



Maestro en Ciencias  
Mención: Gestión Ambiental

## TESIS

# FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL MANANTIAL DE MOLINOPAMPA, QUE SE USA PARA CONSUMO DOMÉSTICO EN LA CIUDAD DE CELENDÍN

Por:

Edgar Darwin Díaz Mori

Asesor:

Nilton Deza Arroyo

Cajamarca, Perú

Julio del 2014

COPYRIGHT © 2014 by  
EDGAR DARWIN DIAZ MORI  
Todos los derechos reservados



MAESTRO EN CIENCIAS  
MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS APROBADA:

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DEL  
AGUA DEL MANANTIAL DE MOLINOPAMPA, QUE SE  
USA PARA CONSUMO DOMÉSTICO EN LA CIUDAD DE  
CELENDIN

Por:  
Edgar Darwin Díaz Mori

Comité Científico:

- Dr. Nilton Deza Arroyo (Asesor)
- M.Cs. David Lara Ascorbe
- M.Cs. Ricardo Uriol Valverde
- M.Cs. Attilio Cadenillas Martínez
- M.Cs. Francisco Huamán Vidaurre (Miembro Accesorio)

Julio del 2014

## **DEDICATORIA**

A JEHOVÁ, creador de todo el universo, por su infinita bondad y haberme iluminado en el transcurso de mi vida personal y profesional.

A la memoria de mi querido padre César Arquímedes Díaz Rojas.

Con gratitud y amor a mi querida madre Juana Rosa y hermanos.

A mi Esposa Angélica e hijos, por su ardua espera y tenaz paciencia, sin cuya ayuda moral, no habría sido posible lograr esta meta.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Dr. Nilton Deza Arroyo, asesor de la presente tesis, por su disposición y apoyo en la ejecución del presente trabajo de investigación; así mismo, mi sincero agradecimiento a los miembros del comité científico: M.Cs. David Lara Ascorbe, M.Cs. Ricardo Uriol Valverde, M.Cs. Atilio Cadenillas Martínez y al M.Cs. Francisco Huamán Vidaurre, por sus aportes importantes a la presente tesis.

A la Empresa Yanacocha S.R.L. por su apoyo, en el financiamiento para los análisis de las muestras de agua a los laboratorios acreditados.

A los ingenieros: Walter Rabanal Díaz, gerente de Servicios Públicos de la Municipalidad Provincial de Celendín; Hernán Joselito Chávez Cuenca, Supervisor de Monitoreo Ambiental y Laboratorio de la Empresa Yanacocha; Julio Urbiola del Carpio, director de SENAMHI – Cajamarca.

Al alumno Rick Reynaldo Díaz Silva por su apoyo en la elaboración de los mapas del presente trabajo de investigación.

También, mi agradecimiento a todas aquellas personas e instituciones que de una u otra forma me apoyaron para el desarrollo del presente trabajo.

A la Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional de Cajamarca, como formadora de capacidades humanas.

## CONTENIDO

DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
CONTENIDO .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT.....	xiii
GLOSARIO .....	xiv
CAPÍTULO I .....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
PROBLEMA DE ESTUDIO: .....	2
OBJETIVO GENERAL:.....	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	3
HIPÓTESIS: .....	4
CAPÍTULO II.....	5
REVISIÓN DE LITERATURA .....	5
2.1.    ANTECEDENTES:.....	5
2.2.    AGUAS SUBTERRÁNEAS:.....	5
2.2.1.    TIPOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS:.....	6
2.3.    BASE LEGAL:.....	7
2.4.    NECESIDAD DE CONTROL: .....	7
2.5.    CALIDAD DEL AGUA:.....	8
2.6.    CLASES DE ACUÍFEROS: .....	9
2.7.    FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA.....	11
2.7.1.    Factores hidrogeológicos: .....	11
2.7.2.    Factores antrópicos: .....	14
2.7.2.1.    Agricultura: .....	14
2.7.2.2.    Actividades domésticas:.....	15
2.7.2.3.    Ganadería: .....	15
2.7.2.4.    Pozos mal contruidos o abandonados y letrinas: .....	15
2.8.    EL ÍNDICE DE LA CALIDAD DEL AGUA:.....	16
2.8.1.    Definición de un índice de calidad del agua: .....	16

2.8.2.	Usos de los índices:.....	17
CAPÍTULO III.....		19
METODOLOGÍA.....		19
3.1.	LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO:.....	19
3.2.	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO:.....	21
3.2.1.	AMBIENTE FÍSICO:.....	21
3.2.2.	AMBIENTE BIOLÓGICO:.....	27
3.2.3.	AMBIENTE SOCIO – ECONÓMICO:.....	28
3.2.4.	INSTALACIONES EN LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DOMÉSTICO DE LA CIUDAD DE CELENDÍN:.....	30
3.3.	MUESTREO, PRESERVACIÓN, CONSERVACIÓN Y ENVÍO DE LAS MUESTRAS A LOS LABORATORIOS DE ANÁLISIS:.....	31
3.3.1.	Actividades pre muestreo.....	31
3.3.2.	Programa de muestreos.....	32
3.3.3.	Manejo de envases y preservantes.....	32
3.3.4.	Equipos de medición para los parámetros de campo:.....	33
3.3.5.	Trabajo de Campo:.....	34
3.3.6.	El muestreo:.....	35
3.3.7.	Actividades post – muestreo:.....	37
3.4.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:.....	38
3.5.	ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA “ICA”.....	38
CAPÍTULO IV.....		42
MATERIALES Y EQUIPOS.....		42
4.1.	MUESTREO DEL AGUA Y ESTUDIO EDAFOLÓGICO:.....	42
4.1.1.	Equipos.....	42
4.1.1.	Reactivos.....	42
4.1.1.	Materiales.....	42
4.1.1.	Otros.....	43
4.2.	DATOS DE CAMPO PARA EL ESTUDIO DEL AGUA:.....	43
4.2.1.	pH (método potenciométrico) y temperatura.....	43
4.2.2.	Conductividad.....	44
4.2.3.	Oxígeno disuelto (método del electrodo de membrana).....	44
4.3.	PARÁMETROS ANALIZADOS:.....	44
4.3.1.	Parámetros físico-químicos.....	44
4.3.2.	Parámetros inorgánicos.....	44

4.3.3.	Parámetros bacteriológicos .....	44
4.3.4.	Métodos utilizados en el análisis de muestras de agua .....	45
4.4.	DATOS DE CAMPO PARA EL ESTUDIO DEL SUELO:.....	45
4.4.1.	Información cartográfica:.....	45
4.4.2.	Equipo de gabinete:.....	46
4.4.3.	Material y equipo de campo:.....	46
4.4.4.	Ubicación de las calicatas: .....	46
4.5.	DATOS DE CAMPO PARA DETERMINAR LAS ACTIVIDADES ANTRÓPICAS:.....	47
CAPÍTULO V .....		48
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		48
5.1.	FACTORES GEOHIDROLÓGICOS QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL MANANTIAL DE MOLINOPAMPA: .....	48
5.1.1.	CLASE DE ROCAS .....	48
5.1.2.	CLASES DE SUELO: .....	50
5.1.3.	RELIEVE TOPOGRÁFICO.....	50
5.1.4.	CLASE DE ACUÍFEROS .....	51
a.	TIPO DE ACUÍFERO DESDE EL PUNTO DE VISTA HIDRÁULICO:.....	51
b.	TIPO DE ACUÍFERO DESDE EL PUNTO DE VISTA GEOLÓGICO: .....	52
5.2.	DETERMINACIÓN LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS.....	52
5.3.	ACTIVIDADES ANTRÓPICAS :.....	54
5.3.1.	ACTIVIDADES AGRÍCOLAS:.....	55
5.3.2.	ACTIVIDADES GANADERAS:.....	60
5.3.3.	ACTIVIDADES DE SANEAMIENTO: .....	61
5.4.	DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICA, QUÍMICAS Y BACTERIOLÓGICAS DEL AGUA DEL MANANTIAL DE MOLINOPAMPA: .....	62
5.5.	DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CALIDAD DEL AGUA:.....	63
5.5.1.	CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA LOS DIFERENTES MUESTREOS .....	64
CAPÍTULO VI .....		71
CONCLUSIONES .....		71
CAPÍTULO VII .....		73
RECOMENDACIONES.....		73
CAPÍTULO VIII.....		74



BIBLIOGRAFÍA .....	74
ANEXOS .....	78
ANEXO 1: BASE LEGAL .....	79
ANEXO 2: FOTOGRAFÍAS DE LOS MUESTREOS: .....	83
ANEXO 3: FOTOGRAFÍA DE LA GEOLOGÍA DE LA ZONA: .....	84
ANEXO 4: ENCUESTA.....	85
ANEXO 5: FICHA DE VIGILANCIA Y CONTROL DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMOS HUMANO DE LA RED III CELENDIN .....	88
ANEXO 7: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DEL LABORATORIO DE LAS MUESTRAS: .....	88

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rango de alcalinidad. ....	13
Tabla 2. Clasificación de la dureza del agua. ....	13
Tabla 3. Localización del área de estudio y puntos de muestreo. ....	19
Tabla 4. Parámetros Meteorológicos de la Estación Climatológica Ordinaria de Celendín ..... 22	22
Tabla 5. Fuentes de aguas subterráneas del caserío de Molinopampa.....	26
Tabla 6. Instituciones Educativas de Molinopampa ..... 29	29
Tabla 7. Programa de muestreos ..... 32	32
Tabla 8. Preservantes usados en las muestras y enviados al Laboratorio ALS Environmental. .... 32	32
Tabla 9. Preservantes usados en las muestras y enviados al Laboratorio Envirolab. .... 33	33
Tabla 10. Preservantes usados en las muestras enviados al Laboratorio NKAP. .... 33	33
Tabla 11. Equipos para la medición de los parámetros de campo ..... 34	34
Tabla 12. Clasificación del "ICA" propuesto por Brown ..... 39	39
Tabla 13. Pesos relativos para cada parámetro del "ICA" ..... 41	41
Tabla 14. Métodos utilizados en el análisis de muestras de agua. .... 45	45
Tabla 15. Ubicación de las calicatas..... 46	46
Tabla 16. Resumen de alcalinidad y dureza del agua. .... 49	49
Tabla 17. Resumen de las Unidades Cartográficas. .... 50	50
Tabla 18. Área de la zona con su respectiva pendiente. .... 51	51
Tabla 19. Inventario pecuario..... 60	60
Tabla 20. Resumen de los resultados de los laboratorios. .... 63	63
Tabla 21. Cálculo del ICA de la captación de Molinopampa del 16/09/08..... 64	64
Tabla 22. Cálculo del ICA de Choctapampa del 16/09/08 ..... 64	64
Tabla 23. Cálculo del ICA del Reservorio del 16/09/08..... 65	65
Tabla 24. Cálculo del ICA de la captación de Molinopampa del 10/12/08..... 65	65
Tabla 25. Cálculo del ICA de Choctapampa del 10/12/08 ..... 66	66
Tabla 26. Cálculo del ICA del Reservorio del 12/12/08..... 66	66
Tabla 27. Cálculo del ICA de la captación de Molinopampa del 24/03/09 ..... 67	67
Tabla 28. Cálculo del ICA de Choctapampa del 24/03/09 ..... 67	67
Tabla 29. Cálculo del ICA del reservorio del 24/03/09..... 68	68
Tabla 30. Cálculo del ICA de la captación de Molinopampa del 15/06/09 ..... 68	68
Tabla 31. Cálculo del ICA de Choctapampa del 15/06/09 ..... 69	69
Tabla 32. Cálculo del ICA de reservorio del 15/06/09..... 69	69
Tabla 33. Índice de la calidad del agua del manantial de Molinopampa..... 70	70
Tabla 34. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua..... 81	81

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación con los puntos de muestreo ubicado en los distritos de Celendín y José Gálvez .....	20
Figura 2. Mapa geológico de la zona de estudio, indicando los puntos de muestreo del trabajo de investigación.....	25
Figura 3. Etiquetas para el rotulado de las muestras para el laboratorio Envirolab-Perú SAC .....	36
Figura 4. Etiqueta para el rotulado de las muestra para el Laboratorio NKAP .....	37
Figura 5. Climograma Ombrotérmico de Gausen 2007.....	53
Figura 6. Climograma Ombrotérmico de Gausen 2008.....	53
Figura 7. Climograma Ombrotérmico de Gausen 2009.....	54
Figura 8. Actividades humanas que se realizan en la zona de estudio. ....	55
Figura 9. Grado de erosión del suelo de la zona en estudio.....	56
Figura 10. Uso del sistema de riego. ....	56
Figura 11. Procedencia del agua de riego.....	57
Figura 12. Fertilizantes más utilizados en la zona de estudio.....	57
Figura 13. Insecticidas más empleados en la zona de estudio. ....	58
Figura 14. Fungicidas más usados en la zona de estudio.....	59
Figura 15. Uso del agua para consumo humano.....	61
Figura 16. Servicios sanitarios en la zona de estudio. ....	62
Figura 17. Comparación de los ICA en los puntos de muestreo.....	71
Figura 18. Tesista en compañía del personal de SEMACEL y DESA en la captación de Molinopampa. ....	83
Figura 19. Muestreo del agua en el manantial de Molinopampa.....	83
Figura 20. Escarpado ubicado en la parte posterior del manantial de Molinopampa, litológicamente es típico de la Formación Cajamarca. ....	84
Figura 21. Insecticida a un costado del muro perimétrico de la captación del manantial.....	84

## **RESUMEN**

El objetivo fundamental de la presente investigación es determinar los factores que influyen en el manantial de Molinopampa antes de entrar al sistema de abastecimiento de agua de consumo doméstico de la ciudad de Celendín. Los datos corresponden a tres puntos de monitoreo, que se obtuvieron en la época de lluvia y de estiaje. Para este trabajo, los análisis del agua han sido realizados por los laboratorios de: ALS Envirolab y laboratorios NKAP. Los monitoreos se iniciaron en septiembre 2008 y culminaron en junio 2009, siguiendo un riguroso protocolo de monitoreo para determinar la calidad de aguas para consumo humano y en compañía del personal de DESA Cajamarca, los resultados indican influencia de la calidad de agua del manantial Molinopampa por condiciones geo edáficas y actividades antrópicas. Asimismo, los Índices de la Calidad del Agua (ICA) del manantial de Molinopampa, oscilan entre 62.81 a 77.71; que según la escala de Brown está entre regular a buena, recomendando su tratamiento previo, antes de su consumo en la ciudad de Celendín.

## **ABSTRACT**

The main aim of this research is to determine the factors influencing the quality of Molinopampa spring before to enter to the Celendín piping water facilities. Data correspond to three points of monitoring, and they were obtained in the rainy and drought seasons. The analyses were performed by ALS Environmental and NKAP Laboratory. Monitorings started up in September 2008 and culminated in June 2009, with a protocol to oversee the water quality for domestic use and with the presence of DESA'S officials (Executive Direction of Health - Cajamarca); the outcome shows the influence of the Molinopampa spring water quality by geodaphic and anthropic activities. The Water Quality Index (ICA) of Molinopampa spring are in between 62.81 and 77.71 and, according to the Brown's grades, belongs between Regular and Good, recommending its previous treatment, before the use in the Celendín city's tap water.

## GLOSARIO

**Abastecimiento de agua:** Suministro de agua potable a una comunidad, que incluye las instalaciones de depósitos, válvulas y tuberías.

**Actividades antrópicas:** Cualquier acción o intervención realizada por el ser humano sobre la faz del planeta.

**Calicatas:** Excavación pequeña sobre los terrenos meteorizados para investigar el subsuelo

**Caliza nodular:** Calizas con alto contenido de carbonatos de calcio

**Coliformes:** Grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos. Los coliformes fecales son microorganismos con una estructura parecida a la de una bacteria común que se llama *Escherichia coli* y se transmiten por medio de los excrementos. La *Escherichia* es una bacteria que se encuentra normalmente en el intestino del hombre y en el de otros animales. Hay diversos tipos de *Escherichia*; algunos no causan daño en condiciones normales y otros pueden incluso ocasionar la muerte.

**Copépodos:** Los copépodos (Copépoda) son una subclase de crustáceos maxilópodos de tamaño muy pequeño, muchas veces microscópicos, muy abundantes tanto en agua dulce como salada

**Demanda Bioquímica de Oxígeno:** Es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene

una muestra líquida, disuelta o en suspensión. Se utiliza para medir el grado de contaminación, normalmente se mide transcurridos cinco días de reacción (DBO5).

**Detrítico:** Roca formada por fragmentos o detritus provenientes de la erosión de las rocas pre-existentes

**DIGESA:** Dirección General de Salud

**ECA:** Estándares de Calidad Ambiental

**Escala de Brown:** Es una versión modificada del índice de la Calidad del Agua propuesta por la Fundación de Sanidad Nacional de EE.UU (NSF). Consiste básicamente en una expresión simple de una combinación más o menos compleja de un número de parámetros, los cuales sirven como una medida de la calidad del agua.

**Estiaje:** Nivel más bajo o caudal mínimo que en ciertas épocas del año tienen las aguas de un río, estero, laguna, etc., por causa de la sequía.

**Facies:** Conjunto de caracteres y condiciones físicas, químicas, ambientales y paleontológicas, mediante las cuales se produjeron las deposiciones litológicas

**ICA:** Índice de la Calidad del Agua.

**Inocuo:** Que no hace daño.

**Monitoreo:** Medición uniforme y observación del medio ambiente en forma continua o frecuente que, por lo general, tiene fines de prevención y control.

**Organoléptica:** Dicho de una propiedad del cuerpo, se puede percibir por los sentidos.

**Oxígeno Disuelto:** Es un parámetro de suma importancia para el desarrollo de las formas de vida acuática (animal o vegetal), evita la descomposición anaeróbica de la materia orgánica. En cuerpos de aguas muy contaminados su concentración disminuye.

**Turbidez:** Es el efecto óptico que se origina al dispersarse o interferir el paso de los rayos de luz que atraviesan una muestra de agua, a causa de las partículas minerales u orgánicas que el líquido puede contener en forma de suspensión; tales como microorganismos, arcilla, precipitaciones de óxidos diversos, carbonatos de calcio precipitado, compuestos de aluminio, etc.



## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

Para abordar el presente trabajo es necesario partir del conocimiento del agua como elemento presente en la naturaleza, la cual se mueve según una secuencia de procesos físicos que contribuyen al ciclo hidrológico. El análisis de este ciclo es indispensable para el conocimiento de las relaciones del agua, su entorno y sus modificaciones, en términos de calidad y cantidad debidas al aprovechamiento del recurso hídrico para consumo humano, los que pueden afectar a los distintos componentes del ciclo y del medio ambiente.

El agua es un recurso vital que afecta significativamente todos los aspectos de la vida. El manejo del agua para el consumo humano debe ser de primera calidad, pero su mal manejo provoca enfermedades o cáncer y hasta muertes. Razón por la cual se tiene la necesidad de tener un conocimiento del recurso hídrico para el consumo humano en forma muy minuciosa el cual es logrado a partir del monitoreo del agua, bajo una normativa y parámetros, para asegurar la calidad de los resultados.

Por este motivo en el presente trabajo de investigación se realiza 04 monitoreos los cuales se llevan a cabo durante la época de estiaje y de precipitaciones, iniciándose en septiembre del 2008 y finalizando en junio del 2009.

