UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

DETERMINAR LA CALIDAD DE AGUA LLUVIA ALMACENADA DE LOS TECHOS DE LAS VIVIENDAS DE LA AMAP PARA EL CONSUMO HUMANO.

AUTOR(ES):

Sayonara Mishell Guerra Punina

Nina Pacari Grefa Alvarado

DOCENTE - TUTOR:

Msc. José Aníbal Calvopiña Beltrán

Puyo - Pastaza - Ecuador

2023

UEA
UNIVERSIDAD
ESTATAL AMAZÓNICA

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.

Criterios	Puntaje	Argumentos de la calificación
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	4.0 / 5	No se sabe que es AMAP
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de que se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales harrazgos y conclusiones.	4.0 / 5	No se presenta ordenadas las ideas
3. INTRODUCCIÓN		
Entrega información sobre temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	17.0 / 20	No se aborda claramente la problemática del lugar de estudio
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15.0 / 15	Si cumple
5. METODOLOGÍA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordo la información.	10.0 / 15	No se hace referencia a figuras en el texto No hay ninguna fuente bibliográfica en toda la metodología. Cuáles son los protocolos estandarizados para los muestreos no se indica. No se indica con claridad los métodos estadísticos utilizados

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y estan claramente representados. El texto no repite infromación entregada en los cuadros y figuras.	20.0 / 25	Las tablas no tienen continuidad con el texto.No se respeta el formato de tablas.No hay discusión de resultados.No hay análisis estadísticos mencionados en metodología
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10.0 / 10	Si cumple
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	4.0 / 5	Hay errores en algunas citas
VALORACIÓN TOTAL	84	OCHENTA Y CUATRO

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	Marque con X
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	84

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
ANGELICA MARIA TASAMBAY SALAZAR

ANGÉLICA MARÍA TASAMBAY SALAZAR (PAR CIEGO)

Dado en la ciudad de PUYO, a los 14 días del mes de SEPTIEMBRE de 2023

UEA
UNIVERSIDAD
ESTATAL AMAZÓNICA

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.

Criterios	Puntaje	Argumentos de la calificación
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5.0 / 5	Sí cumple.
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de que se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales harrazgos y conclusiones.	5.0 / 5	Sí cumple
3. INTRODUCCIÓN		
Entrega información sobre temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	18.0 / 20	Sí cumple, puede mejorar
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15.0 / 15	Sí cumple
5. METODOLOGÍA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordo la información.	13.0 / 15	Sí cumple, puede mejorar.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y estan claramente representados. El texto no repite infromación entregada en los cuadros y figuras.	24.0 / 25	Cumple, sin embargo puede mejorar.
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10.0 / 10	Sí cumple
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5.0 / 5	Sí cumple.
VALORACIÓN TOTAL	95	NOVENTA Y CINCO

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	Marque con X
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	95

Atentamente,

Firmado digitalmente porJESUS ANTONIO BONILLA DE GRACIA
Fecha:2023-09-14 16:01+19:00

JESÚS ANTONIO BONILLA DE GRACIA (PAR CIEGO)

Dado en la ciudad de PUYO, a los 13 días del mes de SEPTIEMBRE de 2023

Firmado electrónicamente por:
JOSE ANIBAL CALVOPIÑA BELTRAN

Document Information

Analyzed document	Articulo-F.pdf (D173522802)
Submitted	2023-09-07 06:22:00
Submitted by	
Submitter email	ja.calvopinab@uea.edu.ec
Similarity	2%
Analysis address	ja.calvopinab.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA **UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / Evaluación de la calidad físico-química y mricrobiológica del agua de la planta de tratamiento san Vicente en la provincia Pastaza-Puyo.docx**
Document Evaluación de la calidad físico-química y mricrobiológica del agua de la planta de tratamiento san Vicente en la provincia Pastaza-Puyo.docx (D173509429)
Submitted by: lm.guatoi@uea.edu.ec
Receiver: ec.ramirezi.uea@analysis.urkund.com
7

W URL: https://www.unicef.org/ecuador/acceso-agua-saneamiento-e-higiene
Fetched: 2023-09-07 06:23:00
1

W URL: https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/15785/13521
Fetched: 2023-09-07 06:23:00
1

W URL: https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/22524/1/T-ESPE-043849.pdf
Fetched: 2023-09-07 06:23:00
1

Entire Document

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Trabajo de Integración Curricular |1
Sayonara Mishell Guerra Punina1 1 amb2015273@uea.edu.ec Nina Pacari Grefa Alvarado2 1 amb2016068@uea.edu.ec
José Aníbal Calvopiña Beltrán, M.Sc 2 ja.calvopinab@
uea.edu.ec Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Vida, Carrera
de Ingeniería Ambiental Determinar la calidad de agua lluvia almacenada de los techos de las viviendas de la AMAP para el consumo humano. Resumen El presente artículo establece los resultados de la investigación sobre la "Determinación de la calidad de agua lluvia almacenada de los techos de las viviendas de la Asociación de Mujeres Autónomas de Pastaza (AMAP) para el consumo humano", lo que nos llevó a plantear el siguiente problema: Dotación nula de agua potable para la AMAP por parte del municipio de Pastaza. Desabastecimiento que es mitigado con la recolección de agua lluvia para consumo humano, para ello se planteó realizar un muestreo diferenciado del líquido. Para dar solución al problema se planteó como objetivo realizar un análisis comparativo del agua almacenada en los reservorios, y, proponer métodos de tratamiento para mejorar la calidad del agua. Para ello se tomó tres muestras de diferentes viviendas, mismas que presentan diferentes tipos de techos (zinc de 2 años, zinc de 10 años y teja de 5 años) para obtener los resultados del análisis de las muestras se aplicó el método descriptivo experimental, los resultados que se obtuvieron se comparó con los parámetros establecidos en la normativa vigente para el consumo humano. Los análisis efectuados demostraron que la composición fisicoquímica y microbiológica del agua lluvia requiere de un

Sayonara Mishell Guerra Punina1[1]
amb2015273@uea.edu.ec

Nina Pacari Grefa Alvarado2[1]
amb2016068@uea.edu.ec

José Aníbal Calvopiña Beltrán, M.Sc[2]
ja.calvopinab@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Vida,
Carrera de Ingeniería Ambiental

Determinar la calidad de agua lluvia almacenada de los techos de las viviendas de la AMAP para el consumo humano.

Resumen

El presente artículo establece los resultados de la investigación sobre la "Determinación de la calidad de agua lluvia almacenada de los techos de las viviendas de la Asociación de Mujeres Autónomas de Pastaza (AMAP) para el consumo humano", lo que nos llevó a plantear el siguiente problema: Dotación nula de agua potable para la AMAP por parte del municipio de Pastaza. Desabastecimiento que es mitigado con la recolección de agua lluvia para consumo humano, para ello se planteó realizar un muestreo diferenciado del líquido. Para dar solución al problema se planteó como objetivo realizar un análisis comparativo del agua almacenada en los reservorios, y, proponer métodos de tratamiento para mejorar la calidad del agua. Para ello se tomó tres muestras de diferentes viviendas, mismas que presentan diferentes tipos de techos (zinc de 2 años, zinc de 10 años y teja de 5 años) para obtener los resultados del análisis de las muestras se aplicó el método descriptivo experimental, los resultados que se obtuvieron se comparó con los parámetros establecidos en la normativa vigente para el consumo humano. Los análisis efectuados demostraron que la composición fisicoquímica y microbiológica del agua lluvia requiere de un

tratamiento de potabilización, para estabilizar los valores que sobrepasan los rangos permisibles, entre ellos tenemos el pH de las muestras presentó valores bajos con un promedio de 5.37 lo que determinó que el agua es ácida, como también los altos niveles de coliformes fecales con un promedio de 1.8 nmp/100ml, tratamiento que nos permitirá aprovechar todo el potencial del agua lluvia, de esta forma garantizaríamos una alternativa sostenible.

***Palabras Clave**: Análisis, agua lluvia, calidad de agua, parámetro*

Abstract

This article establishes the results of the research on the "Determination of the quality of rainwater stored on the roofs of the houses of the Asociación de Mujeres Autónomas de Pastaza (AMAP) for human consumption", which led us to pose the following problem: No drinking water supply for AMAP by the municipality of Pastaza. This shortage is mitigated with the collection of rainwater for human consumption, for which a differentiated sampling of the liquid was proposed. To solve the problem, the objective was to carry out a comparative analysis of the water stored in the reservoirs and propose treatment methods to improve water quality. To this end, three samples were taken from different houses, with different types of roofs (2-year old zinc, 10-year old zinc and 5-year old tile). To obtain the results of the analysis of the samples, the descriptive experimental method was applied, and the results obtained were compared with the parameters established in the current regulations for human consumption. The analyses carried out showed that the physicochemical and microbiological composition of the rainwater requires drinking water treatment to stabilize the values that exceed the permissible ranges, among them the pH of the samples showed low values with an average of 5.37, which determined that the water is acidic, as well as high levels of fecal coliforms with an average of 1.8 nmp/100ml, a treatment that will allow us to take advantage of the full potential of rainwater, thus ensuring a sustainable alternative.

***Keywords**: Analysis, rainwater, water quality, parameter*

1. INTRODUCCIÓN

En Ecuador, el suministro de agua potable es un aspecto de vital importancia para el bienestar de sus habitantes. Los Gobiernos Autónomos tienen la responsabilidad de dotar a las poblaciones con agua de calidad, contribuyendo así al buen vivir de sus ciudadanos (Lucas Vidal & Carreño Mendoza, 2018). Sin embargo, en comunidades urbanas, el acceso al agua potable se enfrenta a una serie de desafíos complejos, que incluyen factores económicos, negligencia gubernamental y parámetros ecológicos como sequías y contaminación. Esta interacción entre múltiples factores limita la disponibilidad de agua de calidad, lo que, a su vez, impacta directamente en la salud y el bienestar de la población. Resolver esta problemática exige enfoques integrales que involucren a la comunidad, las autoridades y a expertos en la materia.

Investigaciones recientes, realizadas por Hernández y Chaparro en 2020, resaltan la importancia de abordar estos desafíos desde perspectivas multidisciplinarias para mejorar el acceso al agua potable en comunidades urbanas y periféricas. La creciente contaminación de los recursos hídricos a nivel global nos obliga a explorar nuevas formas de aprovechar el agua, dentro de estas alternativas esta la utilización del agua de lluvia. En particular, en la provincia de Pastaza, donde las precipitaciones son abundantes.

EL agua lluvia se ha convertido en una fuente prometedora para el uso doméstico, como es el caso de las familias de la Asociación de Mujeres Autónomas de Pastaza (AMAP), ubicada en el barrio La Unión, sector El Paico, parroquia de Puyo.

Las intensas precipitaciones en esta área, según el sitio Weatherspark, con un promedio de aproximadamente 138.52 milímetros de precipitación mensual, esta fuente de agua se presenta como una valiosa y sostenible alternativa para compensar las necesidades cotidianas de la población, contribuyendo así a la gestión responsable de los recursos hídricos en la región. El interés por preservar y garantizar los recursos hídricos ha fomentado la consideración del agua lluvia como una opción viable para el consumo diario, dada su fácil accesibilidad y bajo costo. La implementación de sistemas de recolección y almacenamiento de agua de lluvia se presenta como una estrategia prometedora para la sostenibilidad hídrica y la gestión responsable de recursos en

la región.

Dado el papel fundamental del agua como recurso esencial para la vida y el consumo humano, es importante que cumpla con rigurosos estándares de calidad, tal como se establece en la legislación ecuatoriana. El cumplimiento de estos parámetros es esencial para salvaguardar la salud de los consumidores, evitando cualquier riesgo potencial asociado con el consumo de agua que no cumpla con los estándares definidos en la normativa.

Por tanto, el objetivo de este estudio es realizar un análisis comparativo del agua almacenada en los reservorios, y, proponer métodos de tratamiento para mejorar la calidad del agua, enfocándonos en las familias de la Asociación de Mujeres Autónomas de Pastaza (AMAP). A través del análisis de calidad del agua de lluvia, evaluamos sus características físicas, químicas y microbiológicas, teniendo en cuenta factores naturales, actividades antrópicas y la composición de los techos de las viviendas, factores que influyeron en su calidad y potenciales contaminantes.

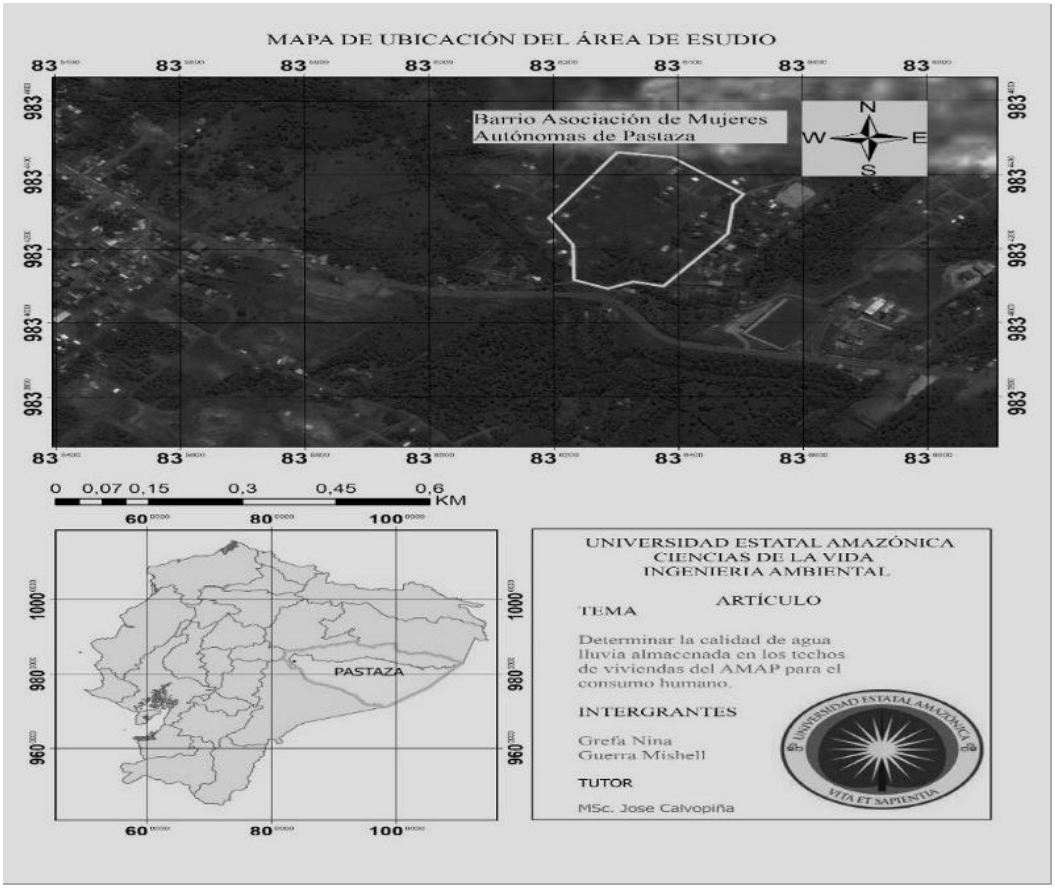
Este artículo se enmarca en un contexto global en el que el agua se ha convertido en un recurso cada vez más escaso y valioso debido a la contaminación por parte de las actividades antropogénicas. Para abordar este desafío, es esencial implementar capacitaciones sobre la importancia de consumir agua de buena calidad con la finalidad de prevenir riesgos a la salud. El presente estudio se alineo con los objetivos y planteó procesos de desinfectación del agua lluvia con la finalidad de garantizar un suministro seguro y sostenible de este recurso para los habitantes de la asociación, contribuyendo así al bienestar de la población y a la protección del medio ambiente.

2. MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

2.1. Localización

El lugar seleccionado para llevar a cabo el muestreo se encuentra situado en la avenida Brasilia, en el sector el Paico en la Asociación AMAP, en la ciudad de Puyo, provincia de Pastaza - Ecuador. La altitud de la ciudad de Puyo es de 925 metros sobre el nivel del mar, la zona se caracteriza por presentar un clima tropical monzónico, con presencia de precipitaciones constantes a lo largo del año, lo cual no tiene una estación seca claramente definida. Las temperaturas en la región oscilan entre los 15°C y los 32°C, con una temperatura media anual de alrededor de 20°C.

Figura 1 *Área de estudio para la recolección de agua lluvia.*



Fuente: Autores.

2.2. Tipo o diseño de investigación

Se llevó a cabo una formulación de diseño investigativo que combina enfoques descriptivos y experimentales en el ámbito de la determinación de la calidad del agua pluvial almacenada de los techos de viviendas de la AMAP, con el propósito de evaluar su aptitud para el consumo humano. Para lograr una concepción rigurosa y sistemática de la investigación, se establecieron objetivos bien definidos y aspectos verificables. En este sentido, se procedió a recopilar datos mediante la implementación de una combinación selecta de métodos y técnicas de indagación.

Dentro del enfoque experimental adoptado en el estudio, se ejerció manipulación sobre una

o más variables de estudio. Esta manipulación permitió el control de aumento o disminución de dichas variables y, a su vez, posibilitó la observación y evaluación de sus efectos en los comportamientos identificados y registrados.

2.2.1. Línea de Investigación

En esta investigación con el objetivo de determinar la calidad del agua pluvial almacenada, se aplicó el enfoque cuantitativo, que resultó fundamental para lograr una evaluación precisa y medible. El enfoque cuantitativo permite abordar los parámetros químicos, físicos y biológicos del agua de manera numérica y estadística, proporcionando resultados reales y verificables.

Mediante la recolección y análisis de datos numéricos, se mide cuantitativamente cada característica del agua, lo que facilita la obtención de valores concretos para su evaluación. Este enfoque también permite establecer correlaciones entre diferentes parámetros, lo que contribuye a comprender cómo influyen en la calidad del agua y su adecuación para el consumo humano. Además, la naturaleza cuantitativa de los datos posibilita la aplicación de análisis estadísticos rigurosos, mejorando la objetividad y validez de los resultados.

2.3. Métodos de Investigación

En este artículo, se emplearon experimentos "puros" como enfoque de investigación para abordar el objetivo de determinar la calidad del agua pluvial almacenada de los techos de las viviendas en el área del AMAP, con el propósito de evaluar su aptitud para el consumo humano. A continuación, se proporciona una descripción detallada de la metodología, el método y las técnicas utilizadas en el estudio, respondiendo a la sugerencia de especificar de manera concreta la metodología empleada:

La metodología empleada se basó en la realización de experimentos "puros". Esto implicó la manipulación controlada de variables independientes relacionadas con la calidad del agua pluvial recolectada en los techos de viviendas. La elección de esta metodología se justificó por su capacidad para cumplir con tres factores fundamentales (físico, químico y biológico) que garantizan la solidez de los resultados:

El método consistió en la recopilación sistemática de datos cuantitativos y cualitativos mediante la implementación de técnicas específicas. Se llevaron a cabo muestreos regulares de agua pluvial de diferentes fuentes de recolección en el área del AMAP. Estos muestreos se realizaron siguiendo un protocolo estandarizado para garantizar la consistencia en la recopilación

de muestras. Además, se realizaron análisis químicos, físicos y biológicos detallados de estas muestras, utilizando equipos y procedimientos de laboratorio reconocidos internacionalmente.

Las técnicas utilizadas incluyeron la medición de parámetros químicos mediante espectrofotometría, análisis de la turbidez y pH, así como el uso de técnicas de biología molecular para detectar la presencia de microorganismos patógenos en el agua pluvial. Se aplicaron análisis estadísticos para evaluar las relaciones entre las variables independientes y los parámetros de calidad del agua.

Esta metodología, método y técnicas se seleccionaron cuidadosamente para asegurar la robustez y confiabilidad de los resultados obtenidos en la evaluación de la calidad del agua pluvial almacenada en el área del AMAP con miras a su consumo humano. De esta manera, se ha respondido a la sugerencia de proporcionar una descripción más concreta de la metodología empleada en el estudio.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Basándonos en los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos de las muestras de agua lluvia, se evidencian variaciones notables en los parámetros medidos en las distintas muestras de las diferentes viviendas (M1 zinc de 10 años, M2 zinc de 2 años, M3 teja 5 años). Estas diferencias podrían indicar la influencia de diversas fuentes y procesos en la calidad del agua lluvia recolectada, y su posible adecuación para el consumo humano.

Se destaca que la variabilidad en parámetros críticos como el pH, la conductividad, los sólidos suspendidos y disueltos, así como el oxígeno disuelto, tiene implicaciones directas en la idoneidad del agua lluvia para el consumo humano. Si bien, los valores dentro de ciertos rangos podrían sugerir condiciones potenciales para uso doméstico, es esencial considerar la variabilidad y las tendencias observadas.

Estos resultados preliminares demuestran la necesidad de realizar un análisis más exhaustivo y específico para determinar la calidad del agua lluvia con respecto a los estándares de consumo humano. Las variaciones detectadas en los parámetros sugieren la influencia de factores locales y temporales que deben abordarse con precaución para asegurar la seguridad del suministro de agua para la asociación. Futuras investigaciones y estudios continuados son esenciales para

comprender completamente la viabilidad del agua lluvia como fuente potencial de agua potable en el contexto del consumo humano.

Calidad del agua lluvia recolecta

Según UNICEF/INEC,(2018) ‘’ En el Ecuador, si bien el 70% de la población cuenta con agua segura, un 30% aún no lo tiene y se expone a consumir agua con contaminación fecal ‘’, por ende el sitio de estudio en la actualidad se encuentra recién con la planificación de implementar agua entuba, sin embargo, no puede ser considerada aún como potable el agua que va ser instalada. Por el momento el lugar de estudio realiza la recolección de agua lluvia para su uso diario.

En los resultados obtenidos de los promedios que se realizó en la tabla 2, en turbiedad donde el límite permisible de acuerdo con la normativa INEN y el acuerdo ministerial 097 A, se encuentra dentro de los parámetros permisibles, en REDOX según la normativa INEN 1108, 2020, en el resultado obtenido se encuentra bajo de los límites permisibles, donde estaría actuando con un agente reductor en las muestras. El siguiente resultado de conductividad según la normativa INEN se encuentra bajo 30 µS/ cm de los límites permisibles. En el potencial de hidrogeno pH están por debajo de los límites permisibles según la Normativa INEN1108 de 6,5 a 8,5. Oxígeno disuelto supera el límite permisible en las Normativa INEN sobrepasando el 80%, donde la M3 tiene la mayor concentración de OD con el 101. 56 %, dicho porcentaje termina un agua de menor calidad. El parámetro DBO dado la Normativa INEN, está dentro de los límites permisibles, ya que se encuentra <2. El parámetro de sólidos totales según la Normativa INEN puedes estar hasta 100 mg/l, lo cual, este parámetro se encuentra dentro de los límites permisibles. Para contribuir con la mejora de la calidad de agua que utilizan a diario se podría ayudar con una capacitación en la aplicación de diferentes métodos de purificación y equipos que se podría utilizar en la purificación del agua, para esto se sugiere el más usado y que podría funcionar si se lo realiza de manera correcta aplicar el sistema de cloración por goteo (una gota de cloro comercial en litro de agua), cuya concentración es al 5%, para 20 litros aplicar 1ml equivalente a 20 gotas de cloro por litro y para tanques de 200 litros 10 ml de cloro.

Tabla 1 *Cálculos de los parámetros fisicoquímicos en laboratorio*

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO							
PARÁMETROS	UNIDAD	M1 Zinc 10 años	M2 Zinc 2 años	M3 Teja	LIMITE MAXIMO PERMITIDO INEN	CRITERIO DE CALIDAD Acuerdo Ministerial n° 097	MÉTODO UTILIZADO
Turbiedad	NTU	1.28	3.81	1.79	5	100	Medidor multiparámetro portátil Modelo: HQ40d de pH, conductividad, oxígeno disuelto (DO), ORP e ISE Marca: Hach
ORP Redox	Mv	183.1	172.13	176.4	284 - 580	-------	
Conductividad	µS/ cm	7.734	12.49	6.256	30 - 510	-------	Conductímetro (electrodo)
pH		5,81	5.64	4.77	6.5 – 8.5	6-9	Thermo Scientific™ STARA2150
Temperatura	°C	21.2	22.05	21.2	----	-------	Thermo Scientific™ STARA2150
OD	mg/L	7.26	4.99	7.90	6	-------	
	%	97	92.6	101.56	<80	-------	BODTrak II Marca: Hach
DBO	mg/L	1.8	1.8	2.4	<2	-------	

Sólidos suspendidos	mg/L	4	3,5	2	-----	-------	2540 D Standard Methods 22 ND Ed.
Sólidos disueltos	mg/L	10,3	5,75	11	----	-------	2540 C Standard Methods 22 ND Ed.
Sólidos totales	mg/L	14	9,75	13,6	1000		2540 B Standard Methods 22 ND Ed.

Tabla 2. *Resultado del análisis de parámetro biológico en el laboratorio de biología de la UEA.*

ANÁLISIS DEL PARÁMETRO BIOLÓGICO					
PARÁMETRO	MUESTRA	UNIDAD	RESULTADO	NORMATIVA INEN	ACUERDO MINISTERIAL 097
COLIORMES FECALES	M1	NMP/100ml	1,8	1000	-
	M2	NMP/100ml	0	1000	-
	M3	NMP/100ml	1,3	1000	-
COLIFORMES TOTALES	M1	NMP/100ml	0	200	-
	M2	NMP/100ml	0	200	-
	M3	NMP/100ml	0	200	-

Fuente: Autores

Los resultados obtenidos de las muestras proveniente de agua lluvia sin tratar fueron analizadas y referenciadas con la Normativa INEN, que corresponden a criterios de utilización de aguas de fuentes para consumo doméstico, de esta manera obtener el estado actual del agua. En los parámetros de sólidos totales (SST) y sólidos fecales, del análisis microbiológico se determinó que los resultados obtenidos de las muestras se encuentran dentro de los límites permisibles para el consumo del diario vivir de los habitantes de la AMAP.

Almacenamiento del agua lluvia en las viviendas

Para el almacenamiento de la aguas lluvias es importante ver la calidad de techo y el tipo de cubierta que posee cada una de las viviendas, como también el mantenimiento y limpieza de los tanques reservorios. Para el agua que es recolectada de los techos de zinc se recomiendan un tratamiento de filtración y defección, los techos de metal tienden a tener concentraciones más bajas de coliformes fecales, en comparación con otros materiales para techos (León Agatón et al., 2016)

Análisis comparativo entre el agua lluvia cruda y la Norma INEN 1108 - 2020.

Para realizar el análisis comparativo se tomó en cuenta tres parámetros de aceptación para agua de consumo humano, los cuales fueron fundamentales para encaminar que el agua estudiada

se encuentre dentro de los parámetros regidos por la norma INEN tales como: turbidez, pH y coliformes fecales. El valor obtenido de turbidez de 3,81 UNT, se encuentra dentro de los límites permisibles de tolerancia presentados por la Norma INEN, que es de 5 UNT, al valor obtenido aplicando un tratamiento se podría reducir y obtener agua de mejor calidad; pH tiene un rango 6 – 9 U pH en la normativa INEN y se obtuvo un resultado 5,81 U pH, valor que nos indica que necesariamente se debe realizar una estabilización del potencial de hidrógeno, basándonos en los datos de permisibilidad de la norma, sugiriendo el uso dosificado de hidróxido de sodio antes de uso diario; los resultados de coliformes fecales se obtuvo un valor de 1.8 nmp/100mL, resultados que sobrepasan los límites permisibles sugeridos por la Norma INEN, por lo que se debe realizar un tratamiento de purificación mediante dosificación de cloro (hipoclorito de calcio) para uso diario.

4. CONCLUSIONES

Se llevó a cabo una meticulosa recolección de muestras de agua lluvia almacenada en viviendas dentro de la AMAP. La toma de muestras se realizó de manera aleatoria, con especial énfasis en los días de mayor precipitación. Con la finalidad de establecer una línea base que permita evaluar la calidad del agua de lluvia en esta región.

Los resultados arrojados de los análisis fisicoquímicos y biológicos del agua lluvia sin tratamiento en la AMAP presentaron valores altos y bajos en relación con las normativas vigentes, la Turbidez, Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y sólidos totales (SST) presentaron valores que se encuentran bajo los límites permisibles establecidos en la norma IINEN y en el A.M. 097 A, en base a éstos parámetros se puede decir que es un agua aceptable para el consumo, pero de acuerdo a los valores de los coliformes fecales que se encuentran por encima de los valores permisibles determinando como agua no apta para el consumo, misma que requiere de un tratamiento mínimo.

Adicionalmente, es importante destacar que otros parámetros críticos, como REDOX, conductividad, temperatura y oxígeno disuelto (OD), también se mantuvieron dentro de los límites establecidos. Estos parámetros desempeñan un papel esencial en la evaluación de la calidad general del agua y su idoneidad para diversas aplicaciones, lo que refuerza la confianza en la

calidad del agua de lluvia en la AMAP.

Es importante señalar que los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio indican que el agua lluvia no es apta para el consumo humano directo. En otras palabras, su calidad no cumple con los estándares requeridos para el consumo. Por lo tanto, se recomienda que su uso se limite a aplicaciones domésticas en viviendas, como limpieza, riego de plantas y posiblemente, en usos de la pequeña industria no relacionados con el consumo humana. Esta observación resalta la necesidad de concienciar a la comunidad sobre la gestión segura del agua de lluvia y la importancia de implementar sistemas de tratamiento adecuados antes de su consumo.

Este estudio proporciona una visión completa de la calidad del agua lluvia almacenada en viviendas de la AMAP. Debido a que cumple con algunos parámetros de calidad, es de vital importancia subrayar que su consumo directo sin tratamiento no es recomendable desde una perspectiva de salud. Estos hallazgos respaldan la necesidad de educar a la comunidad sobre el manejo adecuado del agua lluvia y la implementación de sistemas de tratamiento mínimo para garantizar su seguridad.

REFERENCIAS

Chino Calli, M., Velarde Coaquira, E., & Espinoza Calsín, J. J. (2016). Captación de agua de lluvia en cobertura de viviendas rurales para consumo humano en la Comunidad de Vilca Maquera, Puno-Perú. *Rev. Investig. Altoandin., Vol 18 Nº 3*, 366. Obtenido de file:///C:/Users/UEA/Downloads/Dialnet-CaptacionDeAguaDeLluviaEnCoberturaDeViviendasRural-5645608.pdf

Hernández Avilés, D. M., & Chaparro, T. R. (diciembre de 2020). Tratamiento de agua lluvia con fines de consumo humano. *Cienc. Ing. Neogranad, vol.30 no.2* . Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-81702020000200097

Lucas Vidal, L. R., & Carreño Mendoza, Á. L. (2018). Calidad de agua de consumo humano en las comunidades balsa en medio, Julián y Severino de la microcuenca Carrizal, Ecuador. *Rev. del InstItutode InvestIgacIón FIgMMg-unMsM*, 40. Obtenido de https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/15785/13521

Bach. Atencio, S. H. (2018). *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. [tesis de titulacion de ingenieria Ambiental, universidad UNDAC Perú]*. Repositorio institucional, Perú.

Barbecho Martínez, V. P., & Bósquez García, C. V. (febrero de 2008). *bibdigital*. Obtenido de https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/992/1/CD-1294.pdf

Granja Ojeda, J. A. (2020). *Calidad de agua lluvia y consumo en Zapallo Grande, Loma Linda-Ecuador mediante.[Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Geógrafo y del Medio, Universidad ESPE Ecuador]*. Repositorio institucional. Obtenido de https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/22524/1/T-ESPE-043849.pdf

León Agatón, A., Córdoba Ruiz, J. C., & Carreño Sayago, U. F. (2016). Revisión del estado de arte en captación y aprovechamiento de aguas lluvias en zonas urbanas y aeropuertos. *Scielo*.

Ortiz Forero, W. A., & Velandia Bernal, W. D. (2017). *PROPUESTA PARA LA CAPTACIÓN Y USO DE AGUA LLUVIA EN LAS INSTALACIONES DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA A PARTIR DE UN MODELO FÍSICO DE RECOLECCIÓN DE AGUA [PROYECTO DE GRADO DE INGENIARIA, UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA]*. Repositorio institucional. Obtenido de http://www.um.mx

Pico Núñez, E. F. (2014). *"El agua lluvia y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes de la Parroquia Urbana de Izamba, Cantón Ambato, Provincia Tunguragua[tesis Inginiería Civil, Universidad UTA]*. Repositorio institucinal.

Reglamento ley Recursos Hidricos usos y aprovechamiento del agua. (2015, 30 de julio). *Acuerdo ministerial 097-A.* Registro Oficial No. 522. Obtenido de www.ambiente.gob.ec

Rodriguez, M. G. (2020). *Calidad de agua[Universisda Nacional de Cordova]*. Repositorio institucional.

UNICEF/INEC. (Diceiembre de 2018). *Acceso a Agua, Saneamiento e Higiene*. Obtenido de UNICEF Ecuador https://www.unicef.org/ecuador/acceso-agua-saneamiento-e-higiene#:~:text=En%20el%20Ecuador%2C%20si%20bien,consumir%20agua%20con%20contaminaci%C3%B3n%20fecal.

Bahri, A. (2009). Managing the other side of the water cycle: making wastewater an asset. TEC Background Paper No. 13. Global Water Partnership, Stockholm.

Centro de Investigación de la Caña. - [CENICAÑA]. (2008). *Informe anual 2007.* Cali. 108p.

Centro de Investigación de la Caña. - [CENICAÑA]. (2006). *Carta trimestral. Producción de caña de azúcar en el valle del río Cauca.* Año 28. Nº1. 2006. p 16-37.

Food and Agriculture Organization of the United Nations- [FAO]. (2006). *Evapotranspiración del cultivo*. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO riego y drenaje.34p.

Jiménez, B. & Asano. T. (2008). *Water reclamation and reuse around the world*. Chap. 1, in B. Jiménez and T. Asano (eds.), Water Reuse: An International Survey of current practice, issues and needs, IWA Publishing, London.

Lazarova, V. & Bahri, A. (2005). *Water Reuse for Irrigation: Agriculture, Landscapes, and Turf Grass*, CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.

Bocanegra-Herrera, C. C.., & Vidal, C. J. (2016). Development of a simulation model as a decision support system for sugarcane supply [Desarrollo de un modelo de simulación como un sistema de soporte de decisiones para el abastecimiento de caña de azúcar]. *DYNA (Colombia)*, *83*(198), 181–187. http://doi.org/10.15446/dyna.v83n198.52719

ANEXOS

ACUERDO MINISTERIAL 097-A-REGISTRÓ OFICIAL EDICIÓN ESPECIAL 387 DE 04-NOV.-2015

El propósito de esta regulación es establecer medidas para prevenir y gestionar la contaminación ambiental en relación con el recurso hídrico. El enfoque principal de esta directriz es garantizar la calidad del agua como recurso, con el fin de proteger y mantener los usos designados, así como salvaguardar la seguridad de las personas, la integridad de los ecosistemas y sus interacciones, y el entorno en general. Las actividades orientadas a preservar, mantener o recuperar la calidad del agua deben llevarse a cabo de acuerdo con los principios delineados en esta normativa. (Acuerdo-097, 2015).

Principios Básicos.

a) La gestión de la contaminación del recurso acuático se fundamenta en la conservación de su calidad con el propósito de mantener intactos los fines asignados, siguiendo las pautas establecidas en la normativa de calidad correspondiente y de acuerdo con los principios detallados en este texto. (Acuerdo-097-A, 2015).

b) En el ámbito de su jurisdicción, las autoridades municipales, en colaboración con las Entidades Prestadoras de Servicios de agua potable y saneamiento (EPS) ya sea de carácter público o que hayan sido delegadas al sector privado, asumirán la responsabilidad de prevenir, gestionar o resolver los problemas de contaminación que puedan surgir a raíz de los procesos relacionados con la provisión de servicios de agua potable y saneamiento. Para ello, deberán desarrollar planes maestros o programas específicos orientados al control de la contaminación. (Acuerdo-097-A, 2015).

c) Para llevar a cabo el control de la contaminación en distintos cuerpos de agua, dependiendo de la actividad en cuestión, el Responsable del Cumplimiento debe llevar a cabo diversas acciones, que incluyen la elaboración del Plan de Gestión Ambiental, el cual incorpora el tratamiento de los desechos antes de su vertido, así como medidas para controlar la contaminación generada por las aguas pluviales. Además, se deben emprender otras iniciativas que tengan por finalidad prevenir y gestionar eventuales impactos ambientales. Además, la Entidad Ambiental competente podría requerir al sujeto regulado la supervisión de la calidad del cuerpo de agua..

d) Si el Sujeto de Control es un municipio o gobiernos provinciales, éste no podrá ser sin excepción, la Entidad Ambiental de Control para sus instalaciones. Se evitará el conflicto de interés (Acuerdo-097-A, 2015)

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El Agua

El agua es la sustancia más abundante sobre la tierra, líquida desprovista de olor, sabor y color, constituye el medio ideal para la vida, es imprescindible para los seres vivos. Se compone de una molécula con tres átomos, dos de hidrógeno y una de oxígeno su fórmula es H2O que unidos entre si forman una molécula, y cubre un porcentaje importante (71 %) de la superficie del planeta Tierra. La manera en que estas partículas se conectan determinará cómo el agua se presenta en nuestro entorno. Por ejemplo, lo encontramos en estado líquido en forma de lluvia, ríos y océanos; en estado sólido en forma de icebergs y nieve; y en estado gaseoso en las nubes. (Granja Ojeda, 2020).

Características físico – químicas

El agua pura tiene su punto de ebullición 100°C y congelación de 0°C respectivamente, en condiciones normales de 0°C y 1 atm de presión alcanza su densidad máxima a una temperatura de 4° C y se expande al congelarse. Es un líquido casi incompresible por su estructura compacta, es disolvente universal (Granja Ojeda, 2020).

Importancia del agua

Se piensa que el agua siempre estará allí para nosotros cuando lo querríamos. Es necesaria para la vida del hombre, los animales y las plantas. Es parte importante de la riqueza de un país, y es utilizada en:

• La agricultura y ganadería

• Generar energía eléctrica.

• Lavar, limpiar en la industria y minería.

• Como elemento que interviene en mezclas y disoluciones, en la industria.

• El transporte. (Ríos caudalosos para transporte fluvial, transporte de madera).

• El consumo humano: aseo, alimentación, etc.

Calidad del agua

La calidad del agua, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) y otras entidades internacionales, puede ser resumida como las condiciones en las que el agua se encuentra en términos de sus características físicas, químicas y biológicas, ya sea en su estado natural o después de su alteración debido a actividades humanas. La evaluación de la calidad del agua implica la comparación de las propiedades físicas y químicas de una muestra de agua con estándares o

directrices de calidad del agua establecidos (Tabla 1). Estos estándares definen los niveles aceptables de diversas sustancias y parámetros, garantizando la seguridad y adecuación del agua para su uso previsto, que puede abarcar desde el consumo humano hasta otros usos diversos.

La calidad de cualquier cuerpo de agua ya sea en la superficie o bajo tierra, está influida tanto por aspectos naturales como por las acciones humanas. Si no interviniera la actividad humana, la calidad del agua dependería principalmente de la erosión del sustrato mineral, los procesos atmosféricos como la evaporación y la transpiración de plantas, la sedimentación de sedimentos y sales, el proceso natural de lavado de materia orgánica y nutrientes del suelo debido a la actividad hídrica, así como de los procesos biológicos en el ambiente acuático, que podrían modificar la composición química y física del agua. (Bach. Atencio, 2018)

Agua lluvia

La lluvia constituye un fenómeno acuático atmosférico que se origina con la condensación del vapor de agua presente en las nubes. La definición oficial de la Organización Meteorológica Mundial establece que la lluvia implica la precipitación de partículas líquidas de agua, con un diámetro superior a 0,5 mm o la equivalencia de 10 gotas menores, aunque muy dispersas.

La medición de la lluvia se realiza en milímetros anuales, clasificando menos de 200 mm como escasas, entre 200 y 500 mm como limitadas, entre 500 y 1.000 mm como normales, entre 1.000 y 2.000 mm como abundantes, y más de 2.000 mm como elevadas. La lluvia es influida por tres factores clave: la presión atmosférica, la temperatura y, en particular, la humedad atmosférica. Estos elementos interconectados contribuyen a la variabilidad en la distribución y cantidad de las precipitaciones pluviales en diferentes regiones geográficas y temporadas.

El agua de lluvia es más ácida (pH de 5,5-5,6) debido a su interacción con el dióxido de carbono en el aire. Este hecho en sí no resulta peligroso, a no ser que el agua de lluvia esté muy

contaminada por ácido sulfúrico o ácido nítrico. Existen circunstancias excepcionales (como una erupción volcánica en la zona o un accidente nuclear tipo Chernóbil o Fukushima) que aumentan notablemente el riesgo de contaminación (Pico Núñez, 2014)

Parámetro de agua lluvia

Tabla 3 *Parámetro de a evaluar en el análisis fisicoquímico de la calidad de agua lluvia*

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO			
PARÁMETROS MEDIDOS		EXPRESADO COMO	MÉTODO UTILIZADO
Sustancias flotantes		Ausencia	Organoléptico (visual)
Olor		Aceptable	Organoléptico (olfato)
Sabor		Aceptable	Organoléptico (gusto)
Turbiedad	U.N. T	2.0 U.N.T.	Turbidímetro (marca HACH modelo DR 20800)
Color	PL Co	150 PL Co	Espectrofotómetro (marca HACH modelo DR 20800)
pH	UN pH	6.5 a 9.0 U. N	Modelo PHC10101
Conductividad	ms/cm	1500 ms/cm	conductímetro (electrodo)
Acidez	mg/L Ca CO3	50 mg/l	Titulación potenciométrica
Dureza total	mg/L Ca CO3	300 mg/l	Titulación con EDTA

Sulfatos	mg/ L SO4	250 mg/l	Espectrofotómetro (marca HACH modelo DR 20800)
Cloruros	mg/ L Cl	250 mg/l	Titulométrico con nitrato mercúrico
Nitritos	mg/ L NHNO2	0.1 mg/l	Espectrofotómetro (marca HACH modelo DR 20800)
Nitratos	mg/ L NHNO3	10 mg/l	Espectrofotómetro (marca HACH modelo DR 20800)
Hierro total	mg/ L F6 3+	0.2 mg/l	Espectrofotómetro (marca HACH modelo DR 20800)
Aluminio residual	mg/ L Al	0.3 mg/l	Espectrofotómetro (marca HACH modelo DR 20800)
Cloruro residual libre	mg/ L Cl2	0.3 a 0.2	Medidor de cloro HACH POCKET II

Fuente: Decreto 1575de 2007 y resolución 2112 de 2007

Parámetros de calidad

Parámetros físicos

Son los que menos importancia tienen desde el punto de vista sanitario, pero los que más impactan en el usuario.

- Color: es una impresión ocular producida por materias contenidas en el agua, como ser materias húmicas, vegetales, algas, colorantes de efluentes industriales, sales (Fe y Mg), etc. Para su medición, se compara la muestra de agua con patrones obtenidos de una solución de Platino (Pt) y Cobalto (Co). El agua de bebida según Obras Sanitarias de la Nación (O.S.N), debe tener un color menor que 5 unidades de mg/l de platino, para la UE el límite superior es de 20 mg/l (Rodriguez, 2020).
- Olor y Sabor: es la impresión producida en el olfato y en el gusto por las materias putrescibles contenidas en el agua. Las fuentes de olor más frecuentes son tres, por desarrollo de microorganismos, debido a la contaminación de la fuente por líquidos cloacales o industriales y por la formación de compuestos en el tratamiento químico del agua. Las aguas para bebida no deben tener olor perceptible. Los olores y sabores pueden ser eliminados por aireación, ozonización, carbón activado, etc. (Rodriguez, 2020).
- Temperatura: debe ser inferior a la temperatura ambiente en el verano y al contrario en invierno. Debe estar entre los 5ºC y los 15ºC. Al aumentar la temperatura, se acelera el proceso de putrefacción lo que aumenta la demanda de oxígeno, si el contenido de oxígeno es inferior de 3 o 4 mg/l, se compromete la vida de los peces.
- Turbiedad: es debida a la presencia de materias en suspensión, como arcillas, materia orgánica, microorganismos, etc., estas, producen perturbaciones en los rayos de luz reflejándolos, refractándolos o absorbiéndolos. Las aguas para bebida deben

ser limpias, la turbiedad se expresa en p.p.m. en peso y se determina con un turbidímetro, se elimina con sedimentación y filtración. (Rodriguez, 2020)

Parámetros químicos

Las aguas para bebida deben estar exentas de sustancias perjudiciales o tóxicas para la salud.

Los análisis químicos para tener en cuenta son:

- pH: se define como el logaritmo decimal de la concentración de iones Hidrógeno, con el signo negativo (Sörensen). Entonces pH = -log [H]. El agua se puede comportar como ácido dador de iones (anfótera) liberando un protón, o como base, captando un protón. Los límites usuales van de 0 a 14, siendo neutro para un valor de pH de 7, base para un valor de pH mayor que 7 y ácido para valores menores que 7. El pH tiene incidencia en el proceso de coagulación, además de producir daños en las cañerías de distribución como ser corrosión e incrustaciones (Rodriguez, 2020).
- Sólidos totales disueltos: todas las aguas naturales tienen sales en disolución, las más comunes son las de calcio, magnesio y sodio, produciendo alcalinidad, dureza, corrosión, sabores, etc. Por ejemplo, un contenido de cloruro de sodio se percibe por encima de los 200 mg/l y hace al agua imbebible si supera los 3000 mg/l. se fija un límite de sales minerales disueltas de 1000 mg/l en aguas para bebida (Rodriguez, 2020).
- Alcalinidad: la alcalinidad se debe a la presencia de iones carbonatos ácidos (HCO3 -), carbonatos (CO3 2 -) e hidróxidos (OH -). Se expresa en mg/l de Ca CO3. se utiliza para encontrar la dosis de coagulante en plantas de potabilización, dosis de reactivos para procesos de ablandamiento, calcular el pH de saturación, para detectar contaminación

de aguas por efluentes residuales. Se acepta una alcalinidad de 400 mg/l en aguas para bebida (Rodriguez, 2020).

- Dureza: está dada por la presencia de sales de calcio y de magnesio. Para la fisiología humana las aguas duras son beneficiosas ya que evitan problemas circulatorios, el raquitismo y una formación ósea pobre, produce también resquebrajamiento de la piel. Los inconvenientes producidos son mala cocción, mayor consumo de jabón, incrustaciones en los elementos de cocina y corrosión de tuberías. La dureza se clasifica en: Dureza de carbonatos o temporaria (precipita al hervir) y Dureza de no carbonatos o permanente (no precipita al hervir), la Dureza total es la suma de la Dureza temporaria + Dureza permanente y se expresa en mg/l de CaCO. El valor aceptable de Dureza total es de 200 mg/l. (Rodriguez, 2020).

- Cloruros: en cañerías de cemento, un contenido de sulfatos mayor a 300 mg/l produce daños en el mismo. En aguas para bebida, valores elevados tienen efectos purgantes. Se toma un valor aceptable de 200 mg/l.

- Hierro: en concentraciones pequeñas produce sabor a tinta, manchas en la ropa, incrustaciones en elementos domésticos y en cañerías de plomo, favorece también la formación de algas ferruginosas que obstruyen las cañerías. En cantidades elevadas produce enturbiamiento y color rojizo del agua. El límite aceptable es 0.1 mg/l (Rodriguez, 2020).

- Amoníaco, Nitritos y Nitratos: la presencia de amoníaco (NH3) o del ion amonio (NH4), indica que se ha llegado al final de la reducción de las sustancias orgánicas e inorgánicas nitrogenadas. Generalmente en aguas superficiales bien aireadas, no hay amoníaco, sí en aguas subterráneas poco profundas. La presencia de NH3 indica un

contacto reciente con aguas cloacales o con materias orgánicas en descomposición. Un valor de 0.20 mg/l, se considera aceptable en aguas de bebida. (Rodriguez, 2020)

- El ion nitrito NO2 -: se halla en las aguas que estuvieron en contacto con aguas residuales domésticas o con residuos orgánicos, producen un efecto tóxico (cianosis) ya que se depositan en la hemoglobina de la sangre transformándola en metahemoglobina perdiendo su capacidad de transportar oxígeno. El límite aceptable es de 0.10 mg/l.
- Los nitratos NO3 - en aguas se deben a la oxidación bacteriana de materias orgánicas, principalmente a las eliminadas por animales. El problema con los nitratos radica en que dentro del organismo se pueden reducir a nitritos, dando lugar a la cianosis antes mencionada, el límite aceptable para aguas de bebida es de 45 mg/l.
- Arsénico: los compuestos solubles del arsénico son venenosos, producen en principio manchas en la piel, que luego pueden degenerar en cáncer o arsenicismo. El límite de arsénico establecido como límite es de 0.01 mg/l. (Rodriguez, 2020).

Parámetros microbiológicos

Las aguas para consumo doméstico deben estar exentas de estos microorganismos, ya que pueden propagar enfermedades como la fiebre tifoidea, el cólera, la disentería, las infecciones estafilocócicas, la hepatitis infecciosa, etc. En los últimos años, se ha producido un aumento importante en los efluentes y la complejidad química de los mismos, debido al gran aumento del consumo de agua para fines municipales, industriales y agrícolas. También es motivo de preocupación la existencia de ciertos tipos de oligoelementos, derivados de detergentes de gran persistencia, los plaguicidas, y otros residuos tóxicos.

Uno de los principales problemas del tratamiento del agua es reducir el número de bacterias patógenas y hacerlas inofensivas, las bacterias Escherichia Coli, que viven

normalmente en los intestinos de los animales de sangre caliente y se excretan con las heces, se utilizan como “indicadoras”. Si estás están presentes en una muestra, indican que hubo contaminación “fecal” del agua y la presencia potencial de patógenos. Otros organismos indicadores son los “coliformes fecales, coliformes totales, estreptococos fecales y Clostridum perfringens. (Rodriguez, 2020)