

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**

**Facultad de Ingeniería de Minas**

**Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Seguridad Industrial**



**TESIS**

Para Optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental y Seguridad Industrial

**“MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL  
CP “EL CARMEN” – TAMBOGRANDE UTILIZANDO EL ICA COMO  
INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN EN EL PERIODO MAYO-  
AGOSTO DEL 2022”**

**Presentado Por:**

**BACH. GUEVARA MANRIQUE JEIMY MELISSA**

**Asesor:**

**DR. CARLOS IVÁN MARCHENA TORRES MSC.**

**Línea de investigación: Aprovechamiento y gestión sostenible del ambiente.**

**Sub-línea de investigación: Tratamiento de aguas**

**PIURA - PERÚ**

**2022.**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**

**Facultad de Ingeniería de Minas**

**Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Seguridad Industrial**



**TESIS:**

Para Optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental y Seguridad Industrial

**“MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL CP “EL CARMEN” – TAMBOGRANDE UTILIZANDO EL ICA COMO INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN EN EL PERIODO MAYO-AGOSTO DEL 2022”**

Presentado Por:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jeimy Melissa Guevara Manrique'.

**BACH. GUEVARA MANRIQUE JEIMY MELISSA**  
**Ejecutor**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Carlos Iván Marchena Torres'.

---

**Dr. CARLOS IVÁN MARCHENA TORRES. MSc**  
**Asesor**

**Línea de investigación: Aprovechamiento y gestión sostenible del ambiente.**  
**Sub-línea de investigación: Tratamiento de aguas**

**PIURA – PERÚ**

**2022**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**

**Facultad de Ingeniería de Minas**

**Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Seguridad Industrial**



**TESIS:**

Para Optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental y Seguridad Industrial

**“MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL CP “EL CARMEN” – TAMBOGRANDE UTILIZANDO EL ICA COMO INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN EN EL PERIODO MAYO- AGOSTO DEL 2022”**

**Aprobado por:**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Elmer Arenas'.

---

**Dr. Elmer Ronald Arenas Ríos MSc  
Presidente**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Oscar Aliaga'.

---

**Dr. Oscar Antonio Aliaga Flores MSc  
Secretario**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Raúl Izquierdo'.

---

**Ing. Raúl Izquierdo Gonzales MSc.  
Vocal**

**PIURA – PERÚ  
2022**

## **“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”.**

Yo, GUEVARA MANRIQUE JEIMY MELISSA, identificado con DNI N° 70059169, Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y de Seguridad Industrial, de la Facultad de Ingeniería de Minas domiciliado en PP. JJ 13 de Julio Jr. San Francisco 345, Paita Baja, Provincia de Paita, Departamento de Piura.

DECLARO BAJO JURAMENTO: Que la tesis que presento es original e inédita, no siendo copia parcial ni total de una tesis desarrollada, y /o realizado en el Perú o en el extranjero, en caso de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el 411, del código Penal concordante con el Art. 32° de la Ley n° 27444, y Ley de Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor.

En fe de lo cual firmo la presente.

**Piura-Perú, diciembre del 2022.**



---

GUEVARA MANRIQUE JEIMY MELISSA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS  
**DECANATO**

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

# ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado Calificador nombrados mediante **Resolución N° 1087-CF-2022** de fecha 05 de diciembre del dos mil veintidós, que suscriben, reunidos el día jueves 29 de diciembre del dos mil veintidós, a horas 09:00 a.m., en el Aula Virtual del CIT-UNP, para la sustentación de la Tesis titulada “**MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL CP “EL CARMEN” – TAMBOGRANDE UTILIZANDO EL ICA COMO INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN EN EL PERIODO MAYO- AGOSTO DEL 2022**”. conducida por la señorita Bachiller en Ingeniería Ambiental y Seguridad Industrial: **GUEVARA MANRIQUE JEIMY MELISSA**, y que cuenta con el asesoramiento del **Dr. Ing. Carlos Iván Marchena Torres**; Efectuadas las observaciones y dadas las respuestas, lo declaran:

DESAPROBADO	A P R O B A D O			
	Bueno	Muy Bueno	Sobresaliente	Excelente
	-----	-----	X	-----

En consecuencia, queda en condición de ser calificado **APTO** y solicitar al Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura, le otorgue el **TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL**, de conformidad con lo estipulado en las normas legales vigentes de la Universidad Nacional de Piura.

Piura, 29 de diciembre de 2022

**Dr. Ing. ELMER RONALD ARENAS RIOS**  
Presidente del Jurado Calificador

**Dr. Ing. OSCAR ANTONIO ALIAGA FLORES**  
Secretario del Jurado Calificador

**Ing. RAUL IZQUIERDO GONZALEZ, M.Sc.**  
Vocal del Jurado Calificador.

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme fortaleza para ir avanzando paso a paso.

El presente trabajo de investigación va dedicado a mis ahora ángeles, Segundo y Concepción que fueron y seguirán siendo los pilares en mi vida, sin ellos los años de universidad no hubiesen sido posible. Sus enseñanzas aun las tengo presente día a día, me forjaron con ética y buenos valores que son vitales para la vida. Sus canas fueron sinónimo de sabiduría, desde su partida todo fue tan distinto, cuanta falta me hacen viejitos.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a Dios por bendecir mi vida.

A mis padres por ser los principales promotores de este sueño, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

A nuestros docentes de la Universidad Nacional de Piura, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión.

A mi tutor de tesis Dr. Ing. Carlos Iván Marchena Torres, por haberme guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino a lo largo de mi carrera universitaria y haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando mis valores.

## CONTENIDO

DEDICATORIA .....	5
AGRADECIMIENTO.....	6
ÍNDICE DE CUADROS.....	9
ÍNDICE DE TABLAS .....	9
ÍNDICE DE FIGURAS .....	9
ÍNDICE DE ANEXOS.....	10
RESUMEN .....	11
ABSTRACT .....	13
INTRODUCCIÓN.....	15
CAPÍTULO I.....	17
1. ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA.....	17
1.1 DESCRIPCION DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	17
1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	18
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.4 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
1.5 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
1.6 OBJETIVOS.....	19
1.7 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
CAPÍTULO II.....	21
2. MARCO TEÓRICO .....	21
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	21
2.2. BASES TEORICAS .....	24
2.3. GLOSARIO DE TERMINOS BÁSICOS .....	28
2.4. MARCO REFERENCIAL SOCIAL.....	36
2.5. MARCO LEGAL .....	38
2.6. HIPÓTESIS .....	48
2.7. VARIABLES .....	48
2.8. TABLA 01. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	49
CAPÍTULO III .....	50
3. MARCO METODÓLGICO.....	50
3.1 ENFOQUE.....	50
3.2 DISEÑO .....	50
3.3 NIVEL.....	50
3.4 TIPO.....	51

<b>3.5</b>	<b>MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS</b> .....	51
<b>3.6</b>	<b>TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b> .....	52
<b>3.7</b>	<b>INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b> .....	53
<b>3.8</b>	<b>VALIDEZ Y CONFIABILIDAD</b> .....	53
<b>3.9</b>	<b>ASPECTOS ÉTICOS</b> .....	54
<b>3.10</b>	<b>ENFOQUE</b> .....	55
<b>3.11</b>	<b>ALCANCE O NIVEL:</b> .....	55
<b>3.12</b>	<b>SUJETOS DE INVESTIGACIÓN</b> .....	55
<b>3.13</b>	<b>MATERIALES Y EQUIPOS</b> .....	55
<b>3.14</b>	<b>REACTIVOS</b> .....	56
<b>3.15</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA</b> 56	
<b>3.16</b>	<b>DATOS DE LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO EN ESTUDIO</b> ....	56
<b>3.17</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO EMPLEADO</b> .....	57
<b>3.18</b>	<b>TECNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA</b> <b>INFORMACION</b> .....	59
<b>3.19</b>	<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b> .....	59
	<b>CAPÍTULO IV</b> .....	62
	<b>RESULTADOS</b> .....	62
<b>4.1</b>	<b>RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS DURANTE EL</b> <b>PERIODO MAYO – AGOSTO 2022</b> .....	62
<b>4.2</b>	<b>DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA</b> <b>GENERAL “ICA”</b> .....	62
<b>4.3</b>	<b>ESTIMACION DEL INDICE DE CALIDAD DE AGUA GENERAL</b> <b>“ICA”</b> .....	63
<b>4.4</b>	<b>PROCESAMIENTO DE DATOS</b> .....	70
	<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	74
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	75
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	76
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	77
	<b>ANEXOS</b> .....	79

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 01: Métodos utilizados.....	51
Cuadro 02: Cálculo del caudal volumétrico.....	55
Cuadro 03: Análisis de varianza.....	59
Cuadro 04: Razón F.....	60
Cuadro 05: Determinación de Nitratos.....	69
Cuadro 06: Determinación de sulfatos .....	70
Cuadro 07: Determinación de nitritos .....	70
Cuadro 07: Análisis microbiológicos .....	71

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Matriz de operacionalización de variables .....	48
Tabla 01: Clasificación del ICA propuesto por Brown.....	62
Tabla 03: Pesos Relativos para cada parámetro ICA.....	63
Tabla 04: Solubilidad del oxígeno en agua dulce.....	68
Tabla 05: Hoja de cálculo del ICA .....	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Indicadores Hídricos .....	25
Figura 02: Proceso de Tratamiento de agua potable.....	28
Figura 03: Mapa del distrito de Tambogrande.....	36
Figura 04: Requisitos para recepción de muestras A. Microbiológicos .....	42
Figura 05: Requisitos para recepción de muestras A. Parasitológicos .....	43
Figura 06: Requisitos para recepción de muestras fco. químicos.....	44
Figura 07: Análisis de homocedasticidad.....	58
Figura 08: Valoración de la calidad del agua: coliformes.....	64
Figura 09: Valoración de la calidad del agua: p H.....	64
Figura 10: Valoración de la calidad del agua: DBO5.....	65
Figura 11: Valoración de la calidad del agua: Nitratos.....	65
Figura 12: Valoración de la calidad del agua: Fosfatos.....	65
Figura 13: Valoración de la calidad del agua: Temperatura .....	66
Figura 14: Valoración de la calidad del agua: Turbidez.....	67
Figura 15: Valoración de la calidad del agua: SDT.....	67
Figura 16: Valoración de la calidad del agua:OD.....	68

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia .....	79
Anexo 02: Matriz general de consistencia .....	81
Anexo 03: Resultados de análisis .....	83
Anexo 04: Resultados de análisis .....	84
Anexo 05: LMP microbiológicos .....	85
Anexo 06: LMP organolépticos .....	86
Anexo 06: LMP químicos inorgánicos .....	87
Anexo 06: LMP orgánicos .....	88
Anexo 06: LMP orgánicos .....	89
Anexo 06: LMP orgánicos .....	90
Anexo 06: Evidencias fotográficas .....	91

## RESUMEN

El presente trabajo de tesis consiste en la descripción de las condiciones actuales de abastecimiento de agua de los pobladores del caserío El Carmen en el distrito de Tambogrande en la provincia de Piura y que tiene como objetivo principal verificar si el agua que consumen dichos pobladores cumple con los requisitos mínimos para ser utilizada como agua potable según establece la normatividad vigente, durante el periodo de evaluación del presente trabajo de Investigación, el cual establece las disposiciones generales con relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano, con la finalidad de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población.

“La meta 6.1 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible exige un acceso universal y equitativo al agua potable salubre y asequible. El seguimiento de la meta se realiza mediante el indicador de «servicios de suministro de agua potable gestionados de manera segura», es decir, agua potable procedente de una fuente mejorada de suministro de agua ubicada en el lugar de uso, disponible cuando se necesita y que no contenga contaminación fecal ni de sustancias químicas prioritarias”. (Salud O. M., 2022).

“El agua salubre y fácilmente accesible es importante para la salud pública, tanto si se utiliza para beber, para uso doméstico, para producir alimentos o para fines recreativos. La mejora del abastecimiento de agua, del saneamiento y de la gestión de los recursos hídricos puede impulsar el crecimiento económico de los países y contribuir en gran medida a la reducción de la pobreza”. (Salud O. M., 2022).

“El ICA es un número (entre 0 y 1) que señala el grado de calidad de un cuerpo de agua, en términos del bienestar humano independiente de su uso. Este número es una agregación de las condiciones físicas, químicas y en algunos casos microbiológicas del cuerpo de agua, el cual da indicios de los problemas de contaminación.

Toma en cuenta una gama de factores ambientales a través de variables simples que permiten el análisis de los principales orígenes de la contaminación: oxígeno disponible, materia orgánica, sólidos, mineralización, acidez, entre otros, y características claves de la columna de agua como la temperatura.

Sin embargo, el alcance de este indicador no es capaz de integrar la complejidad de los fenómenos naturales y la variabilidad climática de forma minuciosa y diferencial, impidiendo identificar de forma específica si el origen de los aportes a la muestra es natural o antrópico, aunque algunas veces puede inferirse intuitivamente el origen principal de dichos aportes”. (Instituto de Hidrología, 2022)

Los parámetros físico químicos y microbiológicos son agentes de alto riesgo en relación a los requisitos que debe cumplir un agua apta para consumo humano. La tesis, se ejecutó para poder determinar si el agua de abastecimiento cumple con los parámetros fisicoquímico y

microbiológico utilizando el Índice de calidad del agua como parámetro de evaluación que nos permita proponer alternativas que se pueden aplicar para una mejorar la gestión del agua y evitar enfermedades diarreicas agudas por el uso de agua no apta para el consumo humano.

En el capítulo I, de la tesis; se describe el problema de investigación, que consiste en analizar los principales aspectos de la gestión del recurso hídrico dentro del caserío y verificar si el agua cumple con los requisitos básicos de calidad , se obtuvo información de tres muestreos periódicos que se realizaron de manera trimestral que resultaron fundamentales para lograr los objetivos del presente proyecto.

En el capítulo II, planteo el marco teórico que guiara la tesis; inicio con la descripción de los antecedentes internacionales, nacionales y locales, principales bases teóricas que son según (Arias, 1999.): “Un conjunto de conceptos y proposiciones que constituyen un punto de vista o enfoque determinado, dirigido a explicar el fenómeno o problema planteado”, también encontramos la definición conceptual y la formulación de las hipótesis, variables y su operacionalización.

En el capítulo III, se analizó la metodología de la investigación la cual se realizó en base a la metodología del estudio de casos; obteniendo información de diferentes fuentes, como entrevistas, documentos, observaciones y una evaluación de parámetros de calidad de agua, para ello se determinó el tipo, enfoque, alcance, tipo de investigación así también como la población, muestra, técnicas e instrumentos de medición de las variables y las técnicas para la presentación de los datos. En el capítulo IV, se presenta los resultados obtenidos durante el periodo que duro el presente trabajo de investigación, así como los análisis fisicoquímico y microbiológico mediante el procesamiento de datos y la contrastación o prueba de hipótesis de la investigación. Por último, en la parte final de este trabajo de investigación en el capítulo V, detallamos las conclusiones del presente trabajo, así como las recomendaciones y discusión de los resultados con los respectivos anexos y las referencias bibliográficas.

**Palabras claves: Índice de Calidad del agua, parámetros, agua subterránea.**

## ABSTRACT

The present thesis work consists of the description of the current conditions of water supply of the residents of the El Carmen hamlet in the district of Tambogrande in the province of Piura and whose main objective is to verify if the water consumed by these residents complies with the minimum requirements to be used as drinking water as established by current regulations, during the evaluation period of this research work, which establishes the general provisions in relation to the management of water quality for human consumption, with the purpose of guarantee its safety, prevent health risk factors, as well as protect and promote the health and well-being of the population.

“Target 6.1 of the Sustainable Development Goals calls for universal and equitable access to safe and affordable drinking water. The target is monitored by the indicator “safely managed drinking water supply services”, i.e. drinking water from an improved water supply source located at the point of use, available when needed and that does not contain fecal contamination or priority chemical substances. (Health O.M., 2022).

“The ICA is a number (between 0 and 1) that indicates the degree of quality of a body of water, in terms of human well-being independent of its use. This number is an aggregation of the physical, chemical and in some cases microbiological conditions of the body of water, which gives indications of pollution problems.

It takes into account a range of environmental factors through simple variables that allow the analysis of the main sources of contamination: available oxygen, organic matter, solids, mineralization, acidity, among others, and key characteristics of the water column such as temperature.

However, the scope of this indicator is not capable of integrating the complexity of natural phenomena and climate variability in a detailed and differential way, preventing the specific identification of whether the origin of the contributions to the sample is natural or anthropic, although sometimes the main origin of these contributions can be intuitively inferred”. (Institute of Hydrology, 2022)

The physical, chemical and microbiological parameters are high-risk agents in relation to the requirements that a water suitable for human consumption must meet. The thesis was carried out in order to determine if the supply water complies with the physicochemical and microbiological parameters using the Water Quality Index as an evaluation parameter that allows us to propose alternatives that can be applied to improve water management and avoid diseases. acute diarrhea due to the use of water unfit for human consumption.

In chapter I, of the thesis; The research problem is described, which consists of analyzing the main aspects of water resource management within the village and verifying if the water meets the basic quality requirements, information was obtained from three periodic samplings that were carried out quarterly that They were essential to achieve the objectives of this project.

In chapter II, I present the theoretical framework that will guide the thesis; I begin with the description of the international, national and local background, the main theoretical bases that are according to (Arias, 1999.): "A set of concepts and propositions that constitute a particular point of view or approach, aimed at explaining the phenomenon or problem raised”, we also find the conceptual definition and the formulation of the hypotheses, variables and their operationalization.

In chapter III, the research methodology was analyzed, which was carried out based on the case study methodology; Obtaining information from different sources, such as interviews, documents, observations and an evaluation of water quality parameters, for this the type, focus, scope, type

of investigation as well as the population, sample, techniques and measurement instruments were determined. variables and techniques for data presentation. In chapter IV, the results obtained during the period of this research work are presented, as well as the physicochemical and microbiological analyzes through data processing and the contrasting or testing of research hypotheses. Finally, in the final part of this research work in chapter V, we detail the conclusions of this work, as well as the recommendations and discussion of the results with the respective annexes and bibliographical references.

**Keywords: Water Quality Index, parameters, groundwater.**

## INTRODUCCIÓN

“El agua es la esencia de la vida. El agua potable y el saneamiento son indispensables para la vida y la salud, y fundamentales para la dignidad de toda persona. Sin embargo, 884 millones de personas carecen de acceso a fuentes mejoradas de agua potable, y 2.500 millones no disponen de servicios mejorados de saneamiento.” (Unidas., 2011.)

El agua subterránea es una de las principales fuentes de abastecimiento para las poblaciones en la mayoría de casos que viven en zonas alejadas de las grandes urbes, así como la principal reserva para uso poblacional en caso de sequía. Durante bastantes periodos de tiempo, al agua se le había considerado como un recurso natural inacabable, hoy en día en pleno siglo XXI se ha logrado establecer que este valioso recurso corre el riesgo de agotarse debido al estrés hídrico y sequías que afectan muchas regiones de algunos países. En nuestra región Piura es sabido que las sequías por la ausencia de lluvias suceden justo en el periodo abril a julio de todos los años.

Las recientes crisis hídricas en Sao Paulo, California y Las Vegas han demostrado la necesidad de gestionar el agua subterránea para garantizar el abastecimiento a la población.

Las causas básicas de la actual crisis del agua y el saneamiento radican en la pobreza, las desigualdades y la disparidad en las relaciones de poder, y se ven agravadas por los retos sociales y ambientales, como la urbanización cada vez más rápida, el cambio climático, y la creciente contaminación y merma de los recursos hídricos

El Perú no está ajeno a esta problemática. Con el fin de cautelar el aprovechamiento eficiente y sostenible de las aguas subterráneas, el Decreto Legislativo N°1185 reguló el régimen especial de monitoreo y gestión de uso de aguas subterráneas a cargo de las EPS, estableciendo el pago de una tarifa por dicho servicio, cuya metodología de cálculo fue encargada a la SUNASS.

El servicio de monitoreo y gestión de uso de las aguas subterráneas consiste en la puesta a disposición del recurso hídrico subterráneo en favor de los usuarios que explotan dichas aguas. Para ello, las EPS monitorean el nivel y calidad de los acuíferos y realizan inversiones, cuyos costos han venido siendo financiados por los usuarios del servicio de agua potable conectados a la red pública.

Asimismo, permitirá recuperar los costos de inversión, operación y mantenimiento en los que la EPS incurre para que los usuarios que se abastecen con pozos tengan a su disposición las aguas subterráneas. De este modo, la tarifa genera incentivos para su aprovechamiento eficiente y sostenible. (latina., 2022)

“El Perú es pionero en América Latina en disponer de medidas para proteger las aguas subterráneas mediante la implementación de un marco regulatorio de avanzada, sostuvo el Presidente del Consejo Directivo de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), Fernando Momiy. (américas., 2022)

Las estadísticas actuales del Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018, indican que la demanda mundial de agua se ha estimado en alrededor de 4.600 km<sup>3</sup>/año y se prevé que aumente entre un 20% y un 30% (de 5.500 a 6.000 km<sup>3</sup>/año) para 2050 (Burek, 2016). El mismo informe indica que el uso global del agua ha aumentado seis veces en los últimos 100 años y sigue creciendo de manera constante a una tasa aproximada del 1% anual.

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible establece una serie de retos ambiciosos para la comunidad mundial. Estos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) incluyen metas para el acceso al agua y al saneamiento seguros y una mejor gestión del agua, al igual que objetivos para afrontar la desigualdad y la discriminación, incluyendo propósitos generales para “no dejar a nadie atrás” y “llegar primero a los más rezagados”. Hasta la fecha, estos son retos que han demostrado ser difíciles de cumplir, en parte porque son complejos, pero también debido a la

inercia política. El contexto global para esta agenda podría caracterizarse como “la crisis es la nueva normalidad”, con inseguridad política, social, económica y desafíos ambientales a una escala abrumadora. Esto llama a redoblar esfuerzos y seleccionar enfoques cuidadosamente para lograr un cambio transformador (Unesco, NO DEJAR A NADIE ATRAS, 2019).

El deterioro de los recursos hídricos mundiales pone en peligro la consecución del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) N° 6 de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, cuya meta es conseguir el acceso al agua limpia y el saneamiento para todos en los diez próximos años. Se trata de un reto muy considerable, habida cuenta de que en el mundo hay actualmente 2.200 millones de personas privadas de acceso al agua potable y otros 4.200 millones que carecen de sistemas de saneamiento seguros.

“El agua está en el centro de muchas de estas disputas; no cabe investigarla como si fuera un elemento aislado. El agua es un bien económico con un valor determinado, se invierte en ella para cosecharla y distribuirla, pero también es generadora de creencias culturales que modelan el imaginario de los pueblos.

Del agua dependen la salud, la vida, las actividades productivas, por eso los grupos humanos originarios buscaron ríos y lagos donde asentarse. En todo el decurso de nuestra historia, el agua ha sido y es el elemento de nuestro entorno más esencialmente asociado al ser humano. No por nada somos 75% de agua al nacer.” (Pueblo, 2015).

El presente trabajo de investigación busca encontrar una solución a un problema muy común dentro de las comunidades rurales de nuestro país como lo es el abastecimiento del recurso hídrico para actividades de consumo humano, este trabajo busca proporcionar una explicación de los conflictos sociales en los que el uso y aprovechamiento del agua es la causa de enfrentamientos entre sectores de la sociedad y entre estos y el Estado o las empresas. En esa dirección se ha revisado el papel cumplido por las entidades estatales con facultades en esta materia, tanto las que desarrollan tareas de gestión pública como las de gestión de conflictos sociales.

# CAPÍTULO I

## 1. ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA

### 1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

“Los problemas centrales sobre el agua en el Perú son, a su vez, materia de preocupación a nivel mundial. Según el Programa conjunto de seguimiento de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), 2600 millones de personas carecen de acceso a saneamiento básico.

Durante los últimos 20 años a nivel mundial se ha agravado la situación de la oferta hídrica tanto para consumo humano como para actividades agroindustriales, la cual se debe en gran medida primero al rápido crecimiento de la población urbana (actualmente más de la mitad de la población mundial vive en zonas urbanas y se estima que para el año 2025 esa proporción se habrá elevado a un 60%) y segundo al aumento de las actividades agroindustriales debido al incremento de la demanda de alimentos a nivel mundial por el crecimiento exponencial de la población, lo cual conlleva a una alta presión el recurso en muchos países, al punto que ya se puede decir que la cantidad de agua existente para todos los usos está escaseando.

En nuestro país la situación no es distinta. Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento el 93.4% de sus habitantes tiene acceso al agua potable en el ámbito urbano y solo el 63.2% en el rural. Del volumen anual utilizado el 87.7% va a la agricultura, el 9.9% al abastecimiento de agua a las poblaciones, el 0.9% a la industria y el 1.5% restante a la minería. La calidad del agua en nuestro país se ha visto afectada por los pasivos ambientales remanentes de la pasada actividad extractiva y los estragos que causan actividades productivas como la agricultura (por el uso de abonos sintéticos, plaguicidas y fertilizantes), la minería informal e ilegal; y, desde luego, un débil control estatal.” (Pueblo, 2015).

En la región Piura la agricultura se ha convertido en una de las principales actividades económicas, desplazando incluso a muchas otras como la pesca y el petróleo y la minería no metálica en lo que se refiere a la cantidad de hectáreas sembradas al año 2019, según la ANPE al 20 de enero del 2020 Piura registra 11800 has de cultivos orgánicos, lo cual es importante no sólo en el ámbito económico sino en la seguridad alimentaria tanto de la región, el país y el mundo entero razón por la cual se ha buscado sostener la producción agrícola lo largo de los años. Para el año 2019 se ocuparon 45000 hectáreas de suelo entre cultivos transitorios, permanentes y estacionales. Los diez principales cultivos fueron cacao, maíz duro, banano, café, plátano, caña de azúcar, maíz suave seco, maíz suave choclo y frejol seco con 1.737.517 hectáreas, con una producción total de 21.178.970 toneladas, estas actividades son las causantes del incremento del consumo de agua y por consiguiente genera un conflicto social entre el consumo para la población como las actividades agrícolas. (Cuéllar, 2016).

La falta de agua potable en 18 caseríos de la margen izquierda de Tambogrande (Piura) sigue siendo uno de los principales problemas para los pobladores de esta zona. A diario los moradores tienen que emprender largas caminatas para poder conseguir un poco de agua. Incluso hay personas que se levantan a las 5:00 a.m. para recorrer varios kilómetros hasta llegar al sector Nueva La Greda, donde existe un pozo de agua que abastece a los pueblos aledaños.

Es menester recalcar que el agua que se recoge en algunas zonas como La Nueva Greda – no es apta para el consumo humano, pues los pobladores tienen que realizar un complejo proceso de salubridad para poder ingerirla.

## **1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1 Problema General**

➤ No se conoce el estado actual de la calidad del agua a través del cálculo y análisis de indicadores que nos suministren información de la calidad y grado de contaminación del recurso, el cual abastece el CP El Carmen en el distrito de Tambogrande.

### **1.2.2 Problemas específicos**

- No existe una información ordenada que permita reunir los datos de los parámetros obtenidos en los monitoreos realizados en años anteriores que nos permita determinar el índice de calidad del agua ICA del CP El Carmen – Tambogrande de años anteriores.
- No se analiza los resultados obtenidos por los indicadores de calidad del agua ICA en la actualidad.
- No hay información de resultados obtenidos en el presente trabajo como en años anteriores y ver si se ha incrementado o disminuido el ICAs.
- No existen medidas de mejoramiento para la conservación y cuidado del recurso hídrico del CP el Carmen Tambogrande, ya que no se cuenta con un programa establecido de monitoreo y seguimiento.
- Las enfermedades gastrointestinales se manifiestan con mayor frecuencia en la población si es que no se analiza la calidad de agua subterránea de CP El Carmen.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación que se presenta a continuación se realizará entre el periodo de mayo al mes de agosto del año 2022 entre muestras de aguas tomadas de la fuente principal de abastecimiento de agua de la población en estudio, así como de los recipientes que almacenan agua y que son utilizados por los pobladores del CP El Carmen del distrito de Tambogrande con el fin de determinar el ICA del agua de consumo. El análisis de los datos que surjan del presente trabajo de investigación podrá ser utilizado o bien para fortalecer o bien para desestimar las presunciones de riesgo de contaminación de la misma y valorar su uso en determinadas actividades domésticas y de uso agropecuario.

Pensamos que mediante el análisis detallado del ICA de la zona durante el período mayo a agosto del 2022 , así como la indagación acerca de cómo es el abastecimiento de agua en la zona nos permitirá aclarar los mecanismos en gestión de recursos hídricos que debemos tomar y que posibiliten el desarrollo sostenible de los pobladores y así minimizar los efectos de la crisis hídrica en la zona en tiempos de estiaje, y así mejorar y diseñar políticas públicas regulatorias que favorezcan la estabilidad de la población.

A la luz de la situación actual, este trabajo es de fundamental importancia, dado que el estudio de la calidad del agua de la fuente de abastecimiento nos permitirá en un futuro evitar aquellas enfermedades gastrointestinales propias de un agua de mala calidad que se presentan en los niños, así como aquellas enfermedades que pueden ser transmitidas por un agua con deficiente tratamiento microbiológico y nos posibilitará detectar a tiempo y controlar futuras epidemias globales.

La presente investigación se enfocará en estudiar los hábitos de abastecimiento de la población del CP El Carmen del distrito de Tambogrande, ya que, debido a los recientes cambios con respecto a la disposición del agua para consumo humano en la región producidos por las actividades económicas de cultivos agroindustriales, el comportamiento de hábitos de consumo

se ha visto modificado. Así, el presente trabajo permitiría mostrar los cambios que la especie ha desarrollado para adaptarse a las nuevas circunstancias de su ecosistema, y profundizar los conocimientos en gestión de recursos hídricos, así como sobre los procesos de adaptación acelerada.

## **1.4 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

Para la elaboración del presente trabajo de investigación, las principales limitaciones de la investigación fueron: Limitaciones con respecto al monitoreo de la fuente de abastecimiento, ya que el monitoreo debía hacerse a primera hora de la mañana, ya que a esa hora se podía encontrar a los principales actores de este trabajo de investigación y poder elaborar nuestro trabajo con alta precisión y con datos confiables obtenidos de los propios pobladores de la zona.

El horario de abastecimiento de los pobladores de la fuente de agua es desde las 6.00 am hasta las 8.00 am, luego ya se cierra el pilón de abastecimiento.

Limitaciones con respecto al costo de los análisis, ya que algunos parámetros deberían tomarse in situ y otros deberían llevarse al laboratorio, lo cual solo fue posible en buena parte gracias al Instituto de medio ambiente de la Universidad Nacional de Piura, y debido a la falta de financiamiento externo los otros costos los asumió el tesista.

Limitaciones con respecto a los antecedentes, ya que no se encontró información reciente sobre trabajo alguno anterior al nuestro lo cual nos da una idea de la poca información que se cuenta para elaborar una data de muchos años atrás.

## **1.5 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

El trabajo de investigación nos resultó altamente viable debido a que se contó con todo el apoyo del instituto de medio ambiente de la Universidad Nacional de Piura para lo que fueron las réplicas de los análisis, ya que algunas muestras se hicieron en laboratorios acreditados como se puede observar en los anexos , se enviaron muestras a un laboratorio con un alto grado de confiabilidad para poder presentar los resultados con la exactitud y precisión esperada, así mismo se contó con toda la logística en materia de equipos de alta gama, personal del laboratorio, protocolos y guías de muestreo así como material didáctico para monitoreo de agua, durante los meses que duro el trabajo de investigación.

## **1.6 OBJETIVOS**

### **1.6.1 Objetivo general**

- Conocer el estado actual de la calidad del agua a través del cálculo y análisis de indicadores que nos suministren información de la calidad y grado de contaminación del recurso hídrico, el cual abastece el CP El Carmen en el distrito de Tambogrande.

### **1.6.2 Objetivos específicos.**

- Reunir los datos de los parámetros obtenidos en los monitoreos realizados en los años anteriores, así como en el presente trabajo y determinar el índice de calidad del agua ICA del CP El Carmen – Tambogrande.
- Analizar los resultados obtenidos por los indicadores ICA.
- Observar los resultados obtenidos en el presente trabajo como en años anteriores y ver si se ha incrementado o disminuido el ICAs.

- Proponer medidas de mejoramiento si así lo amerita el caso para la conservación y cuidado del recurso hídrico del CP el Carmen Tambogrande, ya que no se cuenta con un programa establecido de monitoreo y seguimiento.
- Proponer un programa de monitoreo y seguimiento continuo de evaluación del ICA para el CP El Carmen.

## **1.7 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.7.1 Espacio**

El desarrollo del presente trabajo de investigación se llevará a cabo en el CP El Carmen, distrito de Tambogrande, provincia de Piura en el departamento de Piura.

### **1.7.2 Tiempo**

Este trabajo se pretende empezarlo en mayo del año 2022 y se pretende concluirlo en agosto del 2022, con la sustentación del mismo.

### **1.7.3 Contenido**

Este trabajo consta de datos de monitoreos de la fuente de abastecimiento de agua del CP El Carmen, así como como la recolección de datos de monitoreos de años anteriores de la calidad del agua del CP El Carmen en el distrito de Tambogrande en la provincia de Piura en el departamento de Piura, así como una propuesta de gestión del recurso hídrico en la zona.

### **1.7.4 Alcance**

El alcance de este proyecto es analizar los datos obtenidos de monitoreos anteriores, así como de datos obtenidos en el presente trabajo de investigación con la finalidad de obtener una idea de cuál es el estado actual de la calidad del agua en el CP El Carmen en el distrito de Tambogrande en la provincia de Piura, y concluir si el ICA del agua ha ido mejorando o empeorando con el paso de los años.

Además, deducir una propuesta para gestión del recurso hídrico en la zona con la finalidad de reducir las enfermedades ocasionadas por el consumo de agua sin tratamiento así como cumplir con los estándares de calidad de agua para consumo humano según la normatividad emitida por DIGESA.

Esta información puede servir para la gestión integrada de los recursos hídricos a las autoridades municipales y organizaciones no gubernamentales, que buscan el desarrollo de las comunidades.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1. Antecedentes Nacionales.**

#### **A. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LA COMUNIDAD DE LLAÑUCANCHA DEL DISTRITO DE ABANCAY PROVINCIA DE ABANCAY 2017.**

Bach. Oscar AGUILAR SEQUEIROS Bach. Brillith NAVARRO ALFARO.

Universidad Tecnológica de los Andes- Escuela Profesional de Ingeniería ambiental y Recursos Naturales -2018

La evaluación de la calidad del agua se ha convertido en un tema muy relevante hoy en día debido al alcance de la información que estos monitoreos realizados deberían ser rutinarios en zonas muy alejadas de las grandes urbes, esto debido a que por su lejanía no se pueden realizar constantemente lo que conlleva a un incremento de enfermedades gastrointestinales en los niños menores de estas comunidades, el trabajo que a continuación se presenta; nos da una idea de lo que debería hacerse constantemente para mantener informado a la población de estas comunidades y puedan tomar las medidas correctivas del caso para evitar enfermedades gastrointestinales dentro de su comunidad.

La investigación se realizó en la comunidad de Llañucancha de la ciudad de Abancay durante el año 2017. Los objetivos que se plantearon fueron determinar los parámetros Físicos como: conductividad, temperatura, turbiedad, sólidos totales disueltos; determinar los parámetros químicos como: pH, dureza total, cloruros, sulfatos y alcalinidad; determinar parámetros Bacteriológicos como: coliformes totales, coliformes fecales, se analizaron muestras de agua procedentes de la captación de Siracachayoc, los cuales se utilizaron métodos según la norma técnica N°031.DIGESA(2012), reglamento de la calidad de agua para consumo humano MINAM(2012) en el laboratorio de control de la calidad de agua de la DESA de la Dirección regional de salud Apurímac los datos que fueron procesados se utilizó el paquete estadístico SPS (sistema de procesamiento de salud). Los resultados obtenidos en laboratorio muestran en los parámetros físicos fueron en pH  $7.78 \pm 4.0$ , Temperatura  $17.43 \pm 8.2$ , Conductividad  $138.12 \pm 4.1$ , Alcalinidad  $73.68 \pm 10.3$ ; mientras en los parámetros químicos los resultados que se obtuvieron fueron en dureza Total  $74.28 \pm 13.3$ , Calcio  $23.35 \pm 7.9$ , Magnesio  $4.74 \pm 9.8$ , Cloruros  $74 \pm 15.6$ ; entre tanto para los resultados bacteriológicos en las Unidades de Formadoras de Colonias en coliformes totales fueron en captación de  $18.67 \pm 28.05$ , en reservorio fue de  $18.08 \pm 13.51$ , en pileta domiciliaria fue de  $29.08 \pm 24.6$ , para los coliformes Termotolerantes en captación fue de  $6.67 \pm 16.83$ , en reservorio fue de  $1.75 \pm 2.60$  y en pileta domiciliaria fue de  $6.25 \pm 16.94$ . según la Norma Técnica 031-DIGESA en los parámetros fisicoquímicos se encuentran dentro de los valores normales para agua para consumo humano mientras para los coliformes totales y Termotolerantes el valor normal debe de ser.

#### **B. “ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y PERCEPCIÓN LOCAL EN LA POBLACIÓN DE LA LOCALIDAD DE SAN ANTONIO DE RANCAS, DEL DISTRITO DE SIMÓN BOLÍVAR, PROVINCIA Y REGION PASCO- 2018”**

Bach. Helen, ATENCIO SANTIAGO.

Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión Facultad de Ingeniería Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental-2018.

El estudio se realizó en la localidad de San Antonio de Rancas, distrito de Simón Bolívar, con objetivo de realizar el análisis físico, químico y microbiológico del agua de consumo humano y la percepción local de la población.

Para esto se tomó como referencia el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano: DS N° 031 – 2010 – SA del Ministerio de Salud y “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua” DS N° 004- 2017-MINAM, Categoría 1: Poblacional y Recreacional Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable. De las actividades realizadas para el análisis de agua se tomaron 2 puntos de muestreo los cuales incluye el reservorio de agua y la pileta de una vivienda, para cada sitio de muestreo se recolectó 3 muestras para el análisis físicos, químicos y microbiológicos respectivamente. Para la percepción local de agua de consumo se realizó una encuesta a la población de la localidad de San Antonio de Rancas. Finalizada la investigación podemos determinar que la calidad del agua que consume la población de la localidad de San Antonio de Rancas no es apta para consumo humano, ya que los parámetros de coliformes fecales y totales no cumplen con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S N°031-2010-SA), asimismo la percepción local de los pobladores mencionan que esta satisfechos con la cantidad de agua que llega a sus viviendas pero no conocen de la calidad de esta.

### **2.1.2. Antecedentes Internacionales**

#### **C. ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA) E ÍNDICE DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA (ICOS) EN QUEBRADA VILLA UBICADA EN EL BAGRE, ANTIOQUIA.**

Juan Esteban Piedrahita Vera

VICERRECTORÍA GENERAL DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

Universidad Santo Tomás – Bogotá 2018.

La Quebrada Villa es actualmente la fuente de abastecimiento del sistema de acueducto de Mineros S.A y del Municipio de El Bagre. Abastece a más de 30,000 habitantes, los cuales, si bien no le dan usos muy apropiados, tratándose de una cuenca que tiene como principal función el suministro de agua para el consumo humano, lo que hace una necesidad intervenir en el cuidado y conservación del recurso.

Los monitoreos de las fuentes de agua son de gran importancia para la vigilancia de su estado actual; el análisis de los indicadores ambientales es necesarios para obtener información sobre la calidad y la contaminación del recurso hídrico.

Este trabajo tuvo como finalidad precisamente eso, mediante parámetros como: DBO5, DQO, Conductividad Eléctrica, Coliformes Totales, Nitrógeno Total, pH, Sólidos Suspendidos Totales, Oxígeno Disuelto, Fosforo, Dureza, Alcalinidad y Temperatura, obtenidos de la Quebrada Villa, calcular y analizar el Índice de Calidad de Agua (ICA), el índice de Contaminación (ICOS) y el Índice de Calidad General en Corrientes Superficiales (ICACOSU).

Una vez obtenido los resultados se pretende evaluar e identificar el estado en cuanto a calidad y contaminación de la Quebrada Villa, así mismo se podrá realizar una comparación con los resultados obtenidos en los monitoreos hechos por la empresa Mineros S.A en los años entre el 2012 al 2018 y posterior a eso proponer medidas de mejoramiento para tal recurso

Una de las actividades más importantes para la gestión del recurso hídrico es el monitoreo periódico de los cuerpos de agua, esta actividad permite la detección temprana de cambios en la

calidad del recurso. Y es precisamente esto lo que se busca con la realización del trabajo, conocer el estado en el que se encuentra el recurso hídrico de la Quebrada Villa, a través de metodologías y el uso de indicadores que nos permitan determinar la calidad del agua y su grado de contaminación.

Con los parámetros tomados en Quebrada Villa, como: DBO5, DQO, Conductividad Eléctrica, Coliformes Totales y E. Coli, Grasas, Nitratos, pH, Sólidos Suspendidos Totales, Oxígeno Disuelto, Fosforo, Turbiedad, color y Temperatura, se pretende calcular y analizar el Índice de Calidad de Agua (ICA), el índice de Contaminación (ICOS) y el Índice de Calidad General en Corrientes Superficiales (ICACOSU). Con el fin de ver en qué estado se encuentra el recurso hídrico en la quebrada, comparar los resultados con los análisis de los indicadores de calidad tomados en los años anteriores por la empresa Mineros S.A y sugerir y plantear medidas y recomendaciones para el mejoramiento de la calidad del agua.

El estudio de éstos índices depende de las diferentes variables tomadas, para de esta manera alimentar las ecuaciones propuestas; Según la literatura (RAMÍREZ. A, 1997), es mejor tener los resultados brindados por los dos índices, el ICA y el ICOS, debido a que por sí solo el ICA no brinda información amplia.

#### **D. GUÍA PARA LA GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO CON MANEJO DE INUNDACIONES CASO DEL RÍO ACOMÉ EN EL MUNICIPIO LA GOMERA –ESCUINTLA-**

Ing. Agr. Jorge Andrés, ROBLES RIVERA. —Guatemala 2016.

Universidad de San Carlos de Guatemala - Facultad de Ingeniería.

Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS).

"La gestión integrada de los recursos hídricos es un proceso que promueve, en el ámbito de la cuenca hidrográfica, el manejo y desarrollo coordinado del uso y aprovechamiento multisectorial del agua con los recursos naturales vinculados a esta, orientado a lograr el desarrollo sostenible del país sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas" Artículo 06 del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos en el Perú, pero también como podemos observar en este trabajo de investigación la Gestión de los Recursos hídricos es un tema de carácter mundial dada su relevancia debido al cambio climático que el planeta tierra esta experimentando.

Dentro del área de influencia del río Acomé se encuentran ubicadas varias fincas de producción de caña de azúcar, del ingenio La Unión principalmente, por lo que toma una gran importancia la construcción de medidas de protección contra inundaciones.

Se determinó que para la sostenibilidad de la cuenca es necesario gestionar las acciones vinculando los diferentes elementos naturales, sociales, políticos, económicos y tecnológicos.

Se analizó 2,800 metros dividiéndolo en 3 tramos diferentes, para los cuales se realizaron análisis de períodos de retorno de 10, 50 y 100 años. En el primer tramo se determinó que para los dos últimos períodos existe un alto riesgo debido a que no existen medidas de protección que contenga el crecimiento del río. Este mismo riesgo se ve reflejado para el segundo tramo para el período de retorno de 10 años.

Se identificaron las áreas propensas a sufrir inundaciones y se estimaron los niveles alcanzados por el agua en los diferentes escenarios, por lo que se sugiere el dimensionamiento hidráulico de las medidas de protección a construir, como los son las bordas y la utilización de espigones para estabilizar las curvas del río, así como también el establecimiento de una GIRH.

#### **E. ANÁLISIS DE LA INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS EN LA LEGISLACIÓN DE AGUAS**

Ciro Marco, CASTRO GUAJARDO- Santiago de Chile 2016.

Universidad de Chile- Facultad de Derecho Escuela de Graduados Centro de Derecho Ambiental. El agua es un recurso estratégico en un mundo que está cambiando de manera muy rápida. El sostenido crecimiento económico de Chile en las últimas décadas ha generado, al igual que ha sucedido en los países industrializados, efectos secundarios y colaterales indeseados. La actual legislación de aguas en el país no entrega un marco regulatorio adecuado para el uso sustentable del recurso, por lo que se hace necesario realizar modificaciones conducentes a un aprovechamiento eficiente, tomando en consideración las características propias de su presencia a lo largo del territorio y las características ambientales y sociales de las cuales forma parte. En este contexto surge la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), definido como un proceso que promueve el desarrollo y la gestión coordinada del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el objetivo de maximizar el bienestar económico y social resultante de una manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. El objetivo central de este trabajo es describir y analizar la incorporación de gestión integrada de recursos hídricos en la actual legislación de aguas, cuya columna vertebral es el Código de Aguas así como describir y analizar la institucionalidad en torno al recurso con el fin de proponer modificaciones en ambos sentidos. Las falencias de la actual legislación tienen que ver en primer lugar con la no inclusión necesaria de la dimensión ambiental y social que existe en torno al agua y en segundo lugar con la inequidad que existe en el acceso al recurso y a la información en torno a éste. La creación de una nueva institución que funcione a nivel local y con un mayor nivel de participación de todos los actores interesados, una entidad de carácter público-privada, formal, regulada por ley, refrendada por la autoridad pública, autónoma y con personalidad jurídica propia, con organización y composición flexible para adaptarse a la situación local, incluyendo a los beneficiarios y afectados por la gestión y desarrollo de los Recursos Hídricos (RH), que trabaje bajo los lineamientos del plan de gestión integrada de recursos hídricos, también es necesario para suplir las actuales falencias.

## **2.2. BASES TEORICAS**

### **2.2.1 Nociones sobre aguas subterráneas**

“Para poder gestionar de forma óptima el recurso hídrico es necesario conocer el ciclo hidrológico. El ciclo hidrológico o ciclo del agua es el movimiento cíclico y continuo del agua en el planeta. El agua cambia su estado entre sólido, vapor y líquido durante diferentes fases de su ciclo; también tiene diferentes tipos de almacenamiento (océanos, glaciares, lagos, ríos, aguas subterráneas) y tiempos de residencia muy diferentes según donde se encuentre almacenada. El ciclo hidrológico comienza con la evaporación del agua desde los océanos, el vapor de agua se condensa en la atmósfera y se precipita en forma de lluvia o de nieve. La transpiración de las plantas también contribuye a la condensación de agua en la atmósfera. Parte de la precipitación no llega a la superficie terrestre, se evapora en el descenso y regresa a la atmósfera; otra parte es interceptada por la vegetación, los edificios, etc. De la proporción que llega al suelo, una parte se desliza por gravedad hacia los puntos más bajos (escorrentía superficial), es responsable de la erosión y el arrastre de sedimentos, puede ir a parar a ríos, lagos, lagunas y al mar; otra parte se encharca; y otra se filtra en el interior de la tierra, donde una proporción queda retenida en la zona no saturada, mientras que otra llega a la zona saturada (acuíferos). (Aecid, 2017)

Las aguas subterráneas representan en torno al 22% del total de agua dulce del planeta<sup>20</sup>. Las aguas subterráneas son muy importantes como recurso hídrico ya que constituyen la mayor reserva de agua dulce accesible. Su papel en el ecosistema es esencial pues mantienen

manantiales, lagos, lagunas, humedales y caudales de ríos. Además, regulan el agua dulce y marina en los acuíferos costeros. Para una buena gestión del recurso hídrico no basta con conocer el ciclo hidrológico, también hay que conocer los tiempos de residencia del agua. Se llama tiempo de residencia del agua al tiempo medio que pasará una partícula de agua en un acuífero o reservorio determinado. Hay dos formas de estimar los tiempos de residencia: una es dividiendo el volumen de reservorio por la tasa a la cual el agua entra o sale del mismo; y la otra, mucho más utilizada actualmente, es a través de técnicas isotópicas. Los tiempos promedio de residencia varían en función del reservorio de agua: unos 2500 años en el caso de las aguas oceánicas; cerca de 10.000 años para los glaciares y casquetes polares; de decenas a miles de años para las aguas subterráneas dulces; 17 años para los lagos de agua dulce; 15 a 20 días en el caso de los ríos; o entre 8 y 10 días si se trata del agua atmosférica<sup>21</sup>. Las aguas subterráneas representan una fracción importante de la masa de agua dulce del planeta y se alojan en los acuíferos bajo la superficie de la tierra. Un acuífero es una estructura geológica subterránea capaz de almacenar y transmitir el agua. (Aecid, 2017). El volumen de agua que entra en un acuífero durante un periodo determinado de tiempo se conoce como recarga; ésta es natural cuando se debe a filtraciones de precipitaciones de lluvia o de un flujo de agua. Un acuífero también se puede recargar artificialmente. El volumen de agua disponible en un acuífero durante un periodo determinado es el recurso subterráneo y la cantidad de agua que contiene un acuífero en un instante determinado es la reserva subterránea. A la hora de extraer agua de un acuífero para uso humano, es clave conocer los límites del mismo y su balance hídrico. Los límites de un acuífero siempre se deben definir con base a criterios hidrogeológicos. La relación entre los aportes de agua y las pérdidas de agua en un intervalo de tiempo y espacio determinados se llama balance hídrico. La diferencia entre el total de entradas y el total de salidas, con un mínimo margen de error, debe ser igual a la variación en el almacenamiento:

$$\text{ENTRADAS} - \text{SALIDAS} = \text{VARIACIÓN DEL ALMACENAMIENTO} \pm \text{error}$$

Los acuíferos se clasifican según diferentes criterios. En función de sus materiales pueden ser:

- **Detríticos:** formados por gravas, arenas, arcillas.
- **Carbonatados:** materiales calizos y dolomíticos.
- **En rocas duras:** granitos, pizarras, etc.

Según su conductividad hidráulica o comportamiento hidrodinámico, los terrenos se clasifican en:

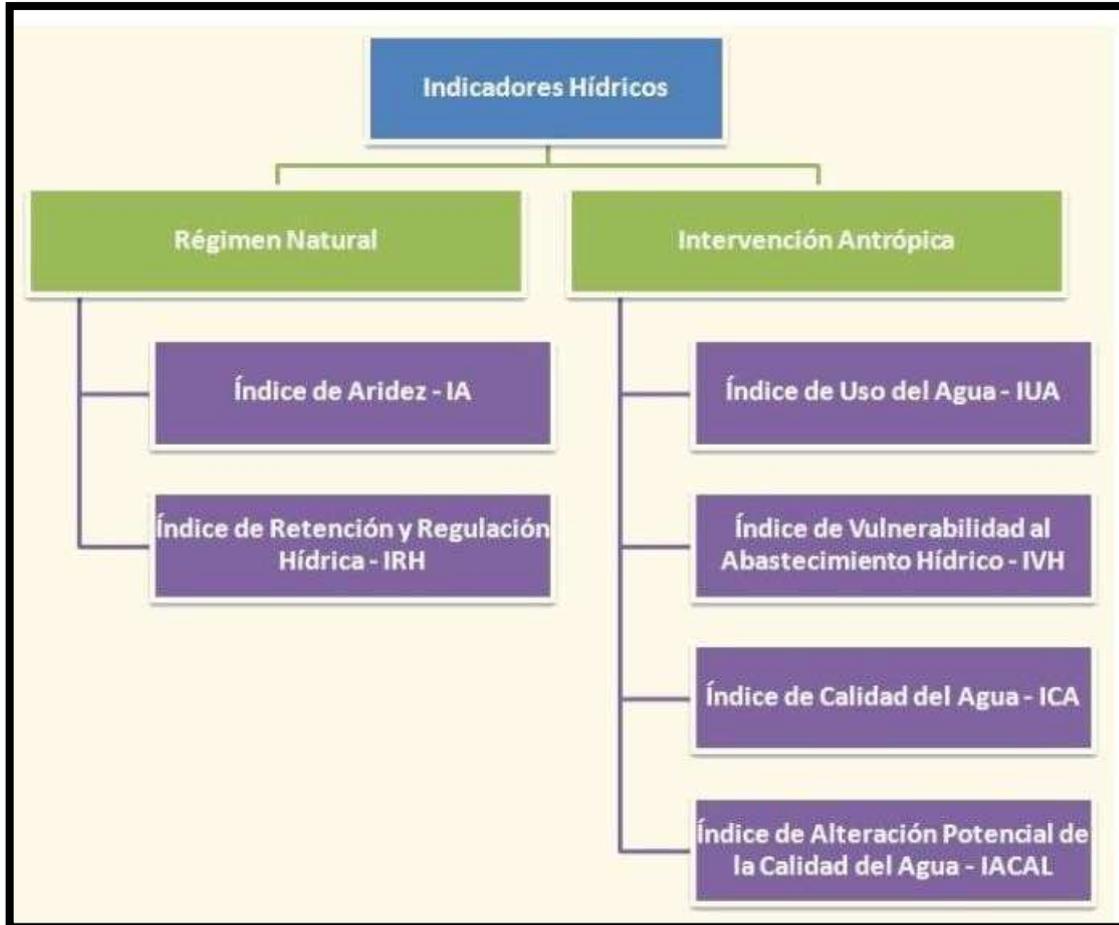
- **Acuicludos:** impermeables.
- **Acuitardos:** poco permeables.
- **Acuíferos pobres:** algo permeables.
- **Acuíferos de regular a bueno:** permeables.
- **Acuíferos excelentes:** muy permeables.

En función de la presión hidrostática hay:

- **Acuíferos libres, no confinados o freáticos:** cuando el límite superior forma una superficie real que está en contacto directo con el aire de la zona no saturada y, por tanto, a presión atmosférica;
- **Acuíferos confinados, cautivos o a presión:** aquellos que, en su límite superior, el agua está a una presión superior a la atmosférica. Se comportan así los materiales permeables que están cubiertos por una capa confinante mucho menos permeable.

- **Acuífero semiconfinado o semicautivo:** pueden considerarse como un caso particular de acuíferos cautivos en los que el muro, el techo o ambos, no son totalmente impermeables y permiten la circulación vertical del agua.

**Figura 01: Principales Indicadores Hídricos**



Fuente : <http://www.ideam.gov.co>

### 2.2.2 El agua subterránea como fuente de abastecimiento

“No hay estadísticas exhaustivas disponibles sobre extracción de agua subterránea, pero se estima que las extracciones globales superaron los 900 km<sup>3</sup>/a en 2010, proveyendo aproximadamente 36% del suministro de agua potable, 42% del agua para riego agrícola y 24% del abastecimiento directo de agua para industrias, con proporciones que varían ampliamente entre un país y otro y a lo largo de los países de mayor extensión. Además, el agua subterránea es muchas veces la única opción para cubrir las necesidades de abastecimiento de agua en zonas rurales.

El valor social del agua subterránea no debe ser calculado solamente por su uso volumétrico, ya que aporta importantes beneficios económicos por unidad de volumen, debido a la disponibilidad local, modificación de la escala según la demanda, alta confiabilidad ante sequías y en general buena calidad, con requerimientos mínimos de tratamiento. La dependencia de muchos centros urbanos y de innumerables localidades de tamaño mediano del agua subterránea va en aumento, y la contribución de agua subterránea al riego agrícola en términos de rendimiento de los cultivos y productividad económica es elevada.” (Hidrogeólogos, 2017)

El índice de Calidad de Agua (ICA), basada en la metodología canadiense (CCME, 2001), contempla la evaluación de cinco parámetros de 372 puntos de monitoreo en los acuíferos de las

cuenas. Los parámetros evaluados son conductividad eléctrica, dureza, sulfatos, cloruro y nitratos. El valor de cada parámetro obtenido del monitoreo realizado en enero a agosto 2017, ha sido comparado con su “Estado Deseable” definido por los Límites máximos permisibles para la calidad del agua para consumo humano (MINSA, 2011). Los resultados de las tres cuencas han sido evaluados con la misma clasificación que agua superficial.

"La gestión integrada de los recursos hídricos es un proceso que promueve, en el ámbito de la cuenca hidrográfica, el manejo y desarrollo coordinado del uso y aprovechamiento multisectorial del agua con los recursos naturales vinculados a esta, orientado a lograr el desarrollo sostenible del país sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas" Artículo 06 del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos.

Lo que busca la GIRH es reemplazar el enfoque tradicional sectorial y fragmentado por uno intersectorial, donde el agua es un componente importante de los ecosistemas, que engloba un valor económico, social y ambiental y que su uso debe estar acorde con el bien común, que asegure igualdad y sostenibilidad del mismo. (ANA, Ministerio de Desarrollo agrario y riego., 2021).

El monitoreo de calidad de agua genera información sobre diferentes variables físicas, químicas y biológicas de un determinado sistema acuático. Los programas de monitoreo colectan una gran cantidad de datos comparables a través del espacio y tiempo. Por tanto, permiten tener un registro de variables útiles para inferir sobre la calidad del agua y evaluar si está siendo afectada por el uso y/o manejo que se está realizando, tanto en su cuenca como en el mismo sistema, así como establecer recomendaciones de gestión encaminadas a mejorar el bienestar de la salud pública y proteger el ecosistema (Arocena et al., 2008; Chapman, 1996).

El Ministerio de Salud, a través de la Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA, en calidad de Autoridad Sanitaria y en cumplimiento al mandato establecido por el Decreto Ley N° 17752 “Ley General de Aguas”, como responsable de la preservación, monitoreo y control de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos, viene ejecutando desde el año 1999 el Programa Nacional de Vigilancia de la Calidad de los Recursos Hídricos, cuyo objetivo fundamental es la preservación sanitaria y ambiental de la calidad de los recursos hídricos a fin de lograr la salud de la población, asegurar la calidad de las aguas en beneficio de las actividades productivas y mantener el equilibrio ecológico en los hábitats acuáticos.

El Monitoreo de la calidad sanitaria de los Recursos Hídricos se ejecuta a través de la Red de Vigilancia conformada por la DIGESA y las Direcciones Ejecutivas de Salud Ambiental (DESA's) del país quienes se encargan de la parte operativa llevando a cabo el cumplimiento del “Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de Recursos Hídricos Superficiales”, priorizando el uso del recurso a monitorear (fuente de abastecimiento de población; preservación de recurso hídrico de impactos potenciales; la actividad industrial y/o antropogénica), la misma que deberá ser detallada en forma concreta y sustentada.

## **2.3. GLOSARIO DE TERMINOS BÁSICOS**

Se ha realizado mucho trabajo académico en otros ámbitos para examinar diferentes conceptos relacionados tanto con GIRH como con el monitoreo de la calidad del agua. Aquí, nuestro objetivo es brindar una evaluación de la calidad del agua que utilizan los pobladores del CP El Carmen en el distrito de Tambogrande teniendo como instrumento de evaluación el Índice de Calidad del Agua (ICA), ya que es un instrumento muy utilizado para determinar el índice de calidad del agua tanto superficial como subterránea, así como el índice de contaminación en diferentes cuencas hidrográficas, también se quiere presentar una propuesta de un modelo de gestión del recurso hídrico en la zona con la finalidad de mejorar el uso del recurso hídrico y evitar la escasez de la misma debido a una mala gestión de los acuíferos subterráneos.

Lo que sigue a continuación son los principales términos utilizados en este trabajo de investigación:

### **2.3.1. Índice de Calidad del Agua (ICA).**

El ICA se define como el grado de contaminación existente en el agua a la fecha de un muestreo, expresado como un porcentaje de agua pura. Así, agua altamente contaminada tendrá un ICA cercano o igual a 0% y de 100% para el agua en excelentes condiciones.

### **2.3.2. Monitoreo de la calidad del agua.**

El monitoreo de calidad del agua es el control de los parámetros de interés de un curso de agua, siguiendo un orden y metodología rigurosos, para conocer su calidad y cantidad; y así poder tomar decisiones más informadas sobre cómo gestionarlo. ((UICN), 2018).

### **2.3.3. La gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH).**

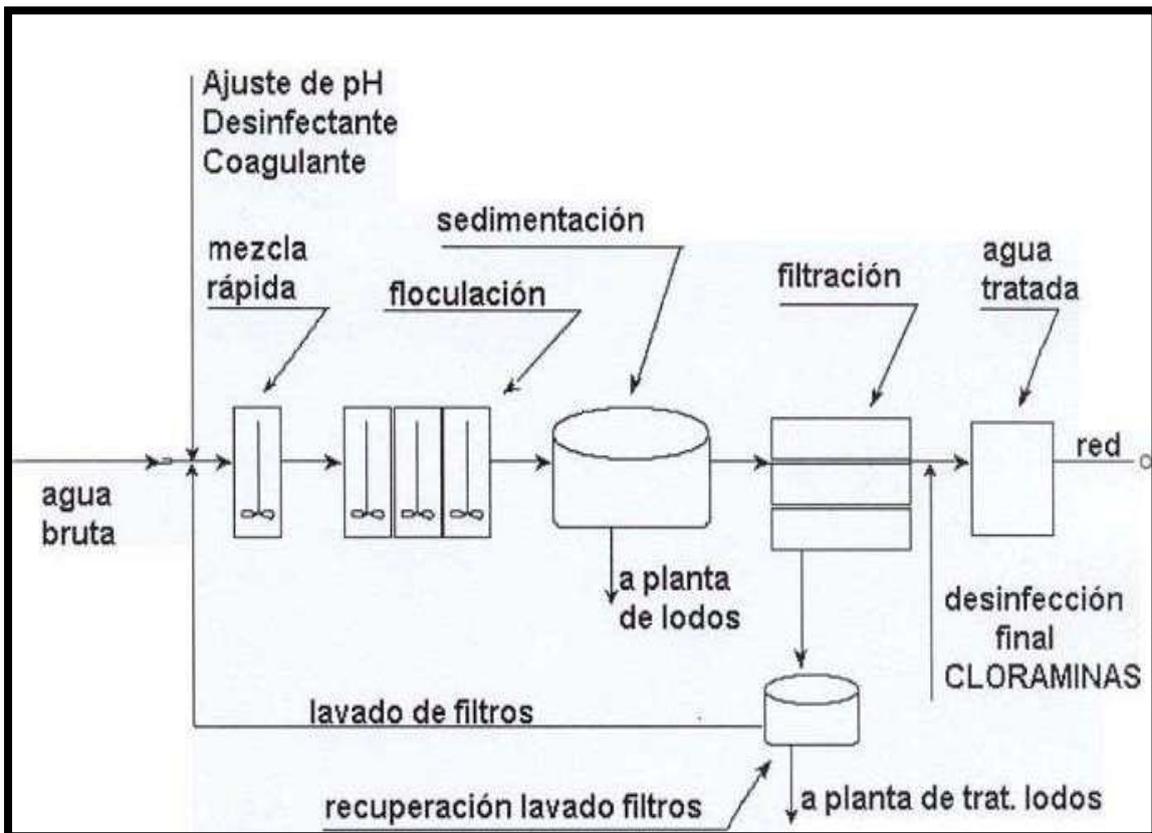
El enfoque de GIRH ayuda a administrar y desarrollar los recursos hídricos en forma sostenible y equilibrada, teniendo en cuenta los intereses sociales, económicos y ambientales. Reconoce los diferentes grupos de interés que compiten entre sí, los sectores que usan y abusan del agua, y las necesidades del medio ambiente. El enfoque integrado coordina la gestión de recursos hídricos en todos los sectores y grupos de interés, y a diferentes escalas, desde la local a la internacional. Pone énfasis en la participación en los procesos nacionales de formulación de leyes y políticas, estableciendo una buena gobernabilidad y creando acuerdos normativos e institucionales efectivos que permitan tomar decisiones más equitativas y sostenibles. Toda una gama de herramientas, tales como evaluaciones sociales y ambientales, instrumentos económicos, y sistemas de información y monitoreo, respaldan este proceso. (Partnership., 2009.).

### **2.3.4. Proceso de tratamiento del agua**

El desarrollo de la sociedad reclama cada vez más agua, pero no solo a veces escasea el agua, sino que su calidad en los puntos donde se encuentra y capta, desgraciadamente se ha ido deteriorando día a día con el propio desarrollo, esto obliga a un tratamiento cada vez amplio y complejo técnicamente. La eliminación de materias en suspensión y en disolución que deterioran las características físico- químicas y organolépticas, así como la eliminación de bacterias y otros microorganismos que pueden alterar gravemente nuestra salud son los objetivos perseguidos y conseguidos en la estación de tratamiento a lo largo de todo un proceso que al final logra

suministrar un agua transparente y de una calidad sanitaria garantizada. El tratamiento del agua es el proceso de naturaleza físico-química y biológica, mediante el cual se eliminan una serie de sustancias y microorganismos que implican riesgo para el consumo o le comunican un aspecto o cualidad organoléptica indeseable y la transforma en un agua apta para consumir. Todo sistema de abastecimiento de aguas que no esté provisto de medios de potabilización, no merece el calificativo sanitario de abastecimiento de aguas. En la potabilización del agua se debe recurrir a métodos adecuados a la calidad del agua origen a tratar. Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) es la instalación donde se lleva a cabo el conjunto de procesos de tratamiento de potabilización situados antes de la red de distribución y/o depósito, que contenga más unidades de tratamiento. (Javier M. Cenzano, 2019.).

**Figura 02: Esquema del proceso de Tratamiento de agua Potable**



Fuente: [www.aguapotable.com](http://www.aguapotable.com)

### 2.3.5. Tipos de tratamiento

Los tratamientos para potabilizar el agua, se pueden clasificar de acuerdo con:

- 1) Los componentes o impurezas a eliminar.
- 2) Parámetros de calidad.
- 3) Grados de tratamientos de agua

Según los anteriores puntos, los procesos unitarios necesarios para la potabilización del agua en función de sus componentes sería la siguiente:

Procesos a llevar a cabo en función de los contaminantes presentes.

### 2.3.6. Tipo de contaminante

- Sólidos gruesos

- Partículas coloidales
- Sólidos en suspensión.
- Materia Orgánica.
- Amoníaco.
- Gérmenes Patógenos.
- Metales no deseados (Fe, Mn).
- Sólidos disueltos (Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> ).

### **2.3.7. Operaciones de Tratamiento**

- Desbaste
- Filtración
- Coagulación
- Floculación.
- Decantación.
- Desinfección.
- Afino con Carbón Activo.
- Cloración al Breakpoint.
- Precipitación por Oxidación.
- Osmosis Inversa.

### **2.3.8. Protocolo de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos autoridad nacional del agua –DGCRH.**

En la gestión de los recursos hídricos, la calidad del agua es uno de los aspectos más importantes que se tiene en cuenta para los diferentes usos establecidos en el territorio nacional. Se busca conservar y proteger la calidad las aguas continentales y marinas de los efectos de las fuentes contaminantes y del cambio climático, con la finalidad de establecer un equilibrio del ecosistema acuático, considerándose a éste como indicador de la calidad óptima del recurso, beneficiándose al ambiente y a la salud pública.

Este documento es referente técnico principal para el monitoreo de recursos hídricos que establece los procedimientos a seguir antes, durante y después de realizado el monitoreo de la calidad de las aguas de los recursos hídricos, en cursos naturales (ríos y quebradas), en cuerpos naturales o artificiales (lagos, lagunas y represas), zonas costeras, océanos y finalmente en el monitoreo de efluentes líquidos que, en la mayoría de los casos, son descargados a los cuerpos naturales de agua. Por las razones expuestas, el protocolo de monitoreo de la calidad del agua, para los recursos hídricos, es elaborado por la Autoridad Nacional del Agua y consensuado por las entidades que conforman el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, a fin de estandarizar procedimientos técnicos para el monitoreo de la calidad de las aguas continentales, marinos y efluentes de los diversos sectores del gobierno peruano y por la actividad privada; asimismo, permitirá implementar el Plan Nacional de Vigilancia de la Calidad de Agua en el Perú. (Ministerio de agricultura y Autoridad Nacional del Agua., 2011)

### **2.3.9. Reglamento de la calidad del agua para consumo Humano.**

El acceso al agua potable es una necesidad primaria y por lo tanto un derecho humano fundamental<sup>1</sup>, en este contexto era necesario actualizar el Reglamento de los requisitos Oficiales Físicos, Químicos y Bacteriológicos que deben reunir las aguas de bebida para ser consideradas

potables, que por su antigüedad (1946), se hacia inaplicable; es entonces que en el año 2000, la Dirección General de Salud Ambiental, asume la tarea de elaborar el “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”, tarea que el 26 de setiembre del 2010, a través del D.S. N° 031-2010-SA, se vio felizmente culminada.

Este nuevo Reglamento, a través de sus 10 títulos, 81 artículos, 12 disposiciones complementarias, transitorias y finales y 5 anexos; no solo establece límites máximos permisibles, en lo que a parámetros microbiológicos, parasitológicos, organolépticos, químicos orgánicos e inorgánicos y parámetros radiactivos, se refiere; sino también le asigna nuevas y mayores responsabilidades a los Gobiernos Regionales, respecto a la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo humano; además de fortalecer a la DIGESA, en el posicionamiento como Autoridad Sanitaria frente a estos temas. (Reglamento de la Calidad del Agua para consumo Humano, 2011).

### **2.3.10. El agua**

Según (Martell, 2004 tomo I)El agua es el constituyente más importante del organismo humano y del mundo en el que vivimos. Tiene una gran influencia en los procesos bioquímicos que ocurren en la naturaleza. Esta influencia no solo se debe a sus propiedades fisicoquímicas como molécula bipolar sino también a los constituyentes orgánicos e inorgánicos que se encuentran en ella.

Se considera que el agua es un solvente universal, debido a que es capaz de disolver o dispersar la mayoría de sustancias con las que tiene contacto, sean estas sólidas, líquidas o gaseosas, y de formar con ellas iones, complejos solubles e insolubles, coloides o simplemente partículas dispersas de diferente tamaño y peso.

Desde el punto de vista de la salud humana, el agua ayuda a eliminar las sustancias resultantes de los procesos bioquímicos que se desarrollan en el organismo humano, a través de los órganos excretores, en especial la orina y el sudor. Sin embargo, por esta misma propiedad, puede transportar una serie de tóxicos al organismo que pueden afectar a diferentes órganos, de manera reversible o irreversible.

### **2.3.11. Aspectos fisicoquímicos**

La presencia de sustancias químicas disueltas e insolubles en el agua, que pueden ser de origen natural o antropogénico, define su composición física y química. Algunos procesos fisicoquímicos que ocurren en el agua pueden ser evaluados si se recurre a los principios de equilibrio químico, incluida la Ley de Acción de Masas y la Ecuación de Nerst o al conocimiento de los mecanismos de reacción y de las proporciones para los procesos irreversibles. (Martell, 2004 tomo I).

Los parámetros fisicoquímicos del agua varían en el espacio y en el tiempo y entre las más representativas se encuentran:

- **PH.**

El pH es una de las pruebas más comunes para conocer parte de la calidad del agua. El pH indica la acidez o alcalinidad, en este caso de un líquido como es el agua, pero es en realidad una medida de la actividad del potencial de iones de hidrógeno ( $H^+$ ). Las mediciones de pH se ejecutan en una escala de 0 a 14, con 7.0 considerado neutro. Las soluciones con un pH inferior a 7.0 se consideran ácidos. Las soluciones con un pH por encima de 7.0, hasta 14.0 se consideran bases o

alcalinos. Todos los organismos están sujetos a la cantidad de acidez del agua y funcionan mejor dentro de un rango determinado.

La escala de pH es logarítmica, por lo que cada cambio de la unidad del pH en realidad representa un cambio de diez veces en la acidez. En otras palabras, pH 6.0 es diez veces más ácido que el pH 7.0; pH 5 es cien veces más ácido que el pH 7.0.

En general, un agua con un pH < 7 se considera ácido y con un pH > 7 se considera básica o alcalina. El rango normal de pH en agua superficial es de 6,5 a 8,5 y para las aguas subterráneas 6 – 8.5. La alcalinidad es una medida de la capacidad del agua para resistir un cambio de pH que tendería que hacerse más ácida. Es necesaria la medición de la alcalinidad y el pH para determinar la corrosividad del agua.

El pH del agua pura (H<sub>2</sub>O) es 7 a 25 °C, pero cuando se expone al dióxido de carbono en la atmósfera este equilibrio resulta en un pH de aproximadamente 5.2. Debido a la asociación de pH con los gases atmosféricos y la temperatura.

En general, un agua con un pH bajo < 6.5 podría ser ácida y corrosiva. Por lo tanto, el agua podría disolver iones metálicos, tales como: hierro, manganeso, cobre, plomo y zinc, accesorios de plomería y tuberías. Por lo tanto, un agua con un pH bajo corrosiva podría causar un daño prematuro de tuberías de metal, y asociado a problemas estéticos tales como un sabor metálico o amargo, manchas en la ropa, y la característica de coloración «azul-verde» en tuberías y desagües. La forma primaria para tratar el problema del agua bajo pH es con el uso de un neutralizador. El neutralizador alimenta una solución en el agua para evitar que el agua reaccionar con la fontanería casa o contribuir a la corrosión electrolítica; un producto químico típico de neutralización es el carbonato de calcio.

Un agua con un pH > 8.5 podría indicar que el agua alcalina. Puede presentar problemas de incrustaciones por dureza, aunque no representa un riesgo para la salud, pero puede causar problemas estéticos. Estos problemas incluyen:

La formación de sarro que precipita en tuberías y accesorios que causan baja presión del agua y disminuye el diámetro interior de la tubería.

Provoca un sabor salino al agua y puede hacer que el sabor amargo al café;

La formación de incrustaciones blanquecinas vasos y vajillas de cocina.

Dificultad en hacer espuma de jabones y detergentes, y la formación de precipitados en la ropa.

Disminuye la eficiencia de los calentadores de agua.

Típicamente se encuentran estos problemas cuando la dureza excede de 100 a 200 miligramos (mg) / litro (L) o ppm, que es equivalente a 12 granos por galón. El agua puede ser suavizada mediante el uso intercambio iónico, aunque este proceso puede aumentar el contenido de sodio en el agua.

- **Temperatura**

El pH del agua se afecta directamente con la temperatura, éste es un resultado ligero pero medible. Por ejemplo, el agua pura tiene un pH de 7 únicamente a una temperatura de 25 grados Celsius. Cuando hay un incremento en la temperatura, el pH disminuye, de igual forma una disminución de temperatura implica un aumento en el pH.

La causa de que se afecte el pH del agua por la temperatura es que cuando aumenta la temperatura, las moléculas tienden a separarse en sus elementos: hidrógeno y oxígeno. Al aumentar la proporción de moléculas descompuestas se produce más hidrógeno, lo cual por supuesto aumenta a su vez el potencial de hidrógeno pH.

Si bien la temperatura no afecta el pH de una manera significativa, si no se tuviese en cuenta daría lugar a una medida poco precisa (Hanna Instruments, 2018).

- **Conductividad Eléctrica**

Expresa la concentración total de sales solubles contenidas en las aguas (reitech, 2016). La medida la conductividad eléctrica se realiza mediante un conductivímetro provisto de célula de conductividad apropiada. La conductividad eléctrica se puede expresar en diferentes unidades (Siemens/cm, mhos/cm) y sus equivalencias son las siguientes:  $1 \text{ dS/m} = 1 \text{ milimhos/cm} = 1000 \text{ } \mu\text{S/cm}$ . (Frank N. Kemmer, 1988)

En soluciones acuosas la conductividad es directamente proporcional a la concentración de sólidos disueltos, por lo tanto, cuanto mayor sea dicha concentración, mayor será la conductividad. La relación entre conductividad y sólidos disueltos se expresa, dependiendo de las aplicaciones, con una buena aproximación por la siguiente igualdad:  $1,4 \text{ } \mu\text{S/cm} = 1 \text{ ppm}$  o  $2 \text{ } \mu\text{S/cm} = 1 \text{ ppm}$  (mg/l de  $\text{CaCO}_3$ ).

- **Sólidos Totales Disueltos**

Los sólidos disueltos totales (SDT, o TDS por sus siglas en inglés: Total Dissolved Solids) son el número de miligramos del residuo que queda después de evaporar una muestra de agua previamente filtrada a través de un filtro de fibra de vidrio con abertura de 1,5 micras. El agua se evapora y el residuo se lleva hasta  $180^\circ\text{C}$ . El resultado se reporta en mg/L.

Los SDT incluyen las sales, los minerales, los metales y cualquier otro compuesto orgánico o inorgánico menor a 1,5 micras o que se disuelve en el agua.

En ocasiones, los SDT se confunden con los sólidos totales (ST), que son el residuo que queda después de evaporar la misma muestra de agua, pero sin filtrarse.

Los sólidos suspendidos totales (SST) son los que quedan en el filtro de fibra de vidrio con abertura de 1.5 micras. Por lo tanto, los ST son la suma de los SST y de los SDT.

La reducción de los SDT se logra mediante procesos como ósmosis inversa, electrodesionización, desmineralización o destilación. (John DeZuane, 1997).

- **Alcalinidad**

Se representa como la capacidad del agua de neutralizar. Impedir que los niveles de pH del agua lleguen a ser demasiado básico o ácido. La alcalinidad consolida el agua en los niveles del pH alrededor de 7. Sin embargo, cuando la acidez es elevada en el agua la alcalinidad se acorta, puede causar condiciones dañinas para la vida acuática. En química del agua la alcalinidad es expresada en ppm o en mg/L de carbonato equivalente del calcio. La determinación de la alcalinidad no tiene importancia inmediata desde el punto de vista sanitario, pero es significativo considerarla cuando se vincule a los procesos de coagulación y corrección del poder corrosivo del agua.

- **Dureza Total**

Se dice dureza del agua a la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, en específico sales de calcio, de magnesio y de hierro (especialmente como sulfatos y carbonatos hidrogenados), y el grado de dureza es directamente proporcional a la concentración de sales alcalinas. Es ocasionado principalmente a los iones metálicos Ca y Mg. No presenta riesgo para la salud. El efecto más destacado en lugares en los que el agua de

abastecimiento presenta una elevada dureza es la formación de incrustaciones calcáreas (comúnmente denominadas como cal).

- **Cloruros**

Los cloruros son sales que resultan de la combinación del gas cloro (ion negativo) con un metal (ion positivo). Las concentraciones superiores de cloruro hacen que el agua obtenga un sabor desagradable, el cual depende de la constitución química del agua. Si el catión predominante es el sodio, una concentración de cloruro de 250 mgCL/L puede tener un sabor salado detectable, pero si predominan el calcio y magnesio, no se detecta.

- **Sulfatos**

Son sales que se obtiene a partir del ácido sulfúrico se encuentran en todas las aguas naturales es uno de los principales componentes disueltos de lluvia. Los sulfatos aprovechan como fuente de oxígeno a las bacterias, en situaciones anaeróbicas, convirtiéndose en sulfuro de hidrógeno. Pueden ser procedentes por oxidación bacteriana de los compuestos azufrados menores, insertando sulfuros metálicos y compuestos orgánicos.

- **Nitratos**

Son elementos indeseables en el agua subterránea tienen compuestos químicos inorgánicos derivados del nitrógeno, (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) que se encuentran de manera natural en pequeñas concentraciones en el suelo, y en las aguas subterráneas estos pueden originar la enfermedad conocida como metahemoglobinemia, es un estado en la cual el organismo intercambia nitritos en los grupos heme de la sangre que son los que se delegan del transporte de sangre en todo el organismo.

- **Plomo**

El plomo es un metal soberanamente nocivo y puede afectar a casi todos los órganos del cuerpo y del sistema nervioso. Los efectos del plomo en la salud son de naturaleza toxicológica y se evalúan a través de niveles de plomo en la sangren llevando como resultado problemas neurotóxicos, incluyendo daño cerebral irreversible y síntomas de problemas gastrointestinales

- **Arsénico**

- 

Es un elemento químico intensamente tóxico para todos los seres vivos de la tierra, es común en el agua subterránea en todo el mundo las concentraciones de arsénico en las aguas subterráneas han sido lo suficientemente significativas para Intoxicar a quienes las consuman puede traer como consecuencia enfermedades como el cáncer a la piel, vejiga y riñones entre otras enfermedades.