El presente trabajo aporta datos de la situación sanitaria del agua del manantial de Molinopampa, en la línea de conducción (Choctapampa) y antes de llegar al reservorio del Cumbe Alto; pues no se cuenta con estudios recientes de este tipo, lo que beneficiará a la población de Celendín, evitando mayores riesgos en la salud, cuya población es de aproximadamente de 20 000 habitantes.

Los lugares de muestreo son: La captación del manantial de Molinopampa, Choctapampa (punto intermedio entre la fuente y el reservorio), y un punto antes de entrar al reservorio principal; haciendo una aclaración, que entre la captación y el reservorio existe beneficiarios que obtienen el agua sin aplicación de cloro, además no se está cumpliendo con la norma de proteger el área de influencia de esta fuente, ya que se viene realizando actividades agrícolas, ganaderas y antrópicas provocando su contaminación.

La falta de información de este manantial de agua, de sus características y factores que influyen sobre la calidad, es la finalidad del estudio de este trabajo de investigación.

### **PROBLEMA DE ESTUDIO:**

En la presente investigación se estudia la calidad del agua que proviene de la fuente Molinopampa, siendo su origen subterráneo; así mismo, se identificará los factores que influyen sobre la calidad del agua de la mencionada fuente.

No se cuenta con una infraestructura diseñada para el tratamiento adecuado para potabilizar el agua, aplicando solamente hipoclorito de calcio como desinfectante, sin tomar en cuenta la dosis recomendada por las diferentes instituciones que velan por la salud.

Además en los alrededores del manantial de Molinopampa, se realizan actividades agropecuarias y se encuentra letrinas que se han instalado en década del 90, por lo que se presume que el agua proviene con Coliformes y otros contaminantes,

desconociéndose sus propiedades físicas, químicas y bacteriológicas. Tampoco se cumple con la norma legal, de proteger las áreas colindantes a estas fuentes naturales de agua.

Cabe mencionar, que la geología de la fuente de Molinopampa, es, según la carta geológica del Cuadrángulo de Celendín (14 g), de Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú, pertenece a la formación Celendín, de la era mesozoico y del periodo del cretáceo superior (Ks-Ce), cuyas características son las siguientes: está formada de una secuencia calcárea que consiste de lutitas calcáreas blandas bastante fosilíferas de color amarillento y gris claro que se intercalan con capas delgadas de calizas grises oscuras. Características geológicas que son fáciles de contaminarse por las actividades antrópicas que se lleva en los alrededores de la fuente de abastecimiento de agua.

De lo expuesto anteriormente nos planteamos la siguiente pregunta:

¿Cuáles son los factores que influyen en la calidad del agua del manantial de Molinopampa, que abastece al 80,74% de la población de Celendín?

#### **OBJETIVO GENERAL:**

Determinar los factores que influyen en la calidad del agua del manantial de Molinopampa que se usa para consumo doméstico en la ciudad de Celendín.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- ❖ Determinar las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua del manantial de Molinopampa.
- ❖ Identificar los factores que influyen en la calidad del agua del manantial de Molinopampa que se abastece la ciudad de Celendín.
- ❖ Determinar el Índice de Calidad del Agua (ICA), del manantial de Molinopampa.

**HIPÓTESIS:**

Los factores que influyen en la calidad del agua del manantial de Molinopampa que se usa para consumo doméstico en la ciudad de Celendín, depende de las características geo hidrológicas de la zona en estudio y de las actividades antrópicas (agricultura, ganadería), las cuales van a determinan las propiedades físicas, químicas y bacteriológicas del agua del mencionado manantial; determinando su ICA y comparándolo con los Estándares de Calidad Ambiental para agua.

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **2.1. ANTECEDENTES:**

El presente trabajo es considerado como estudio de línea base desarrollado por la Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional de Cajamarca, en cuanto a los factores que influyen en la calidad del agua del manantial de Molinopampa, que se usa para consumo doméstico en la ciudad de Celendín.

Anteriormente no se ha realizado estudios de la calidad del agua del manantial de Molinopampa, sólo el seis de diciembre del 2004, la Dirección Regional de Salud de Cajamarca a través de la Red III de Salud de Celendín, realizó un análisis bacteriológico del agua que se consume en la ciudad de Celendín, clasificándolo como aguas bacteriológicamente inaptas para el consumo humano (ver la ficha de Vigilancia y Control de la Calidad de Agua para Consumo Humano de la Red III de Salud de Celendín en el anexo 5).

#### **2.2. AGUAS SUBTERRÁNEAS:**

Por agua subterránea se entiende al agua que ocupa todos los vacíos dentro del estrato geológico, comprende toda el agua que se encuentra por debajo del nivel freático.

El agua subterránea es de gran importancia, especialmente en aquellos lugares secos, donde el escurrimiento se reduce mucho en algunas épocas del año.

Las aguas subterráneas provienen de la infiltración directa en el terreno de las lluvias o nieves, o indirectas de ríos o lagos.

La infiltración es el proceso por el cual el agua penetra en las capas superiores del suelo, mientras que la percolación es el movimiento del agua en las capas del subsuelo (**Villón 2002: 319**).

Las aguas subterráneas son aquellas que se han filtrado desde la superficie de la tierra hacia abajo por los poros del suelo. Las formaciones de suelo y roca que se han saturado de líquido se conocen como depósito de agua subterránea o acuífero. El agua normalmente se extrae de estos depósitos por medio de pozos. El tamaño de los poros del suelo, la viscosidad del agua y otros factores se combinan para limitar la velocidad a la cual el agua se mueve a través del suelo para rellenar el pozo. Este flujo (velocidad) puede variar desde 1 m/día hasta 1 m/año (**J. Glynn y Gary 1996: 392 - 393**).

### **2.2.1. TIPOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS:**

Genéticamente existen tres tipos de aguas subterráneas: meteóricas, Congénitas y magmáticas:

**2.2.1.1. Aguas de Infiltración:** Originadas por la percolación o infiltración a profundidad de las aguas meteóricas derivadas de la atmósfera, que se filtran de acuerdo a la permeabilidad del terreno; por su volumen es la fuente más importante de las aguas subterráneas.

**2.2.1.2. Aguas Fósiles:** Conocidas también como aguas congénitas o connatas, son aquellas captadas por los sedimentos en los espacios libres entre partículas en el momento que se depositan en los fondos marinos y se conservan después del proceso de la

diagénesis. Éstas contienen sales disueltas pero usualmente difieren en composición de las aguas marinas actuales. Las aguas fósiles que contienen alto contenido de sales se denominan *salmueras*, que están asociadas a depósitos de petróleo.

**2.2.1.3. Aguas Juveniles:** Se les conoce también como aguas magmáticas o vírgenes. Son aquellas aguas derivadas de cuerpos magmáticos profundos, los cuales pueden contener aproximadamente el 10% de agua, y son liberadas como vapor o líquido durante la cristalización de los magmas. Durante este proceso, estas aguas pueden transportar iones de cobre, plomo, zinc, plata, etc., que pueden dar lugar a depósitos minerales. Las aguas termales y los géiseres en áreas de actividad volcánica pueden ser parcialmente de origen magmático (**Rivera 2001: 173- 174**).

### **2.3. BASE LEGAL:**

La base legal relacionada con el uso de agua para el consumo humano, está en el anexo N° 1.

### **2.4. NECESIDAD DE CONTROL:**

El efecto obvio que los diversos usuarios del agua tienen unos respecto a otros es el problema que propicia la escasez del agua para todos. Los efectos indirectos, menos obvios, incluyen los que causa la contaminación por eliminación de residuos y desagües de superficies, los cambios en la vida acuática y la creciente salinidad de las corrientes. Por ejemplo, el desagüe de herbicidas, plaguicidas y fertilizantes de las tierras cultivadas puede afectar la cadena alimenticia acuática en la medida suficiente para causar la pérdida de la pesca deportiva local, o para estimular el crecimiento explosivo de algas de aspecto desagradable, el cual puede a su vez ensuciar la provisión de agua para los usuarios municipales e industriales. Las prácticas agrícolas que serían necesarias para detener este impacto negativo

requerirían cambios en la práctica del uso de la tierra que serían difícil y costoso poner en vigor. Esta red o sistema de interacciones entre usuarios del agua caracteriza la complejidad de los problemas que se presentan cuando se intenta conciliar varios usos de un mismo suministro de agua. Con la diversidad de necesidades y los efectos interrelacionados del uso del agua, no es difícil ver cómo es que surgen cuestiones complicadas en relación con del derecho legal para la obtención de agua con cierta calidad (**J. Glynn y Gary 1996: 339**).

## **2.5. CALIDAD DEL AGUA:**

La aguas naturales raramente son de calidad satisfactoria para el consumo humano o el uso industrial y casi siempre deben ser tratadas (**Kiely 2001: 593**).

Se entiende por calidad natural del agua al conjunto de características físicas, químicas y bacteriológicas que presenta el agua en su estado natural en los ríos, lagos, manantiales, en el subsuelo o en el mar.

La calidad del agua no es un término absoluto; es algo que siempre dice en relación con el uso o actividad a que se destina: calidad para beber, calidad para riego, etc. Por consiguiente, un agua puede resultar contaminada para un cierto uso puede ser perfectamente aplicable a otro; de ahí que se fijen criterios de calidad del agua según los usos.

El agua no se encuentra naturalmente en estado puro y siempre contiene cierto número y cantidad de sustancias que provienen de diversas fuentes: la precipitación, su propia acción erosiva, el viento, su contacto con la atmosfera. Y así, en las aguas que no han recibido vertidos artificiales se encuentra sólidos y coloides en suspensión (que afectan la transparencia), sólidos disueltos (que se reflejan en la alcalinidad, pH, dureza, conductividad, ...), oxígeno disuelto (que influye



decisivamente en la vida acuática), etc. que constituyen los caracteres y cualidades del agua (**Conesa 2003: 200**).

A continuación se presentan los parámetros determinantes más importantes de la calidad del agua, como son:

) Parámetros Físicos:

1. Temperatura
2. Turbidez
3. Sólidos totales
4. Sólidos disueltos totales
5. Sólidos suspendidos totales

) Parámetros Químicos:

1. Dureza
2. Alcalinidad
3. pH
4. Oxígeno disuelto
5. Demanda bioquímica de oxígeno
6. Demanda química de oxígeno

) Parámetros Microbiológicos:

1. Coliformes fecales
2. Coliformes totales (**Gonzales 2006: 34**).

## **2.6. CLASES DE ACUÍFEROS:**

Un manantial puede definirse como un punto o zona de la superficie del terreno en la que, de modo natural, fluye a la superficie una cantidad apreciable de agua, procedente de un acuífero o embalse subterráneo. Los manantiales son a modo de

aliviaderos o desagües por los que sale la infiltración o recarga que recibe los embalses subterráneos (**Kiely 2001: 268**).

Los acuíferos han despertado el interés de los estudiosos desde hace muchos años y, como consecuencia de ello, han surgido clasificaciones de tipos muy distintos, según el aspecto que fuese considerado más característico. Entre estos aspectos puede señalarse los que se refieren a los materiales geológicos que constituyen el acuífero, o las relaciones litología-estructura-terreno, o a la cuantía y régimen del caudal, o las características químicas o de temperatura de sus aguas, o a su origen, etc. Fácilmente se comprende que el número de variables que puede tenerse en cuenta es tal que resultarían con facilidad varios centenares o miles de tipos distintos de acuíferos (**Custodio y Llamas 1983: 1101**).

El flujo de las aguas subterráneas sucede, inevitablemente, a través de formaciones geológicas. Por lo tanto, el conocimiento detallado de los materiales que forman la corteza terrestre es algo, no solo importante, sino vital para el estudio de la hidrogeología. El funcionamiento hidrogeológico puede llegar a ser diferente de unos sistemas geológicos a otros y, cada tipo de sistema o ambiente geológico presenta una serie de particularidades características. Estas particularidades vienen determinadas por aspectos litológicos, estructurales, geomorfológicos, estratigráficos, etc. Que permiten distinguir dos tipos de acuíferos de acuerdo a las formaciones geológicas:

- a) Sedimentos no consolidados y
- b) En formaciones rocosas o consolidadas.

Al respecto, estos acuíferos están constituidos por aquellas formaciones geológicas de carácter detrítico cuyo componente mayoritario son partículas de tamaño, como mínimo, arena. De esta forma, cuando se habla de acuíferos detríticos no

consolidados por arenas, gravas, arcosas, areniscas, conglomerados, etc. Las permeabilidades o, mejor dicho, las conductividades hidráulicas están entre las más altas de las existentes en la corteza terrestre (**Molinero 2005, 14**).

## **2.7. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA**

En general, el agua subterránea depende del tiempo de viaje del agua (y de los contaminantes), la cantidad relativa de contaminantes que pueden alcanzar al agua subterránea, y de la capacidad de atenuación de contaminantes de los materiales geológicos. Como toda agua subterránea está hidráulicamente conectada a la superficie terrestre, es la efectividad de esta conexión la que determina la vulnerabilidad relativa a la contaminación. El agua subterránea que recibe fácilmente y rápidamente agua (y contaminantes) desde la superficie terrestre se considera más vulnerable que el agua subterránea que recibe agua (y contaminantes) más lentamente y en menores cantidades (**Kiely 2001: 294**).

Los factores que influyen en la calidad del agua subterránea, las principales son las siguientes:

### **2.7.1. Factores hidrogeológicos:**

**Influencia del suelo:** Los suelos actúan como una capa protectora sobre el agua subterránea por medio de tanto físicos como químicos/bioquímicos. Los sedimentos de grano fino del tipo de las arcillas como los depósitos glaciares, arcillas lacustres y turbas tienen baja permeabilidad y en consecuencia actúan como una barrera o retención al movimiento vertical de los contaminantes. En las que están presentes estos sedimentos, el agua superficial tiene más riesgo que las aguas subterráneas ya que la mayoría, sino todos los

contaminantes no pueden emigrar hacia abajo y sólo pueden moverse lateralmente. Incluso si la permeabilidad es suficientemente alta como para permitir lentos movimientos intergranular de los contaminantes, por ejemplo en depósitos arenosos o barros, los sedimentos pueden percollar hacia afuera y absorber bacterias y virus. En contraste, los depósitos de alta permeabilidad – arenas y grabas – permiten un fácil acceso de los contaminantes al nivel freático aunque proporcionen oportunidades para la dispersión de los contaminantes por los espacios porosos.

La adsorción, el intercambio iónico y la precipitación son procesos químicos vitales para atenuar la contaminación. La capacidad de cambio catiónico de los subsuelos depende del contenido de arcillas y/o orgánico y varía desde esencialmente cero para arenas a unos 50 meq/100 g para suelos arcillosos hasta por encima de 100 meq/100 g para la turba. Por tanto, las arcillas y la turba pueden atenuar los contaminantes bacterianos, víricos y químicos tales como el cadmio, mercurio, plomo, potasio, y amoniaco mientras que la arena limpia y la grava tienen poco efecto. En general, mientras más contenidos en arcilla y menor permeabilidad, mayor protección del agua subterránea de la contaminación (**Kiely 2001: 295 - 296**).

**La Alcalinidad:** es la medida de la capacidad del agua para absorber iones hidrogeno sin cambio significativo del pH. Dicho simplemente, la alcalinidad es una medida de la capacidad tamponadora del agua y por tanto, una medida de la capacidad del agua para neutralizar ácidos. Los constituyentes químicos principales de la alcalinidad en las aguas naturales son los bicarbonatos, carbonato e iones hidróxido. Estos componentes son mayoritariamente

carbonatos y bicarbonatos de sodio, potasio, magnesio y calcio. Estos constituyentes se originan a partir del dióxido de carbono (de la atmósfera y como subproducto de la descomposición microbiana de la materia orgánica) y de los minerales en origen (principalmente compuestos químicos disueltos de rocas y suelos). Los rangos de alcalinidad se presentan en la siguiente tabla (Spellman 2000: 142).

**Tabla 1. Rango de alcalinidad.**

<b>RANGO</b>	<b>ALCALINIDAD (mg/L CaCO<sub>3</sub>)</b>
Baja	< 75
Media	75 - 150
Alta	> 150

**La Dureza:** del agua se define como la suma de los cationes polivalentes disueltos en el agua. Los cationes más frecuentes son calcio y magnesio, aunque hierro, estroncio y manganeso pueden contribuir también. La dureza se registra normalmente como una cantidad equivalente de carbonato cálcico. Las aguas se suelen clasificar de acuerdo con el grado de dureza como sigue:

**Tabla 2. Clasificación de la dureza del agua.**

<b>CONCENTRACIÓN DE CARBONATO CÁLCICO (mg/L)</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>
< 75	Agua blanda
de 75 a 150	Agua moderadamente dura
de 150 a 300	Agua dura
> 300	Agua muy dura

La dureza es función en primer lugar de la geología del área a la que está asociada el agua. Las aguas que discurren sobre calizas son propensas a ser duras por que la lluvia (naturalmente ácida debido a su contenido de dióxido

de carbono) disuelve las rocas y se lleva los cationes disueltos en el sistema acuático (**Spellman 2000: 143**).

### **2.7.2. Factores antrópicos:**

Las actividades humanas sobre el territorio (regadío y agricultura intensiva, presión urbanística, acumulación de residuos, vertidos incontrolados, pozos mal contruidos, actividades mineras e industriales poco cuidadosas con el medio ambiente, etc.), suponen una serie amenaza de alteración de las características naturales de las aguas subterráneas. La consecuencia es que las propiedades físicas, químicas, radiactivas, y biológicas del agua subterránea, se degradan (contaminación) en diversos grados, afectando así a sus usos, a otras fases del ciclo hidrológico y al medio ambiente (**Llamas et al 2001: 328**).

#### **2.7.2.1. Agricultura:**

Se debe tener en cuenta a:

- **Abonos agrícolas:** Pueden ser minerales u orgánicos. En ambos casos, la contaminación producida es debida principalmente al aporte de nitratos. La aplicación excesiva e incorrecta de abonos, y las prácticas de riego poco eficientes, favorecen el lavado de nitratos y su incorporación al acuífero (**Llamas et al 2001: 329**).
- **Plaguicidas agrícolas:** Con este nombre se denominan los compuestos químicos utilizados en el control y destrucción de las plagas y enfermedades de las plantas. Los primeros plaguicidas sintéticos aparecieron en la década de 1940. Muchos de ellos son compuestos de notable resistencia a la degradación, en sí mismos, o en algunos de sus productos de descomposición, y en especial los más antiguos. Según Sampat (2000), en los EE.UU. todavía se encuentra DDT en aguas

subterráneas, después de haberse prohibido su utilización hace 30 años. Si la recarga se realiza lentamente a través del terreno no saturado, existen posibilidades de retención y de una cierta degradación química o por acción biológica; pero si llegan directamente al acuífero, su eliminación por acciones biológicas es muy lenta o nula. Además, la descomposición de dichos productos puede dar lugar a una serie de residuos, no siempre conocidos, en ocasiones más tóxicos que los plaguicidas originales (**Llamas et al 2001: 330**).

