

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL



TESIS:

**RELACIÓN ENTRE EL CLORO RESIDUAL Y PRESENCIA DE
COLIFORMES TERMOTOLERANTES EN EL AGUA POTABLE DE LA
CIUDAD DE CELENDÍN**

**Para Optar el Título Profesional de:
INGENIERO AMBIENTAL**

Presentado por la bachiller:

YHORDANIA KATHERINE BANDA ZELADA

Asesor:

ING. MCs. GIOVANA ERNESTINA CHÁVEZ HORNA

CELENDÍN – PERÚ

- 2021 -



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Fundada por Ley N° 14015 del 13 de febrero de 1,962

"Norte de la Universidad Peruana"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica

-----000-----



ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

En la ciudad de Celendín, a los diecisiete días del mes de marzo del año dos mil veintiuno, se reunieron en la Plataforma Virtual de la Universidad Nacional de Cajamarca, a través del Google Meet, los miembros del Jurado, designados por el Consejo de Facultad -de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 50-2020-FCA-UNC, de fecha 29 de enero del 2020, con el objeto de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulado: **"RELACIÓN ENTRE EL CLORO RESIDUAL Y PRESENCIA DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES EN EL AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE CELENDÍN"**, ejecutado(a) por la Bachiller en Ingeniería Ambiental, doña **Yhordania Katherine Banda Zelada**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**.

A las 8:00 horas y dieciséis minutos, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el evento, invitando a la sustentante a exponer su trabajo de Tesis y, luego de concluida la exposición, el jurado procedió a la formulación de preguntas. Concluido el acto de sustentación, el Jurado procedió a deliberar, para asignarle la calificación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la **Aprobación por unanimidad** con el calificativo de **quince (15)**; por tanto, la Bachiller queda expedito para que inicie los trámites y se le otorgue el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

A las veintiún horas y cuarenta y un minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Dr. Agustín Emerson Medina Chávez
PRESIDENTE

Ing. M.Cs. Edgar Darwin Díaz Mori
SECRETARIO

Ing. M.Cs. Adolfo Maximo López Aylas
VOCAL

Ing. M.Cs. Giovana Ernestina Chávez
Horna
ASESORA

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico mi madre por ser la principal promotora de lograr mis metas y sueños quien con su firmeza y lucha insaciable han hecho de ella el gran ejemplo a seguir para mí, mis hermanos y mi familia.

AGRADECIMIENTO

A Dios y a la Virgen María De Natividad por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad.

A mi madre Lucy Nelly Zelada Mori, que con su amor, paciencia y apoyo incondicional hizo todo lo posible para brindarme una educación y ser una persona de bien.

A mis hermanos Johnny, Jimberzon, Vaneza, Fanny y Antony, quienes me alentaron para seguir adelante pese a las adversidades que se presentaba en mi camino.

A mi abuela Justina Mori Silva, a quien, con su amor, ternura y sus sabios consejos me encaminó el buen sendero.

Asimismo, agradezco a mi tía Evelia, mi segunda madre; por siempre haberme dado el ejemplo de luchar por mis sueños.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema de la investigación.....	2
1.2. Formulación del problema.....	3
1.3. Objetivo de la investigación	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. Hipótesis de la investigación	4
CAPÍTULO II	5
REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. Antecedentes.....	5
2.1.1. Antecedentes a nivel internacional.....	5
2.1.2. Antecedentes a nivel nacional.....	6
2.1.3. Antecedentes a nivel local.....	7
2.2. Bases teóricas	9
2.2.1. Calidad del agua para consumo humano.....	9
2.2.2. Desinfección de agua para consumo humano	14
2.2.3. Normatividad de cloro residual en el agua de consumo humano.....	17
2.2.4. Red de distribución	18
2.2.5. Monitoreo de cloro residual en la red de distribución.....	19
CAPÍTULO III	20
MATERIALES Y MÉTODOS	20

3.1. Ubicación geográfica de la investigación.....	20
3.2. Tipo de investigación	22
3.3. Población y muestra	22
3.4. Operacionalización de variables.....	24
3.4.1. Variable de investigación.....	24
3.5. Materiales	24
3.5.1. Unidad de análisis	24
3.5.2. Material de campo.....	25
3.5.3. Material y equipo de laboratorio.....	25
3.6. Metodología.....	26
3.6.1. Etapa de campo	26
3.6.2. Etapa de laboratorio	28
3.6.3. Trabajo de gabinete	29
CAPÍTULO IV	31
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1. Relación entre cloro residual y la presencia de coliformes termotolerantes	31
4.2. Concentración de cloro residual en la red de distribución de agua potable	33
4.3. Concentración de coliformes termotolerantes en la red de distribución de agua potable.....	40
4.4. Parámetros de campo.....	41
4.4.1. pH.....	41
4.4.2. Temperatura	42
4.4.3. Turbiedad	43
CAPÍTULO V.....	45
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	45
5.1. Conclusiones	45
5.2. Recomendaciones	46

CAPÍTULO VI.....	47
BIBLIOGRAFÍA.....	47
APÉNDICE.....	52
Apéndice 1. Panel Fotográfico.....	52
Apéndice 2. Puntos de muestreo de cloro residual	56
Apéndice 3. Puntos de muestreo de coliformes termotolerantes	66
Apéndice 4. Registro de cloro residual obtenido en la parte alta, media y baja de la ciudad de Celendín.....	67
ANEXOS.....	80
Anexos 1.	81
Cadena de custodia de las muestras de agua.....	81
Anexo 2.....	84
Resultados de análisis en el Laboratorio Regional del Agua – Cajamarca.....	84
GLOSARIO	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Límites Máximos Permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos	11
Tabla 2. Frecuencias mínimas de muestreo microbiológico.....	19
Tabla 3. Límites del área de investigación.....	20
Tabla 4. Operacionalización de variables	24
Tabla 5. Correlación de Pearson	30
Tabla 6. Tabla de frecuencias de la concentración de cloro en la parte alta de la red de distribución de agua en la ciudad de Celendín.....	33
Tabla 7. Tabla de frecuencias de la concentración de cloro residual en la parte media de la red de distribución en la ciudad de Celendín.	35
Tabla 8. Tabla de frecuencias de la concentración de cloro en la parte baja de la red de distribución de agua en la ciudad de Celendín.....	36
Tabla 9. Nivel de riesgo en la parte alta, media y baja de la red de distribución de agua en la ciudad de Celendín	38
Tabla 10. Puntos de monitoreo de la Parte Alta de la provincia de Celendín.....	56
Tabla 11. Puntos de monitoreo de la Parte Media de la provincia de Celendín.	59
Tabla 12. Puntos de monitoreo de la Parte Baja de la provincia de Celendín	62
Tabla 13. Puntos de muestreo para coliformes termotolerantes en la red de distribución de la ciudad de Celendín	66
Tabla 14. Mediciones obtenidas para cloro residual en la Parte Alta de la ciudad de Celendín.	67
Tabla 15. Mediciones obtenidas para cloro residual en la Parte Media de la ciudad de Celendín.	70
Tabla 16. Mediciones obtenidas para cloro residual en la Parte Baja de la ciudad de Celendín.	73
Tabla 17. Medición de coliformes termotolerantes, cloro residual y parámetros de campo.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curva de demanda de cloro	16
Figura 2. Ubicación del área de investigación	21
Figura 3. Ubicación de puntos de monitoreo de coliformes termotolerantes y cloro residual.....	23
Figura 4. Correlación de Pearson para cloro residual y coliformes termotolerantes en la red de distribución de agua en la ciudad de Celendín.....	32
Figura 5. Concentración de cloro residual en la parte alta de la red de distribución de agua en la ciudad de Celendín	33
Figura 6. Concentración de cloro residual en la parte media de la red de distribución de agua en la ciudad de Celendín	35
Figura 7. Concentración de cloro residual en la parte baja de la red de distribución de agua en la ciudad de Celendín.	36
Figura 8. Nivel de riesgo de concentraciones de cloro en la red de distribución de agua en la ciudad de Celendín	39
Figura 9. Concentración de coliformes termotolerantes en los puntos evaluados de la red de distribución de agua en la ciudad de Celendín.....	41
Figura 10. Niveles de pH encontrados en los puntos evaluados de la red de distribución de agua en la ciudad de Celendín.....	42
Figura 11. Temperatura en los puntos evaluados de la red de distribución de agua en la ciudad de Celendín.....	43
Figura 12. Turbiedad en los puntos evaluados de la red de distribución de agua en la ciudad de Celendín.....	44
Figura 13. Etiquetado de las viviendas para su respectiva medición de cloro residual	52
Figura 14. Fotómetro de bolsillo y reactivo DPD.....	52
Figura 15. Recolección de muestra para coliformes termotolerantes en la parte alta de la ciudad de Celendín.....	52
Figura 16. Procedimiento para la medición de cloro residual. a) Llenado de agua potable la cubeta. b) Se añade el reactivo DPD. c) se agita la cubeta. d) Se coloca la cubeta en la celda del equipo fotómetro y medición de la muestra.	53
Figura 17. Recolección de muestra para coliformes termotolerantes en la parte baja de la ciudad de Celendín.....	53

Figura 18. Recolección de muestra para coliformes termotolerantes en la parte media de la ciudad de Celendín.	53
Figura 19. Recolección y etiquetado de muestra para coliformes termotolerantes con la supervisión de la asesora.....	54
Figura 20. a) grifo abierto para la eliminación de impurezas. b) Limpieza del electrodo del pHmetro	54
Figura 21. Recolección y medición de la muestra para turbidez.	55
Figura 22. Medición de los parámetros de pH y temperatura con el equipo pHmetro con función de medición de temperatura.	55
Figura 23. Muestras recolectadas de coliformes termotolerantes recolectadas para envío al laboratorio	55
Figura 24. Concentración de cloro residual en la parte alta de la red de distribución de agua en la ciudad de Celendín	76
Figura 25. Concentración de cloro residual en la parte media de la red de distribución de agua en la ciudad de Celendín.....	77
Figura 26. Concentración de cloro residual en la parte baja de la red de distribución de agua en la ciudad de Celendín	78

RESUMEN

Se determinó la relación entre el cloro residual y los coliformes termotolerantes en el agua potable de la ciudad de Celendín, Cajamarca, Perú, el estudio se realizó 357 usuarios de la red de distribución durante los meses de setiembre a diciembre; se evaluó los parámetros: cloro (118 puntos de la parte alta, 121 puntos de la parte media y 118 puntos de la parte baja), pH, turbidez, temperatura y concentración de coliformes termotolerantes en 3 puntos (parte alta, media y baja). Los resultados obtenidos para el pH se mantienen en el rango permitido (6.5 a 8.5); la temperatura registrada oscila entre los 15°C a 18°C; solamente en el mes de setiembre se registraron niveles mayores a los 5 UNT de turbidez en la red. La concentración de coliformes termotolerantes en la parte alta, media y baja se presenta en niveles elevados en el mes de diciembre (16 NMP/100 mL, 12 NMP/100 mL y 5.1 NMP/100 mL respectivamente) a diferencia de los demás meses monitoreados que cumplieron los valores establecidos. En relación al cloro residual se determinó que del 19.70 % al 23%, no cumplen con lo recomendado por el DS N° 031-2010-SA. Finalmente, se calculó que cuando las concentraciones de cloro son 0 mg/L existen concentraciones de coliformes termotolerantes mayores a 10 NMP/100 mL; y a niveles de cloro 0.3 mg/L los niveles de coliformes termotolerantes es de aproximadamente 1.1 NMP/100 mL ($y = -33.088x + 10.89$, $R^2 = 0.7699$), encontrándose dentro de los LMP que establece como máximo 1.8 NMP/100mL.

Palabras clave: pH, Coliformes termotolerantes, turbidez, cloración, temperatura.

ABSTRACT

The relationship between residual chlorine and thermotolerant coliforms in the drinking water of the city of Celendin, Cajamarca, Peru was determined. The study was carried out by 357 users of the distribution network during the months of September to December; The parameters were evaluated: chlorine (118 points in the upper part, 121 points in the middle part and 118 points in the lower part), pH, turbidity, temperature and concentration of thermotolerant coliforms in 3 points (high, middle and low part). The results obtained for the pH are kept in the allowed range (6.5 to 8.5); the recorded temperature ranges from 15 ° C to 18 ° C; Only in the month of September were turbidity levels greater than 5 NTUs recorded in the network. The concentration of thermotolerant coliforms in the upper, middle and lower parts is presented at high levels in the month of December (16 MPN / 100 mL, 12 MPN / 100 mL and 5.1 MPN / 100 mL respectively), unlike the other months monitored. that met the established values. Regarding residual chlorine, it was determined that from 19.70% to 23%, they do not comply with what is recommended by Supreme Decree No. 031-2010-SA. Finally, it was calculated that when chlorine concentrations are 0 mg / L, there are thermotolerant coliform concentrations greater than 10 MPN / 100 mL; and at chlorine levels of 0.3 mg / L, the levels of thermotolerant coliforms are approximately 1.1 MPN / 100 mL ($y = -33.088x + 10.89$, $R^2 = 0.7699$), being within the LMP established as a maximum of 1.8 MPN / 100mL.

Key words: pH, thermotolerant coliforms, turbidity, chlorination, temperature.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El agua es la base de la existencia para todo ser vivo que sirve para realizar las actividades diarias, es por ello que el agua destinada a consumo humano, preparación de alimentos, higiene personal no debe contener ningún tipo de patógeno para los seres humanos. Esto se puede conseguir seleccionando fuentes de agua de buena calidad, tratando y descontaminando eficazmente el agua y protegiéndola para que no haya contaminación durante la distribución al usuario (OMS 1995).

Los sistemas de tratamientos de agua potable han ayudado a salvaguardar la salud humana previniendo enfermedades, siendo un tratamiento adecuado la desinfección del agua mediante el uso de cloro, que es clave para eliminar o reducir bacterias entéricas, virus y quistes de protozoos, que pueden causar infecciones o enfermedades.

En la ciudad de Celendín el proyecto de “Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado”, se desarrolló con la finalidad de cubrir más demanda de agua en la zona alta de la localidad y mejorar la infraestructura que era del año 1949; construyéndose una planta de tratamiento de agua potable para un caudal de 40 L/s se pretendía que al mejorar las instalaciones mejoraría el servicio de agua que recibía la población y disminuir las enfermedades a causa de la ingesta de agua de mala calidad (MPC 2012).

Sin embargo, el problema más relevante, relativo al agua de consumo humano es el de su contaminación bacteriológica; para controlar los peligros a los que se encuentra expuesta la población, se aplican criterios para normar la calidad de las aguas; que son

los requisitos que deben satisfacer las aguas para que sean destinadas al consumo humano sin que afecten la salud (Marchand 2002).

En ese sentido la presente investigación permitió estudiar la concentración de cloro residual y su relación con la presencia de coliformes termotolerantes en la red de distribución de agua potable de la ciudad de Celendín, mediante análisis de laboratorio para luego ser comparados con los parámetros fisicoquímicos que establece la normativa peruana vigente a través de los Límites Máximos Permisibles (LMP).

1.1. Problema de la investigación

Con respecto a la calidad del agua, el 80% de las enfermedades son causadas por falta de tratamiento de agua y el saneamiento adecuado; ocasionando enfermedades y muertes a nivel mundial. La calidad sanitaria del agua no solo depende del uso adecuado que le otorga la población, sino que además se deben tener en cuenta la concentración y variedad de sustancias químicas y biológicas. Es por ello que se debe asegurar la destrucción de agentes patógenos en el sistema de abastecimiento, suprimiendo de esta manera una posterior contaminación microbiológica del agua (OMS 2006).

La calidad del agua, con respecto al uso de cloro dentro de un sistema de distribución de agua potable varía durante su trayectoria desde las fuentes de abastecimiento, hasta la toma domiciliaria; ya sea porque el cloro decae por la reacción con el agua, con las paredes de las tuberías o tanques dentro de la red; no garantizando a pesar de su tratamiento la ausencia de microorganismos y la calidad del agua (Tzatchkov y Alcocer 2004).

La ciudad de Celendín cuenta con una red de distribución perteneciente al sistema de abastecimiento de agua “La Quesera” encargado de abastecer además a los distritos de

Sucre, Jorge Chávez y José Gálvez con un caudal de 39.13 L/s, que si bien es cierto es tratada regularmente para evitar la concentración de contaminantes; y teniendo en cuenta los estudios realizados por Segura (2017) quién evaluó 10 puntos de muestreo de cloro residual, identificando que en 3 de ellos se encuentran por debajo de los 0.5 mg/L y los otros 7 superan los límites a lo indicado por el Organismo Mundial de la Salud; a su vez Medina (2018) muestra que la calidad de agua en relación a turbidez y coliformes termotolerantes de la planta de tratamiento de “La Quesera” se encuentra dentro de los parámetros nacionales y; a pesar de ello aún no se cuentan con estudios sobre la cloración aplicada en la red de distribución y la relación que guardan con los microorganismos termotolerantes presentes en el agua. Frente a la situación expuesta se consideró necesario ampliar la investigación e investigar el agua que consume la población Celendina proveniente de su red de distribución de agua potable.

Para identificar riesgos por alteraciones de la calidad del agua a nivel de la red de distribución de agua potable en Celendín, se analizó la concentración de cloro residual y de coliformes termotolerantes en la red de distribución; para ser comparados con los límites máximos permisibles que establece la normativa peruana vigente. Además, se aportan registros que facilitarán la toma de decisiones de las autoridades competentes sobre un adecuado control de la calidad actual del agua potable en la red de distribución celendina.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la relación que existe entre el cloro residual y presencia de coliformes termotolerantes en el agua potable de la ciudad de Celendín?

1.3. Objetivo de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar la relación entre el cloro residual y presencia coliformes termotolerantes en el agua potable de la ciudad de Celendín.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la concentración de cloro residual a nivel de la red de distribución de agua potable en la ciudad de Celendín.
- Determinar la concentración de coliformes termotolerantes presentes a nivel de la red de distribución de agua potable en la ciudad de Celendín.
- Comparar los resultados con los Límites Máximos Permisibles (LMP) de cloro y coliformes termotolerantes.
- Registrar parámetros de campo (pH, turbidez y temperatura) a nivel de la red de distribución de agua potable en la ciudad de Celendín.

1.4. Hipótesis de la investigación

A nivel de la red de distribución de agua potable en la ciudad de Celendín, en concentraciones de cloro menores a 0.5 mg/L existe la presencia de coliformes termotolerantes.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes a nivel internacional

Reascos y Yar (2010), evaluaron la calidad del agua para el consumo humano de las comunidades del Cantón Cotacachi y propuesta de medidas correctivas, para ello tomaron muestras en las vertientes, tanques de almacenamiento y domicilio particular en cada comunidad. Se tuvo como resultado que los parámetros físicos, químicos se encuentran dentro de las normas establecidas (INEN 1108 y TULAS); sin embargo, los análisis microbiológicos en su mayoría se encuentran contaminados por coliformes fecales (*Escherichia coli*) y coliformes totales, debido a actividades de pastoreo alrededor de las vertientes.

Chauca y Orozco (2012), determinaron un sistema automatizado para la dosificación de cloro en el tratamiento de agua potable en la comunidad San Vicente de Lacas, realizaron un monitoreo de los niveles de cloro residual en las redes por un período de 2 meses, en donde los niveles de cloro libre en las redes de distribución fueron entre 1.1 mg/L y 0.5 mg/L. En donde se concluyó que el agua es apta para consumo humano siendo los valores aceptados por la Norma INEN 1108 - Ecuador.

Hermida y Martí (2015), evaluaron cincuenta puntos de muestreo repartidos por el norte y centro este de Rosario, Argentina para cuantificar los niveles de desinfectante residual presente en los SAAP de las edificaciones seleccionadas. Conocidos los datos diez reservorios de los cuarenta y seis que se encontraron con niveles de desinfectante por debajo de 0,2 mg/L cloro libre residual, fueron seleccionados para el estudio

microbiológico. Los resultados reflejaron la existencia de contaminación de origen fecal en cinco de los diez tanques muestreados, constatando que existe una problemática asociada a la calidad microbiológica del agua en la ciudad de Rosario.

Guanuchi y Ordóñez (2017), analizaron la concentración de cloro en todos los puntos de la red de distribución de agua potable del Cantón Azogues mediante la utilización del software EPANET; realizaron mediciones mensuales durante seis meses determinando que en los puntos analizados la dosificación de cloro se mantienen en un promedio de 1.2 mg/L para las plantas potabilizadoras, 0.868 mg/L en los tanques y 0.56 mg/L en los domicilios, obteniendo satisfactoriamente la concentración de cloro en cualquier punto de la red y en cualquier instante debido a la utilidad del software.

2.1.2. Antecedentes a nivel nacional

Pérez y Romero (2017), determinaron la concentración de cloro residual y Trihalometanos (Thm's) y su impacto en la salud en Moyobamba, a través de mediciones mensuales, obtuvieron resultados promedios menores a de los Límites Máximos Permisibles del Agua, siendo estos para el cloro residual un valor no menor de 1,0 mg/L y para la concentración de trihalometanos (Thm's) es 1,0 mg/L, como los valores máximos encontrados fueron 0,82 mg/L en cloro residual y 0,5 mg/L para trihalometanos (Thm's), se concluyó que estos factores no influyen en la salud de las personas de Moyobamba.

Araujo y Benito (2017), determinaron el nivel de contaminación microbiológica en agua de consumo humano en el sector Sequia Alta, Santa Bárbara, Huancavelica - 2017. Se analizaron 10 muestras de agua de consumo humano, distribuidas en diferentes puntos: 1 captación, 2 reservorios y 7 grifos. En uno de sus resultados obtuvieron en bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales, que, de las 10 muestras tomadas, 7

presentan contaminación; teniendo 4 UFC/100 mL. en la zona de captación (paltamachay); 2 UFC/100 mL en el reservorio 1, seguido de 1 UFC/100 mL. presento el reservorio 2, grifo 1, grifo 3, grifo 4, grifo 5; las 7 muestras superan los límites máximos permisibles por el Reglamento de Calidad de Agua para el Consumo Humano. En cuanto al nivel de contaminación microbiológica de la muestra 1, la zona de captación (paltamachay) 2,8 de promedio de contaminación microbiológica, la muestra 2 la zona de reservorio con 1,1 promedio de contaminación microbiológica y la muestra 3 zona de los grifos de las viviendas con 0,6 promedio de contaminación microbiológica, las muestras superan los límites máximos permisibles del reglamento de la calidad de agua para el consumo humano.

Chambi (2015), realizó la determinación de bacterias coliformes y *E. coli* en agua de consumo humano del centro poblado de Trapiche- Ananea – Puno. Consideró 54 muestras de agua que se obtuvo de 10 piletas, de 20 acequias y de 24 pozos artesanales. Los resultados de la proporción de contaminación fueron mayores en las piletas 70 %, pozos 54 % y acequias 40 %. Y el número más probable de *E. coli* fue mayor en pozos 11.46 ± 3.36 comparado a la de acequias y piletas que tuvieron 7.75 ± 2.43 y 6.28 ± 2.21 NMP de *E. coli*, respectivamente ($P \leq 0.05$); determinándose que las tres fuentes de abastecimiento de agua NO ES APTO para consumo humano, según el acuerdo a la Norma Técnica Sanitaria Nro. 071 MINSA/DIGESA-V.01, XVI.4 expuesto en la Resolución Ministerial Nro. 591-2008/MINSA.

2.1.3. Antecedentes a nivel local

Mantilla y Rucoba (2014), evaluaron la concentración de cloro en tres ríos: Río Porcón, Río Grande y Río San Lucas, en la ciudad de Cajamarca. Dichos ríos pasan por las plantas de tratamiento: “El Milagro” y “Santa Apolonia”. Se analizaron los niveles de

concentración de cloro en 27 puntos de monitoreo, este parámetro fue evaluado en la salida de las plantas de tratamiento y redes de distribución de la EPS SEDACAJ S.A. Se encontró una concentración superior al límite máximo permisible en 0,57 mg/L respecto a la concentración de cloro durante los meses de mayo, junio y julio de 2014, lo cual indica que el agua de consumo humano, en la ciudad de Cajamarca, tiene un notable exceso en la concentración de cloro, pudiendo generar impacto en el ambiente y la salud de los consumidores.

