



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA E INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA

TESIS

**Evaluación físico-química y microbiológica del
agua que consume la población de los caseríos
San Cristóbal Chico y El Cardo del distrito de
Olmos-Lambayeque.**

Para optar el título profesional de

INGENIERA QUIMICA

Autor

Bach. Córdova López Helga Kelly

Asesora

Dra. Nevado Rojas Ysabel – ORCID 0000-0001-9995-0011

**Lambayeque - Perú
2024**



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA E INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA

TESIS

**Evaluación físico-química y microbiológica del
agua que consume la población de los caseríos
San Cristóbal Chico y El Cardo del distrito de
Olmos-Lambayeque.**

Para optar el título profesional de

INGENIERA QUIMICA

APROBADO POR:

Dra. Doyle Isabel
Benel Fernandez
PRESIDENTA

Dr. James Jenner
Guerrero Braco
SECRETARIO

M.Sc. Gerardo Santamaria
Baldera
VOCAL

Dra. Ysabel Nevado
Rojas
ASESORA

INDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCION	3
2. ANTECEDENTES Y BASES TEORICAS	5
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	6
2.2. BASES TEORICAS	10
2.2.1. DISTRIBUCION DEL AGUA EN EL MUNDO	10
2.2.2. DISTRIBUCION DEL AGUA EN EL PERU	10
2.2.3. PROPIEDADES GENERALES DEL AGUA	10
2.2.4. USOS DEL AGUA	11
2.2.5. FUENTES NATURALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO	11
2.2.6. CALIDAD DE AGUA POTABLE PARA CONSUMO HUMANO	12
2.2.7. CONTAMINACION DEL AGUA Y ENFERMEDADES	19
2.2.8. ¿A QUE SE LLAMA CENTRO POBLADO Y CASERIO?	20
2.2.9. ZONAS DE ESTUDIO	20
2.2.10. NORMAS PERUANAS SOBRE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO	24
2.3. OPERACIONALIZACION Y DEFINICION DE LA VARIABLE	26
2.3.1. VARIABLE	26
3. DISEÑO METODOLOGICO	27
3.1. DISEÑO DE CONTRASTACION DE HIPOTESIS	28
3.2. POBLACION Y MUESTRA	28
3.3. TECNICAS	29
3.4. INSTRUMENTOS	31
3.5. EQUIPOS	31
4. RESULTADOS, CORRELACIONES Y DISCUSION	33
4.1. RESULTADOS	34
4.1.1. ANALISIS FISICOQUIMICOS	34
4.1.1.1. COLOR	34
4.1.1.2. OLOR	41
4.1.1.3. SABOR	41
4.1.1.4. pH	42
4.1.1.5. TEMPERATURA	48
4.1.1.6. TURBIDEZ	54
4.1.1.7. CONDUCTIVIDAD	60
4.1.1.8. DUREZA	66
4.1.1.9. ALCALINIDAD	72
4.1.1.10. CLORUROS	78
4.1.1.11. SULFATOS	84
4.1.1.12. DQO	90
4.1.1.13. DBO ₅	96
4.1.1.14. SST	102
4.1.1.15. SDT	108
4.1.1.16. NITROGENO AMONIACAL	114
4.1.1.17. NITRITO	120

4.1.1.18.	NITRATO -----	126
4.1.1.19.	CLORO LIBRE RESIDUAL -----	132
4.1.1.20.	ALUMINIO -----	136
4.1.1.21.	ARSÉNICO -----	138
4.1.2.	ANALISIS MICROBIOLÓGICOS -----	140
4.1.2.1.	COLIFORMES TOTALES -----	140
4.1.2.2.	COLIFORMES TERMOTOLERANTES -----	146
4.2.	ANALISIS DE CORRELACIONES -----	153
4.2.1.	ANALISIS DE CORRELACIONES DEL CASERIO SAN CRISTOBAL CHICO -----	153
4.2.2.	ANALISIS DE CORRELACIONES DEL CASERIO EL CARDO -----	159
4.3.	DISCUSIÓN -----	164
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	171
5.1.	CONCLUSIONES -----	172
5.2.	RECOMENDACIONES -----	174
6.	ANEXOS Y REFERENCIAS -----	175
6.1.	ANEXOS -----	176
6.2.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS -----	188
6.3.	REFERENCIAS PAGINA WEB -----	190

RESUMEN:

La presente tesis tiene como objetivo la evaluación de las características físico-químicas y microbiológicas del agua que consume la población de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo del distrito Olmos-Lambayeque y el cumplimiento de los estándares de calidad de agua para el consumo humano. El método del estudio fue descriptivo-explicativa. Se utilizó el Método Estándar 23va edición para los análisis de agua. Se obtuvo resultados que no cumplieron con los LMP establecidos por la Norma Peruana (D.S. N°031-2010-SA) los cuales fueron para el Caserío San Cristóbal Chico y El Cardo respectivamente: No aceptable en sabor para ambos; 3 317.87 y 3 492.83 $\mu\text{mho/cm}$ conductividad; 1 579.15 y 1 802.49 mg $\text{CaCO}_3/\text{Litro}$ dureza, se consideraron como aguas muy duras; 252.26 y 254.88 mg Cl/L cloruros; 1 553.27 y 1 983.33 mg/Litro SDT; 0.12 y 0 mg/L cloro libre residual y; 79.20 y 105.58 UFC/100 ml coliformes totales. Tuvieron un promedio de 84.73 y 94.67 mg/L en alcalinidad que, según Kevern se consideraron como aguas medias y según CONAGUA en San Cristóbal Chico por los promedios de 5.38 mg/L DQO y 1.64 mg/L DBO se consideró como agua excelente no contaminada, y El Cardo promedios de 10.43 mg/L DQO y 1.78 mg/L DBO se consideró como agua de buena calidad y excelente. El LMP de cloro residual libre es 0.5 mg/L, en San Cristóbal Chico contiene 0.2 mg/L no cumpliendo con la mínima cantidad que debe tener por ley, y en el caso de El Cardo no cuenta con el sistema de cloración. Se concluye que la calidad del agua potable para el consumo humano que abastecen a la población tanto en el caserío San Cristóbal Chico como El Cardo no cumple con los estándares máximos permitidos por la Norma Peruana Vigente.

Palabras claves: Calidad de agua. Cloración. Aguas duras. DBO_5 . DQO. CONAGUA

ABSTRACT:

The objective of this thesis is to evaluate the physical-chemical and microbiological characteristics of the water consumed by the population of the San Cristóbal Chico and El Cardo hamlets of the Olmos-Lambayeque district and compliance with the water quality standards for human consumption. The study method was descriptive-explanatory. The Standard Method 23rd edition was used for water analyses. Results were obtained that did not comply with the LMP established by the Peruvian Standard (D.S. N°031-2010-SA), which were for the Caserío San Cristóbal Chico and El Cardo respectively: Not acceptable in taste to both; 3 317.87 and 3 492.83 mho/cm conductivity; 1 579.15 and 1 802.49 mg CaCO₃/Liter hardness were considered very hard waters; 252.26 and 254.88 mg Cl/L chlorides; 1 553.27 and 1 983.33 mg/Liter TDS; 0.12 and 0 mg/L residual free chlorine and; 79.20 and 105.58 CFU/100 ml total coliforms. They had an average of 84.73 and 94.67 mg/L in alkalinity, which, according to Kevern, were considered average waters and according to CONAGUA in San Cristóbal Chico, due to the averages of 5.38 mg/L COD and 1.64 mg/L BOD, it was considered excellent uncontaminated water; and El Cardo averages of 10.43 mg/L COD and 1.78 mg/L BOD were considered good and excellent quality water. The LMP of free residual chlorine is 0.5 mg/L, in San Cristóbal Chico it contains 0.2 mg/L, not complying with the minimum amount that it must have by law, and in the case of El Cardo it does not have a chlorination system. It is concluded that the quality of the drinking water for human consumption that supplies the population in both the San Cristóbal Chico and El Cardo hamlets does not meet the maximum standards allowed by the Current Peruvian Standard.

Keywords: Water quality. Chlorination. Hard waters. BOD5. COD. CONAGUA.

1. INTRODUCCIÓN:

El agua es un elemento natural de gran importancia para la humanidad y el resto de los seres vivos. Es de vital esencia para el ecosistema y la regulación del clima. Es por eso, y más, que debemos tomar consciencia sobre su uso adecuado. (IGP [GOB], 2022).

Todos los seres humanos tenemos el derecho de obtener agua potable apta para nuestro consumo. Este contexto es válido también en zonas urbanas y rurales, es decir en todo el mundo sin excepción. (Unicef, s.f.). La zona Rural (Caseríos) son una parte muy grande de la población en donde el país se ha olvidado o simplemente los dejan para el final, muchos de esta población cuentan con el sistema de abastecimiento de agua, pero no cuentan con la calidad de agua potable apta para el consumo humano afectando muchas familias con recursos económicos muy bajos. “El simple acceso a estos servicios no es suficiente. Si el agua no está limpia, no es segura para beber, y si el acceso a los retretes no es seguro o está limitado, entonces no estamos cumpliendo con nuestra misión en favor de los niños del mundo”, indicó Ann Naylor Kelly, Directora Asociada de Agua, Saneamiento e Higiene de UNICEF (2019) “Los niños y sus familias de las comunidades pobres y rurales son los que corren mayor peligro de quedarse atrás. Los gobiernos deben invertir en sus comunidades si queremos superar estas divisiones económicas y geográficas y hacer realidad este derecho humano esencial”. (OMS [WHO] 2019).

Se han aprobado a nivel nacional varios parámetros máximos que el agua potable debe tener, como el ph, microorganismos, sales, minerales, etc., para distinguirse del agua que no es apta para el consumo humano. Podemos indicar que el agua potable en masa es mucho menor al agua no potable, como, por ejemplo: la lluvia o el mar.

Encontramos a los Caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo que pertenecen a un mismo Centro Poblado “El Puente” en el distrito de Olmos, departamento de Lambayeque, en donde:

Caserío San Cristóbal Chico:

Se observa que la infraestructura del Sistema de Abastecimiento (S.A). de agua potable se encuentra envejecido, una de sus tuberías se encuentra amarrada hacia otra tubería por una tela donde obviamente se ha identificado que ha tenido alguna falla técnica o fuga.

Indagando con algunos pobladores, nos informaron que tienen agua dejando un día a la semana, es decir no tienen agua todos los días y es por eso que tienen que almacenar su agua en tanques, bidones, tinas, baldes, etc. Obteniendo microbios en el agua almacenada ya que está expuesta al aire.

Los habitantes que cuentan con un poco más de recursos económicos se tienen que ir hasta el pueblo de Olmos y comprar bidones de agua potable. Y a los que no tienen tantos recursos económicos ellos si tienen que ingeniárselas a vivir con esta agua de una calidad no óptima. Cabe recalcar que la gran cantidad son personas de pocos recursos económicos que solo viven de su ganado y otras trabajan para las industrias que laboran en dicha zona.

El agua se puede notar claramente que es salobre, pesada y tiene un olor y sabor desagradable. Se puede observar que la persona encargada en la operatividad del sistema abastecimiento de agua no se encuentra capacitada para asumir este rol de responsabilidad.

Caserío El Cardo:

Este caserío es el más olvidado por el centro poblado por lo que hemos observado, cuentan con el S.A., pero el tanque no se encuentra habilitado pues este físicamente no se encuentra, el sistema de conectividad hacia la bomba no existe, es decir no funciona, el bombeo es directo del pozo a las viviendas y solo tienen agua dos veces por semana.

Otro dato que hemos observado es que todo este sistema se encuentra dentro de un colegio de primaria, el pozo tiene una profundidad aproximadamente de 3 metros y solo se encuentra tapado con unos troncos de madera que fácilmente cualquier persona los puede remover, exponiendo a los alumnos a un peligro irreparable, sabemos que por la misma edad de estos niños son curiosos e indagan todo lo que está a su alrededor y este pozo es lo más cercano a ellos.

El agua es muy salobre y muy pesada, teniendo un olor y un sabor muy desagradable.

Los pobladores se quejan de la persona encargada pues éste sólo llega, abre la llave y se abastecen para los días restantes que quedan a la próxima llegada del operario, es decir estas aguas no tienen ningún tratamiento de cloración ya que como se dijo anteriormente no cuenta con la operatividad del tanque.

Obviamente se puede observar que la persona encargada no se encuentra capacitada para dar seguimiento a la calidad de agua de este caserío.

La población del Centro Poblado El Puente cuentan con una sola posta médica.

El Distrito de Olmos: el 65.40 % cuenta con SIS, ESSALUD, Seguro Privado u otro seguro y el 34.60% no cuentan con ningún seguro.

Entre una de las principales enfermedades que les afecta y tienen un alto nivel de pacientes son las infecciones estomacales, dengue, hipertensión arterial, artritis, artrosis, osteoporosis, que pocas veces se lleva a un grado de mortalidad, pero son las enfermedades con más casos según la posta medica del Centro Poblado EL Puente indicando que la mayoría se derivan a su seguro, mayormente afecta a los niños y ancianos, es decir a la población vulnerable. (1)

En este proyecto sólo se está estudiando a 2 caseríos de los 198 caseríos que según INEI-CENSO 2017 cuenta el Distrito de Olmos-Lambayeque, dejando abierta la pregunta si los demás caseríos cuentan con el mismo problema.

1.1. HIPOTESIS:

Las características físico-química y microbiológicas del agua que consume la población de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo del distrito de Olmos-Lambayeque no cumple con los estándares de calidad de agua para su consumo humano.

1.2. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS:

OBJETIVOS GENERALES:

Evaluación de las características físico-químicas y microbiológicas del agua que consume la población de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo del distrito Olmos-Lambayeque y el cumplimiento de los estándares de calidad de agua para el consumo humano.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Determinar los parámetros físico-químicos: sabor, color, olor, pH, temperatura, turbiedad, sulfatos, conductividad, DBO, DQO, SDT, SST, cloruros, cloro residual, alcalinidad, dureza total, aluminio, arsénico, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal de las aguas de los Caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.
- Determinar los parámetros microbiológicos: coliformes totales y coliformes termo tolerantes de las aguas de los Caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.
- Analizar los resultados físico-químicos del agua de consumo humano de los Caseríos San Cristóbal Chico y del Caserío El Cardo.
- Analizar los resultados microbiológicos del agua de consumo humano de los Caseríos San Cristóbal Chico y del Caserío El Cardo.
- Comparar los resultados físico - químicos y microbiológicos con los estándares permitidos para el consumo humano según DS N°031-2010-SA.

ANTECEDENTES Y BASES TEORICAS

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA:

- En la investigación realizada por Roli E. Pérez Chanca y Gisela Ramos Castellanos, en Huancavelica - Perú en el año 2018. "DOSIS DE CLORO Y CLORO RESIDUAL LIBRE EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL SECTOR DE PUYHÚAN GRANDE DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAMELICA – 2018". Tuvo como objetivo evaluar la concentración de dosis de cloro en el reservorio aplicada por los JASS y el cloro residual libre en las redes de distribución y viviendas, comparando los resultados con el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA. La dosis del cloro presente en el reservorio se obtuvo por medición del aforo caudal tanto del reservorio como de la solución madre, tanque y dosis de hipoclorito de calcio administrado. El resultado del cloro en las viviendas se obtuvo por datos recolectados de 132 viviendas con un NC del 95%. Se recalcó que no cuentan con una persona capacitada estable para el control de la CA tanto en el reservorio como en las redes de distribución. En el reservorio los resultados fueron de 0.4 – 0.5 mg/L y en las redes de distribución fue de 0 - 0.39 mg/L, con ello se concluyó que no cumplen los LMP del reglamento de calidad del agua para consumo humano.(2)
- En la investigación realizada por Mayte F. Huanay Munguía, en Huánuco – Perú en el año 2021. "CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL CENTRO POBLADO LAS PALMERAS, DISTRITO DE CHURUBAMBA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO, 2020". Tuvo como objetivo determinar la calidad de agua para consumo humano del sistema de abastecimiento del Centro Poblado Las Palmeras, distrito de Churubamba, provincia y departamento de Huánuco, 2020. Las muestras fueron de 4 puntos distintos: reservorio, primera vivienda, vivienda intermedia y última vivienda, teniendo por cada uno 3 repeticiones en diferentes fechas. Se realizaron 9 parámetros: 6 físico-químicos y 3 microbiológicos donde, en los parámetros fisicoquímicos: Color, turbiedad, conductividad, pH y SDT cumplen con los LMP, el cloro residual administrado no cumple con la cantidad mínima sugerido (0.5 mg/L) y en los microbiológicos sólo el parámetro heterótrofo cumple con el LMP, se concluyó que el agua del S.A. del C.P. Las Palmeras no se encuentra en óptimas condiciones para su consumo humano. A raíz de los resultados obtenidos en los parámetros evaluados, la autora indicó que, aunque el color y turbiedad cumplían ésta agua la consideró como no segura, pues no cumple con el LMP los coliformes termotolerantes y totales ya que no existe una adecuada cloración.(3)
- En la investigación realizada por Gabriel Vasquez, Nicolas Bosch, Alejandra Ricca, Dante Rojas, María Ortiz, Joaquín Lascombes, María Feiguin y Diego Cristos, publicada en la revista Scielo – Argentina en el año 2016. "NAPA FREÁTICA: DINÁMICA, VARIABLES DE CONTROL Y CONTENIDO DE NITRATOS EN SUELOS DE PAMPA ARENOSA". Tuvo como objetivo estudiar el control de la napa freática en lotes agrícola del Oeste bonaerense, se analizaron registro de 8 años concluyendo que una de las causas del sabor salobre del agua es por decaimiento de la Napa Freática, ya que cuando la Napa freática se provee de agua dulce, ya sea por las lluvias o por otro medio contienen un elevado volumen de agua dulce, ésta al ser consumida por la población, la Napa freática decae y al ya no ser proveída por agua dulce se contamina con las sales del subsuelo y puede que arrastre esta agua abastecida a la población. (Scielo Argentina, 2017)
- En la investigación realizada por Victoria F. Castillo Mori, en Lambayeque – Perú, en el año 2015. "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO EN LA POBLACIÓN DE LA LOCALIDAD DE MÓRROPE – DISTRITO DE MÓRROPE – DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE EN EL PERIODO DE FEBRERO 2015 – AGOSTO 2015". Tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua de consumo humano del sistema de abastecimiento de agua potable, en la población de Mórrope – Lambayeque, en donde analizaron 14 parámetros físico-químicos y 1 microbiológico del pozo antiguo y pozo

nuevo de ésta localidad, se utilizó el programa estadístico SPSSv.23.0. Se determinó que para el pozo antiguo los resultados fueron: Cloruros – 742 mg Cl/L, SDT – 1 038 mg/L, y en el pozo nuevo fue: Cloruros – 1 312 mg Cl/L, conductividad – 3 274 $\mu\text{mho/cm}$ y SDT – 2 455 mg/L. En coliformes totales para el pozo antiguo y nuevo fue: 78 y 71 UFC/100 ml respectivamente. Indicó que el olor fue inoloro y el sabor en ambos pozos fue salobre refiriendo que la posible causa puede ser por agotamiento del acuífero. Concluyó que el SA del agua potable abastecida a Morrope no cumple con la normativa vigente.(4)

- En la investigación realizada por Carlos Dueñas y Lizangela Hinojosa, en el año 2021, publicada en la revista de investigación científica Gnosis Wisdom. “CALIDAD DEL AGUA POTABLE Y SU INFLUENCIA EN LA SALUD HUMANA”. Tuvo como objetivo comprobar la influencia de la calidad de agua sobre las posibles enfermedades que pueda contraer el ser humano al consumir agua contaminada. Se trabajó con una base de datos como Web of Scielo, Pubmed, Science, Latindex y Redalyc. Se indicó que una de las posibles causas de transmisión de salmonella en el periodo 2002 al 2011 en los Estados Unidos y la epidemia del cólera en Nepal en el año 2010 fueron las elevadas temperaturas de agua que se presentó en los años indicados.(5)
- En la investigación realizada por Yuliana Solís Castro, Luis Alberto Zúñiga Zúñiga y Darner Mora Alvarado, en Costa Rica, en el año 2018, publicada en la revista Scielo – Costa Rica. “LA CONDUCTIVIDAD COMO PARÁMETRO PREDICTIVO DE LA DUREZA DEL AGUA EN POZOS Y NACIENTES DE COSTA RICA”. Tuvo como objetivo determinar la relación entre la conductividad y la dureza cálcica y total en las nacientes y pozos suministrados para el consumo humano, se seleccionó 2 699 nacientes y 1 948 pozos analizados en el tiempo 2013-2015, donde los resultados en conductividad fueron: Nacientes - 20 a 499 $\mu\text{S/cm}$ y Pozos – 50 a 549 $\mu\text{S/cm}$. Como sustentos de los promedios se relacionó con la dureza. Se tuvo como coeficiente de correlación $r = 0.9931$ entre la conductividad con la dureza total de las aguas y $0.9922 - 0.9942$ entre la conductividad con la dureza de calcio. Se logró concluir y comprobar que la concentración de conductividad es un buen indicador indirectos respecto a las concentraciones de dureza total y de calcio.(6)
- En la investigación realizada por Nevis M. Espitia Iriarte, en Lima – Perú, en el año 2019. “ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA POTABLE CON RELACIÓN A SUS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS, BIOLÓGICOS, Y CRECIMIENTO DE LEMNA MINOR EN LA ESTANCIA DE LURÍN, LIMA 2015-2016”. Tuvo como objetivo analizar los siguientes parámetros físico-químicos: Turbidez, dureza, conductividad, As y Cd, y en parámetros microbiológicos: Coliformes termotolerantes y totales, a su vez se analizó el cloro residual administrado en el agua potable de la Urb. La Estancia-Lurín, estableciendo si los resultados se encuentran dentro de los límites de DIGESA y Colombia. Los resultados fueron: Ausente en As y Cd, Conductividad – alta, Dureza – alta, pero en ambos parámetros no sobrepasa el límite establecido por DIGESA, al compararlo con los límites de la norma colombiana éstos si sobrepasan, se encontró déficit la cantidad de cloro residual y a su vez en un 25 % de muestras se encontró coliformes totales. El parámetro turbidez se encontró dentro de los límites tanto en DIGESA como en la norma colombiana. El autor indica que tanto el valor de la conductividad como de la dureza son causantes de generar inconformidad e inconvenientes por los habitantes pues repercute en el sabor salobre no aceptable. Si llevamos los resultados de conductividad y dureza de éste estudio con la Norma Colombiana, podemos decir que ambos parámetros sobrepasan dicha norma, generando también un sabor salobre.(7)
- En la investigación realizada por Paola A. Truque B., en el año 2015. “ARMONIZACION DE LOS ESTANDARES DE AGUA POTABLE EN LAS AMERICAS”. Tuvo como objetivo plantear una armonización en los países pertenecientes al continente americano sobre sus políticas actuales respecto a los estándares de calidad de agua para consumo

humano. Se comparó los estándares establecidos en cada país con la guía de calidad de agua potable referido por la OMS. Los países investigados fueron: México, Canadá, Argentina, Guatemala, Estados Unidos, Honduras, El Salvador, Costa Rica, Chile, Panamá, Nicaragua, República Dominicana, Ecuador, Brasil, Bolivia, Brasil, Perú, Paraguay, Venezuela y Uruguay. En el caso de los países que pertenecen al Caribe, éstos no muestran estándares establecidos en su nación, sin embargo, la OMS y la OPS han establecido que los siguientes países han adoptados las guías de la OMS como sus propias normas nacionales: Barbados, Belice, Antigua y Barbuda, Dominica, Bahamas, Haití, Granada, Jamaica, Guyana, Santa Lucía, St Kitts and Nevis, Surinam, San Vicente y Las Granadinas, Tobago y Trinidad. Se analizó por 7 grupos: orgánicos e inorgánicos, microbiológicos, desinfectantes, plaguicidas, radiactivos y sustancias que alteran el agua potable y originan queja en las personas. Se concluyó que el primer paso fundamental sería la armonización de estándares de calidad con respecto al agua potable, por eso se indicó que creando acuerdos entre países se podría evitar posibles problemas futuros con respecto a la contaminación del agua.(8)

- En la investigación realizada por John Diego Bolaños Alfaro, Gloriana Cordero Castro y Gloriana Segura Araya, en el año 2017, publicada en la revista científica Scopus Cielo – Costa Rica. “DETERMINACIÓN DE NITRITOS, NITRATOS, SULFATOS Y FOSFATOS EN AGUA POTABLE COMO INDICADORES DE CONTAMINACIÓN OCASIONADA POR EL HOMBRE, EN DOS CANTONES DE ALAJUELA (COSTA RICA)”. Tuvo como objetivo analizar la concentración de nitrato, nitrito, fosfatos y sulfatos del agua potable de los cantones de Poás y Grecia, Alajuela-Costa Rica. Los resultados se compararon con los estándares que se indica en el reglamento de calidad para agua potable (N° 38924-S). Se indicaron las causas posibles de la contaminación por el humano como la actividad industrial, el uso de aguas residuales, crecimiento demográfico y demás. En diciembre del 2015, la muestra tomada en los acueductos de Grecia centro y Barrio latino se acercó al LMP (25 mg/L), pero en los acueductos de La Arena y El Cajón se encontraron valores que sobrepasaban la normativa por lo que recomendaron que deben ser monitoreados como indicadores de contaminación. La restante muestra de agua potable se encontró dentro del LMP y se indicó que no contaba con señal de estar contaminada.(9)
- En la investigación realizada por Antonio Pascale, Verónica Echevarren, Melina Pan, Carolina Forteza y Alicia García, publicada en la revista Scielo Uruguay 2017. “METAHEMOGLOBINEMIA RELACIONADA CON INGESTA DE PURÉ DE ACELGAS”. Tuvo como objetivo dar a conocer la definición de la enfermedad de metahemoglobinemia en niños y presentar el caso clínico de una paciente por ingesta de puré de acelgas con alto contenido de nitritos y nitratos. La paciente tuvo 1 año de edad, en donde llegó con un cambio de color en la piel en forma agresiva y vómitos, ingresó a emergencias con cianosis generalizada no mejorando con taquicardia, oxigenoterapia y tendencia a hipotensión arterial. Se le realizó exámenes uno de ellos fue el de ecocardiograma que arrojó CIA (comunicación interauricular) sin repercusión hemodinámica, 37% de metahemoglobinemia. Se le realizó dosis de azul de metileno (1%), al bajar los niveles de metahemoglobina la paciente fue de alta a las 36 h de haber ingresado. Se concluyó que tuvo una relación por exposición de un puré de acelgas que contenía altos niveles de nitratos y nitritos. (Scielo Uruguay, 2017)
- En la investigación realizada por Ysabel Nevado, Doyle Benel, James Guerrero, Ronald Gutiérrez, César Monteza, Luis Pozo y Manuel Sánchez, en el año 2022, publicada en la editorial Saves con título “CALIDAD DE AGUA QUE CONSUME LA POBLACIÓN DE LOS CENTROS POBLADOS CUCULI, SANTOS VERA, EL MILAGRO, EL ESPINAL Y HUMEDADES DEL SECTOR RURAL DEL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE”. Tuvo como objetivo determinar la calidad del agua que consume la población de los centros poblados de Cuculí, Santos Vera, El Milagro, El Espinal y Humedades del sector rural del departamento de Lambayeque. Se hizo un estudio profundo de las características de las

aguas que se abastecen al sector rural. El libro tuvo una investigación que se dividió en 3 etapas: Etapa facto-perceptible de la investigación, determinación de las propiedades físico-químicas y microbiológicas del agua que consumen los centros poblados indicados y evaluación de los resultados para elaborar las generalizaciones, conclusiones y recomendaciones utilizando métodos teóricos y empíricos fundamentales. Los resultados obtenidos fueron: la temperatura promedio se encontró en el rango de 20.17 ± 0.79 y 22.33 ± 0.86 , pH en el rango de 7.31 ± 0.15 y 7.45 ± 0.38 , el olor con característica aceptable, la dureza en la población de El Espinal consume y usa agua Blanda y los otros cuatro centros poblados consumen y usan aguas Muy Duras (OMS), con respecto al DQO y las relación calculada con el DBO, las agua de Santos Vera, Cuculí consumen agua contaminada con materia orgánica y El Milagro un agua de calidad aceptable y en El Espinal y Humedades el agua es de excelente calidad, los resultados se ratifican (CONAGUA), en el Perú no se registra un LMP para DQO y DBO para agua de consumo, la alcalinidad, estas aguas se clasifican como aguas con alcalinidad Alta, para Santos Vera, Cuculí y El Milagro, alcalinidad Media, para Humedades y alcalinidad Baja para El Espinal. (Savez Editorial, 2022)

- En el reporte N° 01-2019/SC/MCLCP realizado por grupo de seguimiento a la gestión de riesgos de desastres y cambio climático-MCLCP, en el año 2019. “SITUACIÓN ACTUAL SOBRE LA CONTAMINACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO CON ARSÉNICO EN LOS DISTRITOS DE MÓRROPE, PACORA Y OTROS -2019”. Tuvo como objetivo recopilar documentos oficiales y aportes que se dieron en las reuniones por la contaminación del agua con As en los distritos de Morrope y Pacora, Lambayeque. En Morrope, se tomaron 3 muestras: 1era en el pozo del centro poblado Cruz del Médano, 2da al pozo de la Tortolita y la 3era en la ribera del agua de río que pasa por el margen derecho del pozo del centro poblado Cruz del Médano, los resultados de As obtenidos fueron: 0.060 mg/l y 0.04 mg/l respectivamente y de la 3era muestra no se encontró arsénico en las aguas, se tomaron análisis en personas para ver si presentaban arsénico en su organismo, de las 199 personas analizadas, 166 dieron positivo al As. En Pacora, a raíz de encontrar arsénico por encima del LMP (0.01 mg As/Litro) en el pozo de agua de Epsel que proveía a su población, se tomó muestras de agua en 11 pozos de los cuales 6 de ellos arrojaron resultados con alto contenido de As sobrepasando el LMP. Los resultados del agua de los pozos fueron: Pueblo Viejo (0.160 mg/L), Estadio (0.133 mg/L), Puente Machuca (0.143 mg/L), Las Juntas (0.014 mg/L), Casa Embarrada (0.035 mg/L) y pozo 1 (0.051 mg/L). En éste distrito no se realizaron análisis a las personas. El Sr. Damián Vásquez, especialista en aguas subterráneas del PEOT, indicó que, el motivo de contaminación de estas aguas es porque por muchos años se ha sembrado caña de azúcar, arroz y demás cultivos con alta masa anual de agua y el problema es que se ha utilizado y se sigue utilizando agroquímicos con altísimo contenido de arsénico, como es el arseniato. Estas grandes masas de agua se pierden con la filtración produciendo la contaminación de las aguas. (10)
- En la investigación realizada por Francisco Ramírez, en el año 2012, España “CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA DESTINADO AL CONSUMO HUMANO”. Nos indica que, el agua potable distribuida para el consumo humano al menos debe de presentar una adecuada calidad sanitaria luego del proceso de su tratamiento, a su vez la actividad biológica en la red de distribución debe encontrarse estable. (11)

2.2. BASES TEÓRICAS:

2.2.1. LA DISTRIBUCION DEL AGUA EN EL MUNDO:

El volumen del agua en la Tierra es de 1.386 millones de km³. En los últimos 2000 millones de años la cantidad y su distribución del agua no han cambiado significativamente. Solo el 97% de su volumen se encuentra en los océanos, y el otro 3% es agua dulce, a su vez, el 80% se encuentra en la superficie de los continentes y el otro 20% se encuentra bajo tierra. Tan solo el 3% del agua se define como agua dulce, de esta cantidad el 30.15% del agua se encuentra en los depósitos subterráneos, el 0.04% se encuentra en la atmósfera, el 0.21% se encuentra en los lagos y ríos y el 69.6% restante se encuentra en hielo y nieve.

Se definió que en Estados Unidos su consumo excede a los 1300 millones de L/d y los norteamericanos consume 5 veces más que los europeos.

El 90% del agua que usan los países en desarrollo regresa a los ríos sin ningún tratamiento. Tan solo el 0.007% del agua que contienen es potable y, debido a la contaminación, esta cantidad se reduce en cada año. (Aqua Fundación, 2022).(12)

2.2.2. DISTRIBUCION DEL AGUA EN PERU:

Cuenta con un volumen de agua de 1 768 172 hm³, ocupa el 8vo lugar a nivel mundial con gran cantidad de agua y contiene el 1.89% de agua dulce en todo el mundo, por esas razones y más se considera el país más privilegiado del planeta. El 81% de la energía eléctrica del país es de origen hidráulica.

Cuenta con 3 Vertientes (Vert.) en su territorio:

- La Vert. del Pacífico: teniendo el 66% de población sólo acceden al agua el 2.2%.
- La Vert. del Atlántico: Teniendo el 31 % de población acceden al agua el 97%.
- La Vert. del Titicaca: Teniendo el 3% de población sólo acceden al agua el 0.56%. (ANA, s.f.).

2.2.3. PROPIEDADES GENERALES DEL AGUA:

- Se considera un solvente universal ya que es capaz de disolver muchas sustancias en comparación con otros líquidos.
- Se ha definido como la única sustancia que podemos encontrar en los 3 estados : sólido, líquido y gaseoso.
- La podemos percibir a través de nuestros sentidos: incolora, insípida e inodora.
- En su estado puro, es decir agua potable, no es un conductor de electricidad debido a que no permite el flujo de electrones, pero si hablamos del agua de mar, ríos y/o lagos estas al contener minerales, se encuentran ionizadas, en otras palabras, pueden dar paso a la corriente eléctrica.
- La característica más singular es que propaga el sonido y sin pérdidas de energía. En el aire (atmosfera) los sonidos se propagan con menos velocidad y con más pérdida de energía que en el agua salada (mar) debido a que esta última no se encuentra comprimida. La velocidad de propagación de las ondas sonoras y ultrasonoras en el agua salada es de 1400 a 1600 m/s y en el aire es de 340 m/s. (Aqua Fundación, 2021).
- Puede absorber el calor mucho antes de que la T° aumente, es por eso que su índice de calor es elevado. Se utiliza como enfriador en las industrias regulando la T°.
- Su ph=7 en estado neutro, es decir no es ácida ni básica. (Conagua [IAGUA], 2017).

2.2.4. USOS DEL AGUA:

Su uso tiene un sinnúmero de grupos variando los criterios a analizar. Por ejemplo:

Según Conagua nos indica que el agua, según su uso, se puede distribuir en:

- **Consuntivo:** Es toda agua que cuando se utiliza ya no vuelve al medio de la misma forma que fue captada. Entre ellas tenemos al uso agrícola, doméstico, urbano, industrial.
- **No Consuntivo:** Es toda agua que se utiliza, pero no para un consumo propio y no es necesario adquirirla en su medio natural. Es devuelta al medio del cual fue extraído, no necesariamente en el mismo lugar. Entre ellas tenemos uso energético, de navegación, ambientales y/o ecológicos. (Iagua, s.f.).

Según el Ministerio de Agricultura y Riego del Perú y de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) dividen el uso del agua en 3 criterios

- **Primario:** Es toda agua que satisface las principales necesidades del ser humano: aseo, comida, bebida, etc., es libre, gratuita y es adquirida directamente de su fuente natural (aguas subterráneas y/o superficiales).
- **Poblacional:** Es toda agua tratada para el consumo humano y es distribuida a través de conexiones domiciliarias, cisternas, camiones, etc. No es gratuita, es decir, tiene un costo monetario.
- **Productivo:** Es toda agua que se utiliza para alguna actividad económica, es decir, no es para consumo humano. Se necesita la autorización de las autoridades correspondientes. Entre los ejemplos de uso tenemos: agrícolas, industriales, pesqueros, mineros, recreativos, turístico, de transporte, etc. (13,14).

El Índice de eficiencia es: 30% al 35% uso agrícola, 40% al 45% uso poblacional y el 45% al 50% de uso industrial. (ANA, s.f.).

2.2.5. FUENTES NATURALES DE ABASTECIMIENTO (F.N.A) DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO:

Se llama F.N.A. de agua al recurso hídrico a utilizar para que, a través de un tratamiento óptimo, se pueda abastecer a la población con agua apta, o también llamada agua potable, para su consumo humano.

Para poder elegir la debida F.N.A de agua. se tiene que tener en cuenta los siguientes factores: calidad y cantidad disponible de agua que produzca ésta para satisfacer a cierto número de población. Teniendo la debida FNA se puede diseñar perfectamente el sistema de agua potable.

El tipo de fuente influye en las alternativas tecnológicas viables. Pueden ser:

Aguas Pluviales (agua de lluvia):

Se utiliza cuando no es posible obtener agua superficial ni subterránea de calidad óptima para consumo humano. El volumen del agua debe tener como un límite mínimo de 4 L/d por persona. Se necesitará analizar la calidad de agua para poder indicar si es apta para el consumo humano, ya sea para comida, bebidas, aseo, etc., o si es distribuida para otros usos, ya sea para riegos, aseo de casa, etc. Es necesario realizar el diagnóstico de la calidad ya que, se originan en las nubes, ésta pueda arrastrar contaminantes de acuerdo a su entorno donde se generó.

Agua Superficial:

Son aquellas que, por su propio nombre lo dice, se encuentran en la superficie terrestre. Se producen por el escurrimiento de las aguas de lluvia o por el surgimiento de aguas subterráneas, siguen el camino que les ofrezca menor resistencia formándose de forma corrientosa como son los ríos o arroyos y de forma quieta como son los lagos y embalses. La desventaja es que éstas aguas tienen un mayor nivel de contaminación de residuos y contaminación por microorganismos ya que están expuestas al medio ambiente en su totalidad. Se tendrá que analizar la calidad de agua ya sea de ríos, lagos, arroyos, embalses para concluir si el agua para consumo humano es apta o rechazada.

Aguas Subterráneas:

Son aquellas que por la precipitación se encuentran bajo tierra. Son las aguas más utilizadas en el S.A. ya que se encuentran en gran cantidad pues representa unas 20 veces más que el agua superficial y son mucho menos contaminadas, pero esto no quita que no se encuentre en su totalidad contaminada lo cual conlleva a tener un mejor control y a preocuparnos por mantener esta FNA lo más pura posible. Al escurrirse se puede encontrar en manantiales o extraerse a través de la construcción de pozos,

Las FNA de agua seguirán evolucionando ya sea para riego y/o consumo humano, cada vez más se hará uso de las aguas subterráneas o fuentes alternativas (aguas residuales). Se tendrá que mejorar la gestión de los recursos hídricos ya que de esto depende para obtener una buena calidad de agua y su abastecimiento. (OMS [WHO], 2022)

2.2.6. CALIDAD DE AGUA (CA) POTABLE PARA CONSUMO HUMANO:

La creciente escasez de agua en los sistemas hídricos ya sean provinciales y/o interprovinciales han deteriorado la CA, es por eso que se han establecido sistemas para su vigilancia y control con respecto a la contaminación. La relación de la salud con la calidad de agua potable siempre ha sido de gran prioridad sanitaria, inclusive a nivel programático como fue el evento de política de salud internacional más crucial de los setentas por Alma Ata, donde tuvo como lema “Salud para todos en el año 2000”. En su declaración de Alma Ata, destacó lo importante que es priorizar la atención a la salud como método para lograr un nivel deseable en la salud de la población, priorizando la elaboración de una apropiada fuente de agua potable y de salubridad básico. A su vez la OMS también encontró relación entre la pobreza con la calidad de agua abastecida.

Luego, como consecuencia de la conferencia internacional sobre el agua y el medio ambiente (CIAMA, 1992), Dublín, en su declaración, estableció cuatro principios rectores (Anexo 11) para atender la relación del desarrollo sostenible con el agua, a raíz de esto se originó una nueva visión a nivel mundial en el campo del agua y saneamiento. En la actualidad los cuatro principios rectores se encuentran vigentes y guían el esfuerzo mundial al objetivo de la agenda del desarrollo sostenible de las naciones unidas al 2030. A la conferencia asistieron 500 participantes, de los cuales se encontraron expertos nominados por gobiernos de 100 países y representantes de 80 organizaciones internacionales, intergubernamentales y no gubernamentales. Éstos estimaron que la situación de los recursos hídricos mundiales se estaba tornando crítico.

Éstos principios se afianzaron en la conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo (CNUMAND, 1992) y luego en Johannesburgo (2002) (Río+10) y Río de Janeiro (2012) (Río+20). El Programa 21, define que “el suministro de agua potable y saneamiento ambiental son fundamentales para el amparo del medio ambiente, disminución de la pobreza y progreso de la salud”. Se consideraba que el 80% de las enfermedades y más de 1/3 de los decesos en países de desarrollo se originaban por el consumo de aguas contaminadas, y también

que la 10ma parte del tiempo productivo de una persona se degeneraba por el consumo de aguas contaminadas.

El servicio de agua potable y saneamiento eficiente protege la salud de las personas e impulsa la productividad y competitividad del trabajo de éstos. La OMS indicó que “proporcionar acceso a agua salubre es uno de los instrumentos más eficaces para promover la salud y reducir la pobreza”. Para lograr dicho objetivo es necesario llevar a cabo Planes de Seguridad del agua (PSA). La OMS indica que la finalidad de los PSA es “garantizar sistemáticamente la seguridad y aceptabilidad del agua de consumo suministrada por un sistema de abastecimiento”. El método más crucial es controlar los riesgos que pueda producir en la fuente, como es el caso de Perú, al tener un territorio mineralizado, asentamientos humanos dispersos, precariedad en la agricultura y el abuso del uso de plaguicidas y fertilizantes. (15)

En el año 2010 la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró que todas las personas deben obtener acceso continuo a una buena CA para su consumo propio y/o doméstico. (WHO, 2022).

Para determinar la CA potable para consumo humano se deberá evaluar diversos parámetros a identificar.

Parámetros de CA:

Para que el agua obtenga una buena calidad y sea apta para su consumo humano se deben identificar varios parámetros teniendo como límite estándares ya autorizados que debe obtener para su disposición humana. Dentro de estos parámetros tenemos:

Parámetro físico-químico: De aquí se puede considerar si la CA es óptima para el consumo humano. Para obtener unos buenos resultado de la CA se debe considerar los factores naturales, localización, los asentamientos urbanos y/o rurales de la zona, las industrias que operan en dicha localidad, etc. Entre ellos tenemos:

- **Color:**
El color del agua generalmente es ocasionado por la extracción de materia colorante proveniente de semillas, hojas u otras sustancias semejantes en forma de humo desde los bosques o de materia vegetal de los pantanos y zonas de poca profundidad, algunas veces es causado por presencia de hierro o magnesio, en mezcla con materia orgánica y descarga de desechos industriales. El verdadero color del agua es por la presencia de materia en solución, pero puede cambiar a un color aparente por partículas en suspensión. Generalmente el color lo encontramos en aguas superficiales, en pozos de poca profundidad o en manantiales, en cuanto a los pozos profundos como son los pozos que se extrae el agua subterránea para el S.A de agua se encuentran incoloras. La presencia del color en el agua nos mostraría ineficacia en la integridad del SD y del tratamiento de agua potable.
Éste parámetro se pudo observar in situ por la percepción sensorial ya que se considera un parámetro organoléptico y a la vez en laboratorio se realizó el análisis por el método espectrofotométrico. El LMP según el reglamento peruano es de 15 UCV.
- **Olor:**
El olor del agua no se establece con una medida, si no como una apreciación, por lo cual tiene un carácter subjetivo. Raramente el olor indica la presencia de sustancias peligrosas, pero sí podría indicar la presencia de una alta actividad biológica. En las aguas potables no se debería apreciar algún olor, es decir debería ser inodora, no sólo al instante de tomar la muestra si no a posterior. Si existe presencia de olor se puede presentar malestar, dolor de cabeza, mareos en las personas inclusive hasta alergias dependiendo del causante del olor.

Este parámetro se realizó en in situ ya que se puede analizar por percepciones sensoriales. El reglamento peruano no considera con una medida a este parámetro, pero si se considera como “aceptable”.

- Sabor:

El sabor del agua potable para consumo humano es insípido, es decir no tiene sabor a nada. Nos encontramos con cuatro sabores básicos, por todos conocidos: ácido, dulce, salado y amargo, sin embargo, existen muchos sabores más. Un sabor desagradable se debe a la presencia de elementos contaminantes no deseados que alteran la pureza del agua afectando su sabor. Cuando el agua contiene cierta cantidad de bacterias es posible que pueda perjudicar la calidad del agua, la mayoría son patógenas o perjudiciales en donde altera el sabor del agua.

Este parámetro se realizó en in situ ya que se puede analizar por percepciones sensoriales. El reglamento peruano no considera con una medida a este parámetro, pero si se considera como “aceptable”.

- pH:

El pH del agua se considera como la medida establecida si éste se encuentra en estado ácido, neutro o básico, estimando la cantidad de iones presentes de hidrógeno. Se calcula del 0-14, se considera sustancia neutra en la escala 7, si se encuentra por encima del 7 se considera sustancia básica y si está por debajo del 7 se considera sustancia ácida. Este parámetro no afecta a la salud, se considera como un indicador de CA. Se prefiere que el agua se encuentre en una escala < 8 para poder realizar una eficaz desinfección, puesto que, al no encontrarse con un pH mínimo puede ocasionar que se contamine el agua debido a la corrosión y a su vez afectar en su aspecto y sabor.

Este parámetro se analizó en in situ, para que no modifique los equilibrios iónicos, con el analizador de color de pH y con el pH-metro. El LMP según el reglamento peruano se debe encontrar entre $6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$.

- Alcalinidad:

La alcalinidad del agua depende básicamente del contenido de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos. Se define como la capacidad de neutralizar los ácidos, ya que se origina de sales tanto de ácidos fuertes como débiles, y éstas para sostener la caída del pH se comportan como amortiguador. La alcalinidad puede ser causada por el valor del pH. La medida es en ppm de CaCO_3 o mg CaCO_3/L . Si bien no existe riesgo en la salud por alcalinidad, pues éste sirve para controlar, del tratamiento del agua, su proceso ya que es sólo un indicador de calidad general del agua.

No existe un LMP según el reglamento peruano, pero según Kevern (Anexo 10) según estándares clasifica el agua en Baja, Media y Alta.

Este parámetro se analizó en laboratorio de físico-química por el método volumétrico.

- Temperatura:

La temperatura del agua se considera como la medida que interviene en el proceder de indicadores como la conductividad, déficit de oxígeno, pH y otros parámetros físico – químicos. Cuando la T° se encuentra anormalmente elevada puede causar una proliferación de hongos y plantas acuáticas. La temperatura no se considera un factor de riesgo en la salud. Existen estudios donde relacionan este parámetro con enfermedades como la salmonella, el cólera por las altas temperaturas que se tuvo en ese momento.

Este parámetro se analizó en in situ por el método de termometría. No existe un LMP en el reglamento peruano ya que no tiene gran importancia sanitaria, pues en niveles altos sólo genera rechazo por el sabor que le da al agua.

- Turbidez:

La turbidez es originada por masa en suspensión como microorganismos, arcilla, cieno, arcilla, materias inorgánicas y orgánicas ambas finamente divididas, etc. La turbidez

indica la C.A y la eficacia en la filtración pues, se puede señalar si se encuentran organismos que originan enfermedades. Absorbe la luz la materia suspendida en el agua provocando que el agua se encuentre nublado, a esto, se le llama turbidez. Altos niveles de turbidez pueden salvaguardar a los microorganismos del efecto de desinfección e incitar la proliferación de la bacteria. Un elevado nivel de turbidez se puede relación con elevado nivel de microorganismos como parásitos, bacterias y virus, éstos si tienen repercusión en la salud como náuseas, diarreas, retortijones y dolor de cabeza.

Éste parámetro se analizó en laboratorio de físico-química por el método nefelométrico y es expresado en UNT (Unidades nefelométricas de turbidez). El LMP según el reglamento peruano es de 5UNT.