#### **2.7.2.2. Actividades domésticas:**

Se trata de una contaminación orgánica, biológica y mineral, originada por fosas sépticas, pozos negros, fugas de sistemas de alcantarillado, vertido indiscriminado de aguas residuales, etc. También se incluye la contaminación derivada de la utilización de productos químicos de uso doméstico, tales como los detergentes y blanqueantes en sus diversas versiones (**Llamas et al 2001: 322**).

#### **2.7.2.3. Ganadería:**

Al igual que la contaminación por actividades domésticas, es orgánica, biológica y mineral, pero presenta una mayor concentración, especialmente en granjas intensivas. En los EE.UU., según Sampat (2000), se producen 130 veces más residuos provenientes de la ganadería, que los correspondientes a los generados por su habitantes (**Llamas et al 2001: 323**).

#### **2.7.2.4. Pozos mal contruidos o abandonados y letrinas:**

Es un tipo de contaminación a la que se le presta poca importancia, pero que puede tener graves consecuencias. Son especialmente peligrosos los

pozos que ponen en comunicación varios acuíferos, los pozos con entubaciones rotas o corroídas en niveles con aguas de mala calidad, y aquéllos que permiten la fácil entrada de aguas superficiales (**Llamas et al 2001: 329**).

## **2.8. EL ÍNDICE DE LA CALIDAD DEL AGUA:**

### **2.8.1. Definición de un índice de calidad del agua:**

La calidad del agua no es un criterio completamente objetivo, pero está socialmente definido y depende del uso que se le piense dar al líquido, por lo que cada uso requiere un determinado estándar de calidad. Por esta razón, para evaluar la calidad del agua se debe ubicar en el contexto del uso probable que tendrá.

Debido a la cantidad de parámetros que participan en el diagnóstico de la calidad del agua y a lo complejo que éste puede llegar a ser, se han diseñado índices para sintetizar la información proporcionada por esos parámetros. Los índices tienen el valor de permitir la comparación de la calidad en diferentes lugares y momentos, y de facilitar la valoración de los vertidos contaminantes y de los procesos de auto depuración.

Su ventaja radica, en que la información puede ser más fácilmente interpretada que una lista de valores numéricos. Consecuentemente, un índice de calidad del agua es una herramienta comunicativa para transmitir información (**Gonzales 2006: 27**).

La calidad del agua no es un término absoluto; es algo que siempre dice en relación con el uso o actividad a que se destina: calidad para beber, calidad para riego, etc...). Por consiguiente, un agua puede resultar contaminada para



un cierto uso puede ser perfectamente aplicable a otro; de ahí que se fijen criterios de calidad del agua según los usos.

El agua no se encuentra naturalmente en estado puro y siempre contiene cierto número y cantidad de sustancias que provienen de diversas fuentes: la precipitación, su propia acción erosiva, el viento, su contacto con la atmosfera. Y así, en las aguas que no han recibido vertidos artificiales se encuentran sólidos y coloides en suspensión (que afectan a la transparencia), sólidos disueltos (que se reflejan en la alcalinidad, pH, dureza, conductividad,...), oxígeno disuelto (que influye decisivamente en la vida acuática), etc. que constituye los caracteres y cualidades del agua.

Estos caracteres y cualidades se relacionan con la calidad del agua aunque, de modo distinto según el uso a que esta sea destinada (**Conesa 2003: 200**).

### **2.8.2. Usos de los índices:**

Los índices pueden ser usados para mejorar o aumentar la información de la calidad del agua y su difusión comunicativa, sin embargo, no pretenden reemplazar los medios de transmisión de la información. Los posibles usos de los índices son:

- Manejo del recurso: En este caso los índices pueden proveer información a personas que toman decisiones sobre las prioridades del recurso.
- Clasificación de áreas: Los índices son usados para comparar el estado del recurso en diferentes áreas geográficas.
- Aplicación de la normativa: En situaciones específicas y de interés, es posible determinar si está sobrepasando la normativa ambiental y las políticas existentes.

- Información pública: En este sentido, los índices pueden tener utilidad en acciones de concientización y educación ambiental.
- Investigación científica: Tiene el propósito de simplificar una gran cantidad de datos de manera que se pueda analizar fácilmente y proporcionar una visión de los fenómenos medioambientales (**Gonzales 2006: 29**).

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO:

El área de estudio del presente trabajo de tesis abarca el distrito de Celendín y José Gálvez, en la provincia de Celendín, presentándose con mayor detalle en la siguiente tabla:

Tabla 3. Localización del área de estudio y puntos de muestreo.

N° ESTACIÓN	CÓD. DE LA ESTACIÓN	CASERÍO	DISTRITO	DISTANCIA DESDE LA CIUDAD DE CELENDÍN	COORDENADAS UTM		ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR (m.s.n.m.)
					LATITUD	LONGITUD	
1	MPC 1	Molinopampa	Celendín	9,0 km	810111	9237221	2 841
2	RCEL 2	Choctapampa	José Gálvez	3,7 km	815052	9236752	2 785
3	RCEL	Alto Cumbe (Reservorio)	Celendín	1,2 km	814765	9239576	2 678

El distrito de Celendín está ubicado en la parte central oriental de la provincia, tiene una superficie de 409 km<sup>2</sup>, representando el 15,5 % de la superficie provincial. Su capital del mismo nombre, se encuentra a una altitud de 2 620 msnm y tiene una accesibilidad a través de transporte terrestre desde el departamento Amazonas y de la provincia de Cajamarca (Suárez 1998: 31).

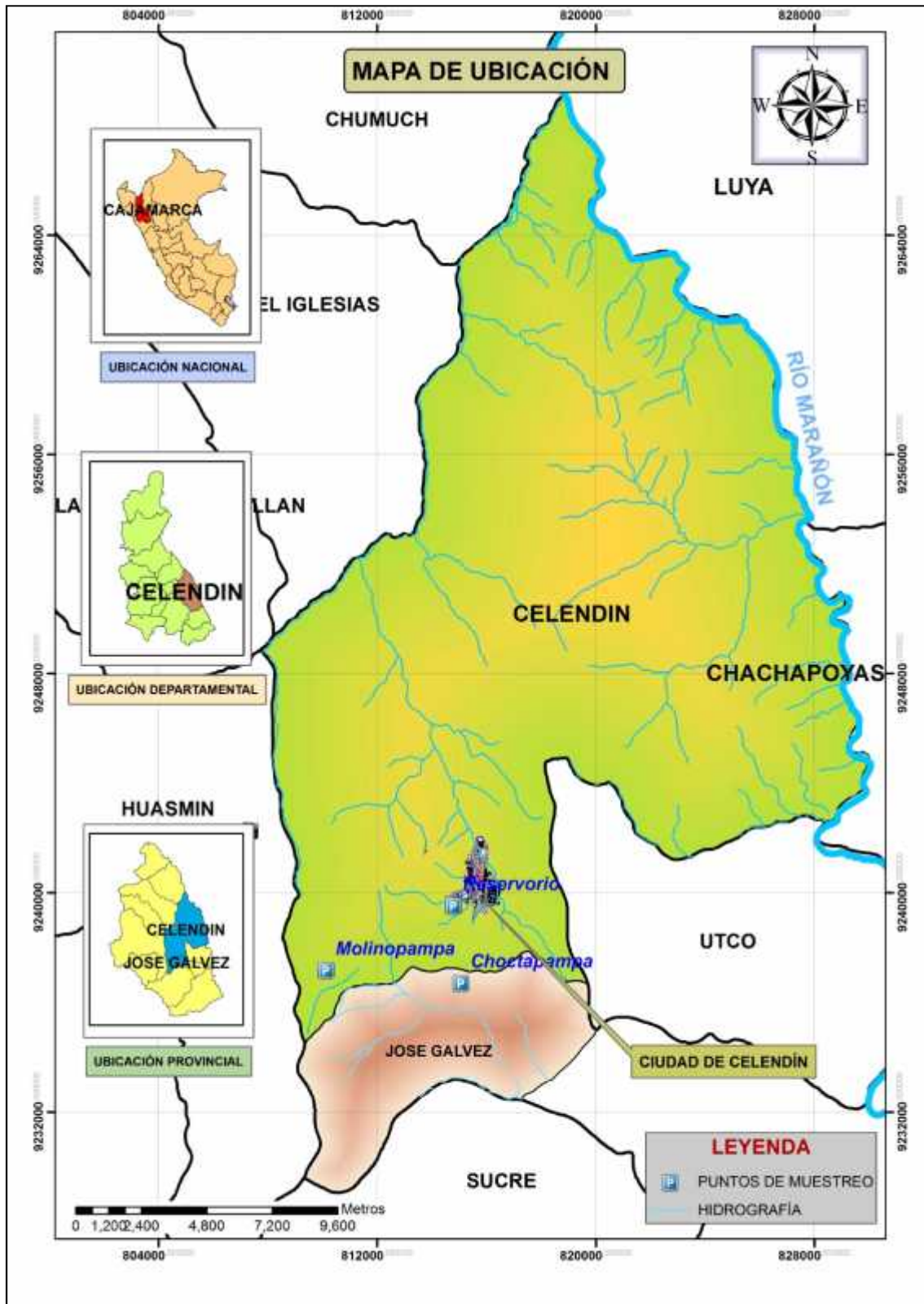


Figura 1. Mapa de ubicación con los puntos de muestreo ubicado en los distritos de Celendín y José Gálvez

## **3.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO:**

### **3.2.1. AMBIENTE FÍSICO:**

#### **a. TOPOGRAFÍA:**

La topografía que presenta la zona donde está la captación del agua de Molinopampa, se caracteriza por la presencia de cerros con pendientes moderadamente empinadas (13 % – 25 %), empinadas (26 % a 50 %) y muy empinadas (51 % a 70 %); en la parte baja existe un valle que los pobladores de la zona lo dedica para la actividades agrícolas y ganaderas.

La topografía que presenta la zona de Choctapampa y el Reservorio Central (Alto Cumbe), los suelos presenta una pendiente ligeramente inclinada (05 % a 12 %), presenta una erosión leve a moderada.

#### **b. CLIMA Y METEOROLOGÍA:**

La zona de estudio presenta un clima muy variado y complejo en razón de su ubicación dentro de un rango de altitudes (1 678 hasta más de 2 900 msnm).

Además su gran complejidad fisiográfica influye notablemente sobre los componentes del clima general, razón por la cual de la única Estación Meteorológica Ordinaria del SENAMHI, más cerca al área de estudio se encuentra en Celendín, por lo cual hace limitado el estudio de las condiciones climáticas.

Además el área de estudio se caracteriza por un clima frío y húmedo, con periodos secos y lluviosos diferenciados. La estación de lluvias se presenta habitualmente desde octubre hasta abril, y la estación seca, desde mayo hasta setiembre. La precipitación acumulada es de 1 322 mm aproximadamente por año.



### **c. GEOLOGÍA:**

El área de estudio está conformada por un zócalo sedimentario del sistema cretácico intensamente plegado y fallado, en el cual se presentan unidades litológicas muy variadas.

Como consecuencia, la litología de la zona presenta una gran heterogeneidad, pasando de facies líticas sedimentarias (areniscas de grano diverso, calizas, arcillolíticas, limonitas, etc.), a metamórficas (pizarra, cuarcitas, etc.), e ígneas extrusivas (tufos, brechas volcánicas de diferentes naturalezas, derrames andesíticos, etc.)

#### **❖ Formaciones del cuaternario:**

##### **Depósitos fluvioglaciares y lacustres: (Qr - al)**

Ha formado una llanura de acumulación, especialmente donde está ubicado la ciudad de Celendín, está relacionado con la acumulación de arenas, limos y arcillas derivados de areniscas.

#### **❖ Formaciones del Secundario – Cretáceo**

##### **Formación Celendín (Ks – ce)**

En la zona en estudio la Formación Celendín aflora solamente en la zona de Molinopampa, generando un relieve de hondonada y terrenos bajos caracterizados por tonos amarillentos y marrones producidos por interemperismos.

La formación Celendín está compuesta por capas delgadas de caliza nodular arcillosa, intercaladas con margas y lutitas. Las lutitas y margas son grises o grises azuladas mientras la caliza es crema oscura a marrón. En general las margas y lutitas predominan sobre las calizas. La formación es fosilífera y

contiene una fauna variada de amonites, lamelibranquios, gasterópodos y echinoideos.

### **Formación Cajamarca (Ks – ca)**

Aunque la Formación Cajamarca tenga una similitud superficial con la facies calcáreas del Grupo Pulluicana por el hecho que ambas unidades consisten en calizas estratificadas en capas medianas, en general son fácilmente distinguibles. La Formación Cajamarca se caracteriza por presentar una estratificación regular y uniforme y colores grisáceos, mientras que el Grupo Pulluicana tiene capas nodulares o irregulares que intemperizan a tonos de marrón claro a crema. La formación está limitada por contactos concordantes con la Formación Celendín, en la parte superior y con el Grupo Quillquiñan en la base.

### **Formación Goyllarisquizga (Ki – g)**

Litológicamente, está constituido por areniscas cuarzosas de grano medio a grueso y de cuarcitas de grano fino a grueso de colores blancos a grises con intercalaciones de lutitas pizarrosas y arenosas, algunas veces micáceas de estratificación delgada que tienen colores generalmente oscuros. Contiene también calizas arcillosas negras y limonitas marrón rojizas a parduscas estratificadas en capas gruesas o medianas. El conjunto está integrado por las Formaciones Chimú (areniscas y cuarcitas con mantos de carbón), Santa (calizas y lutitas calcáreas), Carhuaz (areniscas y cuarcitas) y Farrat (areniscas y cuarcitas con intercalaciones de lutitas).



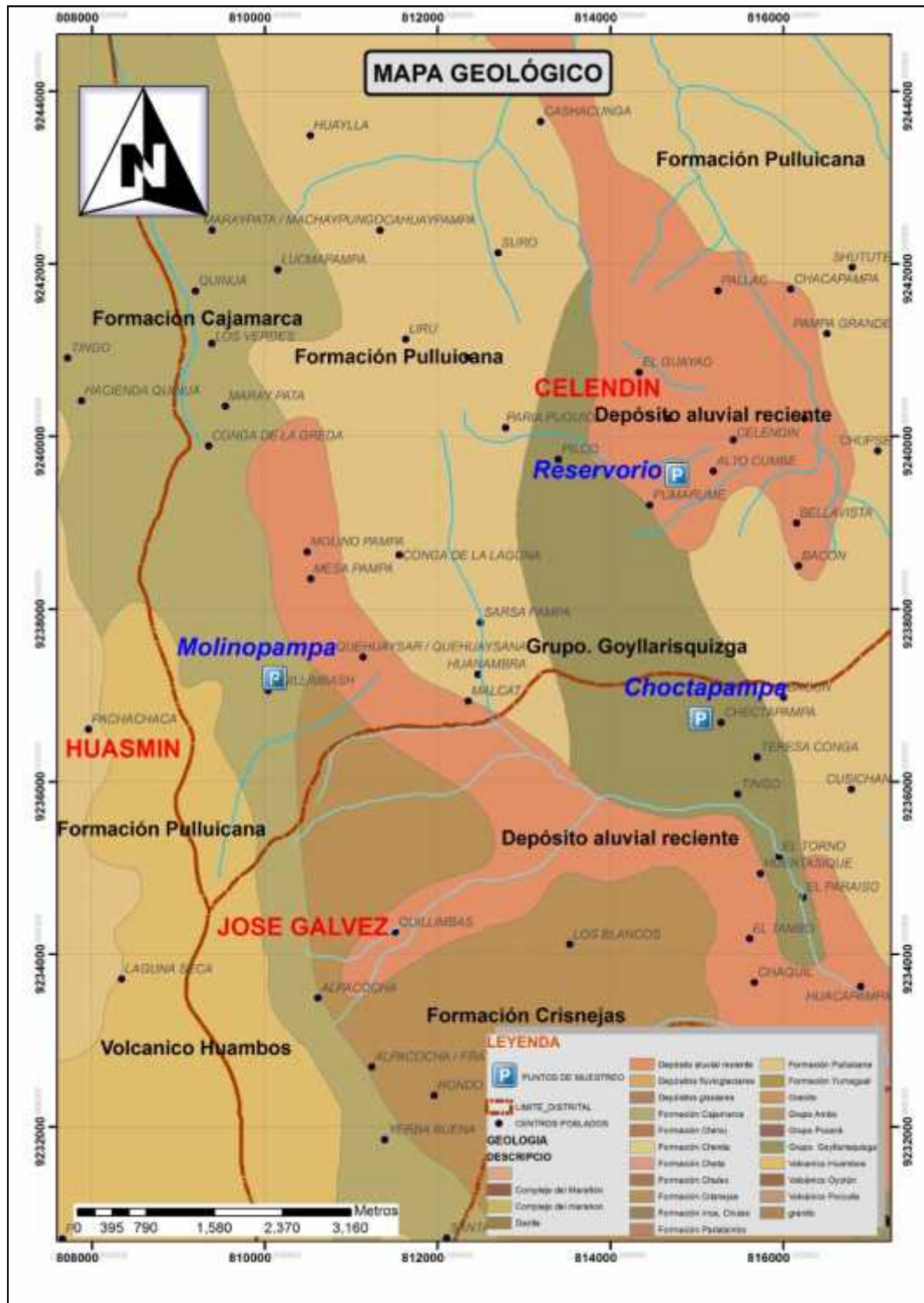


Figura 2. Mapa geológico de la zona de estudio, indicando los puntos de muestreo del trabajo de investigación

**d. SUELOS:**

El área de estudio presenta suelos que se han formado partir del material parental; son suelos inherentes a ladera. Un perfil de suelo típico, es heterogéneo, con buen drenaje en algunas partes y en otras no, contiene diversas capas orgánicas en diversas etapas de descomposición mezcladas con capas de suelo mineral. La agricultura es temporal, que se practica en épocas de lluvia.

**e. HIDROLOGÍA:**

El área de estudio, de preferencia la zona de Molinopampa, donde se encuentra la captación del agua que abastece a la ciudad de Celendín; cuenta con dos quebradas que presentan agua durante la temporada de lluvia y son:

- ❖ La quebrada el Suro
- ❖ La quebrada Huashuco
- ❖ Quebrada La Peña, y
- ❖ La quebrada que baja por el caserío de Vista Alegre.

Además las fuentes de aguas subterráneas que los describimos en la siguiente tabla.

**Tabla 5. Fuentes de aguas subterráneas del caserío de Molinopampa**

FUENTE	PROMEDIO DE CAUDAL EN litros/segundo
Molinopampa	43
Tinguito	4
Misquiporoso	1
Ciénaga	1

Las aguas que discurren por las quebradas en época de lluvias desembocan en un tragadero, así como, los sobrantes de las aguas de Molinopampa y el Tinguito.

### 3.2.2. AMBIENTE BIOLÓGICO:

Se caracteriza por la formación de Montes Mesotérmicos con Gramíneas. La vegetación de este tipo comprende arbustos mesotérmicos dispersos y estepas de gramíneas.