### **2.3.12. Parámetros microbiológicos**

(E.W. Rice, R.B. Baird, A.D. Eaton,, 2017) Menciona que los parámetros microbiológicos del agua son parámetros de control obligatorio para todos los proveedores de agua, y que los más relevantes son los siguientes:

- **Coliformes totales**

Son microorganismos de la familia de las Enterobacterias. Involucran diferentes géneros como: Escherichia, Enterobacter, Citrobacter, Serratia, Klebsiella. Su presencia en el agua muestra contaminación microbiana reciente sin informar de su inicio y una defectuosa calidad del agua.

- **Coliformes Termotolerantes**

Son indicadores de contaminación fecal vienen hacer específicas como bacilos Gram-negativos, no esporulados son las que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas en 24 horas. Las bacterias coliformes fecales constituyen parte del general del grupo coliformes La más considerada del grupo es coliformes fecal (Escherichia coli.) La presencia de coliformes en el abastecimiento de agua es un signo de que el suministro de agua puede estar contaminado con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, las bacterias coliformes se localizan en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en las precipitaciones del fondo.

- **Huevos y larvas de Helmintos**

Los helmintos son los gusanos parasitarios que producen infecciones y enfermedades gastrointestinales más comunes que afectan al ser humano y otros animales. El agua desempeña una función significativa en la transmisión de estos agentes patógenos.

- **Bacterias Heterotróficas**

Estas bacterias se nutren de otros organismos para obtener la materia orgánica y así poder sintetizarla, ellos no cuentan con un sistema de producción de alimentos independiente. Gracias a este proceso se da la obtención de energía, nitrógeno y carbono. Generalmente estas conservan gran capacidad de adaptación, pueden tolerar condiciones desfavorables de suministro de oxígeno y subsistir más tiempo que otros microorganismos en el agua.

### **2.3.13. Calidad del agua.**

El término calidad del agua es relativo y solo tiene importancia universal si está relacionado con el uso del recurso. Esto quiere decir que una fuente de agua suficientemente limpia que permita la vida de los peces puede no ser apta para la natación y un agua útil para el consumo humano puede resultar inadecuada para la industria. Para decidir si un agua califica para un propósito particular, su calidad debe especificarse en función del uso que se le va a dar. Bajo estas consideraciones, se dice que un agua está contaminada cuando sufre cambios que afectan su uso real o potencial. (Martell, 2004 tomo I).

### **2.3.14. Características físicas**

Según (Martell, 2004 tomo I) Las características físicas del agua, llamadas así porque pueden impresionar a los sentidos (vista, olfato, etcétera), tienen directa incidencia sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua. Se consideran importantes las siguientes:

- turbiedad
- sólidos solubles e insolubles
- color
- olor y sabor

— temperatura.

### **2.3.15. Análisis microbiológico del agua**

Según (Health, 1992) La variabilidad microbiológica de las aguas naturales abarca numerosos organismos e incluye células eucariotas (algas, protozoarios y hongos), células procariotas (bacterias) y virus (microorganismos con capacidad de síntesis nula). Existen numerosos tipos de agentes patógenos que pueden transmitirse por el consumo de agua contaminada. La gama de agentes patógenos cambia en función de componentes variables como el aumento de las poblaciones de personas y animales, el aumento del uso de aguas residuales, los cambios de los hábitos de la población o de las intervenciones médicas, las migraciones y viajes de la población, y presiones selectivas que benefician la aparición de agentes patógenos nuevos o mutantes, o de recombinaciones de los agentes patógenos efectivas.

### **2.3.16. Límites máximos permisibles.**

El límite máximo permisible es la medida de la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos o biológicos que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente.

### **2.3.17. Estándares de calidad del agua**

El Estándar de Calidad Ambiental (ECA) es un instrumento de gestión ambiental que se establece para medir el estado de la calidad del ambiente en el territorio nacional. El ECA establece los niveles de concentración de elementos o sustancias presentes en el ambiente que no representan riesgos para la salud y el ambiente. En el Perú tenemos cinco tipos de Estándares de Calidad Ambiental que son para Agua, Aire, Suelo, Ruido y Radiaciones No Ionizantes.

Este instrumento de gestión es importante porque permite tener una meta de calidad ambiental cuya evaluación periódica permite saber su cumplimiento y tomar las medidas respectivas. (Ambiente, 2019)

## **2.4. MARCO REFERENCIAL SOCIAL**

### **2.4.1 Historia**

Fue creado el 8 de octubre de 1840, en el gobierno de Manuel Prado Ugarteche.

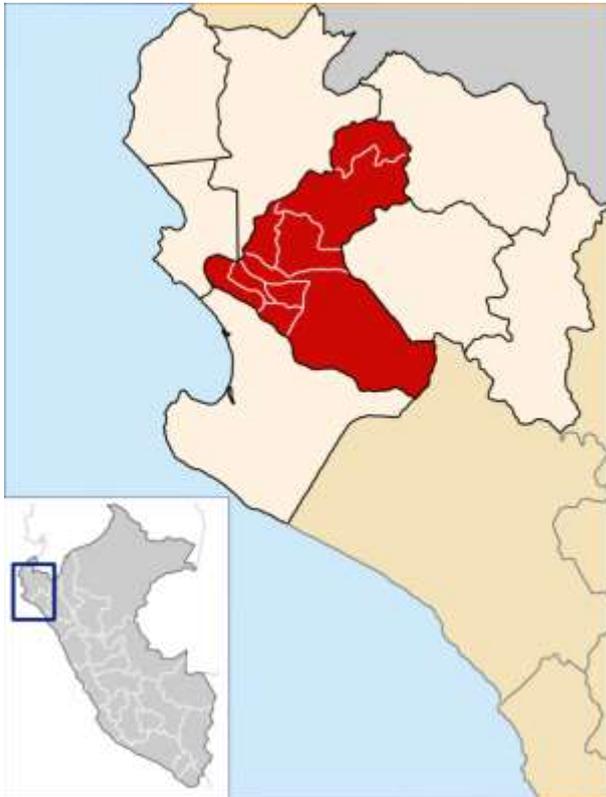
Entre 1955 y 1959 se construyó el reservorio de San Lorenzo y sus canales de distribución del agua gracias al financiamiento del Banco Mundial, del gobierno de Estados Unidos y del Estado peruano.

El 22 de junio del 2002, en Tambogrande se realizó el primer referendo comunal sobre minería en el mundo. Los votantes debían marcar “no” en la boleta si estaban en contra de la mina y “sí” si estaban a favor. Con una participación de más de 70% de los votantes registrados en el referendo voluntario, luego del escrutinio, los resultados finales fueron 98,6% votaron en contra de la mina. Al día siguiente, las acciones de Manhattan cayeron 26% en la bolsa de valores de Toronto. El referendo fue convocado y realizado por la Municipalidad Distrital de Tambogrande.

### **2.4.2 Límites**

El Distrito de Tambogrande es uno de los diez distritos que conforman la Provincia de Piura, en el Departamento de Piura, bajo la administración del Gobierno regional de Piura. Limita por el noroeste con el Distrito de Sullana, por el noreste con el Distrito de Las Lomas, por el este con los distritos de Frías y Sapillica, por el sur con el Distrito de Chulucanas, y por el oeste con los distritos de Piura y Castilla.

**Figura 03: Distrito de Tambogrande**



Fuente : Wikipedia.

### **2.4.3 Geografía**

Siendo un distrito muy acogedor y muy ecológico en favor de la naturaleza misma, está ubicado a la margen derecha del río Piura, aproximadamente a 60 km de la ciudad de Piura y a 100 km del puerto marítimo de Paita. Tiene una altura de 68 m.s.n.m., una superficie de 1 442,81 km<sup>2</sup>, una temperatura con una media anual de 24 °C y una población de 68248 habitantes, según la proyección del INEI para el año 2000 sobre la base del censo nacional de 1993.

El valle de San Lorenzo, donde se localiza Tambogrande, cuenta con 42 mil hectáreas de producción agrícola (mangos, limones y otros), que abastecen el mercado externo e interno, así también existen bosques de algarrobos. El valle brinda empleo permanente a 18 mil personas entre productores y trabajadores agrícolas, generándose ingresos anuales por US\$ 150 millones.

### **2.4.4 Valle de San Lorenzo**

La Municipalidad de Tambogrande emite ordenanzas que erradique y prohíba toda actividad minera artesanal en el distrito interviniendo los Caseríos de Cerro de Leones y San Pedro de Tejedores. Una semana después los comuneros de Santa Rosa de Suyo, sin apoyo de su

burgomaestre se unen a este grupo que inicia una propuesta de intangibilidad de San Lorenzo y Suyo.

El 11 de junio la junta de usuarios solicita a la intendencia de Recursos Hídricos un dispositivo legal que declare su territorio como área protegida, dos semanas después esta entidad envía a una comisión de alto nivel la que elaboró un informe donde recomienda como interés nacional la protección de las sub Cuencas de Quiroz y Chipillico y las márgenes de la infraestructura mayor. Esta propuesta acogida por el Instituto Nacional de Recursos Naturales es refrendada por el Ministerio de Salud, quien advierte al Ministro de Agricultura el peligro que corren estas áreas sino son protegidas.

A través de la junta Nacional de Usuarios de Riego del Perú se busca constituir una mesa de trabajo de alto nivel conformado por el primer ministro Jorge del Castillo, así mismo con los titulares del Ministerio de Agricultura, Ministerio de Trabajo, Ministerio de Economía y el Ministerio de Minas y Energía para tratar la agenda agraria y exigir la intangibilidad de San Lorenzo y sub. Cuencas de Quiroz y Chipillico. Por su parte el Concejo Directivo de la Junta Nacional de Usuarios del Perú emitió un pronunciamiento Público donde señalan la búsqueda de diálogo con una comisión de alto nivel conformado por el Concejo de Ministros y los diversos ministerios para exigir el cese inmediato de las concesiones mineras y la declaración de Zona protegida el Valle de San Lorenzo y las sub. Cuencas de Quiroz y Chipillico, al gobierno Regional la derogatoria de la ordenanza municipal 126.

## **2.5. MARCO LEGAL**

De acuerdo a lo indicado por la Organización Mundial de la Salud (2008), el agua es esencial para la vida y todas las personas deben disponer de un suministro satisfactorio (suficiente, inocuo y accesible). En el caso del consumo de agua el hombre se vale de fuentes naturales para su posterior tratamiento bajo ciertos estándares de calidad. Siendo este aspecto de vital importancia, ya que podrían generarse un sin fin de enfermedades a adultos y niños. (pág. 11).

Es por ello que el siguiente paso se relaciona con la principal autoridad directiva y coordinadora de la acción sanitaria en el sistema de las Naciones Unidas, la Organización Mundial de la Salud (OMS). Ésta desempeña una función de liderazgo en los asuntos ligados a la sanidad, investigación, establecimiento de normas internacionales, apoyo técnico (ligado a este rubro) a las naciones y vigilancia de las tendencias sanitarias mundiales. Así pues, la Organización Mundial de la Salud participa de la regulación internacional de la calidad e inocuidad del agua para el consumo humano.

Por su estado de promotor, regulador y controlador de la sanidad del agua para consumo humano a nivel internacional, la OMS se hace presente a través de unas "Guías para la calidad de agua potable". Esta información contiene un total de 11 capítulos que van desde los conceptos básicos hasta los aspectos relativos a la aceptabilidad del líquido vital. A continuación se explica los puntos más relevantes de la norma internacional. Una explicación más a detalle se encuentra en el documento original que presenta la OMS.

- **CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ**

### Capítulo I

Derechos fundamentales de la persona

Artículo 2. Toda persona tiene derecho:

“22. a paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.”

- **GUÍAS PARA LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE**

Según la Organización Mundial de la Salud (2008):

Las Guías para la calidad del agua potable explican los requisitos necesarios para garantizar la inocuidad del agua, incluidos los procedimientos mínimos y valores de referencia específicos, y el modo en que deben aplicarse tales requisitos. Describe asimismo los métodos utilizados para calcular los valores de referencia, e incluye hojas de información sobre peligros microbianos y químicos significativos. (pág. 1) Las guías: un marco para la seguridad del agua de consumo

La Organización Mundial de la Salud (2008), establece que las Guías describen un marco para una gestión preventiva de la “seguridad del agua de consumo” que consta de cinco componentes clave :

Metas de protección de la salud basadas en una evaluación de los peligros para la salud.

- Evaluación del sistema de abastecimiento de agua para determinar si puede, en su conjunto (del origen del agua al punto de consumo, incluido el tratamiento) suministrar agua que cumpla con las metas de protección de la salud.

Monitoreo operativo de las medidas de control del sistema de abastecimiento de agua que tengan una importancia especial para garantizar su inocuidad.

Planes de gestión que documenten la evaluación del sistema y los planes de monitoreo que describan las medidas que deban adoptarse durante el funcionamiento normal y cuando se produzcan accidentes, incluidas las aplicaciones, mejoras y la comunicación.

Un sistema de vigilancia independiente que verifique el funcionamiento correcto de los componentes anteriores. (pág. 27) Asimismo, éstas Guías pueden presentar información de aspectos microbiológicos, químicos, radiológicos y relativos a la aceptabilidad; con el fin que todo se complemente y tenga un sustento más fuerte.

- **NORMAS LEGALES NACIONALES SOBRE CALIDAD DEL AGUA. -**

En el Perú la legislación referente a los Recursos hídricos es muy amplia, la fuente legislativa más trascendente es sin lugar a dudas el Decreto Ley N. 17752 “Ley General de Aguas” del año 1969; sin embargo, esta Ley ha sufrido muchas modificaciones en los últimos años, en especial por una serie de reglamentos que buscaban regular en forma más eficaz aspectos relacionados a la institucionalidad de la gestión del agua tanto como la conservación o aprovechamiento del agua y la preservación de la calidad de la misma.

Aunque según el precepto constitucional una Ley solo se modifica por otra Ley, lo cierto es que en nuestro país resulta común encontrar normas reglamentarias que modifican leyes. En el caso de la Ley de Aguas esta irregular situación se ha producido en reiteradas oportunidades. No obstante, cabe señalar que han habido varias iniciativas para desarrollar un marco normativo, las cuales sin embargo han sido temporalmente dejadas de lado, habiéndose modificado en Octubre del año 2000 tan solo el régimen administrativo de este recurso, para tratar de fortalecer el rol de los usuarios a través de una mayor capacidad de iniciativa y fiscalización en la gestión de los recursos hídricos y para establecer mecanismos que impulsen el cumplimiento de sus obligaciones, como es el pago de las tarifas por el uso de las aguas.

Algunas de las normas que regulan el agua a nivel nacional son las siguientes:

- **LEY GENERAL DEL AMBIENTE**

La Ley 28611 aprobada el 23 de junio del 2005 y publicada en el Diario Oficial "El Peruano" el 13 de octubre del mismo año establece en sus artículos 90 y 120 sobre la protección de la calidad de las aguas:

**Artículo 90.-** "El Estado promueve y controla el aprovechamiento sostenible de las aguas continentales a través de la gestión integrada del recurso hídrico, previniendo la afectación de su calidad ambiental y de las condiciones naturales de su entorno, como parte del ecosistema donde se encuentran, regula su asignación en función de objetivos sociales, ambientales, económicos, y promueve la inversión y participación del sector privado en el aprovechamiento del recurso."

**Artículo 120.1.-** "El Estado a través de sus entidades señaladas en la Ley, está a cargo de la protección de la calidad del recurso hídrico del país".

**Artículo 120.2.-** "El Estado promueve el tratamiento de las aguas residuales con fines de reutilización, considerando como premisa la obtención de la calidad necesaria para su reuso, sin afectar la salud humana".

- **LEY DE APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS NATURALES**

La Ley 26821 publicada el 25 de Junio de 1997, establece las modalidades y figuras por las cuales los particulares pueden acceder y utilizar los recursos naturales, obviamente dentro de estos se encuentran los recursos hídricos. Esta Ley establece también que el Estado siempre conserva el dominio o propiedad de los recursos naturales, aun cuando se otorguen derechos sobre ellos.

- **LEY GENERAL DE SALUD. -**

Dispositivo legal aprobada por Ley N° 26842 publicada el 20 de julio de 1997. Esta Ley deroga en forma expresa a la Ley N°17505, correspondiente al Código Sanitario del Perú del 18 de marzo de 1969. Son normas cuya finalidad es la de proteger la salud como medio fundamental para alcanzar el bienestar individual y colectivo, regula además toda materia sanitaria, así como también la protección del medio ambiente para la salud.

Esta ley es una norma de orden público, conformado por: un Título preliminar, seis Títulos, diez capítulos y 137 artículos.

En su Título II, Capítulo VII: "De la Protección del Ambiente para la Salud" establece la responsabilidad del estado, de las personas naturales y jurídicas relacionadas con la protección del medio ambiente.

- **LEY GENERAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO LEY N° 26338**

### **TÍTULO I**

**Artículo 3°.** -Declárese a los Servicios de Saneamiento como servicios de necesidad y utilidad pública y de preferente interés nacional, cuya finalidad es proteger la salud de la población y el ambiente.

**Artículo 4°.** - Corresponde al Estado a través de sus entidades competentes regular y supervisar la prestación de los servicios de saneamiento, así como establecer los derechos y obligaciones de las entidades prestadoras y proteger los derechos de los usuarios.

**Artículo 5°.** - Las municipalidades provinciales son responsables de la prestación de los servicios de saneamiento y en consecuencia, les corresponde otorgar el derecho de explotación a las entidades prestadoras, de conformidad con las disposiciones establecidas en la presente Ley y en su Reglamento.

### **TÍTULO III**

### **DE LOS SISTEMAS QUE COMPRENDEN LOS SERVICIOS**

Artículo 10°. - Los sistemas que integran los servicios de saneamiento son los siguientes:

### **1. Servicio de Agua Potable**

#### **a. Sistema de Producción, que comprende:**

Captación, almacenamiento y conducción de agua cruda; tratamiento y conducción de agua tratada.

#### **b. Sistema de distribución, que comprende:**

Almacenamiento, redes de distribución y dispositivos de entrega al usuario conexiones domiciliarias inclusive la medición, pileta pública, unidad sanitaria u otros

- **LEY DE RECURSOS HÍDRICOS - LEY N° 29338 30/03/2009.**

### **Artículo III.- Principios**

Los principios que rigen el uso y gestión integrada de los recursos hídricos son:

#### **1. Principio de valoración del agua y de gestión integrada del agua.**

El agua tiene valor sociocultural, valor económico y valor ambiental, por lo que su uso debe basarse en la gestión integrada y en el equilibrio entre estos.

El agua es parte integrante de los ecosistemas y renovable a través del ciclo hidrológico.

#### **2. Principio de prioridad en el acceso al agua**

El acceso al agua para la satisfacción de las necesidades primarias de la persona humana es prioritario por ser un derecho fundamental sobre cualquier uso, inclusive en épocas de escasez.

#### **3. Principio de participación de la población y cultura del agua**

El Estado crea mecanismos para la participación de los usuarios y de la población organizada en la toma de decisiones que afectan el agua en cuanto a calidad, cantidad, oportunidad u otro atributo del recurso.

Fomenta el fortalecimiento institucional y el desarrollo técnico de las organizaciones de usuarios de agua. Promueve programas de educación, difusión y sensibilización, mediante las autoridades del sistema educativo y la sociedad civil, sobre la importancia del agua para la humanidad y los sistemas ecológicos, generando conciencia y actitudes que propicien su buen uso y valoración.

#### **4. Principio de seguridad jurídica**

El Estado consagra un régimen de derechos para el uso del agua. Promueve y vela por el respeto de las condiciones que otorgan seguridad jurídica a la inversión relacionada con su uso, sea pública o privada o en coparticipación.

#### **5. Principio de respeto de los usos del agua por las comunidades campesinas y comunidades nativas**

El Estado respeta los usos y costumbres de las comunidades campesinas y comunidades nativas, así como su derecho de utilizar las aguas que discurren por sus tierras, en tanto no se oponga a la Ley. Promueve el conocimiento y tecnología ancestral del agua.

#### **6. Principio de sostenibilidad**

El Estado promueve y controla el aprovechamiento y conservación sostenible de los recursos hídricos previniendo la afectación de su calidad ambiental y de las condiciones naturales de su entorno, como parte del ecosistema donde se encuentran. El uso y gestión sostenible del agua implica la integración equilibrada de los aspectos socioculturales, ambientales y económicos en el desarrollo nacional, así como la satisfacción de las necesidades de las actuales y futuras generaciones.

- **LEY GENERAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO**

Mediante Ley N. 25965 del 19 de Diciembre de 1992 se creó la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) como organismo regulador de los servicios de saneamiento, asignándole la misión de regular y fiscalizar la prestación de los servicios de saneamiento en el

ámbito nacional. La Ley N. 25965 “Ley General de Servicios de Saneamiento” publicada el 24 de Julio de 1994 y de acuerdo a esta Ley N 26338 “Ley de Servicios de Saneamiento” en su artículo 10 se establecen los sistemas que integran los servicios de saneamiento son:

- a) Servicios de agua potable, que incluyen a los sistemas de producción (captación, almacenamiento, conducción de agua cruda y tratamiento).
- b) Alcantarillado sanitario y pluvial, que incluye al sistema de recolección y tratamiento y disposición de las aguas servidas.
- c) Disposición sanitaria de excretas: sistemas de letrinas y fosas sépticas.

- **NORMA TÉCNICA PERUANA “NTP 214.003:1987 (REVISADA EL 2021) CALIDAD DE AGUA.**

El Instituto Nacional de Calidad (Inacal), organismo adscrito al Ministerio de la Producción, aprobó la Norma Técnica Peruana “NTP 214.003:1987 (revisada el 2021) CALIDAD DE AGUA. Agua potable. Requisitos”, que define los requisitos físicos, químicos, organolépticos y microbiológicos que debe cumplir el agua para ser considerada potable; con la finalidad de asegurar los estándares de calidad y seguridad para su consumo humano.

“El objetivo de esta norma técnica es mejorar los parámetros de control de la calidad del agua para proteger la salud pública mediante el establecimiento de los niveles adecuados o máximos que deben tener aquellos componentes o características de este líquido elemento, que pueden representar un riesgo para la salud de la población”, resaltó Clara Gálvez, presidenta ejecutiva del Inacal.

Los requisitos de calidad del agua para consumo humano

- Requisitos biológicos: el agua debe cumplir con los criterios microbiológicos establecidos en las disposiciones legales vigentes por la autoridad sanitaria competente, como la ausencia de parásitos, protozoarios y coliformes.
- Sustancias que afectan la salud: el agua debe cumplir con los criterios inorgánicos (arsénico, bario, cadmio, cromo total, cianuro, plomo, mercurio, nitrato, selenio) y orgánicos (compuestos extractables al carbón cloroformo, sustancias activas al azul de metileno y fenoles) establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA- Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano referido a los valores máximos admisibles que deben contener estas sustancias.
- Con relación a la inspección y recepción de la calidad del agua: se realizará según la NTP ISO 5667-5:2001 (revisada el 2016) sobre la guía para el muestreo de agua para consumo humano y agua utilizada para el procesamiento de comidas y bebidas.

**Figura 04: Requisitos para recepción de muestras microbiológicas**

LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL DIGESA - MINSA	<b>LISTADO DE                  REQUISITOS PARA RECEPCION DE MUESTRAS</b>	Código: <b>AR-LI-01</b> Página : 2 de 7 Fecha : <b>20/05/2013</b> Revisión: 04
---	--	---

**I. MICROBIOLÓGICOS**

Ensayo	Tipo de muestra	Tipo de envase	Cantidad mínima de muestra <sup>(2)</sup>	Preservación / Conservación desde la toma de muestra	Tiempo máximo para transporte al laboratorio
Bacterias heterótroficas	Agua para uso y consumo humano, agua purificada.	V <sup>(1)</sup>	100 mL	Si fueran cloradas, preservar con tiosulfato de sodio al 3% 0.1 mL / 120 mL de muestra <sup>(3)</sup> . Refrigerar de 4 °C a < 8° C	No exceder de 6 horas
Coliformes totales, fecales, <i>Escherichia coli</i> . (Método fermentación tubos múltiples)	Agua para uso y consumo humano, agua purificada.	V <sup>(1)</sup>	250 mL	Si fueran cloradas, preservar con tiosulfato de sodio al 3% 0.1 mL / 120 mL de muestra <sup>(3)</sup> . Refrigerar de 4 °C a < 8° C	No exceder de 24 horas
Coliformes totales, fecales, <i>Escherichia coli</i> . (Método fermentación tubos múltiples)	Agua natural, aguas residuales, aguas salinas.	V <sup>(1)</sup>	250 mL	Refrigerar de 4 °C a < 8° C	No exceder de 6 horas
Coliformes totales, fecales (Método filtración por membrana)	Agua para uso y consumo humano, agua purificada.	V <sup>(1)</sup>	500 mL	Si fueran cloradas, preservar con tiosulfato de sodio al 3% 0.1 mL / 120 mL de muestra <sup>(3)</sup> . Refrigerar de 4 °C a < 8° C.	No exceder de 24 horas
Enterococcus (Método tubos múltiples)	Agua salinas, agua de piscina.	V <sup>(1)</sup>	250 mL	Refrigerar de 4 °C a < 8° C	No exceder de 6 horas
<i>Vibrio cholerae</i> (A/P)	Agua superficial Agua natural,	V <sup>(1)</sup>	2 a 4 L	Refrigerar de 4 °C a < 8° C	No exceder de 6 horas
<i>Vibrio cholerae</i> (A/P)	Agua residual.	V <sup>(1)</sup>	1 L	Refrigerar de 4 °C a < 8° C	No exceder de 6 horas
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Aguas de piscina.	V <sup>(1)</sup>	500 mL	Si fueran cloradas, preservar con tiosulfato de sodio al 3% 0.1 mL / 120 mL de muestra <sup>(3)</sup> . Refrigerar de 4 °C a < 8° C.	No exceder de 6 horas

(1) Frasco de vidrio esterilizado en el laboratorio.

(2) Al tomar la cantidad mínima de muestra que se indica en la tabla, asegurarse de dejar suficiente espacio aéreo en el envase, aproximadamente 2.5 cm.

(3) El frasco de vidrio esterilizado y con el preservante es preparado en el laboratorio.

Fuente:

- APHA, AWW, WEF. 2012. Standard methods for examination of water & wastewater, 22nd Edition.

**Fuente: Digesa.**

**Figura 05: Requisitos para recepción de muestras para ensayo Parasitológico**

LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL DIGESA - MINSA	<b>LISTADO DE                  REQUISITOS PARA RECEPCION DE MUESTRAS</b>	Código: <b>AR-LI-01</b> Página : 4 de 7 Fecha : <b>20/05/2013</b> Revisión: 04
---	--	---

### III. PARASITOLÓGICOS

Ensayo	Tipo de muestra	Tipo de envase	Cantidad mínima de muestra	Preservación / Conservación desde la toma de muestra	Tiempo máximo para transporte al laboratorio
Determinación de Parásitos (Protozoos y Helmintos)	Agua residual doméstica	P <sup>(1)</sup>	1L	Refrigerar a 4 °C	48 horas
Determinación de Parásitos (Protozoos y Helmintos)	Agua residual doméstica tratada (laguna primaria)	P <sup>(1)</sup>	2L	Refrigerar a 4 °C	48 horas
Determinación de Parásitos (Protozoos y Helmintos)	Agua residual doméstica tratada (laguna secundaria y terciaria)	P <sup>(1)</sup>	4L	Refrigerar a 4 °C	48 horas
Determinación de huevos de nematodos intestinales	Agua residual doméstica, agua residual doméstica tratada	P <sup>(1)</sup>	1L	Refrigerar a 4 °C	24 horas
<i>Giardia</i> y <i>Cryptosporidium</i>	Agua de consumo	P <sup>(1)</sup>	20 L	Refrigerar a 4 °C	48 horas
Determinación de <i>Acanthamoeba</i>	Aguas recreacionales	V <sup>(2)</sup>	500 mL a 1L	Refrigerar a 4 °C	24 horas

1) Frasco de plástico de boca ancha y tapa rosca.

2) Frasco de vidrio de boca ancha y tapa rosca, esterilizado en el laboratorio.

**Fuente:**

- Método de concentración y lavado - cualitativo. Métodos simplificados de análisis microbiológicos de aguas residuales. OPS/CEPIS. Carmen Vargas. Lima, Perú. 1983.
- Método de Baillenger modificado. Análisis de aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. OMS. Rachel M. Ayres & Duncan Mara. Ginebra. 1997.
- Concentración por centrifugación – Flotación: Método de Faust. Evaluación de riesgos para la salud por el uso de aguas residuales en agricultura. Manual de metodologías para el análisis microbiológico de aguas residuales y productos agrícolas. OPS/CEPIS. Margarita Aurazo. Lima, Perú. 1993.
- APHA, AWW, WEF. 2012. Standard methods for examination of water & wastewater, 22nd Edition.

**Fuente: Digesa**

**Figura 06: Requisitos para recepción de muestras para ensayo Físicoquímicos**

LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL DIGESA - MINSA	<b>LISTADO DE REQUISITOS PARA RECEPCION DE MUESTRAS</b>	Código: <b>AR-LI-01</b> Página: 5 de 7 Fecha : 20/05/2013 Revisión: 04
---	---	---

**IV. FÍSICOQUÍMICOS**

Ensayo	Tipo de envase	Cantidad mínima de muestra	Preservación / Conservación desde la toma de muestra	Tiempo máximo para transporte al laboratorio
pH			Medido en campo	
Temperatura			Medido en campo	
Conductividad			Medido en campo	
Oxígeno disuelto			Medido en campo	
<b>BÁSICOS</b>				
Turbiedad	P o V (*)	200 mL	Refrigerar a 4°C en oscuridad.	48 horas
Alcalinidad	P o V (*)	200 mL	Refrigerar a 4°C	14 días
Color	P o V (*)	500 mL	Refrigerar a 4°C	48 horas
Sólidos sedimentables	P o V (*)	1000 mL	Refrigerar a 4°C	48 horas
Sólidos (disueltos, fijos, suspendidos, volátiles, totales.)	P o V (*)	1000 mL	Refrigerar a 4°C	7 días
Cloruros	P o V (*)	200 mL	Refrigerar a 4°C	28 días
Sulfatos	P o V (*)	100 mL	Refrigerar a 4°C	28 días
Dureza	P o V (*)	500 mL	Agregar 1,5 mL de HNO <sub>3</sub> 1+1 (H) hasta pH < 2	6 meses
DBO <sub>5</sub>	P o V (*)	1000 mL	Refrigerar a 4°C	24 horas
Cianuro WAD	P o V (*)	500 mL	Agregar NaOH hasta pH > 12. Refrigerar a 4°C en oscuridad.	14 días
Material extractable en hexano MEH (Aceites y grasas)	V (*) ámbar	1000 mL	Agregar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1+1 (H) hasta pH < 2, refrigerar 4 ° C.	28 días
<b>METALES</b>				
Metales (H)	P(A) (H) (no tapa de metal)	1000 mL	Agregar 3mL de HNO <sub>3</sub> 1+1 (H) hasta pH < 2 , Refrigerar a 4°C.	3 meses
Mercurio	Vidrio borosilicato o cuarzo Plástico: FEP (Perfluoro etileno-propileno) Plástico: PTFE (Politetrafluoroetileno)	500 ml	Agregar 2,5 ml de ácido clorhídrico (c) (H)	28 días
<b>ORGANICOS</b>				

Cualquier copia impresa y cualquier archivo electrónico de este documento que se encuentre fuera del portal de la DIGESA es considerada como COPIA NO CONTROLADA.

**Fuente: Digesa.**

- **REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.

**Artículo 1°. - De la finalidad**

El presente Reglamento establece las disposiciones generales con relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano, con la finalidad de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población.

**Artículo 3°. - Ámbito de Aplicación**

3.1 El presente Reglamento y las normas sanitarias complementarias que dicte el Ministerio de Salud son de obligatorio cumplimiento para toda persona natural o jurídica, pública o privada, dentro del territorio nacional, que tenga responsabilidad de acuerdo a ley o participe o intervenga en cualquiera de las actividades de gestión, administración, operación, mantenimiento, control, supervisión o fiscalización del abastecimiento del agua para consumo humano, desde la fuente hasta su consumo;

**Artículo 6°. - Lineamientos de gestión**

El presente Reglamento se enmarca dentro de la política nacional de salud y los principios establecidos en la Ley N° 26842 - Ley General de Salud. La gestión de la calidad del agua para consumo humano garantiza su inocuidad y se rige específicamente por los siguientes lineamientos:

1. Prevención de enfermedades transmitidas a través del consumo del agua de dudosa o mala calidad;
2. Aseguramiento de la aplicación de los requisitos sanitarios para garantizar la inocuidad del agua para consumo humano;
3. Desarrollo de acciones de promoción, educación y capacitación para asegurar que el abastecimiento, la vigilancia y el control de la calidad del agua para consumo, sean eficientes, eficaces y sostenibles;
4. Calidad del servicio mediante la adopción de métodos y procesos adecuados de tratamiento, distribución y almacenamiento del agua para consumo humano, a fin de garantizar la inocuidad del producto;
5. Responsabilidad solidaria por parte de los usuarios del recurso hídrico con respecto a la protección de la cuenca, fuente de abastecimiento del agua para consumo humano;
6. Control de la calidad del agua para consumo humano por parte del proveedor basado en el análisis de peligros y de puntos críticos de control.
7. Derecho a la información sobre la calidad del agua consumida.

**Artículo 12°. - Gobiernos Locales Provinciales y Distritales.**

Los gobiernos locales provinciales y distritales están facultados para la gestión de la calidad del agua para consumo humano en sujeción a sus competencias de ley, que se detallan a continuación

1. Velar por la sostenibilidad de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano;
2. Supervisar el cumplimiento de las disposiciones del presente Reglamento en los servicios de agua para consumo humano de su competencia;

3. Informar a la autoridad de salud de la jurisdicción y tomar las medidas que la ley les faculta cuando los proveedores de su ámbito de competencia no estén cumpliendo los requisitos de calidad sanitaria normados en el presente Reglamento; y
4. Cooperar con los proveedores del ámbito de su competencia la implementación de las disposiciones sanitarias normadas en el presente Reglamento. Lo señalado en los numerales 2 y 3 del presente artículo es aplicable para los gobiernos locales provinciales en el ámbito urbano y periurbano; y por los gobiernos locales distritales en el ámbito rural. Cuando se trate de entidades prestadoras de régimen privado el Gobierno Local deberá comunicar a la SUNASS para la acción de ley que corresponda.

#### **Artículo 23° . - Niveles de plan de control de calidad del agua**

De acuerdo a los sistemas de abastecimiento y ámbitos de residencia, se establecen tres niveles de planes de control de calidad:

1. Plan de control de calidad de nivel I (PCC-I)

Proveedores que abastecen de agua mediante sistemas convencionales en áreas urbanas y periurbanas;

2. Plan de control de calidad de nivel II (PCC-II)

Proveedores que abastecen de agua mediante camiones cisternas u otros servicios prestados en condiciones especiales en las áreas urbanas y periurbanas; y

3. Plan de control de calidad de nivel III (PCC-III)

Proveedores que abastecen de agua mediante sistemas convencionales y otros servicios prestados en condiciones especiales en áreas rurales. La Autoridad de Salud de nivel nacional normará los planes de control de calidad descritos en el presente artículo.

#### **Artículo 24° . - Análisis de peligros y de puntos críticos de control**

El plan de control de calidad señalado en el artículo 22° se aplica con arreglo a lo siguiente:

1. El proveedor prepara el plan de control de calidad del agua sustentado en el análisis de peligros y de puntos críticos de control que incluye la fuente, la captación, producción, sistema de tratamiento y sistema de distribución, ciñéndose al presente Reglamento y la norma que emita la Autoridad de Salud de nivel nacional;
2. El proveedor presentará a la Dirección Regional de Salud o Gerencia Regional de Salud o Dirección de Salud de la jurisdicción en donde opera, el plan de control de calidad del agua sustentado en el análisis de peligros y de puntos críticos de control, para fines de aprobación, registro y auditorías correspondientes.

## **2.6. HIPÓTESIS**

### **2.6.1. Hipótesis General**

Se puede determinar el ICA del agua subterránea de abastecimiento del CP El Carmen en el distrito de Tambogrande, a través del cálculo y análisis de indicadores que nos suministren información de la calidad y grado de contaminación del recurso hídrico.

### **2.6.2. Hipótesis específicas**

- Es posible encontrar una relación entre los datos de los parámetros obtenidos en los monitoreos realizados en el presente trabajo como en los años anteriores y determinar el índice de calidad del agua ICA del CP El Carmen – Tambogrande.
- Se puede analizar los resultados de los parámetros obtenidos en los monitoreos y encontrar el ICA.
- Se puede determinar el ICA de los resultados obtenidos en el presente trabajo como en años anteriores y ver si se ha incrementado o disminuido el ICAs.
- Es posible proponer medidas de mejoramiento si así lo amerita el caso para la conservación y cuidado del recurso hídrico del CP el Carmen Tambogrande, ya que no se cuenta con un programa establecido de monitoreo y seguimiento.

## **2.7. VARIABLES**

### **2.5.1 Variable dependiente**

Índice de Calidad del Agua ICA.

### **2.5.2 Variable independiente**

Análisis fisicoquímico y microbiológicos

**2.8. TABLA 01. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

**TÍTULO: “MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL CP “EL CARMEN” – TAMBOGRANDE UTILIZANDO EL ICA COMO INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN EN EL PERIODO MAYO- AGOSTO DEL 2022”**

”

**Tesista: Bach. Jeymi Melissa Guevara Manrique.**

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	TIPO DE VARIABLE	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE: ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO.	Parámetros físicos	PH Temperatura Conductividad Sólidos totales disueltos	0-14 °C Mho/cm mgL-1	Numérica continua	Ph metro Termómetro Conductivimetro TDS
	Parámetros químicos	Alcalinidad Dureza cloruros Nitratos Sulfatos	ppm ppm ppm ppm ppm	Númerica continua	Met. Laboratorio Met. Laboratorio Met. Laboratorio Met. Laboratorio Met. Laboratorio
	Parámetros microbiológicos	Coliformes totales Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL a 35°C UFC/100 mL a 44,5°C	Numérica continua	Met.Laboratorio. Met.Laboratorio
VARIABLE DEPENDIENTE: INDICE DE CALIDAD DEL AGUA	Consumo humano GIRH	LMP según el reglamento de calidad del agua. Políticas Públicas.	-Apta / No apta para consumo. Normas de gestión.	Nominal dicotómica	Comparación con el D.S. 031 – 2010 – SA.

**Fuente: Elaboración Propia.**

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 ENFOQUE

El trabajo de investigación tendrá un enfoque cuantitativo, debido a que se a realizar medidas de concentración de parámetros físico químicos y microbiológicos en un espacio de tiempo, para poder definir el método de tratamiento a dar al agua de abastecimiento de la zona.

#### 3.2 DISEÑO

El trabajo a realizar es netamente experimental, debido a que se realizaran ensayos in situ así como pruebas en el laboratorio.

El diseño de la investigación según Hurtado (2007, pág. 14), el diseño de la investigación alude a las decisiones que se tomaron en cuanto al proceso de recolección de datos y de experimentación en el caso de tesis confirmatorias que permitieron al investigador lograr la validez interna de la investigación. (Hurtado., 2021)

El presente es de diseño Aplicada-Tecnológica. Según (Hugo Sanchez, 2018) este tipo de investigación se orienta a describir, explicar y predecir la realidad tratando de solucionar los problemas mediatos en ellas, en este caso propios de la ingeniería ambiental y Química. El mismo autor refiere que el diseño de estudios es pre-experimental porque se orienta a la comprobación de una única hipótesis descriptiva, es decir explica los efectos de tales causas, por lo que los controles de las variables se hacen imperioso y donde la variable única que es la aplicación del plan de mantenimiento total se ejecute. Atendiendo a la relación de sus variables, el estudio corresponde al diseño pre-experimental con grupo único, tal como lo indica el siguiente esquema. Indica:

GU: Grupo Único.

O1: Medición de Inicio.

X: Diseño y selección de un proceso para la obtención de los resultados durante los análisis.

El diseño que se utilizó para esta investigación será de campo, porque se recolectará información directamente de la realidad (muestras de agua del CP El Carmen perteneciente al distrito de Tambogrande en la provincia de Piura), y se verificará si este cumple con los estándares de calidad del agua para consumo humano y se diseñará una propuesta para una buena gestión de los recursos hídricos en dicho caserío y proteger la salud de los pobladores.

Se estudiarán en un momento y tiempo determinado, así como se describirán características físicas, químicas y microbiológicas relacionadas a la inocuidad del agua, se tomó las muestras de agua y se sometieron al análisis para poder evaluar el ICA.

#### 3.3 NIVEL

El trabajo de investigación será explicativo – causal y descriptivo. La investigación se ha clasificado del tipo experimental a nivel laboratorio.

El nivel de investigación fue Experimental; Debido a que el objeto de estudio y sus componentes fueron sometidos a modificaciones con el propósito de buscar un resultado más atractivo en la identificación del ICA, los mismos que fueron sometidos a la influencia de ciertas variables, en condiciones que deben de ser conocidas y controladas. Todo ello, en base al planteamiento de

Espinoza Montes (Espinoza Montes, 2014.) que sostiene La investigación de nivel experimental tiene como propósito manipular las variables que tienen relación causal para transformarlo, su finalidad es crear nuevos conocimientos para mejorar el objeto de investigación.

### **3.4 TIPO**

Experimental: el presente trabajo será realizado a nivel experimental, ya que se van a realizar análisis y ensayos de laboratorio teniendo en cuenta siempre las variables independientes y dependientes del proyecto.

Mediante una serie de ensayos y pruebas en el laboratorio se pretende verificar las características del agua y verificar si cumple el reglamento de la calidad del agua, caso contrario proponer algún método de tratamiento para minimizar los impactos del agua no tratada en los pobladores.

De acuerdo a los objetivos planteados en la tesis esta fue del tipo descriptivo porque estuvo dirigido a evaluar el ICA del CP El Carmen en el distrito de Tambogrande en el departamento de Piura, así como elaborar una propuesta de gestión integrada del recurso hídrico. La tesis siguió la siguiente tipología: Según la planificación de las mediciones de la variable en la tesis: Prospectivo, debido a que la investigadora realizó mediciones, es decir, se empleó datos primarios.

Según el número de variables analíticas: Descriptivo, debido a que la variable en estudio se constituyó en la variable de interés.

Según el número de mediciones de la variable en estudio: Longitudinal, debido a que el estudio contemplo más de una medición de la variable de interés (Supo, 2014)

El presente trabajo de investigación es del tipo explicativo, este tipo de Investigación explicativa constituye un tipo de investigación cuantitativa experimental, que busca establecer las distintas causas de un fenómeno, comportamiento o proceso, en los siguientes tipos de estudio, como son los procesos de verificación de los parámetros del reglamento de calidad del agua ya sea físico-químicos y microbiológicos.

### **3.5 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS**

Se verificará mediante el monitoreo realizado de manera mensual, durante 3 meses las características del agua que consumen los pobladores del CP El Carmen en el distrito de Tambogrande en la provincia y departamento de Piura y se comprobará si el ICA está dentro del rango aceptado para consumo humano y si cumple con el reglamento de calidad del agua para consumo humano, siguiendo la metodología siguiente:

Primero, determinar el tipo de análisis a realizar ya sea in situ o en el laboratorio.

Segundo: preparar la cadena de custodia para la toma de muestras de agua.

Tercero: monitorear la fuente de abastecimiento teniendo en cuenta los protocolos de monitoreo de agua otorgados por la ANA.

Cuarto: con los resultados obtenidos se realizará la verificación y contrastación de los mismos para verificar si cumple con el ICA y con el reglamento de calidad del agua DS.031-2010.DIGESA. (Digesa., 2010)

Quinto: se publicará los resultados en el presente trabajo de investigación, así como la propuesta de tratamiento de agua para minimizar los impactos que pueda generar una mala gestión del recurso hídrico.

### 3.6 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Esta parte de la investigación consistió en recolectar los datos relacionados con las variables involucradas en el estudio de los métodos de análisis de agua para determinar el ICA.

Las técnicas de recolección de datos según Arias (2006: 53), “las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información”. Son ejemplos de técnicas, la observación directa, la encuesta y la entrevista, el análisis documental, de contenido, entre otros.

- **Técnicas de Gabinete.**

En este rubro cabe destacar que se emplearon dos tipos fundamentales de técnicas: el fichaje mediante el cual se proveerán de teorías e indicadores necesarios para cuantificar el ICA y el análisis documental que ayudara a la adecuada percepción conceptual de los fines y nuestros medios específicos para tratar la información en síntesis operativa lo que ayudara en la lógica del cálculo del ICA.

- **Técnicas de campo.**

Básicamente se utilizó la aplicación de análisis de laboratorio para valorar los parámetros generales para la valorización del ICA y de la actividad fundamentada que obviamente será pieza clave para transformar la realidad del mejoramiento de los resultados obtenidos.

- **Técnicas de muestreo**

Protocolo nacional de monitoreo de calidad del agua otorgado por la autoridad Nacional del agua. (ANA).

- **Técnicas de recolección de datos**

Los datos serán recolectados en la fuente de abastecimiento de agua subterránea y para consumo humano dentro de algunas casas de la zona del CP El Carmen en el distrito de Tambogrande en la provincia y departamento de Piura.

- **De análisis**

Los resultados obtenidos se procesarán estadísticamente y se contrastará con el reglamento de calidad del agua. D. S 031-2010-DIGESA.

- **Instrumentos**

El instrumento de evaluación fue el ICA establecido por la ANA para fuentes de agua subterránea y superficial.

Las técnicas utilizadas para este trabajo de investigación fueron:

**Cuadro N ° 01: Métodos utilizados**

Parámetro	Norma	Matriz	Método analítico
DQO	ISO 6060	Agua potable	Titulación
Ca, Mg	DIN 38406-3	Agua potable	Titulación
Cloruros	DIN EN ISO 10304-1	Todos los tipos de agua	Titulación.
STD	Varios	Agua potable	Multiparámetro.

PH	Varios	Agua potable	Potenciometría
Conductividad	Varios	Agua potable	Potenciometría
Oxígeno disuelto	Varios	Agua potable	Potenciometría
Salinidad	Varios	Agua potable	Potenciometría
Temperatura	Varios	Agua potable	Potenciometría
Coliformes, totales y Escherichia coli	NTP- 299	Agua potable	Método de filtrado de membrana.

**Fuente: Manual de análisis de aguas (COMPANY, 2000)**

### 3.7 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los instrumentos de recolección de datos según Arias (2006 p.2016). Señala que los instrumentos son medios materiales que se emplean para recoger y almacenar datos, con fines de llevar un control de los datos y seguir una secuencia lógica de la investigación, se internalizaron las técnicas documentales y empíricas.

Para esta parte de nuestro trabajo de investigación consistió en recolectar los datos relacionados con las variables a evaluar en el estudio como son los parámetros físicos químicos y microbiológicos de calidad del agua.

Los instrumentos de recolección de datos fueron los siguientes:

- El instrumento es una lista de cotejo para recabar información de campo
- Entrevistas.
- Cartilla de apuntes.

El instrumento que se utilizó en esta técnica fueron las Fichas bibliográficas y de trabajo. Asimismo, se utilizó la Técnica de laboratorio para el análisis de aguas.

El instrumento utilizado en esta técnica fue la ficha de registro.

### 3.8 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

#### **Validez:**

Con respecto a la validez del instrumento, (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014.) señalan: Un instrumento (o técnica) es válido si mide lo que en realidad pretende medir. La validez es una condición de los resultados y no del instrumento en sí. El instrumento no es válido de por sí, sino en función del propósito que persigue con un grupo de eventos o personas determinadas (p. 107). Además, la validez puede efectuarse a juicio de expertos; es decir, con personas de gran experiencia en investigación o largo tiempo de servicio y conocedores del área inherente al problema estudiado. Por lo tanto, para conseguir la validez de los instrumentos aplicados en el presente estudio, se consultó la opinión de tres (03) profesionales en el área de Ingeniería, con amplia experiencia en análisis de aguas.

- **Confiabilidad del instrumento:**

Los autores Hernández, Fernández y Baptista (2006: 248), afirman que: “existen diversos procedimientos para calcular la confiabilidad de un instrumento de medición. Todos utilizan fórmulas que producen coeficientes de confiabilidad. Estos coeficientes pueden oscilar entre 0 y 1”. Es importante señalar, que el coeficiente de 0 significa nula confiabilidad y 1 representa un máximo de confiabilidad (confiabilidad total).

Para la presente investigación la confiabilidad de los instrumentos de medición se determinó mediante el método estadístico Alpha de Combrach, aplicado a los resultados obtenidos luego de la aplicación de los mismos, dando como resultado 0.88, lo cual demuestra que es Muy Alta. El alcanzar un resultado confiable y consistente significa que el instrumento de medición puede ser aplicado nuevamente al mismo sujeto y producir iguales resultados.

Su fórmula estadística es la siguiente:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

K : El número de ítems  
S<sup>2</sup>: Sumatoria de Varianzas de los Ítems  
S<sub>T</sub><sup>2</sup> : Varianza de la suma de los Ítems  
α : Coeficiente de Alfa de Cronbach

La presente investigación científica empleara instrumentos para la investigación ya validados por autores que han realizado estudios relacionados al tema por lo consiguiente se está citando a los autores añadiendo año de publicación y numero de página de la cual se obtiene la información presentada.

### 3.9 ASPECTOS ÉTICOS

El presente trabajo de investigación sé realizó respetando los hábitos y costumbres de los pobladores del CP El Carmen en el distrito de Tambogrande, así como las condiciones de seguridad durante toda la etapa de muestreo y entrevista a los pobladores de la zona.

#### **Medio ambiente:**

El presente trabajo de investigación será realizado teniendo en cuenta las más altas condiciones de seguridad y el menor tipo de impacto al medio ambiente, cuidando siempre el mismo.

#### **Confidencialidad:**

Todos los datos conseguidos durante el trabajo de investigación, serán tratados en absoluta confidencialidad y usados expresamente para este fin.

#### **Citaciones:**

Todo tipo de material referencial para esta investigación será citado, siguiendo los estándares ISO 690 y 690-2 y APA7ma Edición, respectivamente.

#### **Dignidad y cordialidad:**

En los casos de entrevista personales al personal de los diferentes estamentos de estudio este se realizó con total cordialidad y respeto a la dignidad de las personas.

### **3.10 ENFOQUE**

#### **Cuantitativo. -**

Se midió los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos (muestreos y análisis de aguas), en este paso se llevó a cabo un análisis y estudio de la realidad actual del recurso hídrico que abastece el CP El Carmen.

El enfoque es cuantitativo porque se usó la estadística para el análisis de los datos (Supo, 2014).

### **3.11 ALCANCE O NIVEL:**

Descriptivo por qué parte de una realidad y se va describir (Supo, 2014), tales como características físicas, químicas y microbiológicas, para así determinar el ICA del CP El Carmen en el distrito de Tambogrande, así como hacer un estudio de sus hábitos de consumo para poder presentar una propuesta a la población y evitar el estrés hídrico en épocas de escasez del agua por ausencia de lluvias estacionales que permitan recargar los acuíferos de la zona.

### **3.12 SUJETOS DE INVESTIGACIÓN**

La presente tesis se llevó a cabo por disponibilidad con personas que viven dentro del CP El Carmen, (aproximadamente 140 personas, según consta en el acta de pobladores de este caserío, del distrito de Tambogrande en la provincia de Piura del departamento de Piura).

El agua que es consumida por los pobladores del CP El Carmen es nuestro centro de estudios y debe reunir ciertos requisitos para ser consumida ya que de este se abastecen un total de 35 familias, de no reunir dichos requisitos se verían afectados por las enfermedades gastrointestinales que puede producir el consumo de agua de mala calidad, es por eso que el agua de abastecimiento es nuestro sujeto de investigación.

Las muestras de agua para este trabajo de investigación provienen de los cuatro monitoreos realizados durante el periodo de evaluación que se hicieron durante los meses de mayo, junio, julio y agosto del 2022, específicamente teniendo en consideración que mayormente no hubo fenómenos climatológicos que pudieran haber alterado o cambiado considerablemente la composición de las muestras de agua.

El método de selección de la muestra de la población fue por disponibilidad, el tipo de muestra es no probabilística porque no todos tienen la misma probabilidad de ser elegidos (Sampieri, pág. 65), esto se debe que estas personas que se abastecen del agua del CP El Carmen se eligieron por las características que se describe a la población que padece algún trastorno gastrointestinal (Enfermedades diarreicas agudas, posta médica de la zona- 2018.SRSLCC).

### **3.13 MATERIALES Y EQUIPOS**

- Vasos de precipitado
- Matraces aforados
- Pipetas
- Probetas
- Espátulas
- Buretas
- Fiolas
- Autoclave
- Cooler

- Balanza analítica
- PH metro.
- Multiparámetro.

### 3.14 REACTIVOS

- Agua destilada.
- Hidróxido de sodio.
- Ácido clorhídrico.
- Cultivos microbiológicos
- Nitrato de plata.

### 3.15 DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

La población se abastece actualmente de un pilón del cual se extrae agua subterránea mediante una tubería de PVC de 2” de DI del pilón de abastecimiento el cual está ubicada en la parte alta del ingreso al caserío viniendo de Piura hacia Tambogrande.

El horario de abastecimiento es de 6.00 am hasta las 8.00 am, en algunos casos este horario se extiende hasta las 9.00 am según se pudo corroborar in situ.

Esta fuente de abastecimiento de agua tiene unas características de calidad de agua muy buenas en lo que respecta a las características organolépticas, físicas y químicas tal como consta en los análisis efectuados a la misma, el inconveniente principal que presenta esta agua es con respecto a las características microbiológicas, ya que se encontró que en la parte microbiológica tenía < 1 coliformes fecales como Termotolerantes, referencia anexos 04 y 05, lo que la convierte en un agua que necesariamente necesita un tratamiento previo antes de su uso para el consumo humano.

### 3.16 DATOS DE LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO EN ESTUDIO

Por el lugar no se encontró afloramientos cerca que puedan servir también como fuente de abastecimiento de la población. En época de lluvias se pudo comprobar mediante las entrevistas con los pobladores, que no tienen problemas ya que el agua como es del subsuelo, mantiene sus características organolépticas, no generando ningún problema con respecto a su uso.

Con respecto a las lluvias, estas son necesarias en la zona, ya que son las que recargan el acuífero de abastecimiento y evitan el estrés hídrico en la zona.

Durante los monitoreos no tuvimos ninguna dificultad para poder llevar a cabo nuestro trabajo de investigación, ya que la población estuvo convencida que este trabajo les será de mucha utilidad para posteriores evaluaciones y puedan consumir agua de excelentísima calidad, lo que contribuirá para la salud de los pobladores específicamente para los niños ya que se prevé una reducción de las enfermedades gastrointestinales, así como las EDAs. La medición del caudal de monitoreo se realizó por el método volumétrico; en el que, con ayuda de un recipiente de volumen conocido, 20 l, se midió 6 veces el tiempo que demoró en llenarse. Dando como resultado promedio 1.594 l/seg.

#### CUADRO N° 02

##### Cálculo del caudal volumétrico de la fuente de abastecimiento

N° de Prueba	Volumen (litros)	Tiempo (segundos)
01	20	12.65
02	20	12.40
03	20	12.50

<b>04</b>	<b>20</b>	<b>12.45</b>
<b>05</b>	<b>20</b>	<b>12.65</b>
<b>06</b>	<b>20</b>	<b>12.60</b>
<b>Total</b>	<b>120</b>	<b>12.54</b>

**Fuente: elaboración propia.**

### **3.17 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO EMPLEADO**

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo teniendo siempre en cuenta las actividades a realizar para cumplir con los objetivos planteados e incluyendo la metodología utilizada.

#### **3.17.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

##### **Lugar de ensayo**

Toda la parte experimental de este proyecto de tesis se llevó a cabo en el Instituto de medio ambiente de la Universidad Nacional de Piura (IMA- UNP).

#### **3.17.2 Técnicas para la recolección de muestras para el análisis del agua de la fuente de abastecimiento**

Para la recolección de la muestra se realizó lo siguiente:

##### **a. Procedimiento de toma de muestra**

En el punto de captación de agua de abastecimiento de la población se tomó 4 muestras simples para el análisis y posteriormente preparar la muestra compuesta que se iba a llevar al laboratorio de la Universidad Nacional de Piura específicamente al laboratorio de referencia como lo es el IMA y también el laboratorio de la empresa CER AMBIENTAL INGENIERÍA EIRL.

El procedimiento utilizado fue el siguiente se empleó 4 frascos de plástico previamente enjuagado con agua destilada y un frasco de vidrio previamente esterilizado, el cual se procederá a enjuagar de dos a tres veces con la misma agua que se va analizar, esto se realiza con la finalidad de lograr evitar cualquier tipo de contaminación con sustancia ajenas a las muestras problemas.

##### **b. Identificación de la muestra**

Después que se tomó la muestra se registró y se etiquetó el envase siguiendo con los protocolos que nos da el laboratorio y siguiendo la cadena de custodia que debe seguirse para estos casos, como detallamos a continuación:

- Número de muestra (respectivo al orden de toma de muestra).
- Código de identificación (punto y/o estación de muestreo).
- Tipo de muestra de agua o fuente.
- Descripción del punto de muestreo.
- Fecha y hora de la toma de muestra.
- Preservación realizada, tipo de reactivo de preservación utilizado.
- Tipo de análisis requerido
- Nombre del responsable del muestreo.

##### **c. Transporte y conservación de la muestra**

Para preservación de las muestras durante el transporte al laboratorio se conservó en un cooler para protegerlos de los efectos de la luz y el calor excesivo. Las muestras fueron almacenadas de forma segura, debidamente tapadas y se transportaron con todas las medidas de seguridad según

las indicaciones del Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Agua hacia el laboratorio (ANA, Protocolo Nacional para el monitoreo de los recursos hídricos, 2016)

#### **d. Etiquetado**

El etiquetado se realizará con las especificaciones que pide el laboratorio del IMA- Universidad de Nacional de Piura y el laboratorio acreditado, donde se especificaran el lugar, el punto de muestreo, la fecha de recojo y el responsable.

#### **e. Análisis físicos**

Determinación de los parámetros de campo: (pH, T, Conductividad, sólidos totales disueltos, oxígeno disuelto, turbidez) mediante el Multiparámetro portátil.

#### **f. Análisis químicos y microbiológicos**

Los ensayos para el análisis de los parámetros microbiológicos, se realizaron en el laboratorio de medio ambiente de la Universidad Nacional de Piura, para los parámetros químicos se enviaron al laboratorio de química orgánica de la misma Universidad, paralelamente también se enviaron a un laboratorio regional para su análisis y poder evaluar con este laboratorio de referencia.

#### **g. instrumentos:**

Fichas de registro: Se registraron los resultados mensuales del monitoreo del agua subterránea, por un lapso de 4 meses, es decir un monitoreo por mes.

#### **h. Materiales de laboratorio**

Las muestras de agua fueron evaluadas, para determinar la calidad del agua que consume la población y así poder tener las conclusiones respectivas con respecto a nuestro trabajo de investigación y observar si se está cumpliendo con los objetivos trazados al inicio de nuestro trabajo.

#### **i. Materiales de gabinete**

- ✓ Computadora
- ✓ Impresora
- ✓ Registro de datos de campo
- ✓ Datos del Análisis de las muestras
- ✓ Software Word Office 2013.
- ✓ Instalación del ArcGis Material de escritorio.

#### **j. Materiales de campo**

- ✓ Libreta de campo Formatos de para el control del tiempo
- ✓ Fichas de campo Bolsas de polietileno.
- ✓ Etiquetas para las muestras Mascarilla.
- ✓ Guantes de látex descartables
- ✓ Frascos esterilizados de plástico y vidrio rotulados, de diferentes tamaños, según el parámetro que se va a analizar.
- ✓ Tapas y contratapas.
- ✓ Cadena de custodia
- ✓ Lapiceros

### 3.18 TECNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA INFORMACION.

Para el procesamiento y análisis de la información se utilizaron procedimientos estadísticos de estimación puntual (medidas de tendencia central y medidas de dispersión) y de contrastación de hipótesis. Al ser un estudio de tipo observacional, se empleó la prueba de hipótesis de Chi cuadrado, que permitió contrastar la asociación entre el análisis fisicoquímico, microbiológico y el cumplimiento de los parámetros establecidos en el reglamento de la calidad del agua de consumo humano en el área de estudio, cuya fórmula es la siguiente:

**Regla de decisión:**  $X_c^2 > X_t^2$  Entonces rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna. Caso contrario se aceptará la hipótesis nula.

**Gráficos.** - Se realizaron gráficos, los cuales nos permitieron evaluar los diversos resultados de los análisis de los diferentes parámetros descritos en el proyecto

**Tabulación de datos.** - Es el cálculo de las respuestas contenidas de los análisis de las muestras con la finalidad de generar resultados que se muestran en cuadros (o tablas) y en gráficos. Apropiaada visión de las características más importantes de la distribución estadística estudiada. Da una perspectiva más amplia o restringida, y según se entienda en el proceso de investigación.

### 3.19 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

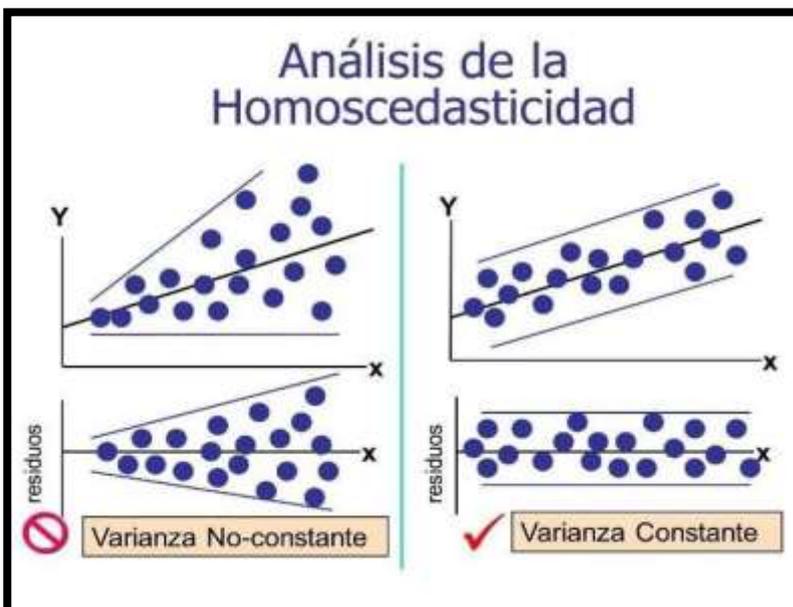
Para el análisis estadísticos de los datos , utilizamos la prueba por medio del análisis de varianza ( ANDEVA), así como una prueba de comparación de Duncan con un nivel de significancia  $< 0.05$  para establecer diferencias entre las medias. Este análisis se realizó utilizando el paquete estadístico SPSS V.13.

#### 3.19.1 Análisis de varianza (ANDEVA)

El análisis de la varianza permite contrastar la hipótesis nula de que las medias de K poblaciones ( $K > 2$ ) son iguales, frente a la hipótesis alternativa de que por lo menos una de las poblaciones difiere de las demás en cuanto a su valor esperado. Las poblaciones tienen todas igual varianza (homoscedasticidad).

La homoscedasticidad es una característica de un modelo de regresión lineal que implica que la varianza de los errores es constante a lo largo del tiempo.

**Figura N° 07: Análisis de la homoscedasticidad.**



Fuente: Economipedia.

**Cuadro N° 03: Análisis de varianza para un ensayo: sulfatos**

Cantidad de ensayos por	Ensayo 01 Cloruros	Ensayo 02 Cloruros	Ensayo 03 Cloruros	Ensayo 04 Cloruros
Muestra 01	18	19	21.0	19.0
Muestra 02	19.5	20.2	19.50	22.0
Muestra 03	20.0	19.0	19.0	22.0

**Fuente: Elaboración Propia.**

Entonces procedemos a verificar con un nivel de significancia de 95% si es que estos valores son significativamente iguales.  $\alpha = 0.05$

Nuestra hipótesis original es esta:

H1 al menos una media es distinta.

Procedemos a sumar los 4 valores de las muestras: Tr.

$$\text{Muestra 0x Tr} = E1 + E2 + E3 + E4 =$$

$$\text{Muestra 01 Tr: } 18+19+21+19 = 77$$

$$\text{Muestra 02 Tr} = 19.5 + 20.2 + 19.5 + 22 = 81.2$$

$$\text{Muestra 03 Tr} = 20+ 19 +19+22 = 80.$$

Luego procedemos hacer lo mismo, pero elevamos al cuadrado cada ensayo de la respectiva muestra:

$$\text{Mx} = E1 \text{ exp.2} + E2 \text{ exp.2} + E3 \text{ exp.2} + E4 \text{ exp.2} =$$

$$\text{M1} = 18 \text{ exp}^2 + 19 \text{ exp.2} + 21.0 \text{ exp.2} + 19.0 \text{ exp.2} = 324 + 361 + 441 + 361 = 1487.$$

$$\text{M2} = 380.25 + 408.04 + 380.25 + 484 = 1652.79$$

$$\text{M3} = 400 + 361 + 361 + 484 = 1606.$$

Luego procedemos al tratamiento de los datos: encontramos T = tratamiento.

Sumamos todos los valores obtenidos al sumar los 4 ensayos de cada muestra.

$$T = 77 + 81.2 + 80 = 238.2$$

Luego calculamos el factor de corrección = Fc

$$.Fc = T^2 / \text{Numero de ensayos realizados}$$

Para nuestro caso realizamos 12 ensayos en total.

$$\text{Fc} = T^2 / 12 = 238.2 \text{ exp.2} / 12 = 4728.27$$

Luego procedemos a calcular la suma de los cuadrados totales = SCT- Fc

$$\text{SCT} = 1487 + 1652.79 + 1606 = 4745.79 - 4728.27 = 17.52.$$

Luego procedemos a sumar los cuadrados de los tratamientos para cada muestra y los dividimos entre el número de ensayos en este caso sería 4 para cada muestra.

$$\text{SCTr} = 77^2 / 4 + 81.2^2 / 4 + 80^2 / 4 - 4728.27 = 2.34$$

Y por último calculamos las sumas de los cuadrados del error SCE.,

$$\text{SCE} = \text{SCT} - \text{SCTr} = 17.52 - 2.34 = 15.18.$$

**Cuadro N ° 04: Razón F**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Razón F
Tratamiento	2	2.34	1.17	$F_c = \frac{1.17}{1.68} = 0.696$
error	n- K 9	15.18	15.18/9 1.68	

Donde:

K = Numero de muestras en este caso. = 3

n = número de ensayos = 12

Grados de libertad = 3 muestras menos 1 = K-1 = 3-1= 2

Error = n -K = 12 - 3 = 9

Luego de completar nuestro cuadro:

Se rechaza Ho si:

$F_c = 0.696$

$F_c > F_{\alpha, V1, V2}$

$V1 = 2$

$V2 = 9$

$0.696 > 4.26$  (valor encontrado en tabla anexo).

Como 0.696 no es mayor que 4.26, no se cumple, entonces se acepta Ho.

Y como Ho era nuestra hipótesis inicial que decía que la media 1 la media2 y la media 3 eran iguales, por lo tanto, con 95% de confianza podemos asegurar que el resultado medio del ensayo 1 es significativamente igual para los 3 ensayos.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS DURANTE EL PERIODO MAYO – AGOSTO 2022.

En este capítulo de la tesis, se muestran los resultados obtenidos (Anexos 04 y 05) durante el monitoreo de los principales parámetros de la fuente de abastecimiento de agua del CP El Carmen en el distrito de Tambogrande, en la provincia de Piura, realizado durante los meses de mayo a agosto del 2022.

En la primera parte, se muestra el resultado del procesamiento de los resultados de los parámetros físicos (pH, temperatura, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, análisis microbiológicos).

En la segunda parte, se muestra el resultado del procesamiento de los resultados de los parámetros químicos (alcalinidad, dureza total, cloruros, sulfatos, nitratos), de la fuente de abastecimiento de agua del CP El Carmen.

En la tercera parte, se presenta evaluación microbiológica coliformes totales, coliformes Termotolerantes, bacterias heterótrofas, huevos y larvas de Helmintos.

#### 4.2 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA GENERAL “ICA”

Los índices pueden generarse utilizando ciertos elementos básicos en función de los usos del agua, el “ICA”, define la aptitud del cuerpo de agua respecto a los usos prioritarios que este pueda tener. Estos Índices son llamados de “Usos Específicos”.

El Índice de calidad de agua propuesto por Brown es una versión modificada del “WQI” que fue desarrollada por La Fundación de Sanidad Nacional de EE.UU. (NSF), que en un esfuerzo por idear un sistema para comparar ríos en varios lugares del país, creó y diseñó un índice estándar llamado WQI (Water Quality Index) que en español se conoce como: INDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA).

Este índice es ampliamente utilizado entre todos los índices de calidad de agua existentes siendo diseñado en 1970, y puede ser utilizado para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los ríos a través del tiempo, comparando la calidad del agua de diferentes tramos del mismo río además de comparar lo con la calidad de agua de diferentes ríos alrededor del mundo. Los resultados pueden ser utilizados para determinar si un tramo particular de dicho río es saludable o no.

Para la determinación del “ICA” interviene 9 parámetros, los cuales son:

- Coliformes Fecales (en NMP/100 mL)
- pH (en unidades de pH)
- Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO5 en mg/ L)
- Nitratos (NO<sub>3</sub> en mg/L)
- Fosfatos (PO<sub>4</sub> en mg/L)
- Cambio de la Temperatura (en °C)
- Turbidez (en FAU)
- Sólidos disueltos totales (en mg/ L).

- Oxígeno disuelto (OD en % saturación)

El proceso para el desarrollo del Índice de Calidad del agua se llevo acabo en las siguientes etapas:

**I.** La identificación de factores claves (parámetros biológicos, químicos o físicos) que pueden utilizarse como indicadores de la calidad del agua, basados en el criterio profesional colectivo de personas con conocimientos relativos al medio acuático o al foco de contaminación. Mediante una serie de cuestionarios, a cada panelista se le pregunto que considerara 35 parámetros de calidad de agua para una posible inclusión en dicho índice. Este número se redujo finalmente a 9 parámetros, los cuales fueron mencionados anteriormente.

**II.** Asignación de los Pesos Relativos o Peso de importancia del Parámetro ( $w_i$ ) correspondientes a los factores de contaminación en aguas. En esta fase se corre el riesgo de introducir cierto grado de subjetividad en la evaluación, pero por otro lado sugiere que es importante una asignación racional y unificada de dichos pesos de acuerdo al uso del agua y de la importancia de los parámetros en relación al riesgo que implique el aumento o disminución de su concentración. En el caso de asignaciones de Pesos Relativos se identifican cuatro fases:

- El panel de expertos procede a la generación de las ideas que determinan los Pesos Relativos, escribiéndolas en un papel.
- Recolección de las ideas generadas por los participantes en un gráfico, mediante una discusión en serie.
- Discusión de cada idea recogida por el grupo con el fin de proceder a su clarificación y evaluación.
- Votación independiente sobre la prioridad de las ideas, es decir los Pesos Relativos, la decisión del grupo se determina mediante orientación matemática. Para esto se pueden establecer varias metodologías de índices como lo son las curvas funcionales

Estos datos se promediaron dando origen a curvas que reflejan el criterio profesional de respuestas en una escala (Sub1) de 0-100.

La agregación de la información, mediante fórmulas que incluyen adiciones simples o multiplicativas.

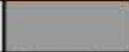
Verificación en campo de su aplicabilidad. Esto implica la recolección de datos y su comprobación.

### 4.3 ESTIMACION DEL INDICE DE CALIDAD DE AGUA GENERAL “ICA”

El “ICA” adopta para condiciones óptimas un valor máximo determinado de 100, que va disminuyendo con el aumento de la contaminación el curso de agua en estudio. (SNET, 2022)

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

**Tabla 02: Clasificación del “ICA” propuesto por Brown**

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

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

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

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

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

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

Para determinar el valor del “ICA” en un punto deseado es necesario que se tengan las mediciones de los 9 parámetros implicados en el cálculo del Índice los cuales son: Coliformes Fecales, pH, (DBO5), Nitratos, Fosfatos, Cambio de la Temperatura, Turbidez, Sólidos disueltos Totales, Oxígeno disuelto.

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

Para calcular el Índice de Brown se puede utilizar una suma lineal ponderada de los subíndices (ICAa) o una función ponderada multiplicativa (ICAm). Estas agregaciones se expresan matemáticamente como sigue:

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

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

Donde:

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

Subi: Subíndice del parámetro i.

Otros autores (Landwehr y Denninger, 1976), demostraron que el cálculo de los “ICA” mediante técnicas multiplicativas es superior a las aritméticas, es decir que son mucho más sensibles a la variación de los parámetros, reflejando con mayor precisión un cambio de calidad. Es por esta razón que la técnica que se aplicará en este estudio es la multiplicativa.

Para determinar el valor del “ICA” es necesario sustituir los datos en la ecuación 2 obteniendo los Subi de distintas graficas como se explicará a continuación, dicho valor se eleva por sus respectivos wi de la Tabla 2 y se multiplican los 9 resultados obteniendo de esta manera el “ICA”.

Los pesos de los diversos parámetros son:

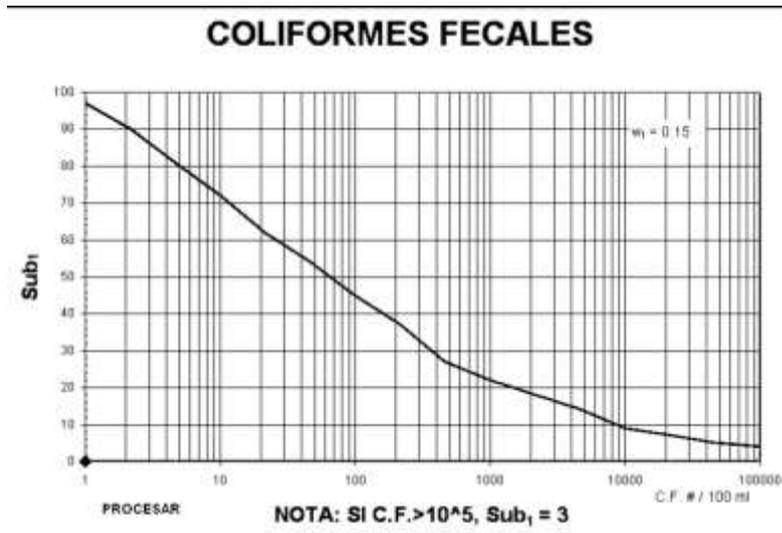
**Tabla 03: Pesos relativos para cada parámetro del “ICA”**

i	Sub i	wi
1	Coliformes Fecales	0.15
2	pH	0.12
3	DBO5	1.10
4	Nitratos	0.10
5	Fosfatos	0.10
6	Temperatura	0.10
7	Turbidez	0.08
8	SSDT	0.08
9	OD	0.17

Los pasos a seguir para calcular los (Sub<sub>i</sub>) del Índice de Calidad General son:

Si los Coliformes fecales son mayores de 100,000 Bact/100 mL el (Sub<sub>1</sub>) es igual a 3. Si el valor de Coliformes fecales es menor de 100,000 Bact/100 mL, buscar el valor en el eje de (X) en la Figura 1 se procede a interpolar al valor en el eje de las (Y). El valor encontrado es el (Sub<sub>1</sub>) de Coliformes fecales, se procede a elevarlo al peso w<sub>1</sub>.

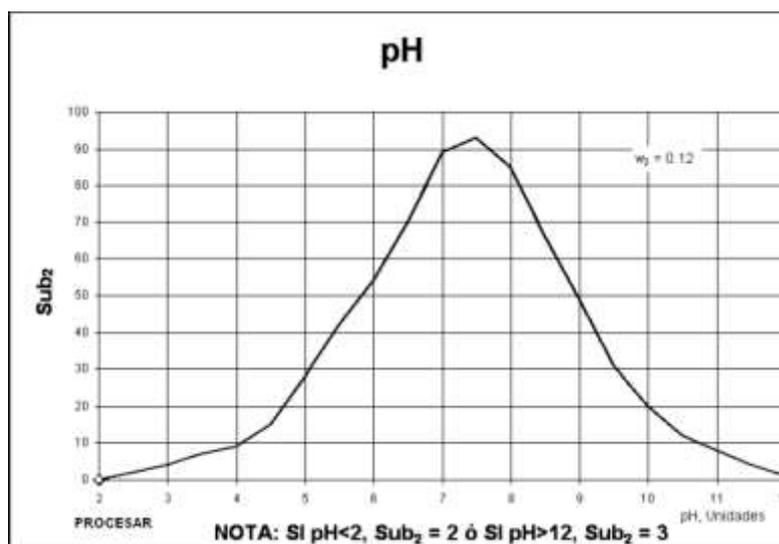
**Figura 08: Valoración de la calidad de agua en función de Coliformes Fecales**



**Fuente :** (SNET, 2022).

Si el valor de pH es menor o igual a 2 unidades el (Sub<sub>2</sub>) es igual a 2, si el valor de pH es mayor o igual a 10 unidades el (Sub<sub>2</sub>) es igual a 3. Si el valor de pH esta entre 2 y 10 buscar el valor en el eje de (X) en la Figura 2 se procede a interpolar al valor en el eje de las (Y). El valor encontrado es el (Sub<sub>2</sub>) de pH y se procede a elevarlo al peso w<sub>2</sub>.

**Figura 09: Valoración de la calidad de agua en función del Ph.**

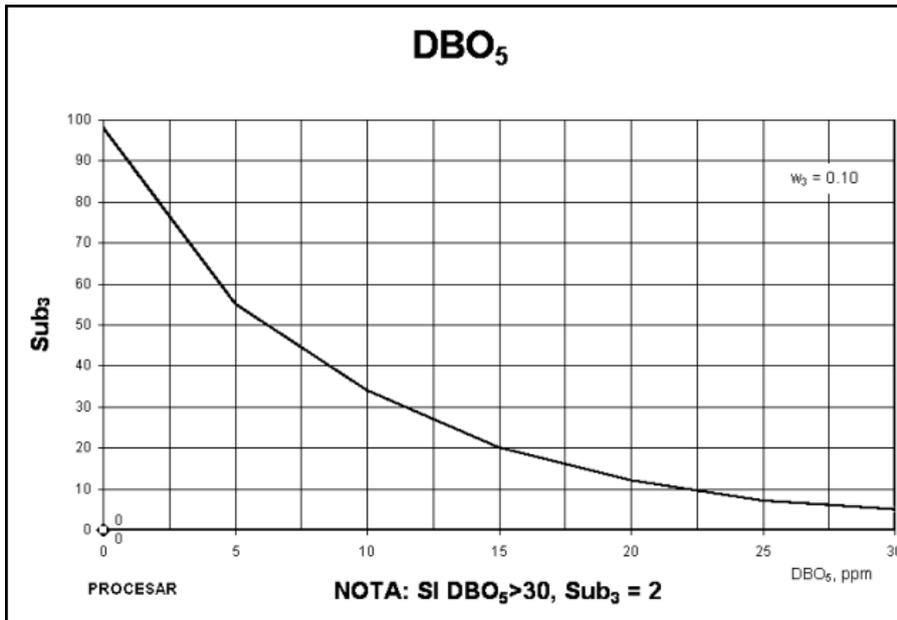


**Fuente :** (SNET, 2022).

Si la DBO5 es mayor de 30 mg/L el (Sub3) es igual a 2. Si la DBO5 es menor de 30 mg/L buscar el valor en el eje de (X) en la Figura 3 se procede a interpolar al valor en el eje de las (Y). El valor encontrado es el (Sub3) de DBO5 y se procede a elevarlo al peso w3.

Proporciona una medida aproximada y algunos valores de referencia en función del tipo del agua pueden ser: Pura: entre 2 y 20 mg/l. Poco contaminada entre 20 y 100 mg/l. Medianamente contaminada entre 100 y 500 mg/l

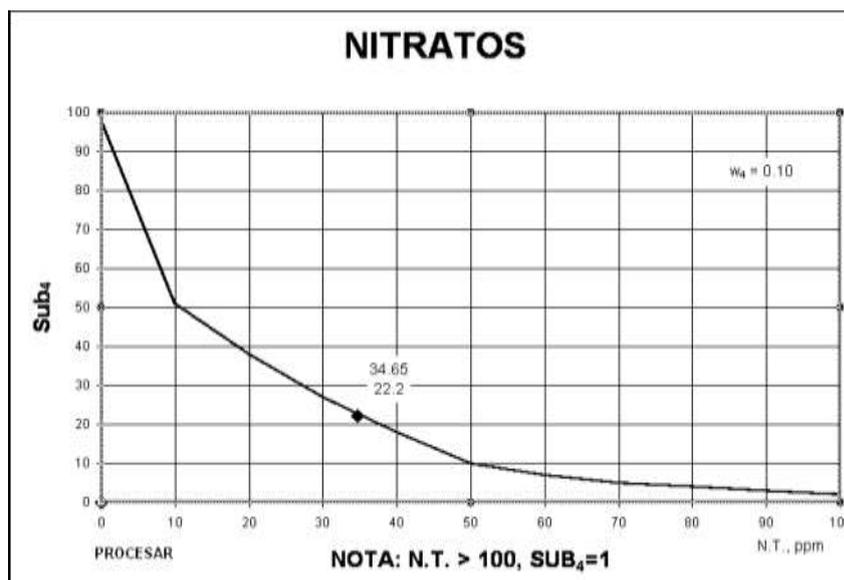
**Figura 10: Valoración de la calidad de agua en función del DBO5**



**Fuente :** (SNET, 2022).

Si Nitratos es mayor de 100 mg/L el (Sub4) es igual a 2. Si Nitratos es menor de 100 mg/L buscar el valor en el eje de (X) en la Figura 4 se procede a interpolar al valor en el eje de las (Y). El valor encontrado es el (Sub4) de Nitratos y se procede a elevarlo al peso w4.

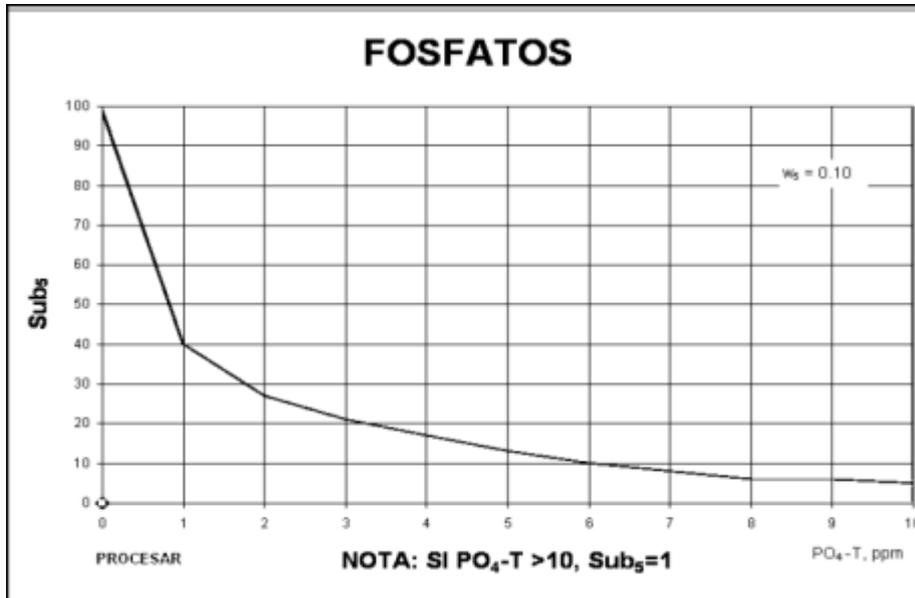
**Figura 11: Valoración de la calidad de agua en función de los nitratos.**



**Fuente :** (SNET, 2022).

Si el Fosfatos es mayor de 10 mg/L el (Sub5) es igual a 5. Si el Fosfatos es menor de 10 mg/L buscar el valor en el eje de (X) en la Figura 5 se procede a interpolar al valor en el eje de las (Y). El valor encontrado es el (Sub5) y se procede a elevarlo al peso  $w_5$ .

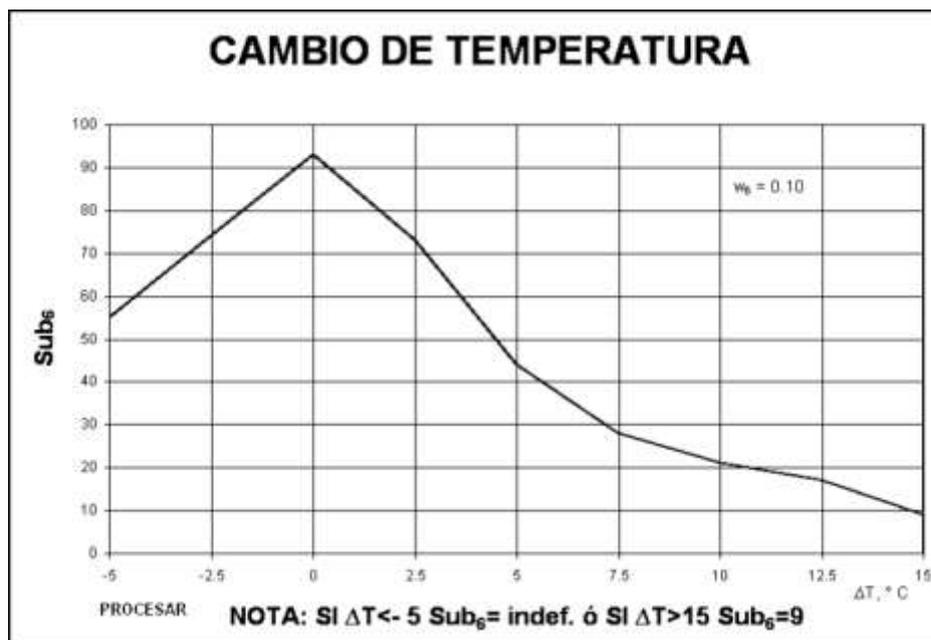
**Figura 12: Valoración de la calidad de agua en función de los fosfatos.**



**Fuente :** (SNET, 2022).

Para el parámetro de Temperatura (Sub5) primero hay que calcular la diferencia entre la  $T^{\circ}$ ambiente y la  $T^{\circ}$ Muestra y con el valor obtenido proceder. Si el valor de esa diferencia es mayor de  $15^{\circ}\text{C}$  el (Sub5) es igual a 9. Si el valor obtenido es menor de  $15^{\circ}\text{C}$ , buscar el valor en el eje de (X) en la Figura 6 se procede a interpolar al valor en el eje de las (Y). El valor encontrado es el (Sub6) de Temperatura y se procede a elevarlo al peso  $w_6$ .

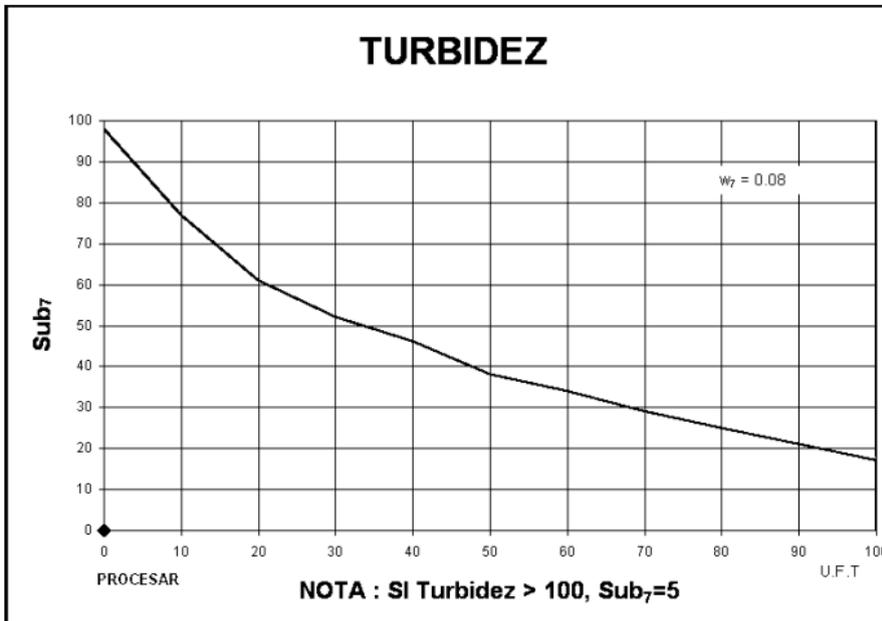
**Figura 13: Valoración de la calidad de agua en función de la temperatura.**



**Fuente :** (SNET, 2022).

Si la Turbidez es mayor de 100 FAU el (Sub7) es igual a 5. Si la Turbidez es menor de 100 FAU, buscar el valor en el eje de (X) en la se procede a interpolar al valor en el eje de las (Y). El valor encontrado es el (Sub7) de Turbidez y se procede a elevarlo al peso  $w_7$ .

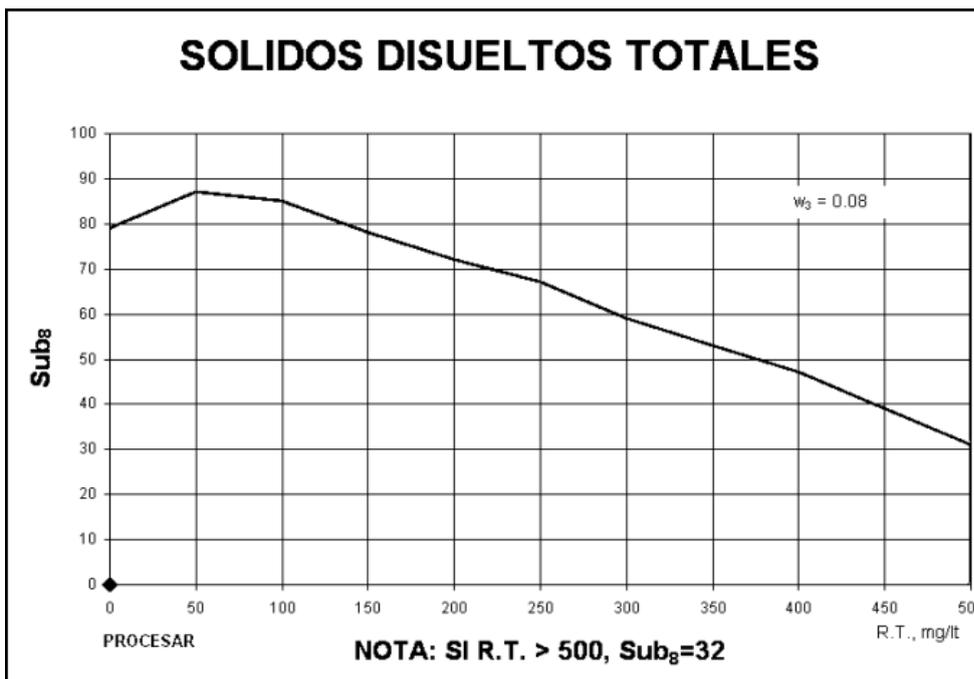
**Figura 14: Valoración de la calidad de agua en función de la turbidez**



**Fuente :** (SNET, 2022).

Si los Sólidos disueltos Totales son mayores de 500 mg/L el (Sub8) es igual a 3, si es menor de 500 mg/L, buscar el valor en el eje de (X) en la Figura 8 se procede a interpolar al valor en el eje de las (Y). El valor encontrado es el (Sub8) de Residuo Total y se procede a elevarlo al peso  $w_8$ .

**Figura 15: Valoración de la calidad de agua en función de los DST.**



**Fuente :** (SNET, 2022).

Para el parámetro de Oxígeno Disuelto (OD) primero hay que calcular el porcentaje de saturación del OD en el agua. Para esto hay que identificar el valor de saturación de OD según la temperatura del agua.

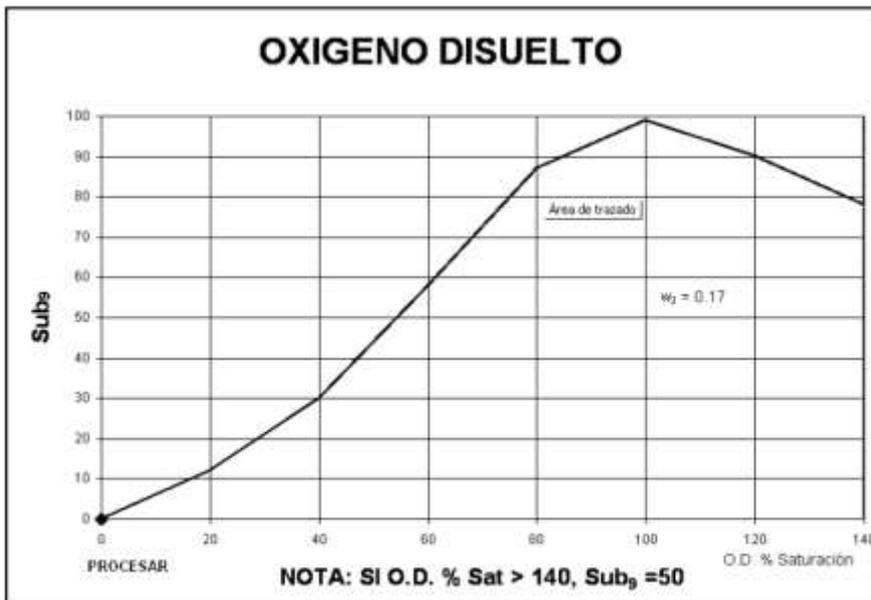
**Tabla 04: Solubilidad del Oxígeno en Agua Dulce**

Temp. °C	OD mg/L						
1	14.19	12	10.76	23	8.56	34	7.05
2	13.81	13	10.52	24	8.4	35	6.93
3	13.44	14	10.29	25	8.24	36	6.82
4	13.09	15	10.07	26	8.09	37	6.71
5	12.75	16	9.85	27	7.95	38	6.61
6	12.43	17	9.65	28	7.81	39	6.51
7	12.12	18	9.45	29	7.67	40	6.41
8	11.83	19	9.26	30	7.54	41	6.31
9	11.55	20	9.07	31	7.41	42	6.22
10	11.27	21	8.9	32	7.28	43	6.13
11	11.01	22	8.72	33	7.16	44	6.04

FUENTE: Tabla 3-140 de PERRY "Manual del Ingeniero Químico"

Luego si el % de Saturación de OD es mayor de 140% el (Sub9) es igual a 47. Si el valor obtenido es menor del 140% de Saturación de OD buscar el valor en el eje de (X) en la Figura 9 se procede a interpolar al valor en el eje de las (Y). El valor encontrado es el (Sub9) de Oxígeno Disuelto y se procede a elevarlo al peso  $w_9$ .

**Figura 16: Valoración de la calidad de agua en función del % de saturación del OD.**



Fuente: (SNET, 2022).

Los datos obtenidos se incorporan en la siguiente Tabla para obtener el valor del “ICA” en el punto de muestreo deseado.

**Tabla 05: Hoja para el cálculo del “ICAm” promedio**

Parámetro	Valor	unidades	Subi	Wi	total
1	Coliformes fecales	< 1	NMP/100 ml.	0.15	14.25
2	pH	7.71	ordinal	0.12	10.8
3	DBO5	20	ppm	0.10	1.5
4	Nitratos	0.22	ppm	0.10	9.8
5	fosfatos	0.1	0.1 ppm	0.10	9.8
6	Temperatura	18.5	° C	0.10	1.5
7	Turbidez	5	NTU	0.08	6.8
8	SDT	118	ppm	0.08	6.8
9	Oxígeno Disuelto.	10	ppm	0.17	1.7
<b>Valor del ICA</b>				<b>Σ</b>	<b>62.95</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### Interpretación:

Como se puede observar en el cálculo del ICA promedio para los 4 monitoreos realizados durante el periodo mayo- agosto del 2022, se pudo constatar que el valor del ICA cae dentro del rango UN AGUA REGULAR según la clasificación propuesta por Brown.

#### 4.4 PROCESAMIENTO DE DATOS:

Respecto a la metodología utilizada para verificar los parámetros fisicoquímicos faltantes de la fuente de abastecimiento de agua del CP El Carmen.

**Cuadro N° 05: Determinación de nitratos**

N° de muestras de agua	Parámetro de verificación	LMP según D.S 031-MINSA
	nitratos	
01	0.21	50
02	0.24	
03	0.22	
04	0.22	
Promedio	0.22	
Desviación estándar	0.10	

Fuente: Datos procesados del tesista.

### **Análisis e interpretación:**

Como podemos observar en ninguna de las 4 muestras evaluadas no sobrepasan los LMP según el DS 031- Minsa., esto también nos indica que es un agua de muy buena calidad.

Los nitratos son una de las sales que están presentes en menor cantidad en todas las fuentes de abastecimiento de agua y de drenaje. (García, 2018)

Esta agua como podemos observar tienen unos niveles bajísimos de nitratos, lo que nos indica la calidad de la misma, esto debido a que no formarían compuestos más nocivos debido a su bajísima concentración de los mismos. (García, 2018)

### **Cuadro N° 06: Resultados para sulfatos**

N° de muestras de agua	Parámetro de verificación	LMP según D.S 031- MINSA
	Sulfatos	
01	0.1	20
02	0.1	
03	0.1	
04	0.1	
Promedio	0.1	
Desviación estándar	0.0	

Fuente: elaboración propia.

### **Cuadro N° 07: Resultados para Nitritos**

N° de muestras de agua	Parámetro de verificación	LMP según D.S 031- MINSA
	nitritos	
01	<0.003	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
02	<0.003	
03	<0.003	
04	<0.003	
Promedio	0.003	
Desviación estándar	0	

Fuente: elaboración propia.

**REFERENTE A LOS RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA**

**Cuadro N° 08: Análisis microbiológicos**

<b>Parámetro de verificación</b>	<b>Resultados</b>	<b>Expresado en .</b>	<b>LMP según D.S 031-MINSA</b>
<b>Coliformes totales(NMP)</b>	<b>&lt; 1</b>	NMP/100 ml.	<b>= &lt; 1.8</b>
<b>Coliformes termotolerantes(NMP)</b>	<b>&lt; 1</b>	NMP/100 ml.	<b>= &lt; 1.8</b>
<b>Escherichia Coli(NMP)</b>	<b>&lt; 1</b>	NMP/100 ml	<b>= &lt; 1.8</b>
<b>Recuento de Heterótrofos en placa</b>	<b>94 x10<sup>3</sup></b>	UFC/ml	500
<b>Formas parasitarias</b>			
<b>Protozoarios patógenos</b>	<b>Ausente</b>	P.A/L	0
<b>Huevos de helmintos</b>	<b>0</b>	Huevo/L.	0
<b>Nematodos</b>	<b>0</b>	Huevo/L.	0

**Fuente: Elaboración propia.**

**Análisis e interpretación:**

En el periodo mayo a agosto es donde se pudo comprobar que la población sufre el estrés hídrico debido a la escasez de agua.

Las formas de almacenar el agua para su consumo por parte de la población contribuyen a afectar la calidad del agua a menos que la contaminación microbiológica se prevenga a través de estrategias que permitan el mejoramiento de dichas condiciones, como puede ser el cubrir los recipientes y mejorar las prácticas de higiene.

Se pudo observar una contaminación microbiológica del agua en niveles bajísimos, pero que es igual de nociva para la población, es importante resaltar la capacidad que tienen estos microorganismos de permanecer por periodos prolongados de tiempo en condiciones deficientes de limpieza y/o desinfección de los recipientes utilizados para el almacenamiento. Estos factores requieren una mayor atención ya que comprometen la calidad del agua de consumo y la salud de los habitantes.

Se pudo constatar durante la etapa de campo que en algunos casos los pobladores no hierven el agua antes de ser consumida, esto debido a que les implica un gasto mayor de energía, costo que ellos no pueden asumir debido a su precariedad económica en algunos casos.

“En estudios realizados en países en vías de desarrollo, se ha observado que, aunque no se encuentra una relación estadísticamente significativa, entre la contaminación del agua y las enfermedades diarreicas presentes en la población, el incremento en los índices de diarreas se da por un aumento de E. coli en el agua” (VENEGAS B & MERCADO R, 23/0472022.).

Como podemos observar en el cuadro anterior con las mediciones hechas se ha logrado superar los LMP del DS 031-Minsa.

Por lo tanto, es indispensable el tratamiento convencional de desinfección (gas cloro), para poblaciones que se abastecen de manantiales, ya que en nuestro caso estos valores sobrepasan los LMP permitidos.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De los resultados de la tesis realizada, se llegó a las siguientes discusiones:

- Según los resultados del análisis fisicoquímico del agua realizado durante los meses de mayo a agosto del año 2022, realizado en el laboratorio del IMA, para los parámetros: potencia de hidrogeno, cloruros, sales totales disueltas, alcalinidad, dureza, nitratos, conductividad, temperatura y oxígeno disuelto; al contrastar o comparar cada uno los parámetros estudiando con los Límites Máximos Permisibles según D.S. 031-MINSA, se concluye que estos no superan lo establecido en la normativa vigente, lo que nos indica que el agua cumple con la normatividad vigente para consumo poblacional.
- Según los resultados del análisis microbiológico del agua de abastecimiento para la población del CP El Carmen, realizado durante los meses de mayo - agosto 2022, realizado en el laboratorio del IMA , para los parámetros: coliformes totales, coliformes Termotolerantes, bacterias heterotróficas y huevos y larvas de helmintos; al contrastar o comparar cada uno los parámetros estudiando con los Límites Máximos Permisibles según D.S. 031-MINSA, se concluye que para alguno de estos parámetros , estos sobrepasan los LMP.
- Se concluye que esta agua de la fuente de abastecimiento del CP El Carmen en el distrito de Tambogrande, provincia de Piura, no es recomendable para ser consumida directamente por la población beneficiada ya que sobrepasa ligeramente los controles microbiológicos para agua de consumo humano.

## CONCLUSIONES

Después de haber hecho la verificación de los parámetros calidad de agua en el presente trabajo de tesis se concluye lo siguiente:

- Se determinó el estado actual de la calidad del agua a través del cálculo del ICA y otros indicadores que nos suministraron información de la calidad y grado de contaminación del recurso hídrico, el cual abastece el CP El Carmen en el distrito de Tambogrande.
- Se concluye después de reunir los datos de los parámetros obtenidos en los monitoreos realizados en los años anteriores, así como en el presente trabajo y se determinó el índice de calidad del agua ICA del CP El Carmen – Tambogrande.
- Se concluye que el agua de abastecimiento del CP El Carmen está dentro de la categoría de un agua del tipo regular según Brown.
- Se concluye que los resultados obtenidos en el presente trabajo como en años anteriores tienen características similares en cuanto a valores cuantitativos ya que el ICA está dentro del rubro regular.
- Se concluye que se deben proponer medidas de mejoramiento de la gestión del agua ya que lo amerita el caso para la conservación y cuidado del recurso hídrico del CP el Carmen Tambogrande, ya que no se cuenta con un programa establecido de monitoreo y seguimiento.
- Se concluye que se debe proponer un programa de monitoreo y seguimiento continuo de evaluación del ICA para el CP El Carmen y así evitar enfermedades gastrointestinales a la población.
- Se concluye que el ICA es una herramienta muy importante para los monitoreos continuos sobre la calidad del agua debido a su fácil aplicación.

## RECOMENDACIONES

- Del resultado de laboratorio obtenido y luego de determinar las características del agua de abastecimiento de la población se recomienda a la directiva de la comunidad, gestionar con la municipalidad distrital y gobierno de regional de Piura; la creación de un sistema de abastecimiento y tratamiento de agua para consumo humano el cual debe contener (Captación, reservorio, sistema de cloración).
- De los resultados obtenidos en el laboratorio, de determino que el parámetro microbiológico supera los establecido D.S. 031 -2010 – SA; por tanto, se recomienda hacer un tratamiento microbiológico del agua, específicamente un tratamiento de desinfección con cloro como a continuación se detalla:  
Agua de bebida: Aplicar dos gotas de lejía comercial al 5% por litro de agua, taparlo y dejarlo reposar durante 30 minutos, luego utilizar
- Se recomienda hacer hervir el agua para posteriormente pueda ser consumida.
- Agua para desinfección de verduras: Debe agregarse una cucharadita de lejía por cada litro de agua y dejar reposar durante 30 minutos, luego enjuagar con agua hervida fría.
- Agua segura para lavado y limpieza: Agua para desinfectar utensilios: Aplicar dos cucharaditas de lejía por litro de agua y dejar reposar por 15 minutos y luego escurrir.

## BIBLIOGRAFÍA

- (UICN), U. I. (2018). *Guía de Monitoreo Participativo de la Calidad del agua*. Quito: UICN.
- Aecid. (2017). *La importancia de las aguas subterráneas en la gestión integrada de los recursos hídricos : aplicaciones prácticas en proyectos de cooperación Internacional para el desarrollo*. Guatemala.: Aecid.
- Ambiente, M. d. (09 de octubre de 2019). *www.gob.pe*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/308391-estandar-de-calidad-ambiental>.
- Ambientum. (2018). *Enciclopedia medioambiental*. Madrid.
- américas., A. d. (2022). *PERÚ ES PIONERO EN AMÉRICA LATINA EN PROTECCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS*. Lima.: adersa.
- ANA. (2016). *Protocolo Nacional para el monitoreo de los recursos hídricos*. Lima.: Minagri.
- ANA. (29 de 04 de 2021). *Ministerio de Desarrollo agrario y riego*. Obtenido de [www.ana.gob.pe](http://www.ana.gob.pe): <https://www.ana.gob.pe/portal/gestion-del-conocimiento-girh/gestion-integrada-de-recursos-hidricos-girh-0>
- COMPANY, H. (2000). *MANUAL DE ANALISIS DE AGUA*. Loveland- Colorado.: HACH Company.
- Cuéllar, H. R. (2016). *Agua en el Perú: problemas y algunas soluciones*. Lima.: Red Agua Segura.
- Digesa. (2010). *Reglamento de la Calidad del agua para consumo Humano*. Lima.: Minsa.
- E.W. Rice, R.B. Baird, A.D. Eaton,. (2017). *Stanard Methods for the examination of water and wastewater*. EE.UU.AA: 23rd Ed., AWWA.
- Frank N. Kemmer, J. M. (1988). *Manual del agua, Su naturaleza, tratamiento y aplicaciones Tomo I*. México: 1° Ed., McGraw Hill, México.
- García, L. F. (2018). *Indicadores de calidad del agua*. Ecuador : [www.dspace.espol.edu.ec](http://www.dspace.espol.edu.ec).
- (2018). *Hanna Instruments*. méxico.
- Health, A. P. (1992). *APHA, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*,. New York.
- Hidrogeólogos, A. I. (2017). *INDICADORES ESENCIALES PARA EL AGUA SUBTERRÁNEA. AIH*, 8.
- Instituto de Hidrología, M. y. (20 de diciembre de 2022). *www.ideam.gov.co*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/agua/indicadores1>
- Javier M. Cenzano, I. C. (2019.). *TECNOLOGÍA DEL AGUA*. Madrid.: ISBN 9788412023558.
- John DeZuane. (1997). *Handbook of Drinking Water Quality*. New York: 2nd Ed., John Wiley and Sons Inc., .
- latina., A. d. (15 de Marzo de 2022). *www.aderasa.org*. Obtenido de <https://www.aderasa.org/boletin-marzo/peru-es-pionero-en-america-latina-en-proteccion-de-aguas-subterranas/>
- Martell, A. B. (2004 tomo I). *ASPECTOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA*. Lima -Perú.
- Ministerio de agricultura y Autoridad Nacional del Agua. (2011). *protocolo de monitoreo de la calidad del agua superficial*. Lima.: ANA.
- organizacion mundial de la salud. (2018).
- Partnership., G. W. (2009.). *Manual para la gestión integrada de recursos hídricos en cuencas*. París.: GWP.

- Piqueras, V. (2015). *CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA DEL AGUA EN LOS MANANTIALES DE LOS TERMINOS MUNICIPALES*. VALENCIA .
- Piura., G. R. (08 de julio de 2021). <http://www.chirapiura.gob.pe/>. Obtenido de <http://www.chirapiura.gob.pe/noticias/7480#:~:text=El%20Canal%20de%20Derivaci%C3%B3n%20Daniel,Presa%2C%20totalmente%20revestido%20de%20concreto.>
- Pueblo, D. d. (2015). *Conflictos Sociales y Recursos Hídricos*. Lima.: Defensoría del Pueblo.
- reitech. (2016). parámetros del agua. *AGUA*, 3.
- Salud, D. G. (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para consumo Humano*. Lima: Minsa.
- Salud, O. M. (21 de marzo de 2022). Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- Sampieri, H. (1991). *metodología de la investigación*. mexico.
- SNET. (27 de diciembre de 2022). [www.snet.gob.sv](http://www.snet.gob.sv). Obtenido de <http://www.snet.gob.sv/Hidrologia/Documentos/calculoICA.pdf>
- Supo, J. (2014). *La investigación científica*. pag.14.
- Thompson, P. y. (2005). watershed protection. *natural resources forum*.
- Unesco. (2018.). *Soluciones Basadas en la Naturaleza*. París: Unesco.
- Unesco. (2019). *NO DEJAR A NADIE ATRAS*. París.: Unesco.
- Unidas., O. d. (2011.). *El Derecho al Agua*. Ginebra.: OMS.
- VENEGAS B, C., & MERCADO R, M. a. (23/04/2022.). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA PARA CONSUMO Y DEL AGUA RESIDUAL EN UNA POBLACIÓN DE BOGOTÁ (COLOMBIA). *Biosalud, Scielo*, 24-35.

## **ANEXOS**

## ANEXO 01: MATRIZ BASICA DE CONSISTENCIA

TITULO: “MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL CP “EL CARMEN” – TAMBOGRANDE UTILIZANDO EL ICA COMO INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN EN EL PERIODO MAYO- AGOSTO DEL 2022”

TESISTA: Bach. Jeimy Melissa Guevara Manrique

	PREGUNTAS	HIPOTESIS	OBJETIVOS
<b>G</b>	¿El agua que consumen los pobladores del CP El Carmen en el distrito de Tambogrande cumple con los ICA para consumo humano?	Se puede determinar el ICA del agua subterránea de abastecimiento del CP El Carmen en el distrito de Tambogrande. a través del cálculo y análisis de indicadores que nos suministren información de la calidad y grado de contaminación del recurso hídrico	Conocer el estado actual de la calidad del agua a través del cálculo y análisis de indicadores que nos suministren información de la calidad y grado de contaminación del recurso hídrico, el cual abastece el CP El Carmen en el distrito de Tambogrande.
<b>E1</b>	➤ No existe una información ordenada que permita reunir los datos de los parámetros obtenidos en los monitoreos realizados en años anteriores , que nos permita determinar el índice de calidad del agua ICA del CP El Carmen – Tambogrande de años anteriores.	➤ Es posible encontrar una relación entre los datos de los parámetros obtenidos en los monitoreos realizados en el presente trabajo como en los años anteriores y determinar el índice de calidad del agua ICA del CP El Carmen – Tambogrande.	➤ Reunir los datos de los parámetros obtenidos en los monitoreos realizados en el presente trabajo y en años anteriores y determinar el índice de calidad del agua ICA del CP El Carmen – Tambogrande.
<b>E2</b>	➤ No se analiza los resultados obtenidos por los indicadores de calidad del agua ICA en la actualidad.	➤ Se puede analizar los resultados de los parámetros obtenidos en los monitoreos y encontrar el ICA.	➤ Analizar los resultados obtenidos por los indicadores ICA.
<b>E3</b>	➤ No hay información de resultados obtenidos en el presente trabajo como en años anteriores y ver si se ha incrementado o disminuido el ICAs.	➤ Se puede determinar el ICA de los resultados obtenidos en el presente trabajo como en años anteriores y ver si se ha incrementado o disminuido el ICAs.	➤ Observar los resultados obtenidos en el presente trabajo como en años anteriores y ver si se ha incrementado o disminuido el ICAs.

<b>E4</b>	➤ No existen medidas de mejoramiento para la conservación y cuidado del recurso hídrico del CP el Carmen Tambogrande, ya que no se cuenta con un programa establecido de monitoreo y seguimiento.	➤ Es posible proponer medidas de mejoramiento si así lo amerita el caso para la conservación y cuidado del recurso hídrico del CP el Carmen Tambogrande, ya que no se cuenta con un programa establecido de monitoreo y seguimiento.	➤ Proponer medidas de mejoramiento si así lo amerita el caso para la conservación y cuidado del recurso hídrico del CP el Carmen Tambogrande, ya que no se cuenta con un programa establecido de monitoreo y seguimiento.
<b>E5</b>	➤ Las enfermedades gastrointestinales se manifiestan con mayor frecuencia en la población si es que no se analiza la calidad de agua subterránea de CP El Carmen mediante un programa de monitoreo y seguimiento.	➤ Es posible determinar el ICA del CP El Carmen y evitar las enfermedades gastrointestinales mediante un programa de monitoreo y seguimiento.	➤ Proponer un programa de monitoreo y seguimiento continuo para determinar el ICA para el CP El Carmen.

**Fuente: Elaboración Propia.**

## ANEXO 02: MATRIZ GENERAL DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
<p><b>¿Problema general?</b></p> <p>No se conoce el estado actual de la calidad del agua a través del cálculo y análisis de indicadores que nos suministren información de la calidad y grado de contaminación del recurso, el cual abastece el CP El Carmen en el distrito de Tambogrande.</p> <p><b>Problemas específicos</b></p> <p>➤ No existe una información ordenada que permita reunir los datos de los parámetros obtenidos en los monitoreos realizados en años anteriores que nos permita determinar el índice de calidad del agua ICA del CP El Carmen – Tambogrande de años anteriores.</p> <p>➤ No se analiza los resultados obtenidos por los indicadores de calidad del agua ICA en la actualidad.</p> <p>➤ No hay información de resultados obtenidos en el presente trabajo como en</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Conocer el estado actual de la calidad del agua a través del cálculo y análisis de indicadores que nos suministren información de la calidad y grado de contaminación del recurso hídrico, el cual abastece el CP El Carmen en el distrito de Tambogrande.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>➤ Reunir los datos de los parámetros obtenidos en los monitoreos realizados en el presente trabajo y en años anteriores y determinar el índice de calidad del agua ICA del CP El Carmen – Tambogrande.</p> <p>➤ Analizar los resultados obtenidos por los indicadores ICA.</p> <p>➤ Observar los resultados obtenidos en el presente trabajo como en años anteriores y ver si se ha incrementado o disminuido el ICAs.</p>	<p><b>Hipótesis general</b></p> <p>Se puede determinar el ICA del agua subterránea de abastecimiento del CP El Carmen en el distrito de Tambogrande. a través del cálculo y análisis de indicadores que nos suministren información de la calidad y grado de contaminación del recurso hídrico.</p> <p><b>Hipótesis específicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es posible encontrar una relación entre los datos de los parámetros obtenidos en los monitoreos realizados en el presente trabajo como en los años anteriores y determinar el índice de calidad del agua ICA del CP El Carmen – Tambogrande.</li> <li>• Se puede analizar los resultados de los parámetros obtenidos en los monitoreos y encontrar el ICA.</li> <li>• Se puede determinar el ICA de los resultados</li> </ul>	<p><b>Tipo</b></p> <p>El tipo de investigación es aplicada. Dentro de este marco utilizaremos los referentes teóricos y metodológicos ya existentes en relación a nuestras variables, para resolver los problemas prácticos, buscando nuevos conocimientos sobre tratamiento de agua para uso doméstico.</p> <p><b>Método</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediante el análisis de laboratorio se identificará los parámetros del ICA y se determinará el mismo con la finalidad de brindar información confiable sobre la calidad del agua .</li> <li>• La metodología empleada es la de las herramientas económicas de evaluación de proyectos de vivienda y construcción, etc.</li> <li>• Desarrollar campañas y métodos específicos para concientizar ambientalmente a los pobladores del mencionado caserío para formular estrategias y buenos</li> </ul>	<p><b>Población</b></p> <p>La población está constituida por los pobladores del CP El Carmen en el distrito de Tambogrande en la provincia de Piura en el departamento de Piura.</p> <p><b>Muestra</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizarán entrevistas y aplicación de encuestas a las personas involucradas en este problema.</li> <li>• Se tomarán muestras de aguas de abastecimiento, así como se realizarán inspecciones oculares a las zonas de abastecimiento y posterior análisis de las mismas.</li> <li>• Se evaluará periódicamente, si es que las campañas realizadas han tenido eco en los pobladores y se cumplió con las metas trazadas al inicio del proyecto.</li> </ul>

<p>▶ años anteriores y ver si se ha incrementado o disminuido el ICAs.</p> <p>▶ No existen medidas de mejoramiento para la conservación y cuidado del recurso hídrico del CP el Carmen Tambogrande, ya que no se cuenta con un programa establecido de monitoreo y seguimiento.</p> <p>▶ Las enfermedades gastrointestinales se manifiestan con mayor frecuencia en la población si es que no se analiza la calidad de agua subterránea de CP El Carmen.</p>	<p>▶ Proponer medidas de mejoramiento si así lo amerita el caso para la conservación y cuidado del recurso hídrico del CP el Carmen Tambogrande, ya que no se cuenta con un programa establecido de monitoreo y seguimiento.</p>	<p>obtenidos en el presente trabajo como en años anteriores y ver si se ha incrementado o disminuido el ICAs.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es posible proponer medidas de mejoramiento si así lo amerita el caso para la conservación y cuidado del recurso hídrico del CP el Carmen Tambogrande, ya que no se cuenta con un programa establecido de monitoreo y seguimiento.</li> </ul>	<p>hábitos que ayudarán en la gestión del recurso hídrico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Diseño de la investigación:</b> La investigación que se desarrolla, representa el diseño descriptivo Se realizará la investigación de campo a partir de la observación, evidenciando los antecedentes relevantes de la problemática.</li> </ul>
--	--	--	--	---

**Fuente: Elaboración Propia**

## ANEXO 03: RESULTADOS DE ANÁLISIS



### CER AMBIENTAL INGENIERÍA

CONSULTORÍA & CAPACITACIÓN E.I., S.L.

#### INFORME DE ENSAYO N° 033-10-2022-CAICC

Solicitante : Jeimy Melissa Guevara Manrique.  
 Producto declarado : AGUA SUBTERRÁNEA  
 Cantidad de muestras para el ensayo: 1 muestras x 600 ml (muestra proporcionada por el solicitante)  
 Procedencia de la Muestra : C.P El Carmen, Distrito de Tambogrande, Piura.  
 Identificación de la Muestra : M1  
 Proyecto : Monitoreo de la Calidad del Agua Subterránea del CP "El Carmen", Tambogrande Utilizando el ICA como instrumento de evaluación en el periodo Mayo – Agosto del 2022.  
 Forma de presentación : Frascos de plástico cerrado y refrigerado.  
 Fecha y hora de Muestreo : 08-10-2022 / 8:05 a.m  
 Fecha de Recepción : 12-10-2022  
 Fecha de inicio del ensayo : 12-10-2022  
 Fecha de emisión del ensayo : 26-10-2022.

ENSAYOS	UNIDAD	RESULTADOS M1
PH	Unidad de PH	7.72
Temperatura	°C	18.50
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	118.00
Conductividad Eléctrica	µS/cm	220.00
Dureza Total	mg CaCO <sub>3</sub> /L	151.54
Alcalinidad por bicarbonatos	mg CaCO <sub>3</sub> /L	109.45
Cloruros	mg/L	15.80
Sulfatos	mg/L	19.80
Coliformes Fecales (Termotolerantes)	(UFC/100mL)	<1,0
Coliformes Totales	(UFC/100mL)	<1,0
Escherichia Coli	(UFC/100mL)	<1,0
Huevos de Helminfos	(Huevo/L)	<1,0

PH: SNEWW-APHA-AMWA-WEF Part. 4500-H<sub>+</sub>, 23rd Ed. 2017; SNEWW-APHA-AMWA-WEF Part. 2540 C, 23rd Ed. 2017;  
 Dureza total: SNEWW-APHA-AMWA-WEF Part. 2540 C, 23rd Ed. 2017; Alcal. bicarbonatos: SNEWW-APHA-AMWA-WEF Part. 2320 B, 23rd Ed. 2017  
 Cloruro: SNEWW-APHA-AMWA-WEF, 4500 Cl<sub>2</sub>, 23rd Ed. 2017; Sulfato: SNEWW-APHA-AMWA-WEF, 4500 SO<sub>4</sub>, 23rd Ed. 2017.  
 Conductividad: SNEWW-APHA-AMWA-WEF, 1500 B, 23rd Ed. 2017; Coliformes Fecales: SNEWW-APHA-AMWA-WEF Part. 9222 B, 23rd Ed. 2017.  
 Coliformes totales: SNEWW-APHA-AMWA-WEF Part. 9222 B, 23rd Ed. 2017; Escherichia Coli: SNEWW-APHA-AMWA-WEF Part. 9222 B, 23rd Ed. 2017.

Piura, 26 de Octubre del 2022.



CER AMBIENTAL INGENIERÍA  
 CONSULTORÍA & CAPACITACIÓN  
 Ing. Jeimy Melissa Guevara Manrique  
 JEFE DE LABORATORIO QUÍMICO  
 CIP N° 425177

Calle Huánuco N° 755, Cuarto Piso Oficina 402,  
 Cel: 931366867  
[cerambientalingenieria@gmail.com](mailto:cerambientalingenieria@gmail.com)  
 RUC : 20606178167

## ANEXO 04: RESULTADOS DE ANÁLISIS



### CER AMBIENTAL INGENIERÍA

CONSULTORÍA & CAPACITACIÓN E.I.R.L.

#### INFORME DE ENSAYO N° 033-10-2022-CAICC

Solicitante : Jeimy Melissa Guevara Manrique.  
 Producto declarado : AGUA SUBTERRÁNEA  
 Cantidad de muestras para el ensayo: 1 muestra x 800 ml (muestra proporcionada por el solicitante)  
 Procedencia de la Muestra : C.P El Carmen, Distrito de Tambogrande, Piura.  
 Identificación de la Muestra : M2  
 Proyecto : Monitoreo de la Calidad del Agua Subterránea del CP "El Carmen", Tambogrande Utilizando el ICA como instrumento de evaluación en el periodo Mayo – Agosto del 2022.  
 Forma de presentación : Frascos de plástico cerrado y refrigerado.  
 Fecha y hora de Muestreo : 05-10-2022 / 8:07 a.m.  
 Fecha de Recepción : 12-10-2022  
 Fecha de inicio del ensayo : 12-10-2022  
 Fecha de emisión del ensayo : 26-10-2022

ENSAYOS	UNIDAD	RESULTADOS M2
PH	Unidad de PH	7.71
Temperatura	°C	15.80
Solidos Totales Disueltos	mg/L	105.00
Conductividad Eléctrica	µS/cm	209.00
Dureza Total	mg CaCO3/L	142.50
Alcalinidad por bicarbonatos	mg CaCO3/L	105.00
Cloruros	mg/L	14.10
Sulfatos	mg/L	17.60
Coliformes Fecales (Termotolerantes)	(UFC/100mL)	<1,0
Coliformes Totales	(UFC/100mL)	<1,0
Escherichia Coli	(UFC/100mL)	<1,0
Huevos de Helmintos	(Huevo/L)	<1,0

PH: SMIWW-APHA-AWWA-WEF Part. 4500-17B, 23rd Ed. 2017 ; SMIWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23 rd Ed. 2017 ;  
 Dureza total : SMIWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed. 2017 ; Alcal. bicarbonato : SMIWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 23 rd Ed. 2017  
 Cloruros : SMIWW-APHA-AWWA-WEF, 4500 ClB, 23rd Ed. 2017 ; Sulfatos : SMIWW-APHA-AWWA-WEF, 4500 SO<sub>4</sub> 4C, 23 rd Ed. 2017.  
 Conductividad : SMIWW-APHA-AWWA-WEF, 2550 B, 23rd Ed. 2017 ; Coliformes Fecales : SMIWW-APHA-AWWA-WEF Part 9222 D, 23rd Ed. 2017 ;  
 Coliformes totales : SMIWW-APHA-AWWA-WEF Part 9222 B, 23rd Ed. 2017 ; Escherichia Coli: SMIWW-APHA-AWWA-WEF Part 9222 H, 23rd Ed. 2017.

Piura, 26 de Octubre del 2022.



CER AMBIENTAL INGENIERIA  
 CONSULTORIA Y CAPACITACION  
 Ing. Juan Carlos Cerro Sánchez  
 INGENIERO QUÍMICO  
 CIP N° 125117

Calle Huidro N° 755, Cuarto Piso Oficina 402.  
 Cel: 931360867  
 corambientalingenieria@gmail.com  
 RUC : 20606178167

## ANEXO 05:

### LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes 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

## ANEXO 06:

### 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)	$\mu\text{mho/cm}$	1 500
7. Sólidos totales disueltos	$\text{mg L}^{-1}$	1 000
8. Cloruros	$\text{mg Cl}^{-} \text{ L}^{-1}$	250
9. Sulfatos	$\text{mg SO}_4^{-} \text{ L}^{-1}$	250
10. Dureza total	$\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	500
11. Amoníaco	$\text{mg N L}^{-1}$	1,5
12. Hierro	$\text{mg Fe L}^{-1}$	0,3
13. Manganeso	$\text{mg Mn L}^{-1}$	0,4
14. Aluminio	$\text{mg Al L}^{-1}$	0,2
15. Cobre	$\text{mg Cu L}^{-1}$	2,0
16. Zinc	$\text{mg Zn L}^{-1}$	3,0
17. Sodio	$\text{mg Na L}^{-1}$	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

**ANEXO 07:****LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE  
PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS**

<b>Parámetros Inorgánicos</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
1. Antimonio	mg Sb L <sup>-1</sup>	0,020
2. Arsénico ( <b>nota 1</b> )	mg As L <sup>-1</sup>	0,010
3. Bario	mg Ba L <sup>-1</sup>	0,700
4. Boro	mg B L <sup>-1</sup>	1,500
5. Cadmio	mg Cd L <sup>-1</sup>	0,003
6. Cianuro	mg CN <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	0,070
7. Cloro ( <b>nota 2</b> )	mg L <sup>-1</sup>	5
8. Clorito	mg L <sup>-1</sup>	0,7
9. Clorato	mg L <sup>-1</sup>	0,7
10. Cromo total	mg Cr L <sup>-1</sup>	0,050
11. Flúor	mg F L <sup>-1</sup>	1,000
12. Mercurio	mg Hg L <sup>-1</sup>	0,001
13. Níquel	mg Ni L <sup>-1</sup>	0,020
14. Nitratos	mg NO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	50,00
15. Nitritos	mg NO <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L <sup>-1</sup>	0,010
17. Selenio	mg Se L <sup>-1</sup>	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L <sup>-1</sup>	0,07
19. Uranio	mg U L <sup>-1</sup>	0,015

## ANEXO 08:

Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Trihalometanos totales <b>(nota 3)</b>		1,00
2. Hidrocarburo disuelto o emulsionado; aceite mineral	mgL <sup>-1</sup>	0,01
3. Aceites y grasas	mgL <sup>-1</sup>	0,5
4. Alacloro	mgL <sup>-1</sup>	0,020
5. Aldicarb	mgL <sup>-1</sup>	0,010
6. Aldrín y dieldrín	mgL <sup>-1</sup>	0,00003
7. Benceno	mgL <sup>-1</sup>	0,010
8. Clordano (total de isómeros)	mgL <sup>-1</sup>	0,0002
9. DDT (total de isómeros)	mgL <sup>-1</sup>	0,001
10. Endrin	mgL <sup>-1</sup>	0,0006
11. Gamma HCH (lindano)	mgL <sup>-1</sup>	0,002
12. Hexaclorobenceno	mgL <sup>-1</sup>	0,001
13. Heptacloro y heptacloroepóxido	mgL <sup>-1</sup>	0,00003
14. Metoxicloro	mgL <sup>-1</sup>	0,020
15. Pentaclorofenol	mgL <sup>-1</sup>	0,009
16. 2,4-D	mgL <sup>-1</sup>	0,030
17. Acrilamida	mgL <sup>-1</sup>	0,0005
18. Epiclorhidrina	mgL <sup>-1</sup>	0,0004
19. Cloruro de vinilo	mgL <sup>-1</sup>	0,0003
20. Benzopireno	mgL <sup>-1</sup>	0,0007
21. 1,2-dicloroetano	mgL <sup>-1</sup>	0,03
22. Tetracloroetano	mgL <sup>-1</sup>	0,04

**ANEXO 09:**

<b>Parámetros Orgánicos</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
23. Monocloramina	mgL <sup>-1</sup>	3
24. Tricloroeteno	mgL <sup>-1</sup>	0,07
25. Tetracloruro de carbono	mgL <sup>-1</sup>	0,004
26. Ftalato de di (2-etilhexilo)	mgL <sup>-1</sup>	0,008
27. 1,2- Diclorobenceno	mgL <sup>-1</sup>	1
28. 1,4- Diclorobenceno	mgL <sup>-1</sup>	0,3
29. 1,1- Dicloroeteno	mgL <sup>-1</sup>	0,03
30. 1,2- Dicloroeteno	mgL <sup>-1</sup>	0,05
31. Diclorometano	mgL <sup>-1</sup>	0,02
32. Ácido edético (EDTA)	mgL <sup>-1</sup>	0,6
33. Etilbenceno	mgL <sup>-1</sup>	0,3
34. Hexaclorobutadieno	mgL <sup>-1</sup>	0,0006
35. Acido Nitrilotriacético	mgL <sup>-1</sup>	0,2
36. Estireno	mgL <sup>-1</sup>	0,02
37. Tolueno	mgL <sup>-1</sup>	0,7
38. Xileno	mgL <sup>-1</sup>	0,5
39. Atrazina	mgL <sup>-1</sup>	0,002
40. Carbofurano	mgL <sup>-1</sup>	0,007
41. Clorotoluron	mgL <sup>-1</sup>	0,03
42. Cianazina	mgL <sup>-1</sup>	0,0006
43. 2,4- DB	mgL <sup>-1</sup>	0,09
44. 1,2- Dibromo-3- Cloropropano	mgL <sup>-1</sup>	0,001
45. 1,2- Dibromoetano	mgL <sup>-1</sup>	0,0004
46. 1,2- Dicloropropano (1,2- DCP)	mgL <sup>-1</sup>	0,04
47. 1,3- Dicloropropeno	mgL <sup>-1</sup>	0,02
48. Dicloroprop	mgL <sup>-1</sup>	0,1
49. Dimetato	mgL <sup>-1</sup>	0,006
50. Fenoprop	mgL <sup>-1</sup>	0,009
51. Isoproturon	mgL <sup>-1</sup>	0,009
52. MCPA	mgL <sup>-1</sup>	0,002
53. Mecoprop	mgL <sup>-1</sup>	0,01
54. Metolaclo	mgL <sup>-1</sup>	0,01
55. Molinato	mgL <sup>-1</sup>	0,006
56. Pendimetalina	mgL <sup>-1</sup>	0,02
57. Simazina	mgL <sup>-1</sup>	0,002
58. 2,4,5- T	mgL <sup>-1</sup>	0,009
59. Terbutilazina	mgL <sup>-1</sup>	0,007
60. Trifluralina	mgL <sup>-1</sup>	0,02
61. Clorpirifos	mgL <sup>-1</sup>	0,03
62. Piriproxifeno	mgL <sup>-1</sup>	0,3
63. Microcistin-LR	mgL <sup>-1</sup>	0,001

## ANEXO 10:

Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
64. Bromato	mgL <sup>-1</sup>	0,01
65. Bromodichlorometano	mgL <sup>-1</sup>	0,06
66. Bromoformo	mgL <sup>-1</sup>	0,1
67. Hidrato de cloral (tricloroacetaldehído)	mgL <sup>-1</sup>	0,01
68. Cloroformo	mgL <sup>-1</sup>	0,2
69. Cloruro de cianógeno (como CN)	mgL <sup>-1</sup>	0,07
70. Dibromoacetónitrilo	mgL <sup>-1</sup>	0,1
71. Dibromoclorometano	mgL <sup>-1</sup>	0,05
72. Dicloroacetato	mgL <sup>-1</sup>	0,02
73. Dicloroacetónitrilo	mgL <sup>-1</sup>	0,9
74. Formaldehído	mgL <sup>-1</sup>	0,02
75. Monocloroacetato	mgL <sup>-1</sup>	0,2
76. Tricloroacetato	mgL <sup>-1</sup>	0,2
77. 2,4,6- Triclorofenol		

**Nota 1:** En caso de los sistemas existentes se establecerá en los Planes de Adecuación Sanitaria el plazo para lograr el límite máximo permisible para el arsénico de 0,010 mgL<sup>-1</sup>.

**Nota 2:** Para una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 mgL<sup>-1</sup>.

**Nota 3:** La suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Cloroformo, Dibromoclorometano, Bromodichlorometano y Bromoformo) con respecto a sus límites máximos permisibles no deberá exceder el valor de 1,00 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{C_{\text{cloroformo}}}{LMP_{\text{cloroformo}}} + \frac{C_{\text{Dibromoclorometano}}}{LMP_{\text{Dibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromodichlorometano}}}{LMP_{\text{Bromodichlorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromoformo}}}{LMP_{\text{Bromoformo}}} \leq 1$$

donde, C: concentración en mg/L, y LMP: límite máximo permisible en mg/L

## ANEXO 11 : EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS









