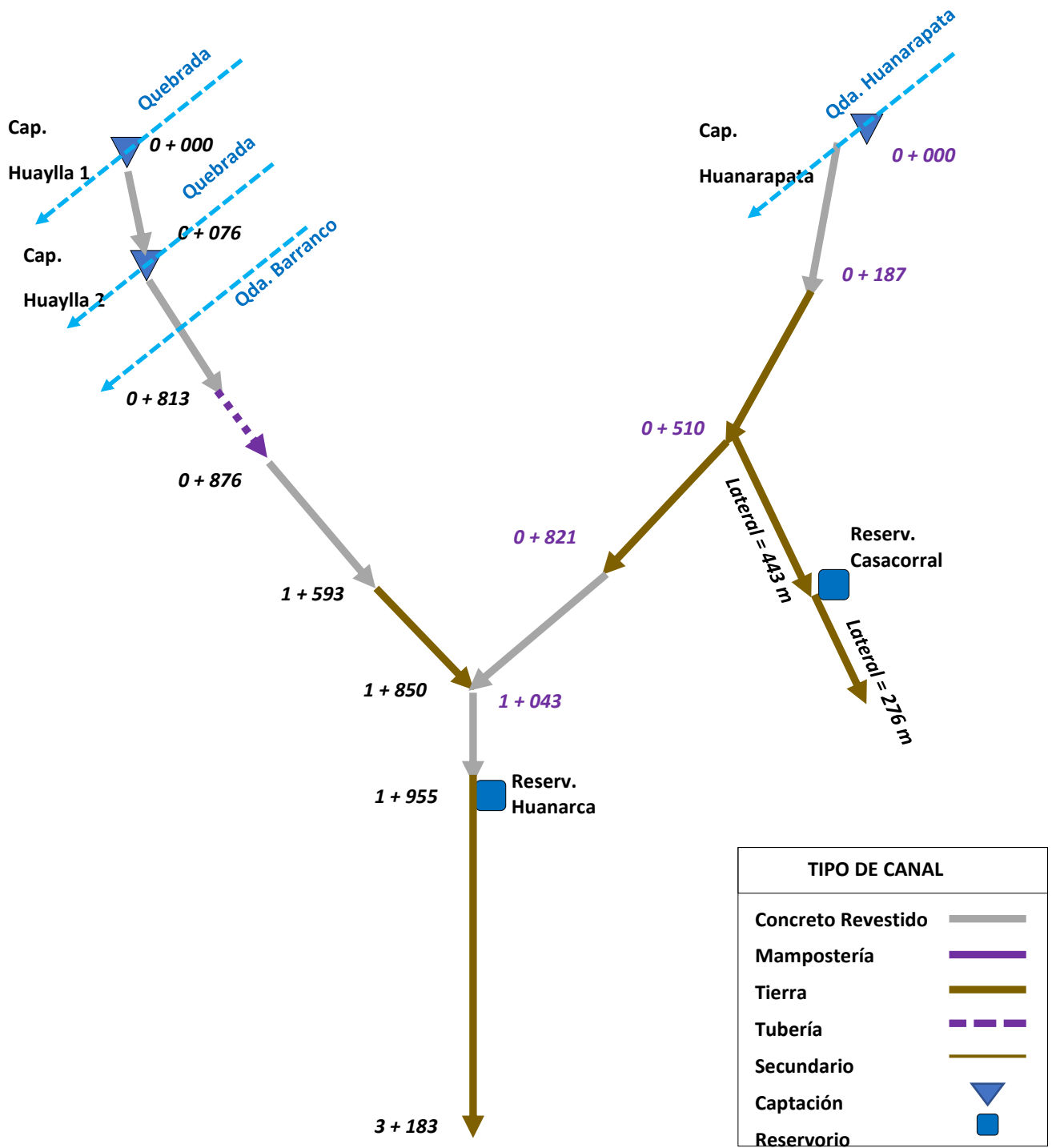


Figura 33: Esquema Hidráulico Huillpa 2



Figura 34: Imagen Satelital - Esquema Hidráulico Anexo Huillpa 2

Anexo Marachanca

Tabla 22: Canal Marachanca

Progresiva		Tramo (m)	Tipo De Canal
0 + 000	0 + 620	620	Mampostería de Piedra
0 + 620	1 + 889	1,269	Canal de Tierra
1 + 889	2 + 388	499	Mampostería de Piedra
2 + 388	2 + 444	57	Revestido con concreto
2 + 444	3 + 003	559	Canal de Tierra
3 + 003	3 + 125	122	Mampostería de Piedra
3 + 125	3 + 153	29	Mampostería de Piedra
3 + 153	3 + 209	56	Mampostería de Piedra
3 + 209	3 + 231	22	Mampostería de Piedra
3 + 231	3 + 676	444	Mampostería de Piedra
3 + 676	4 + 075	400	Canal de Tierra
4 + 075	4 + 406	331	Canal de Tierra
4 + 406	4 + 505	100	Mampostería de Piedra
4 + 505	4 + 870	365	Revestido con concreto
4 + 870	5 + 023	153	Revestido con concreto
5 + 023	5 + 182	159	Revestido con concreto
5 + 182	5 + 856	674	Canal de Tierra

Tabla 23: Longitud total en el Sector Marachanca, por tipo de canal

TIPO DE CANAL	Longitud (m)
Canal de Tierra	3,232
Mampostería de Piedra	1,890
Revestido con Concreto	734
TOTAL	5,856

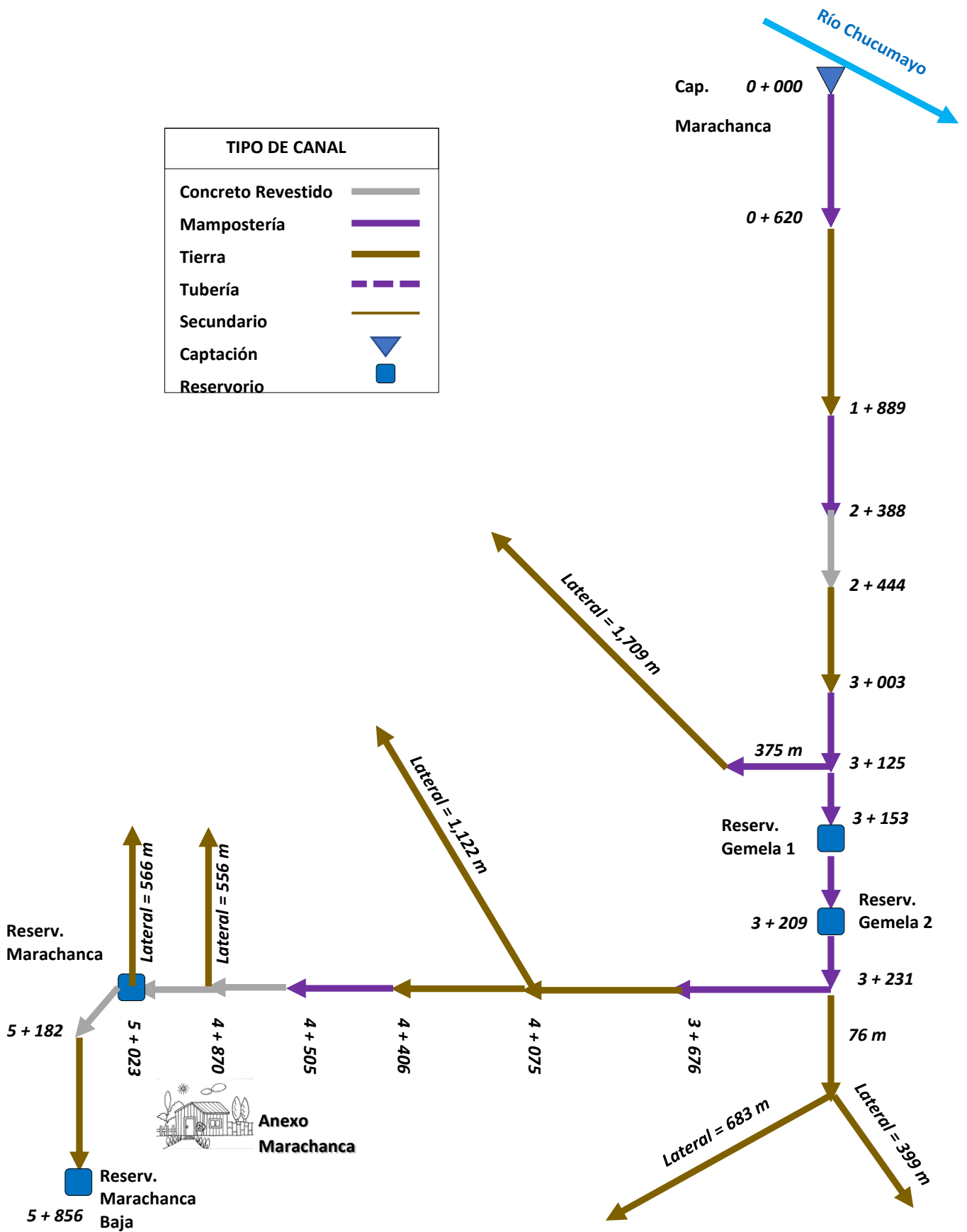


Figura 35: Esquema Hidráulico Marachanca



Figura 36: Imagen Satelital - Esquema Hidráulico Anexo Marachanca

Anexo Soca

Tabla 24: Canal Soca

Progresiva		Tramo (m)	Tipo De Canal
0 + 000	0 + 078	78	Canal de concreto
0 + 078	0 + 203	125	Canal de Tierra
0 + 203	0 + 270	67	Canal de concreto
0 + 270	1 + 713	1,443	Canal de Tierra

Tabla 25: Canal Soca - Huillatana

PROGRESIVA		Tramo (m)	TIPO DE CANAL
0 + 000	0 + 246	246	Revestido con concreto
0 + 246	1 + 082	837	Canal de Tierra
1 + 082	1 + 897	815	Revestido con concreto
1 + 897	3 + 675	1,777	Canal de Tierra

Tabla 26: Canal Soca - Matara

PROGRESIVA		Tramo (m)	TIPO DE CANAL
0 + 000	0 + 180	180	Canal de concreto
0 + 180	0 + 199	20	Tubería de 12", enterrado
0 + 199	0 + 829	630	Canal de concreto
0 + 829	1 + 782	952	Canal de concreto
1 + 782	1 + 830	49	Canal de Tierra
1 + 830	2 + 840	1,009	Canal de concreto

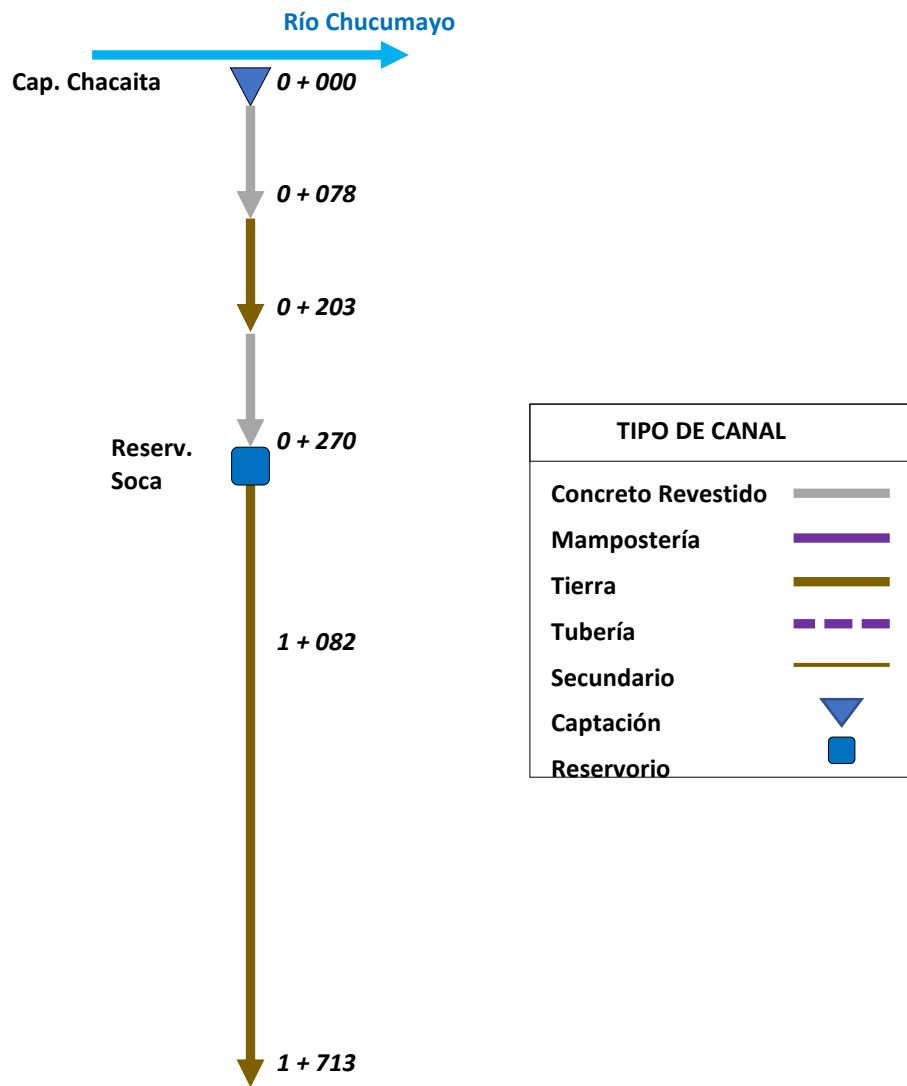


Figura 37: Esquema Hidráulico Soca



Figura 38: Imagen Satelital - Esquema Hidráulico Anexo Soca

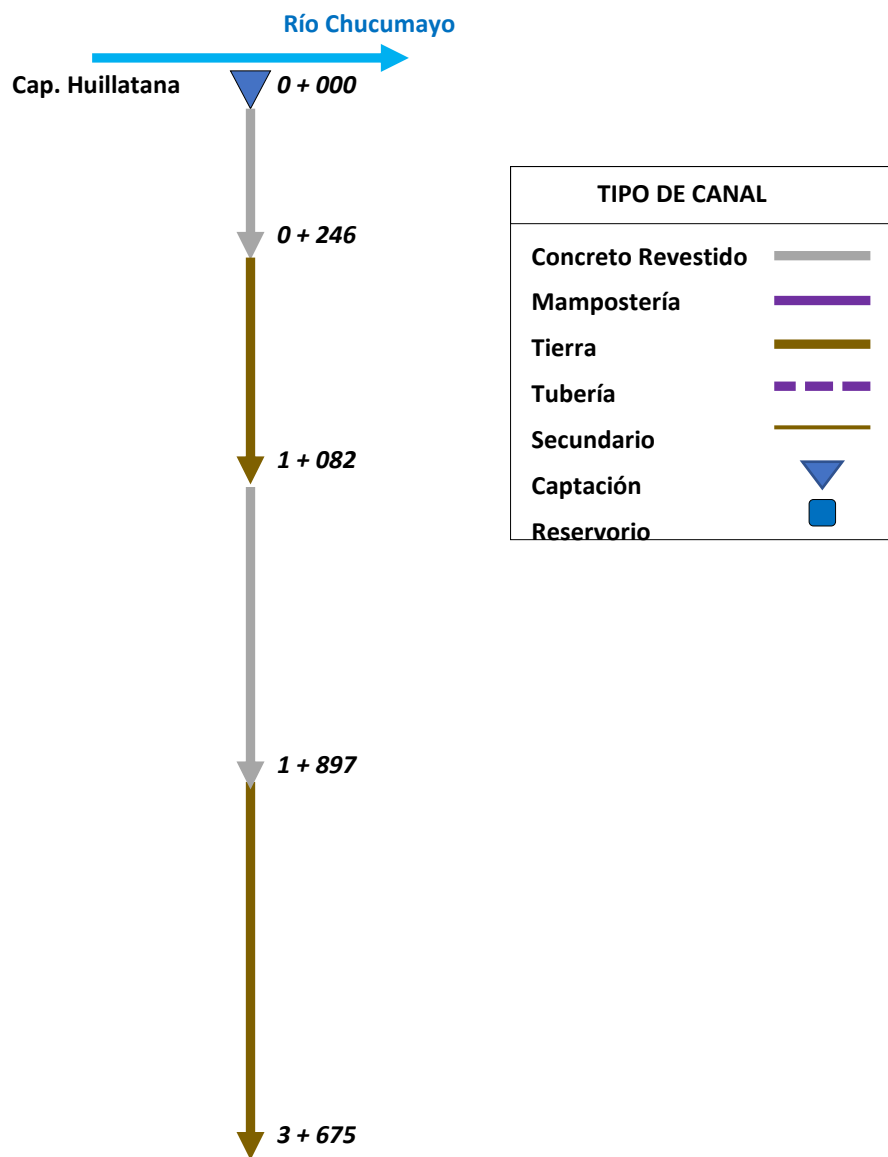


Figura 39: Esquema Hidráulico Soca - Huillatana



Figura 40: Imagen Satelital - Esquema Hidráulico Anexo Soca - Huillatana

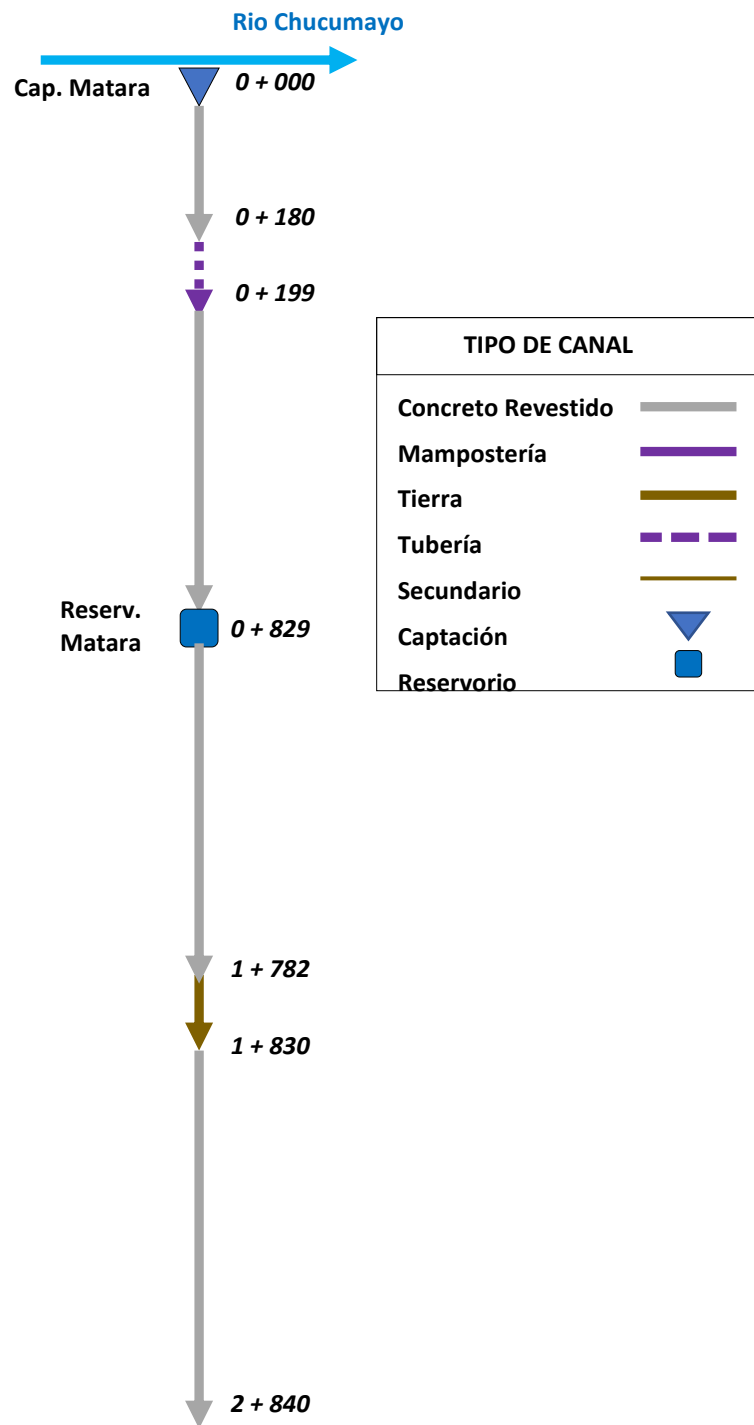


Figura 41: Esquema Hidráulico Soca - Matara



Figura 42: Imagen Satelital - Esquema Hidráulico Anexo Soca - Matara

Tabla 27: Canal Soca - Olivos

PROGRESIVA		Tramo (m)	TIPO DE CANAL
0 + 000	0 + 798	798	Canal de concreto
0 + 798	1 + 567	770	Canal de Tierra
0 + 000	0 + 126	126	Canal de concreto
0 + 126	0 + 487	361	Canal de concreto

Tabla 28: Longitud total en el Sector Soca, por tipo de canal

TIPO DE CANAL	Longitud (m)
Canal de Concreto	4,200
Canal de Tierra	5,001
Revestido con Concreto	1,060
Tubería de 12"	20
TOTAL	10,282

Tabla 29: Longitud total en la microcuenca Chucumayo, por tipo de canal

TIPO DE CANAL	Longitud (m)
Canal de Concreto	4,200
Canal de Tierra	14,412
Mampostería de Piedra	3,886
Revestido con Concreto	7,615
Tubería de 12"	223
TOTAL	30,336

En resumen, en la microcuenca Chucumayo se tiene una longitud total 30.33 km de canal.