Caracterizan a este piso la presencia de especies de origen oriental como *Oreocallis grandiflora* y *Oreocallis mucronata* “cucharilla” o “saltaperico” (Proteaceae), *Lomatia hirsuta* “andanga” (Proteaceae), *Mitisia acuminata* var. *acuminata* “chinchircoma” o “bejuco”, *Lophopappus berberidifolius* “anca pichana”, *Oreopanax raimondii* “maqui maqui” (Araliaceae), *Vallea stipularis* “yongacil” (Elaeocarpaceae), *Coriaria ruscifolia* “mio mio” (Coriariaceae), *Chusquea serrulata* “suro” (Poaceae), *Bocconia integrifolia* “pincullo” (Papaveraceae), *Hesperomeles cuneata* “melo”, “huanga” (Rosaceae), *Senna birostris* “mutuy”, *Sambucus peruviana*, *Escallonia myrtelloides* “tasta”, y varias especies del género *Coriopsis*: *Coriopsis senaria*, *Coriopsis celendinensis*, *Coriopsis connata*, *Coriopsis pervelutina*, etc. también *Myrsine oligophylla*, los “culen” del género *Otholobium pubescens*, *Monnina salicifolia*, *Monnina mathusiana*, *Monnina pseudosalicifolia*, *Monnina sanmarcosana* (Mostacero et al 1996: 280).

En la zona de estudio existen campos de cultivo que son aprovechados por la población como pastos para el ganado o como alimentos de autoconsumo.

La presencia humana por largo tiempo en la zona, ha eliminado virtualmente las especies silvestres de caza, como el venado. Aves de presa y mamíferos pequeños como ratones y conejos habitan el área. La clase de aves incluye especies de pájaros como: el Zorzal (*Turdus serranus*), indio pishgo (*Zonotrichia capensis*), chinalinda (*Phalcobaenus albogularis*) garza blanca

(*Bulbucus ibis*), santa rosa (*Pheucticus chrysogaster*), colibrí (*Amazilia franciae*), gallinazo cabeza negra (*Coragys atratus*), gallinazo cabeza roja (*Crathartes aura*), Putillas (*Pirocephalus rubinus*), Huanchaco (*Pezites militaris belicosa*), palomas serrana (*Zenaida auriculata*), Perdiz andina (*Nothoprocta pentlandii*), Águila (*Geranoaetus melanolectus*), Cernícalo (*Falco sparverius*), Golondrina azul y blanca (*Pygochelidon cyanoleuca*), etc. (Abanto 2011: 11, 21; Shulenberg 2010: 106 - 520)

### 3.2.3. AMBIENTE SOCIO – ECONÓMICO:

#### a. Crecimiento poblacional y niveles de vida de la población:

- **Crecimiento poblacional:** la población del distrito de Celendín tiene un crecimiento poblacional del 0,5 % anual, los programas de control de la natalidad y paternidad responsable por parte del estado tienen poca presencia (INEI- Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales).
- **Niveles de vida de la población:** el nivel de vida de la población es bajo porque las fuentes de trabajo son escasas y se basa en la agricultura y ganadería, actividades que lo realizan de una manera tradicional.

#### b. Nutrición, Educación, Cultura y Servicios Básicos:

- **Nutrición:** la población infantil tiene serios problemas de desnutrición, debido a la falta de información de los padres de familia del valor nutricional de los alimentos que se producen en la zona de Molinopampa, vendiéndolos éstos en el mercado de la ciudad de Celendín.

- **Educación:** Molinopampa cuenta con las siguientes Instituciones Educativas del Estado.

**Tabla 6. Instituciones Educativas de Molinopampa**

NIVEL	CENTRO EDUCATIVO
Inicial	I.E.P. N° 143 - Molinopampa
Primaria	I.E.P. N° 82399 - Molinopampa
Secundaria	I.E.P. Agropecuaria - Molinopampa

- **Servicios básicos:** En Molinopampa los pobladores se abastecen de agua, algunos a través de un sistema de tuberías otros de un pozo y otros de los manantiales; la mayor parte de la población tiene acceso al servicio eléctrico.

**c. Saneamiento:**

Esta comunidad no posee un sistema de alcantarillado, las excretas humanas son depositadas en letrinas, las cuales han sido construidas en la época de FONCODES, sin tener en cuenta la geología kárstica de la zona, provocando la contaminación de los acuíferos. Los locales de las tres Instituciones Educativas cuentan con fluido eléctrico, agua potable y letrinización, esta última no está construida en forma adecuada y actualmente se encuentran mal estado.

**d. Salud:**

En el caserío existe un Puesto de Salud, establecimiento que no solo se atiende a la población de Molinopampa sino también de Maraypata, Queruaysana, Vista alegre, Malcat y los verdes, velando por la salud de aproximadamente 1160 personas en total.

El pago del personal del Puesto de salud es financiado por la Municipalidad Provincial de Celendín, el MINSA proporciona Equipo, material y fármacos y la propia comunidad brinda la facilidad con el local.

Las enfermedades más comunes son las Infecciones Respiratorias Agudas (IRAS) como: resfrío común, faringoamigdalitis aguda, Bronquitis aguda, Otitis aguda (infección al oído), Neumonías, entre otras, generalmente en los meses de junio - agosto; también es frecuente las Enfermedades Diarreicas Agudas (EDAS) y Parasitosis intestinal.

**e. Empleo:**

Mayormente el empleo de la población se basa en la agricultura y ganadería, siendo muy pocas las personas que tienen empleo en la ciudad de Celendín.

**f. Migración y abandono de campos:**

Existe una migración hacia otros lugares del país en busca de puestos de trabajo más rentables, debido a la baja producción de sus chacras, y al bajo ingreso económico de dichas actividades.

**3.2.4. INSTALACIONES EN LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO DOMÉSTICO DE LA CIUDAD DE CELENDÍN:**

El agua de consumo doméstico que proviene de Molinopampa y que abastece a una parte de la población de Celendín, cuenta solamente con un sistema de captación obsoleta y deteriorada. El tubo matriz que lleva el agua hasta el reservorio central, constantemente sufre de roturas, y durante el trayecto hasta el reservorio tiene ramales que sacan el agua para abastecer a los centros poblados de Malcat, Huañambra, Bellavista, Pumarume. Los pobladores de estos centros poblados aprovechan de estos ramales y/o las válvulas rompen

presión para clausurar el agua que es conducida por el tubo matriz clausurándolo para regar sus predios en épocas de estiaje, sin tener en cuenta la contaminación que provocan a este líquido elemento.

Cabe resaltar que el agua que consume la población de Celendín de esta fuente, no se le da ningún tratamiento previo y solamente se le aplica cloro en el reservorio central (reservorio del Alto Cumbre), a chorro, tampoco cuenta con una mezcladora o batidora, para homogenizar al cloro con el agua.

### **3.3. MUESTREO, PRESERVACIÓN, CONSERVACIÓN Y ENVÍO DE LAS MUESTRAS A LOS LABORATORIOS DE ANÁLISIS:**

La etapa de recolección de muestras es de trascendental importancia. Se siguió las recomendaciones establecidos en los “Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales - American Public Health Association, American Water Works, Association Water Pollution Control Federation 20 th Edición, 1992”.

#### **3.3.1. Actividades pre muestreo**

Antes de realizar el trabajo de campo y como parte del plan de muestreo se determinó los puntos de muestreo y los parámetros de campo según los siguientes criterios:

##### **Ubicación de puntos de muestreo**

Se ubicaron tres puntos estratégicos de muestreo, haciendo uso de la Carta Nacional y equipo GPS, la ubicación de los puntos donde se realizaron los monitoreos se encuentra en la figura N° 1. Todos ellos tienen un itinerario de recorrido, los muestreos se realizaron según un cronograma establecido por el Tesista y los y técnicos del proyecto Conga.

En los puntos seleccionados se tomaron a nivel de campo datos de: pH, temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto.

Las muestras de agua se tomaron en envases debidamente preparados. Se tuvo en cuenta el uso de preservantes para evitar la alteración de las mismas, se usa equipo de seguridad personal durante todo el proceso de muestreo hasta poner las muestras en los laboratorios.

### 3.3.2. Programa de muestreos

El programa de muestreo se desarrolla en cuatro campañas de cada tres meses de acuerdo al siguiente cronograma:

**Tabla 7. Programa de muestreos**

Nº DE MUESTREOS	FECHA
1	16/09/2008
2	10/12/2008
3	24/04/2009
4	15/06/2009

### 3.3.3. Manejo de envases y preservantes

Para el transporte de los envases y preservantes, el embalaje fue el adecuado, de tal manera que no se produjeron derrames ni rupturas de los mismos. Los envases y preservantes utilizados para los muestreos se indican en las tablas números 6, 7 y 8:

**Tabla 8. Preservantes usados en las muestras y enviados al Laboratorio ALS Environmental.**

PARÁMETRO	FRASCO	PRESERVANTE	LABORATORIO
(NO <sub>3</sub> ) <sup>1-</sup> , NO <sub>2</sub> , Cl <sup>1-</sup> , (SO <sub>4</sub> ) <sup>2-</sup>	500 mL (P)	No se preserva	ALS
TDS, TSS	500 mL (P)	No se preserva	ALS
CN WAD, Libre y Total	500 mL (P)	NaOH	ALS



Metales Totales	500 mL (P)	HNO <sub>3</sub>	ALS
Metales Disueltos	500 mL (P)	Filtrado más HNO <sub>3</sub>	ALS
Dureza, NH <sub>3</sub>	500 mL (P)	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	ALS
Fenoles y Fósforo Total	500 mL (P)	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	ALS
Aceites y Grasas	1000 mL (V)	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	ALS

(P): Plástico – (V): Vidrio

**Tabla 9. Preservantes usados en las muestras y enviados al Laboratorio Envirolab.**

PARÁMETRO	FRASCO	PRESERVANTE	LABORATORIO
Físico Químico	1000 mL (P)	No se preserva	Envirolab
CN WAD, Libre y Total	1000 mL (P)	NaOH	Envirolab
Metales Totales	500 mL (P)	20 gotas de HNO <sub>3</sub>	Envirolab
Metales Disueltos	500 mL (P)	20 gotas de HNO <sub>3</sub>	Envirolab
Nutrientes	500 mL (P)	20 gotas de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Envirolab
Fenoles	500 mL (P)	20 gotas de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Envirolab
Aceites y Grasas	1000 mL (V)	40 gotas de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Envirolab

(P): Plástico – (V): Vidrio

**Tabla 10. Preservantes usados en las muestras enviados al Laboratorio NKAP.**

PARÁMETRO	FRASCO	PRESERVANTE	LABORATORIO
Bacteriológico	250 mL (V)	No se preserva	NKAP
DBO	1000 mL (P)	No se preserva	NKAP
DQO	200 mL (P)	20 gotas de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NKAP
OD	500 mL (P)	10 gotas de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> más 20 gotas de ácido de sodio.	NKAP

(P): Plástico – (V): Vidrio

### 3.3.4. Equipos de medición para los parámetros de campo:

Los equipos empleados en la medición de parámetros de campo fueron:

- ) **POTENCIÓMETRO.**- Equipo utilizado para determinar valores de pH, temperatura y conductividad eléctrica, para esto el equipo determina el voltaje entre dos terminales.
- ) **OXÍMETRO.**- Equipo portátil que permite medir generalmente en campo el Oxígeno Disuelto que se encuentra en un determinado líquido. Para esto el

equipo utiliza el Método de Medición Electroquímica reconocido por distintas normas internacionales.

) **CORRENTÓMETRO.-** Instrumento portátil que sirve para medir la velocidad en un punto dado de la masa de agua, existen varios tipos de correntómetros; cuando más grandes sean los caudales o más altas sean las velocidades, mayor debe ser el tamaño del aparato.

) **GPS.-** Sistema de Posicionamiento Global, es un sistema de posicionamiento terrestre, donde la posición la calculan los receptores GPS gracias a la información recibida desde satélites que se encuentran en órbita alrededor de la Tierra. Facilitándonos nuestra posición en la Tierra y nuestra altitud, con una precisión casi exacta, incluso en condiciones meteorológicas muy adversas.

Estos fueron adquiridos anticipadamente antes de cada salida de campo. La calibración de los mencionados equipos se los realizó antes de iniciar los muestreos programados para un día.

**Tabla 11. Equipos para la medición de los parámetros de campo**

EQUIPO	PARÁMETROS A MEDIR
POTENCIÓMETRO	pH, temperatura, conductividad.
OXÍMETRO	Oxígeno disuelto.
CORRENTÓMETRO	Caudal (velocidad del agua)
EQUIPO GPS	Coordenadas, altura.

### 3.3.5. Trabajo de Campo:

#### a. Localización de puntos de muestreo

Cada punto de muestreo fue codificado y descrito teniendo como referencia su ubicación geográfica.

**b. Medición de parámetros de campo:**

Los parámetros de campo que se midieron con ayuda de equipos especializados (ver tabla N° 9), en todos los puntos de muestreo fueron pH, Temperatura (°C), Conductividad Eléctrica (*uS/cm*) y Oxígeno Disuelto (mg/L). Todos los parámetros medidos quedaron registrados en el formato de captura de datos de campo inmediatamente después de realizar las correspondientes mediciones.

**3.3.6. El muestreo:**

**a. Toma de muestras**

Las consideraciones que se tuvieron durante la toma de muestras fueron las siguientes:

- ) En los puntos seleccionados en forma puntual antes de iniciar el procedimiento de muestreo, el encargado de muestrear se colocó el equipo de protección personal de manera segura que consistió en guantes, lentes, botas.
- ) La muestra fue obtenida de manera segura, evitando todo tipo de riesgos.
- ) Antes de tomar la muestra con el recipiente (balde con grifo) se optó por una postura de frente aguas arriba para evitar la contaminación del agua por sedimentos en suspensión.
- ) El recipiente de muestreo, el equipo de análisis y las botellas de muestreo se enjuagaron tres veces antes de realizar el muestreo.
- ) Se evitó en todo momento el contacto de las manos con el interior de las botellas, tapas y equipos; esto con la finalidad de no alterar las muestras.

- ) Los parámetros de campo fueron medidos en una sub muestra, los resultados obtenidos fueron registrados inmediatamente en la libreta de campo.
- ) Una vez tomadas las muestras se procedió a preservarlas de acuerdo a las indicaciones técnicas de los laboratorios con los cuales se trabajó tal como se indican en la Tablas 6, 7 y 8; luego se almacenó las muestras temporalmente en un cooler alejándolo de la luz solar.
- ) Finalmente se anotó todas las observaciones de campo y se tomó fotografías del punto de muestreo.

**b. Rotulación de la muestra**

Las muestras fueron rotuladas para su respectiva identificación, como se indica en las figuras 3, 4 y 5.

**ENVIROLAB-PERU S.A.C.**  
 Ambiental/Laboratorio Perú S.A.C.  
 Av. La Marina Nº 3052 San Miguel - Lima 32 - Perú  
 Central (011) 616-5400 Fax (511) 616-5418  
 E-mail: envirolab@envirolab.com.pe Web: www.envirolab.com

PRESERVADA:  SI  NO PRESERVANTE: \_\_\_\_\_

CLIENTE: \_\_\_\_\_

LUGAR / UBICACION: \_\_\_\_\_

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: \_\_\_\_\_


FECHA DE MUESTREO: \_\_\_\_\_ HORA DE MUESTREO: \_\_\_\_\_

MUESTREADO POR: \_\_\_\_\_

FILTRADA  SIN FILTRAR

ANALISIS REQUERIDO: \_\_\_\_\_

**Figura 3. Etiquetas para el rotulado de las muestras para el laboratorio Envirolab-Perú SAC**


Trujillo - Teléfono: (044) - 202358  
Cajamarca - Teléfono: (076) - 302873

---

Empresa: \_\_\_\_\_  
 Proveniencia: \_\_\_\_\_  
 Código de Muestra: \_\_\_\_\_  
 Parámetros: \_\_\_\_\_  
 Fecha de Muestra: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_  
 Preservada: SI  NO   
 Otros: \_\_\_\_\_

Figura 4. Etiqueta para el rotulado de las muestra para el Laboratorio NKAP

### 3.3.7. Actividades post – muestreo:

#### a. Manejo de residuos generados en campo

Los residuos líquidos y sólidos generados durante la operación de muestreo fueron dispuestos adecuadamente según su grado de peligrosidad. Por ejemplo, los residuos acuosos que contuvieron ácidos o bases, se protegieron y colocaron a parte, en el caso de residuos de papel y plásticos con características de baja peligrosidad se los colocó en una bolsa negra para luego incorporarlos a los lugares destinados a albergar tales residuos.

#### b. Transporte y seguridad

Para el transporte de los envases con muestras, equipos y reactivos se tuvo un especial cuidado, por lo que se sujetaron en el interior del vehículo a fin de evitar los efectos de las vibraciones y golpes durante el transporte.

Los mecanismos de transporte se determinaron antes de iniciar los trabajos de campo. Se usaron materiales esponjosos entre los frascos con la finalidad de evitar la vibración y la ruptura entre las mismas. Los frascos se colocaron en posición vertical dentro de los Koolers que los contuvo.

Las muestras: Oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno y bacteriológicos se entregaron a los laboratorio en el menor tiempo posible, dentro de las 24 horas una vez realizado el muestreo. En el caso de las muestras que se enviaron a través de una agencia, se incluyó la cadena de custodia correspondiente.

**c. Cadena de custodia**

La cadena de custodia es el documento donde se registró toda la información relevante tomada en el lugar de muestreo. La importancia de contar con este documento radica en prevenir la falsificación y/o alteración de los datos de campo, así como para definir la calidad y tipos de análisis requeridos, el tipo de pre tratamiento al que ha sido sometido, la fecha y hora de muestreo, el número de frascos remitidos por punto de muestreo, la fecha y hora de remisión, la identificación del responsable del muestreo y todo lo relacionado con la recepción por parte del laboratorio.

**3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:**

El presente trabajo de investigación es cuasi experimental del tipo descriptivo comparativo.

**3.5. ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA “ICA”**

Los datos de las propiedades físicas, químicas y bacteriológicas se compararán con los datos determinados a nivel nacional e internacional, que también servirán para elaborar el INDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA), de los cuerpo de aguas del presente estudio.

Para la determinación del “ICA” interviene los siguientes parámetros:

- Coliformes fecales (en NMP/100 mL).
- pH (en unidades de pH).

- Demanda bioquímica de oxígeno en 5 días (DBO<sub>5</sub> en mg/ L).
- Nitratos (NO<sup>3</sup> en mg/L).
- Fosfatos (PO<sup>4</sup> en mg/L).
- Cambio de la temperatura (en °C).
- Turbidez (en FAU).
- Sólidos disueltos totales (en mg/ L).
- Oxígeno disuelto (OD en % saturación)

### ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA GENERAL (ICA)

El “ICA” adopta para condiciones óptimas un valor máximo determinado de 100, que va disminuyendo con el aumento de la contaminación.

Posteriormente al cálculo el índice de calidad de agua de tipo “General” se clasifica la calidad del agua con base a la siguiente tabla:

**Tabla 12. Clasificación del "ICA" propuesto por Brown**

CALIDAD DE AGUA	COLOR	VALOR
Excelente		91 a 100
Buena		71 a 90
Regular		51 a 70
Mala		26 a 50
Pésima		0 a 25

**Fuente:** Lobos, José. Evaluación de los Contaminantes del Embalse de Cerrón Grande PAES 2002

Las aguas con “ICA” mayor que 90 son capaces de poseer una alta diversidad de vida acuática. Además, el agua también sería conveniente para todas las formas de contacto directo con ella.

Las aguas con un “ICA” de categoría “Regular” tienen generalmente menos diversidad de organismos acuáticos y han aumentado con frecuencia el crecimiento de las algas.

Las aguas con un “ICA” de categoría “Mala” pueden solamente apoyar una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación.

Las aguas con un “ICA” que caen en categoría “Pésima” pueden solamente poder apoyar un número limitado de las formas acuáticas de la vida, presentan problemas abundantes y normalmente no sería considerado aceptable para las actividades que implican el contacto directo con ella, tal como natación.

Para determinar el valor del “ICA” en un punto deseado es necesario que se tengan las mediciones de los 9 parámetros implicados en el cálculo del Índice los cuales son:

Coliformes Fecales, pH, (DBO5), Nitratos, Fosfatos, Cambio de la Temperatura, Turbidez, Sólidos disueltos Totales, Oxígeno disuelto.

La evaluación numérica del “ICA”, con técnicas multiplicativas y ponderadas con la asignación de pesos específicos se debe a Brown.

Para calcular el Índice de Brown se puede utilizar una suma lineal ponderada de los subíndices (ICA<sub>a</sub>) o una función ponderada multiplicativa (ICA<sub>m</sub>). Estas agregaciones se expresan matemáticamente como sigue:

$$ICA_a = \sum_{i=1}^9 (Sub_i * w_i) \quad (1)$$

$$ICA_m = \prod_{i=1}^9 (Sub_i^{w_i}) \quad (2)$$

Donde:



$w_i$ : Pesos relativos asignados a cada parámetro ( $Sub_i$ ), y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno.

$Sub_i$ : Subíndice del parámetro  $i$ .

Para determinar el valor del "ICA" es necesario sustituir los datos en la ecuación 2 obteniendo los  $Sub_i$  de distintas gráficas, dicho valor se eleva por sus respectivos  $w_i$  de la Tabla 11 y se multiplican los 9 resultados obteniendo de esta manera el "ICA".

Los pesos de los diversos parámetros son:

**Tabla 13. Pesos relativos para cada parámetro del "ICA"**

$i$	$Sub_i$	$w_i$
1	Coliformes fecales	0,16
2	pH	0,11
3	DBO <sub>5</sub>	0,11
4	Nitratos	0,10
5	Fosfatos	0,10
6	Temperatura	0,10
7	Turbidez	0,08
8	Sólidos disueltos totales	0,07
9	Oxígeno Disuelto	0,17

Fuente: Mr. Brian Oram, PG

## CAPÍTULO IV

### MATERIALES Y EQUIPOS

#### 4.1. MUESTREO DEL AGUA Y ESTUDIO EDAFOLÓGICO:

##### 4.1.1. Equipos

- ) Potenciómetro HANNA – HI 923 C.
- ) Multiparámetros HANNA – HI 9829.
- ) Correntómetro portátil marca Gurley Modelo Pygmy.
- ) GPS Garmin MAP 60 CSX.
- ) Cronómetro Q & Q
- ) Cámara fotográfica digital Panasonic DMC-LZ7.
- ) Laptop HP Compac Presario CQ40-324LA
- ) Movilidad

##### 4.1.1. Reactivos

- ) Hidróxido de sodio
- ) Ácido nítrico
- ) Ácido sulfúrico
- ) Ácido de sodio
- ) Alcohol
- ) Agua destilada

##### 4.1.1. Materiales

- ) Frascos de plástico y vidrio
- ) Coolers
- ) Cajas de tecnoport

- ) Vaso para filtrar los metales disueltos
- ) Balde con grifo incorporado
- ) Bombilla
- ) Guantes
- ) Lentes de protección
- ) Algodón
- ) Detergente
- ) Papel absorbente
- ) Wincha de 3 m
- ) Lapiceros
- ) Lápices
- ) Plumón indeleble
- ) Bolsas plásticas
- ) Carta nacional 14 G.
- ) Libreta de apuntes
- ) Papel A4
- ) Cinta adhesiva
- ) Cédula de encuestas

#### **4.1.1. Otros**

Cartilla Munsell, Guía para la descripción de perfiles de suelos (FAO 1970), ácido clorhídrico al 15 % para determinar la presencia de carbonatos, bolsas plásticas, rafia, etiquetas.

## **4.2. DATOS DE CAMPO PARA EL ESTUDIO DEL AGUA:**

### **4.2.1. pH (método potenciométrico) y temperatura.**

- ) Solución buffer certificados de pH 4,00, 7,00 y 10,00
- ) Vasos de 150 mL
- ) pH metro electrodos.

#### **4.2.2. Conductividad**

) Vasos de 200 ml.

) Conductivímetro.

#### **4.2.3. Oxígeno disuelto (método del electrodo de membrana)**

) Vaso de 200 ml.

) Oxímetro.

### **4.3. PARÁMETROS ANALIZADOS:**

Los parámetros analizados durante las cuatro campañas que comprendió el estudio se describen a continuación:

#### **4.3.1. Parámetros físico-químicos**

) Sólidos totales disueltos

) Sólidos totales suspendidos.

#### **4.3.2. Parámetros inorgánicos**

) **Fosfatos**

Fósforo total

) **Nitrógeno**

Nitrógeno como nitrato.

#### **4.3.3. Parámetros bacteriológicos**

) Oxígeno disuelto (O<sub>2</sub>)

) Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>)

) Coliformes fecales

) Coliformes totales.

#### 4.3.4. Métodos utilizados en el análisis de muestras de agua

En el siguiente cuadro se presentará los diferentes métodos de análisis usados para las muestras de agua.

**Tabla 14. Métodos utilizados en el análisis de muestras de agua.**

N°	ANÁLISIS	MÉTODO	LABORATORIO
1	Fósforo Total	Ascorbic Acid Method, APHA 4500-P-E, page 4-153 to 4-155, 21st ed., APHA 4500-P-B: Sample Preparation. Persulfate Digestion Method	Laboratorio ALS Environmental
2	Nitrógeno Nitrito – Columna de Reducción con Cd:	Cadmium Reduction Method, APHA 4500-NO <sub>3</sub> -E, page 4-123 to 4-125, 21st ed.	Laboratorio ALS Environmental
3	Sólidos Totales Disueltos:	Total Dissolved Solids Dried at 180 °C, APHA 2540-C, page 2-57, 21st ed.	Laboratorio ALS Environmental
4	Oxígeno Disuelto (O <sub>2</sub> ):	APHA –AWWA-WEF Part 4500-O A,B,C 21th/2005 Azide Modification.	Laboratorio NKAP
5	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> ):	APHA –AWWA-WEF Part 5210 A,B 21th/2005 Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.	Laboratorio NKAP
6	Coliformes Fecales:	APHA –AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E1 21th/2005 El fecal coliform procedure.	Laboratorio NKAP
7	Coliformes Totales:	APHA–AWWA-WEF Part 9221 A,B,C 21th/2005 Standard total coliform fermentation technique.	Laboratorio NKAP

#### 4.4. DATOS DE CAMPO PARA EL ESTUDIO DEL SUELO:

##### 4.4.1. Información cartográfica:

Para la ejecución del presente estudio de suelos de la zona de captación del agua que abastece a gran parte de la población de la ciudad de Celendín, se utilizaron:

- ) Carta Nacional (14 g) elaborado por el Instituto Geográfico Nacional, edición 2 IGN , escala: 1:100 000
- ) Mapa geológico (14 g)
- ) Google Earth
- ) Cartilla de colores Munsell.

#### 4.4.2. Equipo de gabinete:

) Software de dibujo (Auto Cad 2013 y Arc Gis 9.3)

#### 4.4.3. Material y equipo de campo:

) Herramientas: picos, palanas, martillo de geólogo, puñal de edafólogo.

) Instrumentos y equipos de medición: GPS, eclímetro, brújula, winchas metálicas de 3.00 m., pH metro portátil, tabla de colores Munsell para determinar color del suelo, etc.

) Guía de prácticas de edafología (**Cadenillas 2006**).

) Otros: guía para la descripción de perfiles (FAO 1970), ácido clorhídrico al 15 % para determinar la presencia de carbonatos, bolsas plásticas, rafia, etiquetas, tableta, libreta de campo, etc.

#### 4.4.4. Ubicación de las calicatas:

Para determinar las potencialidades y limitaciones, así como las características edafológicas de la zona en estudio. Se realiza cuatro calicatas, cada una de las cuales se ubicó en un área de estudio con suelo de características similares, cuya georeferenciación se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 15. Ubicación de las calicatas.**

CALICATA	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD (m.s.n.m.)
1	808810.89	9238712.53	3 112
2	809713.41	9238477.12	2 936
3	809958.28	9238813.82	2 864
4	810019.16	9239193.45	2 869

#### **4.5. DATOS DE CAMPO PARA DETERMINAR LAS ACTIVIDADES ANTRÓPICAS:**

Para la ejecución del presente estudio de la zona de captación del agua que abastece a gran parte de la población de la ciudad de Celendín, se utilizaron:

- ) Una encuesta cuyo modelo se adjunta en el anexo.

## **CAPÍTULO V**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos que es el producto de la toma de datos registrados en el campo y su tabulación respectiva.

Estos resultado se presentaran en cuadros y gráficos, la discusión se hará al pie de cada cuadro o grafico respectivamente.

Los resultados obtenidos del recurso agua son interpretados teniendo como base la leyes de la Sunass.

Los índices de calidad del agua se inician o tiene como base a los parámetros que estableció Brown en 1970, a partir de estos estudios se modifica e implementa los parámetros para la determinación de índice de calidad del agua (ICA).

Los ICA se desarrollaron con el fin de facilitar la interpretación de datos químicos, físicos y biológicos, los cuales tiene una expresión matemática que representan todos los parámetros valorados para evaluar el recurso hídrico.

#### **5.1. FACTORES GEOHIDROLÓGICOS QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL MANANTIAL DE MOLINOPAMPA:**

##### **5.1.1. CLASE DE ROCAS**

Las rocas que afloran sobre la superficie de Molinopampa, Los Verdes, y Queroaisana son de origen sedimentario caracterizadas por tonos amarillentos y marrones producidos por el intemperismo. En la zona se



nota el afloramiento de rocas nodulares arcillosas, intercaladas con margas y lutitas. Las lutitas y margas son grises o grises azuladas mientras la caliza es crema oscura a marrón. En la parte posterior a la fuente de Molinopampa se encuentra un escarpado (Fig. N° 21), que contiene cierta vegetación y presenta colores blanquecinos grises claros de intemperismo que contrastan con los terrenos de alrededor cuyos suelos son de color marrón y generalmente cultivados con pastos. Esta formación geológica se caracteriza por presentar una estratificación regular y uniforme y colores grisáceos o blanquecinos (formación Cajamarca).

El relieve de la zona de Choctapampa, está constituido por areniscas, cuarcitas y lutitas, que son características de la formación Chimú y la formación Carhuaz.

En la parte donde se encuentra ubicado el reservorio de agua potable para abastecer la de manda de la población de Celendín (Alto Cumbe), el relieve está litológicamente conformada por un conglomerado heterogéneo limo arenoso de naturaleza sedimentaria.

La geología local impacta en forma directa sobre la calidad del agua del manantial, presentado variaciones de la alcalinidad total y dureza del agua durante los muestreos, exponiéndolo en la siguiente tabla:

**Tabla 16. Resumen de alcalinidad y dureza del agua.**

N°	PARÁ-METROS	UNID.	CAPTACION MOLINOPAMPA				CHOCTAPAMPA				RESERVORIO			
			16-sep-08	10-dic-08	24-mar-09	15-jun-09	16-sep-08	10-dic-08	24-mar-09	15-jun-09	16-sep-08	12-dic-08	24-mar-09	15-jun-09
1	Alcalinidad total	mg/L	89,8	96,8	80,0	99,5	90,6	97,6	127,2	99,5	89,0	94,4	124,8	99,5
2	Dureza	mg/L	98,0	86,8	112,7	95,7	86,0	86,4	116,2	98,8	84,9	87,2	116,5	97,8

En la tabla anterior se puede apreciar al parámetros de la alcalinidad que oscila entre 80,0 a 127,2 mg/L, para la dureza del agua oscila entre 86,0 mg/L a 116,2 mg/L, indicándonos que la clase de rocas que existen en la zona en estudio influye en la calidad del agua del manantial, así mismo, estos valores son bajos respecto al ECA del agua.

### 5.1.2. CLASES DE SUELO:

El recurso suelo del caserío de Molinopampa ha sido descrito siguiendo la metodología establecida por Langorh (1976). Obteniéndose las siguientes unidades cartográficas:

**Tabla 17. Resumen de las Unidades Cartográficas.**

N°	CLASIFICACIÓN MUNDIAL DE SUELOS (FAO)
1	Luvisol férrico (Lf)
2	Arenosol cámbico (Qc)
3	Phaeozems crómico (Hc)
4	Kastanozems cálcico (Kk)

En estas unidades edafológicas, existe la presencia de  $\text{CaCO}_3$ , esto se debe al material parental del suelo, el cual influye en la calidad del agua del manantial, obteniéndose valores de pH y Dureza dentro del ECA de agua.

### 5.1.3. RELIEVE TOPOGRÁFICO

El caserío de Molinopampa y su área colindante el caserío Los Verdes, ubicada en la parte más alta de la zona del caserío, presenta un relieve

topográfico variado, lo cual permite ubicar las siguientes área en función al pendiente.

**Tabla 18. Área de la zona con su respectiva pendiente.**

PENDIENTE (%)	ÁREA (ha)
Plano o casi plano: pendientes menores de 2%.	2
Poco ondulado: pendientes empinadas entre 2 – 8%.	75
Muy ondulado: pendientes más empinadas entre 8 – 16%.	102
Empinado: pendientes de más de 30%.	5
<b>TOTAL</b>	<b>187</b>

Las áreas predominantes tienen una pendiente poco ondulada a muy ondulada (máximo 25%). Esta característica fisiográfica, asociada a la naturaleza de los suelos, caracterizada por un drenaje eficiente y presencia de vegetación natural (30%) y cultivada (60%), principalmente pasto, constituyen reducir la erosión hídrica, mejorando la infiltración del agua de lluvia y como consecuencia la recarga de los acuíferos.

#### **5.1.4. CLASE DE ACUÍFEROS**

Para el presente trabajo de investigación se considera la siguiente clasificación del acuífero, desde dos puntos de vista:

##### **a. TIPO DE ACUÍFERO DESDE EL PUNTO DE VISTA HIDRÁULICO:**

El acuífero ubicado en Molinopampa es del tipo no confinado de afloramiento por gravedad, en donde la superficie del suelo intercepta el nivel freático. Este acuífero presenta caudal de 45 litros/segundo en épocas de lluvias y en períodos de estiaje 26 litros/segundo.

Al comparar estos volúmenes de agua producida en el acuífero con la demanda poblacional de la ciudad de Celendín 54 litros/segundo se deduce que el volumen es insuficiente y que por lo tanto deberá ser complementada con otras fuentes.

**b. TIPO DE ACUÍFERO DESDE EL PUNTO DE VISTA GEOLÓGICO:**

Por lo tanto, para nuestra zona de estudio le corresponde un acuífero en sedimentos no consolidados, pues la principal característica de este tipo de acuíferos es que su permeabilidad es debida fundamentalmente a la porosidad primaria intergranular del perfil. Al respecto, estos acuíferos están constituidos por aquellas formaciones geológicas de carácter detrítico cuyo componente mayoritario son partículas de tamaño, como mínimo, arena. De esta forma, cuando se habla de acuíferos detríticos no consolidados por arenas, gravas, arcosas, areniscas, conglomerados, etc. Las permeabilidades o, mejor dicho, las conductividades hidráulicas están entre las más altas de las existentes en la corteza terrestre.

**5.2. DETERMINACIÓN LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS.**

El estudio climático de la zona de investigación conlleva gran dificultad debido a la nula fuente de datos propios del área, pero se está haciendo uso de los datos proporcionados por SENAMHI de la estación Climatológica Ordinaria de Celendín, procesando los datos anteriores y obteniendo los siguientes resultados:

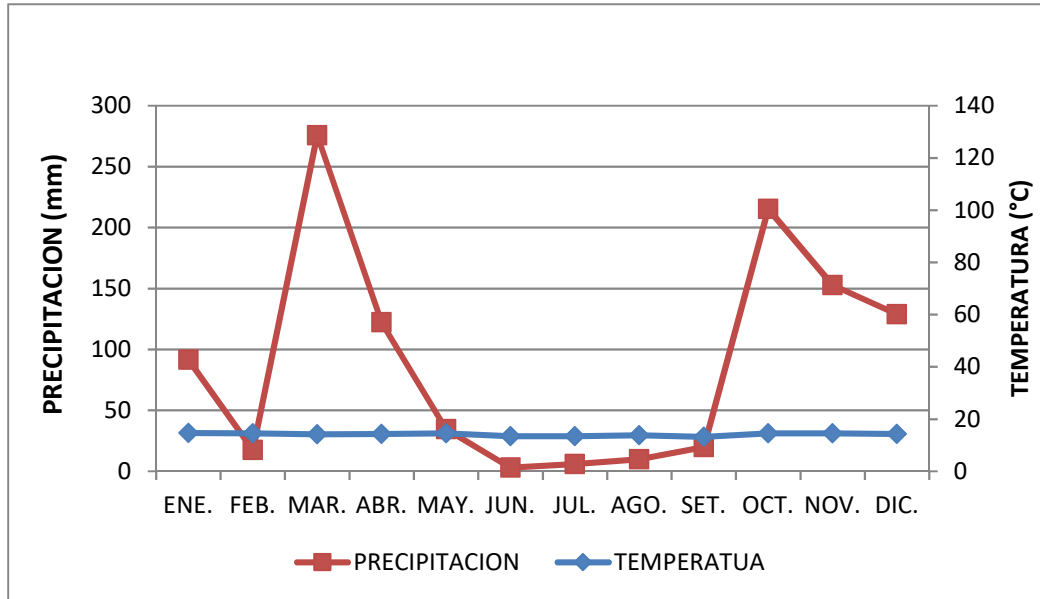


Figura 5. Climograma Ombrotérmico de Gausen 2007.