- **Conductividad:**

La conductividad del agua es una medida capaz de transportar corriente eléctrica, depende de la presencia de la concentración de iones, su movilidad, temperatura. El agua que presenta altos niveles de sales puede aumentar la capacidad de transmitir corriente eléctrica. El agua potable contiene muy poca conductividad eléctrica. Ésta se mide en uhm/cm.

Éste parámetro fue analizado en laboratorio físico-químico, fue medido en el equipo conductímetro HANNA HI 2300. El LMP según el reglamento peruano es de 1500 $\mu\text{mho/cm}$.

- **Dureza:**

La dureza del agua se produce cuando el mineral Mg y Ca se disuelven en el agua, cuando éstos 2 minerales se encuentran en elevadas concentraciones la dureza del agua aumenta conocida como “agua dura”. Los minerales Mg y Ca son iones positivamente cargados que, al encontrarse en el agua en altos niveles dificultara la disolución de otros iones cargados positivamente que en un agua que no contenga altos niveles de estos minerales. La dureza también se debe por la presencia de Fe. La dureza del agua nos da una idea del contacto que ésta agua se ha encontrado con la naturaleza de las formaciones geológicas. Generalmente las aguas superficiales se consideran con menos dureza, llamadas también “aguas blandas”, que las aguas profundas. Se consideran aguas buenas, es decir por simple desinfección, pero para términos de limpieza, a mayor nivel de dureza es mayor el uso del jabón (detergente). A mayores concentraciones de dureza puede causar problemas a los consumidores.

El LMP según el reglamento peruano es de 500 mg CaCO_3 /Litro. Según la OMS y el MINSA por ciertos estándares clasifica al agua como Blanda, Moderadamente dura, Dura y Muy dura.

Éste parámetro fue analizado en laboratorio físico-químico, fue medido por el método titulométrico.

- **Cloruros:**

Los cloruros que se hallan en el agua natural es porque éstas se encuentran en contacto con de la disolución de suelos y rocas que los contenga. Su presencia también puede ser debido a la intrusión de aguas saladas. Una elevada concentración de cloruros puede generar molestias por el sabor a salobre. En la salud no existe riesgo alguno, pero en niveles mayores a 250 mg/L puede alterar el sabor del agua.

Éste parámetro se analizó en laboratorio de físico-química por el método argentométrico. El LMP según el reglamento peruano es de 250 mg Cl/Litro.

- **Sulfatos:**

Los sulfatos los encontramos de forma natural en abundantes minerales y son utilizados comercialmente como en las industrias químicas. Sin embargo, comúnmente la mayor concentración de éste mineral se encuentra en las aguas subterráneas, se forman al filtrar el agua por formaciones rocosas y suelos que contengan minerales sulfatados,

pues una parte de sulfatos se disuelve en el agua. Se considera el sulfato como el anión poco tóxico, pero al encontrarse en altos niveles se ha observado catarsis, irritación gastrointestinal y deshidratación, los más sensibles son los niños y adultos mayores. Cuando el agua se encuentra con alto nivel de dureza al combinarse con una alta concentración de sulfatos produce un efecto laxativo, pues las bacterias que atacan y reducen al sulfato van a originar la formación de sulfuro de hidrógeno (H_2S) gas. Se recomienda en varias guías internacionales que el agua potable para consumo humano debería de estar menos a 250 mg/L de sulfato.

Éste parámetro se analizó en laboratorio de físico-química por el método turbidimétrico. El LMP según el reglamento peruano es de 250 mg SO_4 /Litro.

- DQO:

El DQO en el agua se define como la cantidad de oxígeno necesitado para la oxidación química de la materia orgánica e inorgánica, expresado en mg/L. Siempre se relaciona el DQO con el DBO_5 , pues el DQO siempre es mayor que el DBO_5 pues muchas sustancias se pueden oxidar químicamente pero no biológicamente, contenido es de materia orgánica: proteínas, grasas, carbohidratos e inorgánicos (nitritos, sulfuros, amoníaco, cloruros).

Éste parámetro se analizó en laboratorio de físico-química por el método refluo cerrado – colorimétrico. No existe LMP según el reglamento peruano para DQO, pero CONAGUA (Anexo 9) por criterios clasifica el agua en: Excelente, Buena Calidad, Aceptable, Contaminada y Fuertemente Contaminada, y el estándar de calidad ambiental (Anexo 4) da un LMP de 10 mg/L.

- DBO_5 :

El DBO_5 del agua es la cantidad de oxígeno que consumen los microorganismos para poder oxidar biológicamente la materia orgánica al incubar la muestra por 5 días a 20°C, la medición del oxígeno se realiza antes y después del proceso de incubación. La oxidación es un proceso lento, para determinar el 95 o 99% de resultado se necesita al menos un periodo de 20 días, en los 5 días que se realiza el análisis tenemos un 60 a 70% de oxidación. Se determina también para medir la eficiencia de los tratamientos de agua potable y vigilar el cumplimiento de los límites que están sujetos los vertidos. Un elevado contenido de DBO_5 en el agua podría presentar problemas en la salud.

Éste parámetro se analizó en el laboratorio de físico-química por el método de DBO en 5 días. No existe LMP según el reglamento peruano para éste parámetro, pero al igual que el DQO, CONAGUA (Anexo 8) por criterios también clasifica el agua por DBO_5 en: Excelente, Buena Calidad, Aceptable, Contaminada y Fuertemente Contaminada, y el estándar de calidad ambiental (Anexo 4) da un LMP de 3 mg/L.

- SST:

Los sólidos suspendidos totales (SST) del agua representa la porción del total de sólidos de una muestra acuosa retenida en un filtro. Los SST radica en particular muy pequeñas que no se pueden eliminar por proceso de deposición.

Éste parámetro se analizó en laboratorio de físico-química por el método de sólidos suspendidos totales secados a 103-105°C. No existe un LMP según el reglamento peruano, ya que raras veces se analiza éste parámetro, pues lo evalúan por la medición del parámetro turbiedad.

- SDT:

Los sólidos disueltos totales (SDT) del agua representa a la suma de minerales, metales, sales, cationes o aniones que se encuentran disueltos en el agua, es decir se refiere a toda materia o sustancia presente en el agua que no sea la molécula de agua pura (H_2O) y sólidos en suspensión. Los SDT y la conductividad eléctrica se encuentran estrechamente relacionadas, es decir a mayor cantidad de sales disueltas en el agua

mayor será la conductividad del agua. La mayoría de los sólidos que se encuentran en el agua a través de la filtración de arena, son los iones disueltos.

Éste parámetro se analizó en laboratorio de físico-química por el aparato conductímetro HANNA HI 2300. El LMP según el reglamento peruano es de 1000 mg/L.

- **Nitrógeno Amoniacal:**

El nitrógeno amoniacal se define a todo nitrógeno que se encuentra como ion amonio o en equilibrio. Al producirse una contaminación la gran parte de nitrógeno se encuentra en forma de nitrógeno orgánico, es decir de proteína, y amoniaco, con el paso del tiempo el nitrógeno orgánico o proteína gradualmente se convierte en nitrógeno amoniacal. El amonio y amoniaco son gases que se ejercen de forma natural por la fermentación microbiana de los productos nitrogenados, como ejemplo la descomposición de la urea o proteínas. El nitrógeno que se origina por la descomposición de animales, vegetales y excrementos se presenta de forma orgánica que, al mezclarse en el agua se convierte en nitrógeno amoniacal, por lo cual, cuando encontramos elevadas concentraciones de nitrógeno amoniacal en el agua nos indica que nos encontramos en presencia de descomposición de materia orgánica y por ende en un medio escaso de oxígeno. Si la concentración del amoniaco presente en el agua es menor a 1 mg/L y un pH debajo a 8, se considera que no existe un riesgo a la salud. Éste parámetro se analizó en laboratorio físico-química por el método titrimétrico. El LMP según el reglamento peruano es de 0.5 mg/Litro.

- **Nitrito:**

Los nitritos del agua se originan a raíz de la presencia de nitrógeno amoniacal en el agua transformándose, a partir de bacterias aeróbicas llamadas nitrobacterias (nitrosomas), en nitritos. Los nitritos pocas veces se encuentran en niveles mayor a 1 mg/L en aguas superficiales. Si existe riesgo en la salud, pues el nitrito al entrar al flujo sanguíneo, éste reacciona como hemoglobina y produce un compuesto conocido como metahemoglobina.

Éste parámetro se analizó en laboratorio de físico-química por el método colorimétrico. El LMP según el reglamento peruano es de 3 mg NO₂/Litro.

- **Nitrato:**

El nitrato en el agua se forma a través de la oxidación de los nitritos por las nitrobacterias. Es transportado por el agua, filtra por el subsuelo y como éste no tiene la facultad de retener al nitrato se puede encontrar en concentraciones elevadas en las aguas subterráneas. Sirve como fertilizante para las plantas y al usarlo en exceso puede contribuir en su concentración. Sí existe un riesgo en la salud, pues si un agua con altos niveles de nitratos es consumida por niños menores a 6 años puede ocasionar metahemoglobinemia infantil y llevarlo hasta la muerte por la falta de oxígeno.

Éste parámetro se analizó en laboratorio de físico-química por el método de detección espectrofotométrica ultravioleta. El LMP según reglamento peruano es de 50 mg NO₃/Litro.

- **Cloro libre residual:**

El cloro libre residual es la cantidad de cloro que se encuentra en el agua en forma de hipoclorito de sodio, agregado al agua para eliminar cualquier posible contaminación microbiológica. Se debe vigilar éste proceso tomando muestras diarias para certificar el tratamiento de agua que abastece a la población, pues no se deben presentar bacterias coliformes totales ni termotolerantes.

Éste parámetro se analizó in situ con el analizador de cloro. La norma peruana nos indica que éste parámetro se debe encontrar entre 0.50 mg/L < cloro libre residual > 5 mg/L.

- **Aluminio:**
El Al se considera el elemento con mayor abundancia en la naturaleza pues ocupa el 3er lugar de los elementos de la corteza terrestre, es un componente natural del suelo, plantas y tejido animal, al tener toda esta distribución podemos indicar la causa de la presencia del aluminio en la mayoría de aguas naturales como la sal soluble, coloide o compuesto insoluble. También lo podemos encontrar en las aguas tratadas por el material utilizado en el proceso de coagulación y en aguas naturales por la lixiviación del suelo y rocas. Los usos de aditivos alimentarios también contienen aluminio como los colorantes, preservantes, levadura, emulsificador, a su vez en los empaques de alimentos elaborados con este material y en utensilios de cocina. Al encontrarse en su forma soluble en el agua en concentraciones elevadas puede causar riesgos perjudiciales a la salud como daño en sistema nervioso central, demencia, pérdida de la memoria, apatía, temblores severos.
Éste parámetro se analizó en laboratorio físico-química por el método de espectrometría de emisión atómica. El LMP según el reglamento peruano es de 0.9 mg Al/Litro.
- **Arsénico:**
El As se halla como materia de desecho en minerales, liberado al ambiente por acción volcánica, erosión de depósito minerales y por acción humana. A través de efluentes industriales, disolución de minerales y deposición atmosférica el As puede llegar al agua. En bajas condiciones de reducción el As (III) se puede encontrar en aguas subterráneas y lagos profundos. Un elevado pH puede ayudar en aumentar la concentración de As en el agua. El As también se puede encontrar en los alimentos de origen marino, como ejemplo peces, crustáceos, pues estos presentan elevadas concentraciones, pero este tipo de As es considerado el menos tóxico. Tiene un efecto elevado en la salud humana, pues su ingesta aguda y crónica puede ocasionar múltiples enfermedades como: cáncer de piel, cirrosis, hemoangioendotelioma, problemas de reabsorción renal, afectación a los glóbulos blancos, abortos espontáneos, neuropatía periférica, pérdida de la audición, daños al intestino.
Éste parámetro se analizó en laboratorio de físico-química por el método de espectrometría de emisión atómica. El LMP según reglamento peruano es de 0.01 mg As/Litro.

Parámetros microbiológicos: Son los elementos patógenos que se encuentran en el agua como bacterias, virus, etc. los cuales son causantes de enfermedades como la hepatitis, cólera, gastroenteritis diversa, tifus, etc. Se tiene en cuenta que estos microorganismos patógenos, normalmente, llegan al agua a través de heces y restos orgánicos de los animales y personas. Se debe analizar el número de bacterias coliformes que contiene dicha agua para determinar si se encuentra apta para evitar cualquier enfermedad transmisible por estos patógenos. Entre estos parámetros tenemos (16):

- **Coliformes totales:**
Los coliformes totales se pueden encontrar en heces y en el medio ambiente, como en aguas ricas de nutrientes, suelos, descomposición de materia vegetales. Existen especies que nunca o casi nunca se hallan en las heces, pero si se pueden encontrar en el agua. Su hallazgo podría indicar ineficiencia en el tratamiento de agua potable y de su sistema de distribución. Presenta daño en la salud, pues podría ocasionar gastroenteritis, infección a la piel, ojos y oído.
Éste parámetro se analizó en laboratorio de microbiología por el método de tubos múltiples. El LMP según el reglamento peruano es de 0 UFC (Unidad formadora de colonias) /100 ml a 35°C.

- **Coliformes termotolerantes:**
Los coliformes termotolerantes abarca en mayor grado al género de *Escherichia Colli* y en menor grado a *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*. Éste grupo puede fermentar la lactosa entre 44-45°C. Es escasamente posible que las bacterias coliformes termotolerantes se desarrollen nuevamente en el sistema de distribución de agua potable, salvo que estén presentes cantidades suficientes de nutrientes o que el agua tratada se encuentre en contacto con materiales inadecuados. Si existe riesgo en la salud puede ocasionar gastroenteritis aguda, mucosa en ojos y oídos.
Éste parámetro se analizó en laboratorio de microbiología por el método de tubos múltiples. El LMP según reglamento peruano es de 0 UFC/100 ml a 44.5°C. (17)

2.2.7. CONTAMINACION DEL AGUA Y ENFERMEDADES:

Las enfermedades se dividen por:

- **Contaminación Microbiológica:** Se puede contaminar por heces y/o residuos orgánicos arrastrando un sinnúmero de enfermedades entre ellas está la diarrea que a nivel mundial es la enfermedad más conocida y con más números de casos de mortalidad, estadísticamente, indica 485 mil muertes al año. Otra enfermedad que se considera grave y crónica provocada por lombrices parasitarias es la esquistosomiasis que en el año 2017 un poco más de 220 millones de personas necesitaron tratamiento para esta enfermedad. El dengue es otro ejemplo de enfermedad causada por insectos que crecen en agua limpia y al tener el agua en contenedores expuestos al medio ambiente se vuelve en un excelente lugar para que estos insectos vivan y/o se crían. Se recomienda almacenar estos contenedores con un recubrimiento, ya que al tomar esta acción se puede reducir el hábitat de estos insectos. Otras enfermedades causadas por estos patógenos son: la disentería, hepatitis A, fiebre tifoidea y poliomielitis
- **Contaminación Química:** Conforme va el avance en las empresas industriales la nueva problemática que genera gran preocupación pública son la contaminación de los productos farmacéuticos, sustancias perfluoroalquiladas y polifluoroalquiladas (PFAS), pesticidas y microplásticos. Entre los contaminantes químicos más importantes tenemos al arsénico, nitrato y fluoruro, pero también podemos encontrar en la FNA como las aguas subterráneas al plomo en cantidades significativas producto de la lixiviación del suministro de agua.

Si no se cuenta con una buena gestión de los servicios de agua, saneamiento y tratamiento de las aguas residuales tanto urbanas, agrícolas y/o industriales va a causar que millones de personas estén expuestas a peligrosos riesgos, tanto químicos como biológicos, para la salud. (OMS [WHO], 2022). (Anexo 1, Anexo 2 y Anexo 3).

Debemos señalar algunas causas que han sido el origen de la contaminación del agua para poder entender esta situación:

- **Aumento de T°:** Cuando la T° del ecosistema se eleva más de lo habitual ocasiona que su composición del agua se altere ya que disminuye la cantidad de oxígeno en la fuente de agua.
- **Desechos Industriales:** Es uno de los factores principales de la contaminación. Los más afectados son los caudales y ríos debido a la falta de consciencia, conocimiento y malas prácticas que estas industrias tienen de este recurso hídrico.
- **Deforestación:** En algunos casos a la hora de talar los árboles retiran también las raíces de éstos causando la aparición de bacterias y sedimentos bajo suelo contaminando las

aguas subterráneas que es un FNA principal. El aumento de la tala de árboles genera sequedad en lagos, ríos y demás FNA.

- Pesticidas: En los últimos años en la agricultura se ha excedido el uso de productos químicos y fertilizantes para la producción (cultivo) de alimentos, lo que ocasiona es que al filtrar estos productos por canales subterráneos finalizan en la FNA de agua para consumo humano generando la contaminación de ésta agua.
- Derrame de petróleo: Los vertidos de crudo y sus derivados se deben a la deficiencia del transporte de petróleo y a la filtración de sus productos como por ejemplo la gasolina, que son almacenados bajo tierra en grandes tanques, muchos de estos producen fuga y estas sustancias filtran al contorno de donde se encuentran, contaminando la FNA.

2.2.8. ¿A QUE SE LLAMA CENTRO POBLADO (C.P.) Y CASERIO?:

C.P.: Es todo territorio nacional ya sea urbano o rural identificado por un nombre y habitado entre 151 a 1000 habitantes. Sus viviendas se encuentran en forma continua o dispersa. Los C.P. pueden dividirse según sus características en categorías como: ciudad, pueblo, caserío, metrópoli y villa.(18)

CASERIO: Es una categoría del C.P. rural que tiene nombre propio con menos de 500 habitantes y una de sus principales características es que tienen sus viviendas dispersas.(19)

2.2.9. ZONAS DE ESTUDIO:

2.2.9.1. UBICACIÓN GEOGRAFICA:

El caserío San Cristóbal Chico se encuentra en el distrito de Olmos, provincia Lambayeque, departamento Lambayeque. Con una extensión de 25 km según la Municipalidad Distrital de Olmos.

Ubigeo: 140308
Latitud Sur: 5° 52' 28.7" S
Longitud Oeste: 79° 55' 52.5" W
Altitud: 113 m s. n. m.

Límites del Caserío:

Norte: El Caserío Calera Señor de los Milagros del Distrito Olmos, Provincia Lambayeque.

Sur: El Caserío Overazal del Distrito Olmos, Provincia Lambayeque.

Este: El Caserío El Puente del Distrito Olmos, Provincia Lambayeque.

Oeste: El Caserío San Cristóbal Grande del Distrito Olmos, Provincia Lambayeque.

El caserío El Cardo se encuentra en el distrito de Olmos, provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque. Con una extensión de 30 km según la Municipalidad Distrital de Olmos.

Ubigeo: 140308
Latitud Sur: 5° 51' 54.2" S
Longitud Oeste: 79° 53' 4.7" W
Altitud: 115 m s. n. m.

Límites del Caserío El Cardo:

Norte: El Caserío Calera Inmaculada, Provincia Lambayeque.

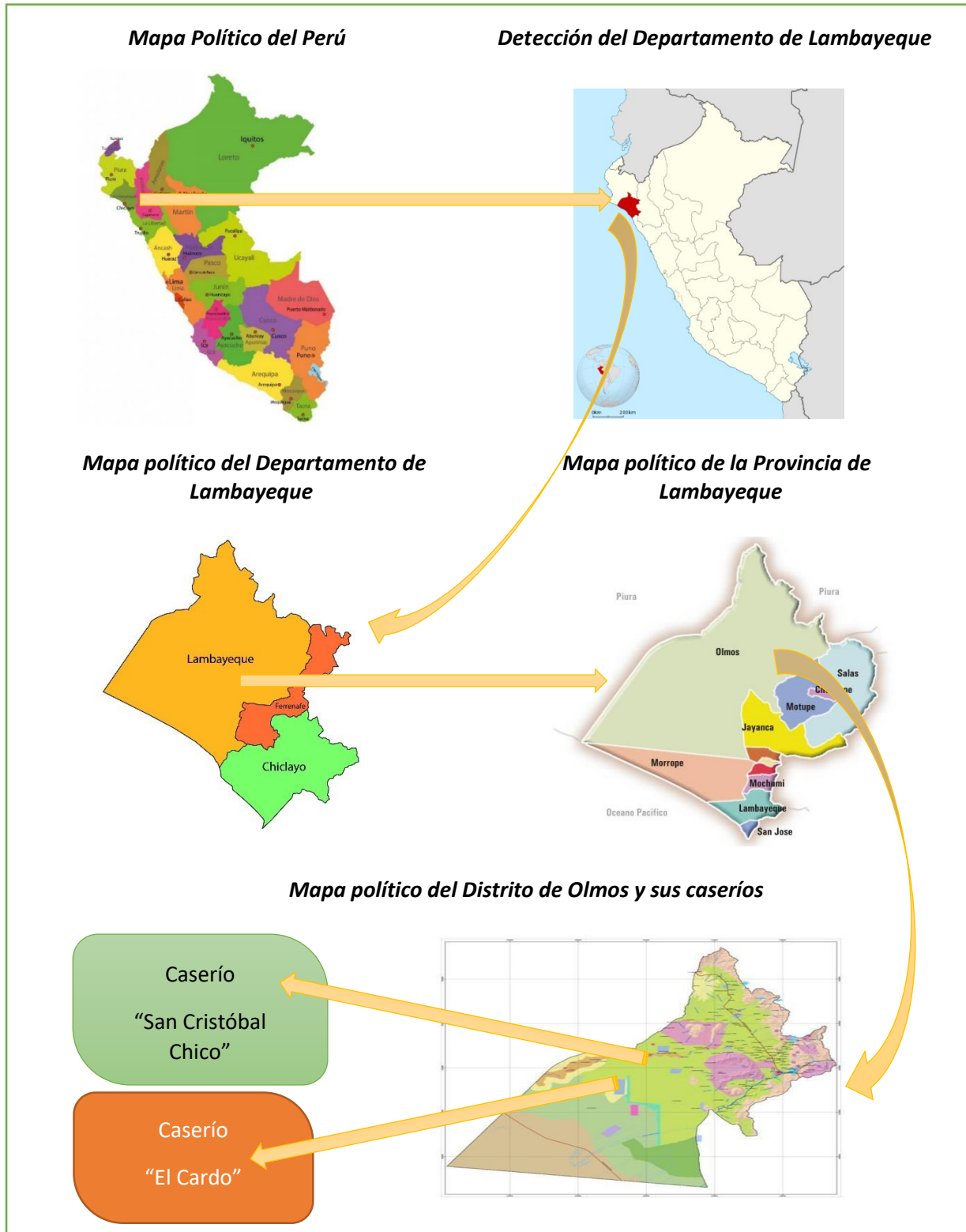
Sur: El Caserío Laguna Chica del Distrito Olmos, Provincia Lambayeque.

Este: El Caserío Laguna los Benites del Distrito Olmos, Provincia Lambayeque.

Oeste: El Caserío San Cristóbal Chico del Distrito Olmos, Provincia Lambayeque.

FIGURA 1:

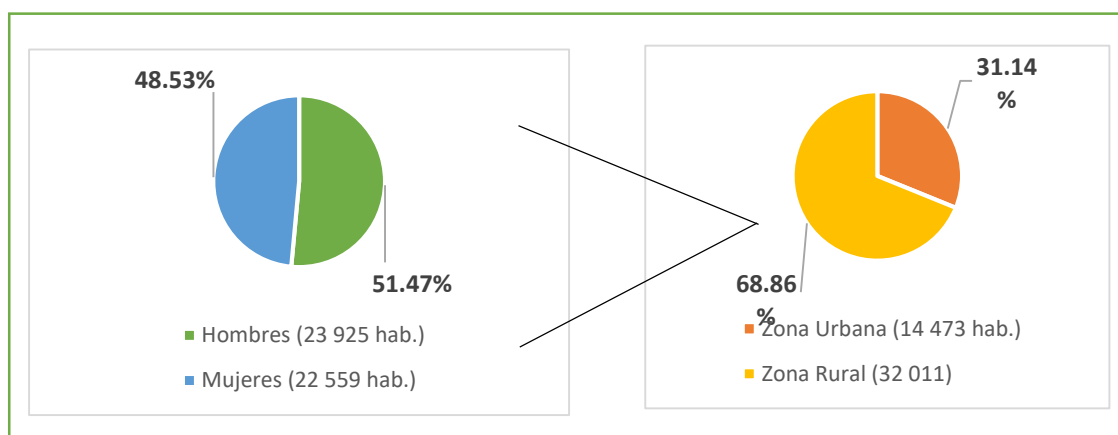
Ubicación Geográfica del Caserío San Cristóbal Chico y el Caserío El Cardo, Distrito Olmos, Provincia Lambayeque, Departamento Lambayeque. Perú.



2.2.9.2. POBLACIÓN:

El Distrito de Olmos según INEI en el último Censo 2017 tiene 46 484 habitantes, siendo 23 925 (51.47%) hombres y 22 559 (48.53%) mujeres. Dentro de lo cual 14 473 (31.14%) son de zona urbana y 32 011 (68.86%) son de zona rural. El distrito de Olmos cuenta con 195 caseríos. La densidad poblacional según INEI es de 5 habitantes/vivienda.

Figura 2:
Población Distrito de Olmos 46 484 Hab.



El caserío San Cristóbal Chico, siendo una de las áreas estudiadas, cuenta con 180 habitantes según INEI en el último Censo 2017 que viene a ser el 0.39% de la población del Distrito de Olmos, siendo 91 (50.56%) hombres y 89 (49.44%) mujeres.

El caserío El Cardo, que es la otra área estudiada, cuenta con 287 habitantes según INEI en el último Censo 2017 que viene a ser el 0.62% de la población del Distrito de Olmos, siendo 138 (48.08%) hombres y 149 (51.92%) mujeres.(20)

Figura 3:
Población Caserío San Cristóbal Chico 180 Hab.

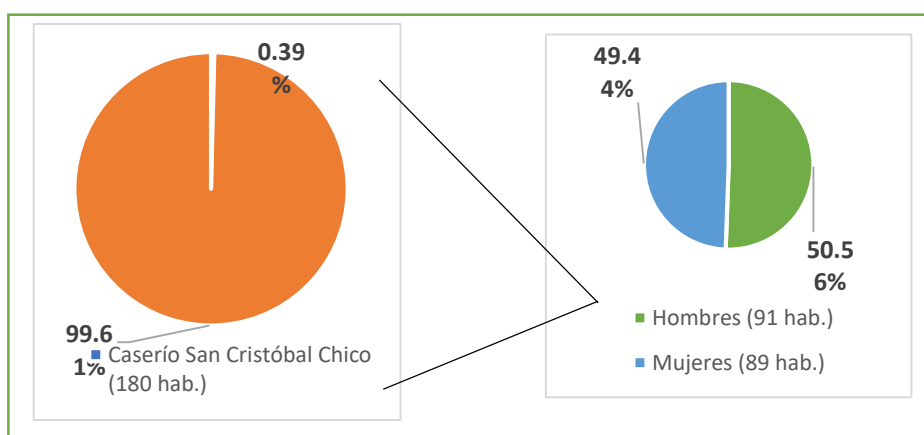
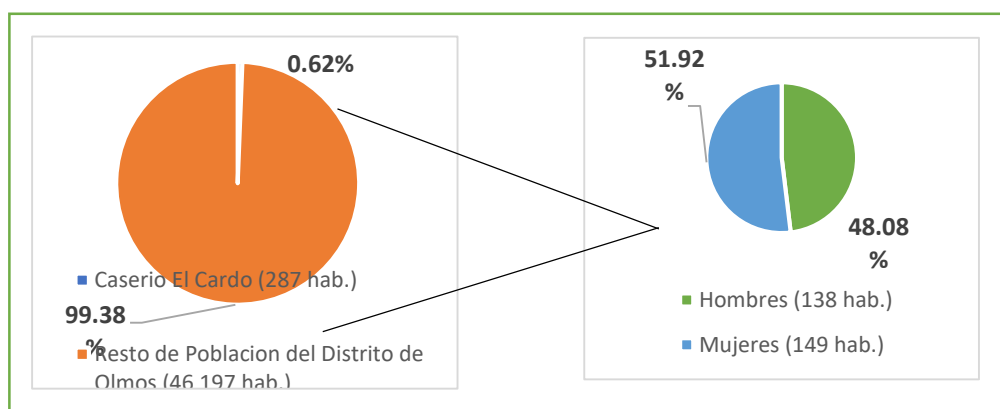


Figura 4:
Población Caserío el Cardo 287 Hab.



2.2.10. NORMAS PERUANAS SOBRE LA CA PARA CONSUMO HUMANO:

Resolución de Consejo Directivo (R.C.D.) N° 011-2007-SUNASS-CD:

El 05 de febrero del 2007 la SUNASS, mediante la R.C.D. N° 011-2007-SUNASS-CD, aprueba el “Reglamento de Calidad de Prestación de Servicios de Saneamiento”, en donde indica los agentes que intervienen y sus características de calidad que debe tener la empresa prestadora de servicios para obtener dicha CA. Llamándose calidad de servicio a las características que incluye: procedimientos, obligaciones de EPS y usuarios de la empresa prestadora de servicios de agua potable, a su vez las consecuencias de su incumplimiento.

En este Reglamento para nuestro estudio hemos tomado los puntos del sub-capítulo 3 “El proceso de Desinfección del Agua”, teniendo como artículos:

- Art. 58: De la desinfección: La cantidad de cloro que debe contener el agua no debe causar rechazo o peligro a la salud pública.
- Art. 59: Proceso de la desinfección de cloro y sus derivados: Se mide el cloro residual para determinar la eficacia de la cloración.
- Art. 60: Monitoreo del Cloro Residual: Se debe analizar muestras de agua después de la desinfección en puntos fijos, es decir en salida del SA de agua.
- Art. 62: Muestreo del Agua Potable para análisis bacteriológico: Cuando el agua presente alguna turbidez mayor a la establecida se deberá realizar un análisis de muestras de agua para determinar la existencia de coliformes termotolerantes.(21)

Decreto Supremo (DS)N° 004-2017-MINAM

El 7/06/2017 el Ministerio Del Ambiente, mediante DS N°004-2017-MINAM, crea “Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y Establecen Disposiciones Complementarias”. Nos indica los diversos niveles de concentración de las sustancias y sus parámetros del agua, ya sean físico-químicos y microbiológicos, encontrados en su estado de componente básico y de cuerpo receptor no identificándose como un alto riesgo al medio ambiente y a la salud pública.

Estos estándares se aplican a toda agua a nivel nacional encontrándose en su forma natural y, con respecto a la gestión ambiental viene a ser un referente obligatorio en su aplicación y diseño.

Para nuestro estudio hemos tomado los puntos del Art.03: “Categorías de los estándares de calidad ambiental para el agua”, en la categ. 01: “Población y recreacional” y la subcateg. A: “Aguas Superficiales destinadas a la producción de agua potable”, en la que se divide en:

- Subcateg. A-1: “Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección”: Son aquellas que, con una simple desinfección se pueden considerar aptas para su consumo humano.
- Subcateg. A-2: “Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional”: Son aquellas que, para ser aptas para consumo humano no solo basta la desinfección si no que tienen que someterse a un tratamiento mediante procesos como: Floculación, coagulación, sedimentación, decantación, filtración o procesos equivalentes.
- Subcateg. A-3: “Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado”: Son aquellas que, para ser aptas para consumo humano se tienen que someter a un tratamiento físico-químico avanzado como: micro filtración, prefloración, ultrafiltración, carbón activado, osmosis inversa, nano filtración o procesos equivalentes. (Anexo N° 4)

Decreto Supremo (DS)N° 031-2010-SA

El 26/09/2010 la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), mediante el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, se aprobó el “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano” en donde indican los estándares que deben tener los parámetros organolépticos, químicos orgánicos e inorgánicos, radiactivos parasitológicos y microbiológicos, Con respecto a vigilar la CA del agua para consumo humano se les encomienda más responsabilidades a las autoridades. El presente Reglamento se divide en títulos y artículos destacando los puntos más importantes para este estudio:

- Art. 29: Fiscalización sanitaria: Se tiene que comprobar si las medidas establecidas por el reglamento se están cumpliendo de manera adecuada a través de la supervisión de la CA que se brinda. El incumplimiento de lo establecido generara la acción de fiscalización y se sancionara de acuerdo al reglamento.
- Art. 55: Comunidades del ámbito rural: En el ámbito rural la CA es realizada por alguna organización o junta administradora de la zona. Al momento de supervisar, vigilar, autorizar y fiscalizar el tratamiento dado al agua se debe considerar la infraestructura y la condición socioeconómica de la zona, garantizando a la población la CA suministrada.
- Art. 56: Obligaciones y derechos del consumidor: Si se observa alguna desconformidad ya sea en el agua como en el sistema, el consumidor tendrá el derecho de comunicar a la autoridad encargada sobre este problema, a su vez el consumidor deberá almacenar el agua con el cuidado necesario y tapas seguras para evitar la contaminación de dicha agua.
- Parámetros para: Art. 60: Microbiológicos y otros organismos (Anexo N° 5) Art. 61: Calidad Organoléptica (Anexo N° 6) Art. 62: Inorgánicos y Orgánicos (Anexo N° 7) y Art. 63: De control obligatorio: No se debe sobrepasar los estándares establecidos por la norma.(22)

2.3. OPERACIONALIZACIÓN Y DEFINICION DE VARIABLE:

2.3.1. VARIABLE: La calidad del agua potable para consumo humano: física, química y microbiológica.

OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE:

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	ÍNDICE
VARIABLE: Calidad de Agua para Consumo Humano	Física	Color	≤ 15 UCV escala Pt/Co
		Olor	Aceptable No aceptable
		Sabor	Potable: Aceptable Salobre: No aceptable
	Química	pH	$6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$
		Temperatura	No Indica
		Cloruros	≤ 250 mg Cl/Litro
		Sulfatos	≤ 250 mg SO_4 /Litro
		Conductividad	≤ 1500 $\mu\text{mho/cm}$
		Turbidez	≤ 5 UNT
		DQO	No Indica
		DBO ₅	No Indica
		SST	No Indica
		SDT	≤ 1000 mg/Litro
		Dureza	≤ 500 mg CaCO_3 /Litro
		Alcalinidad	No Indica
		Nitrógeno Amoniacal	≤ 1.5 mg/Litro
		Nitrito	≤ 3 mg NO_2 /Litro
		Nitrato	≤ 50 mg NO_3 /Litro
		Cloro Libre Residual	$0.5 \leq \text{C.L.R} \leq 5$ mg/Litro
		Aluminio	≤ 0.2 mg Al/Litro
		Arsénico	≤ 0.01 mg As/Litro
	Microbiológica	Coliformes Totales	0 35°C UFC/100 ml
		Coliformes Termotolerantes	0 44.5°C UFC/100 ml

DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS:

Se realizará un Diseño Descriptivo-Explicativa.

3.2. POBLACIÓN (PB) Y MUESTRA:

PB:

Sera el agua brindada en el sistema de abastecimiento en los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo del distrito de Olmos-Lambayeque.

MUESTRA:

Las muestras serán del pozo y el agua de salida del Sistema de Abastecimiento del Agua potable que brindan a la población en cada caserío estudiado sea San Cristóbal Chico y El Cardo del distrito de Olmos-Lambayeque.

Fórmula estadística de cantidad de muestra buscada:

$$n = \frac{N \cdot z^2 \cdot p \cdot q}{e^2 \cdot (N-1) + (z^2 \cdot p \cdot q)}$$

Donde:

n = Cantidad de muestra buscada.

N = Cantidad de población.

z = Parámetros del NC. (90% = 1.645)

e = Es el error máximo aceptado de la muestra. (50% = 0.50)

p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito). (50% = 0.50)

q = (1-p) Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado.

Caserío San Cristóbal Chico:

INEI CENSO-2017: N = 180 habitantes(23)

Reemplazando:

$$n = \frac{180 \cdot (1.645)^2 \cdot (0.50) \cdot (0.50)}{(0.50)^2 \cdot (180-1) + (1.645)^2 \cdot (0.50) \cdot (0.50)} = 2.68 = 3 \text{ muestras}$$

Se tomarán 5 muestras:

M1: Muestra del pozo, M2: Muestra del agua salida del sistema de abastecimiento (tanque), M3, M4 Y M5: Muestras de viviendas.

Caserío El Cardo:

INEI CENSO-2017: N = 287 habitantes (23)

Reemplazando:

$$n = \frac{287 \cdot (1.645)^2 \cdot (0.50) \cdot (0.50)}{(0.50)^2 \cdot (287-1) + (1.645)^2 \cdot (0.50) \cdot (0.50)} = 2.68 = 3 \text{ muestras}$$

Se tomarán 4 muestras:

M1: Muestra del pozo, M2, M3 Y M4: Muestras de viviendas.

NOTA: El Caserío del Cardo no cuenta con tanque de salida del SA de agua.

En ambos caseríos son 20 análisis fisicoquímicos y 2 microbiológicos estudiados.

Tabla 1**Ubicación de los puntos de muestreo de los caseríos evaluados en coordenadas**

MUESTRA	CASERIOS EVALUADOS	
	SAN CRISTOBAL CHICO	EL CARDO
M1	Pozo Tubular	Pozo Tubular
M2	Tanque elevado	-----
M3	Vivienda (- 5.8832730) – (- 79.9069590)	Vivienda (- 5.8594980) – (- 79.8825010)
M4	Vivienda (- 5.8851430) – (- 79.9060630)	Vivienda (- 5.8697500) – (- 79.8800980)
M5	Vivienda (- 5.8850430) – (- 79.9057910)	Vivienda (- 5.8721470) – (- 79.8763140)

3.3. TECNICAS:**TECNICAS DE MUESTREO:****a. Toma de muestra:**

- Deberá de ser representativo y serán caños o grifos instalados.
- Se tomará de la fuente subterránea, es decir del pozo subterráneo, para determinar la CA que provee de la fuente de abastecimiento al agua potable.
- Salida de la fuente de abastecimiento de agua potable, en este caso se tomara de las viviendas.

Se considera tomar la muestra en los puntos más alejados y baja presión, para que, al momento de analizar la CA potable, los datos sean lo más representativos posible.

b. Medición cloro:

Sí el cloro residual < 0.5 p.p.m (según el DS N°031-2010-SA), se realizará un análisis microbiológico mediante la toma de una muestra.

c. Análisis Físico-químico y Microbiológico:

Con respecto a la calidad del agua, dando a conocer la aceptación de ella al consumo humano, se realizarán los análisis químicos orgánicos, fisicoquímicos y microbiológicos en laboratorio.

MEDIDAS A TENER PARA LA TOMA DE MUESTRAS EVITANDO CUALQUIER CONTAMINACIÓN DE ELLAS:

Para que los resultados de las muestras en laboratorio sean los más representativos posibles dependerá absolutamente de la muy buena calidad en que lleguen.

La persona encargada de la toma de muestras deberá tener las precauciones adecuadas para poder evitar toda contaminación que pueda deteriorar las muestras después de la toma, envasado y transporte hasta el laboratorio.

Se deberá considerar las siguientes precauciones:

- Evitar totalmente el uso de recipientes en donde se han almacenado reactivos concentrados.
- Tener un control de todas las cajas conservadoras (se hará uso de cooler) y de los envases de vidrio para asegurar que se encuentren perfectamente limpios y esterilizados.
- Evitar cualquier contacto con las manos y/o guantes, al interior de los recipientes en donde se tomarán las muestras.
- Se deberá guardar los recipientes de la toma de muestra en un entorno totalmente limpio desocupado de suciedad, basura, polvo y/o gases.
- Se deberá mantener totalmente esterilizados los recipientes de la toma de muestra hasta su debido uso.
- Los preservantes (ácidos) y la muestra no deberán tener contacto con algún objeto que dificulte la calidad de muestra.
- La persona encargada de la toma de muestra deberá utilizar guantes de laboratorio látex, en caso contrario tendrá que mantener las manos totalmente limpias y evitar ensuciarse, como por ejemplo comer, fumar y todo lo que pueda contaminar, en tanto se manipula las muestras.

PROCEDIMIENTO DE MUESTREO PARA LA EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA:

Se deberá contener lo siguiente:

- Tendrá que ser lo más representativa posible la toma de muestra a analizar.
- Se deberá evitar cualquier contaminación en la toma de muestra.
- Los frascos a utilizar deberán ser de vidrio (previamente esterilizados) para la toma de muestra con cierre hermético y tapa protectora.
- En caso el agua contenga colarima, cloro, ozono y/o dióxido de cloro, se le agregará 0.1ml de tiosulfato sódico al 3% por c/ 100 ml para neutralizar el cloro.

El análisis microbiológico se realizará en el lab. de Microbiología – UNPRG

PROCEDIMIENTO DE MUESTREO PARA LA EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA:

Tener en cuenta los siguientes pasos:

a) La evaluación en campo también llamado in situ:

Se referirá a los parámetros que puedan tener variaciones representativas en su concentración, no dando una calidad de resultados, en laboratorio. Como, por ejemplo: T°, turbiedad, pH, olor, SDT, Cloro residual, conductividad.

b) La evaluación físico-química y microbiológica se realizará en laboratorio:

El frasco de la muestra será de plástico (polipropileno) con capacidad de 1L. y tapa rosca, debidamente no debe tener olores impropios es decir deberá encontrarse totalmente limpio

Pasos a seguir:

- Lavar el frasco, unas 2 o 3 veces, antes de su uso.
- Se toma la muestra.
- El frasco en donde se encuentra la muestra deberá contener tapa y contratapa para su cierre hermético.
- Inmediatamente dirigirse al laboratorio para su posterior análisis
- En caso el análisis en laboratorio no se realice inmediatamente si no posteriormente a las veinticuatro horas se deberá adicionar un preservante a la muestra.

El análisis Físico-químico se realizará en lab. de Físicoquímica de FIQIA - UNPRG

3.4. INSTRUMENTOS:

- Vasos de precipitación: 50,100 y 150ml.
- Probetas: 50 y 100 ml.
- Matraz Erlenmeyer: 150 y 200 ml.
- Fiolas: 50 y 100 ml.
- Pipeta graduada: 10 ml.
- Buretas: 50 y 100 ml.
- Vagueta.
- Tubo de ensayo.
- Agua Destilada.
- Pinzas.
- Bombilla de jebes.
- Frasco de incubación de DBO: 500 ml.

3.5. EQUIPOS:

- Balanza Analítica.
- Espectrofotómetro de UV.
- Equipo de GPS
- Campana de extracción de gases.
- Pastillas DPD.
- Turbidímetro.
- Conductímetro.
- pH-metro.
- Termómetro digital.
- O3 Cooler
- Incubadora.
- Filtro.
- Desecador.
- Estufa a 1000°C.

- Frasco de vidrio oscuro para toma de muestras.
- EPPS para el personal de la toma de muestra (barbijo, guantes, protectores oculares, vestuario).
- Cámara fotográfica, filmadora, libreta de apuntes.

RESULTADOS, CORRELACIONES Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS:

Se realizó los análisis de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las 9 muestras en total (pozo tubular, tanque elevado y viviendas) de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo del distrito Olmos-Lambayeque.

Los análisis físico-químicos se realizaron en el laboratorio de Investigación de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo excepto el análisis de Nitratos. Los análisis microbiológicos y el análisis de nitratos se realizaron en el laboratorio de C.A de la empresa OTTAS Epsel.

Los análisis se realizaron en las siguientes fechas:

F1: 03/04/23

F2: 05/06/23

F3: 26/06/23

Los resultados obtenidos estadísticamente son los siguientes:

4.1.1. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS:

4.1.1.1. COLOR:

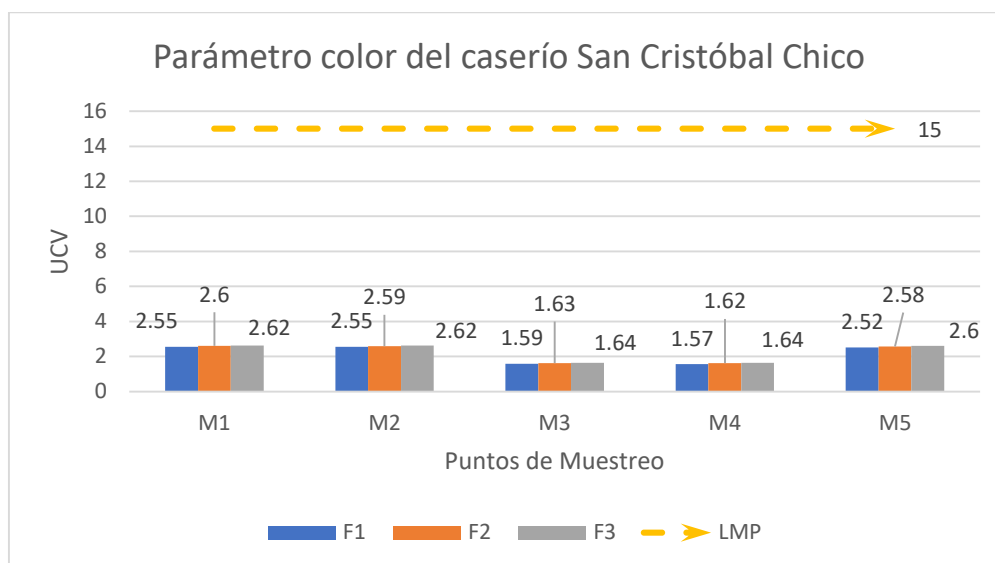
Tabla 2

Resultados del análisis y valor promedio ponderado del parámetro color de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Muestras	Color UCV					
	San Cristóbal Chico			El Cardo		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
	03/04/23	05/06/23	26/06/23	03/04/23	05/06/23	26/06/23
M1: Pozo	2.55	2.60	2.62	3.62	3.72	3.73
M2: Tanque	2.55	2.59	2.62	-----	-----	-----
M3: Vivienda inicial	1.59	1.63	1.64	3.59	3.66	3.67
M4: Vivienda intermedia	1.57	1.62	1.64	3.40	3.45	3.47
M5: Vivienda final	2.52	2.58	2.60	3.58	3.65	3.66
Xprom	2.16	2.20	2.22	3.55	3.62	3.63
Valor Promedio Ponderado		2.19			3.60	

Gráfico 5

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro color del caserío San Cristóbal Chico.

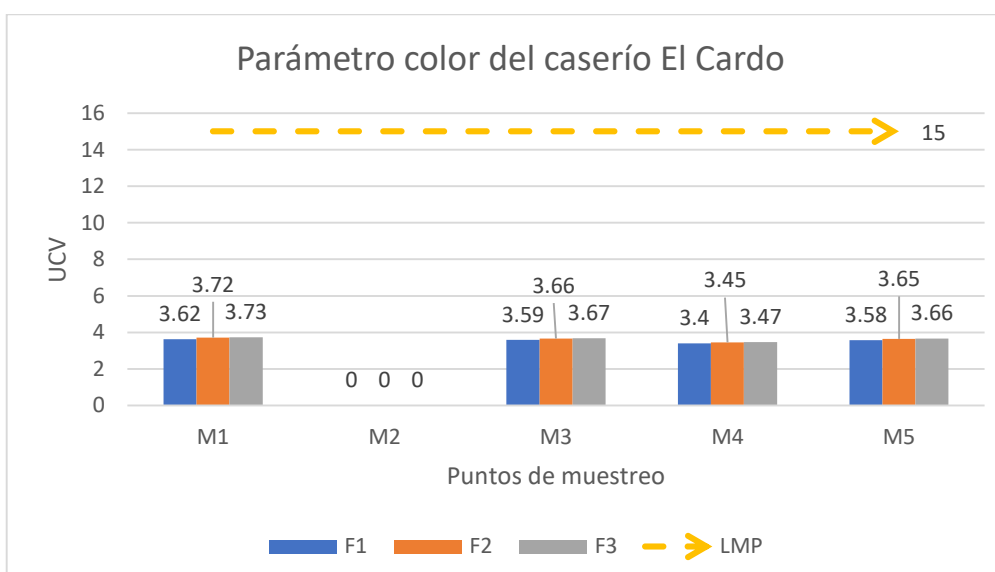


Explicación:

En la tabla 2 y en el gráfico 5 podemos observar el resultado del color (UCV) del caserío San Cristóbal Chico tomados en los 5 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas; los resultados mostrados corresponde a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 1.64 UCV es la cifra más baja y 2.62 UCV es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 2.19 UCV, a su vez, podemos observar también que, todos los resultados se hallan muy por abajo del LMP (15 UCV) que establece la norma peruana.

Gráfico 6

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro color del caserío El Cardo.



Explicación:

En la tabla 2 y en el gráfico 6 podemos observar los resultados del parámetro color (UCV) del caserío El Cardo tomados en los 4 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas, pues éste caserío no cuenta con el tanque del S.A de agua potable; los resultados mostrados corresponde a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 3.40 UCV es la cifra más baja y 3.73 UCV es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 3.60, a su vez, podemos observar también que, todos los resultados se hallan muy por abajo del LMP (15 UCV) que establece la norma peruana.

Tabla 3

Resultados del parámetro color según valor verdadero e intervalo de confianza de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Caseríos	Color	
	X ± Incertidumbre	Intervalo de confianza
San Cristóbal Chico	2.19 ± 0.056	[2.134 – 2.246]
El Cardo	3.60 ± 1.18	[2.42 – 4.78]

Explicación:

En la tabla 3 podemos observar que el mayor valor de color lo obtuvo el caserío El Cardo con un valor de 3.60 ± 1.18 y cuyos valores tiene un intervalo de confianza de [2.42 – 4.78].

ANÁLISIS ESTADÍSTICO:**Caserío San Cristóbal Chico:****Supuesto de Normalidad (S.N.)**

H₀: Los errores provienen de una distribución Normal (N)

H₁: Los errores no provienen de una distribución Normal

Tabla 4:

Prueba de normalidad (N) color San Cristóbal Chico

Lugar de investigación		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Residuo para color del agua en San Cristóbal Chico	M1: Pozo	,942	3	,537
	M2: Tanque	,993	3	,843
	M3: Vivienda Inicial	,893	3	,363
	M4: Vivienda intermedia	,942	3	,537
	M5: Vivienda Final	,923	3	,463

Nivel de significancia (N.S): 5%

Explicación:

En la tabla 4 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula por tener un N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos provienen de una distribución normal.

Supuesto de Homogeneidad (S.H.)

H_0 : La varianza de los errores son iguales

H_1 : La varianza de los errores no son iguales

Tabla 5:

Prueba de igualdad de Levene de varianza de error de color San Cristóbal Chico ^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Color del agua	Se basa en la media	,206	4	10	,929
San Cristóbal	Se basa en la mediana	,065	4	10	,991
Chico	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,065	4	9,180	,991
	Se basa en la media recortada	,192	4	10	,937

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. Variable dependiente (V.D): color del agua en San Cristóbal Chico

b. Diseño(D) : lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 5 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con un N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos son homogéneos.

Análisis de varianza

H_0 : El color de agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H_1 : El color de agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla 6:

Resultados de ANOVA color San Cristóbal Chico

Color de agua San Cristóbal Chico

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3,361	4	,840	670,460	,000
Dentro de grupos	,013	10	,001		
Total	3,374	14			

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 6 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con un N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que el color del agua es diferente en al menos un lugar de muestreo.

Comparación del color de agua en los puntos de muestreo (P.M)

Tabla 7:
Color del agua San Cristóbal Chico

	Lugar de investigación	N	Subconjunto	
			1	2
HSD Tukey	M4: Vivienda intermedia	3	1,6100	
	M3: Vivienda Inicial	3	1,6200	
	M5: Vivienda Final	3		2,5667
	M2: Tanque	3		2,5867
	M1: Pozo	3		2,5900
	Sig.		,996	,923
Duncan	M4: Vivienda intermedia	3	1,6100	
	M3: Vivienda Inicial	3	1,6200	
	M5: Vivienda Final	3		2,5667
	M2: Tanque	3		2,5867
	M1: Pozo	3		2,5900
	Sig.		,737	,459

Explicación:

En la tabla 7 podemos observar que la prueba de Tukey y Duncan nos indica que de los lugares de San Cristóbal Chico se agruparon de dos maneras según la similitud del color de agua, el primer grupo está la vivienda intermedia y final y en el segundo grupo están los lugares restantes.

Caserío El Cardo:

S.N.:

H_0 : Los errores provienen de una distribución N.

H_1 : Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 8:
Prueba de N color El Cardo

	Lugar de Investigación	Shapiro- Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Residuo para color El Cardo	M1: Pozo	,818	3	,157
	M3: Vivienda Inicial	,842	3	,220
	M4: Vivienda intermedia	,942	3	,537
	Vivienda Final	,842	3	,220

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 8 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con un N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos provienen de una distribución N.

S.H:

H_0 : las Varianza de los errores son iguales en los distintos puntos de muestreo (P.M).

H_1 : Las Varianza de los errores no son iguales en los distintos puntos de muestreo (P.M).

Tabla 9:

Prueba de igualdad de Levene de varianza de error color El Cardo ^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Color del agua en El Cardo	Se basa en la media	,745	3	8	,555
	Se basa en la mediana	,061	3	8	,979
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,061	3	6,226	,978
	Se basa en la media recortada	,623	3	8	,620

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: Color del Agua

b. D: Intersección + lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 9 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por los tanto, como conclusión se determina que los datos son homogéneos.

Análisis de varianza

H_0 : El color de agua es igual en los cuatro P.M.

H_1 : El color de agua no es igual en los cuatro P.M.

Tabla 10

Resultados de ANOVA de color El Cardo

Color del Agua

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,109	3	,036	16,455	,001
Dentro de grupos	,018	8	,002		
Total	,126	11			

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 10 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que el color del agua es diferente en al menos uno punto de muestreo.

Comparación del color de agua en los P.M

Tabla 11:
Color del agua El Cardo

	Lugar de Investigación	N	Subconjunto	
			1	2
HSD Tukey ^{a,b}	M4: Vivienda intermedia	3	3,4400	
	Vivienda Final	3		3,6300
	M3: Vivienda Inicial	3		3,6400
	M1: Pozo	3		3,6900
	Sig.		1,000	,446
Duncan ^{a,b}	M4: Vivienda intermedia	3	3,4400	
	Vivienda Final	3		3,6300
	M3: Vivienda Inicial	3		3,6400
	M1: Pozo	3		3,6900
	Sig.		1,000	,171

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

El término de error es la media cuadrática(Error) = .002.

Se basa en las medias observadas.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

b. Alfa=0.05.

Explicación:

En la tabla 11 podemos observar que la prueba de Tukey y Duncan nos indica que de los lugares de El Cardo se agruparon de dos maneras según la similitud del color de agua, el primer grupo está la vivienda intermedia y en el segundo grupo están los lugares restantes (pozo, vivienda inicial y vivienda final).

4.1.1.2. OLOR:

Tabla 12

Resultado del análisis y valor promedio ponderado del parámetro olor de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Muestras	Olor					
	San Cristóbal Chico			El Cardo		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
	03/04/23	05/06/23	26/06/23	03/04/23	05/06/23	26/06/23
M1: Pozo	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
M2: Tanque	Aceptable	Aceptable	Aceptable	-----	-----	-----
M3: Vivienda inicial	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
M4: Vivienda intermedia	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
M5: Vivienda final	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Xprom	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Valor Promedio Ponderado	Aceptable			Aceptable		

Explicación:

En la tabla 12 podemos observar que tanto en el caserío San Cristóbal Chico y el caserío El Cardo se percibe un olor inodoro, éste parámetro es organoléptico.

4.1.1.3. SABOR:

Tabla 13

Resultado del análisis y valor promedio ponderado del parámetro sabor de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Muestras	Sabor					
	San Cristóbal Chico			El Cardo		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
	03/04/23	05/06/23	26/06/23	03/04/23	05/06/23	26/06/23
M1: Pozo	No	No	No	No	No	No
M2: Tanque	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
M3: Vivienda inicial	No	No	No	No	No	No
M4: Vivienda intermedia	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
M5: Vivienda final	No	No	No	No	No	No
Xprom	No	No	No	No	No	No
Valor Promedio Ponderado	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
	No Aceptable			No Aceptable		

Explicación:

En la tabla 13 podemos observar que tanto en el caserío San Cristóbal Chico y el caserío El Cardo se percibe un sabor salado y rechazado totalmente, éste parámetro es organoléptico.

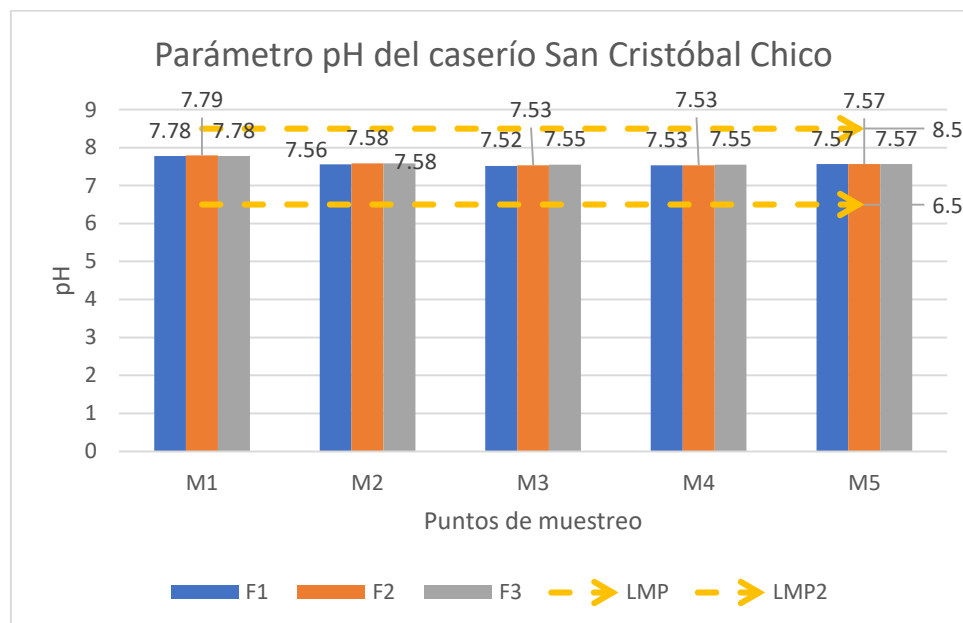
4.1.1.4. pH:**Tabla 14**

Resultados del análisis y valor promedio ponderado del parámetro pH de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Muestras	pH					
	San Cristóbal Chico			El Cardo		
	F1 03/04/23	F2 05/06/23	F3 26/06/23	F1 03/04/23	F2 05/06/23	F3 26/06/23
M1: Pozo	7.78	7.79	7.78	7.79	7.80	7.82
M2: Tanque	7.56	7.58	7.58	-----	-----	-----
M3: Vivienda inicial	7.52	7.53	7.55	7.78	7.78	7.80
M4: Vivienda intermedia	7.53	7.53	7.55	7.75	7.76	7.76
M5: Vivienda final	7.57	7.57	7.57	7.77	7.77	7.78
Xprom	7.59	7.60	7.61	7.77	7.78	7.79
Valor Promedio Ponderado		7.60			7.78	

Gráfico 7

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro pH del caserío San Cristóbal Chico.

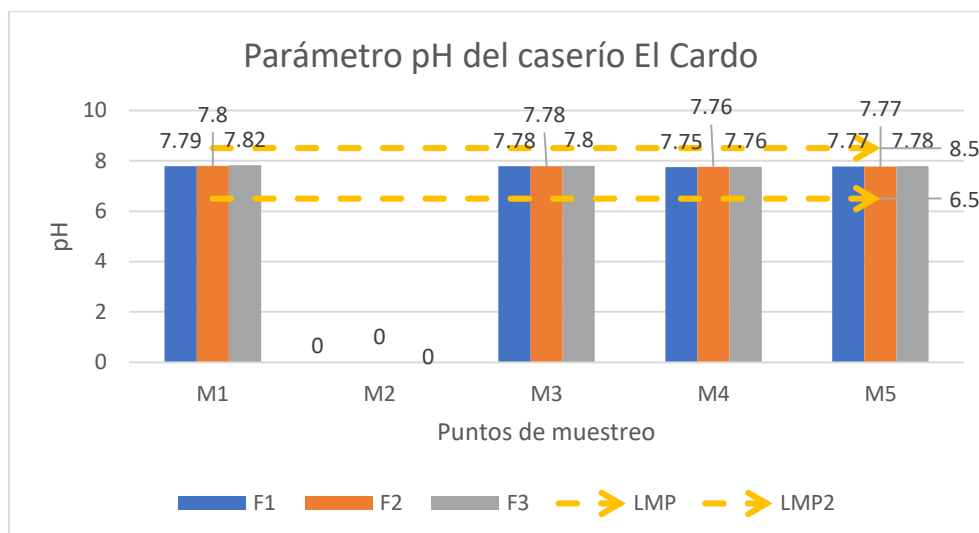
**Explicación:**

En la tabla 14 y en el gráfico 7 podemos observar el resultado del pH del caserío San Cristóbal Chico tomados en los 5 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas; los resultados

mostrados corresponde a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 7.52 es la cifra más baja y 7.79 es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 7.60, a su vez, podemos observar también que todos los resultados se encuentran dentro del rango de LMP ($6.5 < \text{pH} < 8.5$) que establece la norma peruana.

Gráfico 8

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro pH del caserío El Cardo.



Explicación:

En la tabla 14 y en el gráfico 8 podemos observar los resultados del parámetro pH del caserío El Cardo tomados en los 4 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas, pues éste caserío no cuenta con el tanque del S.A de agua potable; los resultados mostrados corresponde a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 7.75 es la cifra más baja y 7.82 es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 7.78, a su vez, podemos observar también que, la totalidad de los resultados se hallan muy por abajo del LMP (15 UCV) que establece la norma peruana.

Tabla 15

Resultados del parámetro pH según valor verdadero e intervalo de confianza de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Caseríos	pH	
	X ± Incertidumbre	Intervalo de confianza
San Cristóbal Chico	7.60 ± 1.92	[5.68 – 9.52]
El Cardo	7.78 ± 2.54	[5.24 – 10.32]

Explicación:

En la tabla 15 podemos observar que el mayor valor de pH lo obtuvo el caserío El Cardo con 7.78 ± 2.54 y cuyos valores tienen un intervalo de confianza de [5.24 – 10.32].

ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Caserío San Cristóbal Chico:

S.N:

H_0 : Los errores provienen de una distribución N.

H_1 : Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 16:

Prueba de N de pH El Cardo

		Shapiro-Wilk		
	Lugar de investigación	Estadístico	gl	Sig.
Residuo para pH San Cristóbal Chico	M1: Pozo	,750	3	,000
	M2: Tanque	,750	3	,000
	M3: Vivienda Inicial	,964	3	,637
	M4: Vivienda intermedia	,750	3	,000
	M5: Vivienda Final	.	3	.

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 16 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos no provienen de una distribución N.

S.H:

H_0 : Las Varianza de los errores son iguales.

H_1 : Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 17:

Prueba de igualdad de Levene de varianza de error de pH El Cardo

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
pH San	Se basa en la media	3,636	4	10	,044
Cristóbal	Se basa en la mediana	,542	4	10	,709
Chico	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,542	4	6,857	,711
	Se basa en la media recortada	3,186	4	10	,062

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 17 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos no son homogéneos.

Análisis de comparación de tratamientos

H_0 : El pH de agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H_1 : El pH de agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla 18:
Prueba de Kruskal-Wallis pH El Cardo

Rangos			
	Lugar de investigación	N	Rango promedio
pH San Cristóbal Chico	M1: Pozo	3	14,00
	M2: Tanque	3	10,00
	M3: Vivienda Inicial	3	3,17
	M4: Vivienda intermedia	3	3,83
	M5: Vivienda Final	3	9,00
	Total	15	

Estadísticos de prueba ^{a,b}

pH San Cristóbal Chico	
H de Kruskal-Wallis	12,504
gl	4
Sig. asintótica	,014

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación (V.A): lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 18 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que el pH del agua es diferente en al menos un lugar de muestreo.

Caserío El Cardo:

S.N:

H₀: Los errores provienen de una distribución N.

H₁: Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 19:
Prueba de N pH El Cardo

		Shapiro-Wilk		
	Lugar de Investigación	Estadístico	gl	Sig.
Residuo para pH El Cardo	M1: Pozo	,964	3	,637
	M3: Vivienda Inicial	,750	3	,000
	M4: Vivienda intermedia	,750	3	,000
	Vivienda Final	,750	3	,000

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 19 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos no provienen de una distribución N.

S.H:

H_0 : Las Varianza de los errores son iguales.

H_1 : Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 20:**Prueba de igualdad de Levene de varianza de error pH El Cardo ^{a,b}**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
pH del agua El Cardo	Se basa en la media	1,895	3	8	,209
	Se basa en la mediana	,407	3	8	,752
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,407	3	6,000	,754
	Se basa en la media recortada	1,706	3	8	,243

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: pH del Agua

b. D: Intersección + lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 20 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos son homogéneos.

Análisis de comparación de tratamientos

H_0 : El pH de agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H_1 : El pH de agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla 21:**Prueba de Kruskal-Wallis pH El Cardo**

Rangos			
	Lugar de Investigación	N	Rango promedio
Residuo para pH El Cardo	M1: Pozo	3	6,00
	M3: Vivienda Inicial	3	5,67
	M4: Vivienda intermedia	3	6,67
	Vivienda Final	3	7,67
	Total	12	

Estadísticos de prueba^{a,b}

Residuo para PH el Cardo	
H de Kruskal-Wallis	,550
gl	3
Sig. asintótica	,908

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. V.A: Lugar de Investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 21 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que el pH del agua es igual en los lugares de muestreo.

4.1.1.5. TEMPERATURA:

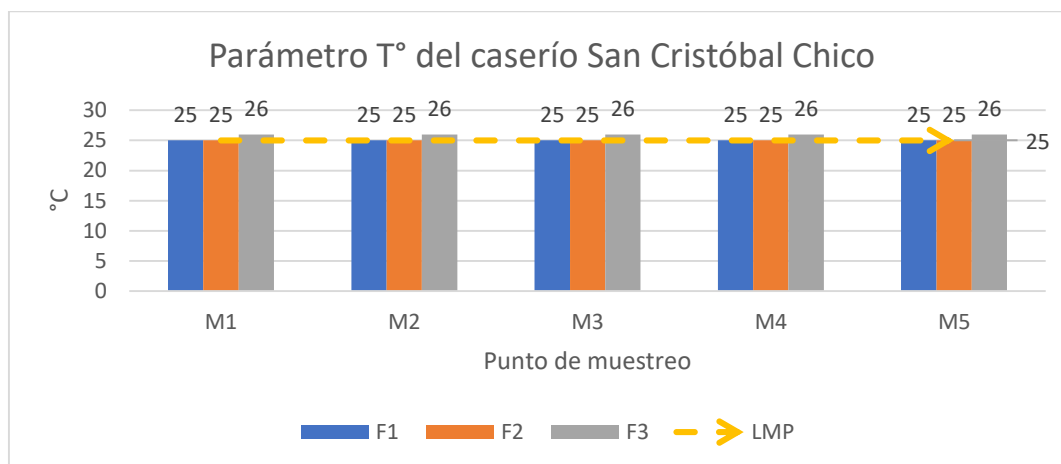
Tabla 22

Resultados del análisis y valor promedio ponderado del parámetro T° de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Muestras	T° °C					
	San Cristóbal Chico			El Cardo		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
	03/04/23	05/06/23	26/06/23	03/04/23	05/06/23	26/06/23
M1: Pozo	25	25	26	25	25	26
M2: Tanque	25	25	26	-----	-----	-----
M3: Vivienda inicial	25	25	26	25	25	26
M4: Vivienda intermedia	25	25	26	25	25	26
M5: Vivienda final	25	25	26	25	25	26
Xprom	25	25	26	25	25	26
Valor Promedio Ponderado		25.33			25.33	

Gráfico 9

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro temperatura del caserío San Cristóbal Chico.

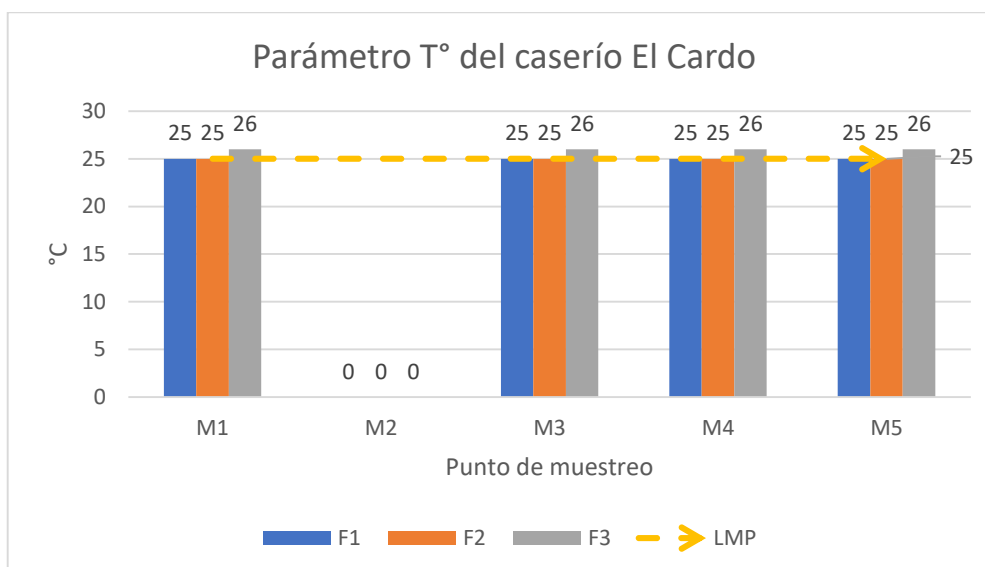


Explicación:

En la tabla 22 y en el gráfico 9 podemos observar los resultados del parámetro T° del caserío San Cristóbal Chico tomados en los 5 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas; los resultados mostrados corresponden a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 25°C es la cifra más baja y 26°C es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 25.33°C, en la norma peruana no se indica LMP para éste parámetro.

Gráfico 10

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro temperatura del caserío El Cardo.



Explicación:

En la tabla 22 y en el gráfico 10 podemos observar los resultados del parámetro T° del caserío El Cardo tomados en los 4 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas, pues éste caserío no cuenta con el tanque del S.A de agua potable; los resultados mostrados corresponde a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 25°C es la cifra más baja y 26°C es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 25.33°C, en la norma peruana no se indica LMP para éste parámetro.

Tabla 23

Resultados del parámetro T° según valor verdadero e intervalo de confianza de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Caseríos	T°	
	X ± Incertidumbre	Intervalo de confianza
San Cristóbal Chico	25 ± 6.41	[18.92 – 31.74]
El Cardo	25 ± 8.28	[17.05 – 33.61]

Explicación:

En la tabla 23 podemos observar que el mayor valor de T° lo obtuvo el caserío El Cardo con 25 ± 8.28 y cuyos valores tienen un intervalo de confianza de [17.05 – 33.61].

ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Caserío San Cristóbal Chico:

S.N:

H₀: Los errores provienen de una distribución N.

H₁: Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 24:

Prueba de N T° San Cristóbal Chico

	Lugar de investigación	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Residuo para	M1: Pozo	,750	3	,000
Temperatura	M2: Tanque	,750	3	,000
San Cristóbal	M3: Vivienda Inicial	,750	3	,000
Chico	M4: Vivienda intermedia	,750	3	,000
	M5: Vivienda Final	,750	3	,000

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 24 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos no provienen de una distribución N.

S.H:

H₀: Las Varianza de los errores son iguales.

H₁: Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 25:

Prueba de igualdad de Levene de varianza de error T° San Cristóbal Chico ^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Temperatura San Cristóbal Chico	Se basa en la media	,000	4	10	1,000
	Se basa en la mediana	,000	4	10	1,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,000	4	10,000	1,000
	Se basa en la media recortada	,000	4	10	1,000

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: Temperatura San Cristóbal Chico

b. D: lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 25 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos son homogéneos.

Análisis de comparación de tratamientos

H_0 : La temperatura de agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H_1 : La temperatura de agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla 26:

Prueba de Kruskal-Wallis T° San Cristóbal Chico

Rangos			
	Lugar de investigación	N	Rango promedio
Temperatura San Cristóbal Chico	M1: Pozo	3	8,00
	M2: Tanque	3	8,00
	M3: Vivienda Inicial	3	8,00
	M4: Vivienda intermedia	3	8,00
	M5: Vivienda Final	3	8,00
	Total	15	

Estadísticos de prueba^{a,b}

Temperatura San Cristóbal Chico	
H de Kruskal-Wallis	,000
gl	4
Sig. asintótica	1,000

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. V.A: lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 26 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que la temperatura de agua es igual en los lugares de muestreo.

Caserío El Cardo:

S.N:

H_0 : Los errores provienen de una distribución N.

H_1 : Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 27:

Prueba de N T° El Cardo

		Shapiro - Wilk		
	Lugar de Investigación	Estadístico	gl	Sig.
Residuo para Temperatura el Cardo	M1: Pozo	,750	3	,000
	M3: Vivienda Inicial	,750	3	,000
	M4: Vivienda intermedia	,750	3	,000
	Vivienda Final	,750	3	,000

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 27 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos no provienen de una distribución N.

S.H:

H₀: Las Varianza de los errores son iguales.

H₁: Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 28:

Prueba de igualdad de Levene de varianza de error T° El Cardo ^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Temperatura del agua El Cardo	Se basa en la media	,000	3	8	1,000
	Se basa en la mediana	,000	3	8	1,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,000	3	8,000	1,000
	Se basa en la media recortada	,000	3	8	1,000

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: Temperatura del Agua

b. D: Intersección + lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 28 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos son homogéneos.

Análisis de comparación de tratamientos

H₀: La temperatura de agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H₁: La temperatura de agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla 29:

Prueba de Kruskal-Wallis T° El Cardo

		Rangos	
	Lugar de Investigación	N	Rango promedio
Residuo para Temperatura El Cardo	M1: Pozo	3	6,50
	M3: Vivienda Inicial	3	6,50
	M4: Vivienda intermedia	3	6,50
	Vivienda Final	3	6,50
	Total	12	

Estadísticos de prueba^{a,b}

Residuo para Temperatura
el Cardo

H de Kruskal-Wallis	,000
gl	3
Sig. asintótica	1,000

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. V.A: Lugar de Investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 29 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que la temperatura del agua es igual en los lugares de muestreo.

4.1.1.6. TURBIDEZ:

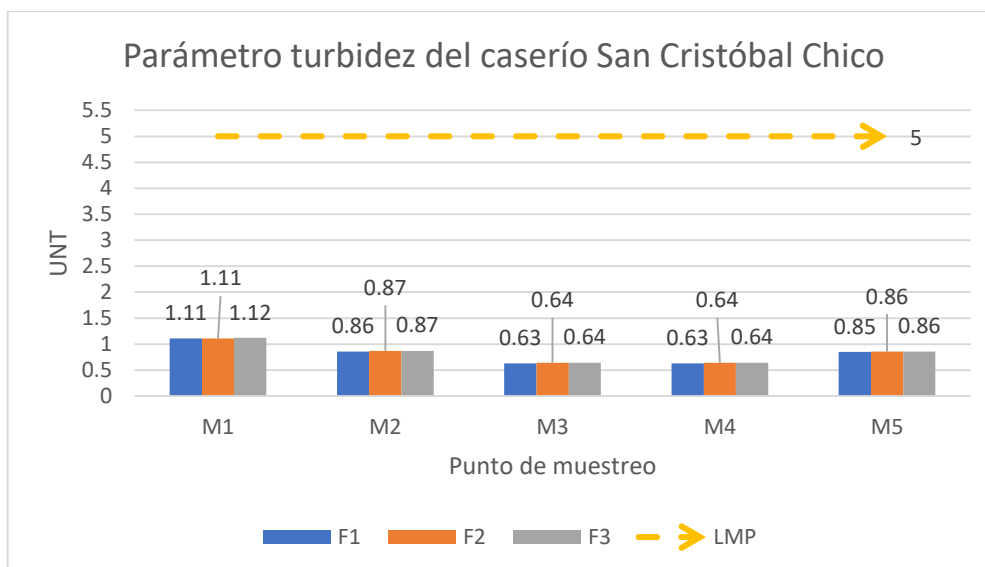
Tabla 30

Resultados del análisis y valor promedio ponderado del parámetro turbidez de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Muestras	Turbidez UNT					
	San Cristóbal Chico			El Cardo		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
	03/04/23	05/06/23	26/06/23	03/04/23	05/06/23	26/06/23
M1: Pozo	1.11	1.11	1.12	1.20	1.24	1.24
M2: Tanque	0.86	0.87	0.87	-----	-----	-----
M3: Vivienda inicial	0.63	0.64	0.64	0.93	0.95	0.95
M4: Vivienda intermedia	0.63	0.64	0.64	0.73	0.75	0.76
M5: Vivienda final	0.85	0.86	0.86	0.92	0.94	0.95
Xprom	0.82	0.82	0.83	0.95	0.97	0.98
Valor Promedio Ponderado		0.82			0.97	

Gráfico 11

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro turbidez del caserío San Cristóbal Chico.

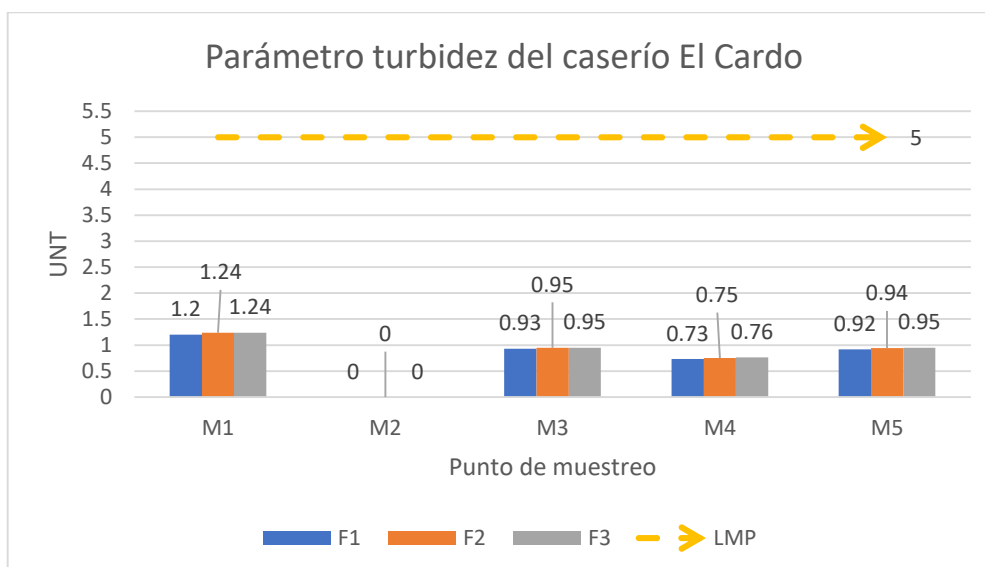


Explicación:

En la tabla 30 y en el gráfico 11 podemos observar los resultados del parámetro turbidez del caserío San Cristóbal Chico tomados en los 5 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas; los resultados mostrados corresponden a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 0.63 UNT es la cifra más baja y 1.12 UNT es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 0.82 UNT, a su vez, podemos observar también que la totalidad de los resultados se halla muy abajo del LMP (5 UNT) que establece la norma peruana.

Gráfico 12

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro turbidez del caserío El Cardo.



Explicación:

En la tabla 30 y en el gráfico 12 podemos observar los resultados del parámetro turbidez del caserío El Cardo tomados en los 4 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas, pues éste caserío no cuenta con el tanque del S.A de agua potable; los resultados mostrados corresponde a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 0.73 UNT es la cifra más baja y 1.24 UNT es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 0.97 UNT, a su vez, podemos observar también que la totalidad de los resultados se hallan muy por abajo del LMP (5 UNT) que establece la norma peruana.

Tabla 31

Resultados del parámetro turbidez según valor verdadero e intervalo de confianza de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo

Caseríos	Turbidez	
	X ± Incertidumbre	Intervalo de confianza
San Cristóbal Chico	0.82 ± 0.21	[0.61 – 1.03]
El Cardo	0.97 ± 0.32	[0.65 – 1.29]

Explicación:

En la tabla 31 podemos observar que el mayor valor de turbidez lo obtuvo el caserío El Cardo con 0.97 ± 0.32 y cuyos valores tienen un intervalo de confianza de [0.65 – 1.29].

ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Caserío San Cristóbal Chico:

S.N:

H_0 : Los errores provienen de una distribución N.

H_1 : Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 32:

Prueba de N turbidez San Cristóbal Chico

	Lugar de investigación	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Residuo para	M1: Pozo	,750	3	,000
Turbidez San	M2: Tanque	,750	3	,000
Cristóbal Chico	M3: Vivienda Inicial	,750	3	,000
	M4: Vivienda intermedia	,750	3	,000
	M5: Vivienda Final	,750	3	,000

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 32 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos provienen de una distribución N.

S.H:

H_0 : las Varianza de los errores son iguales.

H_1 : Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 33:

Prueba de igualdad de Levene de varianzs de error turbidez San Cristóbal Chico ^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Turbidez del agua en San Cristóbal Chico	Se basa en la media	,000	4	10	1,000
	Se basa en la mediana	,000	4	10	1,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,000	4	10,000	1,000
	Se basa en la media recortada	,000	4	10	1,000

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: Turbidez del agua en San Cristóbal Chico

b. D: lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 33 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos son homogéneos.

Análisis de comparación de tratamientos

H_0 : La turbidez de agua es igual en los cinco lugares de muestreo

H_1 : La turbidez de agua no es igual en los cinco lugares de muestreo

Tabla 34:

Prueba de Kruskal-Wallis turbidez San Cristóbal Chico

	Rangos	
	Lugar de investigación	N
Turbidez del agua en San Cristóbal Chico	M1: Pozo	3
	M2: Tanque	3
	M3: Vivienda Inicial	3
	M4: Vivienda intermedia	3
	M5: Vivienda Final	3
	Total	15

Estadísticos de prueba^{a,b}

Turbidez del agua en San Cristóbal Chico	
H de Kruskal-Wallis	12,952
gl	4
Sig. asintótica	,012

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. V.A: lugar de investig.

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 34 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05 por lo tanto, como conclusión se determina que la turbidez de agua es diferente en al menos un lugar de muestreo

Caserío El Cardo:

S.N:

H_0 : Los errores provienen de una distribución N.

H_1 : Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 35:

Prueba de N turbidez El Cardo

	Lugar de Investigación	Shapiro - Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Residuo para	M1: Pozo	,750	3	,000
Turbidez El Cardo	M3: Vivienda Inicial	,750	3	,000
	M4: Vivienda intermedia	,964	3	,637
	Vivienda Final	,964	3	,637

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 35 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos no provienen de una distribución N.

S.H:

H₀: las Varianza de los errores son iguales.

H₁: Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 36:

Pruebas de igualdad de Levene de varianza de error turbidez El Cardo ^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Turbidez del agua El Cardo	Se basa en la media	1,043	3	8	,424
	Se basa en la mediana	,103	3	8	,956
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,103	3	4,662	,955
	Se basa en la media recortada	,892	3	8	,486

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: Turbidez del Agua

b. D: Intersección + lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 36 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos son homogéneos.

Análisis de comparación de tratamientos

H₀: La turbidez de agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H₁: La turbidez de agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla 37:

Prueba de Kruskal-Wallis turbidez El Cardo

Rangos			
	Lugar de Investigación	N	Rango promedio
Residuo para Turbidez El Cardo	M1: Pozo	3	7,33
	M3: Vivienda Inicial	3	6,33
	M4: Vivienda intermedia	3	6,17
	Vivienda Final	3	6,17
	Total	12	

Estadísticos de prueba^{a,b}

Residuo para TURBIDEZ

el Cardo

H de Kruskal-Wallis	,228
gl	3
Sig. asintótica	,973

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. V.A: Lugar de Investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 37 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que la turbidez de agua es igual en los lugares de muestreo.

4.1.1.7. CONDUCTIVIDAD:

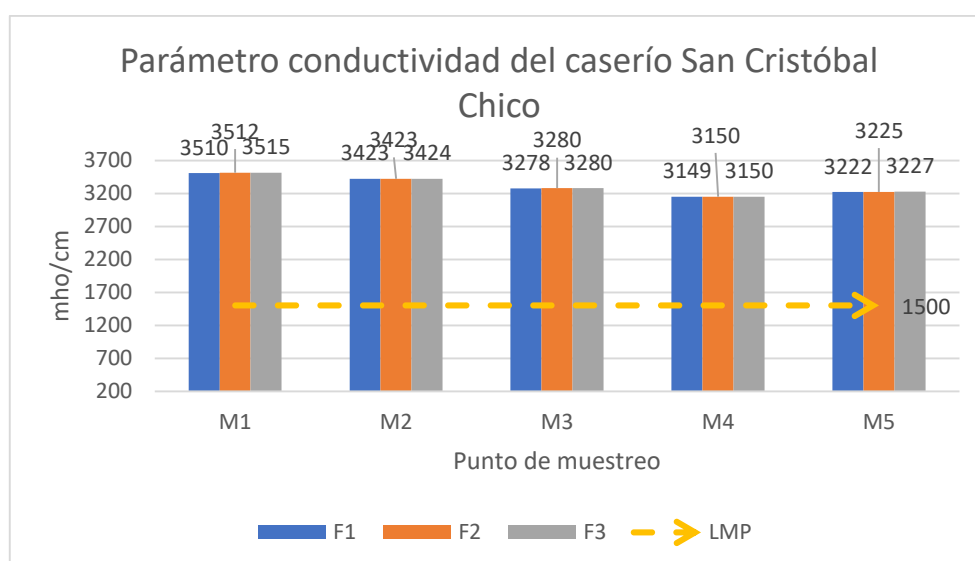
Tabla 38

Resultados del análisis y valor promedio ponderado del parámetro conductividad de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Muestras	Conductividad $\mu\text{mho/cm}$					
	San Cristóbal Chico			El Cardo		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
	03/04/23	05/06/23	26/06/23	03/04/23	05/06/23	26/06/23
M1: Pozo	3 510	3 512	3 515	3 560	3 565	3 567
M2: Tanque	3 423	3 423	3 424	-----	-----	-----
M3: Vivienda inicial	3 278	3 280	3 280	3 512	3 513	3 515
M4: Vivienda intermedia	3 149	3 150	3 150	3 385	3 387	3 387
M5: Vivienda final	3 222	3 225	3 227	3 505	3 508	3 510
Xprom	3 316.40	3 318	3 319.20	3 490.50	3 493.25	3 494.75
Valor Promedio Ponderado		3 317.87			3 492.83	

Gráfico 13

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro conductividad del caserío San Cristóbal Chico.

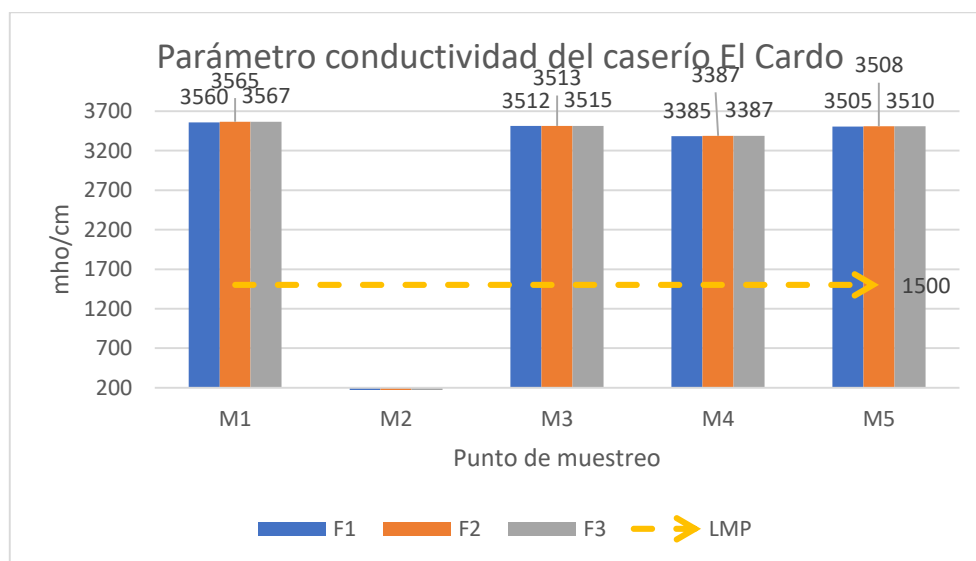


Explicación:

En la tabla 38 y en el gráfico 13 podemos observar los resultados del parámetro conductividad del caserío San Cristóbal Chico tomados en los 5 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas; los resultados mostrados corresponden a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 3 149 $\mu\text{mho/cm}$ es la cifra más baja y 3 515 $\mu\text{mho/cm}$ es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 3 317.87 $\mu\text{mho/cm}$, a su vez, podemos observar también que la totalidad de los resultados se hallan muy por encima del LMP (1 500 $\mu\text{mho/cm}$) que establece la norma peruana.

Gráfico 14

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro conductividad del caserío El Cardo.



Explicación:

En la tabla 38 y en el gráfico 13 podemos observar los resultados del parámetro conductividad del caserío El Cardo tomados en los 4 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas, pues éste caserío no cuenta con el tanque del S.A de agua potable; los resultados mostrados corresponde a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 3 385 $\mu\text{mho/cm}$ es la cifra más baja y 3 567 $\mu\text{mho/cm}$ es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 3 492.83 $\mu\text{mho/cm}$, a su vez, podemos observar también que la totalidad de los resultados se hallan muy por encima del LMP (1 500 $\mu\text{mho/cm}$) que establece la norma peruana.

Tabla 39

Resultados del parámetro conductividad según valor verdadero e intervalo de confianza de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Caseríos	Conductividad	
	X \pm Incertidumbre	Intervalo de confianza
San Cristóbal Chico	3 317.87 \pm 839.54	[2 478.33 – 4 157.41]
El Cardo	3 492.83 \pm 1 140.99	[2 351.84 – 4 633.82]

Explicación:

En la tabla 39 podemos observar que el mayor valor de conductividad lo obtuvo el caserío El Cardo con 3 382.25 \pm 1 104.87 y cuyos valores tienen un intervalo de confianza de [2 277.38 – 4 487.12].

ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Caserío San Cristóbal Chico:

S.N:

H₀: Los errores provienen de una distribución N.

H₁: Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 40:

Prueba de N conductividad San Cristóbal Chico

	Lugar de investigación	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Residuo para	M1: Pozo	,987	3	,780
Conductividad San	M2: Tanque	,750	3	,000
Cristóbal Chico	M3: Vivienda Inicial	,750	3	,000
	M4: Vivienda intermedia	,750	3	,000
	M5: Vivienda Final	,987	3	,780

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 40 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos no provienen de una distribución normal

S.H:

H₀: las Varianza de los errores son iguales.

H₁: Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 41:

Prueba de igualdad de Levene de varianza de error conductividad San Cristóbal Chico ^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Conductividad del agua en San Cristóbal Chico	Se basa en la media	2,000	4	10	,171
	Se basa en la mediana	1,050	4	10	,429
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,050	4	6,897	,447
	Se basa en la media recortada	1,935	4	10	,181

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: Conductividad del agua en San Cristóbal Chico

b. D: lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 41 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos son homogéneos.

Análisis de comparación de tratamientos

H_0 : La conductividad de agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H_1 : La conductividad de agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla 42:

Prueba de Kruskal-Wallis conductividad San Cristóbal Chico

Rangos			
	Lugar de investigación	N	Rango promedio
Conductividad del agua en San Cristóbal Chico	M1: Pozo	3	14,00
	M2: Tanque	3	11,00
	M3: Vivienda Inicial	3	8,00
	M4: Vivienda intermedia	3	2,00
	M5: Vivienda Final	3	5,00
	Total	15	

Estadísticos de prueba^{a,b}

Conductividad del agua en
San Cristóbal Chico

H de Kruskal-Wallis	13,573
gl	4
Sig. asintótica	,009

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. V.A: lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 42 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con un N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que la conductividad de agua es diferente en al menos un lugar de muestreo.

Caserío El Cardo:

S.N:

H_0 : Los errores provienen de una distribución N.

H_1 : Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 43:

Prueba de N conductividad El Cardo

		Shapiro - Wilk		
	Lugar de Investigación	Estadístico	gl	Sig.
Residuo para Conductividad El Cardo	M1: Pozo	,750	3	,000
	M3: Vivienda Inicial	,964	3	,637
	M4: Vivienda intermedia	,750	3	,000
	Vivienda Final	,987	3	,780

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 43 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos no provienen de una distribución normal.

S.H:

H₀: Las Varianza de los errores son iguales.

H₁: Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 44:

Prueba de igualdad de Levene de varianza de error conductividad El Cardo ^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Conductividad del agua El Cardo	Se basa en la media	1,427	3	8	,305
	Se basa en la mediana	,231	3	8	,872
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,231	3	4,352	,871
	Se basa en la media recortada	1,269	3	8	,349

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: Conductividad del Agua

b. D: Intersección + lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 44 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos son homogéneos.

Análisis de comparación de tratamientos

H₀: La conductividad de agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H₁: La conductividad de agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla 45:

Prueba de Kruskal-Wallis conductividad El Cardo

Rangos			
	Lugar de Investigación	N	Rango promedio
Residuo para Conductividad El Cardo	M1: Pozo	3	7,00
	M3: Vivienda Inicial	3	6,17
	M4: Vivienda intermedia	3	6,17
	Vivienda Final	3	6,67
	Total	12	

Estadísticos de prueba^{a,b}

Residuo para Conductividad

El Cardo

H de Kruskal-Wallis	,118
gl	3
Sig. asintótica	,990

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. V.A: Lugar de Investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 45 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que la conductividad de agua es igual en los lugares de muestreo.

4.1.1.8. DUREZA:

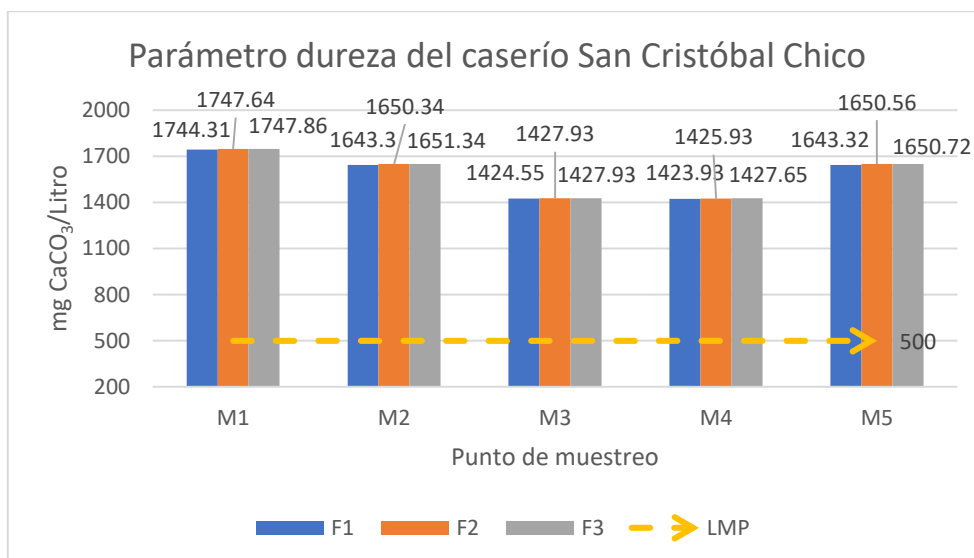
Tabla 46

Resultados del análisis y valor promedio ponderado del parámetro dureza de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Muestras	Dureza mg CaCO ₃ /Litro					
	San Cristóbal Chico			El Cardo		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
	03/04/23	05/06/23	26/06/23	03/04/23	05/06/23	26/06/23
M1: Pozo	1 744.31	1 747.64	1 747.86	1 802.91	1 806.76	1 806.84
M2: Tanque	1 643.30	1 650.34	1 651.34	-----	-----	-----
M3: Vivienda inicial	1 424.55	1 427.93	1 427.93	1 802.76	1 806.52	1 806.75
M4: Vivienda intermedia	1 423.93	1 425.93	1 427.65	1 784.94	1 799.15	1 799.27
M5: Vivienda final	1 643.32	1 650.56	1 650.72	1 801.99	1 805.97	1 805.99
Xprom	1 575.88	1 580.48	1 581.10	1 798.15	1 804.60	1 804.71
Valor Promedio Ponderado		1 579.15			1 802.49	

Gráfico 15

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro dureza del caserío San Cristóbal Chico.

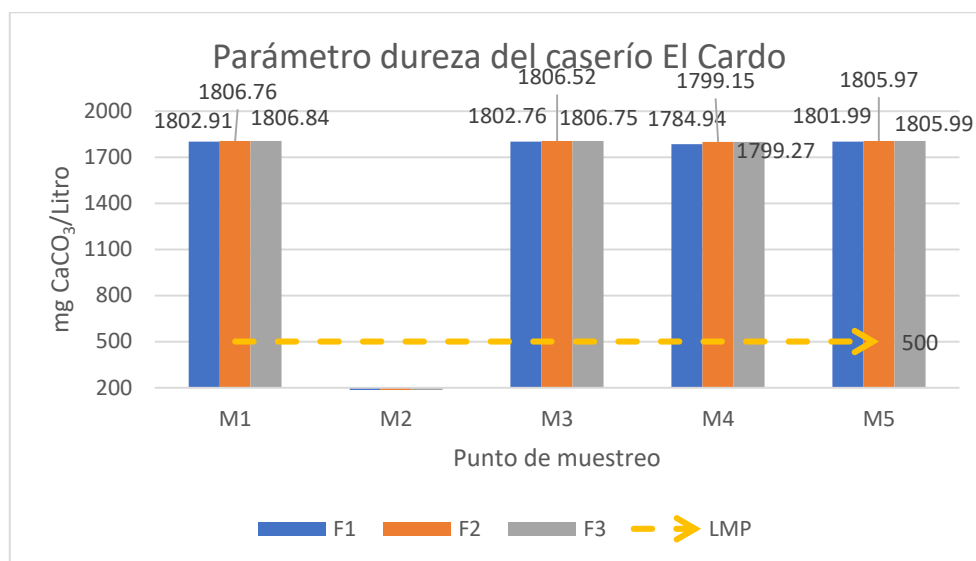


Explicación:

En la tabla 46 y en el gráfico 15 podemos observar los resultados del parámetro dureza del caserío San Cristóbal Chico tomados en los 5 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas; los resultados mostrados corresponden a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 1 423 mg CaCO₃/Litro es la cifra más baja y 1 747.86 mg CaCO₃/Litro es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 1 579.15 mg CaCO₃/Litro, a su vez, podemos observar también que la totalidad de los resultados se hallan muy por encima del LMP (500 mg CaCO₃/Litro) que establece la norma peruana.

Gráfico 16

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro dureza del caserío El Cardo.



Explicación:

En la tabla 46 y en el gráfico 16 podemos observar los resultados del parámetro dureza del caserío El Cardo tomados en los 4 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas, pues éste caserío no cuenta con el tanque del S.A de agua potable; los resultados mostrados corresponde a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 1 784.94 mg CaCO₃/Litro es la cifra más baja y 1 806.84 mg CaCO₃/Litro es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 1 802.49 mg CaCO₃/Litro, a su vez, podemos observar también que la totalidad de los resultados se hallan muy por encima del LMP (500 mg CaCO₃/Litro) que establece la norma peruana.

Tabla 47

Resultados del parámetro dureza según valor verdadero e intervalo de confianza de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Caseríos	Dureza	
	X ± Incertidumbre	Intervalo de confianza
San Cristóbal Chico	1 579.5 ± 399.59	[1 179.56 – 1 978.74]
El Cardo	1 802.49 ± 588.81	[1 213.68 – 2 391.30]

Interpretación:

En la tabla 47 podemos observar que el mayor valor de dureza lo obtuvo el caserío El Cardo con 1 802.49 ± 588.81 y cuyos valores tienen un intervalo de confianza de [1 213.68 – 2 391.30].

ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Caserío San Cristóbal Chico:

S.N:

H₀: Los errores provienen de una distribución N.

H₁: Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 48:

Prueba de N dureza San Cristóbal Chico

	Lugar de investigación	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Residuo para	M1: Pozo	,796	3	,106
Dureza San	M2: Tanque	,842	3	,218
Cristóbal Chico	M3: Vivienda Inicial	,750	3	,000
	M4: Vivienda intermedia	,998	3	,917
	M5: Vivienda Final	,766	3	,036

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 48 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos no provienen de una distribución normal.

S.H:

H₀: Las Varianza de los errores son iguales.

H₁: Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 49:

Prueba de igualdad de Levene de varianza de error dureza San Cristóbal Chico^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Dureza del agua en San Cristóbal Chico	Se basa en la media	2,535	4	10	,106
	Se basa en la mediana	,220	4	10	,921
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,220	4	6,046	,918
	Se basa en la media recortada	2,111	4	10	,154

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: Dureza del agua en San Cristóbal Chico

b. D: lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 49 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos son homogéneos.

Análisis de comparación de tratamientos

H_0 : La dureza de agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H_1 : La dureza de agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla 50:

Prueba de Kruskal-Wallis dureza San Cristóbal Chico

	Rangos	
	Lugar de investigación	N
Dureza del agua en San Cristóbal Chico	M1: Pozo	3
	M2: Tanque	3
	M3: Vivienda Inicial	3
	M4: Vivienda intermedia	3
	M5: Vivienda Final	3
	Total	15

Estadísticos de prueba^{a,b}

Dureza del agua en San

Cristóbal Chico

H de Kruskal-Wallis	12,389
gl	4
Sig. asintótica	,015

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. V.A: lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 50 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que la dureza del agua es diferente en al menos un lugar de muestreo

Caserío El Cardo:

S.N:

H_0 : Los errores provienen de una distribución N.

H_1 : Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 51:

Prueba de N dureza El Cardo

	Lugar de Investigación	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Residuo para Dureza el Cardo	M1: Pozo	,778	3	,062
	M3: Vivienda Inicial	,793	3	,098
	M4: Vivienda intermedia	,756	3	,014
	Vivienda Final	,754	3	,008

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 51 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos no provienen de una distribución normal.

S.H:

H_0 : las Varianza de los errores son iguales.

H_1 : Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 52:

Prueba de igualdad de Levene de varianza de error dureza El Cardo ^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Dureza del agua El Cardo	Se basa en la media	6,775	3	8	,014
	Se basa en la mediana	,435	3	8	,734
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,435	3	2,927	,744
	Se basa en la media recortada	5,360	3	8	,026

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: Dureza del Agua

b. D: Intersección + lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 52 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos no son homogéneos.

Análisis de comparación de tratamientos

H_0 : La dureza de agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H_1 : La dureza de agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla 53:

Prueba de Kruskal-Wallis dureza El Cardo

Rangos			
	Lugar de Investigación	N	Rango promedio
Residuo para Dureza El Cardo	M1: Pozo	3	6,33
	M3: Vivienda Inicial	3	6,00
	M4: Vivienda intermedia	3	8,00
	Vivienda Final	3	5,67
	Total	12	

Estadísticos de prueba^{a,b}

Residuo para Dureza el Cardo	
H de Kruskal-Wallis	,744
gl	3
Sig. asintótica	,863

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. V.A: Lugar de Investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 53 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que la dureza del agua es igual en los lugares de muestreo.

4.1.1.9. ALCALINIDAD:

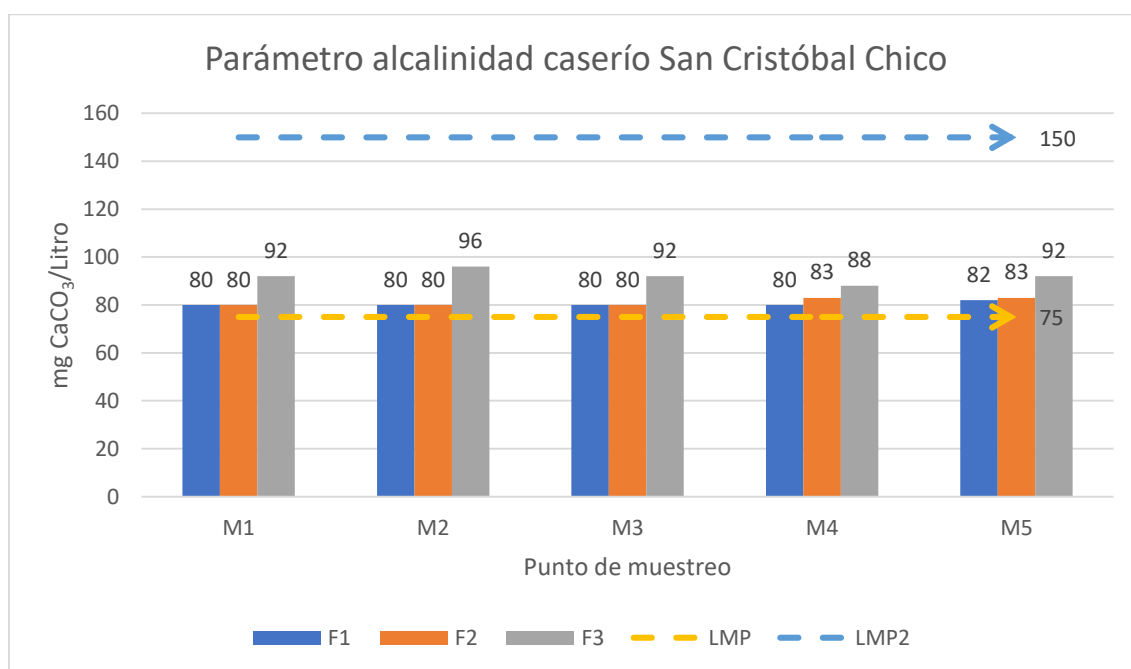
Tabla 54

Resultados del análisis y valor promedio ponderado del parámetro alcalinidad de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Muestras	Alcalinidad mg CaCO ₃ /Litro					
	San Cristóbal Chico			El Cardo		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
	03/04/23	05/06/23	26/06/23	03/04/23	05/06/23	26/06/23
M1: Pozo	80	80	92	90	90	100
M2: Tanque	80	80	96	-----	-----	-----
M3: Vivienda inicial	80	80	92	90	88	100
M4: Vivienda intermedia	80	83	88	88	90	100
M5: Vivienda final	82	83	92	90	90	120
Xprom	80.40	81.20	92	89.5	89.50	105
Valor Promedio Ponderado		84.53			94.67	

Gráfico 17

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro alcalinidad del caserío San Cristóbal Chico.

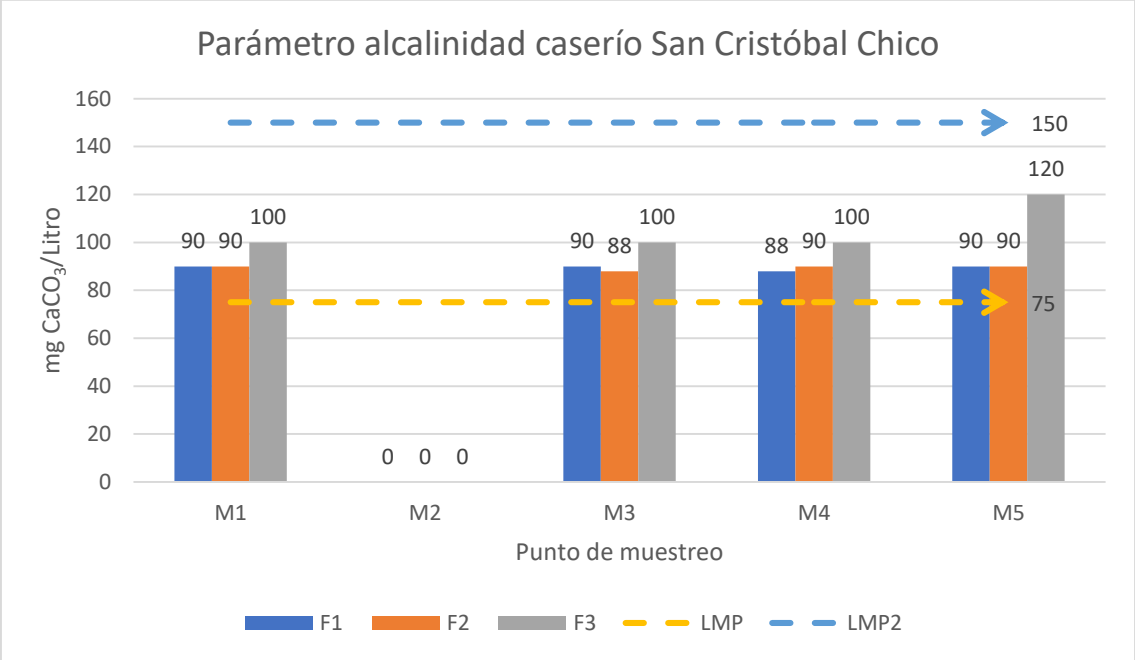


Explicación:

En la tabla 54 y en el gráfico 17 podemos observar los resultados del parámetro alcalinidad del caserío San Cristóbal Chico tomados en los 5 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas; los resultados mostrados corresponden a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 80 mg CaCO₃/Litro es la cifra más baja y 96 mg CaCO₃/Litro es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 84.53 mg CaCO₃/Litro, en la norma

peruana no se indica LMP para éste parámetro, pero según *Kevern (1989)* (Anexo 10) podemos indicar que se trata de una alcalinidad media.

Gráfico 18
Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro alcalinidad del caserío El Cardo.



Explicación:
En la tabla 54 y en el gráfico 18 podemos observar los resultados del parámetro alcalinidad del caserío El Cardo tomados en los 4 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas, pues éste caserío no cuenta con el tanque del S.A de agua potable; los resultados mostrados corresponde a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 88 mg CaCO₃/Litro es la cifra más baja y 120 mg CaCO₃/Litro es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 94.67 mg CaCO₃/Litro, en la norma peruana no se indica LMP para éste parámetro, pero según *Kevern (1989)* (Anexo 10) podemos indicar que se trata de una alcalinidad media.

Tabla 55
Resultados del parámetro alcalinidad según valor verdadero e intervalo de confianza de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Caseríos	Alcalinidad	
	X ± Incertidumbre	Intervalo de confianza
San Cristóbal Chico	84.53 ± 22.88	[61.65 – 107.41]
El Cardo	94.67 ± 31.02	[63.65 – 125.69]

Explicación:
En la tabla 55 podemos observar que el mayor valor de alcalinidad lo obtuvo el caserío El Cardo con 94.67 ± 31.02 y cuyos valores tienen un intervalo de confianza de [63.65 – 125.69].

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS:

Caserío San Cristóbal Chico:

S.N:

H₀: Los errores provienen de una distribución N.

H₁: Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 56:

Prueba de N alcalinidad San Cristóbal Chico

	Lugar de investigación	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Residuo para	M1: Pozo	,750	3	,000
Alcalinidad San	M2: Tanque	,750	3	,000
Cristóbal Chico	M3: Vivienda Inicial	,750	3	,000
	M4: Vivienda intermedia	,980	3	,726
	M5: Vivienda Final	,824	3	,174

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 56 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos no provienen de una distribución normal

S.H:

H₀: las Varianza de los errores son iguales.

H₁: Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 57:

Prueba de igualdad de Levene de varianza de error alcalinidad San Cristóbal Chico ^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Alcalinidad del agua en San Cristóbal Chico	Se basa en la media	1,325	4	10	,326
	Se basa en la mediana	,069	4	10	,990
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,069	4	7,178	,989
	Se basa en la media recortada	1,060	4	10	,425

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: Alcalinidad del agua en San Cristóbal Chico

b. D: Lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 57 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos son homogéneos.

Análisis de comparación de tratamientos

H₀: La alcalinidad de agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H₁: La alcalinidad de agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla 58:

Prueba de Kruskal-Wallis alcalinidad San Cristóbal Chico

Rangos			
	Lugar de investigación	N	Rango promedio
Alcalinidad del agua en San Cristóbal Chico	M1: Pozo	3	7,00
	M2: Tanque	3	7,67
	M3: Vivienda Inicial	3	7,00
	M4: Vivienda intermedia	3	8,17
	M5: Vivienda Final	3	10,17
	Total	15	

Estadísticos de prueba^{a,b}

Alcalinidad del agua en San Cristóbal Chico	
H de Kruskal-Wallis	1,150
gl	4
Sig. asintótica	,886

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. V.A: Lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 58 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que la alcalinidad de agua es igual en los lugares de muestreo.

Caserío El Cardo:

S.N:

H₀: Los errores provienen de una distribución N.

H₁: Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 59:

Prueba de N alcalinidad El Cardo

Lugar de Investigación	Shapiro -Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.

Residuo para	M1: Pozo	,750	3	,000
Alcalinidad El Cardo	M3: Vivienda Inicial	,871	3	,298
	M4: Vivienda intermedia	,871	3	,298
	Vivienda Final	,750	3	,000

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 59 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos no provienen de una distribución N.

S.H:

H₀: las Varianza de los errores son iguales.

H₁: Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 60:

Prueba de igualdad de Levene de varianza de error alcalinidad El Cardo ^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Alcalinidad del agua El Cardo	Se basa en la media	4,626	3	8	,037
	Se basa en la mediana	,301	3	8	,824
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,301	3	3,271	,824
	Se basa en la media recortada	3,700	3	8	,062

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: Alcalinidad del Aguan

b. D: Intersección + lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 60 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos no son homogéneos.

Análisis de comparación de tratamientos

H₀: La alcalinidad de agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H₁: La alcalinidad de agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla 61:

Prueba de Kruskal-Wallis alcalinidad El Cardo

		Rangos	
		Lugar de Investigación	N
Alcalinidad del agua El Cardo	M1: Pozo		3
	M3: Vivienda Inicial		3
	M4: Vivienda intermedia		3
	Vivienda Final		3
	Total		12
		Rango promedio	
		7,00	
		5,67	
		5,67	
		7,67	

Estadísticos de prueba^{a,b}

Alcalinidad del Agua	
H de Kruskal-Wallis	,805
gl	3
Sig. asintótica	,848

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. V.A: Lugar de Investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 61 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que la alcalinidad de agua es igual en los lugares de muestreo.

4.1.1.10. CLORUROS:

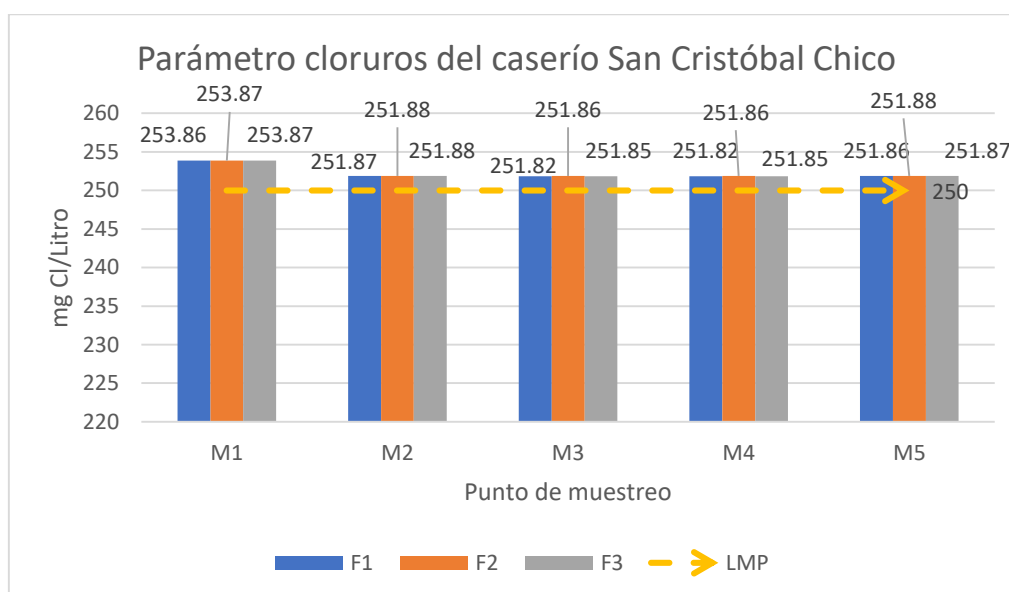
Tabla 62

Resultados del análisis y valor promedio ponderado del parámetro cloruros de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Muestras	Cloruros mg Cl/Litro					
	San Cristóbal Chico			El Cardo		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
	03/04/23	05/06/23	26/06/23	03/04/23	05/06/23	26/06/23
M1: Pozo	253.86	253.87	253.87	254.89	254.90	254.89
M2: Tanque	251.87	251.88	251.88	-----	-----	-----
M3: Vivienda inicial	251.82	251.86	251.85	254.88	254.89	254.89
M4: Vivienda intermedia	251.82	251.86	251.85	254.86	254.87	254.87
M5: Vivienda final	251.86	251.88	251.87	254.86	254.87	254.87
Xprom	252.25	252.27	252.26	254.87	254.88	254.88
Valor Promedio Ponderado		252.26			254.88	

Gráfico 19

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro cloruros del caserío San Cristóbal Chico.

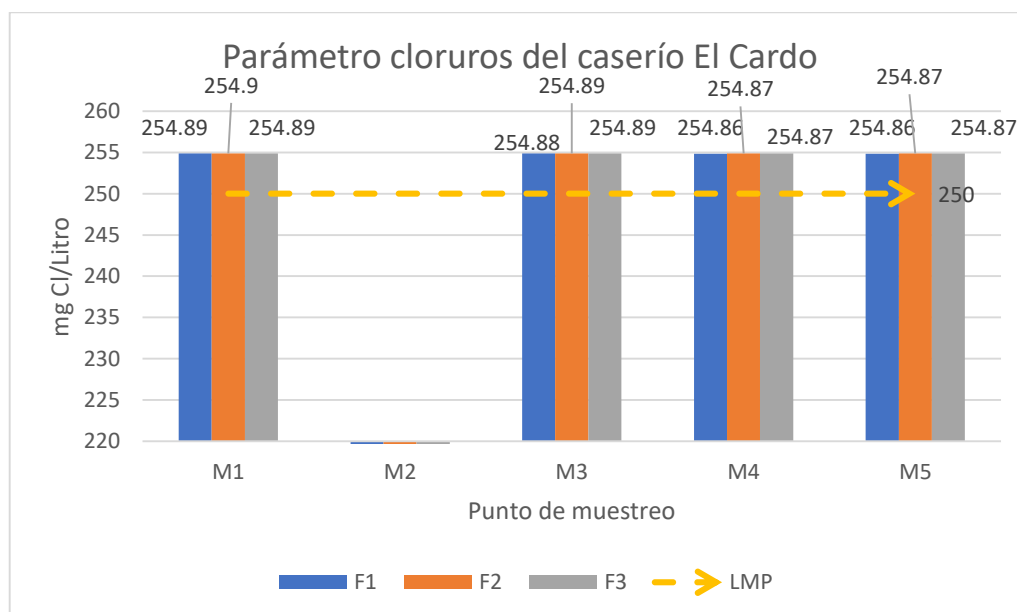


Explicación:

En la tabla 62 y en el gráfico 19 podemos observar los resultados del parámetro cloruros del caserío San Cristóbal Chico tomados en los 5 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas; los resultados mostrados corresponden a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 252.26 mg Cl/Litro es la cifra más baja y 253.87 mg Cl/Litro es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 252.26 mg Cl/Litro, a su vez, podemos observar también que la totalidad de los resultados se hallan encima del LMP (250 mg CaCO₃/Litro) que establece la norma peruana.

Gráfico 20

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro cloruros del caserío El Cardo.



Explicación:

En la tabla 62 y en el gráfico 20 podemos observar los resultados del parámetro cloruros del caserío El Cardo tomados en los 4 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas, pues éste caserío no cuenta con el tanque del S.A de agua potable; los resultados mostrados corresponde a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 254.86 mg Cl/Litro es la cifra más baja y 254.90 mg Cl/Litro es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 254.88 mg Cl/Litro, a su vez, podemos observar también que la totalidad de los resultados se hallan encima del LMP (250 mg CaCO₃/Litro) que establece la norma peruana.

Tabla 63

Resultados según valor verdadero e intervalo de confianza del parámetro cloruros de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Caseríos	Cloruros	
	X ± Incertidumbre	Intervalo de confianza
San Cristóbal Chico	252.26 ± 63.83	[188.43 – 316.09]
El Cardo	254.88 ± 83.26	[171.62 – 338.14]

Explicación:

En la tabla 63 podemos observar que el mayor valor de cloruros lo obtuvo el caserío El Cardo con 240.88 ± 78.6254.88 ± 83.26 y cuyos valores tienen un intervalo de confianza de [171.62 – 338.14].

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Caserío San Cristóbal Chico:

S.N:

H₀: Los errores provienen de una distribución N.

H₁: Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 64:

Prueba de N cloruros San Cristóbal Chico

	Lugar de investigación	Shapiro -Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Residuo para	M1: Pozo	,750	3	,000
Cloruros San	M2: Tanque	,750	3	,000
Cristóbal Chico	M3: Vivienda Inicial	,923	3	,463
	M4: Vivienda intermedia	,923	3	,463
	M5: Vivienda Final	1,000	3	1,000

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 64 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos no provienen de una distribución normal.

S.H:

H₀: las Varianza de los errores son iguales.

H₁: Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 65:

Prueba de igualdad de Levene de varianza de error cloruros San Cristóbal Chico ^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Cloruros del agua en	Se basa en la media	2,735	4	10	,090
San Cristóbal Chico	Se basa en la mediana	,676	4	10	,624
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,676	4	5,723	,634
	Se basa en la media recortada	2,508	4	10	,109

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: Cloruros del agua en San Cristóbal Chico

b. D: Lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 65 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con un nivel de significancia de 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos son homogéneos.

Análisis de comparación de tratamientos

H_0 : Los cloruros del agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H_1 : Los cloruros del agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla 66:

Prueba de Kruskal-Wallis cloruros San Cristóbal Chico

	Rangos	
	Lugar de investigación	N
Cloruros del agua en San Cristóbal Chico	M1: Pozo	3
	M2: Tanque	3
	M3: Vivienda Inicial	3
	M4: Vivienda intermedia	3
	M5: Vivienda Final	3
	Total	15

Estadísticos de prueba^{a,b}

Cloruros del agua en San

Cristóbal Chico

H de Kruskal-Wallis	12,033
gl	4
Sig. asintótica	,017

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. V.A: lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 66 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los cloruros del agua son diferentes en al menos un lugar de muestreo.

Caserío El Cardo:

S.N:

H_0 : Los errores provienen de una distribución N.

H_1 : Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 67:

Prueba de N cloruros El Cardo

	Lugar de Investigación	Shapiro -Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Residuo para Cloruros El Cardo	M1: Pozo	,750	3	,000
	M3: Vivienda Inicial	,750	3	,000
	M4: Vivienda intermedia	,750	3	,000
	Vivienda Final	,750	3	,000

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 67 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos no provienen de una distribución normal.

S.H:

H₀: las Varianzas de los errores son iguales.

H₁: Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 68:

Prueba de igualdad de Levene de varianza de error cloruros El Cardo ^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Cloruros del agua El Cardo	Se basa en la media	,000	3	8	1,000
	Se basa en la mediana	,000	3	8	1,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,000	3	8,000	1,000
	Se basa en la media recortada	,000	3	8	1,000

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: Cloruro en el Agua

b. D: Intersección + lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 68 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con 0.05 no se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos son homogéneos.

Análisis de comparación de tratamientos

H₀: Los cloruros del agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H₁: Los cloruros del agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla 69:

Prueba de Kruskal-Wallis cloruros El Cardo

		Rangos	
	Lugar de Investigación	N	Rango promedio
Cloruro del agua El Cardo	M1: Pozo	3	10,33
	M3: Vivienda Inicial	3	8,67
	M4: Vivienda intermedia	3	3,50
	Vivienda Final	3	3,50
	Total	12	

Estadísticos de prueba^{a,b}

Cloruro en el Agua	
H de Kruskal-Wallis	9,312
gl	3
Sig. asintótica	,055

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. V.A: Lugar de Investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 69 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los cloruros del agua son iguales en todos los lugares de muestreo.

4.1.1.11. SULFATOS:

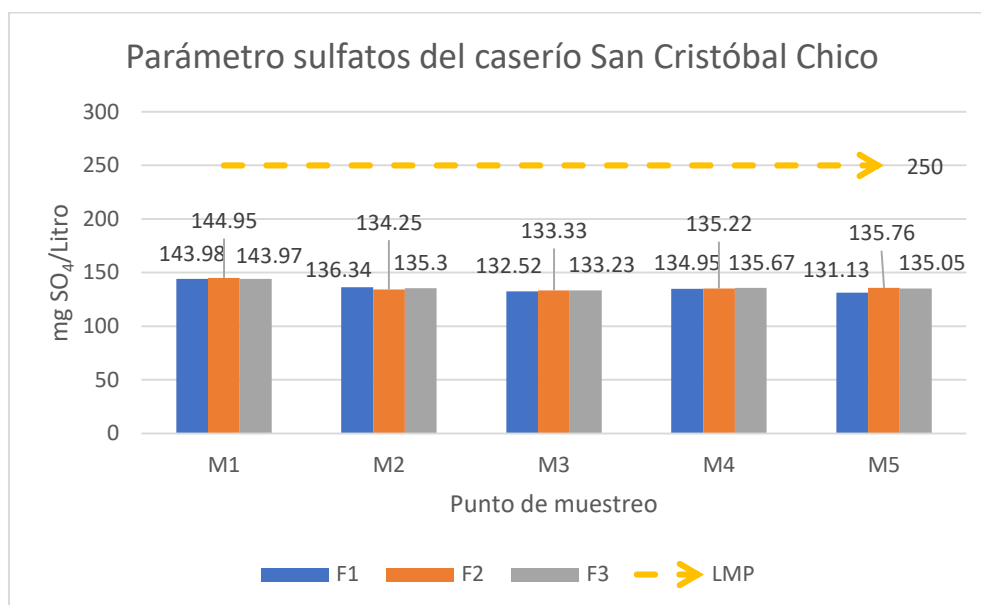
Tabla 70

Resultados del análisis y valor promedio ponderado del parámetro sulfatos de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Muestras	Sulfatos mg SO ₄ /Litro					
	San Cristóbal Chico			El Cardo		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
	03/04/23	05/06/23	26/06/23	03/04/23	05/06/23	26/06/23
M1: Pozo	143.98	144.95	143.97	152.17	147.20	146.05
M2: Tanque	136.34	134.25	135.30	-----	-----	-----
M3: Vivienda inicial	132.52	133.33	133.23	140.58	147.64	147.26
M4: Vivienda intermedia	134.95	135.22	135.67	149.53	146.37	146.35
M5: Vivienda final	131.13	135.76	135.05	133.56	147.17	147.23
Xprom	135.78	136.70	136.64	143.96	147.10	146.72
Valor Promedio Ponderado		136.37			145.93	

Gráfico 21

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro sulfatos del caserío San Cristóbal Chico.

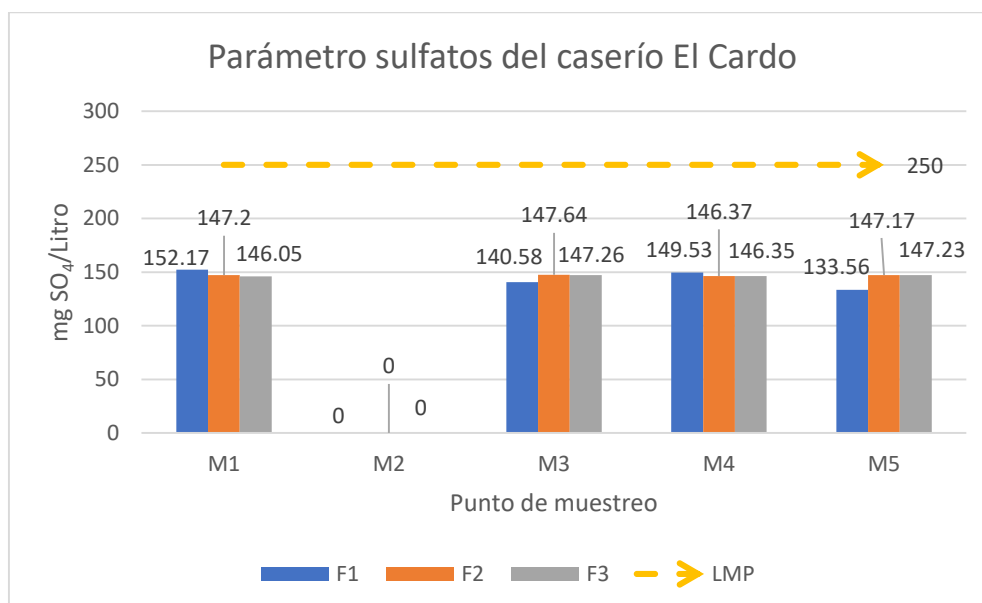


Explicación:

En la tabla 70 y en el gráfico 21 podemos observar los resultados del parámetro sulfatos del caserío San Cristóbal Chico tomados en los 5 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas; los resultados mostrados corresponden a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 131.13 mg SO₄/Litro es la cifra más baja y 144.95 mg SO₄/Litro es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 136.37 mg SO₄/Litro, a su vez, podemos observar también que la totalidad de los resultados se hallan abajo del LMP (250 mg SO₄/Litro) que establece la norma peruana.

Gráfico 22

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro sulfatos del caserío El Cardo.



Explicación:

En la tabla 70 y en el gráfico 22 podemos observar los resultados del parámetro sulfatos del caserío El Cardo tomados en los 4 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas, pues éste caserío no cuenta con el tanque del S.A de agua potable; los resultados mostrados corresponde a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 133.56 mg SO₄/Litro es la cifra más baja y 152.17 mg SO₄/Litro es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 145.93 mg SO₄/Litro, a su vez, podemos observar también que la totalidad de los resultados se hallan abajo del LMP (250 mg SO₄/Litro) que establece la norma peruana.

Tabla 71

Resultados según valor verdadero e intervalo de confianza del parámetro sulfatos de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Caseríos	Sulfatos	
	X ± Incertidumbre	Intervalo de confianza
San Cristóbal Chico	136.37 ± 34.51	[101.86 – 170.88]
El Cardo	145.93 ± 47.67	[98.26 – 193.60]

Explicación:

En la tabla 71 podemos observar que el mayor valor de sulfatos lo obtuvo el caserío El Cardo con 145.93 ± 47.67y cuyos valores tienen un intervalo de confianza de [98.26 – 193.60].

ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Caserío San Cristóbal Chico:

S.N:

H₀: Los errores provienen de una distribución N.

H₁: Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 72:

Prueba de N sulfatos San Cristóbal Chico

	Lugar de investigación	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Residuo para	M1: Pozo	,758	3	,017
Sulfatos San	M2: Tanque	1,000	3	,995
Cristóbal Chico	M3: Vivienda Inicial	,841	3	,217
	M4: Vivienda intermedia	,980	3	,726
	M5: Vivienda Final	,862	3	,273

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 72 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos no provienen de una distribución N.

S.H:

H₀: las Varianza de los errores son iguales.

H₁: Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 73:

Prueba de igualdad de Levene de varianza de error sulfatos San Cristóbal Chico^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Sulfatos del agua	Se basa en la media	5,478	4	10	,013
San Cristóbal Chico	Se basa en la mediana	,868	4	10	,516
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,868	4	2,843	,573
	Se basa en la media recortada	4,855	4	10	,020

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: Sulfatos del agua en San Cristóbal Chico

b. D: lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 73 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05 por lo tanto, como conclusión se determina que los datos no son homogéneos.

Análisis de comparación de tratamientos

H_0 : Los sulfatos del agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H_1 : Los sulfatos del agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla 74:

Prueba de Kruskal-Wallis sulfatos San Cristóbal Chico

Rangos			
	Lugar de investigación	N	Rango promedio
Sulfatos del agua San Cristóbal Chico	M1: Pozo	3	14,00
	M2: Tanque	3	8,67
	M3: Vivienda Inicial	3	3,00
	M4: Vivienda intermedia	3	8,00
	M5: Vivienda Final	3	6,33
	Total	15	

Estadísticos de prueba^{a,b}

Sulfatos del agua en San
Cristóbal Chico

H de Kruskal-Wallis	9,633
gl	4
Sig. asintótica	,047

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. V.A: lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 74 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que el sulfato de agua es diferente en al menos un lugar de muestreo.

Caserío El Cardo:

S.N:

H_0 : Los errores provienen de una distribución N.

H_1 : Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 75:

Prueba de N sulfatos El Cardo

	Lugar de Investigación	Shapiro -Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Residuo para Sulfatos El Cardo	M1: Pozo	,885	3	,339
	M3: Vivienda Inicial	,790	3	,091
	M4: Vivienda intermedia	,755	3	,010
	Vivienda Final	,753	3	,007

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 75 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos no provienen de una distribución normal.

S.H:

H₀: las Varianza de los errores son iguales.

H₁: Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 76:

Prueba de igualdad de Levene de varianza de error sulfatos El Cardo ^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Sulfatos del agua El Cardo	Se basa en la media	4,546	3	8	,039
	Se basa en la mediana	,305	3	8	,821
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,305	3	3,635	,822
	Se basa en la media recortada	3,638	3	8	,064

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: Sulfatos en el A

b. D: Intersección + lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 76 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos no son homogéneos.

Análisis de comparación de tratamientos

H₀: Los sulfatos del agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H₁: Los sulfatos del agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla 77:

Prueba de Kruskal-Wallis sulfatos El Cardo

Rangos			
	Lugar de Investigación	N	Rango promedio
Residuo para Sulfatos El Cardo	M1: Pozo	3	5,67
	M3: Vivienda Inicial	3	6,00
	M4: Vivienda intermedia	3	6,33
	Vivienda Final	3	8,00
	Total	12	

Estadísticos de prueba^{a,b}

Residuo para Sulfatos el
Cardo

H de Kruskal-Wallis	,744
gl	3
Sig. asintótica	,863

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. V.A: Lugar de Investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 77 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que el sulfato de agua es igual en los lugares de muestreo.

4.1.1.12. DQO (DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO):

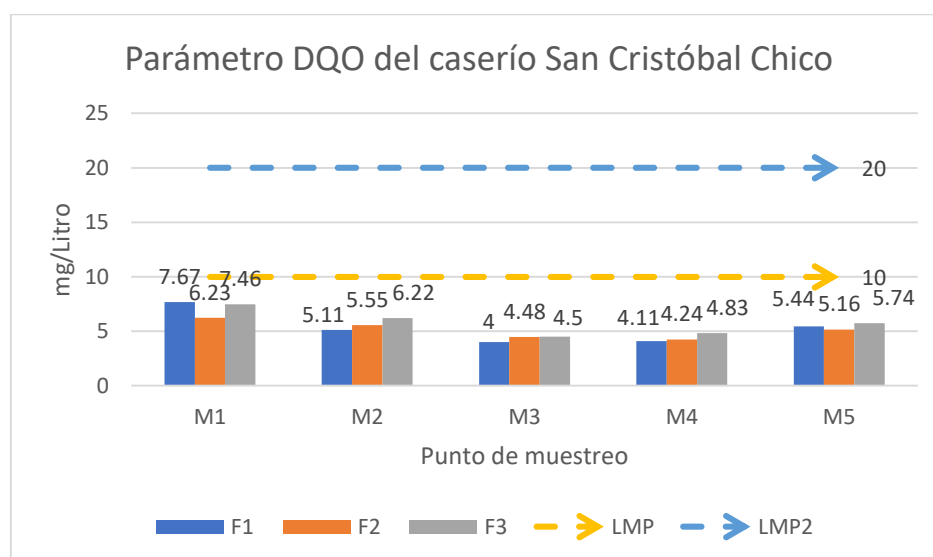
Tabla 78

Resultados del análisis y valor promedio ponderado del parámetro DQO de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Muestras	DQO mg/Litro					
	San Cristóbal Chico			El Cardo		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
	03/04/23	05/06/23	26/06/23	03/04/23	05/06/23	26/06/23
M1: Pozo	7.67	6.23	7.46	10.00	10.35	10.27
M2: Tanque	5.11	5.55	6.22	-----	-----	-----
M3: Vivienda inicial	4.00	4.48	4.50	10.67	10.26	10.31
M4: Vivienda intermedia	4.11	4.24	4.83	10.00	9.85	10.20
M5: Vivienda final	5.44	5.16	5.74	11.05	10.97	11.16
Xprom	5.27	5.13	5.75	10.43	10.36	10.49
Valor Promedio Ponderado		5.38			10.43	

Gráfico 23

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro DQO del caserío San Cristóbal Chico.



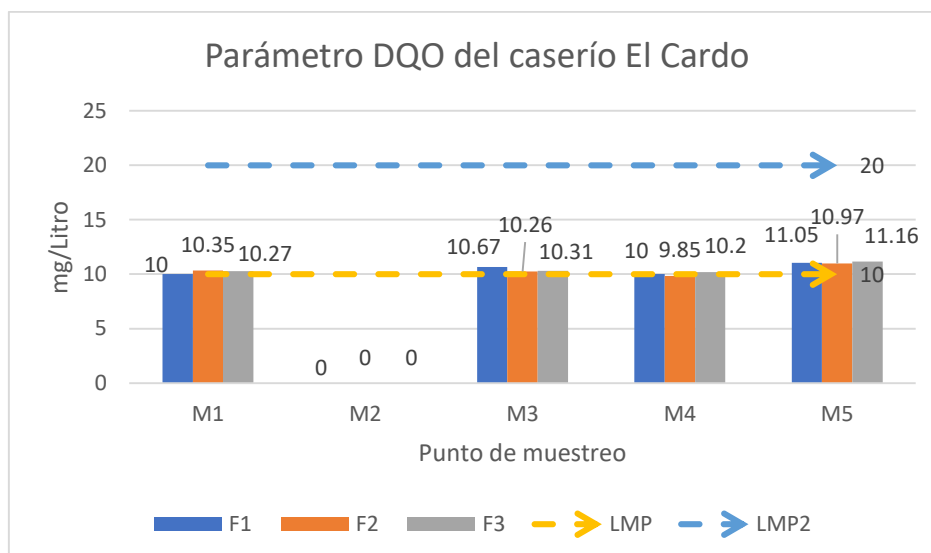
Explicación:

En la tabla 78 y en el gráfico 23 podemos observar los resultados del parámetro DQO del caserío San Cristóbal Chico tomados en los 5 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas; los resultados mostrados corresponden a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 4 mg/Litro es la cifra más baja y 7.67 mg/Litro es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 5.38 mg/Litro, en la norma peruana no se indica LMP para éste parámetro, pero ECA en el DS N°004-2017-MINAM (Anexo 4) nos indica un LMP de 10 mg/Litro en donde se encuentra debajo del LMP y CONAGUA (Anexo 9) presenta una jerarquía

de clasificación en calidad del agua respecto al DQO donde, encontrándose < 10 mg/Litro podemos clasificarla como excelente.

Gráfico 24

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro DQO del caserío El Cardo.



Explicación:

En la tabla 78 y en el gráfico 24 podemos observar los resultados del parámetro DQO del caserío El Cardo tomados en los 4 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas, pues éste caserío no cuenta con el tanque del S.A de agua potable; los resultados mostrados corresponde a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 9.85 mg/Litro es la cifra más baja y 11.16 mg/Litro es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 10.43 mg/Litro, en la norma peruana no se indica LMP para éste parámetro, pero ECA en el DS N°004-2017-MINAM (Anexo 4) nos indica un LMP de 10 mg/Litro en donde se encuentra encima del LMP y CONAGUA (Anexo 9) presenta una jerarquía de clasificación en calidad del agua respecto al DQO donde, encontrándose $10 < \text{DQO} < 20$ mg/Litro podemos clasificarla como de buena calidad.

Tabla 79

Resultados según valor verdadero e intervalo de confianza del parámetro DQO de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Caseríos	DQO	
	X ± Incertidumbre	Intervalo de confianza
San Cristóbal Chico	5.38 ± 1.36	[4.02 – 6.74]
El Cardo	10.43 ± 3.41	[7.02 – 13.84]

Explicación:

En la tabla 79 podemos observar que el mayor valor de DQO lo obtuvo el caserío El Cardo con 10.43 ± 3.41 y cuyos valores tienen un intervalo de confianza de [7.02 – 13.84].

ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Caserío San Cristóbal Chico:

S.N:

H₀: Los errores provienen de una distribución N.

H₁: Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 80:

Prueba de N DQO San Cristóbal Chico

	Lugar de investigación	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Residuo para	M1: Pozo	,857	3	,259
DQO San	M2: Tanque	,986	3	,773
Cristóbal Chico	M3: Vivienda Inicial	,780	3	,067
	M4: Vivienda intermedia	,880	3	,325
	M5: Vivienda Final	1,000	3	,962

N.S: 5%

Interpretación:

En la tabla 80 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos provienen de una distribución normal.

S.H:

H₀: las Varianzas de los errores son iguales.

H₁: Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 81:

Prueba de igualdad de Levene de varianza de error DQO San Cristóbal Chico ^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
DQO del agua en	Se basa en la media	1,877	4	10	,191
San Cristóbal	Se basa en la mediana	,349	4	10	,839
Chico	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,349	4	5,156	,835
	Se basa en la media recortada	1,691	4	10	,228

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: DQO del agua en San Cristóbal Chico

b. D: Lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 81 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos son homogéneos.

Análisis de varianza

H_0 : El DQO del agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H_1 : El DQO del agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla 82:

Resultados de ANOVA DQO San Cristóbal Chico

DQO del agua en San Cristóbal Chico

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	15,528	4	3,882	15,793	,000
Dentro de grupos	2,458	10	,246		
Total	17,986	14			

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 82 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que el DQO de agua es diferente en al menos un lugar de muestreo.

Comparación del DQO de agua en los PM

Tabla 83:

DQO de agua en San Cristóbal Chico

	Lugar de investigación	N	Subconjunto		
			1	2	3
HSD Tukey	M3: Vivienda Inicial	3	4,3267		
	M4: Vivienda intermedia	3	4,3933		
	M5: Vivienda Final	3	5,4467		
	M2: Tanque	3	5,6267		
	M1: Pozo	3		7,1200	
	Sig.		,057	1,000	
Duncan	M3: Vivienda Inicial	3	4,3267		
	M4: Vivienda intermedia	3	4,3933		
	M5: Vivienda Final	3		5,4467	
	M2: Tanque	3		5,6267	
	M1: Pozo	3			7,1200
	Sig.		,872	,666	1,000

Explicación:

La prueba de Tukey nos indica que de los lugares de San Cristóbal Chico se agruparon de dos maneras según el DQO del agua, el primer grupo está la vivienda inicial, intermedia final y tanque y en el segundo grupo está el lugar pozo. Mientras que la prueba de Duncan indica que los lugares de San Cristóbal Chico se agruparon de tres maneras según el DQO, en el primer grupo se encuentran los lugares de vivienda inicial e intermedia; en el segundo grupo se encuentran vivienda final y tanque, y en el último grupo solo está el pozo.

Caserío El Cardo:

S.N:

H₀: Los errores provienen de una distribución N.

H₁: Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 84:

Prueba de N DQO El Cardo

	Lugar de Investigación	Shapiro -Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Residuo para	M1: Pozo	,911	3	,420
DQO El Cardo	M3: Vivienda Inicial	,840	3	,214
	M4: Vivienda intermedia	,993	3	,843
	Vivienda Final	,992	3	,826

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 84 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos provienen de una distribución normal.

S.H:

H₀: las Varianza de los errores son iguales.

H₁: Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 85:

Prueba de igualdad de Levene de varianza de error DQO El Cardo ^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
DQO del agua	Se basa en la media	1,030	3	8	,430
El Cardo	Se basa en la mediana	,166	3	8	,916
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,166	3	5,234	,915
	Se basa en la media recortada	,926	3	8	,471

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: DQO en el agua

b. D: Intersección + lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 85 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos son homogéneos.

Análisis de varianza

H₀: El DQO del agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H₁: El DQO del agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla 86:
Resultado de ANOVA DQO El Cardo

DQO del agua El Cardo

	Suma de cuadrado	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1,853	3	,618	19,992	,102
Dentro de grupos	,247	8	,031		
Total	2,100	11			

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 86 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que el DQO de agua es igual en todos los lugares de muestreo.

Comparación del DQO de agua en los PM

Tabla 87:
DQO en el agua El Cardo

	Lugar de Investigación	N	Subconjunto 1
HSD Tukey ^{a,b}	M4: Vivienda intermedia	3	10,0167
	M1: Pozo	3	10,2067
	M3: Vivienda Inicial	3	10,4133
	Vivienda Final	3	10,0633
	Sig.		,093
Duncan ^{a,b}	M4: Vivienda intermedia	3	10,0167
	M1: Pozo	3	10,2067
	M3: Vivienda Inicial	3	10,4133
	Vivienda Final	3	11,0600
	Sig.		,222

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error)=0.031.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica=3.000.

b. Alfa=0.05.

Explicación:

La prueba de Tukey y Duncan nos indica que de los lugares de El Cardo se distribuyeron en un solo grupo

4.1.1.13. DBO₅ (DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO):

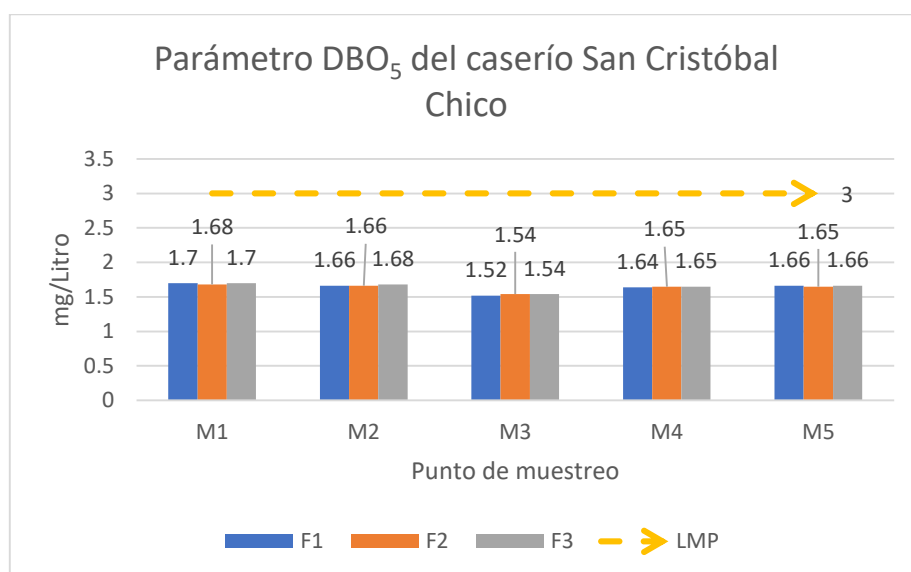
Tabla 88

Resultados del análisis y valor promedio ponderado del parámetro DBO₅ de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Muestras	DBO ₅ mg/Litro					
	San Cristóbal Chico			El Cardo		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
	03/04/23	05/06/23	26/06/23	03/04/23	05/06/23	26/06/23
M1: Pozo	1.70	1.68	1.70	1.88	1.85	1.87
M2: Tanque	1.66	1.66	1.68	-----	-----	-----
M3: Vivienda inicial	1.52	1.54	1.54	1.74	1.75	1.85
M4: Vivienda intermedia	1.64	1.65	1.65	1.72	1.73	1.75
M5: Vivienda final	1.66	1.65	1.66	1.75	1.71	1.71
Xprom	1.64	1.64	1.65	1.77	1.76	1.80
Valor Promedio Ponderado		1.64			1.78	

Gráfico 25

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro DBO₅ del caserío San Cristóbal Chico.



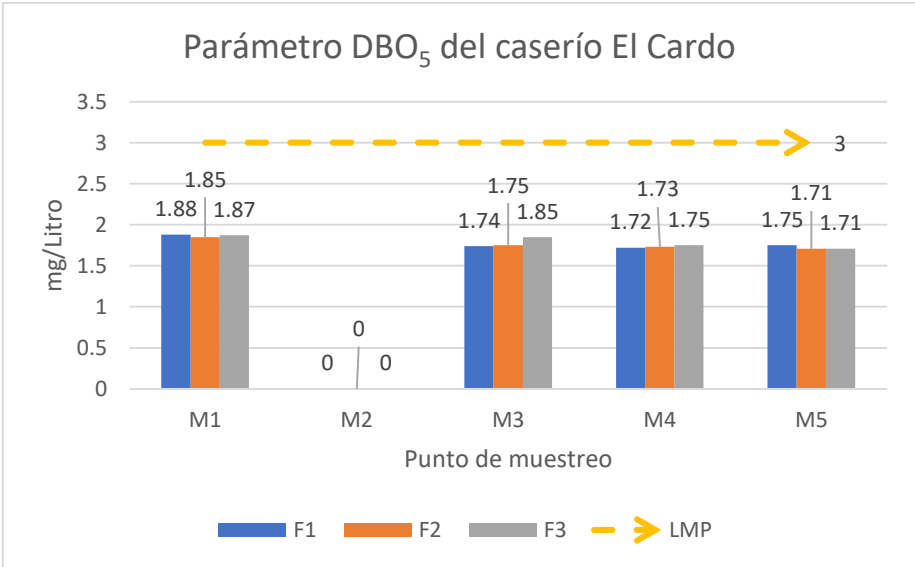
Explicación:

En la tabla 88 y en el gráfico 25 podemos observar los resultados del parámetro DBO₅ del caserío San Cristóbal Chico tomados en los 5 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas; los resultados mostrados corresponden a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 1.52 mg/Litro es la cifra más baja y 1.70 mg/Litro es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 1.64 mg/Litro, en la norma peruana no se indica LMP para éste parámetro, pero ECA en el DS N°004-2017-MINAM (Anexo 4) nos indica un LMP de 3 mg/Litro en donde se halla debajo del LMP y CONAGUA (Anexo 8) presenta una jerarquía

de clasificación en calidad del agua respecto al DBO₅ donde, encontrándose < 3 mg/Litro podemos clasificarla como excelente.

Gráfico 26

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro DBO₅ del caserío El Cardo.



Explicación:

En la tabla 88 y en el gráfico 26 podemos observar los resultados del parámetro DBO₅ del caserío El Cardo tomados en los 4 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas, pues éste caserío no cuenta con el tanque del S.A de agua potable; los resultados mostrados corresponde a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 1.71 mg/Litro es la cifra más baja y 1.88 mg/Litro es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 1.78 mg/Litro, en la norma peruana no se indica LMP para éste parámetro, pero ECA en el DS N°004-2017-MINAM (Anexo 4) nos indica un LMP de 3 mg/Litro en donde se encuentra debajo del LMP y CONAGUA (Anexo 8) presenta una jerarquía de clasificación en calidad del agua respecto al DBO₅ donde, encontrándose < 3 mg/Litro podemos clasificarla como excelente.

Tabla 89

Resultados según valor verdadero e intervalo de confianza del parámetro DBO₅ de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Caseríos	DBO ₅	
	X ± Incertidumbre	Intervalo de confianza
San Cristóbal Chico	1.64 ± 0.42	[1.22 – 2.06]
El Cardo	1.78 ± 0.58	[1.20 – 2.36]

Explicación:

En la tabla 89 podemos observar que el mayor valor de DBO₅ lo obtuvo el caserío El Cardo con 1.78 ± 0.58 y cuyos valores tienen un intervalo de confianza de [1.20 – 2.36].

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Caserío San Cristóbal Chico:

S.N:

H₀: Los errores provienen de una distribución N.

H₁: Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 90:

Prueba de N DBO₅ San Cristóbal Chico

	Lugar de investigación	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Residuo para	M1: Pozo	,750	3	,000
DBO ₅ San	M2: Tanque	,750	3	,000
Cristóbal Chico	M3: Vivienda Inicial	,750	3	,000
	M4: Vivienda intermedia	,750	3	,000
	M5: Vivienda Final	,750	3	,000

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 90 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos no provienen de una distribución normal.

S.H:

H₀: las Varianza de los errores son iguales.

H₁: Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 91:

Prueba de igualdad de Levene de varianza de error DBO₅ San Cristóbal Chico ^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
DBO ₅ del agua en	Se basa en la media	1,714	4	10	,223
San Cristóbal Chico	Se basa en la mediana	,107	4	10	,977
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,107	4	7,840	,977
	Se basa en la media recortada	1,350	4	10	,318

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: DBO₅ del agua en San Cristóbal Chico

b. D: lugar de investigación.

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 91 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos son homogéneos.

Análisis de comparación de tratamientos

H_0 : El DBO₅ del agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H_1 : El DBO₅ del agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla 92:

Prueba de Kruskal-Wallis DBO₅ San Cristóbal Chico

Rangos			
	Lugar de investigación	N	Rango promedio
DBO ₅ del agua en San Cristóbal Chico	M1: Pozo	3	13,83
	M2: Tanque	3	10,50
	M3: Vivienda Inicial	3	2,00
	M4: Vivienda intermedia	3	5,33
	M5: Vivienda Final	3	8,33
	Total	15	

Estadísticos de prueba^{a,b}

DBO ₅ del agua en San Cristóbal Chico	
H de Kruskal-Wallis	12,917
gl	4
Sig. asintótica	,052

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. V.A: lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 92 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto.

Caserío El Cardo:

S.N:

H_0 : Los errores provienen de una distribución N.

H_1 : Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 93:

Prueba de N DBO₅ El Cardo

		Shapiro-Wilk		
	Lugar de Investigación	Estadístico	gl	Sig.
Residuo para DBO ₅ el Cardo	M1: Pozo	,964	3	,637
	M3: Vivienda Inicial	,818	3	,157
	M4: Vivienda intermedia	,964	3	,637
	Vivienda Final	,750	3	,000

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 93 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos no provienen de una distribución normal.

S.H

H_0 : las Varianzas de los errores son iguales.

H_1 : Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 94:

Prueba de igualdad de Levene de varianza de error DBO₅ San Cristóbal Chico ^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
DBO ₅ en el Agua	Se basa en la media	5,862	3	8	,020
	Se basa en la mediana	,528	3	8	,675
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,528	3	2,985	,694
	Se basa en la media recortada	4,880	3	8	,032

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: DBO₅ en el Agua

b. D: Intersección + lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 94 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos no son homogéneos.

Análisis de comparación de tratamientos

H_0 : El DBO₅ del agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H_1 : El DBO₅ del agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla 95:

Prueba de Kruskal-Wallis DBO₅ El Cardo

Rangos			
	Lugar de Investigación	N	Rango promedio
Residuo para DBO ₅ El Cardo	M1: Pozo	3	6,67
	M3: Vivienda Inicial	3	5,00
	M4: Vivienda intermedia	3	7,33
	Vivienda Final	3	7,00
	Total	12	

Estadísticos de prueba^{a,b}

Residuo para DBO ₅ El Cardo	
H de Kruskal-Wallis	,754
gl	3
Sig. asintótica	,860

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. V.A: Lugar de Investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 95 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que el DBO₅ de agua es igual en los lugares de muestreo

4.1.1.14. SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST):

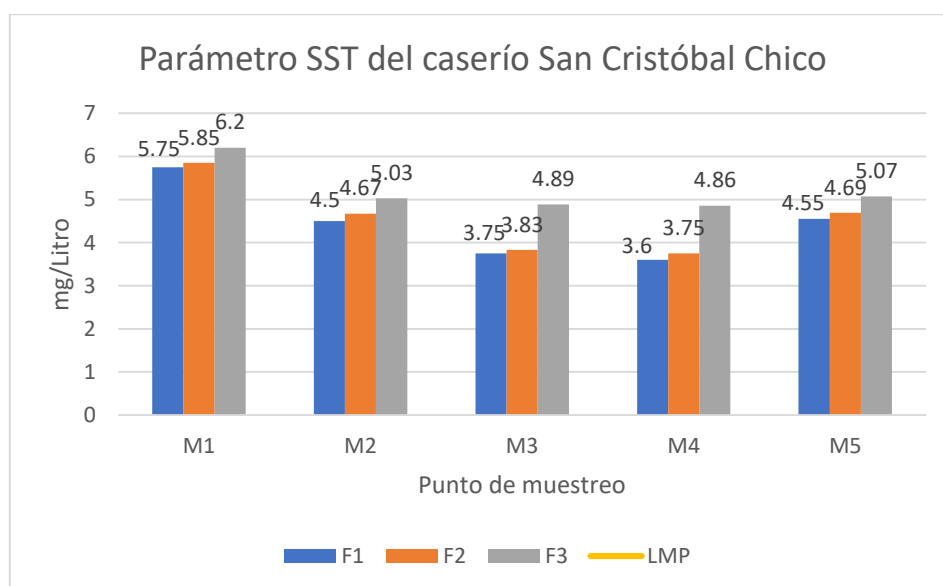
Tabla 96

Resultados del análisis y valor promedio ponderado del parámetro SST de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Muestras	SST mg/Litro					
	San Cristóbal Chico			El Cardo		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
	03/04/23	05/06/23	26/06/23	03/04/23	05/06/23	26/06/23
M1: Pozo	5.75	5.85	6.20	6.57	6.98	7.47
M2: Tanque	4.50	4.67	5.03	-----	-----	-----
M3: Vivienda inicial	3.75	3.83	4.89	6.47	6.96	7.45
M4: Vivienda intermedia	3.60	3.75	4.86	6.05	6.52	6.94
M5: Vivienda final	4.55	4.69	5.07	6.46	6.97	7.46
Xprom	4.43	4.56	5.21	6.39	6.86	7.33
Valor Promedio Ponderado		4.73			6.86	

Gráfico 27

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro SST del caserío San Cristóbal Chico.

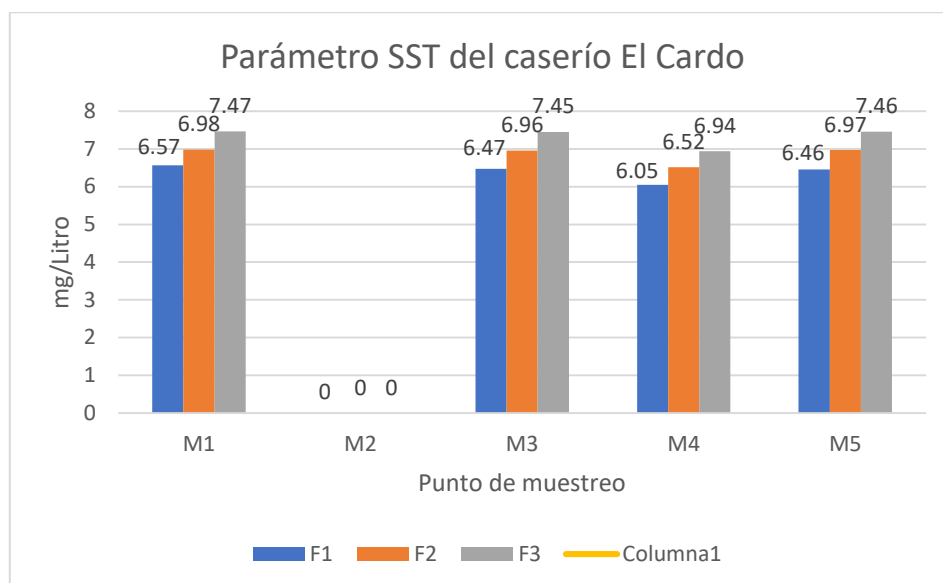


Explicación:

En la tabla 96 y en el gráfico 27 podemos observar los resultados del parámetro SST del caserío San Cristóbal Chico tomados en los 5 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas; los resultados mostrados corresponden a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 3.60 mg/Litro es la cifra más baja y 6.20 mg/Litro es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 4.73 mg/Litro, en la norma peruana no se indica LMP para éste parámetro.

Gráfico 28

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro SST del caserío El Cardo.



Explicación:

En la tabla 96 y en el gráfico 28 podemos observar los resultados del parámetro SST del caserío El Cardo tomados en los 4 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas, pues éste caserío no cuenta con el tanque del S.A de agua potable; los resultados mostrados corresponde a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 6.05 mg/Litro es la cifra más baja y 7.47 mg/Litro es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 6.86 mg/Litro, en la norma peruana no se indica LMP para éste parámetro.

Tabla 97

Resultados según valor verdadero e intervalo de confianza del parámetro SST de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Caseríos	SST	
	X ± Incertidumbre	Intervalo de confianza
San Cristóbal Chico	4.73 ± 1.20	[3.53 – 5.93]
El Cardo	6.86 ± 2.24	[4.62 – 9.10]

Explicación:

En la tabla 97 podemos observar que el mayor valor de SST lo obtuvo el caserío El Cardo con 6.86 ± 2.24 y cuyos valores tienen un rango de [4.62 – 9.10].

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Caserío San Cristóbal Chico:

S.N:

H_0 : Los errores provienen de una distribución N.

H_1 : Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 98:

Prueba de N SST San Cristóbal Chico

	Lugar de investigación	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Residuo para SST	M1: Pozo	,907	3	,407
San Cristóbal	M2: Tanque	,959	3	,610
Chico	M3: Vivienda Inicial	1,000	3	1,000
	M4: Vivienda intermedia	,985	3	,767
	M5: Vivienda Final	,849	3	,238

N.S: 5%

Interpretación:

En la tabla 98 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos provienen de una distribución normal.

S.H:

H_0 : las Varianza de los errores son iguales.

H_1 : Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 99:

Prueba de igualdad de Levene de varianza de error SST San Cristóbal Chico ^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
SST del agua en	Se basa en la media	1,346	4	10	,319
San Cristóbal	Se basa en la mediana	,415	4	10	,794
Chico	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,415	4	5,551	,793
	Se basa en la media recortada	1,260	4	10	,348

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: SST del agua en San Cristóbal Chico

b. D: lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 99 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos son homogéneos.

Análisis de varianza

H_0 : El SST del agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H_1 : El SST del agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla 100:

Resultados de ANOVA SST San Cristóbal Chico

SST del agua en San Cristóbal Chico

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	15,087	4	3,772	14,748	,000
Dentro de grupos	2,557	10	,256		
Total	17,645	14			

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 100 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que el SST de agua es diferente en al menos un lugar de muestreo.

Comparación del color de agua en los PM

Tabla 101:

Resultados SST del agua en San Cristóbal Chico

			Subconjunto para alfa = 0.05		
	Lugar de investigación	N	1	2	3
HSD Tukey ^a	M5: Vivienda Final	3	4,3833		
	M4: Vivienda intermedia	3	4,4567		
	M2: Tanque	3	4,7333	4,7333	
	M1: Pozo	3		5,9333	5,9333
	M3: Vivienda Inicial	3			6,9600
	Sig.		,909	,091	,170
Duncan ^a	M5: Vivienda Final	3	4,3833		
	M4: Vivienda intermedia	3	4,4567		
	M2: Tanque	3	4,7333		
	M1: Pozo	3		5,9333	
	M3: Vivienda Inicial	3			6,9600
	Sig.		,437	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica=3,000.

Explicación:

En la tabla 101 podemos observar que la prueba de Tukey nos indica que de los lugares de San Cristóbal Chico se agruparon de tres maneras según la similitud del SST del agua, el primer grupo está la vivienda intermedia, final y tanque; en el segundo grupo están tanque y pozo; y en el tercer grupo esta pozo y vivienda inicial. La prueba de Duncan nos indicó que de los lugares de San Cristóbal Chico se agruparon de tres maneras según la similitud del SST del agua, el primer

grupo está la vivienda intermedia, final y tanque; en el segundo grupo está pozo; y en el tercer grupo esta vivienda inicial.

Caserío El Cardo:

S.N:

H₀: Los errores provienen de una distribución N.

H₁: Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 102:

Prueba de N SST El Cardo

	Lugar de Investigación	Shapiro -Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Residuo para	M1: Pozo	,997	3	,902
SST El Cardo	M3: Vivienda Inicial	,802	3	,120
	M4: Vivienda intermedia	,999	3	,938
	Vivienda Final	1,000	3	,978

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 102 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos provienen de una distribución normal.

S.H:

H₀: las Varianza de los errores son iguales.

H₁: Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 103:

Prueba de igualdad de Levene de varianza de error SST El Cardo ^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
SST del	Se basa en la media	,372	3	8	,775
agua El	Se basa en la mediana	,032	3	8	,992
Cardo	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,032	3	4,684	,991
	Se basa en la media recortada	,335	3	8	,800

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: SST del agua

b. D: Intersección + lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 103 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05 por lo tanto, como conclusión se determina que los datos son homogéneos.

Análisis de varianza

H_0 : El SST del agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H_1 : El SST del agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla 104:

Resultados ANOVA SST El Cardo

SST del agua El Cardo

	Suma de cuadrado	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	16,480	3	5,493	20,804	,000
Dentro de grupos	2,112	8	,264		
Total	18,593	11			

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 104 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que el SST de agua es diferente en al menos un lugar de muestreo.

Comparación del SST de agua en los PM

Tabla 105:

Comparación SST del agua El Cardo

	Lugar de Investigación	N	Subconjunto	
			1	2
HSD Tukey ^{a,b}	M3: Vivienda Inicial	3	4,1567	
	M4: Vivienda intermedia	3		6,5033
	Vivienda Final	3		6,9633
	M1: Pozo	3		7,0067
	Sig.		1,000	,644
Duncan ^{a,b}	M3: Vivienda Inicial	3	4,1567	
	M4: Vivienda intermedia	3		6,5033
	Vivienda Final	3		6,9633
	M1: Pozo	3		7,0067
	Sig.		1,000	,283

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error)=0.264.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica=3.000.

b. Alfa=0.05.

Explicación:

En la tabla 105 podemos observar que la prueba de Tukey nos indica que de los lugares de El Cardo se agruparon de dos maneras según la similitud del SST del agua, el primer grupo está la vivienda inicial; y en el segundo grupo están la vivienda intermedia, final y pozo. La prueba de Duncan nos indicó que de los lugares de El Cardo se agruparon de dos maneras según la similitud del SST del agua, el primer grupo está la vivienda inicial y en el segundo grupo esta vivienda intermedia, final y pozo.

4.1.1.15. SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (SDT):

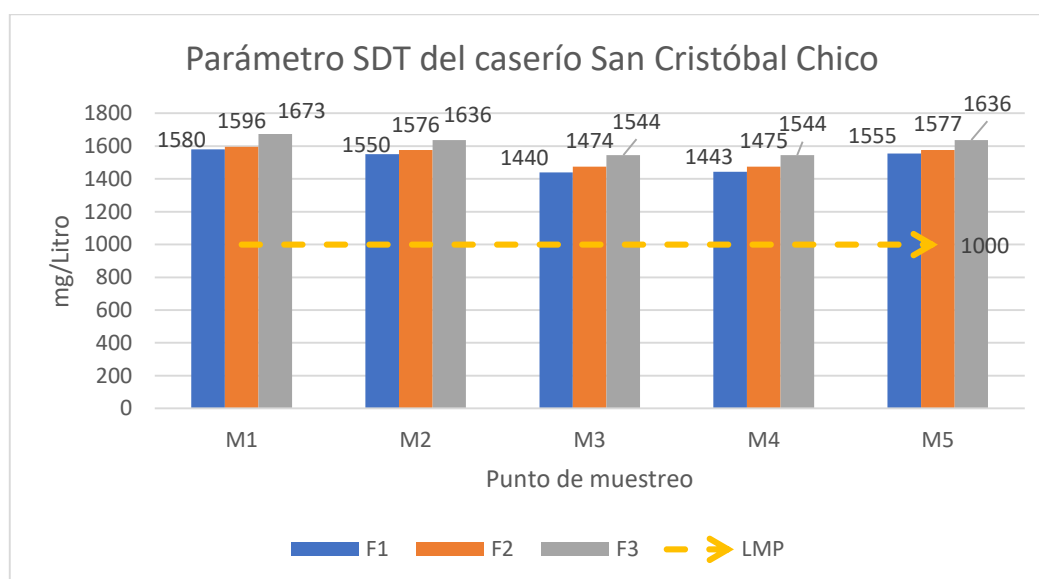
Tabla 106

Resultados del análisis y valor promedio ponderado del parámetro SDT de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Muestras	SDT mg/Litro					
	San Cristóbal Chico			El Cardo		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
	03/04/23	05/06/23	26/06/23	03/04/23	05/06/23	26/06/23
M1: Pozo	1 580	1 596	1 673	1 870	1 994	2 156
M2: Tanque	1 550	1 576	1 636	-----	-----	-----
M3: Vivienda inicial	1 440	1 474	1 544	1 870	1 989	2 155
M4: Vivienda intermedia	1 443	1 475	1 544	1 768	1 878	2 105
M5: Vivienda final	1 555	1 577	1 636	1 869	1 990	2 156
Xprom	1 513.60	1 539.60	1 606.60	1 844.25	1 962.75	2 143.00
Valor Promedio Ponderado		1 553.27			1 983.33	

Gráfico 29

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro SDT de los Caseríos San Cristóbal Chico.

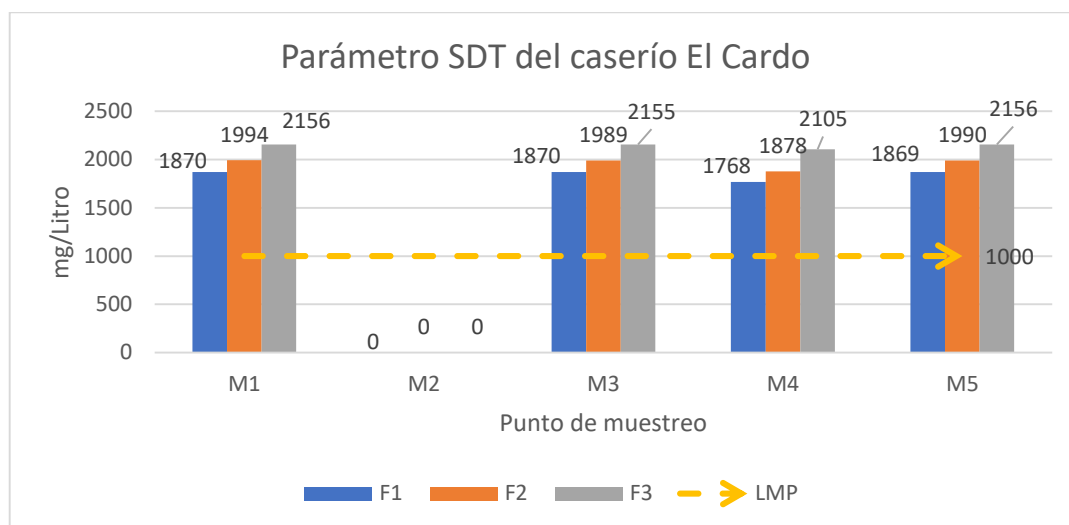


Explicación:

En la tabla 106 y en el gráfico 29 podemos observar los resultados del parámetro SDT del caserío San Cristóbal Chico tomados en los 5 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas; los resultados mostrados corresponden a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 1 440 mg/Litro es la cifra más baja y 1 673 mg/Litro es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 1 553.27 mg/Litro, a su vez, podemos observar también que la totalidad de los resultados se encuentran encima del LMP (1 000 mg/Litro) que establece la norma peruana.

Gráfico 30

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro SDT de los Caseríos El Cardo.



Explicación:

En la tabla 106 y en el gráfico 30 podemos observar los resultados del parámetro SDT del caserío El Cardo tomados en los 4 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas, pues éste caserío no cuenta con el tanque del S.A de agua potable; los resultados mostrados corresponde a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 1 768 mg/Litro es la cifra más baja y 2 156 mg/Litro es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 1 983.33 mg/Litro, a su vez, podemos observar también que todos los resultados se encuentran debajo del LMP (1 000 mg/Litro) que establece la norma peruana.

Tabla 107

Resultados según valor verdadero e intervalo de confianza del parámetro SDT de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Caseríos	SDT	
	X ± Incertidumbre	Intervalo de confianza
San Cristóbal Chico	1 553.27 ± 393.16	[1 160.11 – 1 946.43]
El Cardo	1 983.33 ± 649.13	[1 334.20 – 2 632.46]

Explicación:

En la tabla 107 podemos observar que el mayor valor de SDT lo obtuvo el caserío El Cardo con 1 983.33 ± 649.13 y cuyos valores tienen un rango de [1 334.20 – 2 632.46].

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Caserío San Cristóbal Chico:

S.N:

H_0 : Los errores provienen de una distribución N.

H_1 : Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 108:

Prueba de N SDT San Cristóbal Chico

	Lugar de investigación	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Residuo para SDT	M1: Pozo	,875	3	,309
San Cristóbal	M2: Tanque	,950	3	,571
Chico	M3: Vivienda Inicial	,962	3	,623
	M4: Vivienda intermedia	,957	3	,602
	M5: Vivienda Final	,935	3	,508

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 108 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos provienen de una distribución normal.

S.H:

H_0 : Las Varianzas de los errores son iguales.

H_1 : Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 109:

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error SDT San Cristóbal Chico^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
SDT del agua en	Se basa en la media	,088	4	10	,984
San Cristóbal	Se basa en la mediana	,027	4	10	,998
Chico	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,027	4	9,471	,998
	Se basa en la media recortada	,081	4	10	,986

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: SDT del agua en San Cristóbal Chico

b. D: lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 109 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos son homogéneos.

Análisis de varianza

H_0 : El SDT del agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H_1 : El SDT de agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla 110:

Resultado de ANOVA SDT San Cristóbal Chico

SDT del agua en San Cristóbal Chico

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	45932,267	4	11483,067	4,929	,019
Dentro de grupos	23296,667	10	2329,667		
Total	69228,933	14			

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 110 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que el SDT de agua es diferente en al menos un lugar de muestreo.

Comparación del color de agua en los PM

Tabla 111:

Comparación SDT del agua en San Cristóbal Chico

		Subconjunto para alfa = 0.05	
	Lugar de investigación	N	
HSD Tukey ^a	M3: Vivienda Inicial	3	1486,0000
	M4: Vivienda intermedia	3	1487,3333
	M2: Tanque	3	1587,3333
	M5: Vivienda Final	3	1589,3333
	M1: Pozo	3	1616,3333
	Sig.		,139
Duncan ^a	M3: Vivienda Inicial	3	1486,0000
	M4: Vivienda intermedia	3	1487,3333
	M2: Tanque	3	1587,3333
	M5: Vivienda Final	3	1589,3333
	M1: Pozo	3	1616,3333
	Sig.		,974

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica=3,000.

Explicación:

En la tabla 111 podemos observar que la prueba de Tukey nos indica que de los lugares de San Cristóbal Chico se agruparon de dos maneras según la similitud del SDT del agua, el primer grupo está la vivienda intermedia, intermedia, final y tanque; y en el segundo grupo están vivienda intermedia, final, tanque y pozo. La prueba de Duncan nos indicó que de los lugares de San

Cristóbal Chico se agruparon de dos maneras según la similitud del SST del agua, el primer grupo está la vivienda inicial e intermedia; y en el segundo grupo esta tanque, vivienda final y pozo.

Caserío El Cardo:

S.N:

H₀: Los errores provienen de una distribución N.

H₁: Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 112:

Prueba de N SDT El Cardo

		Shapiro -Wilk		
	Lugar de Investigación	Estadístico	gl	Sig.
Residuo para SDT El Cardo	M1: Pozo	,994	3	,854
	M3: Vivienda Inicial	,991	3	,819
	M4: Vivienda intermedia	,961	3	,622
	Vivienda Final	,992	3	,828

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 112 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos provienen de una distribución normal.

S.H:

H₀: las Varianza de los errores son iguales.

H₁: Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 113:

Prueba de igualdad de Levene de varianza de error SDT El Cardo ^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
SDT del agua El Cardo	Se basa en la media	,084	3	8	,967
	Se basa en la mediana	,025	3	8	,994
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,025	3	7,422	,994
	Se basa en la media recortada	,079	3	8	,969

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: SDT del Agua

b. D: Intersección + lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 113 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos son homogéneos.

Análisis de varianza

H_0 : El SDT del agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H_1 : El SDT de agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla 114:

Resultado ANOVA SDT El Cardo

SDT del agua El Cardo

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	17607,333	3	5869,111	,257	,854
Dentro de grupos	182707,333	8	22838,417		
Total	200314,667	11			

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 114 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que el SDT de agua es igual en los lugares de muestreo.

Comparación del SDT de agua en los PM

Tabla 115:

Comparación SDT del agua El Cardo

			Subconjunto para alfa = 0.05
	Lugar de Investigación	N	1
HSD Tukey ^a	M4: Vivienda intermedia	3	1917,0000
	M3: Vivienda Inicial	3	2004,6667
	M5: Vivienda Final	3	2005,0000
	M1: Pozo	3	2006,6667
	Sig.		,884
Duncan ^a	M4: Vivienda intermedia	3	1917,0000
	M3: Vivienda Inicial	3	2004,6667
	M5: Vivienda Final	3	2005,0000
	M1: Pozo	3	2006,6667
	Sig.		,512

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica=3,000.

Explicación:

En la tabla 115 podemos observar que la prueba de Tukey y Duncan nos indica que de los lugares de El Cardo según la similitud del SDT del agua todos pertenecen a un solo grupo.

4.1.1.16. NITROGENO AMONIACAL:

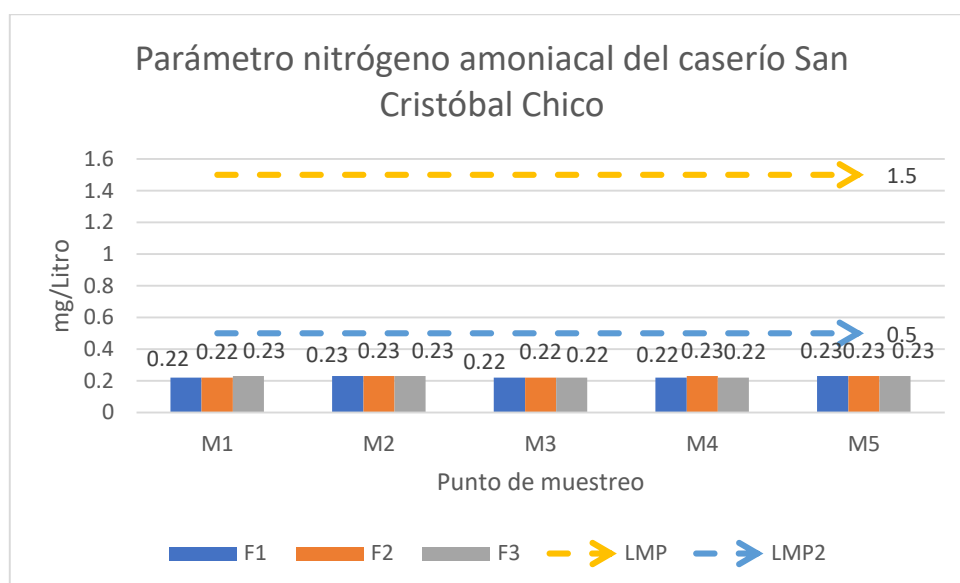
Tabla 116

Resultados del análisis y valor promedio ponderado del parámetro nitrógeno amoniacal de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Muestras	Nitrógeno amoniacal mg/Litro					
	San Cristóbal Chico			El Cardo		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
	03/04/23	05/06/23	26/06/23	03/04/23	05/06/23	26/06/23
M1: Pozo	0.22	0.22	0.23	0.23	0.22	0.22
M2: Tanque	0.23	0.23	0.23	-----	-----	-----
M3: Vivienda inicial	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.23
M4: Vivienda intermedia	0.22	0.23	0.22	0.22	0.22	0.23
M5: Vivienda final	0.23	0.23	0.23	0.23	0.22	0.22
Xprom	0.22	0.23	0.23	0.23	0.22	0.23
Valor Promedio Ponderado		0.23			0.23	

Gráfico 31

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro nitrógeno amoniacal del caserío San Cristóbal Chico.

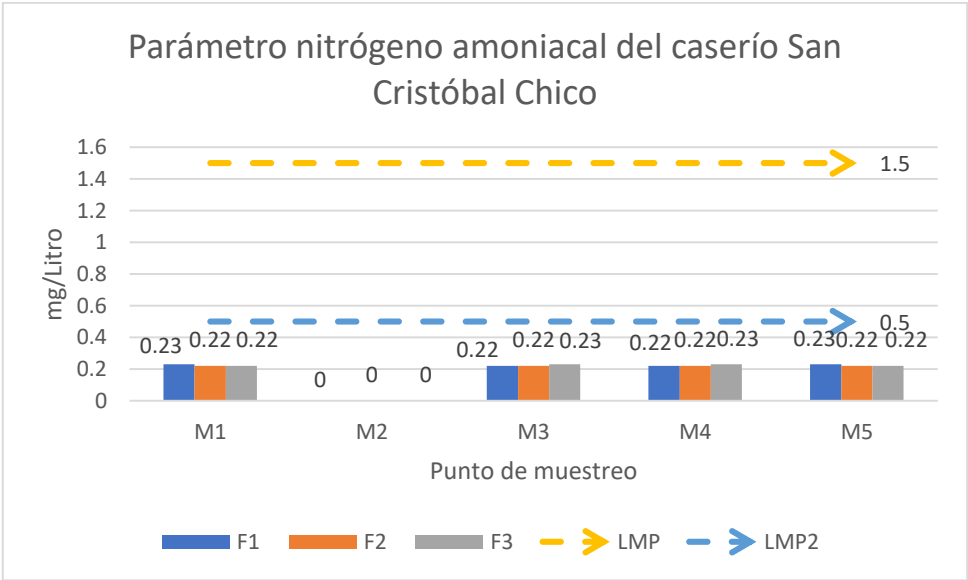


Explicación:

En la tabla 116 y en el gráfico 31 podemos observar los resultados del parámetro nitrógeno amoniacal del caserío San Cristóbal Chico tomados en los 5 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas; los resultados mostrados corresponden a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 0.22 mg/Litro es la cifra más baja y 0.23 mg/Litro es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 0.23 mg/Litro, a su vez, podemos observar también que todos los resultados se encuentran muy por debajo del LMP

(1.50 mg/Litro) que establece la norma DS N°031-2010-SA. La OMS indica un LMP de 0.50 mg/Litro podemos indicar que también se encuentra debajo de este LMP.

Gráfico 32
Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro nitrógeno amoniacal del caserío El Cardo.



Explicación:
 En la tabla 116 y en el gráfico 32 podemos observar los resultados del parámetro nitrógeno amoniacal del caserío El Cardo tomados en los 4 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas, pues éste caserío no cuenta con el tanque del S.A de agua potable; los resultados mostrados corresponde a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 0.22 mg/Litro es la cifra más baja y 0.23 mg/Litro es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 0.23 mg/Litro, a su vez, podemos observar también que todos los resultados se encuentran muy por debajo del LMP (1.50 mg/Litro) que establece la norma DS N°031-2010-SA. La OMS indica un LMP de 0.50 mg/Litro podemos indicar que también se encuentra debajo de este LMP.

Tabla 117
Resultados según valor verdadero e intervalo de confianza del parámetro nitrógeno amoniacal de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Caseríos	Nitrógeno amoniacal	
	X ± Incertidumbre	Intervalo de confianza
San Cristóbal Chico	0.23 ± 0.06	[0.17 – 0.29]
El Cardo	0.23 ± 0.07	[0.16 – 0.30]

Explicación:
 En la tabla 117 podemos observar que el mayor valor de N.A. lo obtuvo el caserío El Cardo con 0.23 ± 0.07 y cuyos valores tienen un intervalo de confianza de [0.16 – 0.30].

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Caserío San Cristóbal Chico:

S.N:

H₀: Los errores provienen de una distribución N.

H₁: Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 118:

Prueba de N nitrógeno amoniacal San Cristóbal Chico

	Lugar de investigación	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Residuo para	M1: Pozo	,750	3	,000
Nitrógeno	M2: Tanque	.	3	.
amoniacal San	M3: Vivienda Inicial	.	3	.
Cristóbal Chico	M4: Vivienda intermedia	,750	3	,000
	M5: Vivienda Final	.	3	.

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 118 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos no provienen de una distribución normal.

S.H:

H₀: las Varianza de los errores son iguales.

H₁: Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 119:

Prueba de igualdad de Levene de varianza de error nitrógeno amoniacal San Cristóbal Chico ^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Nitrógeno amoniacal	Se basa en la media	12,000	4	10	,001
del agua en San	Se basa en la mediana	,750	4	10	,580
Cristóbal Chico	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,750	4	4,000	,606
	Se basa en la media recortada	9,452	4	10	,002

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: Nitrógeno amoniacal del agua en San Cristóbal Chico

b. D: lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 119 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos no son homogéneos.

Análisis de comparación de tratamientos

H_0 : El nitrógeno amoniacal del agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H_1 : El nitrógeno amoniacal del agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla: 120

Prueba de Kruskal-Wallis nitrógeno amoniacal San Cristóbal Chico

Rangos			
	Lugar de investigación	N	Rango promedio
Nitrógeno amoniacal del agua en San Cristóbal Chico	M1: Pozo	3	6,50
	M2: Tanque	3	11,50
	M3: Vivienda Inicial	3	4,00
	M4: Vivienda intermedia	3	6,50
	M5: Vivienda Final	3	11,50
	Total	15	

Estadísticos de prueba^{a,b}

Nitrógeno amoniacal del agua en San Cristóbal Chico	
H de Kruskal-Wallis	9,000
gl	4
Sig. asintótica	,061

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. V.A: lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 120 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que el nitrógeno amoniacal del agua es diferente en al menos un lugar de muestreo.

Caserío El Cardo:

S.N:

H_0 : Los errores provienen de una distribución N.

H_1 : Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 121:

Prueba de N nitrógeno amoniacal El Cardo

		Shapiro -Wilk		
	Lugar de Investigación	Estadístico	gl	Sig.
Residuo para Nitrógeno amoniacal El Cardo	M1: Pozo	,750	3	,000
	M3: Vivienda Inicial	,750	3	,000
	M4: Vivienda intermedia	,750	3	,000
	Vivienda Final	,750	3	,000

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 121 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos no provienen de una distribución normal

S.H:

H₀: las Varianza de los errores son iguales.

H₁: Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 122:

Prueba de igualdad de Levene de varianza de error nitrógeno amoniacal El Cardo ^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Nitrógeno amoniacal del agua El Cardo	Se basa en la media	,000	3	8	1,000
	Se basa en la mediana	,000	3	8	1,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,000	3	8,000	1,000
	Se basa en la media recortada	,000	3	8	1,000

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: Nitrógeno amoniacal del agua

b. D: Intersección + lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 122 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos son homogéneos.

Análisis de comparación de tratamientos

H₀: El nitrógeno amoniacal del agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H₁: El nitrógeno amoniacal del agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla 123:

Prueba de Kruskal-Wallis nitrógeno amoniacal El Cardo

Rangos			
	Lugar de Investigación	N	Rango promedio
Nitrógeno amoniacal del agua El Cardo	M1: Pozo	3	6,50
	M3: Vivienda Inicial	3	6,50
	M4: Vivienda intermedia	3	6,50
	M5: Vivienda Final	3	6,50
	Total	12	

Estadísticos de prueba^{a,b}

Nitrógeno amoniacal del agua

El Cardo

H de Kruskal-Wallis	,000
gl	3
Sig. asintótica	1,000

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. V.A: Lugar de Investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 123 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que el nitrógeno amoniacal del agua es igual en los lugares de muestreo.

4.1.1.17. NITRITO:

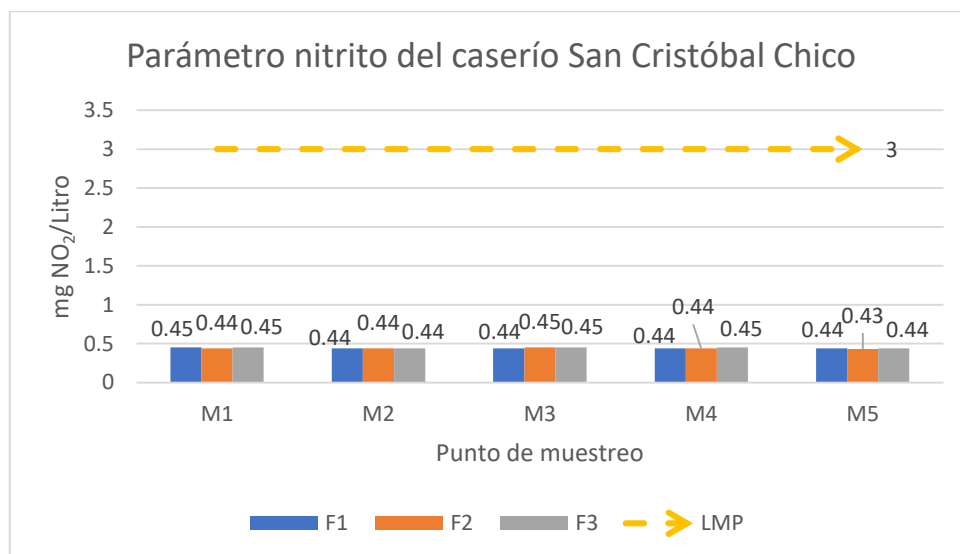
Tabla 124

Resultados del análisis y valor promedio ponderado del parámetro nitrito de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Muestras	Nitrito mg NO ₂ /Litro					
	San Cristóbal Chico			El Cardo		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
	03/04/23	05/06/23	26/06/23	03/04/23	05/06/23	26/06/23
M1: Pozo	0.45	0.44	0.45	0.45	0.44	0.44
M2: Tanque	0.44	0.44	0.44	-----	-----	-----
M3: Vivienda inicial	0.44	0.45	0.45	0.45	0.44	0.45
M4: Vivienda intermedia	0.44	0.44	0.45	0.44	0.44	0.44
M5: Vivienda final	0.44	0.43	0.44	0.44	0.44	0.44
Xprom	0.44	0.44	0.45	0.45	0.44	0.44
Valor Promedio Ponderado		0.44			0.44	

Gráfico 33

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro nitrito del caserío San Cristóbal Chico.

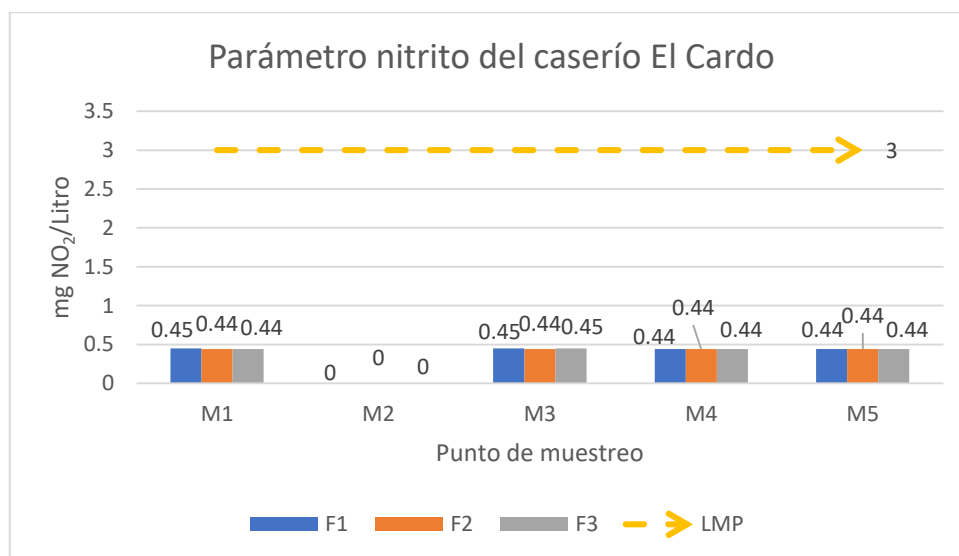


Explicación:

En la tabla 124 y en el gráfico 33 podemos observar los resultados del parámetro nitritos del caserío San Cristóbal Chico tomados en los 5 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas; los resultados mostrados corresponden a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 0.43 mg NO₂/Litro es la cifra más baja y 0.45 mg NO₂/Litro es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 0.44 mg NO₂/Litro, a su vez, podemos observar también que la totalidad de los resultados se hallan muy por abajo del LMP (3 mg NO₂/Litro) que establece la norma peruana.

Gráfico 34

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro nitrito del caserío El Cardo.



Explicación:

En la tabla 124 y en el gráfico 34 podemos observar los resultados del parámetro nitritos del caserío El Cardo tomados en los 4 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas, pues éste caserío no cuenta con el tanque del S.A de agua potable; los resultados mostrados corresponde a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 0.44 mg NO₂/Litro es la cifra más baja y 0.45 mg NO₂/Litro es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 0.44 mg NO₂/Litro, a su vez, podemos observar también que la totalidad de los resultados se hallan muy por abajo del LMP (3 mg NO₂/Litro) que establece la norma peruana.

Tabla 125

Resultados según valor verdadero e intervalo de confianza del parámetro nitrito de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Caseríos	Nitrito	
	X ± Incertidumbre	Intervalo de confianza
San Cristóbal Chico	0.44 ± 0.11	[0.33 – 0.55]
El Cardo	0.44 ± 0.15	[0.29 – 0.59]

Explicación:

En la tabla 125 podemos observar que el mayor valor con la desviación de Nitritos lo obtuvo el caserío El Cardo con 0.44 ± 0.15 y cuyos valores tienen un intervalo de confianza de [0.29 – 0.59].

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Caserío San Cristóbal Chico:

S.N:

H₀: Los errores provienen de una distribución N.

H₁: Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 126:

Prueba de N nitrito San Cristóbal Chico

	Lugar de investigación	Shapiro -Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Residuo para	M1: Pozo	,750	3	,000
Nitritos San	M2: Tanque	.	3	.
Cristóbal Chico	M3: Vivienda Inicial	,750	3	,000
	M4: Vivienda intermedia	,750	3	,000
	M5: Vivienda Final	,750	3	,000

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 126 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos no provienen de una distribución normal.

S.H:

H₀: las Varianza de los errores son iguales.

H₁: Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 127:

Prueba de igualdad de Levene de varianza de error nitrito San Cristóbal Chico ^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Nitritos del agua en San Cristóbal Chico	Se basa en la media	4,000	4	10	,034
	Se basa en la mediana	,250	4	10	,903
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,250	4	8,000	,902
	Se basa en la media recortada	3,151	4	10	,064

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: Nitritos del agua en San Cristóbal Chico

b. D: lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 127 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos no son homogéneos.

Análisis de comparación de tratamientos

H_0 : Los nitritos del agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H_1 : Los nitritos del agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla 128

Prueba de Kruskal-Wallis nitrito San Cristóbal Chico

Rangos			
	Lugar de investigación	N	Rango promedio
Nitritos del agua en San Cristóbal Chico	M1: Pozo	3	10,67
	M2: Tanque	3	6,00
	M3: Vivienda Inicial	3	10,67
	M4: Vivienda intermedia	3	8,33
	M5: Vivienda Final	3	4,33
	Total	15	

Estadísticos de prueba^{a,b}

Nitritos del agua en San Cristóbal Chico	
H de Kruskal-Wallis	6,356
gl	4
Sig. asintótica	,174

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. V.A: lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 128 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que el nitrito del agua es igual en los lugares de muestreo.

Caserío El Cardo:

S.N:

H_0 : Los errores provienen de una distribución N.

H_1 : Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 129:

Prueba de N nitrito El Cardo

		Shapiro -Wilk		
	Lugar de Investigación	Estadístico	gl	Sig.
Residuo para Nitritos de El Cardo	M1: Pozo	,750	3	,000
	M3: Vivienda Inicial	,750	3	,000
	M4: Vivienda intermedia	.	3	.
	M5: Vivienda Final	.	3	.

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 129 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05 por lo tanto, como conclusión se determina que los datos no provienen de una distribución N.

S.H:

H_0 : Las Varianza de los errores son iguales.

H_1 : Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 130:**Prueba de igualdad de Levene de varianza de error nitrito El Cardo ^{a,b}**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Nitritos en el agua El Cardo	Se basa en la media	10,667	3	8	,004
	Se basa en la mediana	,667	3	8	,596
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,667	3	4,000	,615
	Se basa en la media recortada	8,402	3	8	,007

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: Nitritos en el Agua

b. D: Intersección + lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 130 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos no son homogéneos.

Análisis de comparación de tratamientos

H_0 : Los nitritos del agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H_1 : Los nitritos del agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla 131:**Prueba de Kruskal-Wallis nitrito El Cardo**

Rangos			
	Lugar de Investigación	N	Rango promedio
Nitritos del agua El Cardo	M1: Pozo	3	7,00
	M3: Vivienda Inicial	3	9,00
	M4: Vivienda intermedia	3	5,00
	M5: Vivienda Final	3	5,00
	Total	12	

Estadísticos de prueba^{a,b}

Nitritos del agua El

Cardo

H de Kruskal-Wallis	4,481
gl	3
Sig. asintótica	,214

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. V.A: Lugar de Investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 131 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que el nitrito del agua es igual en los lugares de muestreo.

4.1.1.18. NITRATO:

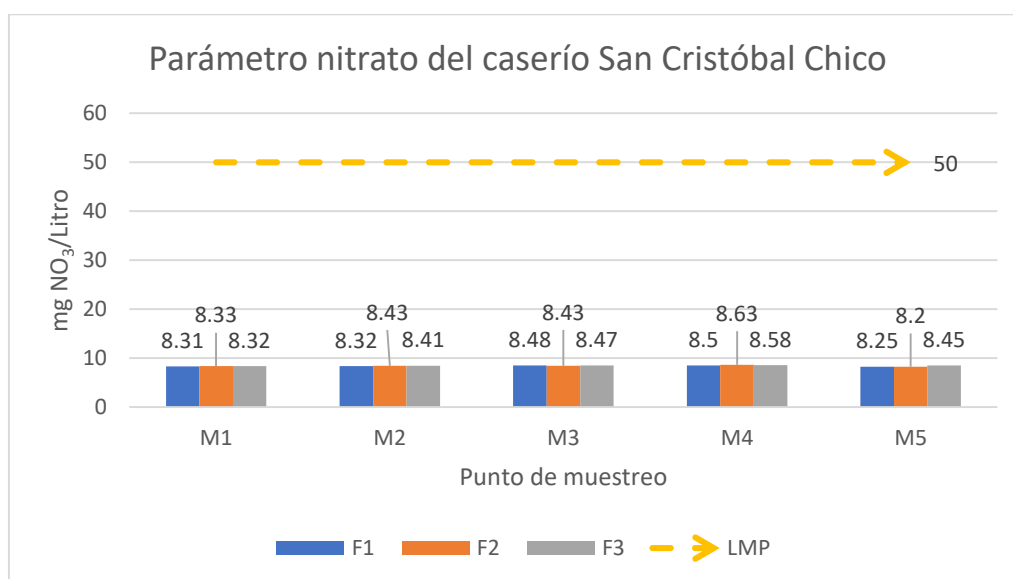
Tabla 132

Resultados del análisis y valor promedio ponderado del parámetro nitrato de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Muestras	Nitrato mg NO ₃ /Litro					
	San Cristóbal Chico			El Cardo		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
	03/04/23	05/06/23	26/06/23	03/04/23	05/06/23	26/06/23
M1: Pozo	8.31	8.33	8.32	8.53	8.43	8.53
M2: Tanque	8.32	8.43	8.41	-----	-----	-----
M3: Vivienda inicial	8.48	8.43	8.47	8.79	8.55	8.68
M4: Vivienda intermedia	8.50	8.63	8.58	8.12	8.17	8.22
M5: Vivienda final	8.25	8.20	8.45	8.88	8.89	8.75
Xprom	8.37	8.40	8.45	8.58	8.51	8.55
Valor Promedio Ponderado		8.40			8.55	

Gráfico 35

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro nitrato del caserío San Cristóbal Chico.

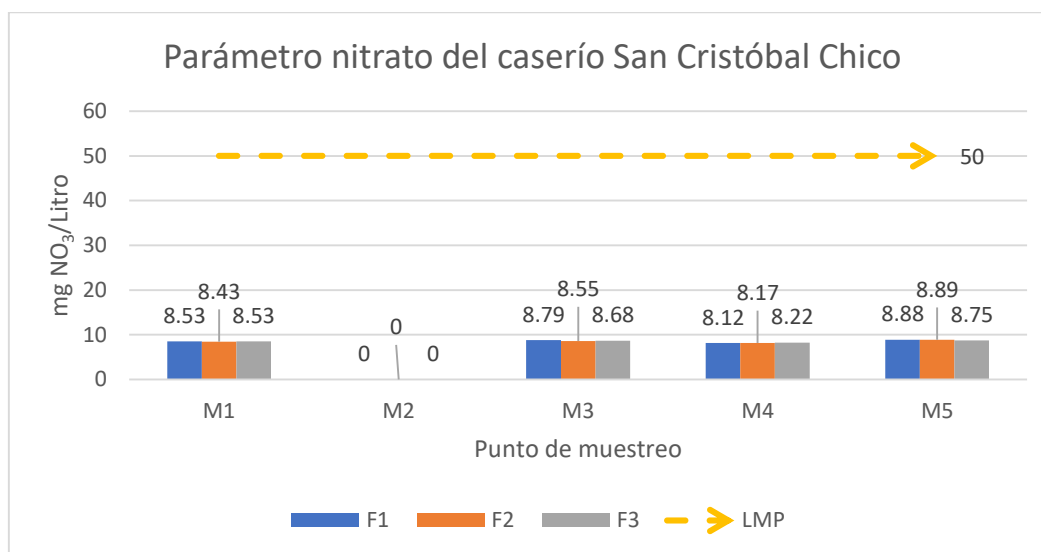


Explicación:

En la tabla 132 y en el gráfico 35 podemos observar los resultados del parámetro nitratos del caserío San Cristóbal Chico tomados en los 5 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas; los resultados mostrados corresponden a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 8.25 mg NO₃/Litro es la cifra más baja y 8.25 mg NO₃/Litro es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 8.40 mg NO₃/Litro, a su vez, podemos observar también que la totalidad de los resultados se hallan muy por abajo del LMP (50 mg NO₃/Litro) que establece la norma peruana.

Gráfico 36

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro nitrato del caserío San Cristóbal Chico.



Explicación:

En la tabla 132 y en el gráfico 36 podemos observar los resultados del parámetro nitratos del caserío El Cardo tomados en los 4 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas, pues éste caserío no cuenta con el tanque del S.A de agua potable; los resultados mostrados corresponde a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 8.22 mg NO₃/Litro es la cifra más baja y 8.89 mg NO₃/Litro es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 8.55 mg NO₂/Litro, a su vez, podemos observar también que la totalidad de los resultados se hallan muy por abajo del LMP (50 mg NO₃/Litro) que establece la norma peruana.

Tabla 133

Resultados según valor verdadero e intervalo de confianza del parámetro nitrato de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Caseríos	Nitrato	
	X ± Incertidumbre	Intervalo de confianza
San Cristóbal Chico	8.40 ± 2.13	[6.27 – 10.53]
El Cardo	8.55 ± 2.79	[5.76 – 11.34]

Explicación:

En la tabla 133 podemos observar que el mayor valor de Nitratos lo obtuvo el caserío El Cardo con 8.55 ± 2.79 y cuyos valores tienen un intervalo de confianza de [5.76 – 11.34].

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Caserío San Cristóbal Chico:

S.N:

H₀: Los errores provienen de una distribución N.

H₁: Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 134:

Prueba de N nitrato San Cristóbal Chico

	Lugar de investigación	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Residuo para	M1: Pozo	1,000	3	1,000
Nitrato San	M2: Tanque	,881	3	,328
Cristóbal Chico	M3: Vivienda Inicial	,893	3	,363
	M4: Vivienda intermedia	,983	3	,747
	M5: Vivienda Final	,893	3	,363

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 134 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos provienen de una distribución normal.

S.H:

H₀: las Varianza de los errores son iguales.

H₁: Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 135:

Prueba de igualdad de Levene de varianza de error nitrato San Cristóbal Chico^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Nitrato del agua en San Cristóbal Chico	Se basa en la media	4,634	4	10	,062
	Se basa en la mediana	,870	4	10	,515
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,870	4	3,674	,557
	Se basa en la media recortada	4,158	4	10	,031

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: Nitrato del agua en San Cristóbal Chico

b. D: lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 135 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos son homogéneos.

Análisis de varianza

H_0 : El nitrato de agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H_1 : El nitrato de agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla 136:

Resultado ANOVA nitrato San Cristóbal Chico

Nitrato del agua en San Cristóbal Chico

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,146	4	,037	7,031	,076
Dentro de grupos	,052	10	,005		
Total	,198	14			

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 136 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que el nitrato de agua es diferente en al menos un lugar de muestreo.

Comparación de nitrato de agua en los PM

Tabla 137:

Comparación Nitrato del agua en San Cristóbal Chico

			Subconjunto para alfa = 0.05
	Lugar de investigación	N	1
HSD Tukey ^a	M5: Vivienda Final	3	8,3000
	M1: Pozo	3	8,3200
	M2: Tanque	3	8,3867
	M3: Vivienda Inicial	3	8,4600
	M4: Vivienda intermedia	3	8.5700
	Sig.		,121
Duncan ^a	M5: Vivienda Final	3	8,3000
	M1: Pozo	3	8,3200
	M2: Tanque	3	8,3867
	M3: Vivienda Inicial	3	8.4600
	M4: Vivienda intermedia	3	8.4700
	Sig.		,190

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica=3,000.

Explicación:

En la tabla 137 podemos observar que la prueba de Tukey y Duncan nos indica que de los lugares se distribuyen en un solo grupo.

Caserío El Cardo:

S.N:

H_0 : Los errores provienen de una distribución N.

H_1 : Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 138:

Prueba de N nitrato El Cardo

	Lugar de Investigación	Shapiro -Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Residuo para	M1: Pozo	,750	3	,000
Nitrato El Cardo	M3: Vivienda Inicial	,998	3	,908
	M4: Vivienda intermedia	1,000	3	1,000
	Vivienda Final	,803	3	,122

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 138 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos no provienen de una distribución normal.

S.H:

H_0 : las Varianza de los errores son iguales.

H_1 : Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 139:

Prueba de igualdad de Levene de varianza de error nitrato El Cardo ^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Nitratos del agua El Cardo	Se basa en la media	,869	3	8	,496
	Se basa en la mediana	,407	3	8	,752
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,407	3	6,471	,753
	Se basa en la media recortada	,834	3	8	,512

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: Nitratos del agua

b. D: Intersección + lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 139 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos son homogéneos.

Análisis de varianza

H_0 : El nitrato de agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H_1 : El nitrato de agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla 140:
Prueba de Kruskal-Wallis nitrato El Cardo

Rangos			
	Lugar de Investigación	N	Rango promedio
Nitratos del agua El Cardo	M1: Pozo	3	5,00
	M3: Vivienda Inicial	3	8,33
	M4: Vivienda intermedia	3	2,00
	Vivienda Final	3	10,67
	Total	12	

Estadísticos de prueba^{a,b}

Nitratos del agua	
El Cardo	
H de Kruskal-Wallis	10,009
gl	3
Sig. asintótica	,078

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. V.A: Lugar de Investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 140 podemos observar que es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que el nitrato de agua es diferente en al menos un lugar de muestreo.

4.1.1.19. CLORO LIBRE RESIDUAL:

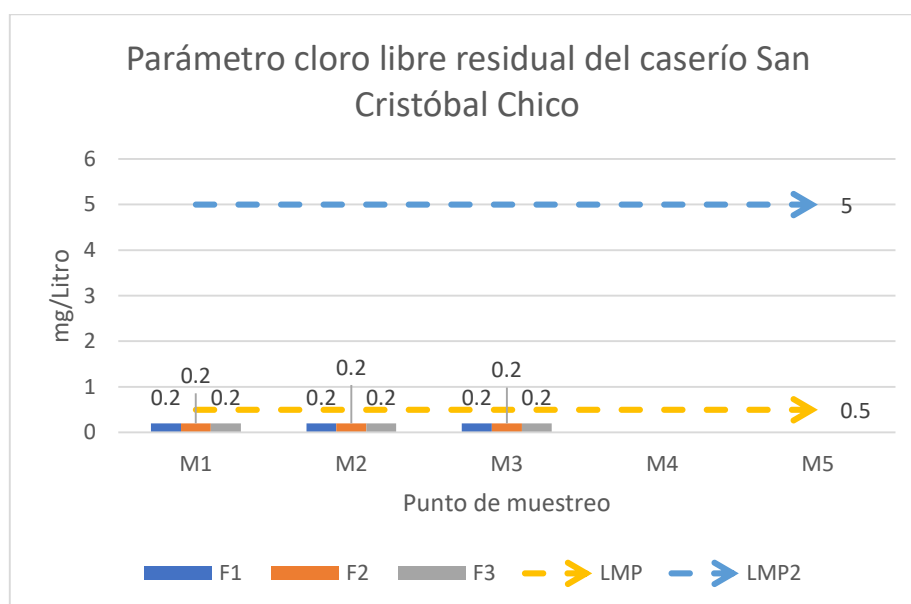
Tabla 141

Resultados del análisis y valor promedio ponderado del parámetro cloro libre residual de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Muestras	Cloro Libre Residual mg/Litro					
	San Cristóbal Chico			El Cardo		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
	03/04/23	05/06/23	26/06/23	03/04/23	05/06/23	26/06/23
M1: Pozo	0.20	0.20	0.20	0	0	0
M2: Tanque	0.20	0.20	0.20	-----	-----	-----
M3: Vivienda inicial	0.20	0.20	0.20	0	0	0
M4: Vivienda intermedia	0.00	0.00	0.00	0	0	0
M5: Vivienda final	0.00	0.00	0.00	0	0	0
Xprom	0.12	0.12	0.12	0	0	0
Valor Promedio Ponderado		0.12			0	

Gráfico 37

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro cloro libre residual del caserío San Cristóbal Chico.



Explicación:

En la tabla 141 y en el gráfico 37 podemos observar los resultados del parámetro cloro libre residual del caserío San Cristóbal Chico tomados en los 5 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas; los resultados mostrados corresponden a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 0 mg/Litro es la cifra más baja y 0.20 mg/Litro es la cifra más alto obtenido, tiene un valor promedio de 0.12 mg/Litro, a su vez, podemos observar también que todos los resultados se encuentran muy por debajo del LMP (0.5 < cloro libre < 5 mg/Litro) que establece la norma peruana.

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro cloro libre residual del caserío El Cardo.

**Tabla 142**

Caseríos	Cloro libre residual	
	X ± Incertidumbre	Intervalo de confianza
San Cristóbal Chico	0.12 ± 0.03	[0.09 – 0.15]
El Cardo	0	0

En la tabla 142 podemos observar que el único con valores de Cloro Libre Residual lo obtuvo el caserío San Cristóbal Chico con 0.12 ± 0.03 y cuyos valores tienen un intervalo de confianza de $[0.09 - 0.15]$.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Caserío San Cristóbal Chico:

S.N:

H_0 : Los errores provienen de una distribución N.

H_1 : Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 143:

Prueba de N cloro libre residual San Cristóbal Chico

	Lugar de investigación	Shapiro -Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Residuo para Cloro	M1: Pozo	.	3	.
libre residual San	M2: Tanque	.	3	.
Cristóbal Chico	M3: Vivienda Inicial	.	3	.
	M4: Vivienda intermedia	.	3	.
	M5: Vivienda Final	.	3	.

Análisis de varianza:

H_0 : Las Varianza de los errores son iguales.

H_1 : Las Varianza de los errores no son iguales.

Análisis de varianza

Tabla 144:

Resultado ANOVA cloro libre residual San Cristóbal Chico

Cloro libre residual del agua en San Cristóbal Chico

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	14,400	4	3,600	.	.
Dentro de grupos	,000	10	,000		
Total	14,400	14			

Explicación:

En la tabla 143 y 144 podemos observar que no existe variabilidad.

Caserío El Cardo:

S.N:

H_0 : Los errores provienen de una distribución N.

H_1 : Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 145:

Prueba de N cloro libre residual El Cardo

		Shapiro -Wilk		
	Lugar de Investigación	Estadístico	gl	Sig.
Residuo para Cloro libre residual El Cardo	M1: Pozo	.	3	.
	M3: Vivienda Inicial	.	3	.
	M4: Vivienda intermedia	.	3	.
	M5: Vivienda Final	.	3	.

S.H:

H_0 : las Varianzas de los errores son iguales.

H_1 : Las Varianza de los errores no son iguales.

Análisis de varianza

Tabla 146:

Resultado ANOVA cloro libre residual El Cardo

Resultado ANOVA cloro libre residual El Cardo

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,000	3	,000	.	.
Dentro de grupos	,000	8	,000		
Total	,000	11			

Explicación:

En la tabla 145 y 146 podemos observar que no existe variabilidad.

4.1.1.20. ALUMINIO:

Tabla 147

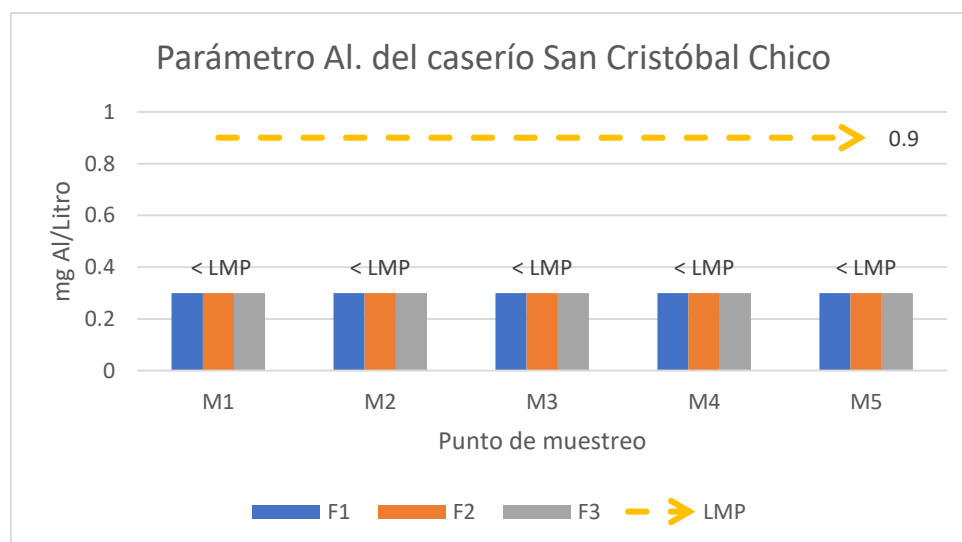
Resultados del análisis y valor promedio ponderado del parámetro aluminio de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Muestras	Aluminio mg Al/Litro					
	San Cristóbal Chico			El Cardo		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
	03/04/23	05/06/23	26/06/23	03/04/23	05/06/23	26/06/23
M1: Pozo	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP
M2: Tanque	< LMP	< LMP	< LMP	-----	-----	-----
M3: Vivienda inicial	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP
M4: Vivienda intermedia	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP
M5: Vivienda final	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP
Xprom	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP
Valor Promedio Ponderado		< LMP*			< LMP	

*LMP es ≤ 0.9 mg Al/Litro

Gráfico 39

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro aluminio del caserío San Cristóbal Chico.

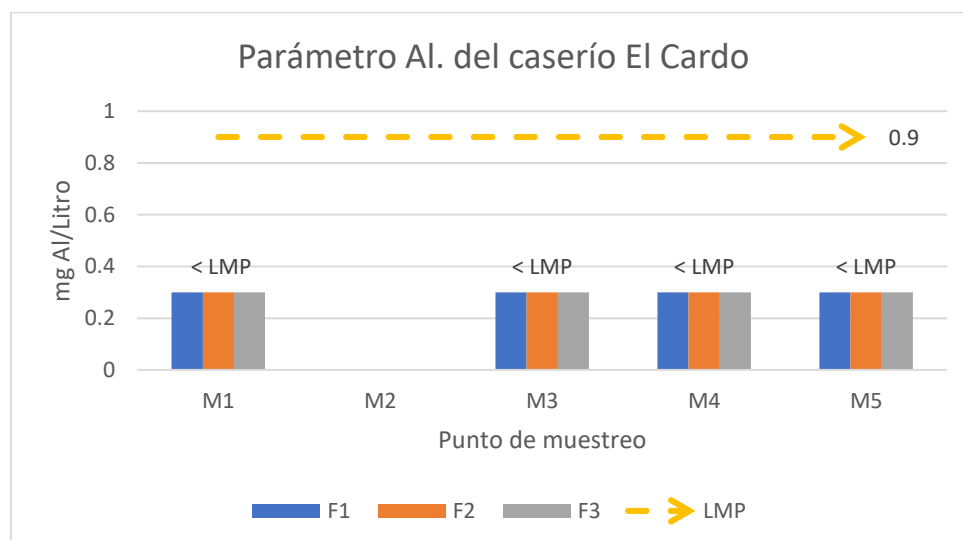


Explicación:

En la tabla 147 y en el gráfico 39 podemos observar los resultados del parámetro aluminio del caserío San Cristóbal Chico tomados en los 5 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas; los resultados mostrados corresponden a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, todos los resultados se encuentran debajo del LMP (0.90 mg Al/Litro) que establece la norma peruana.

Gráfico 40

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro aluminio del caserío El Cardo.



Explicación:

En la tabla 147 y en el gráfico 40 podemos observar los resultados del parámetro aluminio del caserío El Cardo tomados en los 4 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas, pues éste caserío no cuenta con el tanque del S.A de agua potable; los resultados mostrados corresponden a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, todos los resultados se hallan debajo del LMP (0.90 mg Al/Litro) que establece la norma peruana.

4.1.1.21. ARSÉNICO:

Tabla 148

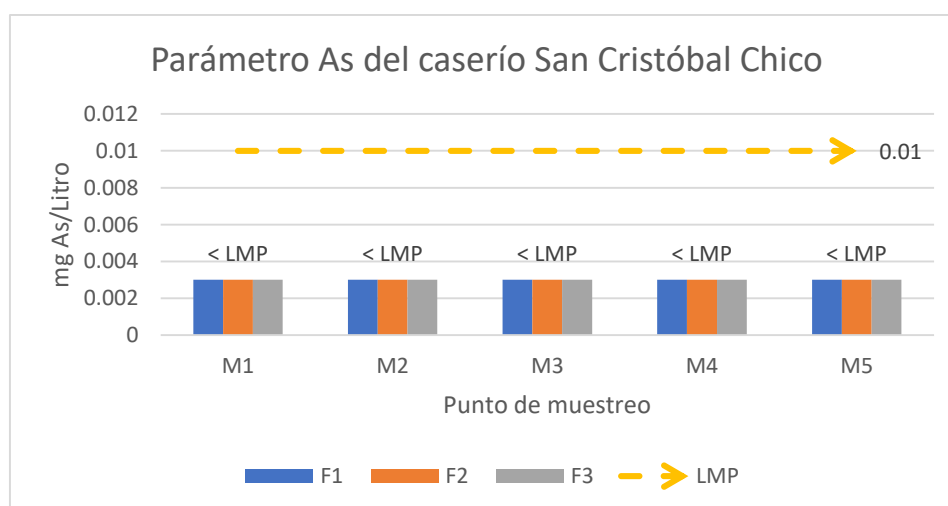
Resultados del análisis y valor promedio ponderado del parámetro arsénico de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Muestras	Arsénico mg As/Litro					
	San Cristóbal Chico			El Cardo		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
	03/04/23	05/06/23	26/06/23	03/04/23	05/06/23	26/06/23
M1: Pozo	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP
M2: Tanque	< LMP	< LMP	< LMP	-----	-----	-----
M3: Vivienda inicial	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP
M4: Vivienda intermedia	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP
M5: Vivienda final	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP
Xprom	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP	< LMP
Valor Promedio Ponderado		< LMP			< LMP	

*LMP es ≤ 0.01 mg As/Litro

Gráfico 41

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro arsénico del caserío San Cristóbal Chico.

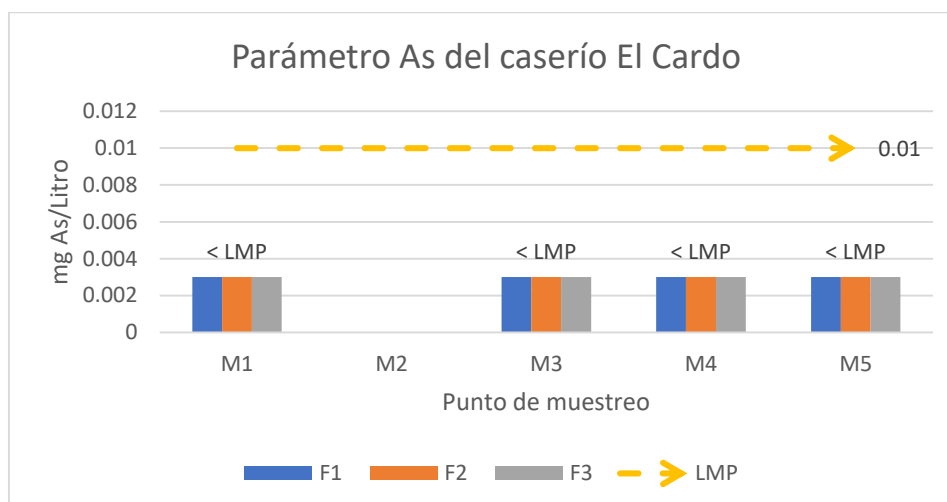


Explicación:

En la tabla 148 y en el gráfico 41 podemos observar los resultados del parámetro arsénico del caserío San Cristóbal Chico tomados en los 5 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas; los resultados mostrados corresponden a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, todos los resultados se encuentran debajo del LMP (0.01 mg As/Litro) que establece la norma DS N°031-2010-SA.

Gráfico 42

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro arsénico del caserío El Cardo.



Explicación:

En la tabla 148 y en el gráfico 42 podemos observar los resultados del parámetro aluminio del caserío El Cardo tomados en los 4 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas, pues éste caserío no cuenta con el tanque del S.A de agua potable; los resultados mostrados corresponden a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, todos los resultados se encuentran debajo del LMP (0.01 mg As/Litro) que establece la norma DS N°031-2010-SA.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS:

4.1.1.22. COLIFORMES TOTALES:

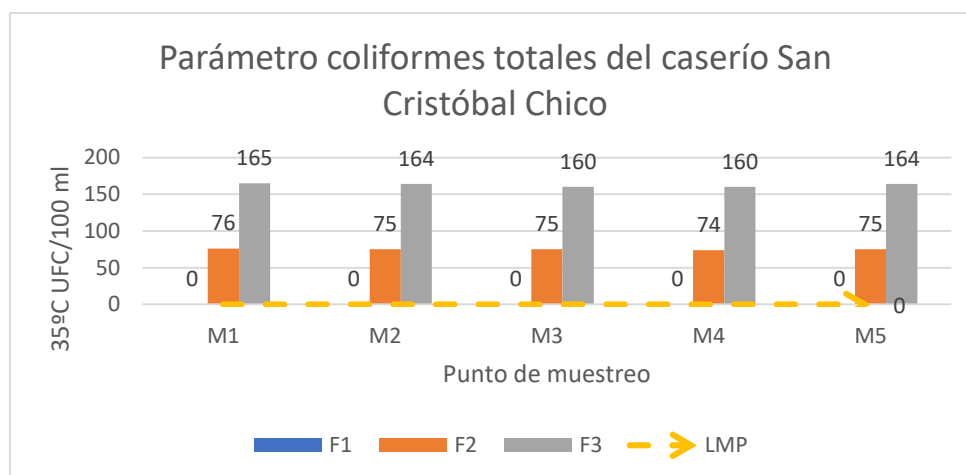
Tabla 149

Resultados del análisis y valor promedio ponderado del parámetro coliformes totales de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Muestras	Coliformes totales UFC/100 ml					
	San Cristóbal Chico			El Cardo		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
	03/04/23	05/06/23	26/06/23	03/04/23	05/06/23	26/06/23
M1: Pozo	0	76	165	0	110	210
M2: Tanque	0	75	164	-----	-----	-----
M3: Vivienda inicial	0	75	160	0	110	210
M4: Vivienda intermedia	0	74	160	0	105	206
M5: Vivienda final	0	75	164	0	109	207
Xprom	0	75	162.60	0	108.50	208.25
Valor Promedio Ponderado		79.20			105.58	

Gráfico 43

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro coliformes totales del caserío San Cristóbal Chico.

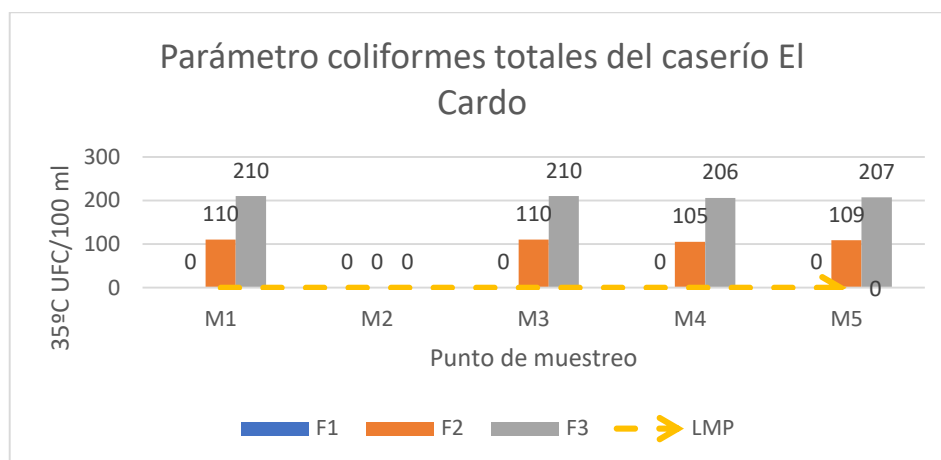


Explicación:

En la tabla 149 y en el gráfico 43 podemos observar el resultado coliformes totales del caserío San Cristóbal Chico tomados en los 5 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas; los resultados mostrados corresponden a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 0 UFC/100 ml es la cifra más baja y 164 UFC/100 ml es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 79.20 UFC/100 ml, a su vez, podemos observar también que a partir de la segunda fecha los resultados se encuentran muy por encima del LMP (0 35°C UFC/100 ml) que establece la norma peruana.

Gráfico 44

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro coliformes totales del caserío El Cardo.



Explicación:

En la tabla 149 y en el gráfico 44 podemos observar los resultados del parámetro coliformes totales del caserío El Cardo tomados en los 4 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas, pues éste caserío no cuenta con el tanque del S.A de agua potable; los resultados mostrados corresponden a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 0 UFC/100 ml es la cifra más baja y 210 UFC/100 ml es la cifra más alta obtenida, tiene un valor promedio de 105.58 UFC/100 ml, a su vez, podemos observar también que todos los resultados se encuentran muy por debajo del LMP (0 35°C UFC/100 ml) que establece la norma peruana.

Tabla 150

Resultados según valor verdadero e intervalo de confianza del parámetro coliformes totales de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Caseríos	Coliformes totales	
	X ± Incertidumbre	Intervalo de confianza
San Cristóbal Chico	79.20 ± 26.16	[53.04 – 105.36]
El Cardo	105.58 ± 44.29	[61.29 – 149.87]

Explicación:

En la tabla 150 podemos observar que el valor mayor de coliformes totales lo tuvo el caserío El Cardo con 105.58 ± 44.29 y cuyos valores tienen un intervalo de confianza de [61.29 – 149.87].

ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Caserío San Cristóbal Chico:

S.N:

H₀: Los errores provienen de una distribución N.

H₁: Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 151:

Prueba de N coliformes totales San Cristóbal Chico

	Lugar de investigación	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Residuo para	M1: Pozo	,998	3	,913
Coliformes totales	M2: Tanque	,998	3	,906
San Cristóbal	M3: Vivienda Inicial	,999	3	,931
Chico	M4: Vivienda intermedia	,998	3	,917
	M5: Vivienda Final	,998	3	,906

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 151 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos provienen de una distribución N.

S.H:

H₀: Las Varianza de los errores son iguales.

H₁: Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 152:

Prueba de igualdad de Levene de varianza de error coliformes totales San Cristóbal Chico^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Coliformes totales	Se basa en la media	,001	4	10	1,000
del agua en San	Se basa en la mediana	,001	4	10	1,000
Cristóbal Chico	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,001	4	9,991	1,000
	Se basa en la media recortada	,001	4	10	1,000

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: Coliformes totales del agua en San Cristóbal Chico

b. D: Intersección + lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 152 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos son homogéneos.

Análisis de varianza

H_0 : Los coliformes totales del agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H_1 : Los coliformes totales del agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla 153:

Resultado ANOVA coliformes totales San Cristóbal Chico

Resultado ANOVA coliformes totales San Cristóbal Chico

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	11,733	4	2,933	,000	1,000
Dentro de grupos	66242,667	10	6624,267		
Total	66254,400	14			

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 153 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los coliformes totales del agua son iguales en los lugares de muestreo.

Comparación de coliformes totales del agua en los PM

Tabla 154:

Comparación coliformes totales del agua en San Cristóbal Chico

			Subconjunto para alfa = 0.05
	Lugar de investigación	N	1
HSD Tukey ^a	M4: Vivienda intermedia	3	78,0000
	M3: Vivienda Inicial	3	78,3333
	M2: Tanque	3	79,6667
	M5: Vivienda Final	3	79,6667
	M1: Pozo	3	80,3333
	Sig.		1,000
Duncan ^a	M4: Vivienda intermedia	3	78,0000
	M3: Vivienda Inicial	3	78,3333
	M2: Tanque	3	79,6667
	M5: Vivienda Final	3	79,6667
	M1: Pozo	3	80,3333
	Sig.		,975

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica=3,000.

Explicación:

En la tabla 154 podemos observar que la prueba de Tukey y Duncan nos indica que de los lugares de San Cristóbal Chico están todos en un solo grupo.

Caserío El Cardo:

S.N:

H₀: Los errores provienen de una distribución N.

H₁: Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 155:

Prueba de N coliformes totales El Cardo

		Shapiro -Wilk		
	Lugar de Investigación	Estadístico	gl	Sig.
Residuo para	M1: Pozo	,999	3	,948
Coliformes totales El	M3: Vivienda Inicial	,999	3	,948
Cardo	M4: Vivienda intermedia	1,000	3	,979
	Vivienda Final	,999	3	,941

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 155 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con de 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos provienen de una distribución normal.

S.H:

H₀: las Varianza de los errores son iguales.

H₁: Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 156:

Prueba de igualdad de Levene de varianza de error coliformes totales El Cardo ^{a,b}

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Coliformes	Se basa en la media	,001	3	8	1,000
totales del	Se basa en la mediana	,000	3	8	1,000
agua El Cardo	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,000	3	7,997	1,000
	Se basa en la media recortada	,001	3	8	1,000

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. V.D: Coliformes totales en el Agua

b. D: Intersección + lugar de investigación

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 156 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los datos son homogéneos.

Análisis de varianza

H_0 : Los coliformes totales del agua es igual en los cinco lugares de muestreo.

H_1 : Los coliformes totales del agua no es igual en los cinco lugares de muestreo.

Tabla 157:

Resultado ANOVA coliformes totales El Cardo

Resultado ANOVA coliformes totales El Cardo

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	18,250	3	6,083	,001	1,000
Dentro de grupos	86798,667	8	10849,833		
Total	86816,917	11			

N.S: 5%

Explicación:

En la tabla 157 podemos observar que no es rechazada la hipótesis nula con N.S: 0.05, por lo tanto, como conclusión se determina que los coliformes totales del agua son iguales en los lugares de muestreo.

Comparación del coliformes totales de agua en los PM

Tabla 158:

Comparación coliformes totales en el agua El Cardo

			Subconjunto para alfa = 0.05
	Lugar de Investigación	N	1
HSD Tukey ^a	M4: Vivienda intermedia	3	103,6667
	M5: Vivienda Final	3	105,3333
	M1: Pozo	3	106,6667
	M3: Vivienda Inicial	3	106,6667
	Sig.		1,000
Duncan ^a	M4: Vivienda intermedia	3	103,6667
	M5: Vivienda Final	3	105,3333
	M1: Pozo	3	106,6667
	M3: Vivienda Inicial	3	106,6667
	Sig.		,974

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica=3,000.

Explicación:

En la tabla 158 podemos observar que la prueba de Tukey y Duncan nos indica que de los lugares de El Cardo están todos en un solo grupo.

4.1.1.23. COLIFORMES TERMOTOLERANTES:

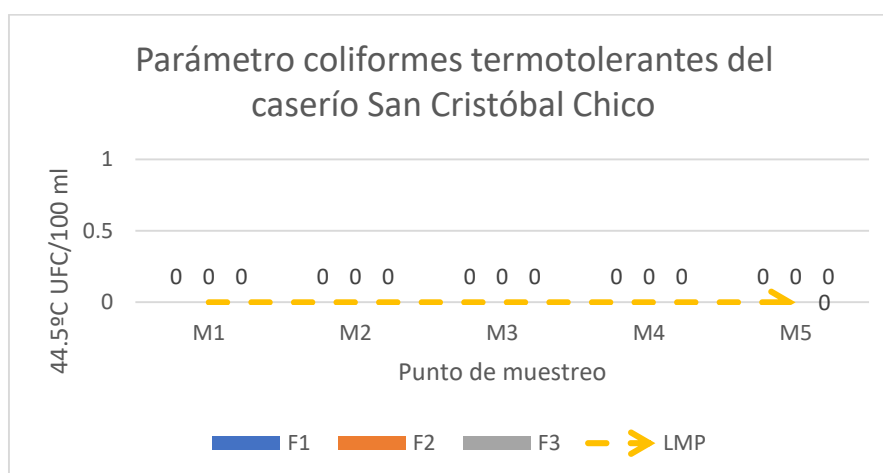
Tabla 159

Resultados del análisis y valor promedio ponderado del parámetro coliformes termotolerantes de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Muestras	Coliformes Termotolerantes UFC/100 ml					
	San Cristóbal Chico			El Cardo		
	F1 03/04/23	F2 05/06/23	F3 26/06/23	F1 03/04/23	F2 05/06/23	F3 26/06/23
M1: Pozo	0	0	0	0	0	0
M2: Tanque	0	0	0	-----	-----	-----
M3: Vivienda inicial	0	0	0	0	0	0
M4: Vivienda intermedia	0	0	0	0	0	0
M5: Vivienda final	0	0	0	0	0	0
Xprom	0	0	0	0	0	0
Valor Promedio Ponderado	0			0		

Gráfico 45

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro coliformes termotolerantes del caserío San Cristóbal Chico.

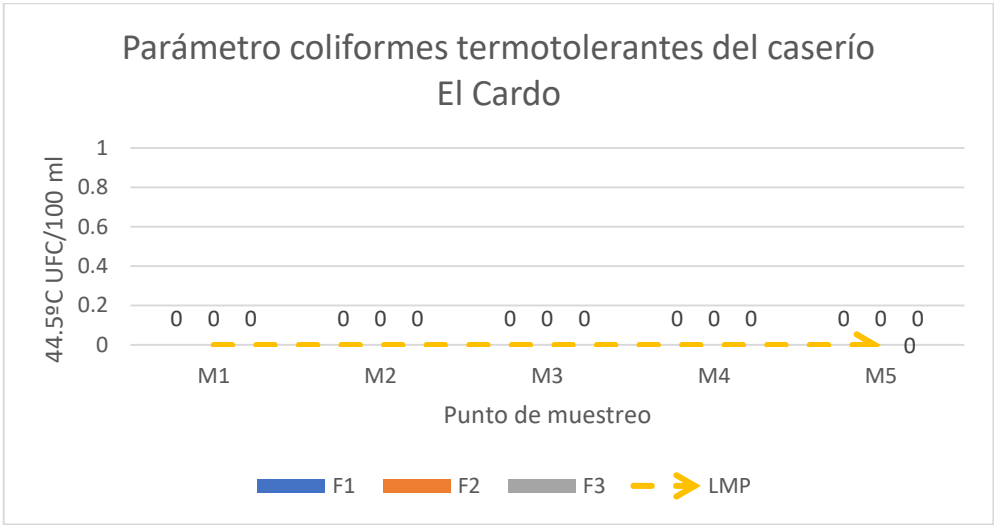


Explicación:

En la tabla 159 y en el gráfico 45 podemos observar el resultado de coliformes termotolerantes del caserío San Cristóbal Chico tomados en los 5 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas; los resultados mostrados corresponden a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 0 UFC/100 ml es la cifra para todas las muestras analizadas, a su vez, podemos observar que la totalidad de los resultados se hallan dentro del LMP (0 45°C UFC/100 ml) que establece la norma peruana.

Gráfico 46

Gráfico de barras de los resultados según mediciones sucesivas del parámetro coliformes termotolerantes del caserío El Cardo.



Explicación:

En la tabla 159 y en el gráfico 46 podemos observar el resultado de coliformes termotolerantes del caserío El Cardo tomados en los 4 puntos de muestreo en las tres diferentes fechas, pues éste caserío no cuenta con el tanque del S.A de agua potable; los resultados mostrados corresponden a datos cuantitativos adquiridos del análisis realizado en laboratorio, lo cual se observa que, 0 UFC/100 ml es la cifra para todas las muestras analizadas, a su vez, podemos observar también que la totalidad de los resultados se hallan dentro del LMP (0.45°C UFC/100 ml) que establece la norma peruana.

Tabla 160

Resultados según valor verdadero e intervalo de confianza del parámetro coliformes termotolerantes de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

Caseríos	Coliformes termotolerantes	
	X ± Incertidumbre	Intervalo
San Cristóbal Chico	0	0
El Cardo	0	0

Explicación:

En la tabla 160 podemos observar que el valor de coliformes termotolerantes no lo obtuvieron ninguno de los dos caseríos estudiados.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Caserío San Cristóbal Chico:

S.N:

H₀: Los errores provienen de una distribución N.

H₁: Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 161:

Prueba de N coliformes termotolerantes San Cristóbal Chico

	Lugar de investigación	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Residuo para	M1: Pozo	.	3	.
Coliformes	M2: Tanque	.	3	.
termotolerantes san	M3: Vivienda	.	3	.
Cristóbal Chico	Inicial			
	M4: Vivienda intermedia	.	3	.
	M5: Vivienda Final	.	3	.

Análisis de varianza

H₀: las Varianzas de los errores son iguales.

H₁: Las Varianza de los errores no son iguales.

Tabla 162:

Pruebas de efectos intersujetos coliformes termotolerantes San Cristóbal Chico

Variable dependiente: Coliformes termotolerantes del agua en San Cristóbal Chico

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	,000 ^a	5	,000	.	.
lugar2	,000	5	,000	.	.
Error	,000	10	,000		
Total	,000	15			

a. R al cuadrado = . (R al cuadrado ajustada = .)

Explicación:

En la tabla 161 y 162 se puede observar que no existe variabilidad.

Caserío El Cardo:

S.N:

H₀: Los errores provienen de una distribución N.

H₁: Los errores no provienen de una distribución N.

Tabla 163:

Prueba de N coliformes termotolerantes El Cardo

	Lugar de Investigación	Shapiro -Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Residuo para Coliformes termotolerantes El Cardo	M1: Pozo	.	3	.
	M3: Vivienda Inicial	.	3	.
	M4: Vivienda intermedia	.	3	.
	M5: Vivienda Final	.	3	.

S.H:

H₀: las Varianza de los errores son iguales.

H₁: Las Varianza de los errores no son iguales.

Análisis de varianza

Tabla 164:

Resultado ANOVA coliformes termotolerantes El Cardo

Coliformes termotolerantes del agua El Cardo

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,000	3	,000	.	.
Dentro de grupos	,000	8	,000		
Total	,000	11			

Explicación:

En la tabla 163 y 164 podemos observar que no existe variabilidad.

Tabla 165

Resumen de los parámetros por valor verdadero e intervalo de confianza de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo.

PARÁMETRO	SAN CRISTÓBAL CHICO		EL CARDO	
	$\mu = \bar{X} \pm$ Incertidumbre $\left[\frac{Z \cdot \sigma}{\sqrt{N}} \right]$	Intervalos de confianza (Límite inferior – Límite superior)	$\mu = \bar{X} \pm$ Incertidumbre $\left[\frac{Z \cdot \sigma}{\sqrt{N}} \right]$	Intervalos de confianza (Límite inferior – Límite superior)
Color	2.19 ± 0.056	[2.134 – 2.246]	3.60 ± 1.18	[2.42 – 4.78]
Olor	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Sabor	No Aceptable	No aceptable	No aceptable	No aceptable
pH	7.60 ± 1.92	[5.68 – 9.52]	7.78 ± 2.54	[5.24 – 10.32]
T°	25 ± 6.41	[18.92 – 31.74]	25 ± 8.28	[17.05 – 33.61]
Turbidez	0.82 ± 0.21	[0.61 – 1.03]	0.97 ± 0.32	[0.65 – 1.29]
Conductividad	3 317.87 ± 839.54	[2 478.33 – 4 157.41]	3 492.83 ± 1 140.99	[2 351.84 – 4 633.82]
Dureza	1 579.5 ± 399.59	[1 179.56 – 1 978.74]	1 802.49 ± 588.81	[1 213.68 – 2 391.30]
Alcalinidad	84.53 ± 22.88	[61.65 – 107.41]	94.67 ± 31.02	[63.65 – 125.69]
Cloruros	252.26 ± 63.83	[188.43 – 316.09]	254.88 ± 83.26	[171.62 – 338.14]
Sulfatos	136.37 ± 34.51	[101.86 – 170.88]	145.93 ± 47.67	[98.26 – 193.60]
DQO	5.38 ± 1.36	[4.02 – 6.74]	10.43 ± 3.41	[7.02 – 13.84]
DBO ₅	1.64 ± 0.42	[1.22 – 2.06]	1.78 ± 0.58	[1.20 – 2.36]
SST	4.73 ± 1.20	[3.53 – 5.93]	6.86 ± 2.24	[4.62 – 9.10]
SDT	1 553.27 ± 393.16	[1 160.11 – 1 946.43]	1 983.33 ± 649.13	[1 334.20 – 2 632.46]
Nitrógeno Amoniacal	0.23 ± 0.06	[0.17 – 0.29]	0.23 ± 0.07	[0.16 – 0.30]
Nitritos	0.44 ± 0.11	[0.33 – 0.55]	0.44 ± 0.15	[0.29 – 0.59]
Nitratos	8.40 ± 2.13	[6.27 – 10.53]	8.55 ± 2.79	[5.76 – 11.34]
Cloro Libre Residual	0.12 ± 0.03	[0.09 – 0.15]	0	0
Aluminio	< LMPal*	< LMPal	< LMPal	< LMPal
Arsénico	< LMPas**	< LMPas	< LMPas	< LMPas
Coliformes Totales	79.20 ± 26.16	[53.04 – 105.36]	105.58 ± 44.29	[61.29 – 149.87]
Coliformes Termotolerantes	0	0	0	0

* El LMPal = ≤ 0.9 mg Al/Litro

* El LMPas = ≤ 0.01 mg As/Litro

μ = valor verdadero aceptado

\bar{X} = Valor Promedio

$$\sigma = \sqrt{\left[\frac{\sum d1^2 + \sum d2^2 + \sum d3^2}{N-n} \right]}$$

N = número de mediciones

A continuación, se muestran los parámetros analizados por cada caserío estudiado según el \bar{X} prom tomado por fecha.

Tabla 166

Resumen de los parámetros analizados de los valores promedios en el caserío San Cristóbal Chico.

PARÁMETRO	LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE (LMP)	SAN CRISTÓBAL CHICO			
		03/04/23 \bar{X} prom 1	05/06/23 \bar{X} prom 2	26/06/23 \bar{X} prom 3	Resultado Promedio Ponderado
Color	≤ 15 UCV	2.16	2.20	2.22	2.19
Olor	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Sabor*	Aceptable	No Aceptable	No Aceptable	No Aceptable	No Aceptable
pH	$6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$	7.59	7.60	7.61	7.60
T°	No Indica	25	25	26	25.33
Turbidez	≤ 5 UNT	0.82	0.82	0.83	0.82
Conductividad*	$\leq 1500 \mu\text{mho/cm}$	3 316.40	3 318	3 319.20	3 317.87
Dureza*	≤ 500 mg CaCO_3 /Litro	1 575.88	1 580.48	1 581.10	1 579.15
Alcalinidad	No Indica	92	81.20	80.40	84.53
Cloruros*	≤ 250 mg Cl/Litro	252.25	252.27	252.26	252.26
Sulfatos	≤ 250 mg SO_4 /Litro	135.78	136.70	136.64	136.37
DQO	No Indica	5.27	5.13	5.75	5.38
DBO ₅	No Indica	1.64	1.64	1.65	1.64
SST	No Indica	4.43	4.56	5.21	4.73
SDT*	≤ 1000 mg/Litro	1 513.60	1 539.60	1 606.60	1 553.27
Nitrógeno Amoniacal	≤ 1.5 mg/Litro	0.22	0.23	0.23	0.23
Nitritos	≤ 3 mg NO_2 /Litro	0.44	0.44	0.45	0.44
Nitratos	≤ 50 mg NO_3 /Litro	8.37	8.40	8.45	8.40
Cloro Libre* Residual	$0.5 \leq \text{CLR} \leq 5$ mg/Litro	0.12	0.12	0.12	0.12
Aluminio	≤ 0.9 mg Al/Litro	< LMPal	< LMPal	< LMPal	< LMPal
Arsénico	≤ 0.01 mg As/Litro	< LMPas	< LMPas	< LMPal	< LMPas
Coliformes* Totales	0 35°C UFC/100 ml	0	75	162.60	79.20
Coliformes Termotolerantes	0 44.5°C UFC/100 ml	0	0	0	0

*Parámetros que no cumplen con el LMP

Explicación:

En la tabla 166 podemos observar que en el caserío San Cristóbal Chico los resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos: sabor, conductividad, dureza, cloruros, SDT, cloro libre residual y coliformes totales, no cumplen con los LMP que establece la norma DS N°031-2010-SA.

Tabla 167

Resumen de los parámetros analizados de los valores promedios en el caserío El Cardo.

PARÁMETRO	LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE (LMP)	EL CARDO			
		03/04/23	05/06/23	26/06/23	Resultado Promedio Ponderado
		$\bar{X}_{\text{prom 1}}$	$\bar{X}_{\text{prom 2}}$	$\bar{X}_{\text{prom 3}}$	
Color	≤ 15 UCV	3.55	3.62	3.63	3.60
Olor	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Sabor*	Aceptable	No Aceptable	No Aceptable	No Aceptable	No Aceptable
pH	$6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$	7.77	7.78	7.79	7.78
T°	No Indica	25	25	26	25.33
Turbidez	≤ 5 UNT	0.95	0.97	0.98	0.97
Conductividad*	$\leq 1500 \mu\text{mho/cm}$	3 490.50	3 493.25	3 494.75	3 492.83
Dureza*	≤ 500 mg CaCO_3 /Litro	1 798.15	1 804.60	1 804.71	1 802.49
Alcalinidad	No Indica	105	89.50	89.50	94.67
Cloruros*	≤ 250 mg Cl/Litro	254.87	254.88	254.88	254.88
Sulfatos	≤ 250 mg SO_4 /Litro	143.96	147.10	146.72	145.93
DQO	No Indica	10.43	10.36	10.49	10.43
DBO_5	No Indica	1.77	1.76	1.80	1.78
SST	No Indica	6.39	6.86	7.33	6.86
SDT*	≤ 1000 mg/Litro	1 844.25	1 962.75	2 143.00	1 983.33
Nitrógeno Amoniacal	≤ 1.5 mg/Litro	0.23	0.22	0.23	0.23
Nitritos	≤ 3 mg NO_2 /Litro	0.45	0.44	0.44	0.44
Nitratos	≤ 50 mg NO_3 /Litro	8.58	8.51	8.55	8.55
Cloro Libre* Residual	≤ 0.5 mg/Litro	0	0	0	0
Aluminio	≤ 0.9 mg Al/Litro	< LMPal	< LMPal	< LMPal	< LMPal
Arsénico	≤ 0.01 mg As/Litro	< LMPas	< LMPas	< LMPas	< LMPas
Coliformes* Totales	0 35°C UFC/100 ml	0	108.50	208.25	105.58
Coliformes Termotolerantes	0 44.5°C UFC/100 ml	0	0	0	0

*Parámetros que no cumple con el LMP.

Explicación:

En la tabla 167 podemos observar que en el caserío El Cardo los resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos: sabor, conductividad, dureza, cloruros, SDT, cloro libre residual y coliformes totales, no cumplen con los LMP que establece la norma DS N°031-2010-SA.

4.2. ANÁLISIS DE CORRELACIONES:

Caserío San Cristóbal Chico:

Interpretación Clásica (Para valores positivos y negativos)

- a) $0.00 < r < 0.20$ es una correlación no significativa.
- b) $0.20 \leq r < 0.40$ es una correlación baja.
- c) $0.40 \leq r < 0.70$ es una significativa correlación.
- d) $0.70 \leq r < 1.00$ alto grado de correlación.

➤ **Alcalinidad - dureza del agua.**

Tabla 168:

Correlación alcalinidad - dureza San Cristóbal Chico

		Alcalinidad del agua en San Cristóbal Chico	Dureza del agua en San Cristóbal Chico
Alcalinidad del agua en San Cristóbal Chico	Correlación de Pearson	1	,33
	Sig. (bilateral)		,850
	N	15	15
Dureza del agua en San Cristóbal Chico	Correlación de Pearson	,33	1
	Sig. (bilateral)	,850	
	N	15	15

Explicación:

En la tabla 168 podemos observar que si existe una correlación baja entre alcalinidad y dureza del agua por tener un coeficiente de correlación de $r = 0.33$

➤ **Conductividad – dureza del agua.**

Tabla 169:

Correlación conductividad – dureza San Cristóbal Chico

		Conductividad del agua en San Cristóbal Chico	Dureza del agua en San Cristóbal Chico
Conductividad del agua en San Cristóbal Chico	Correlación de Pearson	1	,758**
	Sig. (bilateral)		,001
	N	15	15
Dureza del agua en San Cristóbal Chico	Correlación de Pearson	,758**	1
	Sig. (bilateral)	,001	
	N	15	15

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Explicación:

En la tabla 169 podemos observar que si existe correlación entre conductividad y dureza del agua por tener un coeficiente de correlación de $r = 0.758$.

➤ **Color - turbidez**

Tabla 170:
Correlación color – turbidez San Cristóbal Chico

		Color del agua en San Cristóbal Chico	Turbidez del agua en San Cristóbal Chico
Color del agua en San Cristóbal Chico	Correlación de Pearson	1	,859
	Sig. (bilateral)		,000
	N	15	15
Turbidez del agua en San Cristóbal Chico	Correlación de Pearson	,859**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	15	15

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Explicación:

En la tabla 170 podemos observar que si existe correlación entre el color del agua y turbidez del agua por tener un coeficiente de correlación de $r = 0.859$

➤ **Turbidez – (Coliformes totales y coliformes termotolerantes)**

Tabla 171:
Correlación turbidez – (coliformes totales y termotolerantes) San Cristóbal Chico

		Turbidez del agua en San Cristóbal Chico	Coliformes totales del agua en San Cristóbal Chico	Coliformes termotolerantes del agua en San Cristóbal Chico
Turbidez del agua en San Cristóbal Chico	Correlación de Pearson	1	,026	. ^a
	Sig. (bilateral)		,926	.
	N	15	15	15
Coliformes totales del agua en San Cristóbal Chico	Correlación de Pearson	,026	1	. ^a
	Sig. (bilateral)	,926		.
	N	15	15	15
Coliformes termotolerantes del agua en San Cristóbal Chico	Correlación de Pearson	. ^a	. ^a	. ^a
	Sig. (bilateral)	.	.	.
	N	15	15	15

a. No se puede calcular porque, como mínimo, una de las variables es constante.

Explicación:

En la tabla 171 podemos observar que el parámetro turbidez no tiene ninguna relación con coliformes totales y termotolerantes arrojando un coeficiente de correlación de $r = 0.026$.

➤ **Turbidez - SST**

Tabla 172:
Correlación turbidez – SST San Cristóbal Chico

		Turbidez San Cristóbal Chico	SST San Cristóbal Chico
Turbidez San Cristóbal Chico	Correlación de Pearson	1	0.27
	Sig. (bilateral)		,925
	N	15	15
SST San Cristóbal Chico	Correlación de Pearson	0.27	1
	Sig. (bilateral)	,925	
	N	15	15

Explicación:

En la tabla 172 podemos observar que la correlación entre la turbidez y SST es baja por tener un $r = 0.27$ lo que significa que a mayor turbidez posiblemente sea mayor sólidos suspendidos totales.

➤ **DBO₅ – (Coliformes totales, coliformes termotolerantes, sólidos suspendidos totales y solidos disueltos totales)**

Tabla 173:

Correlación DBO₅– (coliformes totales y termotolerantes, SST y SDT) San Cristóbal Chico

		DBO ₅ San Cristóbal Chico	Coliformes totales San Cristóbal Chico	Coliformes termotolera ntes San Cristóbal Chico	SST San Cristóbal Chico	SDT San Cristóbal Chico
DBO ₅ San Cristóbal Chico	Correlación de Pearson	1	,084	. ^a	,586	,663
	Sig. (bilateral)		,766	.	,022	,007
	N	15	15	15	15	15
Coliformes totales San Cristóbal Chico	Correlación de Pearson	,084	1	. ^a	,057	,575
	Sig. (bilateral)	,766		.	,896	,025
	N	15	15	15	15	15
Coliformes termotolerantes San Cristóbal Chico	Correlación de Pearson	. ^a	. ^a	. ^a	. ^a	. ^a
	Sig. (bilateral)	.	.	.	.	.
	N	15	15	15	15	15
SST San Cristóbal Chico	Correlación de Pearson	,586	,057	. ^a	1	,207
	Sig. (bilateral)	,022	,896	.		,460
	N	15	15	15	15	15
SDT San Cristóbal Chico	Correlación de Pearson	,663	,575	. ^a	,207	1
	Sig. (bilateral)	,007	,025	.	,460	
	N	15	15	15	15	15

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

a. No se puede calcular porque, como mínimo, una de las variables es constante.

Explicación:

En la tabla 173 podemos observar que si existe correlación significativa entre SDT y DBO₅ en el agua por tener un coeficiente de correlación de $r=0.663$, así como SDT y coliformes totales tienen una correlación significativa con un $r=0.575$, a su vez existe una correlación entre SST y DBO con $r=-0.586$

➤ (Nitratos, nitritos y nitrógeno amoniacal) - (DBO5, coliformes totales, coliformes termotolerantes, SST y SDT)

Tabla 174:

Correlación (nitratos, nitritos y NA) – (DBO5, coliformes totales y termotolerantes, SST y SDT)

		DBO ₅ San Cristóbal Chico	Coliformes totales San Cristóbal Chico	Coliformes termotolerantes San Cristóbal Chico	SST San Cristóbal Chico	SDT San Cristóbal Chico	Nitritos San Cristóbal Chico	Nitratos San Cristóbal Chico	Nitrógeno amoniacal San Cristóbal Chico
DBO ₅ San Cristóbal Chico	Correlación de Pearson	1	,084	. ^a	,586	,663	,161	,343	,492
	Sig. (bilateral)		,766	.	,022	,007	,566	,211	,063
	N	15	15	15	15	15	15	15	15
Coliformes totales San Cristóbal Chico	Correlación de Pearson	,084	1	. ^a	,057	,575	,294	,254	,168
	Sig. (bilateral)	,766		.	,896	,025	,287	,361	,550
	N	15	15	15	15	15	15	15	15
Coliformes termotolerantes San Cristóbal Chico	Correlación de Pearson	. ^a	. ^a	. ^a	. ^a	. ^a	. ^a	. ^a	. ^a
	Sig. (bilateral)	.	.	.	.	.	.	.	.
	N	15	15	15	15	15	15	15	15
SST San Cristóbal Chico	Correlación de Pearson	,586	,057	. ^a	1	,207	,437	,104	,523
	Sig. (bilateral)	,022	,896	.		,460	,103	,713	,045
	N	15	15	15	15	15	15	15	15
SDT San Cristóbal Chico	Correlación de Pearson	,663	,575	. ^a	,207	1	,443	,485	,495
	Sig. (bilateral)	,007	,025	.	,460		,880	,067	,060
	N	15	15	15	15	15	15	15	15
Nitritos San Cristóbal Chico	Correlación de Pearson	,161	,294	. ^a	,437	,043	1	,284	,497
	Sig. (bilateral)	,566	,287	.	,103	,880		,306	,059
	N	15	15	15	15	15	15	15	15
Nitratos San Cristóbal Chico	Correlación de Pearson	,343	,254	. ^a	,104	,485	,284	1	,289
	Sig. (bilateral)	,211	,361	.	,713	,067	,306		,296
	N	15	15	15	15	15	15	15	15

Nitrógeno amoniacal San Cristóbal Chico	Correlación de Pearson	,492	,168	. ^a	,523	,495	,497	,289	1
	Sig. (bilateral)	,063	,550	.	,045	,060	,059	,296	
	N	15	15	15	15	15	15	15	15

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

a. No se puede calcular porque, como mínimo, una de las variables es constante.

Explicación:

En la tabla 174 podemos observar que:

- Existe una relación significativa entre nitrógeno amoniacal y DBO₅ con un coeficiente de correlación $r = 0.492$, quiere decir que a mayor nitrógeno amoniacal mayor ser ale DBO₅.
- No existe una correlación entre nitrógeno amoniacal y coliformes totales y termotolerantes.
- Existe una relación entre nitrógeno amoniacal con SST y SDT, teniendo un coeficiente de correlación $r = 0.523$ y $r = 0.495$, esto quiere decir que a más nitrógeno amoniacal es porque existe más presencia de SST y SDT.
- Existe una relación significativa entre nitrógeno amoniacal y nitritos con un coeficiente de correlación $r = 0.497$, esto significa que a mayor nitrógeno amoniacal mayor nitritos se encontrará.
- No existe correlación entre nitritos y DBO₅.
- Existe una relación baja entre nitritos y coliformes totales teniendo un coeficiente de correlación $r = 0.294$, esto quiere decir que a mayor nitrato posiblemente se encuentre mayor coliformes totales.
- Existe una relación significativa entre nitritos con SST y SDT, teniendo un coeficiente de correlación $r = 0.437$ y $r = 0.443$, esto quiere decir que a mayor nitrato mayor será la concentración de SST y SDT.
- Existe una relación baja entre nitritos y nitratos con un coeficiente de correlación $r = 0.284$, esto quiere decir que a mayor concentración de nitritos mayor serán los nitratos.
- Existe una correlación baja inversa entre nitratos y DBO₅ con un coeficiente de correlación $r = -0.343$, esto quiere decir que a mayor nitrato no necesariamente habrá mayor resultado de DBO₅.
- Existe una correlación baja entre nitratos y coliformes totales con un coeficiente de correlación $r = 0.254$.

Caserío El Cardo:

Análisis de Correlaciones

Interpretación Clásica (Para valores positivos y negativos)

- a) $0.00 < r < 0.20$ es una correlación no significativa.
- b) $0.20 \leq r < 0.40$ es una correlación baja.
- c) $0.40 \leq r < 0.70$ es una significativa correlación
- d) $0.70 \leq r < 1.00$ alto grado de correlación.

➤ **Alcalinidad - dureza del agua**

Tabla 175:

Correlación alcalinidad – dureza El Cardo

		Alcalinidad del agua El Cardo	Dureza del agua El Cardo
Alcalinidad del agua El Cardo	Correlación de Pearson	1	,268
	Sig. (bilateral)		,399
	N	12	12
Dureza del agua El Cardo	Correlación de Pearson	,268	1
	Sig. (bilateral)	,399	
	N	12	12

Explicación:

En la tabla 175 podemos observar que si existe correlación baja entre alcalinidad y dureza del agua por tener un coeficiente de correlación de $r = -0.268$, esto quiere decir que a mayor alcalinidad posiblemente se presente mayor dureza.

➤ **Conductividad - dureza**

Tabla 176:

Correlación conductividad – dureza El Cardo

		Conductividad del agua El Cardo	Dureza del agua El Cardo
Conductividad del agua El Cardo	Correlación de Pearson	1	,711
	Sig. (bilateral)		,009
	N	12	12
Dureza del agua El Cardo	Correlación de Pearson	,711	1
	Sig. (bilateral)	,009	
	N	12	12

**La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Explicación:

En la tabla 176 podemos observar que si existe alto grado de correlación entre conductividad y dureza del agua por tener un coeficiente de correlación de $r = 0.711$

➤ **Color - turbidez**

Tabla 177:
Correlación color – turbidez El Cardo

		Color del agua El Cardo	Turbidez del agua El Cardo
Color del agua El Cardo	Correlación de Pearson	1	,835**
	Sig. (bilateral)		,001
	N	12	12
Turbidez del agua El Cardo	Correlación de Pearson	,835**	1
	Sig. (bilateral)	,001	
	N	12	12

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Explicación:

En la tabla 177 podemos observar que si existe una alta correlación entre el color del agua y la turbidez del agua por tener un $r=0.835$

➤ **Turbidez – (coliformes totales, coliformes termotolerantes, SST y SDT)**

Tabla 178:
Correlación turbidez – (coliformes totales y termotolerantes, SST y SDT) El Cardo

		Turbidez del agua El Cardo	Coliformes totales del agua El Cardo	Coliformes termotoler. del agua El Cardo	SST del agua El Cardo	SDT del agua El Cardo
Turbidez del agua El Cardo	Correlación de Pearson	1	,084	. ^a	,208	,284
	Sig. (bilateral)		,796	.	,517	,370
	N	12	12	12	12	12
Coliformes del agua El Cardo	Correlación de Pearson	,084	1	. ^a	,227	,945**
	Sig. (bilateral)	,796		.	,693	,000
	N	12	12	12	12	12
Coliformes del agua El Cardo	Correlación de Pearson	. ^a	. ^a	. ^a	. ^a	. ^a
	Sig. (bilateral)	.	.	.	.	.
	N	12	12	12	12	12
SST del agua El Cardo	Correlación de Pearson	,208	,227	. ^a	1	,394
	Sig. (bilateral)	,517	,693	.		,771
	N	12	12	12	12	12
SDT del agua El Cardo	Correlación de Pearson	,284	,945**	. ^a	,394	1
	Sig. (bilateral)	,370	,000	.	,771	
	N	12	12	12	12	12

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

a. No se puede calcular porque, como mínimo, una de las variables es constante.

Explicación:

En la tabla 178 podemos observar que la correlación entre la turbidez y sólidos totales tienen una correlación significativa por tener un $r=0.027$. lo que significa que a mayor turbidez del agua mayor solidos suspendidos totales. Los sólidos disueltos totales y los coliformes totales tiene una alta correlación $r=0.94$ y el resto de parámetros tienen una correlación baja.

➤ **DBO₅ – (Coliformes totales, coliformes termotolerantes, sólidos suspendidos totales y solidos disueltos totales)**

Tabla 179:

Correlación DBO₅ – (coliformes totales y termotolerantes, SST y SDT)

		DBO5 del agua El Cardo	Coliformes totales del agua El Cardo	Coliformes termotoler. del agua El Cardo	SST del agua El Cardo	SDT del agua El Cardo
DBO5 del agua El Cardo	Correlación de Pearson	1	,151	. ^a	,025	,273
	Sig. (bilateral)		,640	.	,939	,390
	N	12	12	12	12	12
Coliformes totales del agua El Cardo	Correlación de Pearson	,151	1	. ^a	,227	,945**
	Sig. (bilateral)	,640		.	,693	,000
	N	12	12	12	12	12
Coliformes del agua El Cardo	Correlación de Pearson	. ^a	. ^a	. ^a	. ^a	. ^a
	Sig. (bilateral)	.	.	.	.	.
	N	12	12	12	12	12
SST del agua El Cardo	Correlación de Pearson	,225	,227	. ^a	1	,394
	Sig. (bilateral)	,939	,693	.		,771
	N	12	12	12	12	12
SDT del agua El Cardo	Correlación de Pearson	,273	,945**	. ^a	,394	1
	Sig. (bilateral)	,390	,000	.	,771	
	N	12	12	12	12	12

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

a. No se puede calcular porque, como mínimo, una de las variables es constante.

Explicación:

En la tabla 179 podemos observar que si existe correlación alta entre SDT y coliformes totales $r=0.945$, DBO5 tiene una correlación baja con SST y SDT ($r = 0.225$ y $r = 0.273$, respectivamente), el resto de variables no tienen una correlación significativa.

➤ (Nitratos, nitritos y nitrógeno amoniacal) - (coliformes totales, coliformes termotolerantes, SST y SDT)

Tabla 180:

Correlación (nitratos, nitritos y NA) – (coliformes totales y termotolerantes, SST y SDT)

		Nitratos del agua El Cardo	Nitritos del agua El Cardo	Nitrógeno amoniacal del agua El Cardo	Coliformes totales del agua El Cardo	Coliformes termotoler. del agua El Cardo	SST del agua El Cardo	SDT del agua El Cardo
Nitratos del agua El Cardo	Correlación de Pearson	1	,273	,489	,250	. ^a	,221	,211
	Sig. (bilateral)		,390	,782	,877	.	,708	,510
	N	12	12	12	12	12	12	12
Nitritos del agua El Cardo	Correlación de Pearson	,273	1	,408	-,242	. ^a	,504	,282
	Sig. (bilateral)	,390		,188	,449	.	,094	,800
	N	12	12	12	12	12	12	12
Nitrógeno amoniacal del agua El Cardo	Correlación de Pearson	,489	,408	1	,213	. ^a	,529	,490
	Sig. (bilateral)	,782	,188		,968	.	,689	,781
	N	12	12	12	12	12	12	12
Coliformes totales del agua El Cardo	Correlación de Pearson	,250	-,242	,213	1	. ^a	,127	,945**
	Sig. (bilateral)	,877	,449	,968		.	,693	,000
	N	12	12	12	12	12	12	12
Coliformes termotolerantes del agua El Cardo	Correlación de Pearson	. ^a	. ^a	. ^a	. ^a	. ^a	. ^a	. ^a
	Sig. (bilateral)	.	.	.	.	.	.	.
	N	12	12	12	12	12	12	12
SST del agua El Cardo	Correlación de Pearson	,221	,504	,529	,127	. ^a	1	,094
	Sig. (bilateral)	,708	,094	,689	,693	.		,771
	N	12	12	12	12	12	12	12
SDT del Agua	Correlación de Pearson	,211	,282	,490	,945**	. ^a	,094	1
	Sig. (bilateral)	,510	,800	,781	,000	.	,771	
	N	12	12	12	12	12	12	12

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

a. No se puede calcular porque, como mínimo, una de las variables es constante.

Explicación:

En la tabla 180 podemos observar que:

- Si existe una correlación entre nitrógeno amoniacal y nitritos con un $r = 0.408$.
- Si existe una correlación entre nitrógeno amoniacal y nitrato con un $r = 0.489$.
- Si existe una correlación entre nitrógeno amoniacal y coliformes totales con un $r = 0.213$.
- Si existe una correlación significativa entre nitrógeno amoniacal con SST y SDT teniendo un $r = 0.529$ y $r = 0.490$ respectivamente.
- Si existe una correlación entre nitrito y nitrato con un coeficiente de correlación $r = 0.273$.
- Si existe una correlación entre nitrito con SST y SDT, teniendo un $r = 0.504$ y $r = 0.282$ respectivamente.
- Si existe una correlación entre nitrato y coliformes totales, tuvo un $r = 0.250$.
- Si existe una correlación entre nitratos con SST y SDT, teniendo un $r = 0.221$ y $r = 0.211$ respectivamente.

4.3. DISCUSIÓN:

La calidad de agua para el consumo humano se realiza de las fuentes subterráneas del sistema de abastecimiento de agua potable para la población de los Caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo del Distrito de Olmos-Lambayeque.

Cabe mencionar que DIGESA, autoridad sanitaria en el Departamento de Lambayeque, solamente analiza 5 parámetros físico-químicos y 3 microbiológicos, en este estudio se están analizando 20 parámetros físico-químicos y 2 microbiológicos, en donde, se realiza un análisis más completo de estudio. Se utilizó el Método Estándar 23va Edición para realizar los ensayos de los parámetros fisicoquímicos realizados en el Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Químicas e Industrias Alimentarias en la Escuela de Ingeniería Química, cabe mencionar que a excepción los análisis de Color y Nitratos se realizó éste en el área de Control de Calidad Laboratorio de Físico-Química de EPSEL OTTAS. Los parámetros microbiológicos se realizaron en el área de Control de Calidad Laboratorio de Microbiología de EPSEL OTTAS. Los resultados obtenidos fueron comparados con los Límites Máximos Permisibles (LMP) que decreta la Norma Peruana (Decreto Supremo N° 031-2010-SA).

Encontramos que en el parámetro de Cloro Libre Residual (CLR) en el Caserío San Cristóbal Chico tuvo un valor promedio de 0.12 ± 0.03 , en donde podemos mencionar que si presenta cloración, pero mínima y en las últimas viviendas no llega la cloración, la dosificación del hipoclorito de sodio (desinfectante) es realizado por personal no calificado (JASS) que al no estar debidamente capacitados para el manejo de éste desconocen la cantidad adecuada que deben proporcionar a toda la población del caserío al agregar cantidades insuficientes, cabe recalcar que éste parámetro fue medido en in situ, a diferencia del Caserío El Cardo donde no se realiza la cloración de agua, es decir, va directamente de las aguas subterráneas a la población sin un previo tratamiento básico. Así como lo tuvo la tesis de investigación de Roli Pérez y Gisela Ramos (2018) donde tuvo como objetivo evaluar la dosis de cloro libre residual suministrado por JASS según la Normativa Peruana en el sector de Puyhúan Grande-Huancavelica donde se analizó el agua suministrada a 132 viviendas, concluyó que la dosificación no es correcta para el volumen de ingreso de agua al reservorio ya que los resultados que arrojó para el reservorio fue de $0.4 - 0.5 \text{ mg/l}$ y en las redes de distribución fue de $0 - 0.39 \text{ mg/l}$, rectificando que la dosis agregada de hipoclorito de sodio no cumple con el reglamento de calidad de consumo humano.

El color, en el caserío San Cristóbal Chico tuvo un valor promedio de 2.19 ± 0.056 presenta el menor valor y en el caserío El Cardo tuvo un valor promedio de 3.60 ± 1.18 presentando el mayor valor. Ambos caseríos se encuentran dentro del LMP ($\leq 15 \text{ UCV}$). La turbidez va de la mano con el color, ya que al presentar más turbidez presenta más color y viceversa. La turbidez, en el caserío San Cristóbal Chico tuvo un valor promedio de 0.82 ± 0.21 presentando el menor valor y en el caserío El Cardo tuvo un valor promedio de 0.97 ± 0.32 presentando el mayor valor. Ambos caseríos se encuentran debajo del LMP ($\leq 5 \text{ UNT}$). Se puede indicar que, aunque en ambos parámetros se encuentran dentro del LMP el agua para consumo humano que abastecen a la población de ambos caseríos no se encuentran recomendables ya que la turbidez no corresponde a la presencia de materia orgánica, tal como lo indica Mayte Fabiola Huanay Munguía (2020) en su investigación que tuvo como objetivo determinar la calidad de agua para consumo humano del sistema de abastecimiento del Centro Poblado Las Palmeras, distrito de Churubamba-Huánuco, concluyó que el rango de Color del agua fue $0 - 6 \text{ UCV}$ y Turbidez $0 - 3 \text{ UNT}$, encontrándose dentro del LMP dado por dicha Norma Peruana. La autora indica que, aunque el Color y Turbidez se encontraron dentro del LMP el agua brindada a esta población no es segura. La OMS recomienda 15 UCV. En América el 65% de los países adoptan éste nivel en sus normas, mientras que el 20 % sobrepasan el LMP como México: 20 UCV, Guatemala: 35 UCV, República Dominicana: 50 UCV y Chile: 20 UCV, y el 15 % restante establecen normas por debajo

del límite como Argentina: 5 UCV, Brasil: 5 UCV y Uruguay: 10 UCV. Tailandia recomienda que no debe haber presencia, mientras que Honduras indica 15 Pt/Co para aguas por simple desinfección.

Los parámetros del sabor y el olor no se considera un problema para la salud humana, sino que se utiliza para evaluar la calidad estética del agua potable. El olor en ambos caseríos es inolora. El Sabor en ambos caseríos se encuentra salobre, más en el caserío El Cardo que en el caserío San Cristóbal Chico, según la revista Scielo(Argentina) en un artículo publicado por Gabriel Vasquez, Nicolas Bosch, Alejandra Ricca, Dante Rojas, María Ortiz, Joaquín Lascombes, María Feiguin y Diego Cristos indican que una de las causas del sabor salobre del agua es por decaimiento de la Napa Freática, ya que cuando la Napa freática se provee de agua dulce, ya sea por las lluvias o por otro medio contienen un elevado volumen de agua dulce, ésta al ser consumida por la población, la Napa freática decae y al ya no ser proveída por agua dulce se contamina con las sales del subsuelo y puede que arrastre esta agua abastecida a la población, que se justifica con la alta conductividad y dureza que presenta dando sabor a salobre, estudio similar lo obtuvo la Tesis de investigación de Victoria Fransinett Castillo Mori (2015) donde tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua de consumo humano para la población de la localidad de Mórrope-Lambayeque en el periodo de Febrero – Agosto 2015, en donde evaluó el agua que abastecían en el pozo antiguo y pozo nuevo de esta localidad, concluyó que el olor fue inoloro y el Sabor en ambos pozos fue salobre refiriendo que una de las presentes causas podría ser por agotamiento del acuífero.

La temperatura en el caserío San Cristóbal Chico tuvo un valor promedio de 25.33 ± 6.41 y el Caserío El Cardo tuvo un valor promedio de 25.33 ± 8.28 . en ambos caseríos se encontró el mismo valor, éste parámetro no tiene un índice de LMP según la Norma Peruana sin embargo en la revista de investigación e innovación científica y tecnológica Gnosis Wisdom se publicó un artículo por Carlos Dueñas y Lizangela Hinojosa (2021) en donde nos indica que éste parámetro está ligado al problema global del cambio climático, estudios realizados indican una asociación positiva entre las elevadas temperaturas y la transmisión de salmonella en el periodo 2002 al 2011 en los Estados Unidos y la epidemia del cólera en Nepal en el año 2010 con las elevadas temperaturas. En la legislación canadiense recomienda $< 15^{\circ}\text{C}$ y la CEE $< 25^{\circ}\text{C}$.

La alcalinidad en el Caserío San Cristóbal Chico tuvo un valor promedio de 84.53 ± 22.88 , presentando el menor valor y en el Caserío El Cardo tuvo un valor promedio de 94.67 ± 31.02 presentando el mayor valor, si bien en la Normativa Peruana éste parámetro no indica un LMP, pero según Kevern (Anexo 10) dichas aguas se encuentran dentro del rango de 75 – 150 en donde se puede clasificar el agua de ambos caseríos como media, además considerando que el agua no presenta DBO_5 la alcalinidad estaría dentro de un valor aceptado. Es importante recordar que la alcalinidad del agua no es un valor constante.

Según los pH oscilan en el Caserío San Cristóbal Chico un valor promedio de 7.60 ± 1.92 y en el Caserío El Cardo valor promedio de 7.78 ± 2.54 , ambos caseríos se encuentran dentro del LMP ($6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$). Una consecuencia de la presencia de un cierto grado de alcalinidad en el agua se refleja en la capacidad de la misma de mantener su pH relativamente estable ante el agregado de un ácido, lo que es conocido como efecto tampón o buffer. El pH se justifica con la alcalinidad presente. La OMS recomienda $6.5 < \text{pH} < 9.5$, mientras que la EPA recomienda $6.5 < \text{pH} < 8.5$.

La conductividad; en el Caserío San Cristóbal Chico tuvo un valor promedio de $3\,317.87 \pm 839.54$ es el que presenta menor valor y el Caserío El Cardo tuvo un valor promedio de $3\,492.83 \pm 1\,140.99$ es el que presenta mayor valor. El LMP es $\leq 1500 \text{ mho/cm}$, los valores obtenidos son más del triple del LMP, nos puede indicar posibles contaminantes como intrusión salina teniendo una repercusión en la salud humana y en el sabor del agua.

La dureza total; el Caserío San Cristóbal Chico tuvo un valor promedio de $1\,579.5 \pm 399.59$ representa el menor valor y en el Caserío El Cardo tuvo un valor promedio de $1\,802.49 \pm 588.81$ representa el mayor valor. Según la OMS se puede clasificar a ambos caseríos como agua muy dura, estudios epidemiológicos indican una relación directa de la dureza del agua con Litiasis Renal y enfermedades cardiovasculares, en el desarrollo doméstico también presenta problemas, ya que al tener tan elevados índices en ambos caseríos ni siquiera pueden lavar la ropa o los servicios por que el detergente se “corta” (como indican los pobladores) ya que el detergente se encarga de limpiar el agua en vez de realizar su trabajo.

Según estudios existe una relación indirecta entre la Conductividad y la Dureza Total como el artículo publicado en la revista Scielo (Costa Rica) por Yuliana Solís Castro, Luis Alberto Zúñiga Zúñiga y Darner Mora Alvarado en donde tuvo como objetivo determinar las relaciones entre la conductividad, respecto a las concentraciones de dureza total en pozos y nacientes para consumo humano en Costa Rica. La relación entre la conductividad y la dureza total en los pozos obtuvo un coeficiente de correlación de 0,9931 y en las nacientes de 0,9958. Se concluyó que la conductividad (en situaciones normales) es buen indicador indirecto de las concentraciones de dureza total. Por tal motivo, en muchos estudios relacionan la Conductividad con la Dureza del agua.

En éste estudio se encuentran altos índices de Conductividad y Dureza, caso similar es la tesis magister realizada por Nevis Matilde Espitia Iriarte (2019) que tuvo como objetivo analizar los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua para consumo humano en la Urbanización La Estancia, Lurín, Lima, Perú, 2015-2016, se compararon los parámetros Dureza y Conductividad con la Normativa Peruana y Colombiana, dando como resultados que en cuanto a la Dureza según la Norma Peruana no sobrepaso, sin embargo en cuanto a la Norma Colombiana (máximo 160 mg CaCO_3/L) estos si fueron rebasados. En cuanto a la conductividad, en el sector 2 fue superado por la Normativa Peruana y en ambos sectores supero en un 70% a los LMP por la Norma Colombiana. El autor indica que los niveles de dureza y conductividad generan inconvenientes en la comunidad e inconformidad, ya que esto redundo en el sabor salobre. Si llevamos los resultados de Conductividad y Dureza de éste estudio con la Norma Colombiana, podemos decir que ambos parámetros sobrepasan dicha norma, generando también un sabor salobre.

El reporte de la concentración de Cloruros (Cl^-); En el Caserío San Cristóbal Chico tuvo un valor promedio de 252.26 ± 63.83 presentando el menor valor y en el Caserío El Cardo tuvo un valor promedio de 254.88 ± 83.26 presentando el mayor valor. Los resultados de ambos caseríos no se encuentran dentro del LMP (≤ 250 mg Cl/Litro). El LMP establecido por la norma se sustenta más por razones de sabor del agua que por razones sanitarias, donde podríamos decir que éste indicador también podría ser una posible causa del sabor a salobre en estas aguas. Según la OMS nos indica que valores por encima del LMP influyen en la corrosividad del agua. Una de las causas en donde los niveles de cloruro se incrementan es por la aridez del terreno. Estos niveles más altos de cloruro intensifican los efectos corrosivos del agua. En 16 países de América que tienen este valor en sus normas de calidad de agua, el 75% de ellos establecen el límite del valor sugerido por las Guías de la OMS, mientras que el 25 % restante (República Dominicana, Argentina, Uruguay y Venezuela) sobrepasan el límite sugerido. La EPA y Honduras recomiendan como límite 250 mg/L, mientras la CEE recomienda como límite 200 mg/L.

Según el D.S. N° 031-2010-SA el LMP del parámetro Sulfato es ≤ 250 mg SO_4/Litro , en el caserío San Cristóbal Chico tuvo un valor promedio de 136.37 ± 34.51 presentando el menor valor y en el Caserío El Cardo tuvo un valor promedio de 136.37 ± 34.51 presentando el mayor valor, si bien podemos indicar el valor promedio de ambos caseríos se encuentran bajo el LMP. Caso

similar tuvo el artículo publicado en la revista Scopus Cielo (Costa Rica) por John Diego Bolaños Alfaro, Gloriana Cordero Castro y Gloriana Segura Araya (2017) tuvo como objetivo determinar los valores de sulfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre. Durante el muestreo de diciembre de 2015, los acueductos de Barrio Latino y Grecia Centro presentaban valores cercanos al LMP (25 mg/L). La restante muestra de agua potable se encontraban bajo la norma y no presentaban señales visibles de contaminación ocasionada por el hombre. La OMS indica que los sulfatos están presentes de forma natural en muchos minerales que se utilizan comercialmente y por precipitación desde la atmósfera se agrega a las aguas superficiales un contenido importante de sulfatos; no obstante, las concentraciones más altas suelen encontrarse en aguas subterráneas y provienen de fuentes naturales principalmente.

En el parámetro SST, para el caserío San Cristóbal Chico tuvo un promedio de 4.73 ± 1.20 y en el caserío El Cardo tuvo un promedio de 6.86 ± 2.24 , altas concentraciones de sólidos en suspensión pueden depositarse en el fondo de un cuerpo de aguas, cubriendo organismos acuáticos, huevos o larvas. Éste depósito puede impedir la transferencia de oxígeno y resultar en la muerte de los organismos enterrados bajo esta capa, éste parámetro no tiene un LMP en la Norma Peruana, a diferencia del parámetro SDT que si tiene un LMP ≤ 1000 mg/Litro, reportando para el caserío San Cristóbal Chico un promedio de $1\,553.27 \pm 393.16$ presentado el menor valor y en el caserío El Cardo tuvo un promedio de $1\,983.33 \pm 649.13$ presentado el mayor valor, los resultados de ambos caseríos no se encuentran dentro del LMP. La OMS establece una concentración de 1000 mg/l para los sólidos disueltos. Estos presentan variabilidad en la cantidad establecida por cada país, tanto por encima del estándar de la OMS como por debajo de este. El porcentaje de países de América que adoptan la recomendación de las Guías es del 60% lo que demuestra una buena aceptación por parte de los países. Por encima de este parámetro se encuentra el 10% de los países, conformado por República Dominicana y Argentina, quienes permiten concentraciones de hasta 1500 mg/l. Por el contrario, países como Canadá, Estados Unidos, El Salvador, Guatemala, Panamá y Colombia son más estrictos en su norma y establecen sus concentraciones en cantidades menores a las recomendadas por la OMS, en rangos que varían entre los 500 y los 600 mg/l, estos países conforman el 30%.

En los parámetros DQO y DBO no existe un índice de LMP en la Norma Peruana, pero sí existe un índice según CONAGUA (Anexo 8 y Anexo 9) en donde por criterios clasifica el agua en: Excelente, Buena Calidad, Aceptable, Contaminada y Fuertemente Contaminada. En el análisis de mi estudio el parámetro DQO en el Caserío San Cristóbal Chico tuvo un valor promedio de 5.38 ± 1.36 en donde se puede clasificar como un agua excelente y no contaminada, es el que presenta el menor valor, en el Caserío El Cardo tuvo un valor promedio de 10.43 ± 3.41 donde se puede clasificar como un agua de buena calidad donde sus aguas superficiales tienen bajo contenido de materia orgánica biodegradable y no biodegradable, representa el mayor valor, los resultados obtenidos en el parámetro DBO en el caserío San Cristóbal Chico tuvo un valor promedio de 1.64 ± 0.42 mg/l es el que presenta el menor valor y el Caserío El Cardo tuvo un valor promedio de 1.78 ± 0.58 mg/l, es el que presenta el mayor valor, el agua de ambos caseríos se encuentran con un $DBO_5 \leq 3$ clasificándolas como excelentes según CONAGUA, estudio similar tuvo la investigación publicada en el libro "Calidad de Agua que consume la población de los centros poblados Cuculi, Santos Vera, El Milagro, El Espinal y Humedades del sector rural del departamento de Lambayeque" por un Equipo de Investigación (Ysabel Nevado, Doyle Benel, James Guerrero, Ronald Gutiérrez, César Monteza, Luis Pozo y Manuel Sánchez) (2022) se analizó el parámetro DQO, en el centro poblado Santos Vera tuvo un promedio de $58,90 \pm 11,22$ mg/l es el mayor valor reportado de todos los centros poblados estudiados, y el centro poblado Humedades con un valor promedio de $5,65 \pm 0,16$ mg/l presenta el menor valor, con respecto al DBO se calculó según por el Índice de biodegradabilidad en donde se tuvo la relación de DQO/DBO, en donde las agua de Santos Vera, Cuculí consumen agua contaminada con materia

orgánica, El Milagro un agua de calidad aceptable con capacidad para autodepuración y por último El Espinal y Humedades el agua es de excelente calidad para este parámetro medido y trabajando con la relación con el DBO, los resultados se ratifican (CONAGUA).

Los resultados de Nitrógeno Amoniacal, en el Caserío San Cristóbal Chico tuvo un valor promedio de 0.23 ± 0.06 y en el Caserío El Cardo tuvo un valor promedio de 0.23 ± 0.07 , ambos caseríos se encuentran muy por debajo del LMP (≤ 0.5 mg/Litro). La Organización Mundial de la Salud establece como límite 0.5 mg/l en agua potable. Sin embargo, es frecuente encontrar niveles de $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$ por encima de los 3 mg/L. En general, la presencia de amoníaco libre o ion amonio es considerado como una prueba química de contaminación reciente y peligrosa. Si el medio es aerobio, el nitrógeno amoniacal se transforma en nitritos. La presencia de concentraciones altas de N- NH_3 , otorga al agua un sabor desagradable, además dificulta la cloración, altera el color de las conducciones por formación de complejos solubles y da colores extraños al agua por formación de complejos. Según la legislación de Honduras para aguas tipos A1 y A2 consideran la concentración de 0.5 mg/L. Según la legislación brasilera para aguas B1, recreativa, consideran la concentración depende del pH en que se encuentre ésta. En los demás países si consideran el LMP de la OMS.

El resultado de la concentración de Nitritos, en el Caserío San Cristóbal Chico tuvo un valor promedio de 0.44 ± 0.11 y en el Caserío El Cardo el valor promedio fue de 0.44 ± 0.15 , en ambos caseríos tuvieron el mismo valor promedio encontrándose muy bajo al LMP (≤ 3 mg NO_2 /Litro). El estándar establecido por la OMS es de 3 mg/l, valor sobre el cual se encuentran Costa Rica, Honduras y Perú alcanzando un porcentaje de 17.64%. Canadá admite un valor máximo de 3.2mg/l, mientras que el resto de los países de América registran valores inferiores a los de la OMS, los cuales oscilan entre un rango de 0.01 a 1.5mg/l, siendo la gran mayoría con un 76.47%. En este caso ningún país excede el límite recomendado por la OMS.

El resultado de la concentración en Nitratos, para el Caseríos San Cristóbal Chico tuvo un valor promedio de 8.40 ± 2.13 , teniendo el menor valor de Nitratos reportado, y en el Caserío El Cardo tuvo un valor promedio de 8.55 ± 2.79 , fue el caserío que reporto mayor valor de Nitratos, en ambos caseríos se reporta muy por debajo al LMP (≤ 50 mg NO_3 /Litro). Por lo general, los niveles elevados de nitratos en el agua potable se deben a la contaminación en las aguas subterráneas por los residuos de animales o derrames de agua provenientes de lecherías o ganado, el uso excesivo de fertilizantes, o la infiltración de drenaje humano proveniente de las fosas sépticas. Esto indicaría que no existe o es muy escasa contaminación de residuo fecal y además la contaminación por fertilizantes tampoco es justificable por que se encuentran bastante alejada de los sembríos. En los países de América se encuentran el 22.22% al margen del Límite estándar, siendo Perú uno de ellos, y el 77.77% por debajo de este nivel, entre un rango de los 10 mg/l a un máximo de 50 mg/l. Esto permite inferir que el nivel de nitrato es bien administrado por las legislaciones nacionales de cada uno de los países los cuales se mantienen al margen de los estándares de la OMS.

Los nitratos y nitritos son de particular interés en la salud porque convierten la hemoglobina en la sangre a metahemoglobinemia. Así como en un artículo publicado en la revista Scielo (Uruguay) en donde se describe un caso clínico de metahemoglobinemia severa asociada a la ingesta de puré de acelgas con alto contenido en nitratos y nitritos. Donde después de todos los análisis y de tratar de neutralizar a la paciente, se concluyó que la paciente tuvo ingesta de verduras con alto contenido de nitratos y nitritos, pues se encontró una relación cronológica entre la exposición de nitratos y nitritos por ingesta de un puré de acelgas y la aparición del cuadro.

El aluminio tanto en el caserío San Cristóbal Chico como en El Cardo se encuentran debajo del LMP (≤ 0.2 mg Al/Litro), la empresa agroindustrial más cercana a estos caseríos se encuentra a 1000 Km por el lado norte. El 68.42% de los países se rige por la recomendación de la OMS de permitir como máximo 0.2 mg/l para que no cause ningún daño en la salud humana. Por su parte, el 15.78% de los países de América entre los que se encuentran Canadá, El Salvador y Guatemala son más estrictos y establecen niveles inferiores que se mantienen entre 0.05 y 0.1 mg/l. De igual manera también existen países que establecen en sus normas internas concentraciones superiores a las recomendadas por la OMS, tales como Chile (0.25), Ecuador (0.3) y Uruguay con la más alta diferencia al aceptar una concentración de 0.5 mg/l, estos países conforman el 15.78%. La asociación española de aluminio nos indica que todas las aguas contienen aluminio. En aguas neutras está presente como compuestos insolubles, y en aguas altamente ácidas o alcalinas se puede presentar en solución. Algunos estudios epidemiológicos han investigado la posible relación entre el aluminio en el agua y la Enfermedad de Alzheimer. Estos muestran resultados muy diversos, sobre todo por la dificultad de corregir todos los muchos factores que influyen en el resultado. Un estudio reciente (2008) realizado en Canadá, cuyos autores han tratado de controlar todos los otros factores, no muestra ninguna relación entre el contenido de aluminio del agua y la E.A. Hay que tener en cuenta en cualquier caso que el aluminio contenido en el agua representa menos del 1 % de la ingesta diaria de aluminio.

El Arsénico (As) es un elemento muy tóxico. En mi estudio al realizar el análisis de As en el caserío San Cristóbal Chico y El Cardo el valor promedio en ambos fue $< \text{LMP}$ (≤ 0.01 mg As/Litro) según Norma Peruana. El 27 de agosto del 2019 el grupo de seguimiento a la gestión de riesgos y desastres y cambio climático de la Mesa de Concertación para la Lucha contra la pobreza (MCLCP) emitió el reporte N° 01-2019/SC/MCLCP donde indicaron la presencia de arsénico en los distritos de Mórrope y Pacóra del departamento de Lambayeque, en Mórrope, el centro poblado el Médano y Tortolita presentaron concentraciones de 0.6 y 0.4 mg/l respectivamente superando el LMP, inclusive se hizo un análisis médico a 191 habitantes arrojando 166 positivo a As. En Pacora se realizó el mismo estudio de As, donde los pozos de Pueblo viejo, Puente Machuca, Estadio, 1, Casa embarrada y las Juntas se encontró presencia de As en concentraciones de 0.160, 0.143, 0.133, 0.051, 0.035 y 0.014 mg/l respectivamente. El Sr. Damián Vásquez, especialista en aguas subterráneas del PEOT, manifestó que el motivo de contaminación de estas aguas es porque por muchos años se ha sembrado arroz, caña de azúcar y otros cultivos con alta masa anual de agua y la desgracia es que se ha utilizado y se sigue utilizando agroquímicos con altísimo contenido de arsénico, como es el arseniato. Estas grandes masas de agua se pierden con la filtración produciendo la contaminación de las aguas. Mórrope y Pacora se encuentra al Sur y Este respectivamente de Olmos encontrándose relativamente cerca a los caseríos estudiados. Indicando que hasta la fecha las aguas en estos caseríos no se encuentran contaminadas por As.

La contaminación microbiológica se considera un riesgo a la salud más común y extendido asociado al consumo de agua (bebida), su control debe ser siempre un objetivo primordial e importante ya que las consecuencias por la ingesta de alimentos y bebidas contaminadas por microorganismos contiene un elevado porcentaje.

Los análisis microbiológicos estudiados son coliformes totales y termotolerantes, en los coliformes totales en el Caserío San Cristóbal Chico tuvo un promedio de 79.20 ± 26.16 y en el Caserío El Cardo tuvo un valor promedio de 105.58 ± 44.29 , no se encuentran dentro del LMP (0 UFC) Por lo general, las bacterias coliformes totales no son perjudiciales en sí mismas y están presentes de forma natural en el medio ambiente. Se utilizan como indicador de que pueden estar presentes otros organismos potencialmente perjudiciales, como bacterias y virus. Las guías de la OMS establecen un parámetro de 0 UFC/ml para las bacterias coliformes totales, las cuales son adoptadas por países de América como Canadá, USA, Costa Rica, El Salvador, Bolivia, Brasil,

Perú y Uruguay con un total del 61.11%. En contraste, el 38.88% de los países de América se encuentran por encima de este límite, entre ellos se encuentran Chile, Colombia y Ecuador al presentar una cantidad máxima permitida de 1 UFC/ml, y otros como México, Ecuador, Honduras, Paraguay y Nicaragua oscilan entre niveles de 2 a 4 UFC/ml. Ninguno de los países se encuentra por debajo del porcentaje recomendado por la OMS.

Los coliformes termotolerantes es un subproducto de los coliformes totales, también llamados coliformes fecales, en el Caserío San Cristóbal Chico y El Cardo el valor fue de 0, estando dentro del LMP (0 UFC). Se debe tener en cuenta que la presencia de coliformes totales no significa que necesariamente se debe tener presencia de coliformes termotolerantes ya que éste último es un grupo de microorganismos que se desarrollan a T° promedio de 44.5°C y está conformado principalmente por la bacteria *Escherichia Coli*, que se considera muy perjudicial para la salud humana. La cantidad de coliformes termotolerantes o fecales recomendada por las Guías de la OMS es de 0 UFC (unidades formadoras de colonias) /100ml. La mayoría de los países de América analizados se ajustan a este estándar y lo adoptan dentro de sus normas nacionales. El único país que se encuentra con niveles superiores a éste es Guatemala, quien permite un límite máximo de coliformes fecales en al agua de 2 NMP/ml, para un porcentaje de 5.55%.

La aplicación de una concentración adecuada de desinfectante en el sistema de abastecimiento de agua es primordial para ayudar y garantizar la reducción del riesgo microbiológico, pues inactiva los microorganismos patógenos más resistentes, eliminando también otros microorganismos sensibles. Cuando se aplica un tratamiento de desinfección, se debe estudiar la adopción de medidas para reducir al mínimo la formación de subproductos de la desinfección (SPD).

Investigadores como Francisco Ramírez (2003) nos indica que las medidas de control de calidad se basan en el cumplimiento de los criterios sanitarios de las aguas de consumo humano, y de las instalaciones que permiten el suministro desde la captación hasta el grifo del consumidor, para garantizar la salubridad, calidad y limpieza, con el único objetivo de proteger la salud de las personas de los efectos adversos derivados de cualquier tipo de contaminación de las aguas.

Los requisitos de calidad obligan a las autoridades y a los usuarios a comparar la calidad del agua de una fuente específica, determinando si satisfacen o no cierto nivel de calidad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES:

- Se evaluó que el agua que abastecen a la población de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo, según los resultados obtenidos de los parámetros físico-químicos y microbiológicos y del análisis realizado, no es un agua apta para el consumo humano.
- Se determinaron los parámetros físico-químicos del caserío San Cristóbal Chico los cuales fueron: Color - 2.19 UCV, Olor – Aceptable, Sabor – No aceptable, pH – 7.60, T° - 25.33°C, Turbidez – 0.82 UNT, Conductividad – 3 317.87 umho/cm, Dureza – 1 579.50 mg CaCO₃/Litro, Alcalinidad – 84.53, Cloruros – 252.26 mg Cl/Litro, Sulfatos - 136.37 mg SO₄/Litro, DQO – 5.38 mg/Litro, DBO₅ – 1.64 mg/L, SST – 4.73 mg/L, SDT – 1 553.27 mg/L, Nitrógeno amoniacal – 0.23 mg/L, Nitrito – 0.44 mg NO₂/Litro, Nitrato - 8.40 mg NO₃/Litro, Cloro libre residual – 0.12 mg/L, Aluminio - < LMP (0.9 mg Al/Litro), Arsénico - < LMP (0.01 mg As/Litro). En el caso del caserío El Cardo los resultados de los parámetros físico-químicos fueron: Color – 3.60 UCV, Olor – Aceptable, Sabor – No aceptable, pH – 7.78, T° - 25.33°C, Turbidez – 0.97 UNT, Conductividad – 3 492.83 umho/cm, Dureza – 1 802.49 mg CaCO₃/Litro, Alcalinidad – 94.67, Cloruros – 254.88 mg Cl/Litro, Sulfatos – 145.93 mg SO₄/Litro, DQO – 10.43 mg/Litro, DBO₅ – 1.78 mg/L, SST – 6.86 mg/L, SDT – 1 983.33 mg/L, Nitrógeno amoniacal – 0.23 mg/L, Nitrito – 0.44 mg NO₂/Litro, Nitrato - 8.55 mg NO₃/Litro, Cloro libre residual – 0 mg/L, Aluminio - < LMP (0.9 mg Al/Litro), Arsénico - < LMP (0.01 mg As/Litro).
- Se determinaron los parámetros microbiológicos del caserío San Cristóbal Chico los cuales fueron: Coliformes totales – 79.20 UFC/100 ml y Coliformes termotolerantes – 0 UFC/100 ml. En el caso del caserío San Cristóbal Chico los resultados de los parámetros microbiológicos fueron: Coliformes totales – 105.58 UFC/100 ml y Coliformes termotolerantes – 0 UFC/100 ml.
- Se analizó que, en el caserío San Cristóbal Chico y el Cardo en los parámetros químicos se obtuvo que el agua presenta un sabor salobre siendo rechazado por toda la población, más atenuado en el caserío El Cardo que en San Cristóbal Chico, presentando un color y turbidez aceptable dentro de los LMP, no presenta algún olor fético o inaceptable, el pH y la alcalinidad se encuentran dentro de los LMP, los resultados arrojaron alto contenido de conductividad y dureza, es decir, alto contenido en CaCO₃ dando como explicación al porque las amas de casa no pueden realizar los quehaceres de la casa como lavar ropa o limpiar, ya que el detergente se encarga más de neutralizar el agua en vez de realizar su trabajo, el DQO y el DBO₅ no tienen LMP según los estándares de calidad de Perú, pero según CONAGUA arrojó un agua excelente y de buena calidad, los SDT y Cloruros sobrepasaron el LMP, los Sulfatos, Nitrógeno Amoniacal, Nitritos, Nitratos, Al y As se encontraron dentro del LMP, dando como conclusión que hay escasa contaminación fecal y no existe contaminación por metales, con respecto al cloro libre residual en el caserío San Cristóbal Chico que es el que tiene el sistema de potabilización contiene bajo resultado, es decir, se agrega en pocas cantidades, lo cual debe ser por la poca capacitación que tiene la persona encargada de éste proceso, y en el caserío El Cardo no existe sistema de potabilización, es decir, va directamente del pozo a las casas distribuidas, sin un previo tratamiento.
- Se analizó que, en el caserío San Cristóbal Chico y El Cardo en los parámetros microbiológicos solamente en los coliformes totales no se encontró dentro del LMP y el de coliformes termotolerantes si se encontró, esto es por que se encontró contaminación por otras bacterias menos por la de Escherichia Colli que es la que predomina en los coliformes termotolerante.

- Los parámetros físico-químicos y microbiológicos determinados y analizados del agua que abastecen al consumo humano en los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo comparados con los estándares del DS N°031-2010-SA no se encuentran aptas para la población. Según los resultados de los parámetro físico-químicos y microbiológicos se clasifica como aguas de tipo A1, que son aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

5.2. RECOMENDACIONES:

Recomiendo a la Municipalidad Distrital de Olmos y al encargado de la Presidencia del CP. El Puente considere el trabajo realizado y tome las medidas correspondientes para garantizar una mejor calidad de agua a los pobladores. En el caserío San Cristóbal Chico se debería poner a cargo a un profesional o en todo caso capacitar a la persona encargada y monitorearla para ver la efectividad de su trabajo, en el caserío El Cardo se debe mejorar el sistema de abastecimiento y a la vez implementar el sistema de cloración que puede ser mediante un equipo de dosificación automático, siendo el método más efectivo, económico y seguro. Además, se puede considerar en poder gestionar una planta de tratamiento de agua en el pueblo de Olmos en donde se pueda monitorear la calidad del agua que abastecen a toda la población, caseríos y pueblo de Olmos, con profesionales capacitados, realizando un control de calidad completo y no parcial para tener una visión más clara del agua que se esta consumiendo y así garantizar una muy buena calidad de agua. Es necesario, también, realizar otras investigaciones para el tratamiento de las fuentes subterráneas que abastecen a los sistemas de abastecimiento de agua y pueda implementarse el mejor tratamiento posible y óptimo.

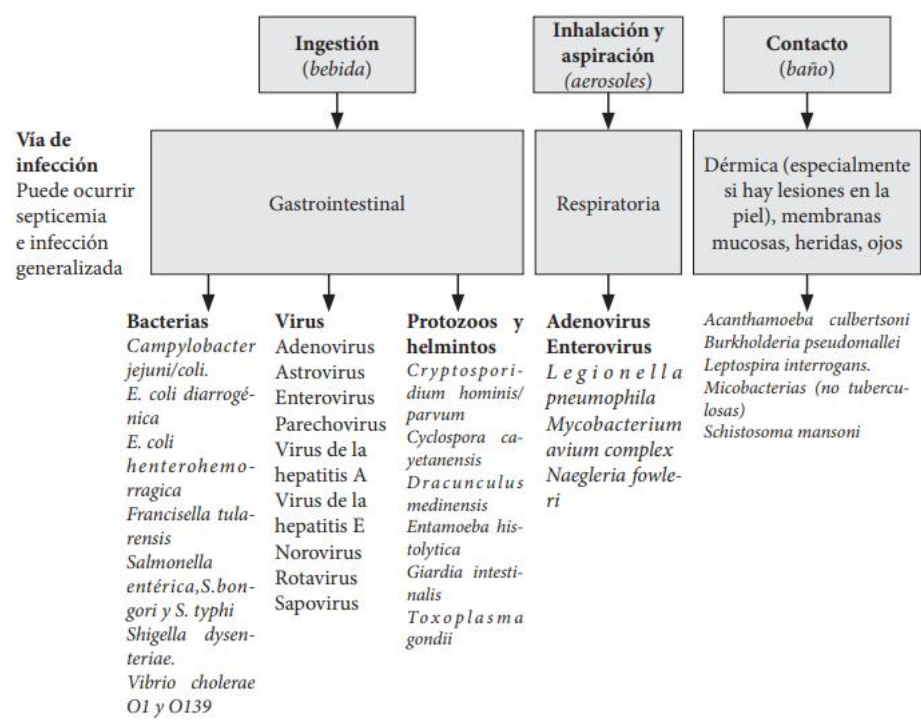
ANEXOS Y REFERENCIAS

ANEXO 1:
AGENTES PATÓGENOS TRANSMITIDOS A TRAVÉS DEL AGUA POTABLE

Agente patógeno	Tipo de especie/género/grupo ^b	Importancia para la salud ^c	Persistencia en el suministro de agua ^d	Resistencia al cloro ^e	Infectividad relativa ^f	Fuente animal importante
Bacterias						
Burkholderia	<i>B. pseudomallei</i>	Alta	Puede multiplicarse	Baja	Baja	No
Campylobacter	<i>C. coli</i> <i>C. jejuni</i>	Alta	Moderada	Baja	Moderada	Sí
Escherichia coli-diarrogénica^g		Alta	Moderada	Baja	Baja	Sí
E. coli - enterohemorrágica	<i>E. coli</i> O157	Alta	Moderada	Baja	Baja	Sí
Francisella	<i>F. tularensis</i>	Alta	Larga	Moderada	Alta	Sí
Legionella	<i>L. pneumophila</i>	Alta	Puede multiplicarse	Baja	Moderada	No
Micobacteria (no tuberculosa)	<i>Mycobacterium avium</i> complex	Baja	Puede multiplicarse	Alta	Baja	No
Salmonella typhi		Alta	Moderada	Baja	Baja	No
Otras salmonellas	<i>S. entérica</i> <i>S. hongori</i>	Alta	Puede multiplicarse	Baja	Baja	Sí
Shigella	<i>S. dysenteriae</i>	Alta	Corta	Baja	Alta	No
Vibrio	<i>V. cholerae</i> O1 y O139	Alta	Costa a larga ^h	Baja	Baja	No
Virus						
Adenoviridae	Adenovirus	Moderada	Larga	Moderada	Alta	No
Astroviridae	Astrovirus	Moderada	Larga	Moderada	Alta	No
Caliciviridae	Norovirus Sapovirus	Alta	Larga	Moderada	Alta	Potencialmente
Hepeviridae	Virus de la Hepatitis E	Alta	Larga	Moderada	Alta	Potencialmente
Picornaviridae	Enterovirus, Pa-rechovirus, Virus de la hepatitis A	Alta	Larga	Moderada	Alta	No
Reoviridae	Rotavirus	Alta	Larga	Moderada	Alta	No
Protozoos						
Acanthamoeba	<i>A. culbertson</i>	Alta	Puede multiplicarse	Alta	Alta	No
Cryptosporidium	<i>C. hominis/parvum</i>	Alta	Larga	Alta	Alta	Sí
Cyclospora	<i>C. cayetanensis</i>	Alta	Larga	Alta	Alta	No
Entamoeba	<i>E. histolytica</i>	Alta	Moderada	Alta	Alta	No
Giardia	<i>G. intestinalis</i>	Alta	Moderada	Alta	Alta	Sí
Naegleria	<i>N. fowleri</i>	Alta	Puede multiplicarse	Baja	Moderada	No
Helmitos						
Dracunculus	<i>D. medinensis</i>	Alta	Moderada	Moderada	Alta	No

Fuente: Guías para la CA de consumo humano, OMS (2011)

ANEXO N° 2
VÍAS DE TRANSMISIÓN Y EJEMPLOS DE AGENTES PATÓGENOS RELACIONADOS CON EL AGUA.



Fuente: Guías para la calidad del agua de consumo humano, OMS (2011)

ANEXO N° 3
CATEGORIZACIÓN DE LAS FUENTES DE COMPONENTES QUÍMICOS.

Fuente de componentes químicos	Ejemplos de Fuentes
Origen Natural	Rocas, suelos y los efectos del marco geológico y el clima; masas de agua eutróficas (también influenciados por el vertido de aguas residuales y la escorrentía agrícola)
Fuentes Industriales y núcleos habitados	Minería (industrias extractivas) e industrias de fabricación y procesamiento, aguas residuales (incluidos una serie de contaminantes que son motivo de preocupación), residuos sólidos, escorrentía urbana, fugas de combustibles
Actividades agropecuarias	Estiércoles, fertilizantes, prácticas de ganadería intensiva y plaguicidas
Tratamiento del agua o materiales en contacto con el agua de consumo humano	Coagulantes, SPD, materiales de tuberías
Plaguicidas añadidos al agua por motivos de salud	Larvicidas utilizados en el control de insectos vectores de enfermedades

Fuente: Guías para la calidad del agua de consumo humano, OMS (2011)

ANEXO N° 4

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(μS/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃) (U)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂) (U)	mg/L	3	3	**
Amoniacal- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 - 8,5	5,5 - 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Níquel	mg/L	0,07	**	*
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C ₈ - C ₄₀)	mg/L	0,01	0,2	1 , 0
Trihalometanos	(e)	1,0	1,0	1 , 0
Bromoformo	mg/L	0,1	**	*
Cloroformo	mg/L	0,3	**	*
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	*
Bromodiclorometano	mg/L	0,06	**	*
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	*
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	*
1,2 Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	*
1,2 Diclorobenceno	mg/L	1	**	*
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	*
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	*
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	*
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	*
BTEX				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	*
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	*
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	*
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	*
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	*
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	*
Organofosforados				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	*

<u>Organoclorados</u>				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	* *
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	* *
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001	0,001	* *
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	* *
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	* *
Lindano	mg/L	0,002	0,002	* *
<u>Carbamato</u>				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	* *
<u>II. CIANOTOXINAS</u>				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	* *
<u>III. BIFENILOS POLICLORADOS</u>				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	* *
<u>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</u>				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	* *
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo /L	0	**	* *
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	0	**	* *
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/ 100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	N° Organismo /L	0	<5x10 ⁶	<5x10 ⁶

Fuente: Recuperado de “Aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y Establecen Disposiciones Complementarias” del DS N°004-2017-MINAM. (24)

ANEXO N° 5

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS

Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permissible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

Fuente: “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano” del DS. N°031-2010 SA

ANEXO N° 6

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6.5 a 8.5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1500
7. Sólidos Totales Disueltos	mg L ⁻¹	1000
8. Cloruros	mg Cl ⁻ L ⁻¹	250
9. Sulfatos	mg SO ₄ L ⁻¹	250
10. Dureza Total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500
11. Amoníaco	mg N L ⁻¹	1.5
12. Hierro	mg Fe L ⁻¹	0.3
13. Manganeseo	mg Mn L ⁻¹	0.4
14. Aluminio	mg Al L ⁻¹	0.2
15. Cobre	mg Cu L ⁻¹	2
16. Zinc	mg Zn L ⁻¹	3
17. Sodio	mg Na L ⁻¹	200

UCV = Unidad de Color Verdadero

UNT = Unidad Nefelométrica de Turbiedad

Fuente: “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano” del DS. N°031-2010 SA

ANEXO N° 7
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L ⁻¹	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mg CN ⁻ L ⁻¹	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11. Flúor	mg F ⁻ L ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
13. Niquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50,00
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3,00 Exposición corta
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,20 Exposición larga 0,010
17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,07
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015
Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Trihalometanos totales (nota 3)	mgL ⁻¹	1
2. Hidrocarburo disuelto o emulsionado; aceite mineral	mgL ⁻¹	0.01
3. Aceites y grasas	mgL ⁻¹	0,5
4. Alacloro	mgL ⁻¹	0,020
5. Aldicarb	mgL ⁻¹	0,010
6. Aldrín y dieldrín	mgL ⁻¹	0,00003
7. Benceno	mgL ⁻¹	0,010
8. Clordano (total de isómeros)	mgL ⁻¹	0,0002
9. DDT (total de isómeros)	mgL ⁻¹	0,001
10. Endrin	mgL ⁻¹	0,0006
11. Gamma HCH (lindano)	mgL ⁻¹	0,002
12. Hexaclorobenceno	mgL ⁻¹	0,001
13. Heptacloro y heptacloroepóxido	mgL ⁻¹	0,00003
14. Metoxicloro	mgL ⁻¹	0,020
15. Pentaclorofenol	mgL ⁻¹	0,009
16. 2,4-D	mgL ⁻¹	0,030
17. Acrilamida	mgL ⁻¹	0,0005
18. Epiclorhidrina	mgL ⁻¹	0,0004
19. Cloruro de vinilo	mgL ⁻¹	0,0003

20. Benzopireno	mgL ⁻¹	0,0007
21. 1,2-dicloroetano	mgL ⁻¹	0,03
22. Tetracloroetano	mgL ⁻¹	0,04
23. Monocloramina	mgL ⁻¹	3
24. Tricloroetano	mgL ⁻¹	0,07
25. Tetracloruro de carbono	mgL ⁻¹	0,004
26. Ftalato de di (2-etilhexilo)	mgL ⁻¹	0,008
27. 1,2- Diclorobenceno	mgL ⁻¹	1
28. 1,4- Diclorobenceno	mgL ⁻¹	0,3
29. 1,1- Dicloroetano	mgL ⁻¹	0,03
30. 1,2- Dicloroetano	mgL ⁻¹	0,05
31. Diclorometano	mgL ⁻¹	0,02
32. Ácido edético (EDTA)	mgL ⁻¹	0,6
33. Etilbenceno	mgL ⁻¹	0,3
34. Hexaclorobutadieno	mgL ⁻¹	0,0006
35. Acido Nitrilotriacético	mgL ⁻¹	0,2
36. Estireno	mgL ⁻¹	0,02
37. Tolueno	mgL ⁻¹	0,7
38. Xileno	mgL ⁻¹	0,5
39. Atrazina	mgL ⁻¹	0,002
40. Carbofurano	mgL ⁻¹	0,007
41. Clorotoluron	mgL ⁻¹	0,03
42. Cianazina	mgL ⁻¹	0,0006
43. 2,4- DB	mgL ⁻¹	0,09
44. 1,2- Dibromo-3-Cloropropano	mgL ⁻¹	0,001
45. 1,2- Dibromoetano	mgL ⁻¹	0,0004
46. 1,2- Dicloropropano (1,2- DCP)	mgL ⁻¹	0,04
47. 1,3- Dicloropropeno	mgL ⁻¹	0,02
48. Dicloroprop	mgL ⁻¹	0,1
49. Dimetato	mgL ⁻¹	0,006
50. Fenoprop	mgL ⁻¹	0,009
51. Isoproturon	mgL ⁻¹	0,009
52. MCPA	mgL ⁻¹	0,002
53. Mecoprop	mgL ⁻¹	0,01
54. Metolacoloro	mgL ⁻¹	0,01
55. Molinato	mgL ⁻¹	0,006
56. Pendimetalina	mgL ⁻¹	0,02
57. Simazina	mgL ⁻¹	0,002
58. 2,4,5- T	mgL ⁻¹	0,009
59. Terbutilazina	mgL ⁻¹	0,007
60. Trifluralina	mgL ⁻¹	0,02
61. Cloropirifos	mgL ⁻¹	0,03
62. Piriproxifeno	mgL ⁻¹	0,3
63. Microcistin-LR	mgL ⁻¹	0,001
64. Bromato	mgL ⁻¹	0,01
65. Bromodiclorometano	mgL ⁻¹	0,06
66. Bromoformo	mgL ⁻¹	0,1

67. Hidrato de cloral tricloroacetaldehído)	mgL ⁻¹	0,01
68. Cloroformo	mgL ⁻¹	0,2
69. Cloruro de cianógeno (como CN)	mgL ⁻¹	0,07
70. Dibromoacetónitrilo	mgL ⁻¹	0,07
71. Dibromoclorometano	mgL ⁻¹	0,1
72. Dicloroacetato	mgL ⁻¹	0,05
73. Dicloroacetónitrilo	mgL ⁻¹	0,02
74. Formaldehído	mgL ⁻¹	0,9
75. Monocloroacetato	mgL ⁻¹	0,02
76. Tricloroacetato	mgL ⁻¹	0,2
77. 2,4,6- Triclorofenol	mgL ⁻¹	0,2

Fuente: Recuperado de “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano” del DS. N°031-2010 SA

ANEXO N° 8

ESCALA DE CLASIFICACION DE LA CALIDAD DEL AGUA CONFORME A LA DBO₅

Criterio	Clasificación
DBO ₅ ≤ 3	EXCELENTE No Contaminada
3 < DBO ₅ ≤ 6	BUENA CALIDAD Aguas superficiales con bajo contenido de material orgánica biodegradable
6 < DBO ₅ ≤ 30	ACEPTABLE Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de auto depuración o con descarga de aguas residuales tratadas biológicamente
30 < DBO ₅ ≤ 120	CONTAMINADA Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal
DBO ₅ > 120	FUERTEMENTE CONTAMINADA Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales

Fuente: Recuperado de Subdirección General Técnica, CONAGUA

ANEXO N° 9**ESCALA DE CLASIFICACION DE LA CALIDAD DEL AGUA CONFORME A LA DQO**

Criterio	Clasificación
$DQO \leq 10$	EXCELENTE No Contaminada
$10 < DQO \leq 20$	BUENA CALIDAD Aguas superficiales con bajo contenido de material orgánica biodegradable
$20 < DQO \leq 40$	ACEPTABLE Con indicio de contaminación. Aguas superficiales con capacidad de auto depuración o con descarga de aguas residuales tratadas biológicamente
$40 < DQO \leq 200$	CONTAMINADA Aguas superficiales con descargas de aguas residuales crudas, principalmente de origen municipal
$DQO > 200$	FUERTEMENTE CONTAMINADA Aguas superficiales con fuerte impacto de descargas de aguas residuales crudas municipales y no municipales

Fuente: Recuperado de Subdirección General Técnica, CONAGUA

ANEXO N° 10**RANGOS DE ALCALINIDAD**

Rango	Alcalinidad (mg/L CaCO_3)
Baja	< 75
Media	75 - 150
Alta	>150

Fuente: Datos tomados de Kevern (1989)

ANEXO N° 11

DECLARACIÓN DE DUBLÍN, PRINCIPIOS RECTORES PARA ATENDER LA RELACIÓN AGUA Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Principio 1

El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente. Dado que el agua es indispensable para la vida, la gestión eficaz de los recursos hídricos requiere un enfoque integrado que concilie el desarrollo económico y social y la protección de los ecosistemas naturales. La gestión eficaz establece una relación entre el uso del suelo y el aprovechamiento del agua en la totalidad de una cuenca o un acuífero.

Principio 2

El aprovechamiento y la gestión del agua deben inspirarse en un planteamiento basado en la participación de los usuarios, los planificadores y los responsables de las decisiones a todos los niveles. El planteamiento basado en la participación implica que los responsables de las políticas y el público en general cobren mayor conciencia de la importancia del agua. Este planteamiento entraña que las decisiones habrían de adoptarse al nivel más elemental apropiado, con la realización de consultas públicas y la participación de los usuarios en la planificación y ejecución de los proyectos sobre el agua.

Principio 3

La mujer desempeña un papel fundamental en el abastecimiento, la gestión y la protección del agua. Este papel primordial de la mujer como proveedora y consumidora de agua y conservadora del medio ambiente viviente rara vez se ha reflejado en disposiciones institucionales para el aprovechamiento y la gestión de los recursos hídricos. La aceptación y ejecución de este principio exige políticas efectivas que aborden las necesidades de la mujer y la preparen y doten de la capacidad de participar, en todos los niveles, en programas de recursos hídricos, incluida la adopción de decisiones y la ejecución, por los medios que ellas determinen.

Principio 4

El agua tiene un valor económico en todos sus diversos usos en competencia a los que se destina y debería reconocérsele como un bien económico. En virtud de este principio, es esencial reconocer ante todo el derecho fundamental de todo ser humano a tener acceso a un agua pura y al saneamiento por un precio asequible. La ignorancia, en el pasado, del valor económico del agua ha conducido al derroche y a la utilización de este recurso con efectos perjudiciales para el medio ambiente. La gestión del agua, en su condición de bien económico, es un medio importante de conseguir un aprovechamiento eficaz y equitativo y de favorecer la conservación y protección de los recursos hídricos.

Fuente: Declaración de Dublín. En: Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente (CIAMA)

ANEXO N° 12**CLASIFICACIÓN DE LA DUREZA POR CaCO_3 EN EL AGUA, SEGÚN OMS**

Tipo de Agua	Dureza CaCO_3 mg/L
Blanda	0 - 60
Moderamente Dura	61 - 120
Dura	121 - 180
Muy Dura	>180

Fuente: Guía de valores para calidad de agua potable OMS.

ANEXO N° 13**CLASIFICACIÓN DE LA DUREZA POR CaCO_3 EN EL AGUA, SEGÚN MINSA**

Tipo de Agua	Dureza CaCO_3 mg/L
Blanda	0 - 75
Moderamente Dura	75 - 150
Dura	150 - 300
Muy Dura	>300

Fuente: Guía de valores para calidad de agua potable Ministerio de Salud.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

1. INEI - LAMBAYEQUE. RESULTADOS CENSO. Censos económicos, 2018.
2. Roli Elito Pérez Chanca y Gisela Ramos Castellanos. DOSIS DE CLORO Y CLORO RESIDUAL LIBRE EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL SECTOR DE PUYHÚAN GRANDE DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCAMELICA-2018. Universidad Nacional de Huancavelica, 2018.
3. Mayte Fabiola Huanay Munguia. CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DEL CENTRO POBLADO LAS PALMERAS, DISTRITO DE CHURUBAMBA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO, 2020. Facultad de Ingeniería, programada académico de Ingeniería Ambiental; Universidad de Huánuco. 2021.
4. Victoria Fransinett Castillo Mori. EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO EN LA POBLACION DE LA LOCALIDAD DE MÓRROPE-DISTRITO DE MÓRROPE-DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE EN EL PERIODO DE FEBRERO 2015-AGOSTO 2015. Escuela Profesional de Ingeniería Química, Facultad FIQIA, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2015.
5. Carlos Dueñas Jurado y Lizangela Hinojosa Yzarra. CALIDAD DEL AGUA POTABLE Y SU INFLUENCIA EN LA SALUD HUMANA. Revista de Investigación e Innovación Científica y Tecnológica GnosisWisdom. 2021;1(3):11-20.
6. Yuliana Solís Castro LAZZ y DMA. LA CONDUCTIVIDAD COMO PARÁMETRO PREDICTIVO DE LA DUREZA DEL AGUA EN POZOS Y NACIENTES DE COSTA RICA. Revista Scielo, Costa Rica. 2018;31(1):35.
7. Nevis Matilde Espitia Iriarte. ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA POTABLE CON RELACIÓN A SUS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS, BIOLÓGICOS Y CTAMIENTO DE LEMNA MINOR EN LA ESTACIA DE LURIN, LIMA 2015-2016.
8. Paola Andrea Truque B. ARMONIZACIÓN DE LOS ESTANDARES DE AGUA POTABLE EN LAS AMÉRICAS. 2015.
9. John Diego Bolaños Alfaro. DETERMINACIÓN DE NITRITOS, NITRATOS, SULFATOS Y FOSFATOS EN AGUA POTABLE COMO INDICADORES DE CONTAMINACIÓN OCASIONADA POR EL HOMBRE, EN DOS CANTONES DE ALAJUELA (COSTA RICA). Revista Scopus Cielo Costa Rica. 2017;30(4):15.
10. Grupo de seguimiento a la gestión de riesgos de desastres y cambio climático-MCLCP. REPORTE N ° 01-2019 /SC/ MCLCP SITUACIÓN ACTUAL SOBRE LA CONTAMINACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO CON ARSÉNICO EN LOS DISTRITOS DE MÓRROPE, PACORA Y OTROS-2019. Reunión Ordinaria del Comité Ejecutivo Regional. 2019.
11. Francisco Ramírez Quirós. CONTROL DE CALIDAD EN LAS AGUAS DE CONSUMO HUMANO. El agua potable. 2012.
12. Anaya. PROBLEMÁTICA DEL AGUA EN EL MUNDO. Manual sobre Sistema de Captación y Aprovechamiento del Agua Lluvia para Uso Doméstico y Consumo Humano; México. 2001.
13. Ing. Sevilla Gildemeinster Juan Carlos; Jefe Autoridad Nacional del Agua. USOS DEL AGUA. ANA y Ministerio de Agricultura y Riego. 2014.
14. Ministerio de Agricultura y Riego del Perú y ANA (Autoridad Nacional del Agua). USOS

DEL AGUA. Unidad de Cultura del Agua; Perú. 2019.

15. Jorge Alberto Villena Chávez. CALIDAD DEL AGUA Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica. 2018.
16. OMS. GUIAS PARA LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO. Organismo Mundial de la Salud. 2011;4.
17. DIGESA. GESTA AGUA: PARÁMETROS ORGANOLÉPTICOS, INORGANICOS, ORGANICOS Y MICROBIOLOGICO DEL AGUA.
18. Sub Gerencia de, Ordenamiento Territorial. CATEGORIZACION DE CENTROS POBLADOS. Gobierno Regional de Ucayali, Perú. 660(061).
19. INEI. GLOSARIO DE TÉRMINOS. PERÚ. 2011;53(9):1-11.
20. INEI. Departamento de Lambayeque. CENSO. 2017;
21. SUNASS. REGLAMENTO DE CALIDAD DE LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO/RCD N° 011-2001-SUNASS-CD. El Peru. 2007;
22. MINSA. REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO/DS N° 031-2010-SA. Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de la Salud. 2011.
23. INEI. Habitantes del Departamento de Lambayeque. Censo. 2017.
24. MINAM. APRUEBAN ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) PARA AGUA Y ESTABLECEN DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS. El Peru. 2017;6-9.

REFERENCIAS PAGINAS WEB:

1. Instituto Geofísico del Perú (IGP). *IGP recuerda la importancia del agua*. Plataforma digital única del Estado Peruano (22 de Marzo del 2022). <https://www.gob.pe/institucion/igp/noticias/593963-igp-recuerda-la-importancia-del-agua>
2. Unicef (s.f.) *Agua: Garantizar un suministro de agua adecuado y seguro para la supervivencia y el crecimiento de niños y niñas*. <https://www.unicef.org/es/agua>
3. Organización Panamericana de la Salud. (12 de Julio del 2017). *2100 millones de personas carecen de agua potable en el hogar y más del doble no disponen de saneamiento seguro*. https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=13485:21-billion-people-lack-safe-drinking-water-at-home-more-than-twice-as-many-lack-safe-sanitation&Itemid=0&lang=es#gsc.tab=0
4. Organización Mundial de la Salud. (18 de Junio del 2019). *1 de cada 3 personas en el mundo no tiene acceso al agua potable, según UNICEF y la OMS*. <https://www.who.int/es/news/item/18-06-2019-1-in-3-people-globally-do-not-have-access-to-safe-drinking-water-%E2%80%93-unicef-who>
5. Revista Scielo Buenos Aires-Argetina. (04 de Enero del 2017). *Napa freática: Dinámica, variables de control y contenido de nitratos en suelos de pampa arenosa*. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672017000100011
6. Revista Scielo Uruguay. (25 de Julio del 2017). *Metahemoglobinemia relacionada con ingesta de puré de acelgas*. http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-12492017000600335
7. Editorial Savez. (15 de Mayo del 2022). *Calidad de agua que consume la población de los centros poblados de Cuculi, Santos Vera, El Milagro, El Espinal y Humedades del sector rural del departamento de Lambayeque*. <https://savezeditorial.com/index.php/savez/article/view/94>
8. Aquae Fundación. (28 de Diciembre del 2021). *Datos interesantes de la distribución del agua en la Tierra*. https://www.fundacionaquae.org/principales-datos-del-agua-en-el-mundo/?gclid=Cj0KCQIAj4ecBhD3ARIsAM4Q_JEZ0BrDL9WEIAZk3A5oUHT1sDfT9iGk66rSZzcshR09oR7kiiELsPoaAj1xEALw_wcB
9. Autoridad Nacional del Agua (ANA) (s.f.). *El agua en cifras* <https://www.ana.gob.pe/contenido/el-agua-en-cifras>
10. Aquae Fundación. (10 de Agosto del 2021). *Top 5 propiedades del Agua*. <https://www.fundacionaquae.org/wiki/propiedades-agua>
11. Conagua (16 de Mayo del 2017). *Las propiedades del agua*. <https://www.iagua.es/noticias/mexico/conagua/17/05/16/propiedades-agua#:~:text=El%20%23Agua%20en%20su%20forma,y%20siempre%20est%C3%A1%20en%20movimiento>
12. Iagua (s.f) *¿Cuáles son los usos del agua?* <https://www.iagua.es/respuestas/cuales-son-usos-agua>
13. Organización Mundial de la Salud (21 de Marzo del 2022), *Agua para consumo humano*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>



ACTA DE SUSTENTACIÓN - 2024

Siendo las 10:00 am del día jueves 01 de febrero del 2024, se reunieron en la sala de sustentación de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias los miembros del jurado evaluador de la Tesis Titulada: **"Evaluación físico-química y microbiológica del agua que consume la población de los caseríos San Cristóbal Chico y el Cardo del distrito de Olmos - Lambayeque."**; designados Res. N°341-2023-D-FIQIA-VIRTUAL de fecha 08 de noviembre del 2023 y aprobada con Res. Res. N°432-2023-D-FIQIA-VIRTUAL de fecha 29 de diciembre del 2023, con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación de la tesis antes mencionada, conformados por los siguientes docentes:

- Dra. Doyle Isabel Benel Fernández – Presidente
- Dr. James Jenner Guerrero Braco – Secretario
- Ing. Gerardo Santamaria Baldera – Vocal.

La tesis fue asesorada por el Dra. Ysabel Nevado Rojas nombrada por Res. N°001-2023-D-FIQIA-VIRTUAL de fecha 03 de enero del 2023. El acto de sustentación es autorizado con Res. N°023-2024-D-FIQIA-VIRTUAL de fecha 23 de enero del 2024

La Tesis fue presentada y sustentada por la Bachiller: **CORDOVA LOPEZ HELGA KELLY**; y tuvo una duración de 65 minutos.

Después de la sustentación, y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado; se procedió a la calificación respectiva, otorgándole el calificativo de 18 (Dieciocho) en la escala vigesimal, mención Muy Bueno

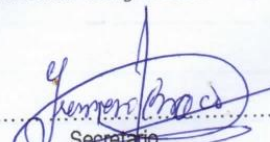
Por lo que quedan APTO (s) para obtener el Título Profesional de INGENIERA QUIMICA de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

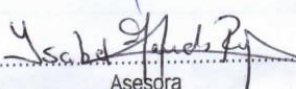
Siendo las 11:40 am se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto, con la firma de los miembros del jurado.

Firmas


Presidente
Dra. DOYLE ISABEL BENEL FERNANDEZ


Vocal
Ing. GERARDO SANTAMARIA BALDERA


Secretario
Dr. JAMES JENNER GUERRERO BRACO


Asesora
Dra. YSABEL NEVADO ROJAS

CONSTANCIA DE VERIFICACION DE ORIGINALIDAD

Yo Dra. Ysabel Nevado Rojas usuario revisor de la Tesis titulada: “Evaluación físico-química y microbiológica del agua que consume la población de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo del distrito de Olmos-Lambayeque”

Cuyo autor (es) son:

1.- Helga Kelly Cordova Lopez; identificado (a) (os) (as) con documento de identidad: 73976793; declaro que la evaluación realizada por el Programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud 19 %, verificables en el Resumen del Reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito (a) analizó reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos,

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque, 03 de enero del 2023



Dra. Ysabel Nevado Rojas

DNI: 16686336

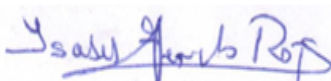
Evaluación físico-química y microbiológica del agua que consume la población de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo del distrito de Olmos-Lambayeque

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	18%	11%	11%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
2	repositorio.unab.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	eprints.ucm.es Fuente de Internet	1%
7	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	www.scribd.com Fuente de Internet	1%



Dra. Ysabel Nevado Rojas
Asesora

9	Submitted to Universidad de Málaga - Tii Trabajo del estudiante	1 %
10	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	1 %
11	myslide.es Fuente de Internet	1 %
12	qdoc.tips Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.uigv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	Submitted to Pontifical Catholic University of Puerto Rico Trabajo del estudiante	<1 %
15	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
16	FC INGENIERIA Y SERVICIOS AMBIENTALES SOCIEDAD ANONIMA CERRADA. "DIA del Proyecto Siembra e Irrigación de Palta Hass en el Lote A5 de 1000 ha-IGA0012158", R.D.G. N° 363-2016-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2020 Publicación	<1 %
17	repositorio.upch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	Marilyn Del Rosario Huamán Changa, Talia Mayra Rodriguez Gozar, David Díaz	<1 %



Dra. Ysabel Nevado Rojas
Asesora

Garamendi. "Comparación de propiedades físicas y mecánicas del hormigón tradicional y el hormigón con fibras metálicas recicladas", Gaceta Técnica, 2022

Publicación

19

www.coursehero.com

Fuente de Internet

<1 %

20

repositorio.unapiquitos.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

21

Jorge Enrique Díaz-Pinzón. "Grado de correlación entre los hábitos de consumo de los videojuegos relacionado con el género", AiBi Revista de Investigación, Administración e Ingeniería, 2023

Publicación

<1 %

22

PROYECTOS Y ESTUDIOS MUNDIALES DE INVERSION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - PROESMIN S.A.C.. "Plan de Cierre de Minas Detallado para el Proyecto Explotación Minera de Caliza - El Silencio 8-IGA0007092", R.D. N° 128-2017-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI, 2020

Publicación

<1 %

23

prezi.com

Fuente de Internet

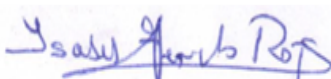
<1 %

24

repositorio.unheval.edu.pe

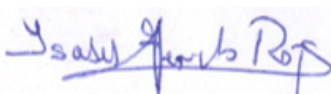
Fuente de Internet

<1 %



Dra. Ysabel Nevado Rojas
Asesora

25	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1 %
26	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
29	G. Wesley McCall, Peter I. Nabelek, Robert L. Bauer, Michael D. Glascock. "Petrogenesis of Archean lamprophyres in the southern Vermilion Granitic Complex, northeastern Minnesota, with implications for the nature of their mantle source", Contributions to Mineralogy and Petrology, 1990 Publicación	<1 %
30	repositorio.ulasamericas.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
31	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
32	ciencia.lasalle.edu.co Fuente de Internet	<1 %
33	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %



Dra. Ysabel Nevada Rojas
Asesora

Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación, podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Helga Kelly Córdova López

Título del ejercicio: Tesis: Evaluación Físico química y microbiológica del agua c...

Título de la entrega: Evaluación físico-química y microbiológica del agua que con...

Nombre del archivo: Crist_bal_Chico_y_El_Cardo_del_distrito_de_Olmos-Lambayeq...

Tamaño del archivo: 2.24M


Total páginas: 315

Total de palabras: 81,759


Total de caracteres: 398,999

Fecha de entrega: 04-ene.-2024 12:20a. m. (UTC-0500)

Identificador de la entre... 2208688480



UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA



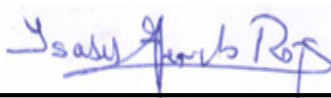
"Evaluación físico-química y microbiológica del
agua que consume la población de los caseríos
San Cristóbal Chico y El Cardo del distrito de
Olmos-Lambayeque".

TESIS
Para optar el título profesional de:
INGENIERO QUÍMICO

Autor:
Córdova López Helga K.

Asesora:
Dra. Nevado Rojas Ysabel

Lambayeque



Dra. Ysabel Nevado Rojas
Asesora