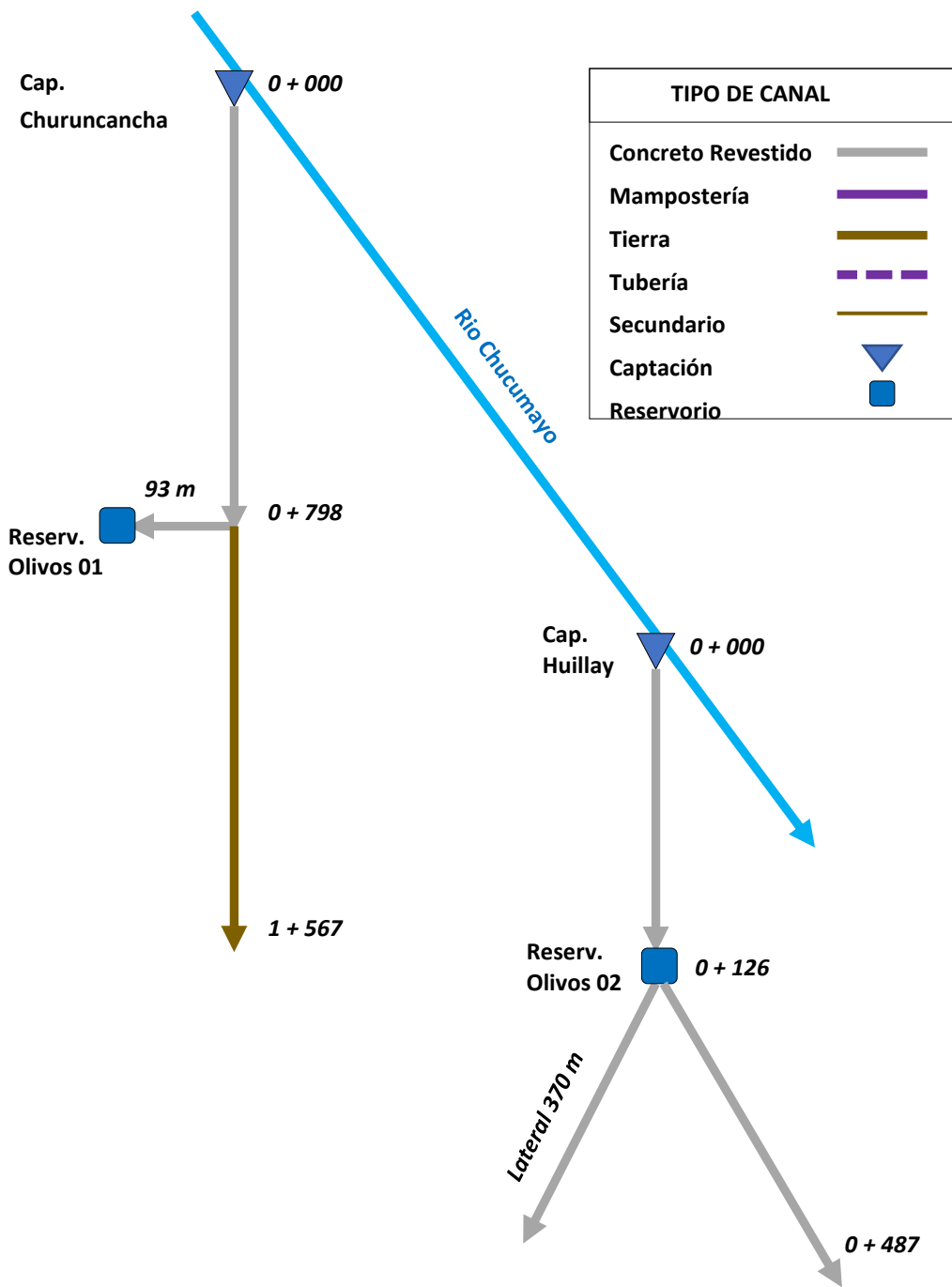


Figura 43: Esquema Hidráulico Soca - Olivos



Figura 44: Imagen Satelital - Esquema Hidráulico Anexo Soca - Olivos

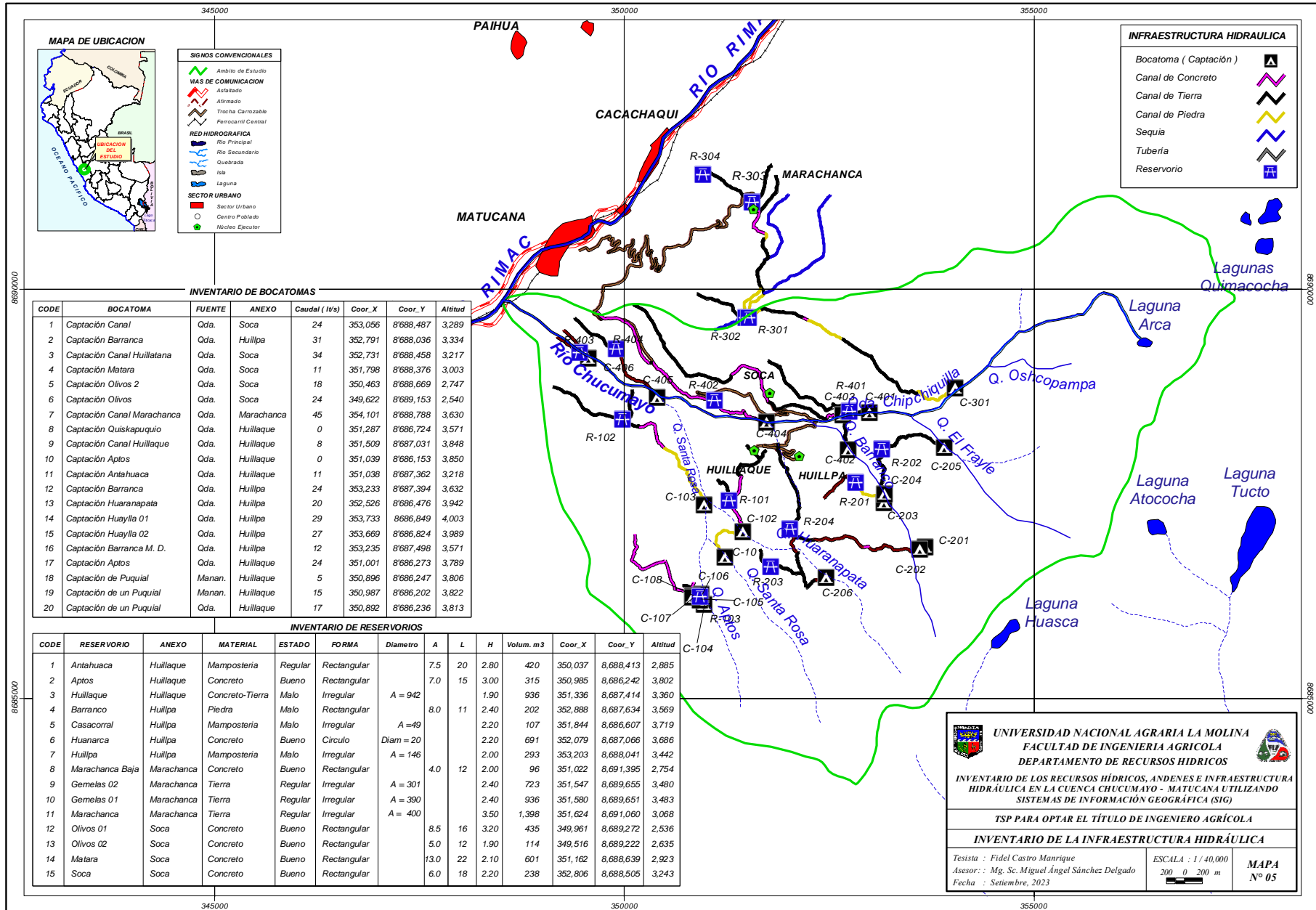


Figura 45: Mapa Inventario de Infraestructura Hidráulica



Figura 46: Imagen Satelital - Esquema Hidráulico Microcuenca Chucumayo

4.4. INVENTARIO Y CARACTERIZACIÓN DE ANDENES

En base la metodología Kendall y la clasificación elaborado por el INRENA, se realizó el inventario y caracterización de andenes desarrollándose la siguiente clasificación :

Tabla 30: Por el Tipo Constructivo

CD_TP	Tipo
1	Plataforma horizontal muro de Piedra (Tipo Inca)
2	Plataforma Mínima inclinación, muro de piedra)
3	Plataforma inclinada, muro de piedra)
4	Plataforma inclinada, muro de tierra)

Tabla 31: Por su Uso

CD_USO	Uso
A	Uso Permanente
B	Uso Temporal
C	Sin uso

Tabla 32: Por Estado de Conservación

CD_STD	Estado
b	Bien conservado
m	Moderadamente conservado
d	Derruidos

Con la participación de los representantes de cada uno de los anexos, se desarrolló el inventario obteniéndose los siguientes resultados:

4.4.1 Anexo Huillaque

Tabla 33: Superficie de Andenes por el Tipo Constructivo - Huillaque

CD_TP	Tipo	Area (ha)	Area (%)
1	Plataforma horizontal muro de Piedra (Tipo Inca)		
2	Plataforma Mínima inclinación, muro de piedra)		
3	Plataforma inclinada, muro de piedra)	39.07	44.60
4	Plataforma inclinada, muro de tierra)	48.54	55.40
TOTAL		87.61	100.00

Tabla 34: Superficie de Andenes por su uso - Huillaque

CD_USO	Uso	Area (ha)	Area (%)
A	Uso Permanente	33.19	37.88
B	Uso Temporal	39.09	44.62
C	Sin uso	15.33	17.50
TOTAL		87.61	100.00

Tabla 35: Superficie de Andenes por su Estado de Conservación - Huillaque

CD_STD	Estado	Area (ha)	Area (%)
b	Bien conservado		
m	Moderadamente conservado	83.92	95.79
d	Derruidos	3.69	4.21
TOTAL		87.61	100.00

4.4.2 Anexo Huillpa

Tabla 36: Superficie de Andenes por el Tipo Constructivo - Huillpa

CD_TP	Tipo	Area (ha)	Area (%)
1	Plataforma horizontal muro de Piedra (Tipo Inca)		
2	Plataforma Mínima inclinación, muro de piedra)		
3	Plataforma inclinada, muro de piedra)	11.48	20.62
4	Plataforma inclinada, muro de tierra)	44.20	79.38
TOTAL		55.68	100.00

Tabla 37: Superficie de Andenes por su uso - Huillpa

CD_USO	Uso	Area (ha)	Area (%)
A	Uso Permanente	22.43	40.28
B	Uso Temporal	13.78	24.75
C	Sin uso	19.47	34.97
TOTAL		55.68	100.00

Tabla 38: Superficie de Andenes por su Estado de Conservación - Huillpa

CD_STD	Estado	Area (ha)	Area (%)
b	Bien conservado		
m	Moderadamente conservado	54.48	97.84
d	Derruidos	1.20	2.16
TOTAL		55.68	100.00

4.4.3 Anexo Marachanca

Tabla 39: Superficie de Andenes por el Tipo Constructivo - Marachanca

CD_TP	Tipo	Area (ha)	Area (%)
1	Plataforma horizontal muro de Piedra (Tipo Inca)		
2	Plataforma Mínima inclinación, muro de piedra)		
3	Plataforma inclinada, muro de piedra)	49.12	21.59
4	Plataforma inclinada, muro de tierra)	178.36	78.41
TOTAL		227.48	100.00

Tabla 40: Superficie de Andenes por su uso - Marachanca

CD_USO	Uso	Area (ha)	Area (%)
A	Uso Permanente	39.56	17.39
B	Uso Temporal	83.30	36.62
C	Sin uso	104.62	45.99
TOTAL		227.48	100.00

Tabla 41: Superficie de Andenes por su Estado de Conservación - Marachanca

CD_STD	Estado	Area (ha)	Area (%)
b	Bien conservado		
m	Moderadamente conservado	210.14	92.38
d	Derruidos	17.34	7.62
TOTAL		227.48	100.00

4.4.4 Anexo Soca

Tabla 42: Superficie de Andenes por el Tipo Constructivo - Soca

CD_TP	Tipo	Area (ha)	Area (%)
1	Plataforma horizontal muro de Piedra (Tipo Inca)		
2	Plataforma Mínima inclinación, muro de piedra)	0.61	0.34
3	Plataforma inclinada, muro de piedra)	12.51	6.90
4	Plataforma inclinada, muro de tierra)	168.27	92.77
TOTAL		181.39	100.00

Tabla 43: Superficie de Andenes por su uso - Soca

CD_USO	Uso	Area (ha)	Area (%)
A	Uso Permanente	36.84	20.31
B	Uso Temporal	17.60	9.70
C	Sin uso	126.95	69.99
TOTAL		181.39	100.00

Tabla 44: Superficie de Andenes por su Estado de Conservación - Soca

CD_STD	Estado	Area (ha)	Area (%)
b	Bien conservado		
m	Moderadamente conservado	180.39	99.45
d	Derruidos	1.00	0.55
TOTAL		181.39	100.00

Resumen

Inventario de Andenes - Microcuenca Chucumayo

Tabla 45: Superficie de Andenes por el Tipo Constructivo - Resumen

CD_TP	Tipo	Area (ha)	Area (%)
1	Plataforma horizontal muro de Piedra (Tipo Inca)		
2	Plataforma Mínima inclinación, muro de piedra)	0.61	0.11
3	Plataforma inclinada, muro de piedra)	112.18	20.32
4	Plataforma inclinada, muro de tierra)	439.37	79.57
TOTAL		552.16	100.00

Tabla 46: Superficie de Andenes por su uso - Resumen

CD_USO	Uso	Area (ha)	Area (%)
A	Uso Permanente	132.02	23.91
B	Uso Temporal	153.77	27.85
C	Sin uso	266.37	48.24
TOTAL		552.16	100.00

Tabla 47: Superficie de Andenes por su Estado de Conservación - Resumen

CD_STD	Estado	Area (ha)	Area (%)
b	Bien conservado		
m	Moderadamente conservado	528.93	95.79
d	Derruidos	23.23	4.21
TOTAL		552.16	100.00

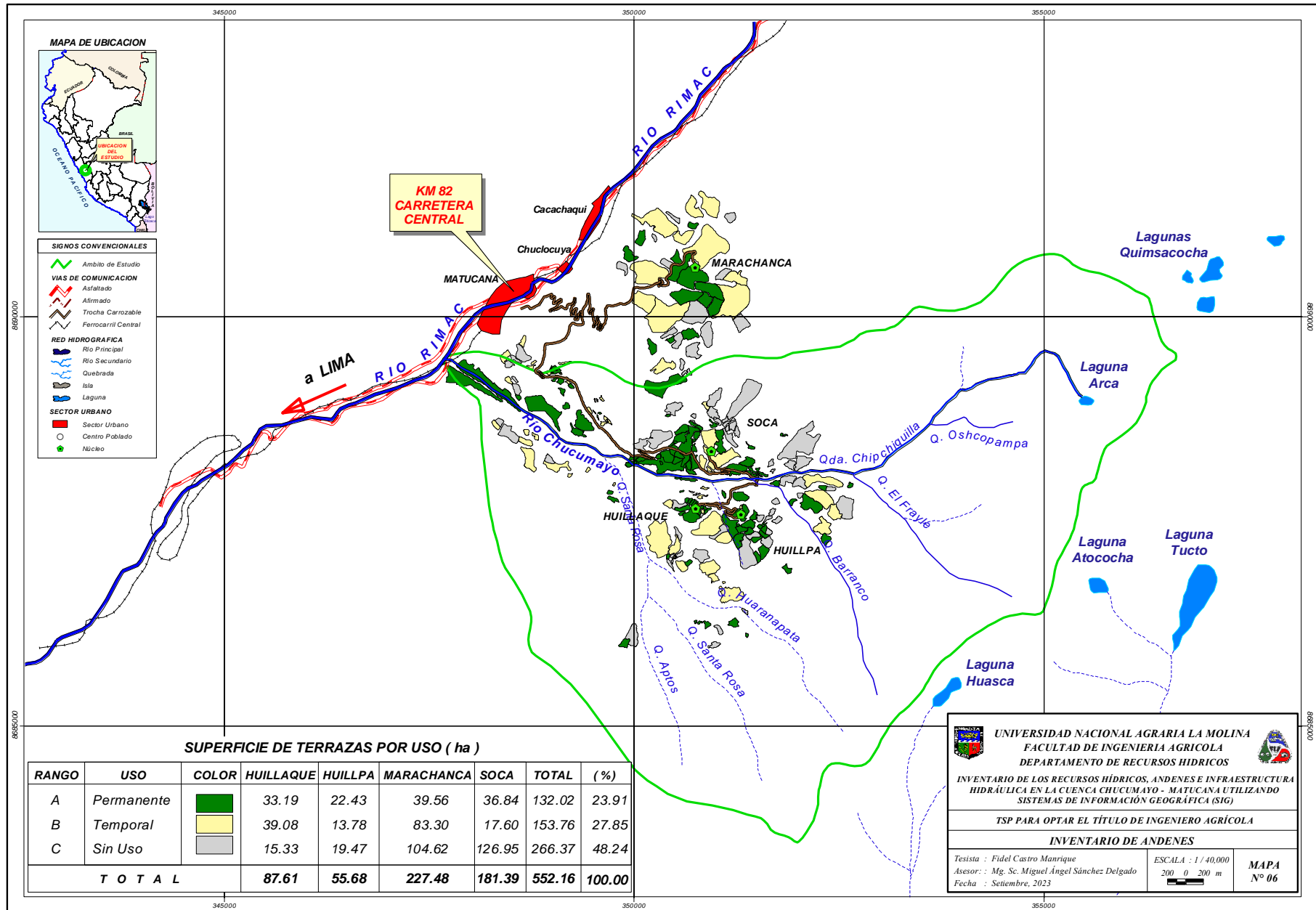


Figura 47: Mapa Inventario de Andenes

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

El presente trabajo se desarrolló, entre los meses de mayo y agosto del 2011; el inventario de fuentes de agua, infraestructura hidráulica y andenes se realizó entre los meses de mayo y junio del 2011.

5.1.1 Inventario de fuentes de agua

- El abastecimiento del recurso hídrico dentro del área de estudio principalmente, se infiere que proviene de laguna Arca, quien se abastece de las filtraciones de la laguna Quimsacocha (cuenca de Lurín); a través de la quebrada Chupchiquilla.
- Por la margen Izquierda del rio Chucumayo, las principales fuentes de agua son las Quebradas, El Frayle, Barranco, Huaranapata, Santa Rosa y Aptos, que se abastecen por las filtraciones de las lagunas Huasca, Atacocha y Tucto, pertenecientes a la cuenca de Lurín.
- De acuerdo al resultado del análisis de agua, estas son aptas para el uso agrícola, la CE son menores a 0.75 y el pH esta entre 5.97 y 8.07.

5.1.2 Inventario de Infraestructura Hidráulica

- En la microcuenca Chucumayo, se identificó un total de 30,336 m de canal de los cuales, 4,200 m es de concreto, 14,412 m de tierra, 3,886 m de mampostería de piedra, 7,615 m revestido de concreto y 223 m de tubería de 12",
- En el Sector Huillaque, se identificó un total de 6,600 m de canal de los cuales, 1,992 m son de tierra, 1,457 m de mampostería de piedra, 3,061 m revestido de concreto y 90 m de tubería de 12",
- En el Sector Huillpa, se identificó un total de 7,599 m de canal de los cuales, 4,187 m son de tierra, 539 m de mampostería de piedra, 2,760 m revestido de concreto y 112 m de tubería de 12",
- En el Sector Marachanca, se identificó un total de 5,856 m de canal de los cuales, 3,232 m son de tierra, 1,890 m de mampostería de piedra, 734 m revestido de concreto.

- En el Sector Soca, se identificó un total de 10,282 m de canal de los cuales, 4,200 m es de concreto, 5,001 m de tierra, 1,060 m revestido de concreto y 20 m de tubería de 12"
- En el ámbito de estudio existen 23 canales de los cuales 9 cuentan con revestimiento parcial o total, los 14 restantes no tienen revestimiento, esto explica el bajo nivel de eficiencia en la conducción del recurso hídrico y que además es escaso.
- Las captaciones de los canales identificados son artesanales o rústicas, estas son acondicionadas con acumulación de piedras para encauzar las aguas a los respectivos canales, los que son arrasados como producto de los fenómenos geodinámicos.
- Los canales principales y secundarios de tierra y/o mampostería de piedra, presentan pérdidas por filtración y desborde; en general tienen una sección irregular. La presencia de cárcavas y el cruce de algunas quebradas constituyen puntos críticos en donde se produce pérdidas de agua.
- Dentro del ámbito de estudio, se tiene en total 15 reservorios, de los cuales 7 se encuentra en buen estado de conservación y 8 en mal estado (Reservorios de tierra y de mampostería de piedra).
- Los reservorios de tierra presentan problemas de filtración, especialmente en su base; no cuentan con elementos reguladores de carga y descarga de agua.
- En el anexo Marachanca, el canal principal y los tres reservorios de tierra son infraestructura prehispánica, en la actualidad están operativos, la comunidad lo utiliza como atractivo turístico.
- Los reservorios de mampostería de piedra, en su mayoría fueron construidos empíricamente.
- El manejo del agua se realiza en forma empírica, el sistema de riego utilizado es por gravedad, perdiéndose gran cantidad del recurso hídrico. La eficiencia de riego es en promedio del 40%, perdiéndose un 60% por infiltración y evaporación.
- Con la ejecución de obras de captación y conducción, se reducirá las pérdidas de hasta unos 20%, ganándose hasta un 40% el cual posibilitará la ampliación de

áreas de cultivo en 30.64ha (cálculos realizados con el aforo del mes de mayo del 2011).

5.1.3 Inventario de Andenes

- Dentro del ámbito de estudio existen aproximadamente 552.16 ha, de Andenes y Terrazas, de las cuales Huillaque cuenta con 87.61 ha (15.87%), Huillpa con 55.68 ha (10.08%), Marachanca con 227.48 ha (41.20%) y Soca con 181.39 ha (32.85%).
- La superficie de andenes por el Tipo Constructivo: Tipo 1 son 0 ha, Tipo 2 son 0.61 ha (0.11%); Tipo 3 son 112.18 ha (20.32%) y Tipo 4 son 439.37 ha (79.57%)
- La superficie de andenes por uso permanente es 132.02 ha (23.91%), temporal 153.76 ha (27.85%) y sin uso 266.37 ha (48.24%)
- Por uso permanente de andenes, Huillaque cuenta con 33.19 ha, Huillpa con 22.43 ha, Marachanca con 39.56 ha y Soca cuenta con 39,84 ha; Por uso temporal Huillaque cuenta con 39.08 ha, Huillpa con 13.78 ha, Marachanca con 83.30 ha y Soca cuenta con 17.60 ha; Sin uso Huillaque cuenta con 15.33 ha, Huillpa con 19.47 ha, Marachanca con 104.62 ha y Soca cuenta con 126.95 ha.
- La superficie de andenes por su estado de conservación, bien conservados 0 ha, moderadamente conservados 528.94 ha (95.79%) y derruidos 23.22 ha (4.21%)

5.2. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones para mejorar la oferta hídrica:

- En la Laguna Quimsacocha, construir un sistema de trasvase (Dique, canal y obras complementarias) para llevar el agua de rebose hacia la laguna Arca.
- En la Laguna Arca, mejoramiento del dique existente, incrementado la altura de la cresta, a fin de incrementar el volumen de almacenamiento de agua.
- Construir bocatomas de concreto para los canales, a fin de asegurar sus captaciones.
- En Huillaque, el mejoramiento de los canales Antahuaca y Ayacaya
- En Huillpa, rehabilitar el reservorio Barranco y la construcción del canal Santa Rosa
- En Marachanca, construcción reservorio Orcococha y el mejoramiento del canal Soca - Marachanca (según taller de priorización de ideas de proyectos).
- En Soca, la construcción del reservorio Huillatana y el mejoramiento del canal Soca (según taller de priorización de ideas de subproyectos).
- Instalación de módulos de riego presurizado (goteo y aspersión) en cada uno de los anexos.
- Promover la cosecha de agua a través de la construcción de zanjas de infiltración, con el fin de captar el agua de las lluvias y favorecer la infiltración al subsuelo, de esa manera se incrementa los acuíferos.
- Para contar con una adecuada base de datos climáticos e hidrológicos, es necesario la implementación de una red de estaciones agrometeorológicas e hidrométricas dentro del ámbito de estudio.

- Realizar la recuperación de los andenes en los cuatro anexos, a fin de asegurar la productividad de las parcelas: en Huillaque, rehabilitación de andenes en los sectores Zapatambo y Huillaque, en Huillpa, rehabilitación de andenes en los sectores Pacotupe y Huillamarca, en Marachanca, rehabilitación de andenes en el sector Canta y en-en Soca, rehabilitación de andenes en el sector soca.
- Mejoramiento de suelos de los andenes recuperados a través de la incorporación de compost, humus de lombriz y la aplicación de materia orgánica (según taller de priorización de ideas de subproyectos).

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ann Kendall y Abelardo Rodríguez (2009). *Desarrollo y perspectivas de los sistemas de andenería de los andes centrales del Perú*. Institut français d'études andines - l'IFEA
- Binjolkar, P. & Keshari, A.K. (2012). Estimating geomorphological parameters using GIS for tilaiya reservoir catchment. *Journal of the Institution of Engineers (India): Civil Engineering Division*, 88(AUG.), 21–26. Retrieved from
- Collado, Christian. Google Earth, guía completa: qué es, cómo usarlo y 4 cosas geniales que puedes hacer. La Vanguardia. <https://www.lavanguardia.com/andro4all/tecnologia/geekom-mini-it12-analisis-un-mini-pc-robusto-potente-y-funcional-que-no-te-decepcionara>
- Cortez G., Milagros. *Inventario de la infraestructura hidráulica menor y los recursos hídricos en la comisión de usuarios de Paiján del Valle Chicama – región La Libertad con cultivos alternativos*. La Libertad - Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrícola. Universidad Nacional de Trujillo Facultad Ciencias Agropecuarias.
- Deuker, K. J.; Kjerne, D. (1989). “Multipurpose Cadastre Terms and Definitions”. En: Proceedings of the American Society for Photography and Remote Sensing and American Congress on Surveying and Mapping (pág. 12). Falls Church (Virginia): falta editorial. Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego –DGIAR, 2014. *Manual N° 3. Mantenimiento de Infraestructura de Sistemas de Riego*. MIDAGRI. Lima Perú.
- Douglas Walsh (2008). *Manejo de los Sistemas de Andenería Concertado de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas*.

Fattorelli, S., & Fernandez, P. (2011). Diseño Hidrológico. *Información Tecnológica*, 29(4),

Gómez Novelo, José Francisco (2011), La utilización del Google Earth en la enseñanza de la Geografía de México y del Mundo con alumnos de primer grado de Educación Secundaria, Tesis que para obtener el grado de Maestría en Educación. Cancún, Quintana Roo, México (Pag. 45-46)

Gonzales de Olarte, Efraín y Trivelli Carolina (1999). *Andenes y desarrollo sustentable*. Instituto de Estudios Peruanos y Consorcio para el desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina

Hernani, Al. & Ramírez, J.J. (2012). *Aspectos Morfométricos y Teóricos de un Embalse Tropical de Alta Montaña Represa La Fe, El Retiro, Colombia*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales. Retrieved from

INRENA – MINAGRI (2003). *Inventario de fuentes de agua superficial*, Evaluación y Ordenamiento de los recursos Hídricos en la Cuenca del rio Chicama. P 10 – 12

INRENA - MINAGRI (2007). “*Evaluación de los Recursos Hídricos en las cuencas de los ríos Casma, Culebras y Huarmey*”. Intendencia de recursos hídricos. ATDR Casma – Huarmey. Anchas – Peru. Pp 3 - 8

Meaden, G. J., & Kapetsky, J. M. (1992). Los sistemas de información geográfica y la tele percepción en la pesca continental y la acuicultura (p. 266).

Monsalve, G. (2000). *Hidrología en la Ingeniería*. Escuela Colombiana de Ingeniería. Santafé de Bogotá – Colombia. 382 p.

- Ordóñez, J. (2011). *¿Qué es Cuenca Hidrológica?* Sociedad Geológica de Lima, 1, 1– 44.
- Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos – PRONAMACHCS (2002). *Guía para el Inventario y Planeamiento de los Recursos Hídricos en Microcuencas - DGP. Lima Perú.*
- Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos – PRONAMACHCS (2004). *Guía para el Diagnóstico Global Participativo – DGP. Lima Perú.*
- Programa Subsectorial de Irrigaciones - PSI Sierra (2012)). *Guía Metodológica: Inventario de la Infraestructura Hidráulica.* Lima, Elaboración/actualización del inventario de la infraestructura de riego. Peru. Pp 1 – 2
- Rodríguez Lloret, Jesús y Olivella ,Rosa (2010). Introducción a los sistemas de información Geográfica, Conceptos y operaciones fundamentales. Universidad Oberta de Cataluña. España. Pag. 7 - 9
- Rojas, O. (1999). Sistemas de Información Geográfica. 65–68.
http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/indata/v02_n2/sistemas.htm
- Sosa-Pedroza, J., & Martínez-Zúñiga, F. (2009). Los sistemas de información geográfica y su aplicación en enlaces de comunicaciones. Científica, 13, 27–34.
- Van Damme, Paul (2002). *Disponibilidad, uso y calidad de los recursos hídricos en Bolivia.* Comisión para la gestión Integral del agua en Bolivia – CGIAB, PP. 19
- Vásquez, A (1997). Manejo de cuencas Atoandinas Lima, Perú. Escuela Superior de Administración de Aguas Charles – UNALM. pp. 205 - 210

Vásquez, A.; Mejía, A.; Faustino, J.; Terán, R.; Vásquez, I.; Días, J.; Vásquez, C.; Castro, A.; Tapia, M.; & Alcántara J. (2016). *Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas*. Lima, Perú. Fondo Editorial-UNALM. 646 p.

Villón, M. (2011). *Hidrología* (3^{ra} ed.). Lima, Perú: Ediciones Villón. 437 p.

Villón, M. (2014). *Hidrología* (2^{da} ed.). Lima, Perú: Ediciones Villón.

Villón, M. (2002). *Hidrología*. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Facultad de Ingeniería Agrícola (2^{da} ed.). Lima, Perú: Ediciones Villon. pp. 15 - 64.

VII. ANEXOS

ANEXO 1: Resultados del análisis de agua y suelo del ámbito de la microcuenca Chucumayo realizado en el laboratorio de aguas, suelo, medio ambiente y fertiirrigación, Departamento de Recursos Hídricos, Facultad de Ingeniería Agrícola. UNA La Molina

ANEXO 2: Testimonio Fotográfico

ANEXO 1

Resultados del análisis de agua del ámbito de la microcuenca Chucumayo realizado en el laboratorio de aguas, suelo, medio ambiente y fertirrigación, Departamento de Recursos Hídricos, Facultad de Ingeniería Agrícola. UNA La Molina



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIGACIÓN



Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe

Nº 002766

ANALISIS DE AGUA RUTINA

SOLICITANTE : AGRORURAL
PROYECTO : Diagnostico Participativo de Recursos Naturales e
 Inventario de Andenes de la Comunidad Barrio Bajo
 Matucana Microcuenca Chucumayo
UBICACIÓN : Distrito Matucana, Prov. Huarochiri, Región Lima
FECHA : La Molina, 15 de Junio del 2011

Nº LABORATORIO	002766
Nº DE CAMPO	SOCA
	F.M. 24/05/11
CE dS/m	0.46
pH	7.26
Calcio meq/l	2.95
Magnesio meq/l	0.48
Sodio meq/l	0.96
Potasio meq/l	0.05
SUMA DE CATIONES	4.44
Cloruro meq/l	1.18
Sulfato meq/l	2.08
Bicarbonato meq/l	1.37
Nitratos meq/l	0.00
Carbonatos meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES	4.63
SAR	0.73
CLASIFICACION	C2-S1
Boro ppm	0.85

Sector : Soca
 Lugar : Costado Local Comunal
 Coord X: 351,884
 Coord Y: 8,688,655
 Altitud : 3,128 msnm

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO


 ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
 JEFE DE LABORATORIO





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIGACIÓN



Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe

Nº 002767

ANALISIS DE AGUA RUTINA

SOLICITANTE : AGRORURAL
PROYECTO : Diagnostico Participativo de Recursos Naturales e
Inventario de Andenes de la Comunidad Barrio Bajo
Matucana Microcuenca Chucumayo
UBICACIÓN : Distrito Matucana, Prov. Huarochiri, Región Lima
FECHA : La Molina, 15 de Junio del 2011

Nº LABORATORIO	002767
Nº DE CAMPO	Qº Aptas (502)
CE dS/m	0.13
pH	6.93
Calcio meq/l	1.00
Magnesio meq/l	0.14
Sodio meq/l	0.17
Potasio meq/l	0.00
SUMA DE CATIONES	1.31
Cloruro meq/l	0.12
Sulfato meq/l	0.11
Bicarbonato meq/l	1.04
Nitratos meq/l	0.00
Carbonatos meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES	1.27
SAR	0.22
CLASIFICACION	C1-S1
Boro ppm	0.00

Sector : Huillaque
Lugar : Qda Aptos
Coord X : 351,040
Coord Y : 8,686,151
Altitud : 3,853 msnm

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO


ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
JEFE DE LABORATORIO





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIGACIÓN



Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe

Nº 002768

ANÁLISIS DE AGUA RUTINA

SOLICITANTE : AGRORURAL
PROYECTO : Diagnostico Participativo de Recursos Naturales e
Inventario de Andenes de la Comunidad Barrio Bajo
Matucana Microcuenca Chucumayo
UBICACIÓN : Distrito Matucana, Prov. Huarochiri, Región Lima
FECHA : La Molina, 15 de Junio del 2011

Nº LABORATORIO	002768
Nº DE CAMPO	Barranco (Huillpa)
CE dS/m	0.27
pH	7.78
Calcio meq/l	1.55
Magnesio meq/l	0.34
Sodio meq/l	0.48
Potasio meq/l	0.04
SUMA DE CATIONES	2.41
Cloruro meq/l	0.39
Sulfato meq/l	0.11
Bicarbonato meq/l	2.07
Nitratos meq/l	0.00
Carbonatos meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES	2.57
SAR	0.49
CLASIFICACION	C2-S1
Boro ppm	0.00

Sector : Huillpa
Lugar : Qda. Barranco
Coord X : 353,234
Coord Y : 8,687,388
Altitud : 3,634 msnm

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO


ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
JEFE DE LABORATORIO





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIGACIÓN



Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe

Nº 002769

ANALISIS DE AGUA RUTINA

SOLICITANTE : AGRORURAL
PROYECTO : Diagnostico Participativo de Recursos Naturales e
Inventario de Andenes de la Comunidad Barrio Bajo
Matucana Microcuenca Chucumayo
UBICACIÓN : Distrito Matucana, Prov. Huarochiri, Región Lima
FECHA : La Molina, 15 de Junio del 2011

Nº LABORATORIO	002769
Nº DE CAMPO	Qº Huarapata (005)
CE dS/m	0.14
pH	6.10
Calcio meq/l	1.10
Magnesio meq/l	0.18
Sodio meq/l	0.13
Potasio meq/l	0.01
SUMA DE CATIONES	1.41
Cloruro meq/l	0.12
Sulfato meq/l	0.07
Bicarbonato meq/l	1.28
Nitratos meq/l	0.00
Carbonatos meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES	1.47
SAR	0.16
CLASIFICACION	C1-S1
Boro ppm	0.00

Sector : Huillpa
Lugar : Qda. Huaranapata
Coord X : 352,527
Coord Y : 8,686,479
Altitud : 3,942 msnm

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO


ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
JEFE DE LABORATORIO





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIGACIÓN



Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe

Nº 002770

ANALISIS DE AGUA RUTINA

SOLICITANTE : AGRORURAL
PROYECTO : Diagnostico Participativo de Recursos Naturales e
Inventario de Andenes de la Comunidad Barrio Bajo
Matucana Microcuenca Chucumayo
UBICACIÓN : Distrito Matucana, Prov. Huarochiri, Región Lima
FECHA : La Molina, 15 de Junio del 2011

Nº LABORATORIO	002770
Nº DE CAMPO	Reservorio Atahuaca
CE dS/m	0.22
pH	7.55
Calcio meq/l	1.48
Magnesio meq/l	0.28
Sodio meq/l	0.22
Potasio meq/l	0.01
SUMA DE CATIONES	1.99
Cloruro meq/l	0.19
Sulfato meq/l	0.20
Bicarbonato meq/l	1.65
Nitratos meq/l	0.00
Carbonatos meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES	2.05
SAR	0.23
CLASIFICACION	C1-S1
Boro ppm	0.00

Sector : Huillaque
Lugar : Reservorio Atahuaca
Coord X : 350,037
Coord Y : 8,688,413
Altitud : 2,885 msnm

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO


ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
JEFE DE LABORATORIO





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIGACIÓN



Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe

Nº 002771

ANÁLISIS DE AGUA RUTINA

SOLICITANTE : AGRORURAL
PROYECTO : Diagnostico Participativo de Recursos Naturales e
Inventario de Andenes de la Comunidad Barrio Bajo
Matucana Microcuenca Chucumayo
UBICACIÓN : Distrito Matucana, Prov. Huarochiri, Región Lima
FECHA : La Molina, 15 de Junio del 2011

Nº LABORATORIO	002771
Nº DE CAMPO	Q° Santa Rosa (930)
CE dS/m	0.19
pH	7.48
Calcio meq/l	1.38
Magnesio meq/l	0.21
Sodio meq/l	0.15
Potasio meq/l	0.00
SUMA DE CATIONES	1.74
Cloruro meq/l	0.18
Sulfato meq/l	0.13
Bicarbonato meq/l	1.54
Nitratos meq/l	0.00
Carbonatos meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES	1.85
SAR	0.17
CLASIFICACION	C1-S1
Boro ppm	0.00

Sector : Huillpa
Lugar : Qda. Santa Rosa
Coord X : 352,133
Coord Y : 8,685,658
Altitud : 4,003 msnm

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO


ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
JEFE DE LABORATORIO





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIGACIÓN



Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe

Nº 002772

ANÁLISIS DE AGUA RUTINA

SOLICITANTE : AGRORURAL
PROYECTO : Diagnostico Participativo de Recursos Naturales e
Inventario de Andenes de la Comunidad Barrio Bajo
Matucana Microcuenca Chucumayo
UBICACIÓN : Distrito Matucana, Prov. Huarochiri, Región Lima
FECHA : La Molina, 15 de Junio del 2011

Nº LABORATORIO	002772
Nº DE CAMPO	Qº Chipchiquilla - Corral (Marachanca)
CE dS/m	0.37
pH	4.97
Calcio meq/l	2.80
Magnesio meq/l	0.37
Sodio meq/l	0.39
Potasio meq/l	0.03
SUMA DE CATIONES	3.58
Cloruro meq/l	0.39
Sulfato meq/l	3.37
Bicarbonato meq/l	0.09
Nitratos meq/l	0.00
Carbonatos meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES	3.85
SAR	0.31
CLASIFICACION	C2-S1
Boro ppm	0.01

Sector : Maracancha
Lugar : Qda. Chipchiquilla - Corral
Coord X : 354,102
Coord Y : 8,688,789
Altitud : 3,625 msnm

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO


ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
JEFE DE LABORATORIO





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIGACIÓN



Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe

Nº 002773

ANALISIS DE AGUA RUTINA

SOLICITANTE : AGRORURAL
PROYECTO : Diagnostico Participativo de Recursos Naturales e
 Inventario de Andenes de la Comunidad Barrio Bajo
 Matucana Microcuenca Chucumayo
UBICACIÓN : Distrito Matucana, Prov. Huarochiri, Región Lima
FECHA : La Molina, 15 de Junio del 2011

Nº LABORATORIO	002773
Nº DE CAMPO	Ayacaya (Huillaque)
CE dS/m	0.25
pH	6.64
Calcio meq/l	1.66
Magnesio meq/l	0.53
Sodio meq/l	0.25
Potasio meq/l	0.01
SUMA DE CATIONES	2.44
Cloruro meq/l	0.17
Sulfato meq/l	0.11
Bicarbonato meq/l	2.35
Nitratos meq/l	0.00
Carbonatos meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES	2.63
SAR	0.24
CLASIFICACION	C2-S1
Boro ppm	0.00

Sector : Huillaque
 Lugar : Ayacaya (Qda. Sta Rosa)
 Coord X : 351,288
 Coord Y : 8,686,721
 Altitud : 3,572 msnm

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO


 ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
 JEFE DE LABORATORIO





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIGACIÓN



Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe

Nº 002774

ANALISIS DE AGUA RUTINA

SOLICITANTE : AGRORURAL
PROYECTO : Diagnostico Participativo de Recursos Naturales e
 Inventario de Andenes de la Comunidad Barrio Bajo
 Matucana Microcuenca Chucumayo
UBICACIÓN : Distrito Matucana, Prov. Huarochiri, Región Lima
FECHA : La Molina, 15 de Junio del 2011

Nº LABORATORIO	002774
Nº DE CAMPO	Manantial 254
CE dS/m	0.72
pH	6.77
Calcio meq/l	4.60
Magnesio meq/l	0.92
Sodio meq/l	1.35
Potasio meq/l	0.03
SUMA DE CATIONES	6.90
Cloruro meq/l	1.63
Sulfato meq/l	2.67
Bicarbonato meq/l	3.09
Nitratos meq/l	0.02
Carbonatos meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES	7.40
SAR	0.81
CLASIFICACION	C2-S1
Boro ppm	0.69

Sector : Huillaque
 Lugar : Manantial 254
 Coord X : 351,220
 Coord Y : 8,687,754
 Altitud : 3,210 msnm

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO


 ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
 JEFE DE LABORATORIO





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIGACIÓN



Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe

Nº 002775

ANÁLISIS DE AGUA RUTINA

SOLICITANTE : AGRORURAL
PROYECTO : Diagnostico Participativo de Recursos Naturales e
Inventario de Andenes de la Comunidad Barrio Bajo
Matucana Microcuenca Chucumayo
UBICACIÓN : Distrito Matucana, Prov. Huarochiri, Región Lima
FECHA : La Molina, 15 de Junio del 2011

Nº LABORATORIO	002775
Nº DE CAMPO	Bocatoma M-03
CE dS/m	0.44
pH	6.56
Calcio meq/l	2.75
Magnesio meq/l	0.56
Sodio meq/l	1.00
Potasio meq/l	0.04
SUMA DE CATIONES	4.35
Cloruro meq/l	1.02
Sulfato meq/l	0.75
Bicarbonato meq/l	2.47
Nitratos meq/l	0.00
Carbonatos meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES	4.24
SAR	0.78
CLASIFICACION	C2-S1
Boro ppm	0.22

Sector : Soca
Lugar : Captación Matar
Coord X : 351,801
Coord Y : 8,688,377
Altitud : 3,004 msnm

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELO


JNG. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
JEFE DE LABORATORIO





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIGACIÓN



Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe

Nº 002776

ANALISIS DE AGUA RUTINA

SOLICITANTE : AGRORURAL
PROYECTO : Diagnostico Participativo de Recursos Naturales e
 Inventario de Andenes de la Comunidad Barrio Bajo
 Matucana Microcuenca Chucumayo
UBICACIÓN : Distrito Matucana, Prov. Huarochiri, Región Lima
FECHA : La Molina, 15 de Junio del 2011

Nº LABORATORIO	002776
Nº DE CAMPO	Boca Huqui
	417
CE dS/m	0.27
pH	8.07
Calcio meq/l	1.75
Magnesio meq/l	0.52
Sodio meq/l	0.24
Potasio meq/l	0.01
SUMA DE CATIONES	2.51
Cloruro meq/l	0.26
Sulfato meq/l	0.15
Bicarbonato meq/l	2.08
Nitratos meq/l	0.00
Carbonatos meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES	2.49
SAR	0.22
CLASIFICACION	C2-S1
Boro ppm	0.00

Sector : Huillaque
 Lugar : Boca Huqui (Q. Huaranapata)
 Coord X : 351,510
 Coord Y : 8,687,026
 Altitud : 3,451 msnm

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO

ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
 JEFE DE LABORATORIO





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIGACIÓN



Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe

Nº 002777

ANALISIS DE AGUA RUTINA

SOLICITANTE : AGRORURAL
PROYECTO : Diagnostico Participativo de Recursos Naturales e
Inventario de Andenes de la Comunidad Barrio Bajo
Matucana Microcuenca Chucumayo
UBICACIÓN : Distrito Matucana, Prov. Huarochiri, Región Lima
FECHA : La Molina, 15 de Junio del 2011

Nº LABORATORIO	002777
Nº DE CAMPO	P 1 - Reservorio Matara (Cerca carretera)
CE dS/m	0.67
pH	7.95
Calcio meq/l	4.35
Magnesio meq/l	0.92
Sodio meq/l	1.30
Potasio meq/l	0.04
SUMA DE CATIONES	6.61
Cloruro meq/l	1.28
Sulfato meq/l	2.58
Bicarbonato meq/l	3.00
Nitratos meq/l	0.00
Carbonatos meq/l	0.00
SUMA DE ANIONES	6.86
SAR	0.80
CLASIFICACION	C2-S1
Boro ppm	0.72

Sector : Soca
Lugar : Reservorio Matara
Coord X : 351,159
Coord Y : 8,688,627
Altitud : 2,998 msnm

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO


ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
JEFE DE LABORATORIO



ANEXO 2

Testimonio Fotográfico

Taller Diagnóstico Global Participativo (DGP) y de Inventario y Planeamiento de los Recursos Hídricos en Microcuencas (IPRH), con los representantes de los Anexos Huillaque, Huillpa, Maracancha y Soca en el taller



Explicando a los representantes de los Anexos Huillaque, Huillpa, Maracancha y Soca en el taller Los Objetivos el Trabajo A Realizar



Los representantes de los Anexos Huillaque, Huillpa, Maracancha y Soca identiicando las fuentes de agua, infraestructura hidráulica y los andenes, en el mapa base inicial.





Supervisando y asesorando comprensión del mapa base para que puedan realizar el llamado mapa parlante”, en el ubicaran espacialmente las fuentes de agua la red hidráulica y andenes





Mostrando a los representantes de los Anexos Huillaque, Huillpa, Maracancha y Soca la ubicación espacial de las principales lagunas y la red Hidrográfica que abastecen de agua a la de la Microuenca Chucumayo, con el apoyo del Google Earth.



Laguna Arca







Inventario de Infraestructura Hidráulica - Anexo Soca