Segura (2017), realizó un estudio de investigación sobre la utilización de carbón activado a partir de *Acacia macracantha* para la remoción de cloro libre presente en el agua potable de la ciudad de Celendín, para ello recolectó 04 muestras de dicha especie hasta obtener carbón activado; finalmente tomó 10 muestras de viviendas al azar en concentraciones de cloro entre los 0.23 mg/L y 0.83 mg/L; agregándose 0.25 mm del carbón activado y comparándose con un multiparámetro; los resultados obtenidos indicaron que el carbón producido de la madera de *Acacia macracantha* presenta un rendimiento de 33.8% siendo útil para la remoción de cloro residual en agua potable.

Medina (2018), evaluó la calidad del agua en función de turbidez y coliformes en la planta de tratamiento La Quesera, Sucre, Celendín, 2016-2017, midió en cinco puntos, el muestreo se realizó en forma mensual desde el mes de diciembre del año 2016 hasta el mes de noviembre del 2017. Los resultados obtenidos en el ingreso a la planta 106,86 NMP/100 mL de coliformes termotolerantes y 4,58 UNT, a la salida de la planta 6,74 NMP/100 mL de coliformes termotolerantes y 0,93 UNT, en el tercer punto luego del proceso de cloración 2,07 NMP/100 mL de coliformes termotolerantes y 0,39 UNT, a la llegada al reservorio se registró 2,98 NMP/100 mL de coliformes termotolerantes y 0,65 UNT, en la red de distribución 0,41 UNT y 1,15 NMP/100 mL, cumpliendo con

lo normado en los ECA-DS N°004-2017-MINAM a la entrada y salida de la planta y en los otros puntos con los LMP según el DS-N°031-2010-SA DIGESA.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Calidad del agua para consumo humano

El término calidad del agua es relativo y sólo tiene importancia universal si está relacionado con el uso del recurso. Esto quiere decir que una fuente de agua suficientemente limpia que permita la vida de los peces puede no ser apta para la natación y un agua útil para el consumo humano puede resultar inadecuada para la industria. Para decidir si un agua califica para un propósito particular, su calidad debe especificarse en función del uso que se le va a dar. Bajo estas consideraciones, se dice que un agua está contaminada cuando sufre cambios que afectan su uso real o potencial (OPS 2005).

Según Rojas (2002), la calidad del agua para consumo humano tiene una fuerte incidencia en la salud de las personas, como consecuencia el agua sirve como vehículo de transmisión de muchos microorganismos de origen gastrointestinal y patógenos al hombre además otro factor de gran importancia está dado por la conservación de la calidad del agua en el sistema de distribución, que se encuentra ligada con:

- a.** Estado de conservación de la infraestructura física de la red de distribución.
- b.** Administración del sistema.
- c.** Manejo intradomiciliario del agua.

De manera complementaria, también cabe mencionar la cantidad, la continuidad, la cobertura y el costo, que en conjunto permite calificar la calidad e identificar la calidad del servicio del sistema de abastecimiento de agua.

2.2.1.1. Características microbiológicas del agua para consumo humano

A. Coliformes termotolerantes

Denominados así porque soportan temperaturas hasta de 45 °C, comprenden un número muy reducido de microorganismos, los cuales son indicadores de calidad por su origen. En su mayoría están representados por *E. coli*, pero se pueden encontrar de forma menos frecuente las especies *Citrobacter freundii* y *Klebsiella pneumoniae*. Estas últimas forman parte de los coliformes termotolerantes, pero su origen normalmente es ambiental (fuentes de agua, vegetación y suelos) y solo ocasionalmente forman parte del microbiota normal (Santiago - Rodríguez et al. 2012).

Los coliformes termotolerantes y los enterococos fecales son los indicadores más apropiados para determinar la presencia de contaminación de origen fecal en los cuerpos de agua (Noble et al. 2003).

Según DS-N°031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, los coliformes termotolerantes deben ser 0 UFC/100 mL a 44.5 °C, para que no existan problemas en la salud; y en el caso de que se utilice la técnica de NMP (número más probable) por tubos múltiples, la concentración debe ser menor o igual a 1.8/100 mL.

Tabla 1. Límites Máximos Permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos

Microorganismos	Valor de referencia
<i>E. coli</i> o bacterias coliformes termotolerantes ^{bc}	≤1.8/100 mL (técnica de NMP)

Fuente: DIGESA (2010)

B. *Escherichia coli*

Es el principal indicador bacteriano en el agua. Diversos estudios han demostrado que la *E. Coli* está presente en las heces de los seres humanos y los animales de sangre caliente entre 10⁸ y 10⁹ por gramo de heces. No se multiplican en forma apreciable en el ambiente (Vargas 2004).

2.2.1.2. Características fisicoquímicas del agua para consumo humano

A. Turbidez

Es una expresión de la propiedad o efecto óptico causado por la dispersión e interferencia de los rayos luminosos que pasan a través de la muestra de agua. La turbidez puede ser ocasionada por una gran variedad de materiales en suspensión que varían en tamaño, desde suspensiones coloidales hasta partículas gruesas, entre otras arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, organismos planctónicos y microorganismos (Romero 2009).

^b Aunque *E. coli* es el indicador de contaminación fecal más preciso, el recuento de bacterias coliformes termotolerantes es una opción aceptable. En caso necesario, deben realizarse los análisis de confirmación pertinentes. Las bacterias coliformes totales no son indicadores aceptables de la calidad sanitaria de los sistemas de abastecimiento de agua, sobre todo en zonas tropicales donde casi todos los sistemas de abastecimiento de agua no tratada contienen numerosas bacterias que no constituyen un problema sanitario.

^c Se reconoce que, en la gran mayoría de los sistemas de abastecimiento de agua rurales, sobre todo en los países en desarrollo, la contaminación fecal es frecuente. Es preciso, sobre todo en estas circunstancias, establecer metas a medio plazo de mejora progresiva de los sistemas de abastecimiento de agua.

Según la OMS (2006), la turbidez en el agua de consumo está causada por la presencia de partículas de materia, que pueden proceder del agua de origen, como consecuencia de un filtrado inadecuado, o debido a la resuspensión de sedimentos en el sistema de distribución. Una turbidez elevada puede proteger a los microorganismos de los efectos de la desinfección, estimular la proliferación de bacterias y generar una demanda significativa de cloro. Además, afecta adversamente a la eficiencia de la desinfección. Se mide también para determinar qué tipo y nivel de tratamiento son precisos. Puede determinarse con un sencillo tubo de turbidez que permite una lectura directa en unidades nefelométricas de turbidez (UNT).

Según la OMS (1998) la turbiedad siempre debe ser baja, de preferencia por debajo de 1 UNT, para conseguir una desinfección efectiva. Se recomienda que la turbiedad máxima debe ser de 5 UNT, pero preferible que sea de menos 1 UNT cuando se utiliza la desinfección. La turbiedad por encima de 5 UNT, puede ser perceptible y, en consecuencia, generar rechazo por el consumidor. El Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano con DS-N°031-2010-SA, establece 5 UNT como máximo.

B. Temperatura

Es uno de los parámetros físicos importantes y está determinado por múltiples factores potencialmente ambientales que lo hacen variar continuamente. La temperatura es importante porque influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la desinfección mediante cloro y también indirectamente en los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración (Castro 1987).

La temperatura es un parámetro que indica la existencia de un contraste o gradiente de energía que provoca la transferencia de calor; determina la evolución o tendencias de las propiedades físicas, químicas o biológicas. La temperatura es un indicador de la calidad del agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el pH, el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas. El aumento de la temperatura modifica la solubilidad de las sustancias, aumentando la de los sólidos disueltos y disminuyendo la de los gases. El valor de la temperatura se determina in situ. El oxígeno es menos soluble en agua caliente que en agua fría (DIGESA 2009).

C. pH

Es el indicador que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número iones hidrógeno presentes. Se calcula con el fin de estimar algún tipo de efecto por acidez o alcalinidad producida por acciones naturales o antropogénicas. La medición de este parámetro se realiza in situ. Se mide en una escala de 0 a 14. Los valores de pH menores a 7 indican que una sustancia es ácida, los valores de pH mayores a 7 indican que la sustancia es básica y si el pH es 7 indica que la sustancia es neutra (DIGESA 2009).

El pH influye en algunos fenómenos que ocurren en el agua, como la corrosión y las incrustaciones en las redes de distribución. Aunque podría decirse que no tiene efectos directos sobre la salud, sí puede influir en los procesos de tratamiento del agua, como la coagulación y la desinfección. Por lo general, las aguas naturales (no contaminadas) exhiben un pH en el rango de 5 a 9. Se considera que el pH de las aguas tanto crudas como tratadas debería estar entre 5,0 y 9,0. Por lo general, este rango permite controlar sus efectos en el comportamiento de otros constituyentes del agua (OPS 2005).

La desinfección con cloro es más efectiva a un nivel bajo de pH. Esto se debe a la mayor efectividad del ácido hipocloroso comparado con el ion hipoclorito y al hecho de que el ácido hipocloroso predomina con valores de pH bajos (Vargas 2004). Según el DS N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano y la OMS, el pH recomendable es de 6,5 a 8,5.

2.2.2. Desinfección de agua para consumo humano

Según Cáceres (1990), el uso de la desinfección como parte de un proceso de tratamiento del agua puede obedecer a los siguientes objetivos:

- Reducir el contenido inicial de contaminantes microbiológicos en el agua cruda (predesinfección). Este proceso se utiliza solo en casos especiales.
- Desinfectar el agua luego de la filtración. Constituye el uso más importante.
- Desinfección simple de un agua libre de contaminantes fisicoquímicos que no requiere otro tratamiento.

Para que la desinfección sea efectiva, las aguas sujetas al tratamiento deben encontrarse libres de partículas coloidales causantes de turbiedad y color, las cuales pueden convertirse en obstáculos para la acción del agente desinfectante. La desinfección alcanza una eficiencia máxima cuando el agua tiene una turbiedad cercana a la unidad. Por ello es indispensable desplegar los esfuerzos necesarios para que los procesos de tratamiento previos sean efectivos y eficientes.

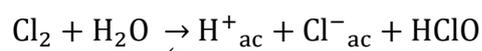
Según Pérez y Espigares (1995), la cloración tiene como objetivo principal la destrucción de microorganismos, también se encarga de la oxidación de sustancias inorgánicas reducidas (hierro, manganeso, sulfuros, etc.) y la destrucción de compuestos que producen olor y sabor, eliminación de algas y microorganismos del lórgamo.

2.2.2.1. Mecanismo de la desinfección con cloro

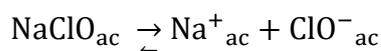
El cloro es un producto químico relativamente barato y ampliamente disponible que, cuando se disuelve en agua limpia en cantidad suficiente, destruye la mayoría de los organismos causantes de enfermedades, sin poner en peligro a las personas. Sin embargo, el cloro se consume a medida que los organismos se destruyen. Si se añade suficiente cloro, quedará un poco en el agua luego de que se eliminen todos los organismos; se le llama cloro libre. El cloro libre permanece en el agua hasta perderse en el mundo exterior o hasta usarse para contrarrestar una nueva contaminación. (OMS 2006).

Ávila (2013), menciona que la cloración del agua potable se lleva a cabo mediante el burbujeo del cloro gaseoso o mediante la disolución de los compuestos de cloro y su posterior dosificación. El cloro en cualquiera de sus formas, se hidroliza al entrar en contacto con el agua, y forma ácido hipocloroso (HClO) de la siguiente forma:

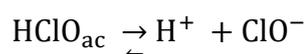
En el caso del cloro gaseoso, la reacción que tiene lugar es:



En el caso del hipoclorito de sodio, la reacción que tiene lugar es:



Posteriormente, los iones de hipoclorito formados establecen un equilibrio con el ácido hipocloroso de acuerdo a la siguiente ecuación:



Cuando se añade cloro al agua, este se combina con amonio y otros componentes del nitrógeno y se producen compuestos tales como cloraminas, dicloraminas y tricloraminas; estas sustancias forman el cloro combinado y el cloro que permanece en

el agua no combinado recibe el nombre de cloro residual libre. El cloro libre tiene una actividad desinfectante más efectiva que el combinado.

Sans y Ribas (1999), señalan que si al aplicar el cloro, este reacciona con las impurezas propias del agua tales como la materia orgánica, los sulfuros, el hierro y los nitritos; se crea una demanda de cloro. Si se grafica la dosis aplicada contra los residuales se obtiene una curva de demanda de cloro, en dicha curva se observa un incremento inicial en los residuales de cloro seguido de una declinación y finalmente de otro incremento, a partir de un punto conocido como punto de quiebre. El análisis de la curva de demanda de cloro (Figura 1) permite hacer las observaciones siguientes:

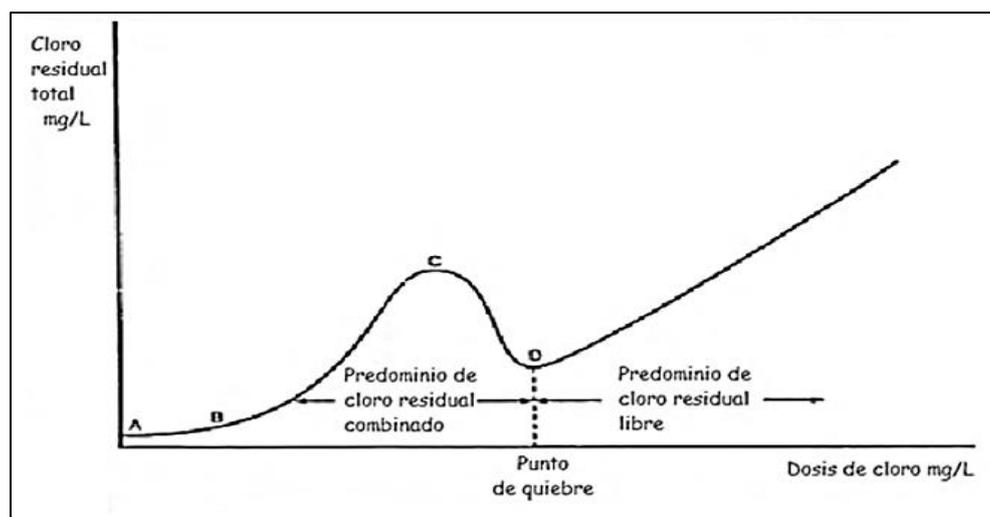


Figura 1. Curva de demanda de cloro

A-B: el cloro reacciona inicialmente con los agentes reductores presentes y no forman un residual detectable. La dosis de cloro en el punto B representa la cantidad de cloro requerido para satisfacer la demanda ejercida por los agentes del agua.

B-C: satisfecha la demanda ejercida por los agentes reductores o demanda inmediata de cloro, este reacciona con todo el amoníaco y las aminas orgánicas presentes para formar un residual de cloro combinado. Cuando todo el amoníaco y las aminas orgánicas han reaccionado con el cloro, empieza a formarse un residual de cloro libre.

A una cierta concentración crítica, punto C, la concentración de cloro libre es lo suficientemente alto como para oxidar las cloraminas.

C-D: en este punto la oxidación de cloraminas reduce el cloro residual y es acompañada por la formación de óxido nitroso, nitrógeno y tricloruro de nitrógeno.

D: completa la oxidación de los compuestos susceptibles a la oxidación, todo el cloro degradado desarrolla un residual de cloro libre. El punto D, se conoce como punto de quiebre.

2.2.3. Normatividad de cloro residual en el agua de consumo humano

Según DS-N°031-2010-SA DIGESA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano establece, en caso se aplique la desinfección por cloración, el agua potable no deberá contener menos de 0.5 mg/L de cloro residual libre en el noventa por ciento (90%) del total de muestras tomadas en cualquier punto de la red de distribución durante un mes. Del diez por ciento (10%) restante, ninguna debe contener menos de 0.3 mg/L.

Según RM N° 0647-2010-MINSA. Guía Técnica para la Implementación, Operación y Mantenimiento del “Sistema de Tratamiento Intradomiciliario de Agua para Consumo Humano – Mi Agua”. El cloro libre residual recomendado máximo establece es de mayor o igual a 0,5 a 1 mg/L.

Según la OMS (2004), el cloro residual se determina en los siguientes puntos:

- Inmediatamente después de que se ha añadido el cloro al agua para revisar que el proceso de cloración esté funcionando.
- En la parte alta y media de la red de distribución, para verificar que los niveles de cloro residual estén dentro de los límites establecidos (entre 0,5 y 0,2 mg/L).

- En el punto más lejano de la tubería, donde probablemente los niveles de cloro residual sean los más bajos. Si los niveles de cloro se encuentran por debajo de 0,2 mg/L, es necesario añadir más cloro en un punto intermedio de la red de tuberías.

2.2.4. Red de distribución

La red de distribución es el conjunto de tuberías de diferentes diámetros, válvulas, grifos y demás accesorios cuyo origen está en el punto de entrada al pueblo (final de la línea de aducción) y que se desarrolla por todas las calles de la población (Agüero 1997).

Estos sistemas transportan el agua que sale de las plantas de tratamiento, fuentes y reservorios, y la distribuyen a los distintos sectores de la población. El mal estado de las redes de distribución puede contribuir al deterioro de la calidad del agua (SUNAAS 2004).

La localidad de Celendín a julio del 2012 contaba con una cobertura de redes de agua del 59.18%, el que estaba previsto incrementar al 65.46%, considerando que en la Obra “Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado de la Ciudad de Celendín” estuvo proyectado la instalación de 330 nuevas conexiones domiciliarias y redes de distribución; sin embargo, el incremento de conexiones registrado fue abismal, llegando a marzo del 2013 con redes de agua en un 90.69%. Las redes de distribución antiguas han sido mejoradas, reemplazada y ampliada; los diámetros en las redes varían entre 63mm y 250mm de diámetro, el material es de PVC (MPC 2012).

2.2.5. Monitoreo de cloro residual en la red de distribución

El control de calidad del agua para consumo humano es ejercido por el proveedor en el sistema de abastecimiento de agua potable. En este sentido, el proveedor a través de sus procedimientos garantiza el cumplimiento de las disposiciones y requisitos sanitarios del presente reglamento, y a través de prácticas de autocontrol, identifica fallas y adopta las medidas correctivas necesarias para asegurar la inocuidad del agua que provee (MINSA 2011).

Tal como menciona Campoverde (2015), el monitoreo de la red de distribución de agua potable se hace en estos casos:

- Al inicio de la red de distribución, primeras viviendas.
- En puntos intermedios de la red de distribución, considerándose tal vez alguna institución educativa, iglesias, entre otros.
- Al final de la red de distribución, últimas viviendas.

Según la guía de calidad para consumo humano de la OMS (2004), el examen del agua potable debe efectuarse con frecuencia y regularidad. La frecuencia dependerá de la calidad de la fuente, el tratamiento que reciba el agua, los riesgos de contaminación, los antecedentes del sistema y el tamaño de la población abastecida. En cuanto a la frecuencia de monitoreo para coliformes termotolerantes tenemos:

Tabla 2. Frecuencias mínimas de muestreo microbiológico

Población abastecida	Cantidad mínima de muestras
Menos de 5000	1 muestra al mes
5000 a 100 000	1 muestra al mes por cada 5 000 personas
Más de 100 000	1 muestra al mes por cada 100 000 personas

Fuente: Guía para la Calidad de agua potable - OMS 2004.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica de la investigación

El presente estudio se realizó en la ciudad de Celendín, ubicada en el Departamento de Cajamarca, a 2625 m.s.n.m con una superficie de 2,642 km² y 28030 habitantes (INEI 2015).

Celendín se encuentra a 107 Km desde la ciudad de Cajamarca en carretera asfaltada; a continuación, se muestran coordenadas con las ciudades limitantes de Celendín.

Tabla 3. Límites del área de investigación

	Norte	Este	Límites
Norte	9°242,379.041	815,621.547	Provincias de Chumuch, Miguel Iglesias, La Libertad de Pallán
Sur	9°237,500	815,209.662	Provincia de Oxamarca
Este	9°240,073.775	816,792.593	Región Amazonas y la provincia de Utco - Cajamarca
Oeste	9°239,604.749	813,825.712	Provincias de Huasmín y Sorochocho

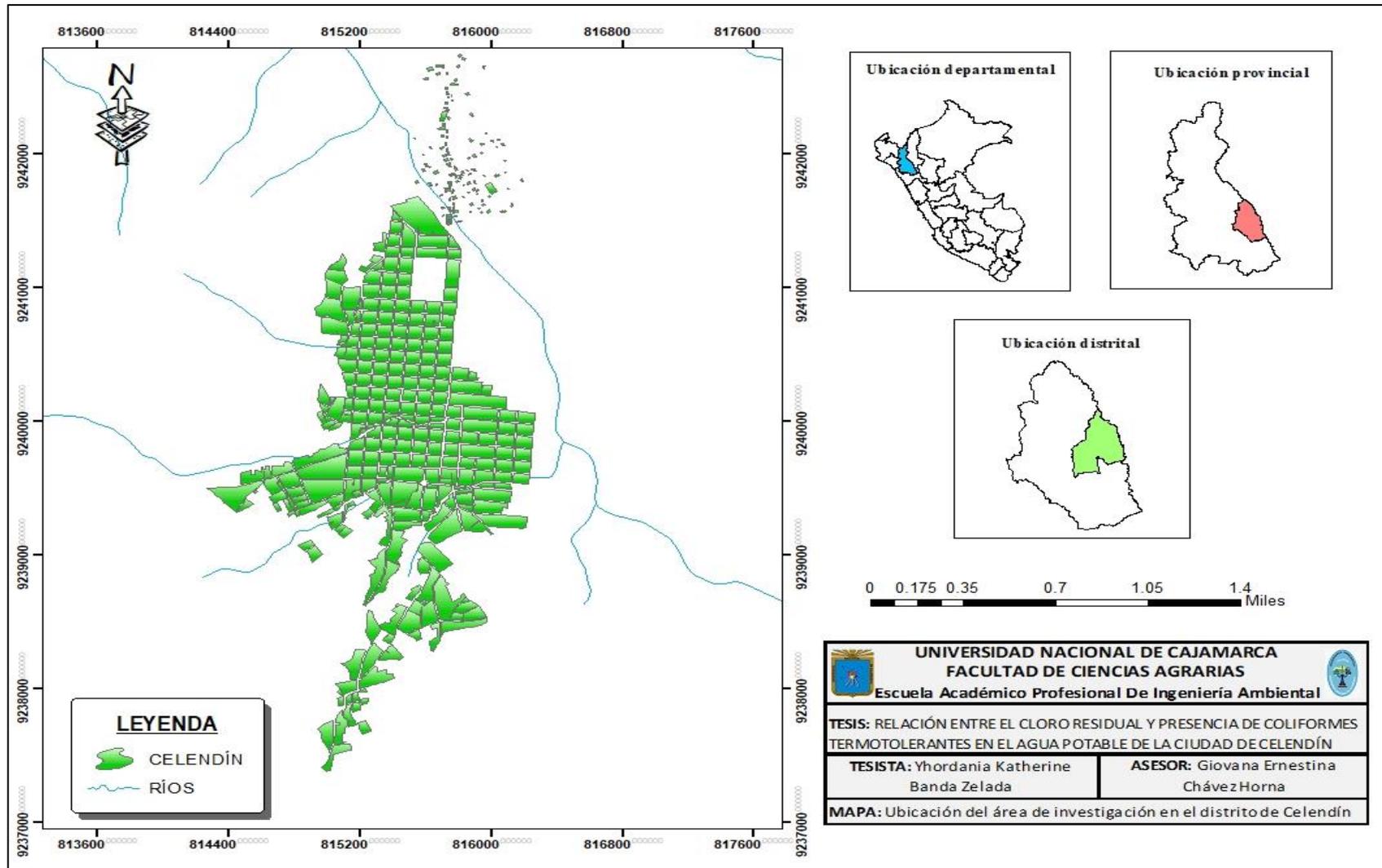


Figura 2. Ubicación del área de investigación

3.2. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo no experimental, puesto que las diferentes variables que forman parte de la situación no fueron controladas ni manipuladas; por su carácter la investigación es cuantitativa y por su finalidad es aplicada.

3.3. Población y muestra

La población estuvo constituida por la red de distribución de agua potable de la ciudad de Celendín; de donde se sacaron las muestras para analizar cloro residual y coliformes termotolerantes.

La muestra se determinó usando la fórmula para muestras de poblaciones finitas descrita por Guarín (2010):

$$n = \frac{Z^2 pqN}{Ne^2 + Z^2 pq}$$

Dónde:

n: tamaño de muestra.

N: Total de número de viviendas (4 968 usuarios)

Z: es el valor asociado al nivel de confianza (Z=1.96)

pq: varianza de la población $p=q=0.5 = (0.5*0.5) = 0.25$

e: Error muestral (0.05)

Por lo tanto:

La muestra estuvo representada por 357 usuarios distribuidos al azar en la parte alta, media y baja de la red de distribución de agua potable de la ciudad de Celendín; es decir, se tuvo en cuenta la cota y su cercanía al inicio de la red de distribución, en los puntos intermedios y al final de la red en las últimas viviendas (Campoverde 2015).

Considerándose dentro de éstos, 3 puntos para la medición de parámetros de campo y coliformes termotolerantes; éste último se determinó según lo recomendado por la OMS (2004) en la tabla 2, que expresa 1 muestra al mes por cada 5000 usuarios.

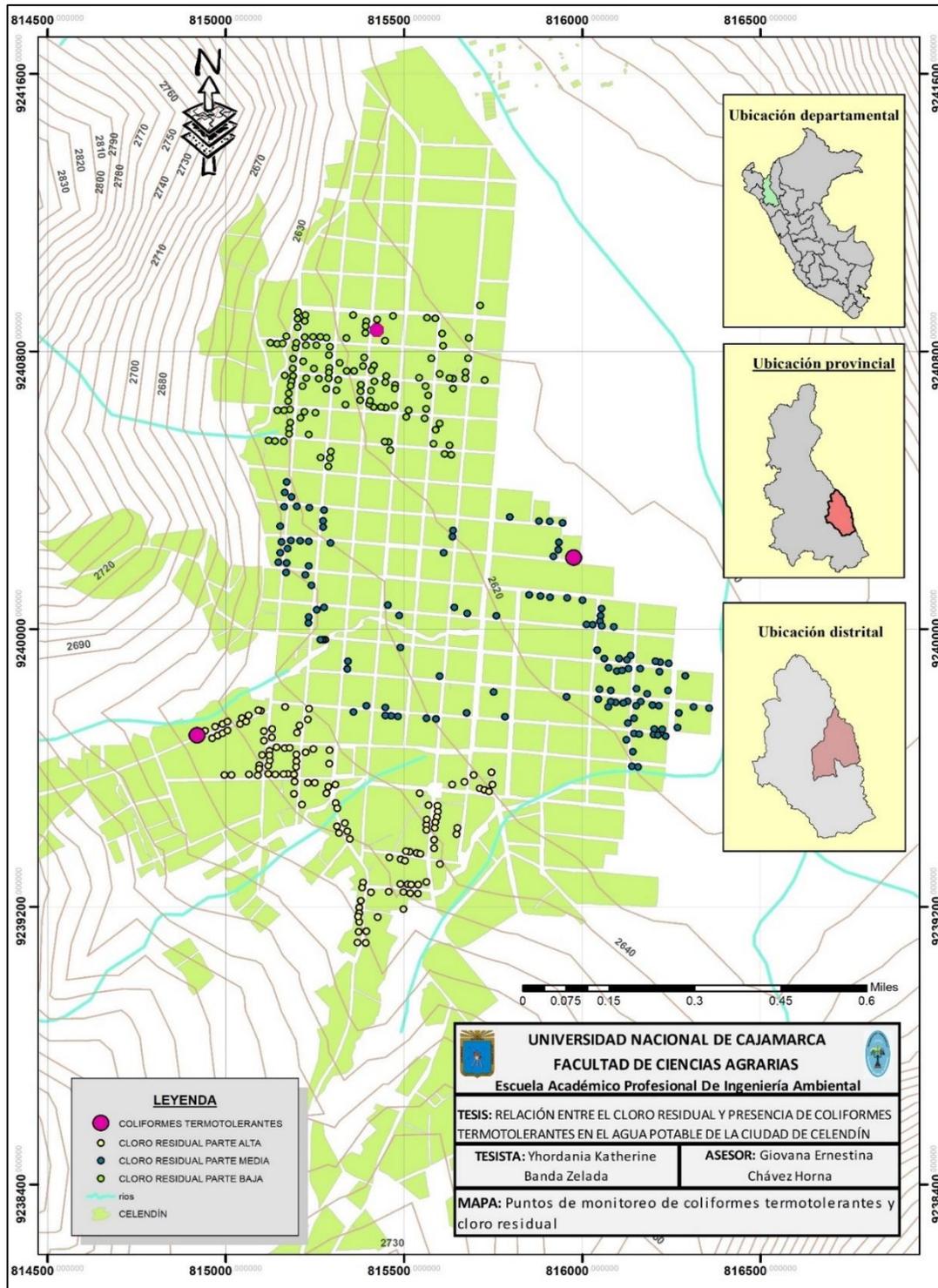


Figura 3. Ubicación de puntos de monitoreo de coliformes termotolerantes y cloro residual

3.4. Operacionalización de variables

3.4.1. Variable de investigación

Relación de cloro residual y coliformes termotolerantes.

Tabla 4. Operacionalización de variables

Variable	Concepto	Indicador	Unidad de medida	Escala de medición	Instrumento de medida
cloro residual	Se refiere a la cantidad total de cloro, libre o combinado, que queda en el agua después de transcurrir un periodo de tiempo de la aplicación del cloro.	Concentración de cloro residual	mg/L	0 - 1	Fotómetro
Coliformes termotolerantes	Microorganismos que sirven como indicadores de calidad del agua.	Concentración de coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	0 - 100	Reporte del laboratorio

3.5. Materiales

3.5.1. Unidad de análisis

Volumen de agua tomada para determinar el cloro residual y coliformes termotolerantes de la red de distribución de la ciudad de Celendín.

La ciudad de Celendín cuenta con dos fuentes de abastecimiento de agua, el manantial Molinopampa y la PTAP La Quesera, estas aguas se mezclan en el reservorio El Cumbe, para luego ser distribuidas por las redes de distribución hasta llegar a las viviendas.

3.5.2. Material de campo

- GPS Garmin
- Fichas de registro de datos
- Plumón indeleble
- Cámara fotográfica
- Lápices
- Borrador
- Folder plástico
- Tablero
- Cinta adhesiva
- Etiquetas
- Cadena de custodia.
- Documentos de identificación personal (Carnet Universitario).

3.5.3. Material y equipo de laboratorio

- Fotómetro de bolsillo marca: HANNA INSTRUMENTS modelo HI 701.
- Reactivo para fotómetro de bolsillo HI 701
- pHmetro con función de medición de temperatura marca: OAKTON modelo RS
- Turbidímetro Digital marca: AKSO modelo TU430
- Cajas térmicas (Cooler)
- Gel refrigerante
- Frascos de vidrio de 250 mL
- Beaker de 50 mL
- Agua destilada

- Hisopos
- Guardapolvo
- Laptop con software para procesamiento y sistematización de datos.
- Impresora, papel Bond A4.

3.6. Metodología

El presente estudio de investigación se realizó en tres etapas:

- Etapa de campo
- Etapa de laboratorio
- Etapa de gabinete

3.6.1. Etapa de campo

Una vez identificados los puntos de muestreo para cada parámetro a evaluar, se solicitaron los permisos correspondientes para la recolección de muestras; colocando etiquetas de señalización en cada punto de trabajo. La toma de muestras se realizó en forma mensual durante los meses de setiembre, octubre, noviembre y diciembre de 2018.

A continuación, se describen las actividades para la determinación de cloro residual, coliformes termotolerantes y parámetros de campo.

3.6.1.1. Determinación de cloro residual

Se tuvo en cuenta el procedimiento que establece el Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte almacenamiento y recepción de agua para consumo humano MINSA (2015).

- Se verificó el estado actual de las llaves o caños en los puntos de muestreo.

- Se removió cualquier dispositivo ajeno a la llave o caño, como pedazos de manguera, plástico, etc.
- Se verificó que no existan fugas a través de los sellos o empaquetaduras de la llave.
- Se realizó la limpieza interna y externa previa a la toma de muestra con hisopo con agua destilada, para deshacerse de materiales adheridos.
- Se abrió la llave y se dejó correr el agua durante dos o tres minutos, antes de tomar la muestra. Este procedimiento limpia la salida y descarga el agua que estuvo almacenada en la tubería.

Para el análisis de cloro residual se usó el fotómetro de bolsillo para cloro marca HANNA INSTRUMENTS modelo HI 701, por el método más utilizado que es el colorimétrico de DPD (dietil–para–fenil-diamina).

3.6.1.2. Determinación de coliformes termotolerantes

Las muestras fueron tomadas en frascos de vidrio de boca ancha con tapa de 250 ml de capacidad previamente esterilizados. Se siguió los pasos del Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte almacenamiento y recepción de agua para consumo humano MINSA (2015):

- Se desamarró el cordón que ajusta la cubierta protectora de papel kraft y se procedió a destapar.
- Se evitó tocar el interior del frasco o la cara interna del tapón, sujetando ésta con la mano mientras se realiza el muestreo, sin colocarlo sobre algún material que lo pueda contaminar.

- Colocamos inmediatamente el frasco debajo del chorro de agua y llenamos dejando un espacio de aire (aproximadamente un tercio del frasco) para facilitar la agitación durante la etapa de análisis.
- Se colocó el tapón al frasco enroscando la tapa y fijando con el cordón la cubierta protectora de papel kraft.

Posteriormente, se procedió al rotulado de las muestras para ser colocadas en las cajas térmicas y llevadas al laboratorio.

3.6.1.3. Determinación de parámetros de campo

Los parámetros de pH y temperatura se determinaron in situ con la ayuda de un medidor de pH marca OAKTON modelo RS. En donde una vez calibrado el equipo, se colocó una muestra de agua en un beaker y se introdujo el electrodo y se realizó la lectura. La turbiedad se determinó in situ con la ayuda de un Turbidímetro Digital marca AKSO modelo TU430. Para ello se recolectó 5 ml de muestra en la cubeta, se secó con paño limpio y se colocó en el turbidímetro, leyéndose la lectura expresada en UNT (unidad nefelométrica de turbiedad).

3.6.2. Etapa de laboratorio

A nivel de laboratorio, se determinó la concentración de coliformes termotolerantes durante 4 meses, en 3 puntos de monitoreo en la parte alta, media y baja de la ciudad de Celendín, las muestras fueron llevadas al Laboratorio Regional del Agua de Cajamarca, especializado en el análisis de muestras de agua, acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL), quien será la entidad encargada de la fiabilidad de los resultados. La determinación de los coliformes termotolerantes se realizó a través del método SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A, B, C, E. 23rd Ed. 2017: Multiple

- Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

3.6.3. Trabajo de gabinete

En esta etapa se registraron los datos obtenidos en la etapa de campo y laboratorio para su respectivo análisis estadístico, se compararon con los límites máximos permisibles descritos en las normas peruanas vigentes y la OMS.

3.6.3.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos se realizó mediante el registro en formatos elaborados para la concentración de cloro residual, la concentración de coliformes termotolerantes y los parámetros de campo, que posteriormente fueron procesados.

3.6.3.2. Técnicas de análisis y procesamiento de datos

El procesamiento de los datos se realizó mediante la estadística descriptiva, haciendo uso del software Excel para la representación de gráficos y tablas, verificar la tendencia y proyección de los datos. Finalmente se compararon los resultados de cloro residual, coliformes termotolerantes, pH, turbidez y temperatura con los Límites Máximos Permisibles.

Los datos cuantitativos como es la relación de cloro en coliformes termotolerantes fueron analizados mediante la prueba estadística de correlación de Pearson, dicha correlación puede tomar valores entre -1 y 1. Si el coeficiente es positivo se dice que si una de las variables aumenta la otra tiene tendencia a aumentar, y viceversa. Mientras que cuando el valor es negativo la relación sería inversa, pues al aumentar una de las variables la otra disminuiría. Cuando el coeficiente toma el valor de 0 se dice que no existe relación lineal entre ambas (Pimienta 2016). La fórmula es la siguiente:

$$r_{xy} = \frac{\sum Z_x Z_y}{n}$$

Dónde:

r_{xy} = Correlación de Pearson

$Z_x Z_y$ = valores obtenidos de las variables

n = muestra

Tabla 5. Correlación de Pearson

$r = -1$	Correlación Inversa Perfecta
$-1 < r < 0$	Correlación Inversa
$r = 0$	No hay correlación
$0 < r < 1$	Correlación Directa
$r = 1$	Correlación Directa Perfecta

Fuente: Restrepo y Gonzales (2007)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la presente investigación se presentan en forma deductiva, es decir se presentan los resultados específicos (concentración de cloro residual, concentración de coliformes termotolerantes, parámetros de campo) hacia los resultados generales (relación entre cloro residual y coliformes termotolerantes). Cada uno de estos resultados fueron comparados con los Límites Máximos Permisibles (LMP).

4.1. Relación entre cloro residual y la presencia de coliformes termotolerantes

La figura 4 nos indica el estudio de regresión lineal, donde los niveles de cloro se encuentran representados en el eje X, con valores entre 0 mg/L a 0.33 mg/L y la concentración de coliformes termotolerantes en el eje Y con valores entre 1.1 NMP/100 mL a 16 NMP/100 mL. Además, nos muestra la ecuación y el coeficiente de determinación ($R^2 = 0.7699$); el coeficiente de correlación (R) se encontró usando la fórmula del ítem 3.6.3.2 siendo $R = -0.8774$.

Observamos que $R^2 = 0.7699$ indica que el modelo ($y = -0.33x + 10.89$) es adecuado para predecir los valores de Y conociendo los valores de X; además muestra que por cada mg/L que incrementa el cloro, la presencia de coliformes termotolerantes disminuye en 33.088 NMP/100 mL; por lo tanto, la relación entre ambas variables evaluadas es inversamente negativa.

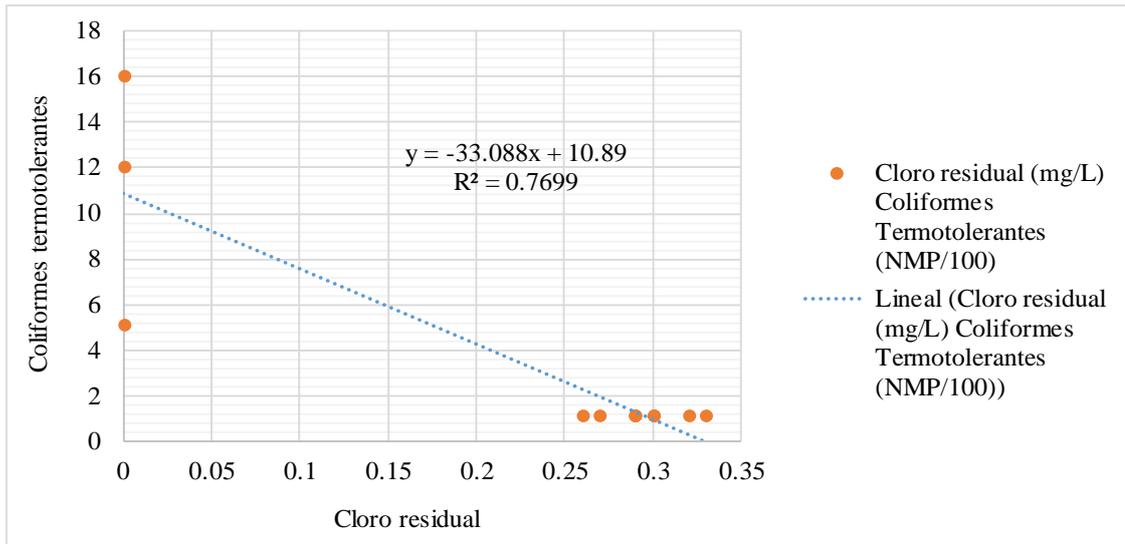


Figura 4. Correlación de Pearson para cloro residual y coliformes termotolerantes en la red de distribución de agua en la ciudad de Celendín

A niveles de cloro que varían entre los 0.26 a 0.33 mg/L se registraron concentraciones estables de 1.1 NMP/100 mL de coliformes termotolerantes; esto quiere decir que al aumentar décimas en concentraciones de cloro la disminución de coliformes termotolerantes no es significativa.

De lo mencionado anteriormente, podemos acotar que, aunque los niveles de cloro sean bajos, la concentración de coliformes termotolerantes se encuentra dentro de los límites máximos permisibles (LMP) y solamente en ausencia de niveles de cloro se registran concentraciones de coliformes termotolerantes que superan lo establecido de 1.8 NMP/100 mL.

Debemos mencionar que el sistema de abastecimiento de agua “La Quesera” el cual distribuye a la red de abastecimiento de Celendín, de donde se han escogido los puntos de muestreo para esta investigación, cuenta con una investigación doctoral realizado por Medina (2018), quién menciona que la calidad del agua de dicho sistema de abastecimiento presenta valores ligeramente bajo los estándares de calidad ambiental (ECA), pero en cuanto al funcionamiento de componentes de infraestructura (filtros

lentos de arena) no se encuentran trabajando eficientemente, pudiendo ser un factor de la presencia de coliformes termotolerantes, turbidez y niveles variados de cloro. A todo esto, cabe mencionar que una mala cloración desde la captación trae consigo alteraciones en los niveles de cloro hacia la red de distribución.

4.2. Concentración de cloro residual en la red de distribución de agua potable

Para las concentraciones de cloro residual se registraron 118 viviendas en la parte alta, 121 viviendas en la parte media y 118 viviendas en la parte baja en relación a los meses de setiembre, octubre, noviembre y diciembre.

Tabla 6. Tabla de frecuencias de la concentración de cloro en la parte alta de la red de distribución de agua en la ciudad de Celendín

Concentración de cloro (mg/L)	setiembre		octubre		noviembre		diciembre		total	
	fr.	%	fr.	%	fr.	%	fr.	%	fr.	%
<0.2	3	3%	6	5%	8	7%	55	47%	72	15.3%
≥0.2 a ≤0.5	86	73%	74	63%	71	60%	63	53%	294	62.3%
>0.5 a ≤1	18	15%	32	27%	35	30%	0	0%	85	18.0%
>1	11	9%	6	5%	4	3%	0	0%	21	4.4%
TOTAL	118	100%	118	100%	118	100%	118	100%		

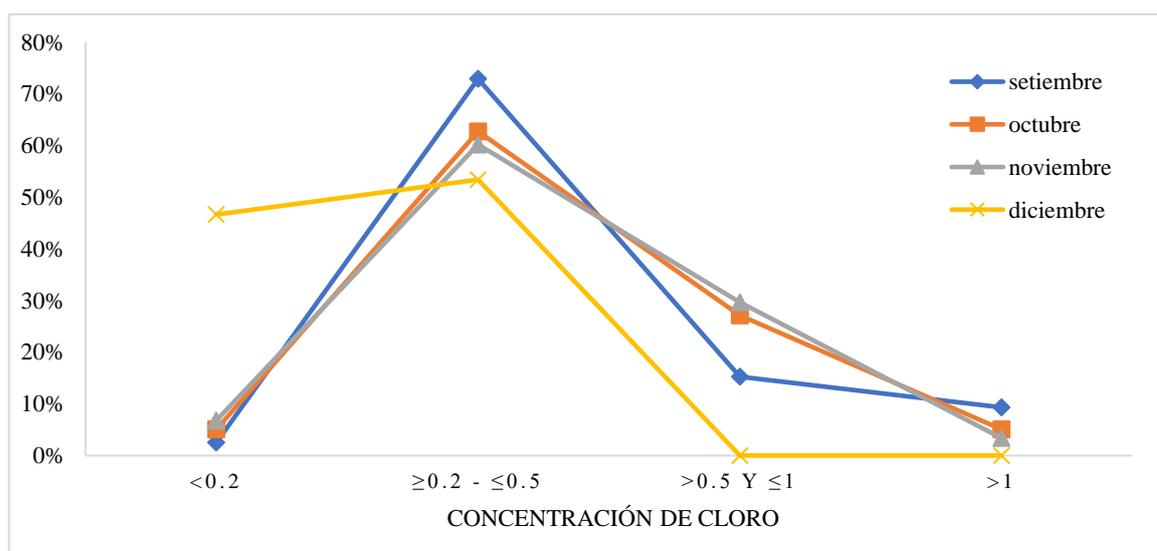


Figura 5. Concentración de cloro residual en la parte alta de la red de distribución de agua en la ciudad de Celendín

La Organización Mundial de la Salud (OMS 2004) menciona que se deben tener registros entre 0.2 mg/L a 0.5mg/L. En la Tabla 6, en la parte alta las, las concentraciones menores a 0.2 mg/L de cloro residual se muestran en aumento desde las 3 viviendas en setiembre a las 55 viviendas en diciembre. Para concentraciones mayores o igual a 0.2 mg/L y menor igual a 0.5 mg/L, se observa un decrecimiento significativo van desde las 86 a 63 viviendas con dichos niveles, aun así, siguen representando a la mayoría que se encuentran dentro de lo recomendado por la OMS.

Se obtuvieron 18 viviendas en setiembre, 32 viviendas en octubre, 35 viviendas en noviembre y 0 viviendas para diciembre con concentraciones > 0.5 mg/L y ≤ 1 mg/L; indicando que estas viviendas se encuentran dentro de lo recomendado por los Límites Máximos Permisibles según DS-N°031-2010-SA. Para concentraciones mayores a 1 mg/L, se observa un decrecimiento de viviendas con niveles elevados de cloro, que van desde las 11 viviendas en setiembre a 0 viviendas en diciembre.

Finalmente, podemos observar que durante los cuatro meses se registraron 72 viviendas con niveles menores a 0.2 mg/L y 21 con niveles mayores a 1 mg/L; es decir, aproximadamente un 20% de las viviendas se encuentran en riesgo con niveles no recomendados.

Tabla 7. Tabla de frecuencias de la concentración de cloro residual en la parte media de la red de distribución en la ciudad de Celendín.

concentración de cloro (mg/L)	setiembre		octubre		noviembre		diciembre		total	
	fr.	%	fr.	%	fr.	%	fr.	%	fr.	%
<0.2	7	6%	1	1%	10	8%	64	53%	82	17%
≥0.2 a ≤0.5	81	67%	82	68%	83	69%	57	47%	303	63%
>0.5 a ≤1	19	16%	30	25%	23	19%	0	0%	72	15%
>1	14	12%	8	7%	5	4%	0	0%	27	6%
TOTAL	121	100%	121	100%	121	100%	121	100%		

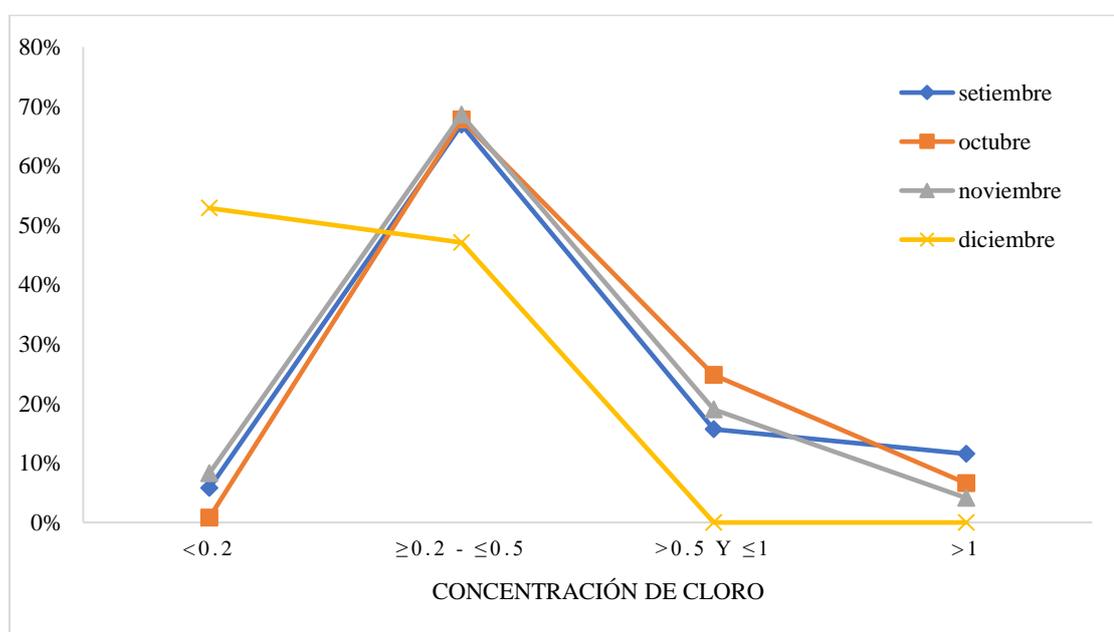


Figura 6. Concentración de cloro residual en la parte media de la red de distribución de agua en la ciudad de Celendín

Según la Tabla 7 y Figura 6, las viviendas de la parte media con concentraciones menores a 0.2 mg/L va en aumento hacia el mes de diciembre (de 7 a 64 viviendas); la mayoría de viviendas siguen siendo aquellas con concentraciones mayores a 0.2 mg/L y menores o igual a 0.5 mg/L que van desde 81 viviendas en setiembre a 57 viviendas en diciembre; para concentraciones mayores a 0.5 mg/L y menor o igual a 1 mg/L observamos que va de 19 viviendas en setiembre, 30 viviendas en octubre, 23 viviendas

en noviembre y 0 viviendas en diciembre; finalmente para concentraciones mayores a 1 mg/L, se obtuvieron desde 14 viviendas en setiembre a 0 viviendas en diciembre.

Podemos observar que, de las viviendas evaluadas, 82 se encuentran con niveles menores a 0.2 mg/L y 27 con niveles mayores a 1 mg/L; representando el 23 % de viviendas consideradas en alto riesgo por no estar dentro de lo recomendado.

Tabla 8. Tabla de frecuencias de la concentración de cloro en la parte baja de la red de distribución de agua en la ciudad de Celendín

concentración de cloro (mg/L)	setiembre		octubre		noviembre		diciembre		total	
	fr.	%	fr.	%	fr.	%	fr.	%	fr.	%
<0.2	8	7%	10	8%	15	13%	63	53%	96	20%
≥0.2 a ≤0.5	67	57%	76	64%	81	69%	55	47%	279	59%
>0.5 a ≤1	36	31%	29	25%	20	17%	0	0%	85	18%
>1	7	6%	3	3%	2	2%	0	0%	12	3%
TOTAL	118	100%	118	100%	118	100%	118	100%		

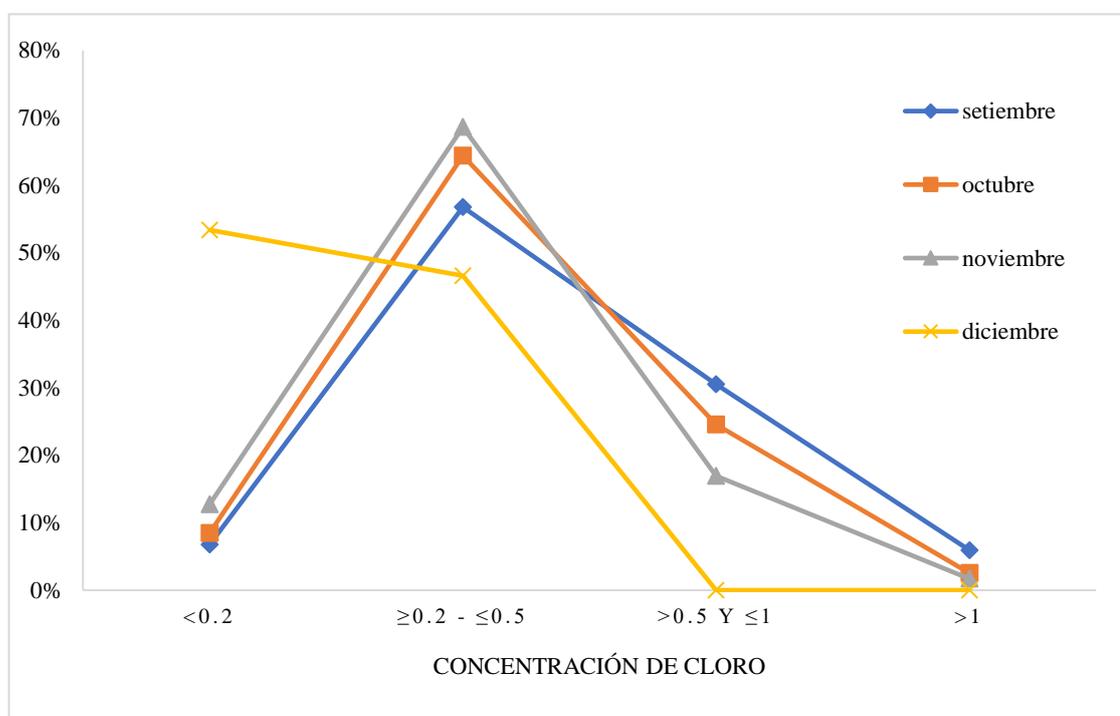


Figura 7. Concentración de cloro residual en la parte baja de la red de distribución de agua en la ciudad de Celendín.

Para la parte baja, visualizamos en la Tabla 8, un aumento de viviendas con concentraciones menores a 0.2 mg/L que va desde las 8 viviendas en setiembre a las 63 viviendas en diciembre, considerándose niveles de cloro por debajo de lo establecido en la normativa. Para niveles mayores o igual a 0.2 mg/L y menores o igual a 0.5 mg/L observamos una variabilidad de 67 viviendas con dichas concentraciones en setiembre, 76 viviendas en octubre, 81 en noviembre y 55 viviendas en diciembre. En el rango de mayores a 0.5 y menor o igual a 1 mg/L observamos un descenso de 36 viviendas con éstas concentraciones para setiembre y 0 viviendas en diciembre. Finalmente, las viviendas con concentraciones mayores de 1 mg/L van desde 7 en el mes de setiembre a 0 en diciembre.

Según DS N°031-2010-SA, los límites máximos permisibles (LMP) de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos, mencionan que para una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración de cloro residual no debe ser menor de 0.5 mg/L. La RM N° 0647-2010-MINSA, recomienda que los niveles de cloro residual deben ser mayor o igual a 0.5 mg/L a 1mg/L. La organización mundial de la salud (OMS) indica que para una adecuada cloración por lo menos se debe tener registros entre los 0.2 mg/L a 0.5 mg/L.

Teniendo en cuenta lo anterior, se elaboró la Tabla 9 donde se considera el nivel de riesgo en función a la periodicidad en las que se encontraron los niveles de cloro de las viviendas en la parte alta, media y baja de la ciudad; se consideró la denominación de alto riesgo para aquellas viviendas donde se registraron concentraciones menores a 0.2 mg/L y mayores a 1 mg/L; en mediano riesgo, viviendas con concentraciones ≥ 0.2 mg/L a ≤ 0.5 mg/L y en bajo riesgo aquellas viviendas con concentraciones mayores a 0.5 mg/L y ≤ 1 mg/L.

Se observa el número de veces (frecuencia) de viviendas con concentraciones según los diferentes niveles de riesgo (alto, mediano y bajo) en la parte alta, media y baja de la ciudad; obteniéndose un total de 472 registros en la parte alta, 484 para la parte media y 472 registros en la parte baja correspondientes a los cuatro meses de investigación.

Tabla 9. Nivel de riesgo en la parte alta, media y baja de la red de distribución de agua en la ciudad de Celendín

NIVEL DE RIESGO	PARTE ALTA		PARTE MEDIA		PARTE BAJA	
	fr.	%	fr.	%	fr.	%
ALTO RIESGO ($< 0.2 \text{ mg/L}$ y $> 1 \text{ mg/L}$)	93	19.70%	109	23%	108	23%
MEDIANO RIESGO ($\geq 0.2 \text{ mg/L}$ a $\leq 0.5 \text{ mg/L}$)	294	62.29%	303	63%	279	59%
BAJO RIESGO ($> 0.5 \text{ mg/L}$ a $\leq 1 \text{ mg/L}$)	85	18.01%	72	15%	85	18%
TOTAL	472	100%	484	100%	472	100%

En la Figura 8, visualizamos que entre el 19.70% - 23% de viviendas se encuentran en un nivel de alto riesgo, al encontrarse concentraciones menores a los 0.2 mg/L o mayores a 1 mg/L. Las viviendas consideradas en mediano riesgo por encontrarse en niveles menores a lo indicado en la normativa peruana y que presentan concentraciones $\geq 0.2 \text{ mg/L}$ y menor o igual a 0.5 mg/L representan la mayoría y varían entre el 59% - 63%. Finalmente, las viviendas en bajo riesgo se encuentran entre el 15% - 18.01%, siendo viviendas con concentraciones adecuadas y recomendadas de cloro.

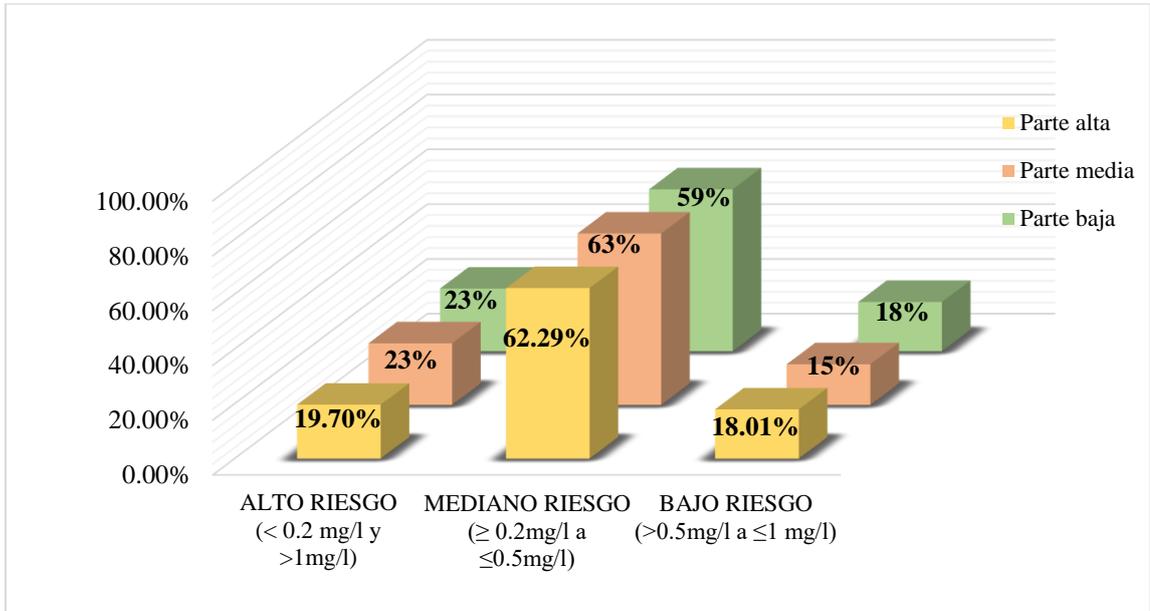


Figura 8. Nivel de riesgo de concentraciones de cloro en la red de distribución de agua en la ciudad de Celendín

Para finalizar, podemos decir que los niveles de cloro residual en la red de distribución de la ciudad de Celendín que no cumplen con lo recomendado es de 19.70% a 23%, estas alteraciones pueden deberse a varios períodos de cortes de agua, constantes reparaciones de tuberías, pudiendo ser un factor en el proceso de cloración como lo menciona Rojas (2002), refiriéndose a que en el sistema de distribución pueden haber fallas que afecten el proceso de cloración como son las tuberías rotas, conexiones cruzadas, retrosifonaje, conexiones domiciliarias defectuosas, incluso sistemas de abastecimiento restringido por largos periodos. Además, Medina (2018), menciona que los filtros lentos de arena de la planta de abastecimiento “La Quesera” no se encuentran funcionando correctamente, por lo que la eficiencia de la planta no es la recomendable, siendo un factor en las concentraciones variadas de cloro para la red de agua que distribuye dicha planta.

4.3. Concentración de coliformes termotolerantes en la red de distribución de agua potable

Según lo mencionado por Santiago – Rodríguez et al (2012), los coliformes termotolerantes soportan temperaturas hasta de 45 °C, son indicadores de calidad por su origen que generalmente es ambiental (fuentes de agua, vegetación y suelos) y solo ocasionalmente forman parte del microbiota normal. Los coliformes termotolerantes evaluados en la parte alta, media y baja de la red de distribución de la ciudad de Celendín, se encuentran entre los 1.1 NMP/100 mL y los 16 NMP/100 mL. Figura 9.

El Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano - DIGESA, menciona que la concentración de coliformes termotolerantes es de menor a igual 1.8 NMP/100 mL; durante los meses de setiembre, octubre y noviembre se registraron niveles estables de coliformes tanto en la parte alta, media y baja de la ciudad. Mientras que durante el mes de diciembre se registraron niveles entre los 5.1 NMP/100 mL a los 16 NMP/100 mL, indicando la existencia de contaminación fecal de origen humano o animal en el agua potable.

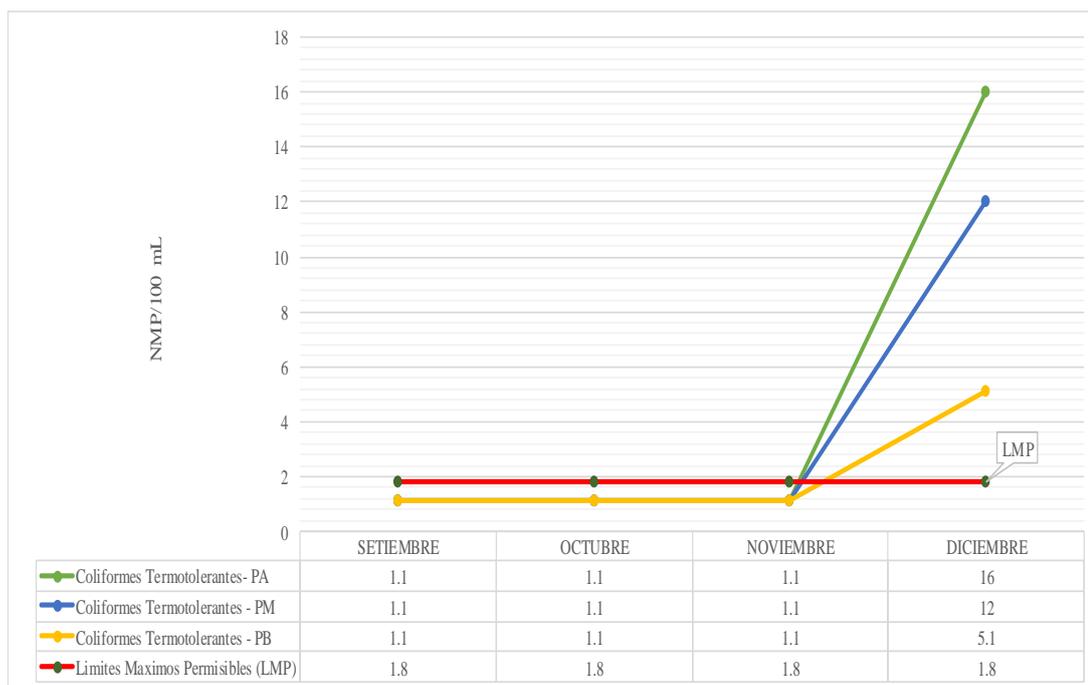


Figura 9. Concentración de coliformes termotolerantes en los puntos evaluados de la red de distribución de agua en la ciudad de Celendín

4.4. Parámetros de campo

4.4.1. pH

Según el Reglamento de calidad de agua para consumo humano y la Organización Mundial de la Salud (OMS), el pH óptimo del agua potable debe estar entre los rangos de 6,5 y 8,5; la Figura 10 nos muestra valores de pH registrados en la parte alta, media y baja de la red de distribución entre los 6.58 a 7.66, indicando niveles normales de pH. En agua potable un pH menor de 6,5 indica aguas corrosivas debido al anhídrido carbónico, ácidos o sales ácidas que tienen en disolución y un aumento en el pH disminuye la actividad biocida del cloro; en los niveles registrados existen mínimas variaciones que se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles (LMP); por lo tanto, contribuye a la disminución de minerales disueltos y metales en el agua potable que puedan dañar la infraestructura de la red de distribución, además de favorecer el proceso de cloración.

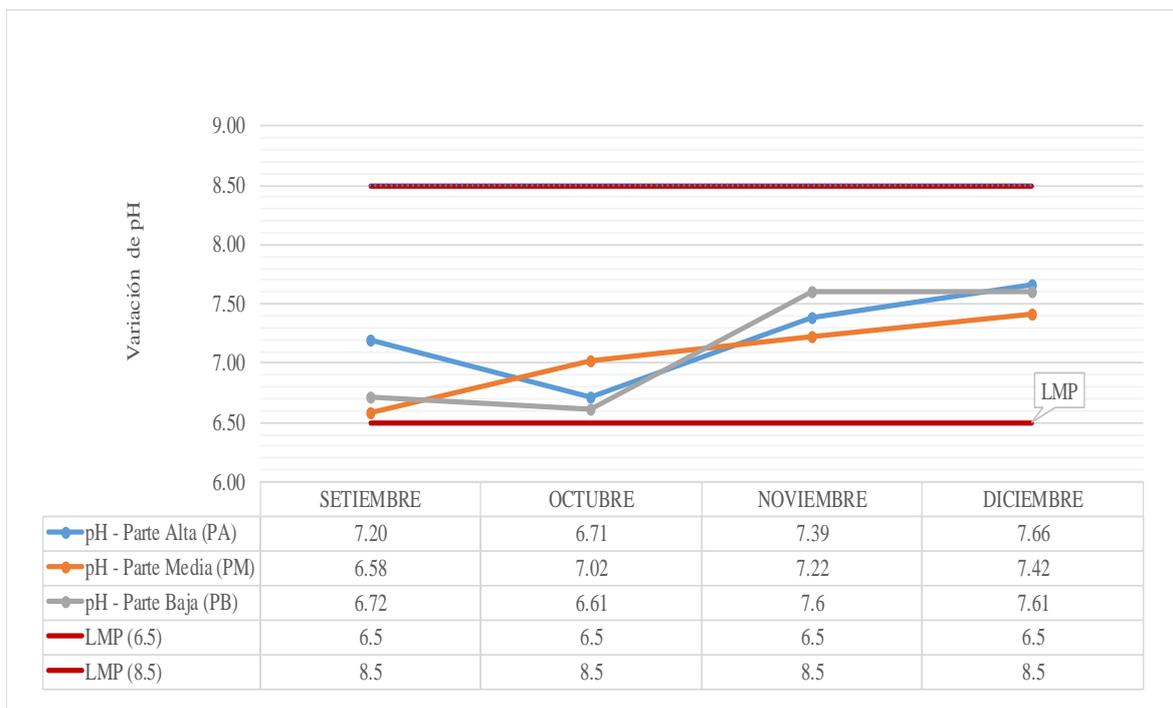


Figura 10. Niveles de pH encontrados en los puntos evaluados de la red de distribución de agua en la ciudad de Celendín.

4.4.2. Temperatura

La organización Panamericana de la Salud, menciona a la temperatura del agua como un parámetro que caracteriza la transferencia de energía, además influirá en la cantidad de oxígeno presente en el agua ya que a mayor temperatura se acelerará el proceso fotosintético, así como la remoción de materia orgánica. La temperatura registrada se encuentra entre los 15.14°C a los 17.50°C tal como se visualiza en la Figura 11.

Si bien este parámetro no tiene un valor límite establecido por la OMS y el Reglamento de Calidad de Agua para el Consumo Humano, observamos que los registros de temperatura disminuyen en aproximadamente una unidad durante el mes de diciembre. Realizando un comparativo de lo mencionado con los valores de coliformes termotolerantes (Figura 9) durante el mes de diciembre, podemos decir que existe relación significativa entre el aumento de temperatura y el aumento de coliformes termotolerantes.

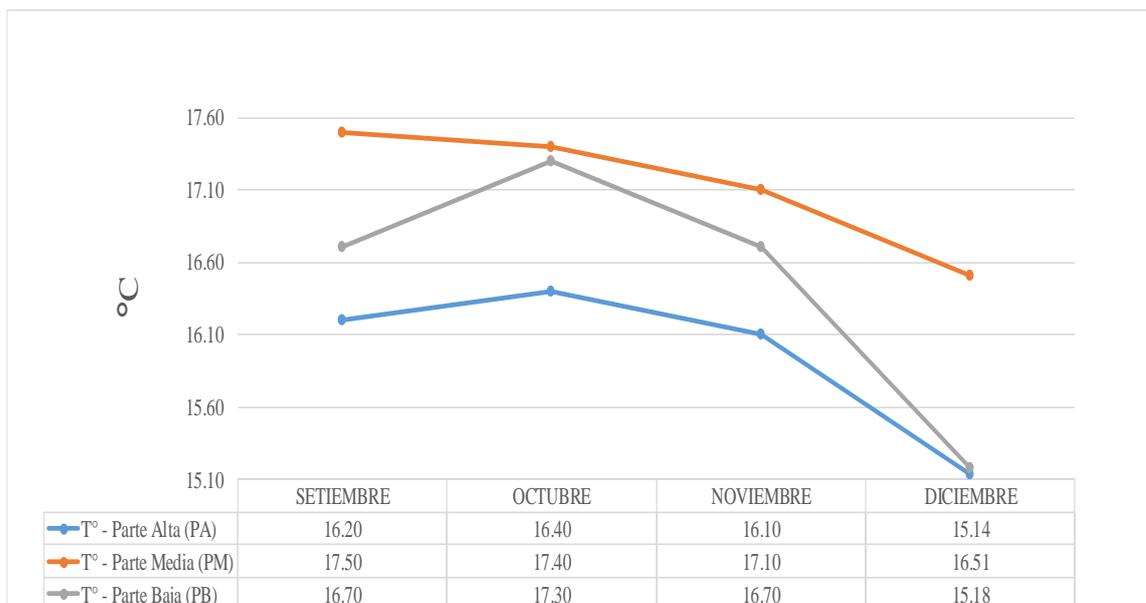


Figura 11. Temperatura en los puntos evaluados de la red de distribución de agua en la ciudad de Celendín

4.4.3. Turbiedad

La turbiedad es de importante consideración en las aguas para abastecimiento público por la estética, la filtrabilidad y la desinfección, se utiliza para indicar la calidad del agua y la eficiencia de la filtración y puede ser causada por la presencia de partículas suspendidas y disueltas de gases, líquidos y sólidos tanto orgánicos como inorgánicos. Según la OMS (1998) la turbiedad del agua para consumo humano no debe superar en ningún caso las 5 UNT, los niveles registrados varían entre 0 UNT a 5.94 UNT como podemos observar en la Figura 12.

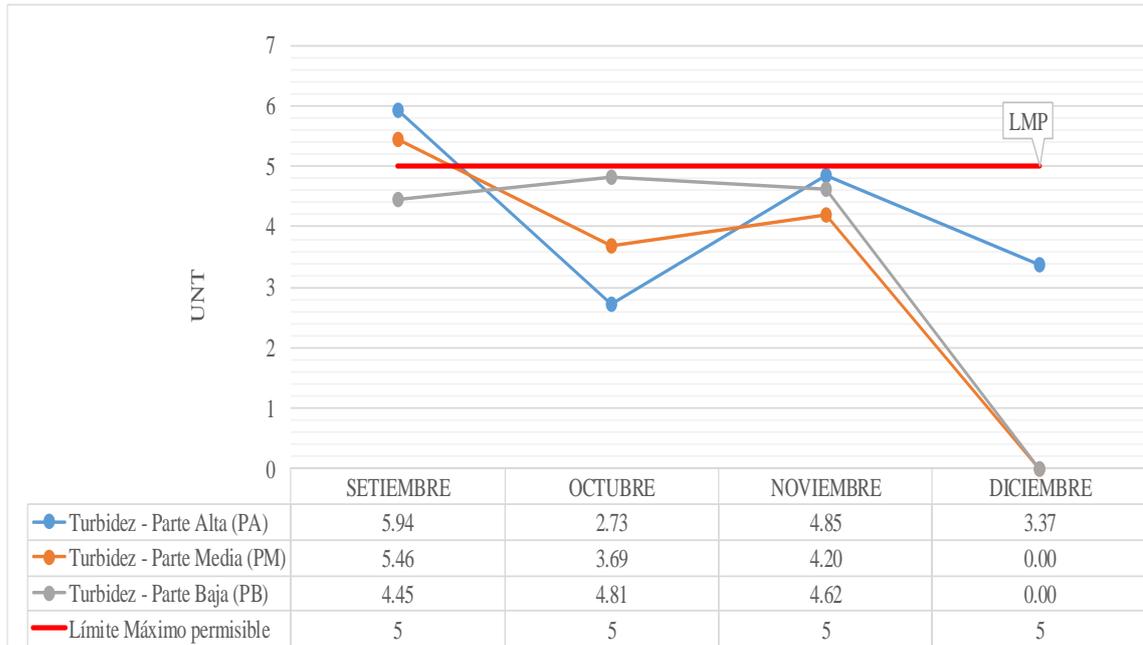


Figura 12. Turbiedad en los puntos evaluados de la red de distribución de agua en la ciudad de Celendín

Según el Reglamento de Calidad de Agua para el Consumo Humano, la turbiedad debe ser como máximo de 5 UNT, sin embargo, en la Figura 12 observamos que en el mes de setiembre para la parte alta tenemos un valor de 5.94 UNT y en la parte media del mismo mes un valor de 5.46 UNT indicando la presencia de sólidos suspendidos en el agua potable.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La relación del cloro residual y coliformes termotolerantes obtenida para asegurar el cumplimiento de la normativa del DS N°-031-2010-SA, en cuanto a coliformes termotolerantes, deberá mantener la concentración de cloro residual mayor a 0.3 mg/L, así mismo, con una concentración nula de cloro residual en el agua de la red de distribución, es posible obtener concentraciones mayores a 10 NMP/100 mL de coliformes termotolerantes; en relación a la ecuación obtenida $Y = - 33.088x + 10.89$; con un coeficiente de determinación $R^2 = 0.7699$.
- Los niveles de cloro residual en la red de distribución de la ciudad de Celendín que no cumplen con lo recomendado por el DS N°-031-2010-SA es de 19.70% al 23%; estas alteraciones pueden deberse a varios períodos de cortes de agua, constantes reparaciones de tuberías, pudiendo ser un factor en el proceso de cloración.
- La concentración de coliformes termotolerantes durante los meses evaluados para la parte alta es de 1.1 NMP/100 mL a 16 NMP/100 mL, para la parte media es de 1.1 NMP/100 mL a 12 NMP/100 mL y para la parte baja es de 1.1 NMP/100 mL a 5.1 NMP/100 mL; en comparación con los LMP que establece concentraciones límite de 1.8 NMP/100 mL, en el agua potable de la ciudad de Celendín existen concentraciones elevadas de coliformes termotolerantes.

- Los niveles de pH registrados en la parte alta, media y baja de la ciudad de Celendín varían desde 6.61 a 7.66; los cuales se encuentran dentro de los LMP (6.5 a 8.5); esto quiere decir que no es un factor que afecta el proceso de desinfección del agua en la red de distribución. Para la turbidez se registraron valores entre los 0 UNT a 5.94 UNT, presentando sólidos suspendidos en el agua de consumo humano superando lo establecido de 5 UNT. La temperatura registrada durante el proceso de monitoreo se encuentra entre los 15°C a 18°C.

5.2. Recomendaciones

Teniendo en cuenta que la cloración es primordial para determinar la calidad del agua para consumo humano, además de que un adecuado tratamiento de aguas previene hasta el 80% de enfermedades gastrointestinales (OMS 2006), se recomienda profundizar con los estudios para determinar la relación con otros parámetros microbiológicos y parasitológicos en la red de distribución de agua de la ciudad de Celendín, a fin de realizar comparaciones y establecer de manera más precisa el estado de calidad de agua potable de la ciudad.

Se recomienda realizar más tomas de muestras de agua para determinar la concentración de cloro residual en las partes más alejadas de la red de distribución. Tal como menciona la OMS (2004), en el punto más lejano de la red de distribución, donde es probable que los niveles de cloro residual sean más bajos; es por ello que se recomienda añadir cloro en un punto intermedio de la red; con la finalidad de regular los niveles de cloro menores.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

- Araujo Cahuana, R; Benito Crisostomo, H. 2017. Nivel de contaminación microbiológica en agua de consumo humano en el sector Sequia Alta, Santa Bárbara, Huancavelica – 2017. Tesis Lic. En Enfermería. Huancavelica, Perú. Universidad Nacional de Huancavelica. 84 p.
- Agüero, R. 1997. Agua potable para poblaciones rurales: sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento. Lima, Perú. 166 p.
- Ávila Pérez, C. 2013. Protocolo de validación para la determinación de cloro libre en agua con N,N-dietil-p-fenilendiamina. Tesis Químico Farmacéutico. México. Universidad Nacional Autónoma de México. 36 p.
- Cáceres, O. 1990. Desinfección del agua. Lima, Ministerio de Salud del Perú- OPS/OMS. Lima, Perú. 150 p.
- Castro De Esparza, ML. 1987. Parámetro físico – Químico que influyen en el tratamiento del agua. (En línea). OPS/CEPIS. Lima Perú. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Consultado 06 abr. 2019. <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan2/000276/000276-00.pdf>
- Campoverde Barros, JA. 2015. Análisis del efecto toxicológico que provoca el consumo humano de agua no potable, mediante la determinación de cloro libre residual en aguas tratadas de las parroquias rurales del Cantón Cuenca. Tesis Mg. En Toxicología Industrial y Ambiental. Cuenca, Ecuador. 55 p.
- Chambi Choque, G. 2015. Determinación de bacterias coliformes y E. Coli en agua de consumo humano del centro poblado de Trapiche- Ananea – Puno. Tesis Médico Veterinario y Zootecnista. Puno, Perú. Universidad Nacional Del Altiplano. 100 p.
- Chauca Chicaiza, AF; Orozco Cantos, LS. 2012. Diseño e Implementación de un Sistema Automatizado para la Dosificación de Cloro en el Tratamiento de Agua Potable en la Comunidad San Vicente de Lacas. Tesis Ing. Mecánico. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. 149 p.

- DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental). 2009. Evaluación de resultados de los monitoreos realizados en la cuenca del río Rímac en los meses de agosto a diciembre de 2009. Ministerio de Salud. Lima, Perú. 44 p. Informe técnico n° 001860.
- DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental). 2011. Reglamento de la calidad del agua para consumo humano. DS N°031-2010-SA, Ministerio de Salud. Lima Perú. 44 p.
- Guanuchi Quezada, CM; Ordóñez Jara, JA. 2017. Evaluación del cloro residual en la red de distribución de agua potable del Cantón Azogues a través de un modelo experimental. Tesis Ing. Ambiental. Cuenca, Ecuador, Universidad de Cuenca. 145p.
- Guarín Salazar, N. 2010. Estadística Aplicada a Poblaciones. Editorial San José. México. 201 p. Consultado el 02 de ago. 2018. Disponible en: <https://es.calameo.com/read/004210523ceeb18aa1030>
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) 2015. Población 2000 al 2015. Base de datos INEI (en línea). Lima, Perú consultado el 07 de jul. 2018. Disponible en <http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0842/cuadros/c06005.xls>
- Hermida Lucena, MM; Martí Boada. 2015. Análisis de la calidad microbiológica de los Sistemas de Almacenamiento de Agua Potable, estudio de la situación actual en la ciudad de Rosario, en la República de la Argentina. (en línea). Revista Politécnica. Consultado 28 mar. 2019. Disponible en: https://ddd.uab.cat/pub/tfg/2015/147589/TFG_armengolrepanades_article.pdf
- Mantilla-Cortez, A; Rucoba-Pinedo, JC. 2014. Evaluación de la concentración de cloro en agua de consumo humano en Cajamarca-Perú. Revista de Ciencia, Tecnología y Desarrollo. 1(1): 1-9.
- Marchand, EO. 2002. Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Lima Metropolitana. Tesis Biol. Lima. UNMSM. 126 p.

- Medina Chávez, AE. 2018. Calidad del Agua en Función de Turbidez y Coliformes en la Planta de Tratamiento La Quesera, Sucre, Celendín, 2016-2017. Tesis Doc. Cajamarca, Perú, Universidad Nacional de Cajamarca. 149 p.
- MINSA (Ministerio de Salud).1993. Manual de procedimientos técnicos en saneamiento. Lima, Perú. 128p.
- MINSA (Ministerio de Salud). 2011. Guía Técnica para la Implementación, Operación y Mantenimiento del "Sistema de Tratamiento Intradomiciliario de Agua para Consumo Humano - MI AGUA". RM N° 0647-2010. Dirección General de Salud Ambiental. Lima, Perú. 22 p.
- MINSA (Ministerio de Salud). 2015. Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte almacenamiento y recepción de agua para consumo humano. RD N°160-2015. Dirección General de Salud Ambiental. Lima, Perú. 23p.
- MPC (Municipalidad Provincial de Celendín, PE). 2012. Instalación de la captación y conducción de agua potable para la ciudad de Celendín, Sucre, José Gálvez y Jorge Chávez, provincia de Celendín, departamento de Cajamarca. Ed. corr. Celendín, PE. s.n.t. 82 p.
- Noble, RT; Moore, DF; Leecaster, MK, McGee, CD; Weisberg, SB. 2003. Comparison of total coliform, fecal coliform, and Enterococcus bacterial indicator response for ocean recreational water quality testing. *Water Research*. 37:1637–1643.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 1995. Guías para la calidad del agua potable. 2 ed. Ginebra, Suiza. v.1, 195p.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 1998. Guías para la calidad del agua potable. 2 ed. Ginebra, Suiza. v.3, 271p.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2004. Guías técnicas sobre saneamiento, agua y salud. 3ra edición. Ginebra. V. 1, 4p.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2006. Guías para la calidad del agua potable. 3 ed. Ginebra, Suiza. v.1, 408p.
- OPS (Organización Panamericana de la Salud). 2005. Guía para el mejoramiento de la calidad del Agua a nivel casero. Lima. Perú. 59p.

- Pérez, JA. y Espigares, M. (1995). Desinfección del agua Cloración. Estudio Sanitario del agua. Universidad de Granada. España.
- Pérez, J; Romero, M. 2017. Determinación de la Concentración de Cloro Residual y Trihalometanos (Thm's) y su Impacto en la Salud según Sectores de Abastecimiento de Agua Potable en la Ciudad de Moyobamba – 2015. Tesis Ing. Sanitario. Moyobamba, Perú. Universidad Nacional De San Martín - Tarapoto. 94p.
- Pimienta, JL. 2016. Metodología del análisis de correlación y regresión lineal simple aplicados al caso acción de ecopetrol y los precios internacionales del petróleo. Universidad de Cartagena. 3p.
- Reascos, B; Yar, B. 2010. Evaluación de la calidad del agua para el consumo humano de las comunidades del cantón Cotacachi y propuesta de medidas correctivas. Tesis Ing. Ibarra. Ecuador. Universidad Técnica del Norte. 211 p.
- Restrepo B, L. y González L, J. De Pearson a Spearman. (en línea). Revista colombiana de ciencias pecuarias. Consultado 10 may. 2019. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v20n2/v20n2a10.pdf>
- Rojas, R. 2002. Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (OPS/CEPIS). Lima, Perú. 353 p.
- Romero, R. J. (2009). Calidad del agua. 3da edición. Colombia, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. 484 p.
- Santiago-Rodríguez, TM; Tremblay, RL; Toledo-Hernández, C; González-Nieves, JE; Ryu, H; Santo, JW; Toranzos, GA. 2012. Microbial quality of tropical inland waters and effects of rainfall events. *Appl and Environ Microbiol.* 78(15):5160-5169.
- Sans, FR y Ribas, JP. 1999. Contaminación y tratamientos. Ingeniería ambiental. México, México D.F. Editorial, Alfaomega. 55 p.
- Segura, HG. 2017. Influencia del carbón activado obtenido de huarango (*acacia macracantha*) en la remoción de cloro libre residual en agua potable, Celendín. Tesis Ing. Cajamarca, Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. 98p.

SUNAAS (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento). 2004. Análisis de la calidad del agua potable en las empresas prestadoras del Perú: 1995-2003. (En línea). Consultado 06 abr. 2019. Disponible en: https://www.sunass.gob.pe/Publicaciones/analisis_agua_potable.pdf

Tzatchkov, V; Alcocer, VH. (2004). Decaimiento del cloro por reacción con el agua en redes de distribución. (En línea). Consultado 02 abr. 2019. Disponible en: <http://repositorio.imta.mx:8080/cenca-repositorio/handle/123456789/719>

Vargas, L. (2004). Tratamiento de agua para consumo humano: Plantas de filtración rápida. Manual 1: Teoría. Tomo I. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS/OPS). Lima, Perú. 18p.

APÉNDICE

Apéndice 1. Panel Fotográfico



Figura 13. Etiquetado de las viviendas para su respectiva medición de cloro residual



Figura 14. Fotómetro de bolsillo y reactivo DPD



Figura 15. Recolección de muestra para coliformes termotolerantes en la parte alta de la ciudad de Celendín



Figura 16. Procedimiento para la medición de cloro residual. a) Llenado de agua potable la cubeta. b) Se añade el reactivo DPD. c) se agita la cubeta. d) Se coloca la cubeta en la celda del equipo fotómetro y medición de la muestra.



Figura 18. Recolección de muestra para coliformes termotolerantes en la parte baja de la ciudad de Celendín



Figura 18. Recolección de muestra para coliformes termotolerantes en la parte media de la ciudad de Celendín.



Figura 19. Recolección y etiquetado de muestra para coliformes termotolerantes con la supervisión de la asesora



Figura 20. a) grifo abierto para la eliminación de impurezas. b) Limpieza del electrodo del pHmetro



Figura 21. Recolección y medición de la muestra para turbidez.



Figura 22. Medición de los parámetros de pH y temperatura con el equipo pHmetro con función de medición de temperatura.



Figura 23. Muestras recolectadas de coliformes termotolerantes recolectadas para envió al laboratorio

Apéndice 2. Puntos de muestreo de cloro residual

Se registraron los datos de los propietarios de donde fueron tomadas las muestras de agua para medición de cloro residual, coordenadas geográficas y altura de la parte alta, media y baja de la ciudad de Celendín. A continuación, se describe la información detalla.

Tabla 10. Puntos de monitoreo de la Parte Alta de la provincia de Celendín.

Código	Propietario	Dirección	Coordenadas		Altura
			UTM		
			Este	Norte	
PA 1	Lauren Zamora Pisco	Jr. El Cumbe N° 184	814941	9239722	2661
PA 2	Luz Marina Valdivia Oyarce	Jr. El Cumbe N° 183	814963	9239697	2660
PA 3	Olga Teresa Chávez Velásquez	Jr. El Cumbe S/N	814974	9239702	2660
PA 4	Sandra Izquierdo Salazar	Jr. El Cumbe N° 181	814972	9239697	2659
PA 5	Porfirio Goicochea Ortiz	Jr. El Cumbe N° 171	814970	9239698	2659
PA 6	Jesús Quevedo Díaz	Jr. El Cumbe N° 164	814985	9239687	2659
PA 7	Santos Benigno Pereyra Sánchez	Jr. El Cumbe N° 163	814991	9239704	2658
PA 8	Luzmila Barboza Bardales	Jr. El Cumbe S/N	814945	9239704	2657
PA 9	Nelly Salazar Sánchez	Jr. El Cumbe N° 154	815006	9239704	2656
PA 10	María Alejandrina Marín Rojas	Jr. El Cumbe N° 136	815042	9239721	2655
PA 11	Emérita Chávez Ortiz	Jr. El Cumbe N° 134	815040	9239727	2654
PA 12	Magali Ortiz Arce	Jr. El Cumbe N° 122	815065	9239736	2653
PA 13	Clorinda Cortez Figueroa	Jr. El Cumbe S/N	815081	9239738	2652
PA 14	Koki Micha Lobato	Jr. El Cumbe N° 106	815101	9239747	2651
PA 15	Arsenio Silva Pinedo	Jr. El Cumbe N° 104	815202	9239800	2650
PA 16	Teresa Chávez Lozano	Jr. Marcelino Gonzales N° 108	815141	9239647	2649
PA 17	Alvarito Aliaga Cubas	Jr. Marcelino Gonzales N° 110	815163	9239665	2649
PA 18	María Silva Rojas	Jr. Marcelino Gonzales N° 114	815169	9239660	2648
PA 19	Dina Escobar Tapia	Jr. Junín N° 193	815208	9239647	2647
PA 20	Carlos Castañeda Jambo	Jr. Junín N° 171	815196	9239635	2648
PA 21	Hilario Arteaga Carrión	Jr. Junín N° 161	815198	9239619	2648
PA 22	Wilson Sánchez Chávez	Jr. Junín N° 215	815198	9239587	2648
PA 23	Mabel Aliaga Abanto	Jr. Jorge Chávez N° 226	815200	9239561	2653
PA 24	Cristino Chávez Silva	Jr. Jorge Chávez N° 216	815188	9239574	2653
PA 25	Dani Cabanillas Izquierdo	Jr. Jorge Chávez N° 208	815959	9239599	2653
PA 26	Estelita Cojal Ortiz	Jr. Jorge Chávez N° 206	815165	9239574	2653

Sigue en la página siguiente

PA 27	Bermícides Cojal Ortiz	Jr. Jorge Chávez N° 204	815133	9239575	2653
PA 28	Benigno Rojas Silva	Jr. Moquegua N° 204	815130	9239584	2652
PA 29	Reina Arteaga Chávez	Jr. Moquegua N° 210	815133	9239606	2652
PA 30	Carmelo Moreno Carranza	Jr. Moquegua N° 212	815123	9239608	2651
PA 31	Iris Díaz Guevara	Jr. Moquegua s/n	815121	9239654	2651
PA 32	María Sánchez Silva	Jr. Moquegua N° 227	815108	9239630	2652
PA 33	Jaquelin Abanto Goicochea	Jr. Moquegua N° 223	815112	9239633	2653
PA 34	Jean Pool Vilela Linares	Jr. Moquegua s/n	815099	9239610	2653
PA 35	Noemí Fernández Marín	Moquegua N° 209	815112	9239600	2653
PA 36	Eduardo Bardales Ortiz	Jr. Jorge Chávez N° 197	815093	9239570	2654
PA 37	Brígido Gonzales Rodríguez	Jr. Jorge Chávez s/n	815054	9239585	2654
PA 38	Cleiner Carrión García	Jr. Jorge Chávez N° 138	815009	9239565	2653
PA 39	Marta Marín Ortiz	Jr. Jorge Chávez N° 132	814996	9239580	2653
PA 40	Estela Vásquez Santos	Jr. Moquegua N° 304	815115	9239678	2649
PA 41	Wilson Silva Silva	Jr. Moquegua N° 306	815118	9239690	2649
PA 42	Demetrio Marín Silva	Jr. Moquegua N° 308	815118	9239703	2649
PA 43	Hilda Pereyra Rodríguez	Jr. Moquegua N° 311	815118	9239714	2648
PA 44	José Jáuregui Bazán	Jr. Arequipa s/n	815173	9239777	2643
PA 45	José Muñoz García	Jr. Arequipa s/n	815223	9239771	2643
PA 46	Ananías Zamora Chávez	Jr. Junín N° 246	815216	9239742	2648
PA 47	Estaurofil Silva Mendoza	Jr. Junín N° 359	815216	9239718	2646
PA 48	Alberto Chávez Soriano	Jr. Junín N° 217	815215	9239704	2648
PA 49	Rosa Gómez Cabanillas	Jr. Junín s/n	815201	9239522	2648
PA 50	Manuel Chacón Cabanillas	Jr. Junín s/n	815214	9239495	2648
PA 51	Hilda Rodríguez Chávez	Jr. Jorge Chávez N° 307	815236	9239557	2649
PA 52	Jorge Abanto Sánchez	Jr. Jorge Chávez s/n	815246	9239560	2648
PA 53	William Escalante Villa	Jr. Marcelino Gonzales s/n	815241	9239656	2646
PA 54	Celinda Zegarra Escalante	Jr. Marcelino Gonzales s/n	815300	9239648	2646
PA 55	Isabel Tello Aliaga	Jr. Ayacucho s/n	815302	9239552	2646
PA 56	Yesenia Medina Vásquez	Jr. Ayacucho s/n	815300	9239543	2646
PA 57	Julia Atalaya Chávez	Jr. Ayacucho N° 132	815297	9239514	2646
PA 58	Ulises Villanueva Casahuamán	Jr. Ayacucho N° 111	815313	9239498	2649
PA 59	Pedro Regalado Vargas	Jr. Ayacucho s/n	815316	9239488	2649
PA 60	Ruperto Culque Rabanal	Jr. Ayacucho s/n	815334	9239441	2651
PA 61	Porfirio Ortiz Chávez	Jr. Ayacucho N° 137	815332	9239410	2652
PA 62	Jorge Castañeda Correa	Jr. Ayacucho N° 173	815328	9239420	2652
PA63	Susana Chavarry Medina	Jr. Ayacucho s/n	815334	9239413	2652
PA 64	Jorge Velásquez Machuca	Jr. Ayacucho s/n	815348	9239401	2653
PA 65	Hilda Quevedo Chávez	Jr. San Cayetano N° 154	815397	9239287	2656
PA 66	Emma Chávez Vargas	Jr. San Cayetano N° 172	815401	9239275	2656
PA 67	Jorge Chávez Vargas	Jr. San Cayetano s/n	815389	9239216	2657
PA 68	Laura Mariñas Oyarce	Jr. San Cayetano s/n	815388	9239197	2658

Segue en la página siguiente

PA 69	Francisco Solís Velásquez	Jr. San Cayetano s/n	815385	9239177	2659
PA 70	Belarmina Sánchez Calla	Jr. San Cayetano N° 193	815386	9239164	2658
PA 71	Maximila Malaver Romero	Jr. San Cayetano N° 196	815384	9239149	2659
PA 72	Betty Gómez Ortiz	Jr. San Cayetano s/n	815385	9239137	2659
PA 73	Onésimo Gómez Silva	Jr. San Cayetano s/n	815386	9239134	2660
PA 74	César Zelada Chávez	Jr. San Cayetano N° 270	815398	9239156	2658
PA 75	Eloy Fernando Sánchez Calla	Pasaje San Luis N° 148	815433	9239163	2654
PA 76	Elizabeth Rabanal Cotrina	Pasaje San Luis s/n	815438	9239180	2654
PA 77	Enrique Rabanal Rabanal	Jr. San Cayetano s/n	815399	9239172	2657
PA 78	Felipe Muñoz Marín	Jr. Eleuterio H Merino N° 101	815421	9239237	2650
PA 79	Manuel Jesús Ortiz Araujo	Jr. Eleuterio H Merino s/n	815420	9239217	2649
PA 80	Noema Araujo Rabanal	Jr. Eleuterio H Merino s/n	815505	9239255	2649
PA 81	Loyla Bazán Silva	Jr. Eleuterio H Merino s/n	815528	9239267	2649
PA 82	Alberto Vera Zabaleta	Jr. Eleuterio H Merino s/n	815509	9239163	2648
PA 83	Isabel Precila Torres Carrión	Jr. Eleuterio H Merino N° 114	815544	9239264	2648
PA 84	Graciano Portilla Delgado	Jr. Eleuterio H Merino N° 112	815517	9239252	2649
PA 85	Esperanza Díaz Villegas	Jr. Eleuterio H Merino s/n	815534	9239253	2647
PA 86	María Chávez Rodríguez	Jr. Eleuterio H Merino s/n	815546	9239252	2647
PA 87	José Sánchez Chávez	Jr. Augusto Gil N° 206	815579	9239265	2648
PA 88	Secundina Altamirano Bazán	Jr. 28 de julio s/n	815531	9239348	2650
PA 89	Roberto Cueva Aquino	Jr. 28 de julio N° 216	815509	9239356	2648
PA 90	Wilson Briones Chacón	Jr. 28 de julio N° 222	815495	9239364	2650
PA 91	Justina Huamán Sánchez	Jr. 28 de julio N° 229	815479	9239336	2650
PA 92	Aurelia Carrera Chuquirruna	Jr. 28 de julio N° 237	815459	9239342	2650
PA 93	Elsa Guevara Julca	Jr. 28 de julio s/n	815503	9239333	2649
PA 94	Santos Cerdán Caruajulca	Jr. 28 de julio s/n	815533	9239345	2648
PA 95	Miguel Sánchez Torres	Jr. Augusto Gil s/n	815561	9239496	2641
PA 96	Delia Araujo Zamora	Jr. Augusto Gil s/n	815590	9239474	2641
PA 97	Lenin Ludeña Rojas	Jr. Augusto Gil N° 106	815609	9239488	2641
PA 98	José Luis Cotrina Cachay	Jr. Augusto Gil N° 108	815607	9239454	2641
PA 99	Euler Bazán Ludeña	Jr. Augusto Gil N° 120	815578	9239449	2643
PA 100	Gloria Vargas Gálvez	Jr. Augusto Gil N° 135	815578	9239449	2644
PA 101	Franciles Bazán Araujo	Jr. Augusto Gil N° 141	815579	9239419	2644
PA 102	Amadeo Villar Ortiz	Jr. Augusto Gil N° 147	815573	9239431	2644
PA 103	Manuela Vásquez Abanto	Jr. Augusto Gil N° 152	815573	9239420	2645
PA 104	María Díaz Salazar	Jr. Augusto Gil s/n	815582	9239382	2645
PA 105	José Vásquez Abanto	Jr. Augusto Gil N° 162	815576	9239367	2645
PA 106	Virginia Vera Zavaleta	Jr. Comesana N° 115	815561	9239319	2644

Sigue en la página siguiente

PA 108	Roxana Cercado Fernández	Jr. Pedro Ortiz Montoya N° 121	815670	9239411	2641
PA 109	Teodoro Llaxas Mariñas	Jr. Pedro Ortiz Montoya N° 200	815679	9239537	2639
PA 110	Antidoro Sánchez Vera	Jr. Pedro Ortiz Montoya N° 220	815717	9239582	2639
PA 111	Epifanía Azañero Rojas	Jr. Pedro Ortiz Montoya N° 235	815284	9239609	2639
PA 112	Rosa Narciza Zelada Sánchez	Jr. Amazonas N° 138	815562	9239516	2639
PA 113	Alipio Vera Araujo	Jr. Amazonas N° 207	815640	9239539	2639
PA 114	Miriam Goicochea Rojas	Jr. Amazonas N° 309	815717	9239515	2639
PA 115	Jherson Paredes Acosta	Jr. Amazonas N° 319	815734	9239511	2638
PA 116	Olinda Limay Pérez	Jr. Amazonas N° 329	815750	9239519	2638
PA 117	Lilia Elizabeth Escalante Zavaleta	Pasaje Cajamarca s/n	815769	9239542	2638
PA 118	María Magdalena Zelada Ortiz	Pasaje Cajamarca N° 20	815741	9239547	2638

Tabla 11. Puntos de monitoreo de la Parte Media de la provincia de Celendín.

Código	Propietario	Dirección	Coordenadas UTM		Altura
			Este	Norte	
PM 1	Justina Mori Silva	Jr. Unión S/N Cdra. 8	815971	9240208	2627
PM 2	Maruja Peláez Díaz	Jr. Moquegua N° 701	815161	9240178	2641
PM 3	Merci Pinedo Mejía	Jr. Moquegua N° 707	815167	9240203	2639
PM 4	Segundo Mejía Saldaña	Jr. Moquegua N° 715	815166	9240214	2639
PM 5	Edisa Silva García	Jr. Moquegua N° 710	815173	9240238	2639
PM 6	José Silva García	Jr. Moquegua N° 713	815183	9240237	2639
PM 7	Cresencio Rojas Aguilar	Jr. Moquegua N° 788	815167	9240244	2640
PM 8	Emilse Jiménez García	Jr. Pardo N° 113	815189	9240018	2635
PM 9	Jorge Acuña Pereyra	Jr. Pardo N° 169	815231	9240180	2636
PM 10	Reyna Lara García	Jr. Unión N° 114	815218	9248159	2635
PM 11	Marisol Sánchez Vega	Jr. Unión N° s/n	815607	9240216	2636
PM 12	Socorro Zavaleta Saldívar	Jr. Unión s/n	815931	9240203	2627
PM 13	Elvira Horna Dávila	Jr. Cáceres N° 810	815640	9240258	2634
PM 14	Ester Araujo Cachay	Jr. Cáceres N° 802	815634	9240277	2632
PM 15	Lenin Vargas Vásquez	Jr. San Martín s/n	815953	9240300	2628
PM 16	Delelma Palma Vargas	Jr. San Martín s/n	815931	9240301	2628
PM 17	Iris Marilú Solano Rodríguez	Jr. San Martín N° 829	815879	9240311	2628
PM 18	Sabina Rojas Abanto	Jr. San Martín N° 809	815006	9240319	2628
PM 19	Elodía Zelada Rojas	Jr. 30 setiembre s/n	815948	9240237	2627
PM 20	Teodomira Díaz Chávez	Jr. 30 setiembre s/n	815943	9240212	2627
PM 21	Sonia Raico Malaver	Jr. Cáceres N° 610	814656	9240069	2628
PM 22	María Cachay Silva	Jr. Grau N° 615	816580	9240055	2628
PM 23	Daisy Vircatanta Guerrero	Jr. Grau N° 476	815681	9240033	2627
PM 24	María Oyarce Chávez	Jr. Grau N° 454	815483	9240032	2627

Sigue en la página siguiente

PM 25	Eliana Becerra Velásquez	Jr. Dos de Mayo s/n	815466	9240062	2632
PM 26	Nelson Rojas Cortez	Jr. Bolognesi s/n	815497	9239950	2632
PM 27	Gladis Tello Silva	Jr. Salaverry N° 446	815602	9239875	2632
PM 28	Pamela alcalde Yupanqui	Jr. Arequipa N° s/n	815782	9239739	2628
PM 29	Saúl Hoyos Abanto	Jr. Salaverry N° 726	815750	9239811	2629
PM 30	Gilmer Vásquez Díaz	Jr. Salaverry N° 688	815672	9239757	2628
PM 31	Elita Noemí Chávez Collantes	Jr. Salaverry s/n	816325	9239793	2628
PM 32	Rosa Araujo Cerdán	Jr. Salaverry N° 1112	816197	9239771	2629
PM 33	Celina Rojas Velásquez	Jr. Salaverry s/n	816213	9239795	2630
PM 34	Rosabel Pajares Torres	Jr. Salaverry N° 1102	816163	9239794	2630
PM 35	Alex Tello Goicochea	Jr. Javier Heraud N° 430	816152	9239779	2629
PM 36	Rosa Ortiz Chávez	Jr. Javier Heraud N° 410	816133	9239746	2629
PM 37	Elena Loje Amaya	Jr. Javier Heraud N° 426	816097	9239746	2629
PM 38	Julio Fernández Micha	Jr. Javier Heraud N° 428	816139	9239744	2628
PM 39	Rosario Pomatanta Chávez	Jr. Arequipa N° 1106	816139	9239706	2629
PM 40	Margarita Terrones Chávez	Jr. Arequipa N° 1115	816203	9239701	2628
PM 41	Teresa Aguilar Montenegro	Jr. Arequipa s/n	816226	9239715	2628
PM 42	Amelia Aguirre Velásquez	Jr. Arequipa s/n	816234	9239696	2628
PM 43	Rafael Romero Rocha	Jr. Javier Heraud N° 418	816044	9239914	2629
PM 44	Facundo Goicochea Salazar	Jr. Arequipa N° 1105	816162	9239704	2629
PM 45	José Gerardo Vásquez Rudas	Jr. Arequipa N° 1044	816199	9239698	2628
PM 46	Oswaldo Cojal Chávez	Jr. Arequipa N° 1119	816216	9239697	2628
PM 47	Carlos Chávez Collantes	Jr. Javier Heraud N° 316	816128	9239679	2628
PM 48	Hermisa Silva Bazán	Jr. Javier Heraud N° 302	816135	9239650	2629
PM 49	José Víctor Bazán Ríos	Jr. Marcelino Gonzales N° 1110	816141	9239611	2627
PM 50	María Cristina Rabanal Cruz	Jr. Marcelino Gonzales N° 1108	816161	9239606	2627
PM 51	Emilio Machuca Díaz	Jr. Celendín s/n	816252	9239729	2626
PM 52	Nicolás García Sánchez	Jr. Celendín s/n	816254	9239740	2626
PM 53	Desiderio Cotrina Chávez	Jr. Celendín s/n	816255	9239748	2626
PM 54	David Oyarce Díaz	Jr. Celendín s/n	816259	9239810	2626
PM 55	Inocente Aguilar Fernández	Jr. Bolognesi s/n	816253	9239882	2632
PM 56	Laureano Chávez Marín	Jr. Bolognesi N° 1135	816218	9239883	2632
PM 57	Beatriz Medina De Zegarra	Jr. Bolognesi s/n	816232	9239885	2632
PM 58	Indalecio Acosta Marín	Jr. Bolognesi N° 1127	816218	9239886	2630
PM 59	Juan Díaz Albarrán	Jr. Bolognesi N° 1123	816218	9239887	2630
PM 60	Ángeles Ludeña Villar	Jr. Bolognesi N° 1111	816165	9239889	2630

Segue en la página siguiente

PM 61	Napoleón Vilela Roncal	Jr. Bolognesi N°1033	816139	9239897	2632
PM 62	Hermelinda Silva Rojas	Jr. Bolognesi N°1031	816137	9239880	2632
PM 63	Alejandrina Zegarra De Zamora	Jr. Pardo s/n	815855	9240080	2632
PM 64	Jeonel Guevara Tello	Jr. Pardo N° 888	815896	9240082	2632
PM 65	Cirilo Cotrina Barboza	Jr. Pardo N° 894	815895	9240153	2632
PM 66	Fabricio Rojas Rojas	Jr. Pardo N° 912	815958	9240081	2635
PM 67	Deysi Leyva Mejía	Jr. Pardo N° 980	816013	9240083	2635
PM 68	Rufino Mejía Vásquez	Jr. José Carlos Mariátegui N° 680	816049	9240047	2632
PM 69	Zulema Vásquez Mejía	Jr. José Carlos Mariátegui N° 640	816051	9240039	2632
PM 70	Isabel Casas Castañeda	Jr. José Carlos Mariátegui N° 601	816075	9240040	2633
PM 71	Luz María Silva Saavedra	Jr. Grau N° 1113	816095	9240002	2633
PM 72	Héctor Sánchez Julca	Jr. Grau N° 1007	816066	9239998	2633
PM 73	Marilú Chacón Salcedo	Jr. Grau N° 899	816049	9239995	2634
PM 74	José Abanto Sánchez	Jr. Grau N° 896	816021	9239999	2637
PM 75	María Rodríguez Chávez	Jr. José Carlos Mariátegui s/n	816045	9239923	2634
PM 76	Leoncio Velásquez Díaz	Jr. Bolognesi N° 1007	816049	9239907	2634
PM 77	Mabel Velásquez García	Jr. Bolognesi N° 1005	816055	9239902	2635
PM 78	Bielka Clavo Quintana	Jr. Bolognesi N° 1023	816095	9239900	2635
PM 79	Rusbel Martos Aguilar	Jr. Bolognesi N° 1018	816093	9239874	2636
PM 80	María Inés Mariñas Díaz	Jr. Bolognesi N° 1022	816112	9239881	2636
PM 81	Yerli Hoyos Riquelme	Jr. Salaverry N° 1080	816135	9239793	2627
PM 82	Virginia Paz De Velásquez	Jr. Salaverry N° 1078	816120	9239786	2627
PM 83	Teresa Bigdonia Velásquez Araujo	Jr. Salaverry N° 1074	816111	9239804	2628
PM 84	Cleotilde Rodríguez Lozano	Jr. Salaverry N° 1070	816100	9239802	2629
PM 85	Fidelina Chávez Tambo	Jr. Salaverry N° 1073	816183	9239814	2629
PM 86	Ruth Oyarce Díaz	Jr. Salaverry N° 1063	816078	9239806	2629
PM 87	Leydi Araujo Marín	Jr. Salaverry N° s/n	816070	9239781	2629
PM 88	Napoleón Gil Velásquez	Jr. Salaverry N° 1010	816053	9239788	2629
PM 89	Gerardo Oyarce Goicochea	Jr. Salaverry N° s/n	816047	9239832	2629
PM 90	Pedro Chávez Vera	Jr. Salaverry N° 928	815953	9239816	2629
PM 91	Zoraida Tejada López	Jr. Arequipa N° 524	815602	9239742	2636
PM 92	Yolanda Cachay Mejía	Jr. Arequipa s/n	815566	9239728	2634
PM 93	Elvia Galindo De Montoya	Jr. Arequipa N° 429	815506	9239757	2634
PM 94	José Chávez Rodríguez	Jr. Arequipa N° 323	815483	9239756	2636
PM 95	Joselito Leodan Rojas Rodríguez	Jr. Arequipa N° 307	815466	9239750	2636
PM 96	Marta Cojal Goicochea	Jr. Arequipa s/n	815444	9239761	2637
PM 97	Mayra Oyarce Terán	Jr. Arequipa s/n	815395	9239776	2637
PM 98	María Arévalo Correa	Jr. Arequipa N° 208	815358	9239759	2634

Segue en la página siguiente

PM 99	Sisi Salazar Zegarra	Jr. Ayacucho N° 426	815327	9239883	2632
PM 100	José Miguel Castillo Vega	Jr. Ayacucho N° 442	815336	9239905	2634
PM 101	José De La Cruz Cachi Rodríguez	Jr. Bolognesi N° 244	815286	9239978	2635
PM 102	Luis Chávez Mendoza	Jr. Bolognesi N° 239	815279	9239974	2635
PM 103	Adela Aguirre Chávez	Jr. Bolognesi N° 220	815274	9239974	2635
PM 104	Wilder Silva Delgado	Jr. Junín N° 541	815238	9240020	2631
PM 105	Teodocia Medina Chávez	Jr. Junín N° 561	815247	9240035	2630
PM 106	Marleni Rodríguez Cubas	Jr. Grau N° 209	815268	9240066	2630
PM 107	Víctor Díaz Sánchez	Jr. Junín N° 626	815270	9240066	2631
PM 108	Lucinda Casahuaman Limay	Jr. Junín N° 665	815250	9240117	2631
PM 109	Jeisen Echevarría Veregaray	Jr. Pardo s/n	815224	9240163	2632
PM 110	Yaneth Silva Lozano	Jr. Unión N° 102	815192	9240264	2634
PM 111	María Julca Oyarce	Jr. Unión s/n	815194	9240263	2634
PM 112	Vivian Arce Sánchez	Jr. Unión N° 107	815207	9240262	2634
PM 113	Wilfredo Medina Sánchez	Jr. Junín N° 804	815277	9240291	2629
PM 114	Néstor Alejandro Chávez Montana	Jr. Junín N° 849	815271	9240312	2629
PM 115	Ruseily Silva Malaver	Jr. Junín N° 888	815276	9240335	2629
PM 116	Patricia Peláez Aliaga	Jr. San Martín N° 223	815231	9240353	2631
PM 117	Lucila Aguirre Muñoz	Jr. San Martín N° 217	815209	9240354	2631
PM 118	Héctor Estela Julca	Jr. Moquegua N° 904	815182	9240375	2634
PM 119	Gumersindo Marín Chávez	Jr. Moquegua N° 905	815179	9240389	2634
PM 120	Juana Silva Bacón	Jr. Moquegua N° 901	815174	9240363	2634
PM 121	Milena Fernández Mejía	Jr. Moquegua N° 895	815187	9240416	2634

Tabla 12. Puntos de monitoreo de la Parte Baja de la provincia de Celendín

Código	Propietario	Dirección	Coordenadas UTM		Altura
			Este	Norte	
PB 1	Margarita Human Chávez	Jr. Ayacucho N° 1456	815435	9240866	2616
PB 2	José Velásquez Figueroa	Jr. Moquegua N° 1438	815231	9240907	2622
PB 3	José Rodríguez Marín	Jr. Moquegua N° 1436	815229	9240901	2622
PB 4	José Marín Chávez	Jr. Moquegua N° 1417	815211	9240906	2622
PB 5	Víctor Sánchez Marín	Jr. Moquegua N° 1413	815213	9240877	2623
PB 6	Teonila Graciela Marín Marín	Jr. Moquegua s/n	815202	9240869	2623
PB 7	Inosenta Díaz Chávez	Jr. San Juan s/n	815128	9240834	2628
PB 8	José Quispe Linares	Jr. San Juan s/n	815138	9240833	2628
PB 9	Juan Quispe Penas	Jr. San Juan s/n	815155	9240832	2628
PB 10	Presentación Vargas Atalaya	Jr. San Juan N° 110	815170	9240835	2629

Sigue en la página siguiente

PB 11	Santos Sánchez Cabanillas	Jr. San Juan S/	815239	9240826	2622
PB 12	Paulino Quispe Linares	Jr. San Juan s/n	815254	9240820	2623
PB 13	Petronila Quispe Linares	Jr. San Juan s/n	815283	9240829	2623
PB 14	Elías Rocha Fernández	Jr. San Juan N° 307	815343	9240827	2623
PB 15	Santos Saldaña Mejía	Jr. San Juan de Miraflores s/n	815377	9240902	2616
PB 16	Carlos Alejandro Oyarce Silva	Jr. Ayacucho N° 1457	815393	9240848	2616
PB 17	Agustina Micha Cotrina	Jr. Ayacucho s/n	815411	9240895	2616
PB 18	Marcial Díaz Díaz	Jr. Ayacucho s/n	815406	9240865	2616
PB 19	José Vera Chávez	Jr. Ayacucho s/n	815410	9240900	2616
PB 20	Jesús Cachay Díaz	Jr. San Juan N° 438	815449	9240821	2617
PB 21	Concepción Díaz Solano	Jr. San Juan de Miraflores s/n	815470	9240404	2616
PB 22	Willy Barboza Cotrina	Jr. San Juan de Miraflores s/n	815594	9240898	2616
PB 23	Asunción Cercado Marín	Jr. San Juan de Miraflores s/n	815459	9240905	2616
PB 24	Francisco Sánchez Chávez	Jr. José Gálvez s/n	815594	9240806	2616
PB 25	Luis Oyarce Mejía	Jr. José Gálvez s/n	815615	9240871	2617
PB 26	José Cruzado Barboza	Jr. José Gálvez s/n	815610	9240816	2616
PB 27	Zoila Rosa Cercado Rojas	Jr. Cáceres s/n	815682	9240838	2616
PB 28	Sebastiana Muñoz Fernández	Jr. Cáceres s/n	815729	9240938	2618
PB 29	Pablo Sánchez Olarce	Jr. Cáceres N° 1292	815685	9240787	2618
PB 30	Antonio Terrones Díaz	Jr. Cáceres s/n	815681	9240728	2617
PB 31	Juan Mego Medina	Jr. Cáceres N° 1301	815682	9240718	2617
PB 32	Vilma Palomino Delgado	Jr. Huancayo N° 935	815660	9240710	2618
PB 33	Armandina Pérez Barboza	Jr. Huancayo N° 513	815659	9240709	2617
PB 34	Nancy Mejía Barboza	Jr. Huancayo N° 504	815644	9240712	2618
PB 35	Antonio Vílchez Vásquez	Jr. José Gálvez s/n	815603	9240738	2619
PB 36	Manuel Jacinto Silva García	Jr. San Juan N° 412	815435	9240712	2621
PB 37	Teodocia Chávez Mego	Jr. Ayacucho s/n	815407	9240760	2620
PB 38	Alejandro Micha Human	Jr. Ayacucho N°1333	815401	9240738	2620
PB 39	Mercedes Alva Marín	Jr. Ayacucho N°1334	815411	9240741	2620
PB 40	Felipa Cachay Julón,	Jr. Huancayo N° 310	815361	9240727	2621
PB 41	Pedro Oyarce Ortiz	Jr. Huancayo N° 292	815289	9240715	2621

Sigue en la página siguiente

PB 42	Luis Alejandro Acosta Cabrera	Jr. Huancayo N° 223	815342	9240729	2620
PB 43	Raúl García Saldaña	Jr. Huancayo N° 220	815278	9240731	2621
PB 44	Elizabeth Marín Villanueva	Jr. Huancayo s/n	815166	9240731	2623
PB 45	Manuel Rojas Sánchez	Jr. Ayacucho N° 1355	815397	9240771	2622
PB 46	Humberto Marín Velásquez	Jr. Moquegua N° 1323	815225	9240818	2623
PB 47	Félix Mendoza Mejía	Jr. Moquegua N° 1307	815210	9240767	2622
PB 48	Abelardo Mejía Sánchez	Jr. San Juan s/n	815241	9240823	2623
PB 49	Rony Quispe Tantalean	Jr. San Juan s/n	815252	9240819	2622
PB 50	José Mercedes Marín Chávez	Jr. Junín s/n	815248	9240720	2622
PB 51	Felipe Figueroa Velásquez	Jr. Junín s/n	815258	9240822	2622
PB 52	Mariana Leyva Becerra	Jr. Junín s/n	815301	9240795	2623
PB 53	Manuela Zurita Soto	Jr. Junín N° 1309	815300	9240744	2623
PB 54	Rosaura Herrera Mejía	Jr. Junín N° 1301	815299	9240733	2623
PB 55	Walter Velásquez Cueva	Jr. Moquegua s/n	815205	9240812	2624
PB 56	Amelia Velásquez Cueva	Jr. Moquegua s/n	815207	9240823	2624
PB 57	Merardo Cubas Villar	Jr. Moquegua s/n	815204	9240775	2624
PB 58	Elmer Ortiz Vásquez	Jr. Huancayo s/n	815200	9240742	2624
PB 59	Marina Guerra Rojas	Jr. Moquegua N° 1299	815198	9240726	2626
PB 60	José Chávez Fernández	Jr. Moquegua s/n	815200	9240717	2626
PB 61	Casilda Tello Estela	Jr. Moquegua s/n	815197	9240701	2627
PB 62	Angélica Chávez Muñoz	Jr. Moquegua N° 1201	815197	9240686	2627
PB 63	Alfonso Marín Chávez	Jr. Moquegua s/n	815192	9240664	2627
PB 64	César Lobato Araujo	Jr. Junín N° 1251	815294	9240685	2623
PB 65	Justino Sánchez Tello	Jr. Junín N° 1560	815301	9240713	2623
PB 66	Vulfina Vargas Rodríguez	Jr. Junín N° 1271	815307	9240738	2622
PB 67	Amado Lara García	Jr. Junín N° 1291	815294	9240698	2623
PB 68	Aurelio Lobato Araujo	Jr. Junín s/n	815294	9240714	2623
PB 69	Eddy Dávila Guevara	Jr. Moquegua s/n	815215	9240690	2627
PB 70	Lorenzo Alva Chávez	Jr. Ayacucho s/n	815392	9240702	2621
PB 71	José Guevara Díaz	Jr. Ayacucho s/n	815390	9240683	2621
PB 72	Dulen Vásquez Díaz	Jr. Ayacucho s/n	815389	9240671	2621
PB 73	Raimundo Chávez Silva	Jr. Arica s/n	815153	9240641	2627
PB 74	Máximo Marín Marín	Jr. Arica N° 99	815184	9240635	2626
PB 75	Abel Barboza Silva	Jr. Arica s/n	815164	9240637	2626
PB 76	María Chávez Salazar	Jr. Arica s/n	815253	9240629	2626
PB 77	Segundo Huamán Díaz	Jr. Arica N° 371	815235	9240625	2626
PB 78	Lucila Chávez Silva	Jr. Arica s/n	815338	9240635	2621

Segue en la página siguiente

PB 79	Santos Paredes García	Jr. Huancayo N° 306	815434	9240710	2619
PB 80	Simón Saldaña Vásquez	Jr. Huancayo N° 308	815442	9240714	2619
PB 81	Arturo Romero Silva	Jr. Huancayo N° 312	815463	9240709	2619
PB 82	Francisco Silva Muñoz	Jr. Dos de Mayo s/n	815485	9240700	2618
PB 83	Segundo Vásquez Huamán	Jr. Dos de Mayo s/n	815485	9240677	2618
PB 84	María Muñoz Ortiz	Jr. Dos de Mayo s/n	815480	9240635	2619
PB 85	Daniel Saldaña Ramos	Jr. Arica N° 365	815455	9240627	2620
PB 86	Abel Briones Saldaña	Jr. Arica s/n	815444	9240626	2620
PB 87	Pablo Espinoza Sánchez	Jr. Arica s/n	815421	9240630	2620
PB 88	María Tello Zaldívar	Jr. Ayacucho N° 1208	815395	9240692	2621
PB 89	Jorge Alcántara Guevara	Jr. Ayacucho N° 1210	815403	9240645	2621
PB 90	Damián Cotrina Campos	Jr. Ayacucho N° 1212	815405	9240660	2621
PB 91	Segundo Sánchez Pisco	Jr. Arica N° 437	815513	9240622	2618
PB 92	Ofelia Cercado Mantilla	Jr. Huancayo s/n	815587	9240700	2616
PB 93	Israel Guevara Chacón	Jr. Arica s/n	815652	9240692	2617
PB 94	Juana Cachay Alva	Jr. Arica s/n	815573	9240598	2618
PB 95	Sebastián Zelada Julca	Jr. Arica N° 420	815506	9240611	2618
PB 96	Doris Human Chávez	Jr. José Gálvez N° 1119	815564	9240642	2617
PB 97	Lita Shapiama De Paredes	Jr. José Gálvez N° 1117	815584	9240677	2617
PB 98	María Vásquez Huamán	Jr. José Gálvez N° 1026	815600	9240592	2618
PB 99	Jordán Muñoz Tamayo	Jr. José Gálvez N° 1020	815576	9240576	2618
PB 100	Maximila Chávez Leyva	Jr. José Gálvez N° 1005	815579	9240530	2620
PB 101	César Rojas Chávez	Jr. Córdova s/n	815624	9240531	2621
PB 102	Rosalía Lozano Correa	Jr. Córdova N°639	815629	9240513	2622
PB 103	Rita Lozano Correa	Jr. Córdova s/n	815612	9240507	2622
PB 104	Luis Riquelme Zamora	Jr. Dos de Mayo s/n	815473	9240505	2621
PB 105	Rosendo Gonzales Moreno	Jr. Córdova N° 487	815466	9240533	2622
PB 106	Wilson Santos Mejía Calla	Jr. Córdova N°483	815446	9240540	2623
PB 107	Vicente Ortiz Chávez	Jr. Junín N° 1060	815289	9240507	2622
PB 108	Marleny Salazar Vallejos	Jr. Junín N° 1050	815288	9240488	2622
PB 109	Elena Díaz Acuña	Jr. Junín N° 1041	815285	9240487	2621
PB 110	Angélica García Marín	Junín N° 1040	815284	9240474	2621
PB 111	Ángela Ortiz Díaz	Jr. Córdova N°208	815223	9240549	2626

Segue en la página siguiente

PB 112	Gilberto Fernández Linares	Jr. Córdova N° 114	815160	9240545	2626
PB 113	Juan Díaz Araujo	Jr. Córdova N° 113	815142	9240548	2626
PB 114	María Tirado Terrones	Jr. Córdova N° 108	815123	9240545	2626
PB 115	Máximo Chávez Muñoz	Jr. Moquegua N° 1015	815202	9240606	2628
PB 116	Pacífico Ramírez Llamo	Jr. Moquegua N° 1104	815197	9240591	2628
PB 117	Vicenta Cotrina Manosalva	Jr. Moquegua N° 1102	815192	9240567	2628
PB 118	Anita Marín Ortiz	Jr. Moquegua N° 1101	815178	9240562	2628

Apéndice 3. Puntos de muestreo de coliformes termotolerantes

Tabla 13. Puntos de muestreo para coliformes termotolerantes en la red de distribución de la ciudad de Celendín

Código	Coordenadas		Altitud (m.s.n.m)	Propietario	Dirección
	UTM				
	Este	Norte			
PA	814941	9239722	2661	Lauren Zamora Pisco	Jr. Cumbe N° 184
PM	815971	9240208	2627	Justina Mori Silva	Jr. Unión S/N Cdra. 8
PB	815435	9240866	2616	Margarita Human Chávez	Jr. Ayacucho N° 1456

PA: parte alta
PM: parte media
PB: parte baja

Apéndice 4. Registro de cloro residual obtenido en la parte alta, media y baja de la ciudad de Celendín.

Tabla 14. Mediciones obtenidas para cloro residual en la Parte Alta de la ciudad de Celendín.

Código	Mediciones (mg/L)			
	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	1ra Medición	2da Medición	3ra Medición	4ta Medición
PA 1	0.32	0.33	0.30	0.00
PA 2	0.23	0.19	0.53	0.03
PA 3	0.39	0.33	0.44	0.05
PA 4	0.37	0.41	0.39	0.03
PA 5	0.43	0.49	0.41	0.07
PA 6	0.39	0.28	0.48	0.06
PA 7	0.27	0.52	0.51	0.00
PA 8	0.33	0.21	0.19	0.12
PA 9	0.42	0.39	0.47	0.10
PA 10	0.49	0.54	0.39	0.15
PA 11	0.23	0.67	0.26	0.12
PA 12	0.51	0.40	0.43	0.03
PA 13	0.49	0.55	0.40	0.09
PA 14	0.50	0.34	0.58	0.05
PA 15	0.57	0.47	0.51	0.08
PA 16	0.35	0.29	0.70	0.06
PA 17	0.43	0.42	0.33	0.13
PA 18	1.37	0.61	0.29	0.15
PA 19	0.45	1.01	0.50	0.18
PA 20	0.51	1.06	0.49	0.19
PA 21	0.35	0.50	0.19	0.23
PA 22	0.47	0.35	0.39	0.16
PA 23	0.48	0.56	0.41	0.17
PA 24	0.51	0.44	0.47	0.33
PA 25	0.49	0.53	0.38	0.27
PA 26	0.71	0.39	0.53	0.23
PA 27	0.50	0.23	0.37	0.25
PA 28	0.52	0.50	0.64	0.18
PA 29	0.63	0.55	0.44	0.19
PA 30	0.34	0.53	0.42	0.21
PA 31	0.48	1.42	0.30	0.28
PA 32	0.72	0.45	0.43	0.27
PA 33	0.53	0.65	0.15	0.30
PA 34	0.38	0.41	0.37	0.34
PA 35	1.20	0.22	0.51	0.33
PA 36	1.01	0.49	0.72	0.31
PA 37	0.37	0.29	0.19	0.22

Sigue en la página siguiente

PA 38	0.44	0.52	0.64	0.28
PA 39	0.32	0.51	0.13	0.10
PA 40	0.51	0.35	0.50	0.23
PA 41	1.02	0.41	0.51	0.27
PA 42	0.59	0.48	0.76	0.18
PA 43	0.29	0.35	0.60	0.16
PA 44	1.16	0.59	0.34	0.13
PA 45	0.49	0.33	0.39	0.25
PA 46	0.24	0.50	0.44	0.33
PA 47	0.43	0.57	0.59	0.32
PA 48	0.40	0.88	0.22	0.19
PA 49	1.05	0.60	0.73	0.27
PA 50	0.47	0.54	0.61	0.31
PA 51	0.33	0.51	0.50	0.24
PA 52	0.50	0.32	0.59	0.34
PA 53	0.41	0.39	0.62	0.30
PA 54	0.49	0.42	0.71	0.00
PA 55	0.38	0.35	1.33	0.01
PA 56	0.47	0.51	0.99	0.07
PA 57	0.28	0.49	0.75	0.13
PA 58	0.45	0.17	0.58	0.09
PA 59	1.01	0.52	0.37	0.01
PA 60	1.14	0.44	0.41	0.34
PA 61	0.33	0.29	1.09	0.21
PA 62	1.23	0.40	0.18	0.12
PA63	0.14	0.54	1.21	0.31
PA 64	0.23	0.68	0.35	0.25
PA 65	0.39	0.50	0.47	0.24
PA 66	0.45	0.23	0.42	0.17
PA 67	0.43	0.36	0.55	0.19
PA 68	0.27	0.51	0.37	0.12
PA 69	0.39	0.72	0.22	0.09
PA 70	0.25	0.53	0.79	0.16
PA 71	0.47	1.01	0.35	0.22
PA 72	0.31	0.48	0.49	0.21
PA 73	0.23	0.19	0.43	0.33
PA 74	0.60	0.37	0.33	0.30
PA 75	0.43	0.29	0.40	0.29
PA 76	0.34	0.40	0.30	0.31
PA 77	0.40	0.42	0.46	0.19
PA 78	0.49	0.33	0.52	0.27
PA 79	0.57	0.25	0.36	0.23
PA 80	0.35	0.46	0.43	0.20
PA 81	0.54	0.51	0.55	0.11

Sigue en la página siguiente

PA 82	0.43	1.10	0.66	0.23
PA 83	0.31	0.30	0.44	0.21
PA 84	0.35	0.43	0.53	0.33
PA 85	0.36	0.31	0.38	0.30
PA 86	0.19	0.72	0.52	0.31
PA 87	0.41	0.29	0.50	0.25
PA 88	0.52	0.19	0.17	0.23
PA 89	0.29	0.47	0.28	0.31
PA 90	0.37	0.51	0.50	0.15
PA 91	0.41	0.36	1.06	0.19
PA 92	0.40	0.38	0.47	0.21
PA 93	1.23	0.74	0.50	0.30
PA 94	0.38	0.47	0.51	0.09
PA 95	0.47	0.50	0.43	0.10
PA 96	0.32	0.29	0.50	0.11
PA 97	0.51	0.45	0.51	0.29
PA 98	0.49	0.18	0.40	0.27
PA 99	0.46	0.46	0.39	0.30
PA 100	0.17	0.88	0.30	0.09
PA 101	0.38	0.39	0.32	0.12
PA 102	0.33	0.40	0.39	0.24
PA 103	0.42	1.10	0.45	0.21
PA 104	0.29	0.44	0.48	0.29
PA 105	0.50	0.20	0.50	0.17
PA 106	0.49	0.53	0.91	0.09
PA 107	0.54	0.42	0.52	0.21
PA 108	0.30	0.50	0.13	0.29
PA 109	0.37	0.39	0.50	0.33
PA 110	0.33	0.48	0.32	0.31
PA 111	0.22	0.51	0.49	0.27
PA 112	0.41	0.17	0.77	0.20
PA 113	0.29	0.43	0.45	0.17
PA 114	0.52	0.29	0.39	0.19
PA 115	0.50	0.42	0.96	0.33
PA 116	1.01	0.39	0.50	0.14
PA 117	0.23	0.50	0.38	0.29
PA 118	0.35	0.41	0.43	0.23

Tabla 15. Mediciones obtenidas para cloro residual en la Parte Media de la ciudad de Celendín.

Código	Mediciones (mg/L)			
	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	1ra Medición	2da Medición	3ra Medición	4ta Medición
PM 1	0.29	0.29	0.29	0.00
PM 2	0.49	0.29	0.38	0.03
PM 3	0.33	0.43	0.45	0.03
PM 4	0.36	0.58	0.47	0.04
PM 5	0.38	0.32	0.42	0.01
PM 6	0.43	0.57	0.39	0.06
PM 7	0.32	0.30	0.54	0.05
PM 8	0.30	0.71	0.50	0.02
PM 9	0.32	0.68	0.46	0.10
PM 10	0.38	0.47	0.23	0.08
PM 11	0.62	0.30	0.38	0.16
PM 12	0.75	0.40	0.27	0.10
PM 13	0.28	1.03	0.40	0.09
PM 14	0.12	0.74	0.37	0.07
PM 15	0.17	0.52	0.55	0.05
PM 16	0.61	0.39	0.31	0.10
PM 17	0.15	0.33	0.39	0.11
PM 18	0.81	0.46	0.64	0.08
PM 19	0.51	0.30	0.49	0.17
PM 20	1.10	0.29	0.36	0.20
PM 21	0.35	0.66	0.43	0.20
PM 22	0.21	0.56	0.27	0.15
PM 23	0.30	1.08	0.53	0.14
PM 24	0.29	0.87	0.33	0.24
PM 25	0.34	0.45	0.10	0.21
PM 26	0.29	0.30	0.30	0.20
PM 27	0.25	0.52	0.38	0.25
PM 28	0.38	0.34	0.37	0.13
PM 29	0.32	0.44	0.29	0.17
PM 30	0.19	0.37	0.27	0.23
PM 31	0.30	0.30	0.35	0.01
PM 32	0.23	0.37	0.29	0.22
PM 33	0.39	0.75	0.15	0.27
PM 34	0.53	0.36	0.26	0.31
PM 35	0.50	0.30	0.27	0.32
PM 36	0.45	0.29	0.54	0.30
PM 37	0.36	0.28	0.31	0.29
PM 38	0.48	0.35	0.32	0.16
PM 39	0.55	0.62	0.30	0.14
PM 40	0.32	0.90	0.35	0.23
PM 41	0.63	0.57	0.44	0.20

Sigue en la página siguiente

PM 42	0.44	0.30	0.19	0.15
PM 43	0.29	0.51	0.32	0.15
PM 44	0.15	0.45	0.38	0.16
PM 45	0.27	0.73	0.41	0.21
PM 46	0.34	1.00	0.50	0.29
PM 47	0.32	0.28	0.37	0.30
PM 48	0.49	0.29	0.35	0.17
PM 49	0.25	0.50	0.16	0.19
PM 50	0.50	0.37	0.41	0.30
PM 51	0.32	0.54	0.30	0.24
PM 52	0.21	1.03	0.33	0.31
PM 53	0.27	0.76	0.43	0.27
PM 54	0.30	0.35	0.40	0.14
PM 55	0.41	0.28	0.20	0.03
PM 56	0.36	0.59	0.38	0.11
PM 57	0.31	0.43	0.31	0.05
PM 58	0.47	0.30	0.42	0.14
PM 59	0.32	0.57	0.34	0.10
PM 60	0.16	0.39	0.27	0.32
PM 61	0.29	0.30	0.40	0.20
PM 62	0.33	0.54	0.29	0.13
PM 63	0.46	0.47	0.11	0.27
PM 64	0.38	0.30	0.35	0.30
PM 65	0.47	0.23	0.32	0.21
PM 66	0.55	0.27	0.47	0.20
PM 67	1.23	0.29	0.21	0.15
PM 68	0.92	0.58	0.32	0.10
PM 69	0.47	0.40	0.32	0.07
PM 70	0.43	1.12	0.53	0.16
PM 71	0.64	0.38	0.27	0.21
PM 72	0.37	0.34	0.81	0.20
PM 73	0.41	0.27	0.46	0.30
PM 74	0.35	0.43	0.40	0.27
PM 75	0.38	0.70	0.65	0.29
PM 76	0.64	0.40	0.30	0.29
PM 77	0.52	0.23	0.77	0.17
PM 78	0.43	0.78	0.61	0.26
PM 79	0.40	0.36	0.39	0.21
PM 80	0.35	0.47	0.82	0.15
PM 81	0.63	0.30	0.41	0.10
PM 82	0.41	0.52	0.37	0.21
PM 83	0.22	0.36	0.29	0.20
PM 84	0.50	0.48	0.19	0.23
PM 85	0.48	0.57	0.19	0.30

Segue en la página siguiente

PM 86	0.52	0.45	0.34	0.29
PM 87	0.39	0.36	0.46	0.16
PM 88	0.40	0.50	0.43	0.25
PM 89	0.86	0.42	0.35	0.30
PM 90	0.65	0.50	0.38	0.13
PM 91	0.99	0.33	0.54	0.21
PM 92	1.37	0.29	0.37	0.12
PM 93	0.34	1.74	0.48	0.23
PM 94	1.52	0.22	0.36	0.11
PM 95	0.39	0.35	1.29	0.11
PM 96	1.24	0.14	0.41	0.17
PM 97	0.42	0.30	0.97	0.23
PM 98	0.23	1.55	0.30	0.32
PM 99	1.02	0.31	0.42	0.31
PM 100	0.36	0.47	1.02	0.24
PM 101	1.72	0.32	0.14	0.14
PM 102	1.30	0.98	1.25	0.10
PM 103	0.33	1.47	0.84	0.09
PM 104	0.30	0.27	1.05	0.13
PM 105	1.08	0.33	0.39	0.16
PM 106	1.11	0.21	0.15	0.30
PM 107	1.06	0.28	0.40	0.22
PM 108	0.20	0.23	1.96	0.25
PM 109	0.53	0.29	0.33	0.11
PM 110	0.42	0.47	0.91	0.32
PM 111	0.39	0.38	0.39	0.24
PM 112	0.26	0.49	0.12	0.18
PM 113	0.16	0.45	0.99	0.15
PM 114	0.41	1.91	0.91	0.13
PM 115	1.01	0.30	0.88	0.29
PM 116	0.49	0.52	0.65	0.17
PM 117	2.19	0.39	0.54	0.31
PM 118	0.38	0.70	0.61	0.28
PM 119	0.43	0.28	0.70	0.08
PM 120	0.39	0.27	0.30	0.10
PM 121	1.23	0.48	0.60	0.11

Tabla 16. Mediciones obtenidas para cloro residual en la Parte Baja de la ciudad de Celendín.

Código	Mediciones (mg/L)			
	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	1ra Medición	2ra Medición	3ra Medición	4ra Medición
PB 1	0.32	0.32	0.33	0.00
PB 2	0.56	0.44	0.30	0.02
PB 3	0.61	0.40	0.23	0.03
PB 4	0.38	0.41	0.39	0.02
PB 5	0.51	0.49	0.47	0.02
PB 6	0.81	0.39	0.12	0.05
PB 7	0.39	0.56	0.54	0.06
PB 8	0.42	0.47	0.19	0.04
PB 9	0.51	0.34	0.32	0.10
PB 10	0.63	0.56	0.47	0.06
PB 11	0.71	0.30	0.14	0.11
PB 12	0.68	0.33	0.50	0.09
PB 13	0.50	0.37	0.21	0.03
PB 14	0.45	0.22	0.35	0.07
PB 15	0.78	0.46	0.30	0.09
PB 16	0.27	0.39	0.40	0.09
PB 17	0.35	0.14	0.46	0.07
PB 18	0.72	0.32	0.39	0.10
PB 19	0.63	0.71	0.50	0.09
PB 20	0.29	0.53	0.41	0.18
PB 21	0.48	0.19	0.40	0.21
PB 22	1.01	0.60	0.38	0.15
PB 23	0.37	0.35	0.51	0.11
PB 24	0.45	0.87	0.63	0.23
PB 25	0.61	0.99	0.42	0.17
PB 26	0.52	0.29	0.17	0.18
PB 27	0.88	0.43	0.16	0.23
PB 28	0.33	0.29	0.56	0.19
PB 29	0.48	0.57	0.41	0.16
PB 30	0.36	0.94	0.39	0.24
PB 31	0.25	0.23	0.45	0.21
PB 32	0.22	0.62	0.96	0.18
PB 33	0.13	0.43	0.50	0.31
PB 34	0.46	0.39	0.51	0.30
PB 35	0.29	0.37	0.42	0.30
PB 36	0.53	0.50	0.29	0.29
PB 37	0.49	0.74	0.48	0.18
PB 38	0.64	0.14	0.55	0.14
PB 39	0.38	0.23	0.38	0.13
PB 40	0.30	0.48	0.45	0.22

Sigue en la página siguiente

PB 41	0.16	0.52	0.23	0.11
PB 42	0.47	0.16	1.02	0.01
PB 43	0.40	0.21	0.52	0.20
PB 44	0.52	0.23	0.15	0.12
PB 45	0.36	0.33	0.30	0.23
PB 46	0.20	0.30	0.29	0.22
PB 47	0.26	0.39	0.72	0.15
PB 48	0.37	0.20	0.35	0.33
PB 49	0.38	0.41	0.45	0.24
PB 50	0.15	0.47	0.41	0.29
PB 51	0.20	0.25	0.48	0.23
PB 52	0.26	0.29	0.30	0.28
PB 53	0.27	0.31	0.34	0.31
PB 54	0.19	0.44	0.29	0.21
PB 55	0.23	0.55	0.63	0.09
PB 56	0.19	0.39	1.05	0.04
PB 57	0.38	0.40	0.40	0.13
PB 58	0.43	0.17	0.31	0.19
PB 59	0.31	0.23	0.22	0.15
PB 60	0.59	0.15	0.37	0.27
PB 61	0.32	0.49	0.39	0.21
PB 62	0.37	0.50	0.95	0.23
PB 63	0.50	0.52	0.43	0.24
PB 64	0.61	0.31	0.44	0.25
PB 65	0.77	0.45	0.12	0.17
PB 66	0.52	0.38	0.27	0.17
PB 67	0.48	0.21	0.46	0.09
PB 68	0.74	0.33	0.15	0.23
PB 69	0.31	0.53	0.65	0.11
PB 70	0.16	0.30	0.30	0.15
PB 71	0.39	0.36	0.33	0.21
PB 72	0.24	0.53	0.17	0.23
PB 73	0.46	0.40	0.49	0.27
PB 74	0.40	0.81	0.47	0.24
PB 75	0.72	0.37	0.61	0.13
PB 76	0.58	1.09	0.32	0.22
PB 77	0.53	0.48	0.54	0.15
PB 78	0.49	0.20	0.15	0.23
PB 79	0.23	0.18	0.36	0.12
PB 80	0.51	0.47	0.34	0.23
PB 81	0.50	0.53	0.18	0.12
PB 82	0.30	0.45	0.30	0.25
PB 83	0.31	0.42	0.94	0.21
PB 84	0.19	0.30	0.45	0.18

Sigue en la página siguiente

PB 85	0.28	0.82	0.38	0.25
PB 86	0.45	0.71	0.88	0.24
PB 87	0.50	0.43	0.13	0.30
PB 88	1.01	0.50	0.32	0.28
PB 89	0.72	0.98	0.21	0.19
PB 90	0.99	0.37	0.52	0.25
PB 91	0.42	0.73	0.12	0.27
PB 92	0.46	0.45	0.50	0.31
PB 93	0.37	0.19	0.37	0.30
PB 94	0.36	0.67	0.33	0.29
PB 95	0.43	0.56	0.47	0.26
PB 96	1.42	0.23	0.39	0.17
PB 97	1.28	0.47	0.34	0.06
PB 98	0.17	1.24	0.45	0.29
PB 99	0.50	0.33	0.12	0.30
PB 100	0.45	0.20	0.35	0.07
PB 101	0.52	0.43	0.33	0.12
PB 102	1.19	0.25	0.29	0.14
PB 103	0.91	0.66	0.43	0.16
PB 104	0.49	0.28	0.46	0.07
PB 105	0.32	1.20	0.39	0.10
PB 106	1.03	0.43	0.90	0.22
PB 107	0.56	0.30	0.62	0.25
PB 108	1.07	0.18	0.19	0.33
PB 109	0.27	0.71	0.48	0.15
PB 110	0.60	0.40	0.37	0.09
PB 111	0.31	0.42	0.51	0.05
PB 112	0.24	0.65	0.43	0.21
PB 113	0.35	0.29	0.37	0.18
PB 114	1.00	0.47	0.50	0.30
PB 115	0.27	0.81	0.30	0.28
PB 116	0.51	0.51	0.43	0.31
PB 117	0.64	0.18	0.25	0.27
PB 118	0.74	0.33	0.44	0.19

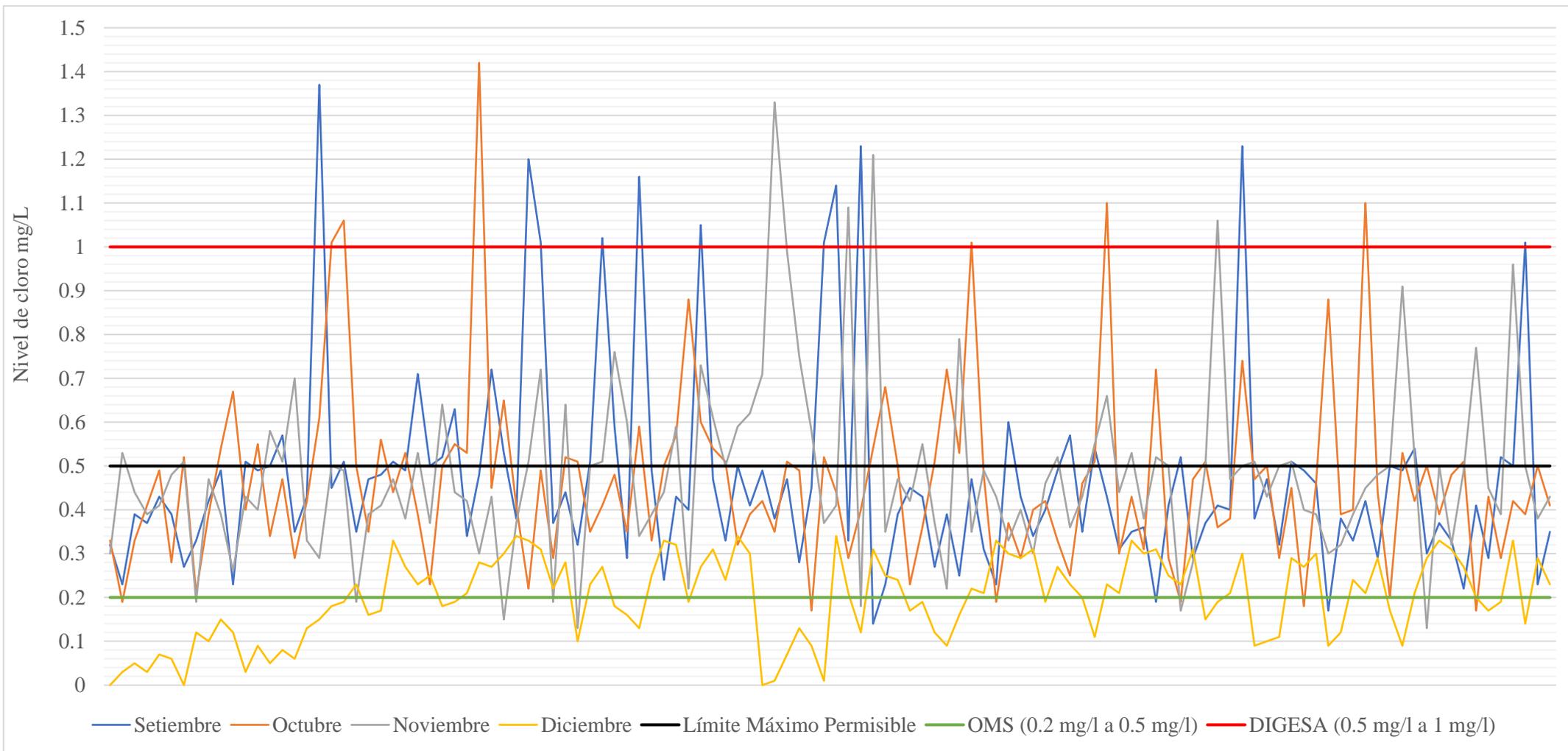


Figura 24. Concentración de cloro residual en la parte alta de la red de distribución de agua en la ciudad de Celendín

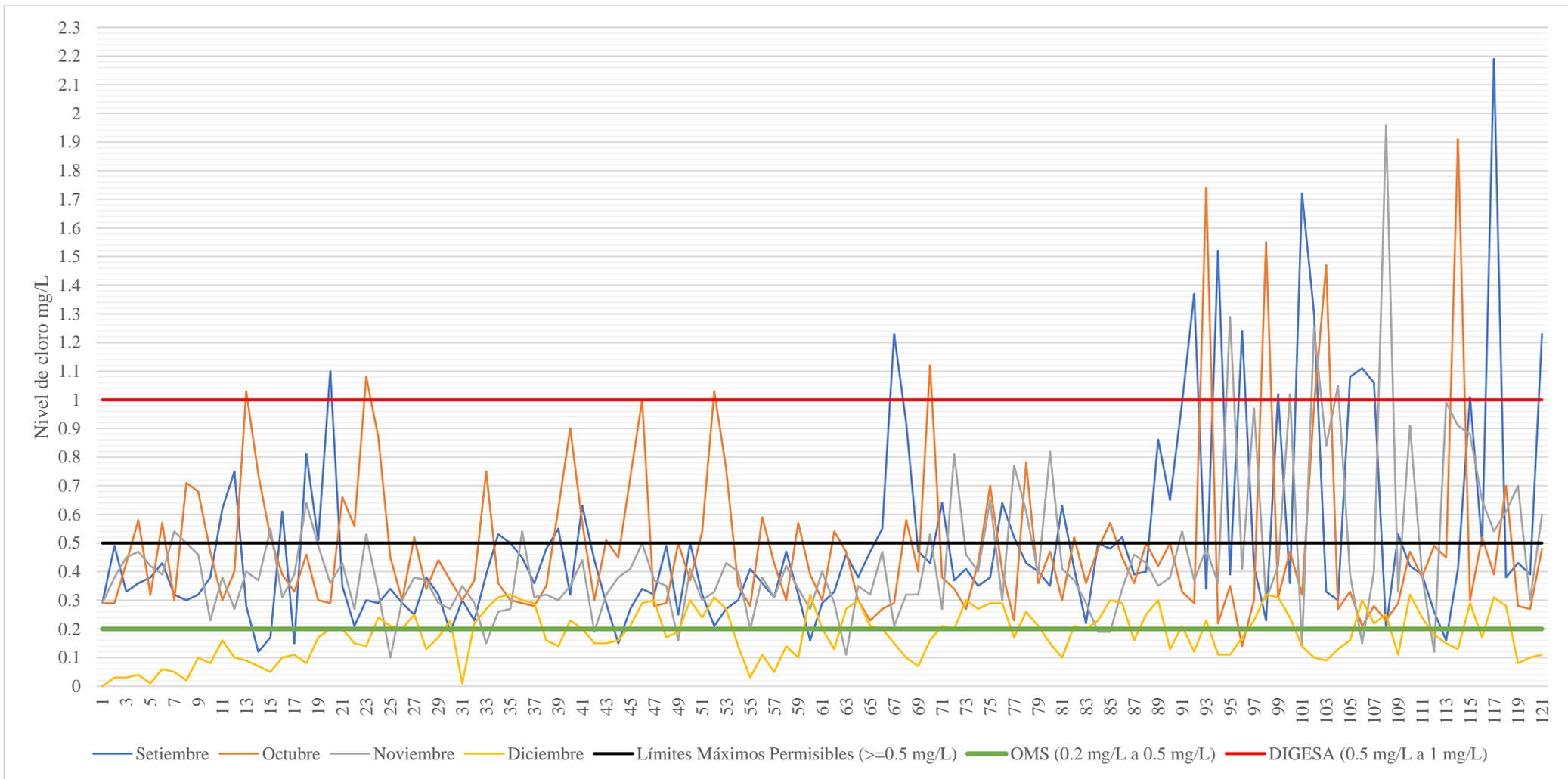


Figura 25. Concentraci3n de cloro residual en la parte media de la red de distribuci3n de agua en la ciudad de Celendín

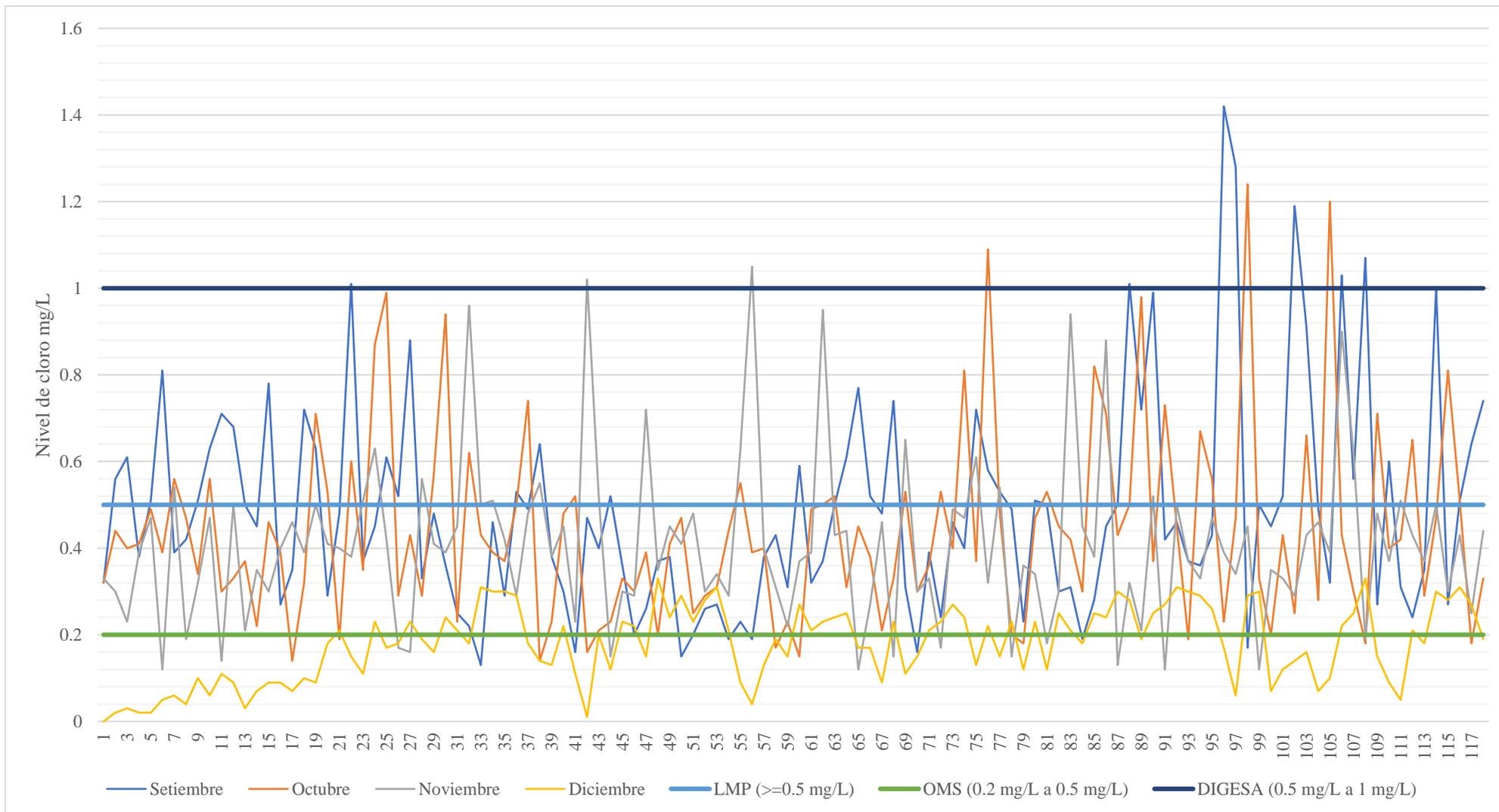


Figura 26. Concentración de cloro residual en la parte baja de la red de distribución de agua en la ciudad de Celendín

Tabla 17. Medición de coliformes termotolerantes, cloro residual y parámetros de campo

Código de Campo	Localización de la muestra	Parámetros medidos en el campo				Microbiológicos y/o biológicos
		pH	Temperatura (°C)	Turbiedad (UNT)	Cloro residual (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100)
PA	Jirón el Cumbe N° 184	7.20	16.20	5.94	0.32	1.1
		6.71	16.40	2.73	0.33	1.1
		7.39	16.10	4.85	0.30	1.1
		7.66	15.14	3.37	0.00	16
PM	Unión S/N Cdra 8	6.58	17.50	5.46	0.29	1.1
		7.02	17.40	3.69	0.29	1.1
		7.22	17.10	4.20	0.29	1.1
		7.42	16.51	0.00	0.00	12
PB	Ayacucho N° 1456	6.72	16.70	4.45	0.27	1.1
		6.61	17.30	4.81	0.26	1.1
		7.6	16.70	4.62	0.30	1.1
		7.61	15.18	0.00	0.00	5.1

ANEXOS

Anexos 1.

Cadena de custodia de las muestras de agua



CADENA DE CUSTODIA

RT2.5.8.01

FECHA DE EMISIÓN: 28/09/2018

Nº DE REVISIÓN: 06

PÁGINA: 1 de 2



La manera de tomar la muestra puede ser de dos formas:
A= Automático (Equipos automuestreadores)
Ma= Manual (Realizado por una persona)

Tipo de muestra
S= Simple (Una toma en un punto)
C= Compuesta (Varias tomas en el mismo punto)
I= Integrada (Varias tomas en distintos puntos)

Tipo Recipiente en el que se tomara la muestra
V= Vidrio: 250, 500 y 1000mL
P= Plástico: 500/1000mL
B= Bolsa

Tipo Preservante necesario para conservar la muestra según su ensayo	
1= HNO ₃ (Para llevar hasta: pH ≤ 2)	6= Acetato de Zn (C ₂ H ₃ O ₂ Zn) precipitación
2= H ₂ SO ₄ (Para llevar hasta: pH ≤ 2)	7= Buffer tampon: NH ₄ SO ₄ + NH ₄ OH
3= NaOH (Para llevar hasta: pH ≥ 12)	
4= Na ₂ S ₂ O ₅ (Para remover el cloro)	
5= EDTA (Agente quelante)	
8= Conservar: 0-6°C	

MATRIZ DE AGUA
AN: AGUAS NATURALES
S= Superficial
Sb= Subterránea
AR: AGUA RESIDUAL
D= Domestica
I= Industrial
M= Municipal
AUCH: USO Y CONSUMO HUMANO
B= Bebida
P= Piscina

Prámetros	Parámetros que pueden ir	Volumen mínimo	Preservante o conservante
Turbidez	A	500mL	T°C ≤6
Aniones	A		
pH	A		
Conductividad	A	500mL	T°C ≤6
Acidez	A		
Alcalinidad	A		
Metales Totales (preservar)	B	500mL	25 gtas de HNO ₃ ó H ₂ SO ₄ prop 1:1
Dureza	B		
Mercurio	B		
Metales Disueltos (Filtrar y preservar)	C		
Cianuro Total , Cianuro Wad y Cianuro Libre	D	500mL	5ml NaOH 1M
DBO5	E	1000mL	T°C ≤6
DQO	F	500mL	20 gtas de H ₂ SO ₄ prop 1:1
N-amoniaco ó Amoniaco	F		
Solidos disueltos, Suspendidos, Totales	G	1000mL	T°C ≤6
Solidos Sedimentable	G	1000mL	T°C ≤6
Oxígeno disuelto	H	300mL	R1= MnSO ₄ + R2= IK-azida-Na
Sulfuros	I	500mL	20 gta. C ₂ H ₃ O ₂ Zn + 10gta NaOH 6N
Cromo hexavalente	J	500mL	5ml Buffer + 3ml NaOH 5N
Aceites y Grasas	K	1000mL	40 gtas de H ₂ SO ₄ prop 1:1
Coliformes Totales	L	500mL	T°C ≤6
Coliformes Termotolerantes	L	500mL	T°C ≤6
Bacterias Heterotrófas	L	500mL	T°C ≤6
Escherichia coli	L	500mL	T°C ≤6

RECOMENDACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS

Toma de Muestras para Análisis Microbiológicos

- Utilizar guantes descartables antes de recolectar la muestra.
- Conserve la botella de muestreo cerrada hasta el momento del muestreo.
- Retire la envoltura de aluminio o papel kraf, evitando contaminar la tapa y el cuello de la botella.
- Cuando la muestra es colectada dejar un espacio de al menos 2,5 cm para facilitar la mezcla por agitación antes del análisis.
- Llene el recipiente sin enjuagar y tape inmediatamente el recipiente y coloque nuevamente la envoltura asegurándolo alrededor del cuello de la botella.

Toma de Muestras para Análisis Químicos.

- Colocarse los guantes descartables antes del inicio de la toma de muestra y desechar luego de culminado el muestreo en cada punto.
- En todo momento evitar tomar la muestra cogiendo el frasco por la boca.
- Enjuagar los frascos con el agua a ser recolectada de dos a tres veces con la finalidad de eliminar posibles sustancias existentes en su interior.
- Después de preservar las muestras y tapar, homogenizar el contenido.
- Para el caso de muestras para análisis de metales disueltos, primero filtrar con membrana de 0.45um diametro y luego preservar.
- Para el caso de la toma de muestras de sulfuros, primer enjuagar el recipiente y luego agregar los preservantes antes de tomar la muestra con la menor aireación posible y llenarla al tope.
- Conservar las muestras a temperatura ≤6°C.

Considerar la cantidad de preservante para AGUAS RESIDUALES tal como se describe:

- 3mL (60 gotas) HNO₃ 1:1, para los ensayos de metales totales y disueltos.
- 2.5mL (50 gotas) H₂SO₄ 1:1, para ensayos de Dureza, DQO y N- NH₃ o NH₄
- 7.5 mL (150 gotas) NaOH 1M para ensayos de Cianuro libre, wad y libre.
- 5mL (100 gotas) de H₂SO₄ 1:1, para ensayos de Aceites y grasas.

Anexo 2.

Resultados de análisis en el Laboratorio Regional del Agua – Cajamarca



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084**



Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0918542-A

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario **YHORDANIA KATHERINE BANDA ZELADA**
Dirección **Jr. Union N° 919**
Persona de contacto - Correo electrónico **ykbandaz@unc.edu.pe**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo **21.09.18** Hora: **08:13 a 09:30**
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de Muestras **03** N° Frascos x muestra **01**
Ensayos solicitados **Microbiológicos**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.**
Responsable de la toma de muestra **Las muestras fueron tomadas por el personal usuario**
Procedencia de la Muestra: **CELENDÍN**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC - 616** Cadena de Custodia **CC - 542 - 18**
N° Orden de Trabajo **0918542**
Fecha y Hora de Recepción **21.09.18** **12:43** Inicio de Ensayo **21.09.18** **14:50**
Reporte Resultado **26.09.18** **12:30**


Ing. Qco Freddy H. López León
Responsable del Laboratorio(e)
CIP: 198264

LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Cajamarca, 26 de Abril de 2019.

Página: 1 de 2



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0918542-A

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS				
Código Cliente	PA	PB	PM	-	-	-	
Código Laboratorio	0918542-01	0918542-02	0918542-03	-	-	-	
Matriz de Agua	USO Y CONSUMO	USO Y CONSUMO	USO Y CONSUMO	-	-	-	
Descripción	Potable	Potable	Potable	-	-	-	
Localización de la Muestra	Jr. El Cumbe N° 184	Jr. Ayacucho N°1456	Jr. Union S/N cdra 8	-	-	-	
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.1	<1.1	<1.1	<1.1	-	

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017; Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

OBSERVACIONES

LCM: Límite de cuantificación del métodos, VE: Valor Estimado
 Los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del analito es menor al LCM del Laboratorio establecido.
 Los Resultados Microbiológicos <1.8, 1.1, <1.0; significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecia crecimiento bacteriano en la muestra.
 (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica ND: No determinado
 (*) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.
 Código del Formato: RT1-5.10-01 Rev.N°05 Fecha : 06/06/2017.

NOTAS FINALES

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025.
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
 - El informe 0918542-A reemplaz al IE 0918542



Cajamarca, 26 de Abril de 2019.

LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 1018608-A

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario **YHORDANIA KATHERINE BANDA ZELADA**
Dirección **Jr. Union N° 919**
Persona de contacto **-** Correo electrónico **ykbandaz@unc.edu.pe**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo **22.10.18** Hora: **08:00 a 08:45**
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de Muestras **03** N° Frascos x muestra **01**
Ensayos solicitados **Microbiológicos**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.**
Responsable de la toma de muestra **Las muestras fueron tomadas por el personal usuario**
Procedencia de la Muestra: **CELENDÍN**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC - 687** Cadena de Custodia **CC - 608 - 18**
N° Orden de Trabajo **1018608**
Fecha y Hora de Recepción **22.10.18** **12:00** Inicio de Ensayo **22.10.18** **14:30**
Reporte Resultado **29.10.18** **12:30**


Ing. Oco Freddy H. López León
Responsable del Laboratorio(e)
CIP: 198264

Cajamarca, 26 de Abril de 2019.

Página: 1 de 2



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 1018608-A

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS					
Código Cliente			PA	PB	PM	-	-	-
Código Laboratorio			1018608-01	1018608-02	1018608-03	-	-	-
Matriz de Agua			USO Y CONSUMO	USO Y CONSUMO	USO Y CONSUMO	-	-	-
Descripción			Potable	Potable	Potable	-	-	-
Localización de la Muestra			Jr. El Cumbe N° 184	Jr. Ayacucho N°1456	Jr. Union S/N cdra 8	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.1	<1.1	<1.1	<1.1	-	-	-

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

OBSERVACIONES

LCM: Límite de cuantificación del métodos, VE: Valor Estimado

Los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del analito es menor al LCM del Laboratorio establecido.

Los Resultados Microbiológicos <1.8, 1.1, <1.0; significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecia crecimiento bacteriano en la muestra.

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica ND: No determinado

(*) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.

Código del Formato: RT1-5.10-01 Rev:N°05 Fecha : 06/06/2017

NOTAS FINALES

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025.
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

- El informe 1018608-A reemplaz al IE 1018608



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
Cajamarca, 26 de Abril de 2019.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 1118693-A

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario YHORDANIA KATHERINE BANDA ZELADA
Dirección Jr. Union N° 919
Persona de contacto - Correo electrónico ykbandaz@unc.edu.pe

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo 26.11.18 Hora: 07:20 a 08:40
Tipo de Muestreo Puntual
Número de Muestras 03 N° Frascos x muestra 01
Ensayos solicitados Microbiológicos
Breve descripción del estado de la muestra Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.
Responsable de la toma de muestra Las muestras fueron tomadas por el personal usuario
Procedencia de la Muestra: CELENDÍN

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato SC - 789 Cadena de Custodia CC - 693 - 18
N° Orden de Trabajo 1118693
Fecha y Hora de Recepción 26.11.18 11:30 Inicio de Ensayo 26.11.18 12:10
Reporte Resultado 04.12.18 08:30


Ing. Qco Freddy H. López León
Responsable del Laboratorio(e)
CIP: 198264

Cajamarca, 26 de Abril de 2019.

Página: 1 de 2



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084

INFORME DE ENSAYO N° IE 1118693-A

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS			
Código Cliente	PA	PB	PM	-	-	-
Código Laboratorio	1118693-01	1118693-02	1118693-03	-	-	-
Matriz de Agua	USO Y CONSUMO	USO Y CONSUMO	USO Y CONSUMO	-	-	-
Descripción	Potable	Potable	Potable	-	-	-
Localización de la Muestra	Jr. El Cumbe N° 184	Jr. Ayacucho N°1456	Jr. Union S/N cdra 8	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.1	<1.1	<1.1	1.1	-

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

OBSERVACIONES

LCM: Límite de cuantificación del métodos, VE: Valor Estimado
 Los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del analito es menor al LCM del Laboratorio establecido.
 Los Resultados Microbiológicos <1.8, 1.1, <1.0; significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecia crecimiento bacteriano en la muestra.
 (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica ND: No determinado
 (*) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.
 Código del Formato: RT1-5.10-01 Rev:N°05 Fecha: 06/06/2017

NOTAS FINALES

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
 - ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
 - ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025.
 - ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
 - ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.
 - ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- El informe 1118693-A reemplaz al IE 1118693



Cajamarca, 26 de Abril de 2019.

LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 1218758-A

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario **YHORDANIA KATHERINE BANDA ZELADA**
Dirección **Jr. Union N° 919**
Persona de contacto - Correo electrónico **ykbandaz@unc.edu.pe**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo **20.12.18** Hora: **07:10 a 08:05**
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de Muestras **03** N° Frascos x muestra **01**
Ensayos solicitados **Microbiológicos**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.**
Responsable de la toma de muestra **Las muestras fueron tomadas por el personal usuario**
Procedencia de la Muestra: **CELENDÍN - CAJAMARCA.**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC - 862** Cadena de Custodia **CC - 758 - 18**
N° Orden de Trabajo **1218758**
Fecha y Hora de Recepción **20.12.18** **11:20** Inicio de Ensayo **20.12.18** **12:30**
Reporte Resultado **27.12.18**


Ing. Qco Freddy H. López León
Responsable del Laboratorio(e)
CIP: 198264

LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Cajamarca, 26 de Abril de 2019.

Página: 1 de 2



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084

INFORME DE ENSAYO N° IE 1218758-A

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS					
Código Cliente	PA	PB	PM	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	1218758-01	1218758-02	1218758-03	-	-	-	-	-
Matriz de Agua	USO Y CONSUMO	USO Y CONSUMO	USO Y CONSUMO	-	-	-	-	-
Descripción	Potable	Potable	Potable	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Jr. El Cumbe N° 184	Jr. Ayacucho N°1456	Jr. Union S/N cdra 8	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.1	16	5.1	12	-	-	-

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

OBSERVACIONES

LCM: Límite de cuantificación del métodos, VE: Valor Estimado

Los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del analito es menor al LCM del Laboratorio establecido.

Los Resultados Microbiológicos <1.8, 1.1, <1.0; significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecia crecimiento bacteriano en la muestra.

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica ND: No determinado

(*) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.

Código del Formato: RT1-5.10-01 Rev.N°05 Fecha: 06/06/2017

NOTAS FINALES

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
 - ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
 - ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025.
 - ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
 - ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.
 - ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- El informe 1218758-A reemplaz al IE 1218758



Cajamarca, 26 de Abril de 2019.

GLOSARIO

Cloro residual: Cantidad de cloro presente en el agua en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito que debe quedar en el agua de consumo humano para proteger de posible contaminación microbiológica, posterior a la cloración como parte del tratamiento (MINSA 2010).

Coliformes termotolerantes: Las bacterias del grupo de los coliformes totales que son capaces de fermentar lactosa a 44-45 °C (MINSA 2011).

Consumo: Consumo es la acción y efecto de consumir o gastar, bien sean productos, bienes o servicios, como la energía, entendiendo por consumir como el hecho de utilizar estos productos y servicios para satisfacer necesidades primarias y secundarias

DIGESA: Dirección General de Salud Ambiental

GPS: Sistema de Posicionamiento Global, es un sistema que permite determinar en toda la Tierra la posición de un objeto (una persona, un vehículo) con una precisión de hasta centímetros (si se utiliza GPS diferencial), aunque lo habitual son unos pocos metros de precisión

Límite máximo permisible (LMP): Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua (MINSA 2010).

NMP/100 mL: Número más Probable de Coliformes por cada 100 mL de muestra

OMS: Organización Mundial de la Salud

Red de distribución de agua potable: Es un sistema de tuberías desde el tanque de distribución de agua potable hasta aquellas líneas de las cuales parten la toma o conexiones domiciliarias (OPS 2005).

UNT: Unidad Nefelométricas de Turbidez