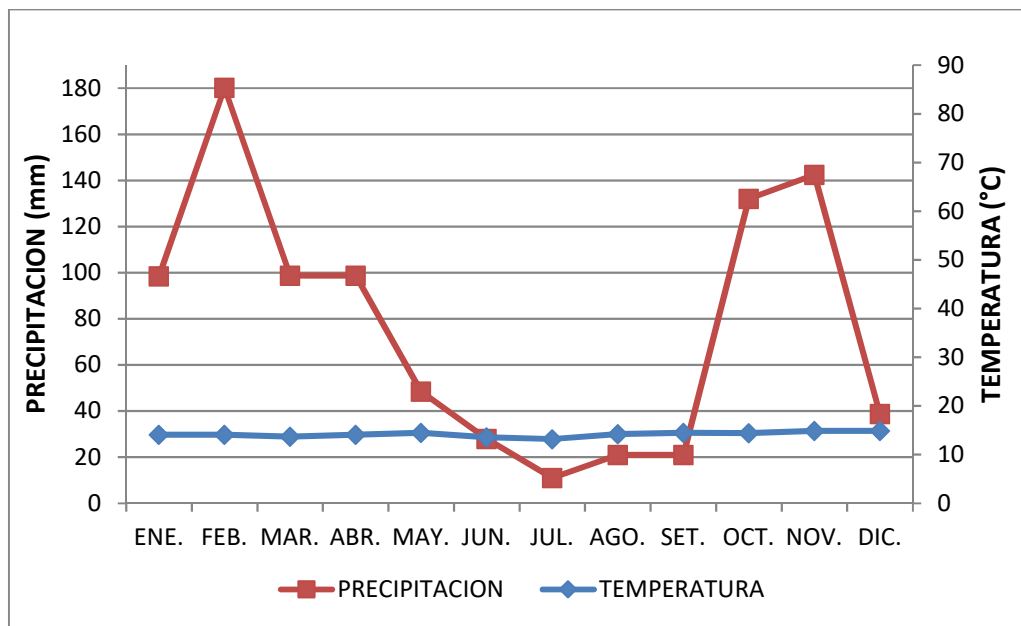
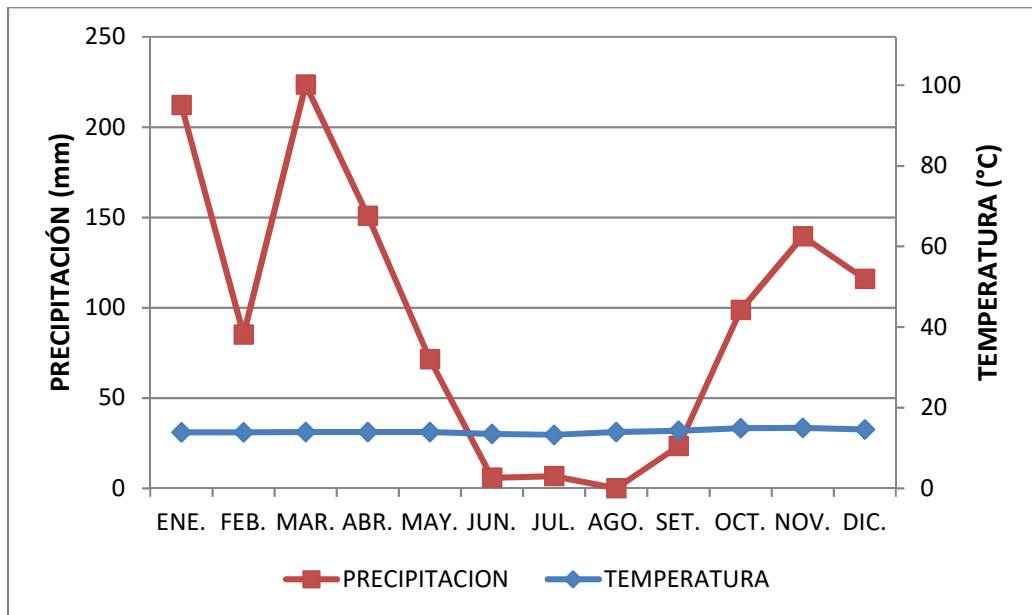


Figura 6. Climograma Ombrotérmico de Gausen 2008.



**Figura 7. Climograma Ombrotérmico de Gausen 2009.**

Empleando los climogramas propuestos por Gausen, nos da como información que los meses entre junio y setiembre existe escasa precipitación, las máximas precipitaciones los tenemos entre los meses de octubre a abril; coincidiendo con el aumento del caudal de la fuente de agua de Molinopampa. Los datos analizados durante los tres años nos indican que el clima no ha tenido variaciones extremas, lo que hace indicar que año a año se presenta un ciclo climático aparentemente igual.

### **5.3. ACTIVIDADES ANTRÓPICAS :**

Las actividades antrópicas han causado fuertes impactos al ambiente y por ende a las fuentes de aguas, para este trabajo se tiene en cuenta las siguientes actividades:

### 5.3.1. ACTIVIDADES AGRÍCOLAS:

Para la obtención de este factor que interviene en la calidad del agua de Molinopampa se realizó una encuesta, para la cual se hizo las siguientes preguntas:

#### ❖ ¿Qué tipo de explotación se realiza en la zona de estudio?

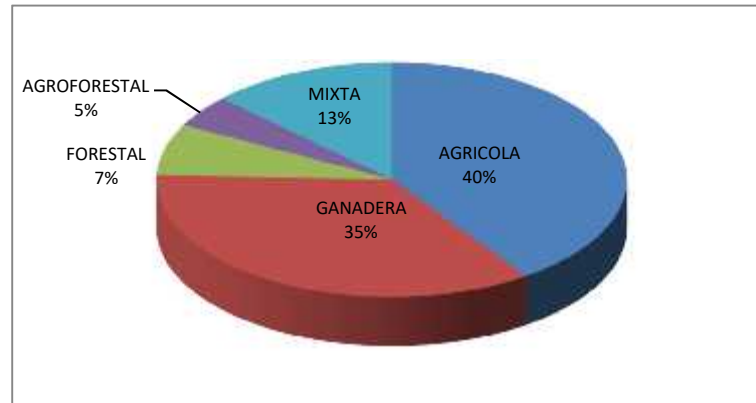


Figura 8. Actividades humanas que se realizan en la zona de estudio.

De acuerdo a los datos obtenidos a través de las encuestas y procesando la información, la figura anterior nos indica que en el área de influencia del trabajo de investigación la actividad antrópica es acentuada, dedicándose los habitantes a las actividades como es la agricultura y la ganadería (88%), esto traería como consecuencia la disminución del volumen de agua del manantial; la influencia de estas actividades en la calidad del agua del manantial no se ha podido determinar en los análisis de las muestras tomadas durante la programación de muestreo establecido, sin embargo en la figura 20 con fecha 05 de febrero del 2008, se logró tomar esta fotografía, en donde el envase del insecticida está junto al muro perímetro de la captación del manantial de Molinopampa. Podemos concluir que los muestreos de agua tienen que ser diario, caso contrario no se puede detectar a los plaguicidas, porque el agua se va a diluir a estos contaminantes usados por el ser humano.

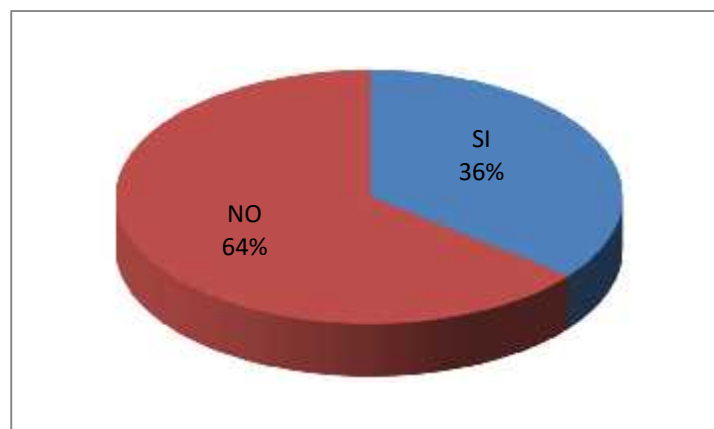
❖ **¿Cuál es el grado de erosión del suelo?**



**Figura 9. Grado de erosión del suelo de la zona en estudio**

Según el gráfico anterior se puede apreciar que la zona en estudio la pérdida de la superficie terrestre es preocupante, llegando al 74%. Esto nos da a entender que se debe de proteger esta parte de la cuenca, en caso contrario se estaría afectando con la porosidad que presenta el suelo y por ende la capacidad de recarga hídrica que tiene la zona en estudio.

❖ **¿Tiene riego?**



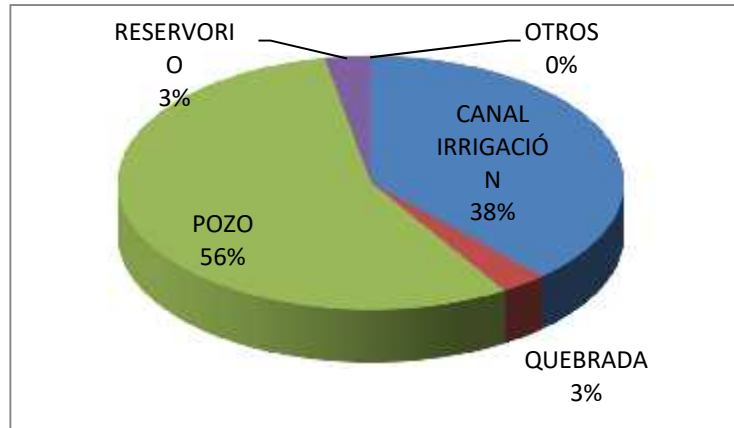
**Figura 10. Uso del sistema de riego.**

Según los resultados el 64% no cuentan con un sistema de riego lo que indica que la siembra de sus cultivos los hace cuando existe la presencia de lluvias;



el 36% de los agricultores que tienen riego se encuentran de preferencia en cerca de la captación del agua de Molinopampa.

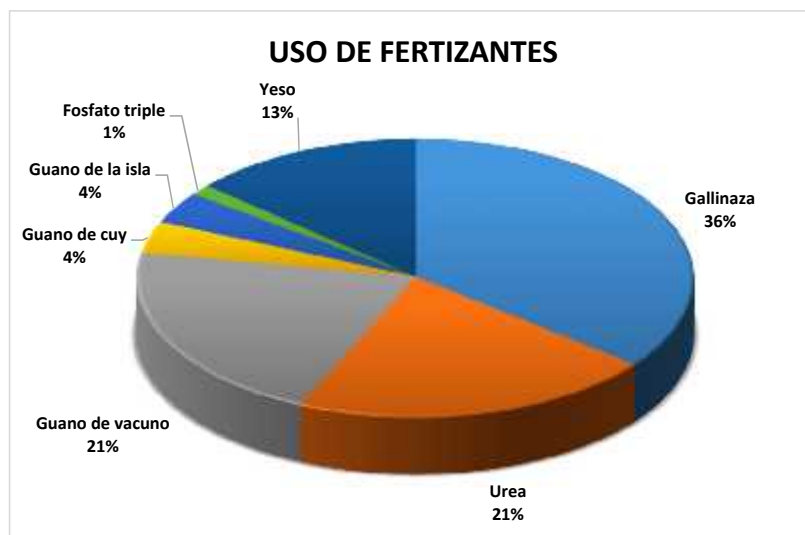
❖ **¿Cuál es la procedencia del agua de riego?**



**Figura 11. Procedencia del agua de riego.**

El 38% de los que presentan sus terrenos un sistema de dotación de agua para riego, son de las otras fuentes de agua que se encuentran en la figura N° 10.

❖ **Uso de fertilizantes**

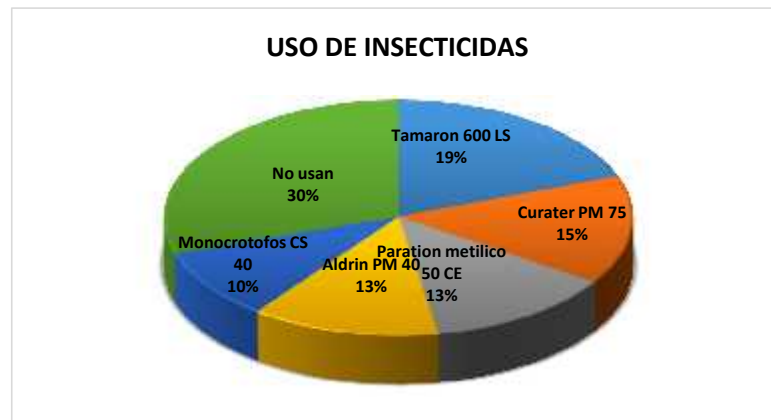


**Figura 12. Fertilizantes más utilizados en la zona de estudio.**

Los fertilizantes usados en el área de estudio, los más comunes es la gallinaza , seguido de la urea y el guano de vacuno; al uso del yeso lo consideran como fertilizante, pero su uso es más como corrector del pH del suelo.

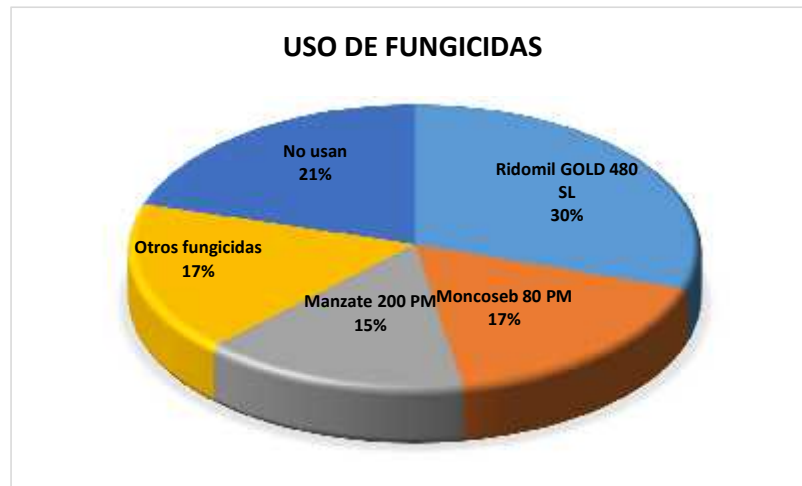
#### ❖ **Uso de pesticidas**

Los pesticidas más usados son los insecticidas y los fungicidas, estos compuestos químicos son usados de preferencia para el cultivo de papa



**Figura 13. Insecticidas más empleados en la zona de estudio.**

De las 22 Ha. dedicadas al cultivo de papa, en la zona de estudio, el 70% de los agricultores aplican insecticidas a este cultivo. Siendo los insecticidas más usados en la zona de estudio a los órgano fosforados como el Paratión metílico 50 CE, el Taron 600 LS, Monocrotofos CS 40; el órgano clorado al Aldrin PM 40 y carbamatos al Curater PM 75.



**Figura 14. Fungicidas más usados en la zona de estudio.**

Los fungicidas son usados de preferencia para el cultivo de papa, de preferencia para evitar el ataque de la rancha (*Phitophora infestans*).

Estos nos indica que de las 220 Ha. aproximadamente que corresponden a la zona de estudio, donde se encuentra la captación del manantial de Molinopampa; 15,4 Ha. se dedican a la siembra del cultivo de papa, lo cual es muy poca área en la que se aplica pesticidas; no detectándose restos de pesticidas en los análisis de las muestras de agua que se ha hecho durante el cronograma establecido.

Además en el presente trabajo no implicó análisis de pesticidas en aguas y los datos que se consignan, corresponden a los resultados de la encuesta aplicada. De los 5 pesticidas reportados, 3 son órgano fosforados, 1 es órgano clorado y el otro es de la familia de los carbamatos.

### 5.3.2. ACTIVIDADES GANADERAS:

Tabla 19. Inventario pecuario.

ESPECIES	N° CABEZAS	%	N° PROMEDIO CABEZA/FAM (*)
<u>ANIMALES MAYORES</u>			
VACUNOS	328	75,58	3,45
EQUINOS	36	8,29	0,38
PORCINOS	70	16,13	0,74
TOTAL	434	100,00	
<u>ANIMALES MENORES</u>			
AVES DE CORRAL	457	40,91	4,81
CUYES	660	59,09	6,95
TOTAL	1 117	100,00	

FUENTE: Tabla elaborada en base a la encuesta aplicada a la zona en estudio

(\*) N° familias = 95

Según la tabla 19 se observa:

#### ❖ **Ganado vacuno**

Esta es una de las especies más importantes para las familias de la zona en estudio, ya que su utilización es la producción de leche; en este inventario también se incluye al ganado vacuno que se usa como animales de fuerza (yuntas).

#### ❖ **Ganado equino**

Después del ganado vacuno, el ganado equino es el que existe en mayor cantidad en la zona de estudio, debido a que lo usan como animales de carga, para el transporte de los porongos de leche y de sus productos agrícolas hasta los lugares donde existe carretera.

❖ **Ganado porcino**

La crianza de porcinos se da de forma doméstica sirviéndoles para la obtención de manteca, la misma que es utilizada en la alimentación diaria; en la tabla N° 19 se aprecia que cada familia en promedio posee 0.74 porcinos.

❖ **Animales menores**

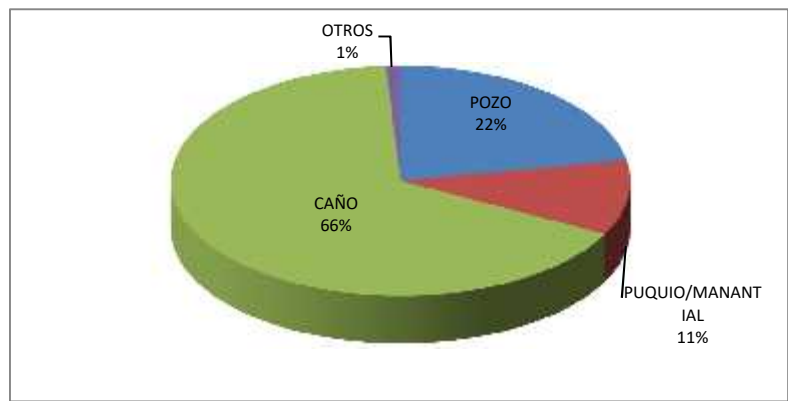
La mayor parte de las familias se dedican a la crianza de cuyes y gallinas principalmente, los cuyes son criados dentro de las mismas viviendas y su alimentación es a base de alfalfa (*Medicago sativa*), y desperdicios de la cocina.

Las aves son criadas también sin un criterio técnico, se los deja sueltos en la huertas en donde se alimentan de algunos insectos y semillas, como complemento de su alimentación se le da morocho. Las familias venden sus animales menores cuando tienen urgencia de dinero.

Se presume que esta actividad influye en la calidad del agua del manantial de Molinopampa, encontrándose Coliformes Totales que sobre pasan al ECA del agua.

**5.3.3. ACTIVIDADES DE SANEAMIENTO:**

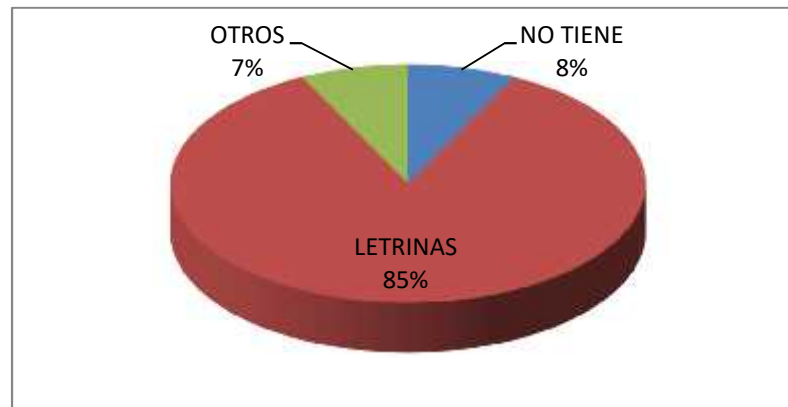
❖ **Abastecimiento de agua para consumo humano**



**Figura 15. Uso del agua para consumo humano.**

El 34% los pobladores no tiene el agua entubada, debido a las distancias largas entre viviendas, además cabe recalcar que el agua que llegan al 66% de los usuarios en la zona en estudio no se lo trata para potabilizarlo y proviene del caserío del Pedregal – Huasmín.

❖ **Sistemas de sanitarios**



**Figura 16. Servicios sanitarios en la zona de estudio.**

El 85% de las viviendas presentan letrinas, instalaciones que al momento de su construcción no han sido impermeabilizadas para evitar que los excretas y orines lleguen a las aguas subterráneas de la zona en estudio, esto nos indica el por qué el agua de la fuente de Molinopampa sale contaminada con coliformes fecales.

**5.4. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICA, QUÍMICAS Y BACTERIOLÓGICAS DEL AGUA DEL MANANTIAL DE MOLINOPAMPA:**

En la tabla siguiente se puede mostrar el resumen de los resultados de los laboratorios, en las cuales las características bacteriológicas sobrepasan los límites máximos permisibles, a comparación de las características física y

químicas se encuentran por debajo de los LMP del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (DS N° 031-2010-SA) .

**Tabla 20. Resumen de los resultados de los laboratorios.**

N°	PARÁMETROS	UNIDADES	CAPTACIÓN MOLINOPAMPA				CHOCTAPAMPA				RESERVORIO				LABORATORIO
			16-sep-08	10-dic-08	24-mar-09	15-jun-09	16-sep-08	10-dic-08	24-mar-09	15-jun-09	16-sep-08	12-dic-08	24-mar-09	15-jun-09	
1	Coliformes Fecales	NMP/100 mL	790	68	1300	2	13	33	1700	4	7.8	9200	5400	ND	NKAP
2	pH	unidades de pH	7.69	7.28	7.25	7.51	7.81	7.44	7.33	7.52	7.94	7.81	7.62	7.86	CAMPO
3	DBO5	mg/L	1.5	1.5	1.5	ND	1.5	1.5	1.5	ND	1.5	1.5	1.5	ND	NKAP
4	Nitratos	mg/L	0.37	0.03	0.53	0.33	0.45	0.31	0.42	0.29	0.34	0.4	0.46	0.28	ENVIRO LAB
5	Fosfatos	mg/L	0.05	0	0.153	0.109	0.05	0.05	0.118	0.127	0.05	0.05	0.189	0.147	ENVIRO LAB
6	Cambio de la temperatura	°C	0.1	0.6	-0.1	-1.7	0.1	-2.5	-1.2	-2.9	0.2	-3.5	-3.2	-3.8	CAMPO
7	Turbidez	FAU	0.6	0.6	1.1	1.1	0.6	0.3	1.1	1.1	0.6	1.1	1.1	1.1	ENVIRO LAB
8	Sólidos disueltos totales	mg/L	105	139	191	139	110	137	190	139	102	135	188	140	ENVIRO LAB
9	Oxígeno Disuelto	% saturación	6.82	3.07	5.29	5.28	7.76	6.83	6.79	5.48	7.27	4.38	6.59	5.88	NKAP

ND = No Detectado

## 5.5. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE LA CALIDAD DEL AGUA:

(Canter 1999: 309). Incluye una lista de 30 fuentes potenciales de la contaminación del agua subterránea, en las que destaca las actividades humanas y el desarrollo agrícola.

Para la determinación del ICA, se tiene que tener en cuenta lo siguiente:

## 5.5.1. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA LOS DIFERENTES MUESTREOS

**Tabla 21. Cálculo del ICA de la captación de Molinopampa del 16/09/08**

CAPTACION DE MOLINOPAMPA

CODIGO: MPC

FECHA MONITOREO: 16-sep-08

	PARAMETROS	VALOR	UNIDADES	Subi	wi	TOTAL
1	Coliformes Fecales	790	NMP/100 mL	24	0,16	3,84
2	pH	7.69	unidades de pH	91	0,11	10,01
3	DBO5	1.5	mg/L	90	0,11	9,90
4	Nitratos	0.37	mg/L	97	0,10	9,70
5	Fosfatos	0.05	mg/L	98	0,10	9,80
6	Cambio de la temperatura	0.1	°C	93	0,10	9,30
7	Turbidez	0.6	FAU	97	0,08	7,76
8	Sólidos disueltos totales	105	mg/L	83	0,07	5,81
9	Oxígeno Disuelto	6.82	% saturación	5	0,17	0,85
VALOR DEL "ICA"						66,97

**Tabla 22. Cálculo del ICA de Choctapampa del 16/09/08**

CHOCTAPAMPA

CODIGO: RC-02

FECHA MONITOREO 16-sep-08

	PARAMETROS	VALOR	UNIDADES	Subi	wi	TOTAL
1	Coliformes Fecales	13	NMP/100 mL	68	0.16	10.88
2	pH	7.81	unidades de pH	90	0.11	9.9
3	DBO5	1.5	mg/L	90	0.11	9.9
4	Nitratos	0.45	mg/L	97	0.10	9.7
5	Fosfatos	0.05	mg/L	98	0.10	9.8
6	Cambio de la temperatura	0.1	°C	93	0.10	9.3
7	Turbidez	0.6	FAU	97	0.08	7.76
8	Sólidos disueltos totales	110	mg/L	83	0.07	5.81
9	Oxígeno Disuelto	7.76	% saturación	6	0.17	1.02
VALOR DEL "ICA"						74.07



**Tabla 23. Cálculo del ICA del Reservorio del 16/09/08**

RESERVORIO  
 CODIGO: RC- 01  
 FECHA  
 MONITOREO: 16-sep-08

	PARAMETROS	VALOR	UNIDADES	Subi	wi	TOTAL
1	Coliformes Fecales	7.8	NMP/100 mL	74	0.16	11.84
2	pH	7.94	unidades de pH	91	0.11	10.01
3	DBO5	1.5	mg/L	95	0.11	10.45
4	Nitratos	0.34	mg/L	97	0.10	9.70
5	Fosfatos	0.05	mg/L	98	0.10	9.80
6	Cambio de la temperatura	0.2	°C	92	0.10	9.20
7	Turbidez	0.6	FAU	97	0.08	7.76
8	Sólidos disueltos totales	102	mg/L	82	0.07	5.74
9	Oxígeno Disuelto	7.27	% saturación	6	0.17	1.02
VALOR DEL "ICA"						75.52

**Tabla 24. Cálculo del ICA de la captación de Molinopampa del 10/12/08**

MOLINOPAMPA  
 CODIGO: MPC  
 FECHA MONITOREO 10-dic-08

	PARAMETROS	VALOR	UNIDADES	Subi	wi	TOTAL
1	Coliformes Fecales	68	NMP/100 mL	49	0,16	7,84
2	pH	7.28	unidades de pH	92	0,11	10,12
3	DBO5	1.5	mg/L	90	0,11	9,90
4	Nitratos	0.03	mg/L	97	0,10	9,70
5	Fosfatos	0	mg/L	100	0,10	10,00
6	Cambio de la temperatura	0.6	°C	91	0,10	9,10
7	Turbidez	0.6	FAU	97	0,08	7,76
8	Sólidos disueltos totales	139	mg/L	80	0,07	5,60
9	Oxígeno Disuelto	3.07	% saturación	4	0,17	0,68
VALOR DEL "ICA"						70,70

**Tabla 25. Cálculo del ICA de Choctapampa del 10/12/08**

CHOCTAPAMPA  
 CODIGO: R CEL 2  
 FECHA MONITOREO 10-dic-08

	PARAMETROS	VALOR	UNIDADES	Subi	wi	TOTAL
1	Coliformes Fecales	33	NMP/100 mL	57	0,16	9,12
2	pH	7.44	unidades de pH	93	0,11	10,23
3	DBO5	1.5	mg/L	90	0,11	9,9
4	Nitratos	0.31	mg/L	97	0,10	9,7
5	Fosfatos	0.05	mg/L	98	0,10	9,8
6	Cambio de la temperatura	-2.5	°C	83	0,10	8,3
7	Turbidez	0.3	FAU	98	0,08	7,84
8	Sólidos disueltos totales	137	mg/L	80	0,07	5,6
9	Oxígeno Disuelto	6.83	% saturación	5	0,17	0,85
VALOR DEL "ICA"						71,34

**Tabla 26. Cálculo del ICA del Reservorio del 12/12/08**

RESERVORIO  
 CODIGO: RCEL  
 FECHA MONITOREO: 12-dic-08

	PARAMETROS	VALOR	UNIDADES	Subi	wi	TOTAL
1	Coliformes Fecales	9200	NMP/100 mL	10	0,16	1,60
2	pH	7.81	unidades de pH	90	0,11	9,90
3	DBO5	1.5	mg/L	90	0,11	9,90
4	Nitratos	0.4	mg/L	97	0,10	9,70
5	Fosfatos	0.05	mg/L	98	0,10	9,80
6	Cambio de la temperatura	-3.5	°C	80	0,10	8,00
7	Turbidez	1.1	FAU	96	0,08	7,68
8	Sólidos disueltos totales	135	mg/L	80	0,07	5,60
9	Oxígeno Disuelto	4.38	% saturación	4	0,17	0,68
VALOR DEL "ICA"						62,86

**Tabla 27. Cálculo del ICA de la captación de Molinopampa del 24/03/09**

MOLINOPAMPA

CODIGO: MPC - 01

FECHA MONITOREO: 24-mar-09

	PARAMETROS	VALOR	UNIDADES	Subi	wi	TOTAL
1	Coliformes Fecales	1300	NMP/100 mL	21	0,16	3,36
2	pH	7.25	unidades de pH	92	0,11	10,12
3	DBO5	1.5	mg/L	90	0,11	9,90
4	Nitratos	0.53	mg/L	96	0,10	9,60
5	Fosfatos	0.153	mg/L	94	0,10	9,40
6	Cambio de la temperatura	-0.1	°C	93	0,10	9,30
7	Turbidez	1.1	FAU	96	0,08	7,68
8	Sólidos disueltos totales	191	mg/L	74	0,07	5,18
9	Oxígeno Disuelto	5.29	% saturación	5	0,17	0,85
VALOR DEL "ICA"						65,39

**Tabla 28. Cálculo del ICA de Choctapampa del 24/03/09**

CHOCTAPAMPA

CODIGO: RCEL-02

FECHA MONITOREO: 24-mar-09

	PARAMETROS	VALOR	UNIDADES	Subi	wi	TOTAL
1	Coliformes Fecales	1700	NMP/100 mL	19	0,16	3,04
2	pH	7.33	unidades de pH	93	0,11	10,23
3	DBO5	1.5	mg/L	90	0,11	9,90
4	Nitratos	0.42	mg/L	92	0,10	9,20
5	Fosfatos	0.118	mg/L	95	0,10	9,50
6	Cambio de la temperatura	-1.2	°C	88	0,10	8,80
7	Turbidez	1.1	FAU	96	0,08	7,68
8	Sólidos disueltos totales	190	mg/L	74	0,07	5,18
9	Oxígeno Disuelto	6.79	% saturación	5	0,17	0,85
VALOR DEL "ICA"						64,38

**Tabla 29. Cálculo del ICA del reservorio del 24/03/09**

RESERVORIO  
 CODIGO: RCEL  
 FECHA MONITOREO: 24-mar-09

	PARAMETROS	VALOR	UNIDADES	Subi	wi	TOTAL
1	Coliformes Fecales	5400	NMP/100 mL	13	0,16	2,08
2	pH	7.62	unidades de pH	92	0,11	10,12
3	DBO5	1.5	mg/L	90	0,11	9,90
4	Nitratos	0.46	mg/L	97	0,10	9,70
5	Fosfatos	0.189	mg/L	92	0,10	9,20
6	Cambio de la temperatura	-3,2	°C	81	0,10	8,10
7	Turbidez	1.1	FAU	96	0,08	7,68
8	Sólidos disueltos totales	188	mg/L	74	0,07	5,18
9	Oxígeno Disuelto	6.59	% saturación	5	0,17	0,85
VALOR DEL "ICA"						62,81

**Tabla 30. Cálculo del ICA de la captación de Molinopampa del 15/06/09**

MOLINOPAMPA  
 CODIGO: RCEL  
 FECHA MONITOREO: 15-jun-09

	PARAMETROS	VALOR	UNIDADES	Subi	wi	TOTAL
1	Coliformes Fecales	2	NMP/100 mL	91	0,16	14,56
2	pH	7.51	unidades de pH	92	0,11	10,12
3	DBO5	ND	mg/L	100	0,11	11,00
4	Nitratos	0.33	mg/L	93	0,10	9,30
5	Fosfatos	0.109	mg/L	96	0,10	9,60
6	Cambio de la temperatura	-1,7	°C	87	0,10	8,70
7	Turbidez	1.1	FAU	96	0,08	7,68
8	Sólidos disueltos totales	139	mg/L	80	0,07	5,60
9	Oxígeno Disuelto	5.28	% saturación	5	0,17	0,85
VALOR DEL "ICA"						77,41

ND = NO DETECTADO

**Tabla 31. Cálculo del ICA de Choctapampa del 15/06/09**

CHOCTAPAMPA

CODIGO: RC - 02

FECHA MONITOREO: 15-jun-09

	PARAMETROS	VALOR	UNIDADES	Subi	wi	TOTAL
1	Coliformes Fecales	4	NMP/100 mL	82	0,16	13,12
2	pH	7.52	unidades de pH	92	0,11	10,12
3	DBO5	ND	mg/L	100	0,11	11,00
4	Nitratos	0.29	mg/L	97	0,10	9,70
5	Fosfatos	0.127	mg/L	95	0,10	9,50
6	Cambio de la temperatura	-2,9	°C	82	0,10	8,20
7	Turbidez	1.1	FAU	96	0,08	7,68
8	Sólidos disueltos totales	139	mg/L	80	0,07	5,60
9	Oxígeno Disuelto	5.48	% saturación	5	0,17	0,85
VALOR DEL "ICA"						75,77

ND = NO DETECTADO

**Tabla 32. Cálculo del ICA de reservorio del 15/06/09**

RESERVORIO

CODIGO: RCEL

FECHA MONITOREO: 15-jun-09

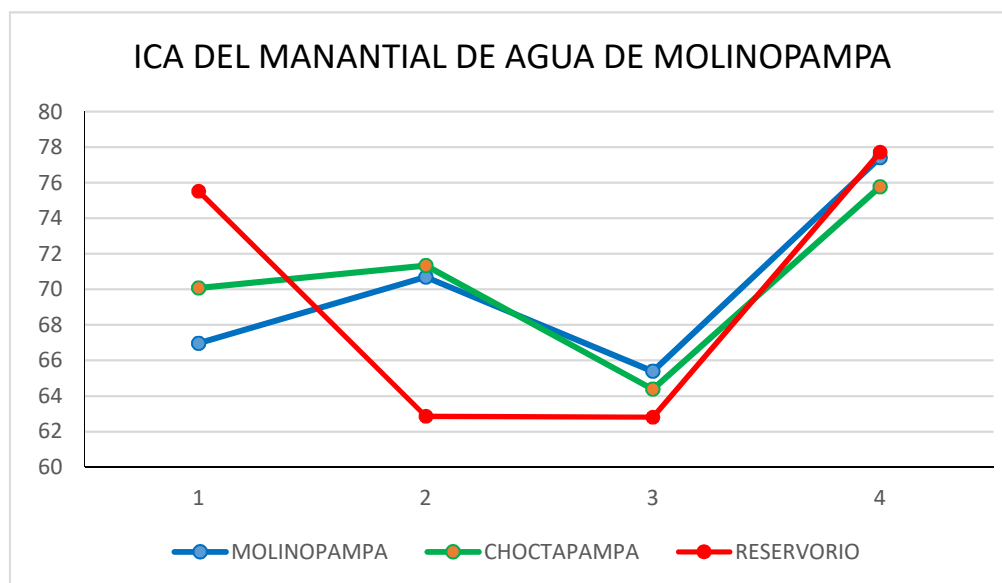
	PARAMETROS	VALOR	UNIDADES	Subi	wi	TOTAL
1	Coliformes Fecales	ND	NMP/100 mL	100	0,16	16,00
2	pH	7.86	unidades de pH	88	0,11	9,68
3	DBO5	ND	mg/L	100	0,11	11,00
4	Nitratos	0.28	mg/L	97	0,10	9,70
5	Fosfatos	0.147	mg/L	94	0,10	9,40
6	Cambio de la temperatura	-3,8	°C	79	0,10	7,90
7	Turbidez	1.1	FAU	96	0,08	7,68
8	Sólidos disueltos totales	140	mg/L	80	0,07	5,60
9	Oxígeno Disuelto	5.88	% saturación	5	0,17	0,85
VALOR DEL "ICA"						77,81

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los cálculos anteriores de los Índices de Calidad del Agua de los tres puntos de monitoreo tomados durante

cuatro oportunidades, de preferencia durante la época de estiaje y la época de precipitaciones.

**Tabla 33. Índice de la calidad del agua del manantial de Molinopampa.**

N° MONITOREOS	ICA DEL AGUA DE LA FUENTE DE MOLINOPAMPA			
	MOLINOPAMPA	CHOCTAPAMPA	RESERVORIO	FECHA
1	66.97	70.07	75.52	16-sep-08
2	70.70	71.34	62.86	10-dic-08
3	65.39	64.38	62.81	24-mar-09
4	77.41	75.77	77.71	15-jun-09
	70.12	70.39	69.725	



### **Figura 17. Comparación de los ICA en los puntos de muestreo**

En la época de lluvia el ICA del reservorio presenta una mala calidad, mientras en la época de estiaje los tres puntos de monitoreo presentan un ICA similar, considerado entre regular a bueno.

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES**

1. Las características físicas y químicas del agua del manantial de Molinopampa que abastece a la ciudad de Celendín, dependen, por un lado de las características geohidrológicas, las cuales otorgan valores bajos en sus parámetros. Por otro lado las características bacteriológicas se deben a actividades antrópicas como la ganadería y la instalación de letrinas, resultando parámetros que sobrepasan los ECA del agua.
2. Los factores que mayor influencia tienen en las propiedades del agua de la fuente de Molinopampa son su origen calcáreo, la ganadería y la instalación de letrinas no impermeabilizadas.
1. El Índice de Calidad del Agua de la fuente de Molinopampa, presenta valores entre 62,81 y 77,71, valores considerados entre Regular y Buenos.





## **CAPÍTULO VII**

### **RECOMENDACIONES**

1. Por los datos obtenidos de los análisis que se han enviado a los diferentes laboratorios, se recomienda que las autoridades competentes tengan un programa de vigilancia y control de la calidad del agua del manantial de Molinopampa, la cual abastece a la población de Celendín.
2. La Municipalidad provincial de Celendín en coordinación con la Autoridad Local del Agua, las instituciones públicas competentes y los diferentes usuarios, velen por la protección del agua, que incluye la conservación y protección de la fuente, el ecosistema y los bienes naturales asociados a ésta en el marco de la Ley y las normas aplicables.
3. Construir una planta de tratamiento de agua potable de acuerdo a las propiedades físicas, químicas y bacteriológicas de este manantial.

## **CAPÍTULO VIII**

### **BIBLIOGRAFÍA**

1. Abanto Cachay, D. 2011. MANUAL SOBRE LA VIDA SILVESTRE DE LAS AVES EN EL VALLE JEQUETEPEQUE. 1ra. Edición. Martínez Compañón Editores S.R.L. 44 p.
2. Cadenillas Martínez, A. 2006. CRITERIOS BÁSICOS PARA LA DESCRIPCIÓN DEL PERFIL DEL SUELO. Separata de Prácticas de Edafología. Universidad Nacional de Cajamarca. 38 p.
3. Canter, Larry W. 1999. MANUAL DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. 1ra. Edición. Editorial McGRAW-HILL/INTERAMERICA DE ESPAÑA. España. 841 p.
4. Conesa Vitoria, Vicente. 2003. GUIA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL. 3ra. Edición revisada y ampliada. Ediciones Mundi-Prensa. España. 412 p.
5. Constitución Política del Perú de 1993. Edición Popular. Diario el Peruano.
6. Custodio, E. y Llamas, M. 1985. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA. Ediciones Omega. Tomo I. España. 1509 p.
7. González, Ismar. 2006. ESTABLECIMIENTO Y DETERMINACION DE INDICES DE CALIDAD DEL AGUA. ENFOQUE BASADO EN LOGICA DIFUSA. Tesis para

- optar el Título de Ingeniero de sistemas. Venezuela. Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería de Sistemas. 132 p.
8. J. Glynn, Henry y Gary W. Heinke. 1996. INGENIERÍA AMBIENTAL. Segunda Edición. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana S.A. Impreso en México. 778 pág.
  9. Kiely, Gerard. 2001. INGENIERÍA AMBIENTAL: Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. Editorial McGRAW-HILL/INTERAMERICA DE ESPAÑA. Volumen 1 y 2. España. 409 p.
  10. Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento. Ley N° 29338.
  11. Ley General del Ambiente, Ley N° 28611.
  12. Ley General de Servicios de Saneamiento, Ley N° 26338
  13. Ley General de Salud, Ley N° 26842.
  14. Ley Orgánica de Municipalidades, Ley N° 27972, 2003.
  15. Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales, Ley N° 2682.
  16. Llamas, Ramón; Fornés, Juan Ma.; Hernández Mora, Nuria y Martínez Cotrina, Luis. 2001. AGUAS SUBTERRANEAS: Reto y Oportunidades. Fundación Marcelino Botín. Ediciones Mundi Prensa. España. 529 p.
  17. Mostacero León, José; Mejía Coico, Freddy y Peláez Peláez, Freddy. 1996. FITOGEOGRAFÍA DEL NORTE DEL PERÚ. Primera edición. Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC). 406 p.
  18. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, DS N° 031-2010-SA.
  19. Rivera Mantilla, Hugo. 2001. GEOLOGÍA GENERAL. Primera Edición. Universidad Nacional de San Marcos. Lima – Perú. 420 pág.
  20. Schulenberg, T. et. al. 2010. Aves de Perú. CENTRO DE ORNITOLOGÍA Y BIODIVERSIDAD – CORBIDI. 1ra. Ed. Edit. Innovación Gráfica. Lima. Perú. 660p.

21. Spellma, F y Drinan J. 2000. MANUAL DEL AGUA POTABLE. 1ra. Edit. Editorial ACRIBIA S.A. España. 255 p.
22. Suarez Alvarado, Percy y Suij, Gema. 1998. PERFIL PROVINCIAL CELENDIN. UNC Y Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo. 1ra. Edición. Perú. 233p.
23. Unda Opazo, Francisco. 1999. INGENIERÍA SANITARIA: Aplicada a saneamiento y salud pública. 3ra. Reimpresión corregida y ampliada. Editorial LIMUSA S.A. México. 968 p.
24. Villón Béjar, Máximo. 2002. HIDROLOGÍA. Editorial Villón. Segunda Edición. Lima – Perú. 436 p.

### **LINKOGRAFÍAS.**

1. CEPIS, OPS, COSUDE. 2004. Normas sobre la calidad del agua para consumo humano en el Perú: Estudio Jurídico. Lima. Consultado el 18 de febrero del 2008. Disponible en PDF.  
[http://www.cepis.ops-oms.org/bvsacd/cd53/i117\\_04Norma.pdf](http://www.cepis.ops-oms.org/bvsacd/cd53/i117_04Norma.pdf).
2. Molinero Huguet, Jorge. 2005. HIDROLOGÍA: Tipos de aguas. Sevilla. Consultado el 28 de enero del 2013. Disponible en PDF.  
[http://aula.aguapedia.org/pluginfile.php/4077/mod\\_folder/content/0/Fundamentos\\_Modulo\\_2\\_Estudio\\_de\\_medios\\_acuaticos/Introduccion\\_Hidrogeologia.pdf?forcedownload=1](http://aula.aguapedia.org/pluginfile.php/4077/mod_folder/content/0/Fundamentos_Modulo_2_Estudio_de_medios_acuaticos/Introduccion_Hidrogeologia.pdf?forcedownload=1)
3. Mr. Brian Oram, PG. The Water Quality Index Monitoring the Quality of Surface waters Calculating NSF Water Quality Index. Consultado el 30 de Agosto del 2013.

<http://www.water-research.net/watrqualindex/>

4. Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración de Agua RIPDA-CYTED. 2004. Centro de Hidrología y Calidad de las Aguas: Sistemas Naturales. Consultado el 14 de febrero del 2008. Disponible en PDF. 16p.

[www.cyted.agua.uba.ar/pdf/servicios\\_red\\_po.pdf](http://www.cyted.agua.uba.ar/pdf/servicios_red_po.pdf)

5. SUNASS. 1995. Reglamento de Calidad del Agua de Consumo Humano del Perú. Lima. Perú. Consultado el 18 de febrero del 2008. Disponible en PDF. 57 p.

<http://www.solucionespracticas.org.pe/td/pdf/aguaysaneamiento.pdf>.

6. Wikipedia Enciclopedia libre. Agua dura. Consultado el 20 de febrero del 2014.

[http://www.es.Wikipedia.org/wiki/Agua\\_dura](http://www.es.Wikipedia.org/wiki/Agua_dura)

# ANEXOS

## **ANEXO 1: BASE LEGAL**

- I. **CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ DE 1993 (Artículo 67°)**
- II. **LEY DE RECURSOS HÍDRICOS (Ley N° 29338):**
  - ) **TÍTULO PRELIMINAR (Artículo III.- Principios)**
  - ) **TÍTULO I: DISPOSICIONES GENERALES**
    - ✓ Artículo 1.- El agua:
    - ✓ Artículo 2.- Dominio y uso público sobre el agua
    - ✓ Artículo 3.- Declaratoria de interés nacional y necesidad pública
  - ) **TÍTULO III: USOS DE LOS RECURSOS HÍDRICOS**
    - ✓ Artículo 34.- Condiciones generales para el uso de los recursos hídricos.
    - ✓ Artículo 35.- Clases de usos de agua y orden de prioridad
    - ✓ Artículo 36.- Uso primario del agua.
    - ✓ Artículo 37.- Características del uso primario
    - ✓ Artículo 39.- Uso poblacional del agua
  - ) **TÍTULO V: PROTECCIÓN DEL AGUA**
    - ✓ Artículo 75.- Protección del agua.
    - ✓ Artículo 76.- Vigilancia y fiscalización del agua.
    - ✓ Artículo 83.- Prohibición de vertimiento de algunas sustancias
- III. **Ley General de Servicios de Saneamiento (Ley N° 26338):**
  - ✓ Artículo 3°, Artículo 5° y Artículo 10°
- IV. **Ley General del Ambiente, Ley N° 28611**
  - ✓ Artículo 90°.- Del recurso agua continental
  - ✓ Artículo 94.- De los servicios ambientales:
  - ✓ Artículo 114.- Del agua para consumo humano:
  - ✓ Artículo 120.- De la protección de la calidad de las aguas:

V. **LEY GENERAL DE SALUD, LEY N° 26842:**

TITULO PRELIMINAR

1. La salud es condición indispensable del desarrollo humano y medio fundamental para alcanzar el bienestar individual y colectivo.
2. La protección de la salud es de interés público. Por tanto, es responsabilidad del Estado regularla, vigilarla y promoverla.

VI. **REGLAMENTO DE LA CALIDAD DE AGUA DE CONSUMO HUMANO, DS N° 031-2010-SA**

- ✓ Artículo 19°.- Control de calidad
- ✓ Artículo 59°.- Agua apta para el consumo humano
- ✓ Artículo 60°.- Parámetros Microbiológicos y otros organismos
- ✓ Artículo 61°.- Parámetros de calidad organoléptica
- ✓ Artículo 62°.- Parámetros inorgánicos y orgánicos
- ✓ Artículo 68°.- Parámetros de control obligatorio

Son parámetros de control obligatorio para todos los proveedores de agua, los siguientes:

- 1) *Coliformes totales*;
- 2) *Coliformes termotolerantes*;
- 3) Color;
- 4) Turbiedad;
- 5) Residual de desinfectante y
- 6) pH.

En caso de dar positivo la prueba de *Coliformes termotolerantes*, el proveedor debe realizar el análisis de bacterias *Escherichia coli*, como prueba confirmativa de la contaminación fecal.



**Tabla 34. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.**

**ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA  
CATEGORIA 1: POBLACIONAL**

PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		
		A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
		VALOR	VALOR	VALOR
<b>FISICOS Y QUÍMICOS</b>				
Aceites y grasas (MEH)	mg/L	1	1,00	1,00
Cianuro Libre	mg/L	0,005	0,022	0,022
Cianuro Wad	mg/L	0,08	0,08	0,08
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color	Color verdadero escala Pt/Co	15	100	200
Conductividad	us/cm <sup>2</sup>	500	600	**
DBO5	mg/L	3	5	10
DQO	mg/L	10	20	30
Dureza	mg/L	500	**	**
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,5	0,5	na
Fenoles	mg/L	0,003	0,01	0,1
Fluoruros	mg/L	1	**	**
Fosforo Total	mg/L P	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes		Ausencia de material flotante	**	**
Nitratos	mg/L N	10	10	10
Nitritos	mg/L N	1	1	1
Nitrógeno amoniacal	mg/LN	1,5	2	3,7
Olor		Aceptable	**	**
Oxígeno Disuelto	mg/L	>= 6	>= 5	>= 4
pH	Unidades de pH	6,5-8,5	5,5-9,0	5,5-9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	**	**
Sulfuros	mg/L	0,05	**	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
<b>INORGÁNICOS</b>				
Aluminio	mg/L	0,2	0,2	0,2
Antimonio	mg/L	0,006	0,006	0,006
Arsénico	mg/L	0,01	0,05	0,01
Bario	mg/L	0,7	0,7	1
Berilio	mg/L	0,004	0,04	0,04
Boro	mg/L	0,5	0,5	0,75
Cadmio	mg/L	0,003	0,003	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	1
Manganeso	mg/L	0,1	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Níquel	mg/L	0,02	0,025	0,025
Plata	mg/L	0,01	0,05	0,05
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,01	0,05	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Vanadio	mg/L	0,1	0,1	0,1
Zinc	mg/L	3	5	5
<b>ORGÁNICOS</b>				
<b>COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES</b>				
Hidrocarburos totales de petróleo, HTPP	mg/L	0,05	0,2	0,2
Trihalometanos	mg/L	0,1	0,1	0,1
Compuestos Orgánicos Volátiles, COVs				
1,1,1-Tricloroetano --71-55-6	mg/L	2	2	**
1,1-Dicloroetano -75-35-4	mg/L	0,03	0,03	**
1,2-Dicloroetano -- 107-06-2	mg/L	0,03	0,03	**
1,2-Diclorobenceno- 95-50-1	mg/L	1	1	**
Hexaclorobutadieno - 87-68-3	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano--127-18-4	mg/L	0,04	0,04	**
Tetracloruro de Carbono--56-23-5	mg/L	0,002	0,002	**
Tricloroetano --79-01-6	mg/L	0,07	0,07	**
<b>BETX</b>				

PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		
		A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
		VALOR	VALOR	VALOR
Benceno -71-03-2	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno -100-41-4	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno - 108-88-3	mg/L	0,7	0,7	**
Xileno -1330-20-7	mg/L	0,5	0,5	**
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>				
Benzo(a)pireno -- 50-32-8	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
Triclorobencenos (Totales)	mg/L	0,02	0,02	**
<b>Plaguicidas</b>				
<b>Organofosforados:</b>				
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	**
Metamidofos (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Paraquat (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Paratión	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<b>Oganoclorados (COP)*</b>				
Aldrín	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Clordano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia
DDT	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Dieldrin -60-57-1	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	*
Endrín -72-20-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Heptacloro -76-44-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Heptacloro epóxido -1024-72-3	mg/L	0,00003	0,00003	*
Lindano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<b>Carbamatos:</b>				
Aldicarb (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<b>Policloruros Bifenilos Totales</b>				
(PCBs)	mg/L	0,000001	0,000001	**
<b>Otros</b>				
Asbesto	Millones de fibra/L	7	**	**
<b>MICROBIOLÓGICO</b>				
Coliformes termotolerantes (44,5°C)	NMP/100 mL	0	2 000	20 000
Coliformes totales (35 - 37°C)	NMP/100 mL	50	3 000	50 000
Enterococos fecales	NMP/100mL	0	0	
Escherichia coli	NMP/100 mL	0	0	
Formas parasitarias	Organismo/Litro	0	0	
Gardia duodenalis	Organismo/Litro	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Salmonella	Presencia/100 mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Vibrio Cholerae	Presencia/100 mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia

UNT Unidad Nefelométrica Turbiedad

NMP/100 mL Número Más Probable en 100 mL

\* Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP)

\*\* Se entenderá que para esta subcategoría, el parámetro no es relevante, salvo casos específicos que la Autoridad competente determine.

## VII. LEY ORGÁNICA DE MUNICIPALIDADES, Ley N° 27972, 2003:

✓ Artículo 80°.- Saneamiento Salubridad Y Salud

**ANEXO 2: FOTOGRAFÍAS DE LOS MUESTREOS:**



**Figura 18. Tesista en compañía del personal de SEMACEL y DESA en la captación de Molinopampa.**



**Figura 19. Muestreo del agua en el manantial de Molinopampa**



### ANEXO 3: FOTOGRAFÍA DE LA GEOLOGÍA DE LA ZONA:



**Figura 20. Escarpado ubicado en la parte posterior del manantial de Molinopampa, litológicamente es típico de la Formación Cajamarca.**



**Figura 21. Insecticida a un costado del muro perimétrico de la captación del manantial.**

ANEXO 4: ENCUESTA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
ESCUELA DE POST GRADO

ENCUESTA PARA LA TESIS: "FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL MANANTIAL DE MOLINOPAMPA, QUE SE USA PARA EL CONSUMO DOMESTICO EN LA CIUDAD DE CELENDIN

Nombre del Encuestador: .....

A. INFORMACIÓN GENERAL:

1. Ubicación de la Unidad Agrícola  
Provincia: .....  
Distrito: .....  
Comunidad: .....
2. Superficie total de la Unidad Agrícola .....ha
3. Tipo de explotación  
Agrícola: .....   
Ganadería: .....   
Forestal: .....   
Agroforestal: .....   
Mixta: .....   
Otras (especificar): .....
4. Grado de erosión  
Nula: .....   
Baja: .....   
Media: .....   
Alta: .....   
Sin respuesta: .....

B. SANEAMIENTO:

1. Abastecimiento de agua:  
Pozo: .....   
Puquio/Manantial: .....   
Caño: .....   
Otros (especificar): .....
2. Sistema de sanitarios:  
No tiene: .....   
Letinas: .....   
Otros (especificar): .....

C. RECURSOS DISPONIBLES.

1. ¿Tiene riego?  
 Sí: .....   
 No: .....
2. Tipo de riego:  
 Por gravedad: .....   
 Otros (especificar).....
3. Procedencia del agua de riego:  
 De canales de irrigación: .....   
 De avenidas (ríos o quebradas).....   
 De pozos (subsuelo).....   
 De reservorio: .....   
 Otros (especificar).....

**D. ACTIVIDADES PRODUCTIVAS:**

1. Cultivos:
2. Ganadería

a) Ganado vacuno:

ANIMAL	Nº	USOS	ENFERMEDADES	TRATAMIENTO
VACAS				
TOROS				

b) Ganado equino

ANIMAL	MACHOS	HEMBRAS	USOS	ENFERMEDADES	TRATAMIENTO
Caballos					
Mulos					
Asnos					

c) Ganado porcino:

ANIMAL	MACHO	HEMBRA	ENFERMEDADES	TRATAMIENTO
PORCINOS				

d) Cuyes

ANIMAL	Nº	SACRIF/AÑO	ENFERMEDAD	TRATAMIENTO
CUYES				
CONEJOS				

e) Avícola

ANIMAL	Nº	Nº SACRIF/AÑO	VENTA	ENFERMEDADES	TRATAMIENTO
GALLINAS					
PAVOS/PATOS					

**E. INSUMOS:**

a) Compra de insumos en el año agrícola

En la parte de insumos agrícolas, llenar para el cultivo: .....

(Indicar en las líneas punteadas el cultivo al que se hará referencia)

INSUMOS		CANTIDAD
1. AGRICOLA		Kg/LTM/tonel/bono
Yunta		
Semilla		
Fertilizantes		

-	
Pesticidas	
-	
-	
-	-
2 LECHERÍA	
Concentrado	
Fraje	
Máquina	
Desinfectante	
Inseminación	
Sal Mineral común	
Otro	
3 ARTESANAL/OTRAS:	
-	
TOTAL	

FECHA:.....

## ANEXO 5: FICHA DE VIGILANCIA Y CONTROL DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMOS HUMANO DE LA RED III CELENDIN

MINISTERIO DE SALUD DIRECCION REGIONAL SALUD CAJAMARCA	RED III CELENDIN SALUD AMBIENTAL	
<b>VIGILANCIA Y CONTROL DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO</b>		
SOLICITANTE: <u>MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CELENDIN (SEM/CEL)</u>		
LOCALIDAD: <u>CELENDIN</u>	DISTRITO: <u>COL. MOLIN</u> PROVINCIA: <u>CELENDIN</u>	
ORIGEN DE LA MUESTRA: <u>RED DE SISTEMA DE AGUA POTABLE</u>		
ESPECIFICACIONES: SUPERFICIAL <u>    </u> SUBTERRANEA: <u>    </u> POZO: <u>    </u> GALERIA: <u>    </u> MANANTIAL: <u>    </u>		
SGST: <u>    </u> SGCT: <u>    </u> SBST: <u>    </u> SBCT: <u>    </u>		
<b>ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO</b>		
MÉTODO FILTRO DE MEMBRANA: COLI FECAL - COLI TOTAL		
MUESTREO FECHA: <u>    </u> HORA <u>    </u>	ANÁLISIS FECHA: <u>06-10-04</u> HORA <u>    </u>	
CLORO RESIDUAL: <u>    </u> mgr/l.		
VOLUMEN FILTRADO NUMERO MAXIMO PROBABLE	N° COLONIAS CONTADAS	N° COLI TOTAL / 100 ml.
CAP. Molinopampa 100 ml	30	30
Llegada Reservorio 100 ml	30	30
Salida Reservorio	00	00
Habitación breña	05	05
ISP "AMM"	10	10
OBSERVACIONES: <u>se tomaron muestras de diferentes puntos del sistema de la Red de</u> <u>agua Potable de Celendin Urbana.</u>		
CLASIFICACION DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO:		
CATEGORIA	RECuento DE COLONIAS / 100 ml (COLI FECAL)	
A	0	AGUA BACTERIOLOGICAMENTE APTA
B	1 - 10	AGUAS BACTERIOLOGICAMENTE INAPTAS (CONTAMINADAS)
C	11 - 50	
D	> 50	

## ANEXO 7: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DEL LABORATORIO DE LAS MUESTRAS: