



UNIVERSIDAD UTE

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y MANEJO DE
RIESGOS NATURALES**

**DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE SIMPLIFICADO DE CALIDAD
DEL AGUA (ISQA) DE LA ZONA URBANA DE LA PARROQUIA
DE PACTO PROVINCIA PICHINCHA**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERA AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES**

LIZZIE PATRICIA TERÁN MORENO

DIRECTOR: ING. GLORIA ROLDÁN REASCOS MSc.

Quito, enero 2019

© Universidad UTE. 2019

Reservados todos los derechos de reproducción

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	2000079026
APELLIDO Y NOMBRES:	Terán Moreno Lizzie Patricia
DIRECCIÓN:	Mora Bowen E19-105
EMAIL:	lizzieteran@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	4 529 495
TELÉFONO MOVIL:	0984990137

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Determinación del índice simplificado de calidad del agua (ISQA) de la zona urbana de la parroquia de Pacto provincia Pichincha
AUTOR O AUTORES:	Lizzie Terán Moreno
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	16/01/2019
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Gloria Roldán Reascos MSc.
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Ambiental y Manejo de Riesgos Naturales
RESUMEN: Mínimo 250 palabras	<p>El presente trabajo tiene como objetivo determinar el índice simplificado de calidad del agua (ISQA) de la zona urbana de la parroquia de Pacto provincia Pichincha, con el fin de conocer el estado actual del agua, con el cual se pueda en el futuro tomar acciones, debido a que el área de estudio no cuenta con el servicio de agua para el consumo humano. Para la implementación del estudio se utilizó la metodología del ISQA, además del índice global de calidad del agua (ICA), con el fin de complementar el estudio realizado y para tener una mejor percepción de los resultados.</p>

<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>Como parte de la implementación de los índices se analizó muestras de agua del área de estudio y mediante los resultados obtenidos se procedió a implementar las diferentes ecuaciones del ISQA y del ICA, al igual que las ponderaciones correspondientes de cada índice para determinar la calidad de agua. Con lo cual se determinó que el agua de la zona urbana de la parroquia de Pacto provincia Pichincha, tuvo un índice ISQA de 79,89 y de ICA de 81.42; éstos valores que se encuentran establecidos en el segundo rango en la escala de la clasificación de la calidad del agua, indicando un rango entre el 70 – 90, con lo que se concluye que el agua se encuentra levemente contaminada, pero puede ser empleada en riego de cultivos, sin embargo, el agua puede ser utilizada para consumo humano únicamente si se realizan tratamientos previos convencionales, como la desinfección o filtración.</p>
<p>ABSTRACT:</p>	<p>The target of this work is to determine the simplified index of water quality (SIWQ) of the urban area of the Pichincha Pacto parish. We will be able know the current state of the water, from which we can be take future action to improve it, since the facts from the study show that this area does not have appropriate water service for human consumption. For the implementation of the study, the SIWQ methodology was used, in addition to the global water quality index (WQI), in order to complement the study accomplished and to have a better perception of the results.</p> <p>As part of the implementation of the indexes, water samples were analyzed from the study area and, through the results obtained, the different equations of the SIWQ - WQI were implemented. Also, the different weights of the water were calculated to determine the water quality. The results of this research determined that the water of the urban area of the Pacto province Pichincha parish had a SIWQ index of 79.89 and WQI of 81.42; values that are in the second rank in the scale of water quality classification. These results are indicating a range between 70-90, which concludes that the water is slightly polluted, but can safely be used in crop irrigation. However, it can be used for human consumption only if conventional pre-</p>

	treatments, such as disinfection or filtration, are carried out first.
KEYWORDS	Water quality, Water quality indices (WQI), Physicochemical parameters, Biological parameters.

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

f: LizzieTeranM

TERÁN MORENO LIZZIE PATRICIA

2000079026

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **TERÁN MORENO LIZZIE PATRICIA**, CI 2000079026 autora del proyecto titulado: **Determinación del índice simplificado de calidad del agua (ISQA) de la zona urbana de la parroquia de Pacto provincia Pichincha** previo a la obtención del título de **INGENIERA AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES** en la Universidad UTE.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad UTE a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 16 de enero de 2019

f: LizzieTeranM

TERÁN MORENO LIZZIE PATRICIA

2000079026

CARTA DE AUTORIZACIÓN



GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL
RURAL
"SUBTROPICO DE QUITO"



Pacto, 01 de junio de 2018

ACTA CONFORMIDAD Y AVAL UTE-GAD-PACTO

Las propuestas de planes desarrollados en la ejecución del proyecto "INTERVENCIÓN INTEGRAL EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DE RIESGOS NATURALES EN LA PARROQUIA DE PACTO" presentado por la directora del proyecto de vinculación Ing. Gloria Roldán MSc. que fueron desarrolladas en conjunto con el GAD parroquial de Pacto Y LA PARTICIPACIÓN DE LA población, con el objeto de reducir el riesgo a desastres en los sectores más vulnerables y fortalecer la capacidad de respuesta de las estructuras existentes a nivel local las siguientes:

- Propuesta del plan de manejo ambiental
- Propuesta de plan de gestión de riesgos
- Propuesta de gestión de talleres automatiz
- Propuesta de producción de biogás
- Presentación de los módulos del sistema

Al respecto y de acuerdo a la revisión realizada, se puede indicar que las mismas cumplen con la rigurosidad científica y técnica, por lo que se menciona constituye un aporte para el desarrollo de la comunidad beneficiada. En este sentido se extiende el AVAL correspondiente.

Atentamente



Jaime E. Villarreal H.

PRESIDENTE GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO
PARROQUIAL RURAL PACTO

<<MANCOMUNIDAD DE LA BIOREGIÓN DEL CHOCÓ ANDINO>>

Subtropical Metropolitano del Occidente de Quito

Noroccidente de Pichincha

PARQUE CENTRAL, FUNDADA (EL 27 DE MARZO DE 1934

TELÉFONO 2476901 – 29176125 TELÉFONO CELULAR SR. PRESIDENTE 0992 60382 Y 09967 138

CEBULA DE IDENTIDAD 0409792925, RUC 1768128290001

Mail: gobierneparroquialpacto@hatmail.com

DECLARACIÓN

Yo **LIZZIE PATRICIA TERÁN MORENO**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad UTE puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



Lizzie Patricia Terán Moreno

C.I. 2000079026

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Determinación del índice simplificado de calidad del agua (ISQA) de la zona urbana de la parroquia de Pacto provincia Pichincha**”, que, para aspirar al título de **Ingeniera Ambiental y Manejo De Riesgos Naturales** fue desarrollado por **Lizzie Patricia Terán Moreno**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27 y 28.



Ing. Gloria Roldán Reascos MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I. 1705862371

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a esos seres que desde siempre impregnaron en mí el espíritu y compromiso por la conservación y defensa de la naturaleza, quienes a través de sus vivencias y oportunidades me apoyaron en este campo de estudio.

A ti, que con tu sabiduría, fuerza y tenacidad durante mis años de estudio me diste una nueva apreciación del significado y la importancia de ser recíproca con la madre tierra, mi elemento vital.

A ti, por ayudarme a crecer y nunca cortarme las alas, que con tu ejemplo mantuviste despierto mi sueño en momentos de adversidad o cuando quise rendirme.

A esos seres de luz vivos en mi corazón...mis abuelos Laura y Augusto, que impregnaron su huella en mí.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia y amigos de vida, por estar siempre presentes a lo largo de este recorrido....mis años de universidad.

A ti ma, por creer en mí, por ser mi compañera y acolita, por tus palabras “tu solo estudia”, por estar junto a mi sin importar nuestras diferencias de opiniones, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente.

A mi padre, que a través de la distancia siento que a tu manera estuviste siempre conmigo.

A ti, con quien formamos un verdadero equipo, logramos escalar y llegar, a pesar de la adversidad; por tu mano amiga, por tu tiempo, por tu apoyo.

Mi más grande y sincero agradecimiento a mi mentora, mi tutora Ing. Gloria Roldán Reascos MSc., quien con su dirección, enseñanza, excelencia y compromiso como docente, por su paciencia y apoyo como ser humano guió y facilito la culminación de este proyecto de investigación, punto de partida para la toma de decisiones del GAD de Pacto.

A los habitantes de la comunidad de Pacto, por su generosidad, por abrirnos sus puertas y compartirnos sus percepciones y vivencias.

Mi gratitud y abrazo a todos.

ÍNDICES ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 OBJETIVOS	5
1.1.1 OBJETIVO GENERAL	5
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
2. METODOLOGÍA	7
2.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	7
2.1.1 FUENTES PRIMARIAS.....	7
2.1.2 FUENTES SECUNDARIAS.....	7
2.2 DIAGNÓSTICO	7
2.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	7
2.2.1.1 Puntos de Muestreo.....	9
2.2.2 CÁLCULO DE LA MUESTRA.....	9
2.2.3 ENCUESTA	10
2.2.4 ENTREVISTA.....	10
2.2.5 ANÁLISIS FODA	10
2.3 MUESTREO	11
2.3.1 TIPO DE MUESTRA	11
2.3.1.1 Muestra simple.....	11
2.3.1.2 Muestra compuesta.....	11
2.3.2 NÚMERO DE MUESTRAS.....	12
2.3.3 ENVASE, ETIQUETADO Y CONSERVACIÓN DE LA MUESTRA	13
2.3.4 LÍMITES PERMISIBLES	14
2.3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS MUESTRAS	15
2.4. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE GLOBAL DE CALIDAD DEL AGUA (ICA)	15
2.4.1 FÓRMULA DEL ICA.....	15
2.4.2 ECUACIONES DE LOS SUBÍNDICES DEL ICA	16
2.4.3 PONDERACIÓN DE LOS SUBÍNDICES DEL ICA	16

2.5 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE SIMPLIFICADO DE CALIDAD DE AGUA ISQA	17
2.5.1 FÓRMULA DEL ISQA	17
2.5.2 ECUACIONES DEL ISQA	18
2.6 CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL ICA - ISQA	18
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
3.1 DIAGNÓSTICO	19
3.1.1 CÁLCULO DE LA MUESTRA	19
3.1.2 ENCUESTA	19
3.1.3 ENTREVISTA	23
3.1.4 ANÁLISIS FODA	23
3.2 MUESTREO	24
3.2.1 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS, BIOLÓGICOS Y BACTERIOLÓGICOS PARA EL CÁLCULO DEL ICA E ISQA	24
3.2.1.1 Parámetros Físicos	24
3.2.1.2 Parámetros Químicos	24
3.2.1.3 Parámetros Biológicos	25
3.2.1.4 Parámetros Bacteriológicos	25
3.2.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS MUESTRAS	26
3.3 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE GLOBAL DE CALIDAD DEL AGUA (ICA)	27
3.3.1 ECUACIONES DE LOS SUBÍNDICES DEL ICA	27
3.3.2 CÁLCULO DEL ICA	28
3.4 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE SIMPLIFICADO DE CALIDAD DE AGUA ISQA	29
3.4.1 ECUACIONES DEL ISQA	29
3.4.2 CÁLCULO DEL ISQA	29
3.5 CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL ICA E ISQA	30
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	31
4.1 CONCLUSIONES	31
4.2 RECOMENDACIONES	31
5. BIBLIOGRAFÍA	33
6. ANEXOS	36

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Área de estudio	7
Tabla 2. Puntos de muestreo de la zona urbana de la parroquia Pacto	9
Tabla 3. Número e intervalos de tiempo de las muestras a analizarse	12
Tabla 4. Estándares para el envase y conservación de los parámetros analizados	13
Tabla 5. Límites permisibles de la normativa nacional e internacional	14
Tabla 6. Subíndices de Calidad para el cálculo del ICA	16
Tabla 7. Ponderación de los subíndices del ICA	17
Tabla 8. Valores de los parámetros del ISQA	18
Tabla 9. Clasificación de la Calidad de Agua del ICA - ISQA	18
Tabla 10. Resultados de análisis Físicos	24
Tabla 11. Resultados de análisis Químicos	24
Tabla 12. Resultados de análisis Biológicos	25
Tabla 13. Resultados de análisis Bacteriológicos	25
Tabla 14. Estadísticas de muestra única	26
Tabla 15. Prueba de muestra única	27
Tabla 16. Cálculos de las ecuaciones de los subíndices del ICA	27
Tabla 17. Cálculos de las ecuaciones del ISQA	29
Tabla 18. Clasificación de la calidad de agua del ICA - ISQA de la zona urbana de la parroquia Pacto	30

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Mapa del área de estudio	8
Figura 2. Conformidad con la calidad del agua	20
Figura 3. ¿El agua que llega a su hogar es totalmente limpia?	20
Figura 4. Proveniencia del agua que se bebe	21
Figura 5. ¿Las fuentes de agua que proveen a su sector se encuentran contaminadas?	21
Figura 6. Contaminación a los cuerpos de agua	22
Figura 7. Iniciativa para mejorar la calidad de agua	22
Figura 8. Análisis FODA parroquia Pacto	23
Figura 9. Resultados de los análisis realizados	26
Figura 10. Calidad del agua en la parroquia Pacto de acuerdo al ICA y el ISQA	30

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO 1. Formato de encuesta	36
ANEXO 2. Formato de entrevista	37
ANEXO 3. Etiquetación y toma de las muestras según la normativa	38
ANEXO 4. Cuadrante 1: estaciones de muestreo 1, 2, 3 y 4	39
ANEXO 5. Cuadrante 2: estaciones de muestreo 5, 6, 7 y 8	40
ANEXO 6. Cuadrante 3: estaciones de muestreo 9, 10, 11 y 12	41
ANEXO 7. Cuadrante 4: estaciones de muestreo 13, 14, 15 y 16	42
ANEXO 8. Análisis realizados en campo	43
ANEXO 9. Resultados de los parámetros analizados	44
ANEXO 10. Análisis parámetros físicos	45
Anexo 11. Análisis parámetros químicos	46
Anexo 12. Análisis parámetros biológicos y bacteriológicos	47
Anexo 13. Índices ICA – ISQA	47
Anexo 14. Resultados de análisis del Laboratorio OSP	48

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo determinar el índice simplificado de calidad del agua (ISQA) de la zona urbana de la parroquia de Pacto provincia Pichincha, con el fin de conocer el estado actual del agua, con el cual se pueda en el futuro tomar acciones, debido a que el área de estudio no cuenta con el servicio de agua para el consumo humano. Para la implementación del estudio se utilizó la metodología del ISQA, además del índice global de calidad del agua (ICA), con el fin de complementar el estudio realizado y para tener una mejor percepción de los resultados.

Como parte de la implementación de los índices se analizó muestras de agua del área de estudio y mediante los resultados obtenidos se procedió a implementar las diferentes ecuaciones del ISQA y del ICA, al igual que las ponderaciones correspondientes de cada índice para determinar la calidad de agua. Con lo cual se determinó que el agua de la zona urbana de la parroquia de Pacto provincia Pichincha, tuvo un índice ISQA de 79,89 y de ICA de 81.42; éstos valores que se encuentran establecidos en el segundo rango en la escala de la clasificación de la calidad del agua, indicando un rango entre el 70 – 90, con lo que se concluye que el agua se encuentra levemente contaminada, pero puede ser empleada en riego de cultivos, sin embargo, el agua puede ser utilizada para consumo humano únicamente si se realizan tratamientos previos convencionales, como la desinfección o filtración.

Palabras clave: Calidad de agua, Índices de calidad de agua (ICA), Parámetros fisicoquímicos, Parámetros biológicos.

ABSTRACT

The target of this work is to determine the simplified index of water quality (SIWQ) of the urban area of the Pichincha Pacto parish. We will be able know the current state of the water, from which we can be take future action to improve it, since the facts from the study show that this area does not have appropriate water service for human consumption. For the implementation of the study, the SIWQ methodology was used, in addition to the global water quality index (WQI), in order to complement the study accomplished and to have a better perception of the results.

As part of the implementation of the indexes, water samples were analyzed from the study area and, through the results obtained, the different equations of the SIWQ - WQI were implemented. Also, the different weights of the water were calculated to determine the water quality. The results of this research determined that the water of the urban area of the Pacto province Pichincha parish had a SIWQ index of 79.89 and WQI of 81.42; values that are in the second rank in the scale of water quality classification. These results are indicating a range between 70-90, which concludes that the water is slightly polluted, but can safely be used in crop irrigation. However, it can be used for human consumption only if conventional pre-treatments, such as disinfection or filtration, are carried out first.

Keywords: Water quality, Water quality indices (WQI), Physicochemical parameters, Biological parameters.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Los habitantes de la parroquia urbana de Pacto del noroccidente de Quito, captan el agua para el abastecimiento de distintos ríos y ojos de agua; el agua es utilizada sin realizar un tratamiento adecuado, ni la aplicación de un Índice de Calidad de Agua para determinar si el agua es apta para el consumo humano.

En el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia de Pacto según GESTNOVA (2015) la utilización de los recursos hídricos en Pacto no es controlada, debido a que “Pacto no cuenta con servicios de agua potable en la mayor parte de su territorio, las comunidades asentadas en las cuencas de los ríos entuban el agua de los afluentes de manera directa y sin control por parte de la autoridad, lo que significa una captación incontrolada del recurso” (p.30).

El presente estudio contribuirá la descripción de los parámetros físicos, químicos, biológicos y bacteriológicos que permitirán explicar la calidad de agua de la zona urbana de la parroquia Pacto mediante el desarrollo del Índice Global de Calidad del Agua (ICA) y el Índice Simplificado de Calidad de Agua (ISQA), los que permitirán establecer una línea base con la cual se pueda determinar los posibles usos que se le puede dar al agua, de acuerdo a los resultados obtenidos.

“Un índice de calidad del agua expresa la calidad de un recurso hídrico mediante el uso de parámetros de medición de calidad del agua y permite mostrar la variación espacial y temporal de las características del agua mediante un método simple y conciso identificando tendencias del agua, determinando áreas problemáticas por contaminación y permitiendo una fácil interpretación” (Ajcabul, 2016, p.11).

Se han implementado diversos índices de calidad de agua para consumo humano a lo largo de los años, propuestos por varios autores como se indica en Torres, Cruz y Patiño, (2009), entre los que se encuentran: Brown, Maccllelland, Deininger, et al. Con el apoyo de National Sanitation Foundation (NSF) en 1970, Queralt en 1982, Dinius en 1987, Boyacioglu en 2007 y UNEP 2007. Los mismos que coinciden en utilizar parámetros fisicoquímicos (potencial hidrogeno, oxígeno disuelto, temperatura y nitratos) y biológicos-bacteriológicos (Demanda Biológica de Oxígeno, Coliformes fecales y totales).

Entre los ICA más utilizados se encuentran los siguientes:

- Índice de calidad del agua de la Fundación Nacional de Sanidad
- Índice de calidad del agua propuesto por Dinius
- Índice universal de la calidad del Agua
- Índice simplificado de calidad del agua

El Índice Global de Calidad del Agua (ICA) se encuentra conformado por 18 parámetros fisicoquímicos, biológicos y bacteriológicos. De acuerdo a Flores (2009) “El ICA se determina mediante una operación aritmética de ponderación, determinando el peso de los parámetros de acuerdo con su importancia sanitaria”. (p.58).

El Índice Simplificado de Calidad del Agua, según Torres, Cruz y Patiño, (2009). “El ISQA emplea el producto de la temperatura por la sumatoria de los valores obtenidos mediante ecuaciones que transforman las concentraciones de DQO, sólidos suspendidos, oxígeno disuelto y conductividad en un número adimensional, tal como lo hacen otros ICA.” (p.86).

“Este índice permite asignar un valor a la calidad del agua utilizando un número limitado de parámetros. Tienen la ventaja de ser fáciles de usar y proporcionan una idea rápida e intuitiva de la calidad, pero son arbitrarios y pueden inducir a error debido a su reduccionismo. Si se utilizan otros índices complementarios se tiene una idea más adecuada y completa de la calidad.” (Rivera, 2008, p.25).

Estudios realizados referentes a la determinación del ISQA y del ICA, arrojaron diferentes resultados, los mismos que se encuentran establecidos a continuación y serán mencionados nuevamente en el apartado de discusión:

En el estudio de Rivera (2008), en la parte alta de la cuenca del Río Naranjo - Guatemala, se encontró como resultado un ISQA de 52.10 indicando que el agua del área de estudio se encuentra entre el rango de 50 a 70, señalando que la misma es apta para el consumo humano con tratamiento especial, riego y para uso industrial.

El índice general del ISQA en el estudio de Ajcabul (2016) en aguas superficiales en el río La Quebrada - Guatemala, fue de 42.32; mientras que el Índice general del ICA fue de 34.72 indicando ambos valores que el agua puede ser utilizada únicamente para recreación y refrigeración.

El ISQA en el estudio de Reyes (2017) en el humedal La Tembladera - Ecuador, fue de 29.8 indicando un uso del agua para recreación y refrigeración; mientras que el promedio del ICA de 65.2 indicando el uso del agua para consumo humano con tratamiento especial, riego y para uso industrial.

“Quienes crearon una metodología unificada en un sin número de parámetros para el cálculo del índice de calidad (ICA) fueron Horton (1965) y Liebman (1969).” (Roca, 2015, p.6). Estos solo fueron implementados en los años setentas por las agencias de monitoreo de calidad.

“En el año 1970 los estudios eran analizados por la metodología Delphi, como él The National Sanitation Foundation. (NSF), desarrollando el índice de calidad de agua (WQI), al idioma español se denomina ICA, con 9 parámetros: Demanda Biológica de Oxígeno, Oxígeno Disuelto, Coliformes Fecales, Nitrato, pH, Temperatura, Sólidos Disueltos Totales, Fósforo Total y Turbidez (NSF, 2006). Esta metodología, hoy en día es muy utilizado por agencias y establecimientos de los Estados Unidos.” (Roca, 2015, p.6).

De acuerdo a Debels (2005) “En 1999 en el país de Chile empezó un programa de “Monitoreo, educación sanitaria y ambiental” para el rescate y protección de las masas de agua, considerando el ISQA. En el año 2000, con el monitoreo del río Chile en 18 estaciones, se desarrollaron dos índices (ICA) para esta corriente (ICA-extendido e ICA simplificado); su elaboración fue en base a los parámetros más representativos considerando el uso o destino del agua y a los costos más económicos de los análisis.”

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GENERAL

Determinación del índice simplificado de calidad del agua (ISQA) en la zona urbana de la parroquia de Pacto provincia Pichincha.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Medir los parámetros fisicoquímicos en la zona urbana de la parroquia de Pacto provincia Pichincha.

- Determinar el Índice Simplificado de Calidad del Agua, mediante la implementación de la fórmula del ISQA en la zona urbana de la parroquia de Pacto provincia Pichincha.
- Evaluar la calidad de agua en la zona urbana de la parroquia de Pacto provincia Pichincha, mediante la interpretación de los resultados obtenidos con los valores de la clasificación de la calidad del agua del ISQA.

2. METODOLOGÍA

2. METODOLOGÍA

2.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1.1 FUENTES PRIMARIAS

Para establecer la línea base de la investigación se realiza la búsqueda de fuentes primarias, como artículos científicos, tesis de grado y post grado y el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia de Pacto (2015) referentes a la calidad de agua.

2.1.2 FUENTES SECUNDARIAS

Las fuentes secundarias como libros, manuales y normas identifican estrategias y procedimientos que sirven de base para formular una metodología propia para la implementación del ISQA, así como el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (2012).

2.2 DIAGNÓSTICO

2.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Tabla 1. Área de estudio

DATOS GENERALES		
Sistemas de coordenadas UTM WGS84 Zona 17		
Latitud: 0.1419975	Longitud: -78.7680438	Altitud: 928 msnm 500 m.s.n.m. máx. 1.800 m.s.n.m
Ubicación Extremo noroccidental del DMQ, Pichincha, Ecuador, América del Sur		
Cantón: Quito	Ciudad: Pacto centro	Provincia: Pichincha
Delimitación: Norte: Parroquia García Moreno, Provincia de Imbabura Sur: Cantón San Miguel de los Bancos y Parroquia Gualea Este: Parroquia Gualea Oeste: Cantón Pedro Vicente Maldonado		
CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA		
Área: 71419.7 m ²	Infraestructura: viviendas, hosterías, edificios, etc.	
	Clima: Templado - húmedo. Las temperaturas oscilan entre los 17° y 20° C.	

Adaptado de la ficha Ambiental (TULSMA, 2013)

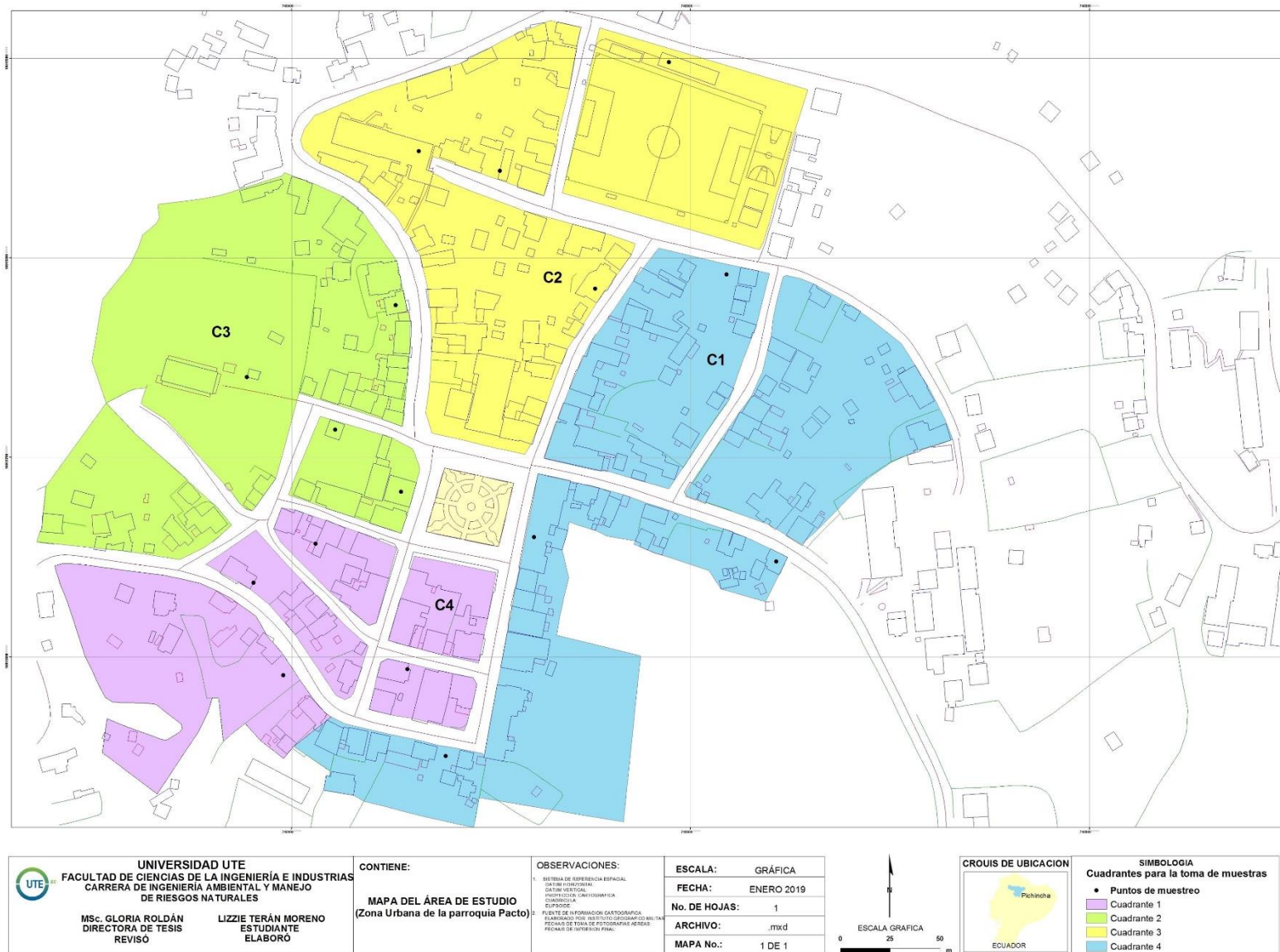


Figura 1. Mapa del área de estudio

2.2.1.1 Puntos de Muestreo

Los puntos de muestreo se realizan de acuerdo a las condiciones expuestas por APHA-AWWA-WEF (2012). Para determinarlos se realiza una división del área de estudio en 4 cuadrantes, de los cuales se seleccionó 4 estaciones de muestreo de cada uno, es decir se considera 16 puntos, los mismos que se encuentran establecidos en la siguiente Tabla 2.

Tabla 2. Puntos de muestreo de la zona urbana de la parroquia Pacto

Punto de muestreo	Longitud	Latitud	Cuadrante	Color de referencia
1	-78.7672366	0.1419657	1	Verde (Anexo 4)
2	-78.7680438	0.1419975		
3	-78.7684702	0.1413622		
4	-78.768045	0.1431751		
5	-78.7683183	0.143638	2	Amarillo (Anexo 5)
6	-78.7677888	0.1437763		
7	-78.7666802	0.1440088		
8	-78.7678794	0.1425199		
9	-78.7647998	0.1387434	3	Celeste (Anexo 6)
10	-78.7661349	0.1415232		
11	-78.7677161	0.1410941		
12	-78.7677168	0.1410928		
13	-78.7674748	0.1411888	4	Morado (Anexo 7)
14	-78.7674703	0.1406713		
15	-78.7681652	0.1411897		
16	-78.7684299	0.142416		

2.2.2 CÁLCULO DE LA MUESTRA

Para calcular el tamaño de la muestra se utiliza la ecuación estadística propuesta por Murray & Larry (2005), la misma que se presenta a continuación:

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N - 1)e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

[1]

Donde:

n = El tamaño de la muestra

N = El tamaño de la población

σ = La desviación estándar de la población que, cuando no se tiene su valor, generalmente se utiliza un valor constante de 0.5

Z = El valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, cuando no se tiene su valor, se toma la relación del 95% de confianza que equivale a 1.96 o una relación de confianza que equivale 2.58, dichos valores queda a criterio del investigador

e = El límite aceptable de error en muestra que, cuando no se tiene su valor, generalmente suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0.01) y 9% (0.09), valor que queda a criterio del encuestador.

2.2.3 ENCUESTA

La encuesta se realiza para recolectar datos concernientes a las diferentes opiniones de la población de la zona urbana de Pacto relacionadas a la calidad de agua de su comunidad, basada en un cuestionario de 6 preguntas cerradas (Ver Anexo 1).

2.2.4 ENTREVISTA

La entrevista se realiza para recolectar datos necesarios de los tres actores clave de la población, es decir miembros de la Junta Parroquial, Centro de Salud y de un habitante de la población, basada en 21 preguntas abiertas (Ver Anexo 2).

2.2.5 ANÁLISIS FODA

El análisis FODA permite determinar la situación actual del área de estudio relacionada a la calidad de agua; mediante la relación de sus factores internos como las fortalezas y debilidades y los factores externos que son las oportunidades y amenazas. El mismo que será realizado a través de las siguientes herramientas: encuestas y entrevistas.

2.3 MUESTREO

Para el muestreo se toma como herramientas técnicas a las siguientes normas:

- Norma NTE INEN 2169:2013. AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. MANEJO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS.
- Norma NTE INEN 176:1998. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. TÉCNICAS DE MUESTREO.
- EPA. Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes. (1983).
- APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (2012).

2.3.1 TIPO DE MUESTRA

Se establecieron los tipos de muestra considerando los siguientes aspectos: normativa vigente, el área de estudio, el tipo de parámetro a analizarse, la representatividad o tamaño de muestras, el tiempo y costo de la conservación y análisis de las muestras.

2.3.1.1 Muestra simple

Se utilizó una serie de muestras simples o de agarre, las mismas que fueron tomadas en cada estación de muestreo establecida, para los siguientes parámetros físicos y químicos: temperatura, potencial hidrogeno (pH) y oxígeno disuelto (OD). Debido a que estos parámetros requieren de un análisis inmediato, de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:2013. AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. MANEJO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS y a APHA-AWWA-WEF (2012). Cada parámetro mencionado fue tomado cada 15 minutos, durante 45 minutos, es decir se tomó 4 muestras de cada punto y se realizó un promedio para obtener un solo valor de cada uno.

2.3.1.2 Muestra compuesta

Se utilizó muestras compuestas para obtener información más representativa del área de estudio, éstas fueron realizadas en cada estación de muestreo establecida para los siguientes parámetros físicos, químicos, biológicos y bacteriológicos: alcalinidad, cloruros, coliformes fecales y totales, color, conductividad eléctrica, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), dureza total, fosfatos, grasas y aceites, nitrógeno de nitratos y amoniacal, SAAM (sustancias activas al azul de metileno), sólidos suspendidos y disueltos y turbidez. De acuerdo a APHA-AWWA-WEF (2012) las

muestras compuestas secuenciales se recogen mezclando volúmenes de agua iguales recogidos en intervalos de tiempo regulares, por lo que cada parámetro mencionado fue tomado cada 15 minutos, durante 45 minutos y recolectado en un mismo recipiente para su posterior análisis.

2.3.2 NÚMERO DE MUESTRAS

Se determinó un número de 16 muestras de acuerdo al parámetro a analizarse, tipo de muestra y la normativa vigente. Éstas fueron tomadas entre los meses de julio a noviembre. En la Tabla 3 siguiente se encuentra establecido el tipo de muestra e intervalos de tiempo de cada parámetro.

Tabla 3. Número e intervalos de tiempo de las muestras a analizarse

Parámetro	Tipo de muestra	Número de muestras	Intervalo de tiempo
Alcalinidad	Compuesta	16 (cada muestra se llenó cuatro veces en un mismo recipiente)	Cada 15 minutos, durante 45 minutos
Cloruros			
Color			
Coliformes fecales y totales			
Conductividad			
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)			
Demanda química de oxígeno (DQO)			
Dureza total			
Fosfatos			
Grasas y aceites			
Nitrógeno de nitratos			
Nitrógeno de amoniacal			
SAAM			
Sólidos disueltos y suspendidos			
Turbidez			
Oxígeno disuelto	Simple	16 (se tomó 4 veces cada muestras y se realizó un promedio)	Cada 15 minutos, durante 45 minutos
Potencial Hidrógeno			
Temperatura			

2.3.3 ENVASE, ETIQUETADO Y CONSERVACIÓN DE LA MUESTRA

Las muestras fueron envasadas, tomadas y conservadas de acuerdo a la normativa vigente. De la misma manera se etiquetó cada una de manera clara y detallada; con número de muestra, fecha, hora y lugar del muestreo, nombre de la persona que muestreó y tipo de análisis a realizarse. (Anexo 3)

La Tabla 4 muestra los estándares de muestreo para los parámetros físicos, químicos, biológicos y bacteriológicos analizados, adaptados de la Norma NTE INEN 2169:2013 y de APHA (2012).

Tabla 4. Estándares para el envase y conservación de los parámetros analizados

Parámetro	Tipo de recipiente	Volumen típico (ml)	Técnica de preservación	Tiempo máximo de preservación
Alcalinidad	P o V Llenar completamente para excluir el aire	500	Refrigerar entre 2°C y 5°C	24 h
Cloruros	P o V	100	El congelamiento a -20°C se usa en ciertos casos.	1 mes
Color	P o V	500	Refrigerar entre 2°C y 5°C y guardar en la obscuridad	24 h
Coliformes fecales y totales	P o V	--	4°C, 0,008% Na ₂ S ₂ O ₃	6 horas
Conductividad	P o V	500	No requerido	Análisis inmediato
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	P o V	1000	Refrigerar entre 2°C y 5°C, guardar en la obscuridad	5 días
Demanda química de oxígeno (DQO)	P	100	Congelar a -20 °C	1 mes
Dureza total	P o VB	100	No requerido	24 horas
Fosfatos	VB o V	250	Refrigerar entre 2°C y 5°C	24 horas
Grasas y aceites	V	1000	Refrigerar entre 2°C y 5°C	24 horas
Nitrógeno de nitrato	P o V	100	Se enfría hasta 1°C y 5 °C	24 - 48horas
Nitrógeno de amoniacal	P o V	100	Se enfría hasta 1°C y 5 °C	24 - 48horas

Tabla 4. Estándares para el envase y conservación de los parámetros analizados
Continuación...

Oxígeno disuelto	P o V	300 llenar el recipiente completamente	No requerido	Análisis inmediato
Potencial Hidrógeno	P o V Llenar completamente para excluir el aire	100 - 50	No requerido	Análisis inmediato
SAAM	V	500	Refrigerar entre 2°C y 5°C	48horas
Sólidos disueltos y suspendidos	P o V	500	Se enfría hasta 1°C y 5 °C	2 días
Temperatura	P o V	--	No requerido	Análisis inmediato
Turbidez	P o V	100	No requerido	--

* Plástico (P), Vidrio (V), Vidrio borosilicatado (VB)

2.3.4 LÍMITES PERMISIBLES

En la Tabla 5 se presentan los límites permisibles de la normativa nacional e internacional, de agua para consumo humano: NTE INEN 1108. 2014, TULSMA. Libro VI Anexo I. (2015) y EPA. National recommended water quality criteria. (2002). Los parámetros que no presentan valores permisibles representados en la tabla mencionada, son los que ya no son tomados en consideración en la normativa vigente para el consumo humano, debido a que el agua para este fin presenta un tratamiento previo, en el que son eliminados varios parámetros para que pueda ser considerada de consumo humano y ya no son tomados en cuenta.

Tabla 5. Límites permisibles de la normativa nacional e internacional

Parámetro	Unidad	INEN (2014)	TULSMA (2015)	EPA (2002)
Alcalinidad	---	---	---	---
Cloruros	mg/L	---	---	---
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15	75	---
Coliformes fecales	NMP/100 ml	< 1.1	1000	---
Coliformes totales	NMP/100 ml	---	---	---

Tabla 5. Límites permisibles de la normativa nacional e internacional
Continuación...

Conductividad	µs/cm	---	---	---
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	---	< 2.0	---
Demanda química de oxígeno	mgO ₂ /L	---	< 4.0	---
Dureza total	mg/L	---	---	---
Fosfatos	mg/L	---	---	---
Grasas y aceites	mg/L	---	0.3	---
Nitrógeno de nitratos	mg/L	50	50	10
Nitrógeno amoniacal	mg/L	---	---	---
Oxígeno disuelto	mg/L	---	---	5
Potencial Hidrógeno	--	---	6 - 9	5 - 9
SAAM	mg/L	---	---	---
Sólidos disueltos	mg/L	---	---	---
Sólidos suspendidos	mg/L	---	---	---
Temperatura	°C	---	---	---
Turbidez	NTU	5	100	---

2.3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS MUESTRAS

Para el cálculo de: media, desviación estándar, error e intervalos de confianza se utilizó el método estadístico IBM SPSS Statistics Base, versión 22.0.

2.4. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE GLOBAL DE CALIDAD DEL AGUA (ICA)

Para la metodología del ICA se toma como referencia los estudios de Flores (2009).

2.4.1 FÓRMULA DEL ICA

$$ICA = \frac{\sum_{i=1}^n (I_i * W_i)}{\sum W_i}$$

[2]

Donde:

li = subíndice de calidad del agua para el *i*ésimo parámetro y $0 \leq i \leq 100$

Wi = peso de importancia del *i*ésimo parámetro y $0 \leq W \leq 5$

n = número de parámetros

2.4.2 ECUACIONES DE LOS SUBÍNDICES DEL ICA

Tabla 6. Subíndices de Calidad para el cálculo del ICA

Parámetros	Fórmula	Unidades	
DBO ₅	$I_{DBO} = 120(DBO)^{-0.673}$	mg/L	
Oxígeno Disuelto	$I_{OD} = \frac{100(OD)}{14.492 - 0.334T + 0.006T^2}$	mg/L	
Coliformes Fecales	$I_{CF} = 97.5 (CF)^{-0.27}$	NMP/ml	
Coliformes Totales	$I_{CT} = 97.5 (CT)^{-0.27}$	NMP/100ml	
Potencial de Hidrógeno	pH < 6.7	$I_{pH} = 10^{0.2335(pH)(0.44)}$	pH
	6.7 < pH < 7.3	$I_{pH} = 100$	
	pH > 7.3	$I_{pH} = 10^{4.22 - 0.295(pH)}$	
Dureza Total	$I_{DT} = 10^{1.974 - 0.00174(DT)}$	mg/L	
Sólidos Disueltos Totales	$I_{SDT} = 109.1 - 0.0175(SDT)$	mg/L	
Sólidos Suspendedos Totales	$I_{SST} = 265.5(SST)^{-0.37}$	mg/L	
Cloruros	$I_{Cl} = 121(\text{cloruros})^{-0.223}$	mg/L	
Conductividad Eléctrica	$I_{CE} = 540(CE)^{-0.379}$	µs/cm	
Alcalinidad	$I_{AL} = 105(AL)^{-0.186}$	mg/L	
Grasas y Aceites	$I_{GYA} = 87.25(GYA)^{-0.298}$	mg/L	
Nitrógeno de nitratos	$I_{NO_3} = 162.2(NO_3)^{-0.0343}$	mg/L	
Nitrógeno amoniacal	$I_{NH_3} = 45.8(NH_3)^{-0.343}$	mg/L	
Fosfatos totales	$I_{PO_4} = 34.215(PO_4)^{-0.46}$	mg/L	
SAAM	$I_{SAAM} = 100 - 16.678(SAAM) + 0.1578(SAAM)^2$	mg/L	
Color	$I_C = 123(\text{color})^{-0.295}$	U. Pt-Co	
Turbidez	$I_{TURB} = 180(TUURB)^{-0.178}$	NTU	

Adaptado de Flores (2009)

2.4.3 PONDERACIÓN DE LOS SUBÍNDICES DEL ICA

El ICA presenta los valores de ponderación para cada parámetro en una escala de 0 a 5, de acuerdo a la importancia de cada uno, representados en la Tabla 7.

Tabla 7. Ponderación de los Subíndices del ICA

Parámetros	Valor (<i>W_i</i>)
Demanda Bioquímica de Oxígeno	5.0
Oxígeno Disuelto	5.0
Coliformes Fecales	4.0
Coliformes Totales	3.0
Potencial de Hidrógeno	1.0
Dureza Total	1.0
Sólidos Disueltos	0.5
Sólidos Suspendidos	2.0
Cloruros	0.5
Conductividad Eléctrica	2.0
Alcalinidad	1.0
Grasas y Aceites	2.0
Nitrógeno de nitratos	2.0
Nitrógeno amoniacal	2.0
Fosfatos totales	3.0
SAAM	2.0
Color	1.0
Turbidez	0.5

Adaptado de Flores (2009)

2.5 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE SIMPLIFICADO DE CALIDAD DE AGUA ISQA

Para la metodología del ISQA se toma como referencia los estudios de Ajcabul, (2015).

2.5.1 FÓRMULA DEL ISQA

$$ISQA = T (A + B + C + D)$$

[3]

Donde:

T = Temperatura (t), expresada en °C

A = Demanda química de oxígeno (DQO), expresada en mg/L

B = Sólidos suspendidos totales (SST), expresado en mg/L

C = Oxígeno disuelto (OD), expresado en mg/L

D = Conductividad (Cond), expresada en $\mu\text{s}/\text{cm}$ a 18°C

2.5.2 ECUACIONES DEL ISQA

Tabla 8. Valores de los parámetros del ISQA

Parámetro	Valor	Ecuación
Temperatura	De 0,8 a 1	$T = 1$ si $t \leq 20$ °C
		$T = 1 - (t - 20) \cdot 0,0125$ si $t > 20$ °C
Demanda química de oxígeno	De 0 a 30	$A = 30 - DQO$ si $DQO \leq 10$ mg/L
		$A = 21 - (0,35 \cdot DQO)$ si 60 mg/L $\geq DQO > 10$ mg/L
		$A = 0$ si $DQO > 60$ mg/L
Sólidos suspendidos totales	De 0 a 25	$B = 25 - (0,15 \cdot SST)$ si $SST \leq 100$ mg/L
		$B = 17 - (0,07 \cdot SST)$ si 250 mg/L $\geq SST > 100$ mg/L
		$B = 0$ si $SST > 250$ mg/L
Oxígeno disuelto	De 0 a 25	$C = 2,5 \cdot OD$ si $OD < 10$ mg/L
		$C = 25$ si $OD \geq 10$ mg/L
Conductividad	De 0 a 20	$(3,6 - \log \text{Cond}) \cdot 15,4$ si $\text{Cond} \leq 4000$ $\mu\text{s/cm}$
		0 si $\text{Cond} > 4000$ $\mu\text{s/cm}$

Adaptado de (Reyes, 2017)

2.6 CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL ICA - ISQA

Tabla 9. Clasificación de la Calidad de Agua del ICA – ISQA

Valor del ICA – ISQA	Categoría	Uso de agua
90-100	Todos los usos	Estado natural del agua de excelente calidad. Purificación menor para consumo y no requiere tratamiento para riego
70-90	Consumo humano con tratamientos convencionales	Agua levemente contaminada, pero de buena calidad. Dudoso para consumo sin purificación y utilizable para cultivos poco resistentes
50-70	Consumo humano con tratamiento especial, Riego, Industrial	Agua de calidad regular. Apta para tratamiento de potabilización. Tratamiento para ciertos cultivos.
25-50	Recreación y Refrigeración	Mala Calidad. Agua altamente contaminada. Dudosa para tratamiento con fines de consumo y solo para cultivos muy resistentes
0-25	No puede usarse	Muy mala calidad. Ha sobrepasado la capacidad de autodepuración del agua. Inaceptable para consumo y riego.

Adaptado de (Torres, Cruz y Patiño, 2009; Reyes, 2017)

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 DIAGNÓSTICO

3.1.1 CÁLCULO DE LA MUESTRA

De acuerdo al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia de Pacto (2015) y a Pérez (2017) la Parroquia Pacto cuenta con 4,798 habitantes, de los cuales el 50% de la población se encuentra en la zona urbana y recintos cercanos a Pacto Centro, es decir 2,399 habitantes, éste es el valor que se tomó como tamaño de la población (N), en la siguiente ecuación 3 se encuentra establecida el tamaño de la muestra:

$$n = \frac{2399 * (0.5)^2 * (1.96)^2}{(2399 - 1) * (0.09)^2 + (0.5)^2 * (1.96)^2}$$

$$n \approx 113$$

[4]

Datos:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población 2399 habitantes

σ = Valor constante de 0.5

Z = Nivele de confianza del 95% equivale a 1.96

e = El límite de error 9% (0.09)

3.1.2 ENCUESTA

De acuerdo a la encuesta diseñada, a continuación se presentó los resultados, por cada pregunta realizada.

1. ¿Está usted conforme con la calidad del agua de su zona?

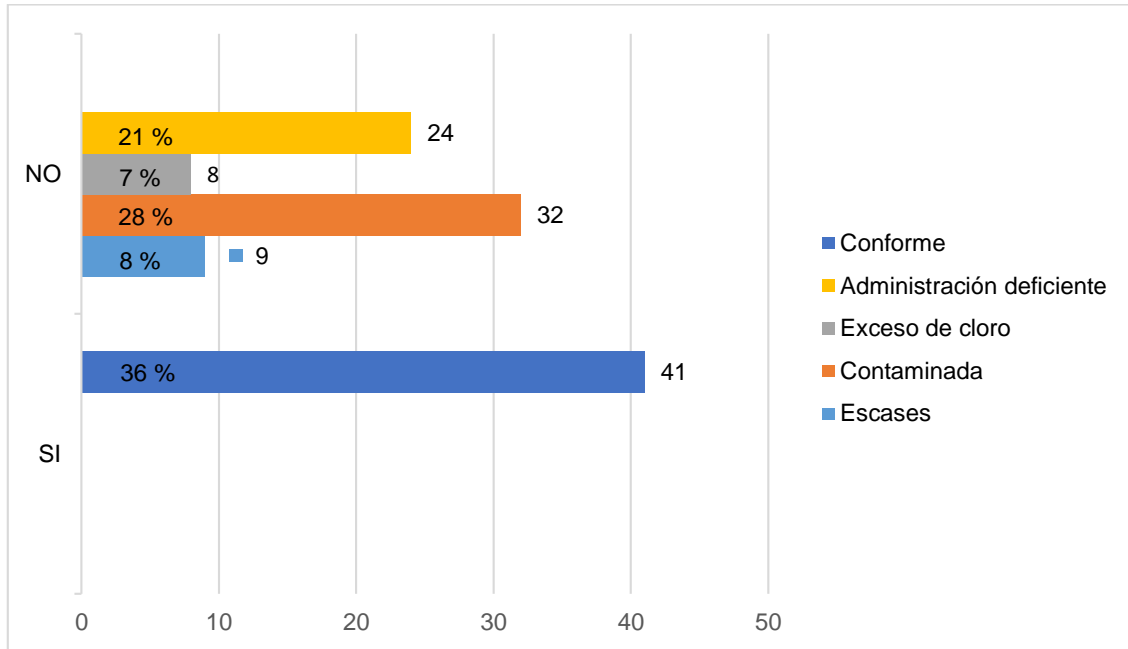


Figura 2. Conformidad con la calidad del agua

La Figura 2 indicó que el 64% de los encuestados se encuentra inconforme con la calidad del agua en su zona; gran parte señaló que es debido a la deficiente administración y a que ésta se encuentra contaminada.

2. ¿Cree usted que el agua que llega a su hogar es totalmente limpia?

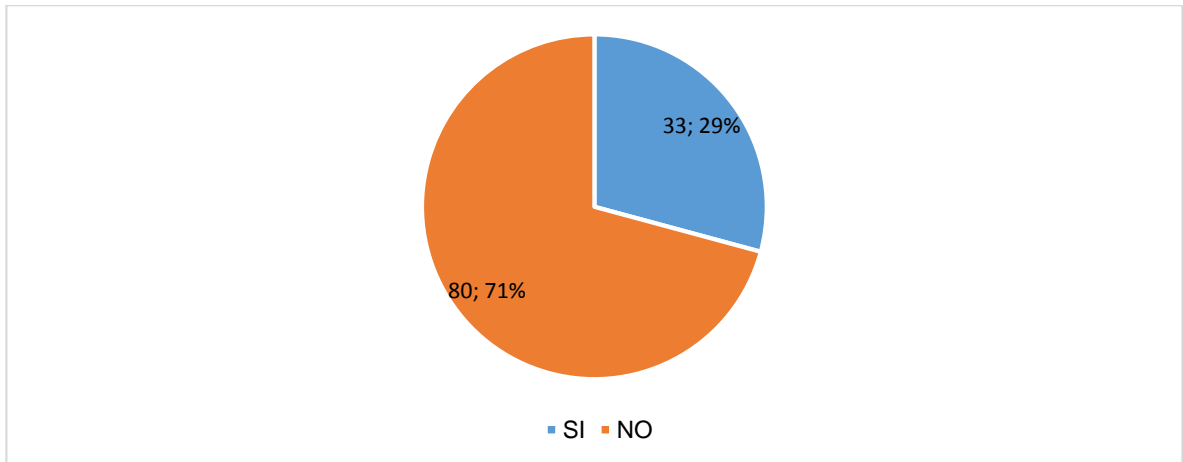


Figura 3. ¿El agua que llega a su hogar es totalmente limpia?

La Figura 3 demostró que el 71% de los encuestados afirman que el agua que llega a sus hogares no se encuentra totalmente limpia, lo que indicó que los encuestados desconfían del agua que consumen.

3. El agua que usted bebe es:

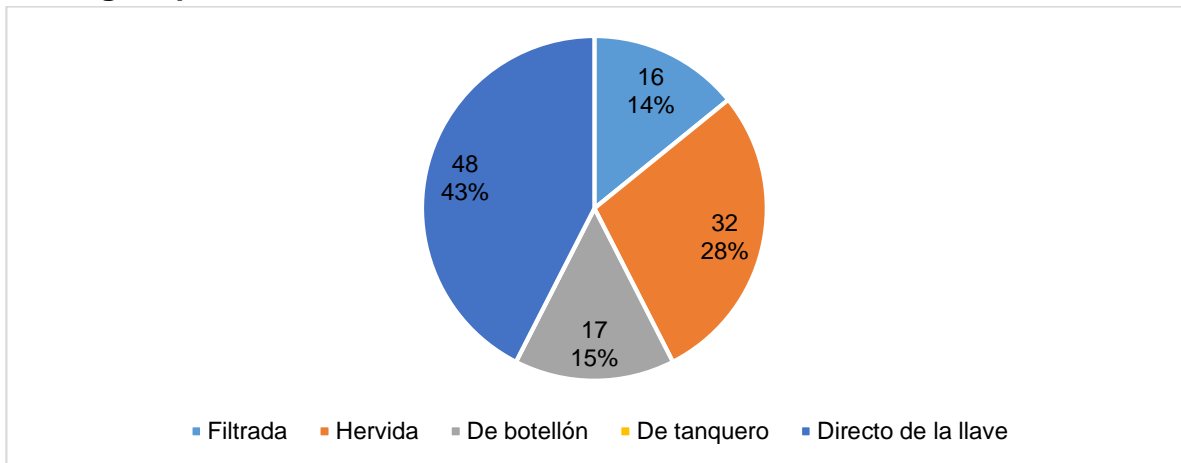


Figura 4. Proveniencia del agua que se bebe

La Figura 4 indicó que el 43% de los encuestados toman agua directamente de la llave, lo que implica una amenaza para los mismos, mientras que el 57% restante realiza algún tipo de medida para poder beberla como hacerla hervir, la filtra o compra agua embotellada.

4. ¿Cree usted que las fuentes de agua que proveen a su sector (ríos, vertientes, ojos de agua) se encuentran contaminadas?

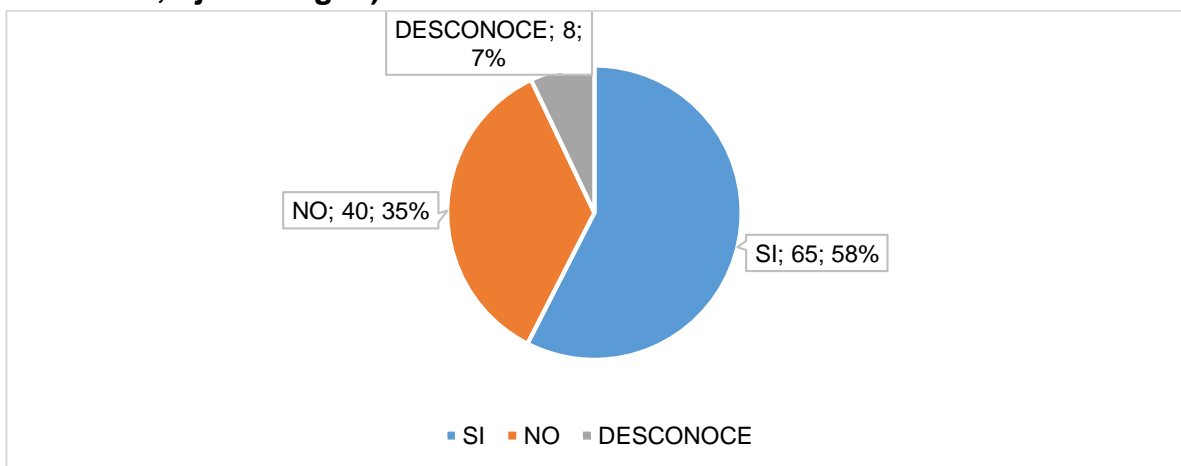


Figura 5. ¿Las fuentes de agua que proveen a su sector se encuentran contaminadas?

La Figura 5 señaló que la mayor parte de los encuestados, el 58% indicaron que las fuentes de agua que proveen a su sector se encuentran contaminada, el 35% afirmó que ésta se encuentra limpia y el 7% desconoce la situación.

5. ¿Arroja usted basura, desechos, sustancias químicas, entre otros contaminantes a los cuerpos de agua?

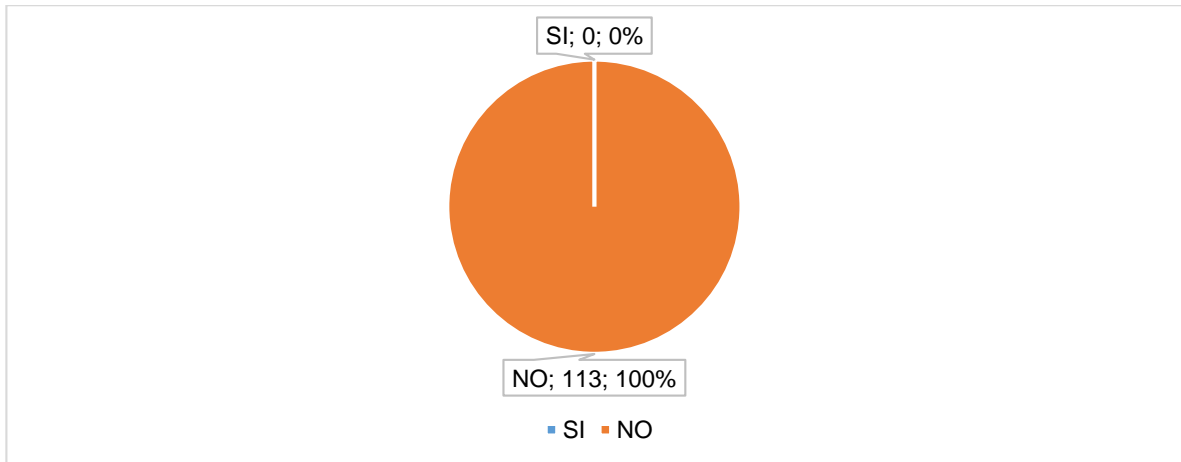


Figura 6. Contaminación a los cuerpos de agua

La Figura 6 indicó que el 100% de los encuestados, afirman que no arrojan desechos en el agua, a pesar de ello la mayoría señaló que han visto o sabido que otras personas si lo hacen.

6. ¿Conoce si hay alguna iniciativa para mejorar la calidad de agua?

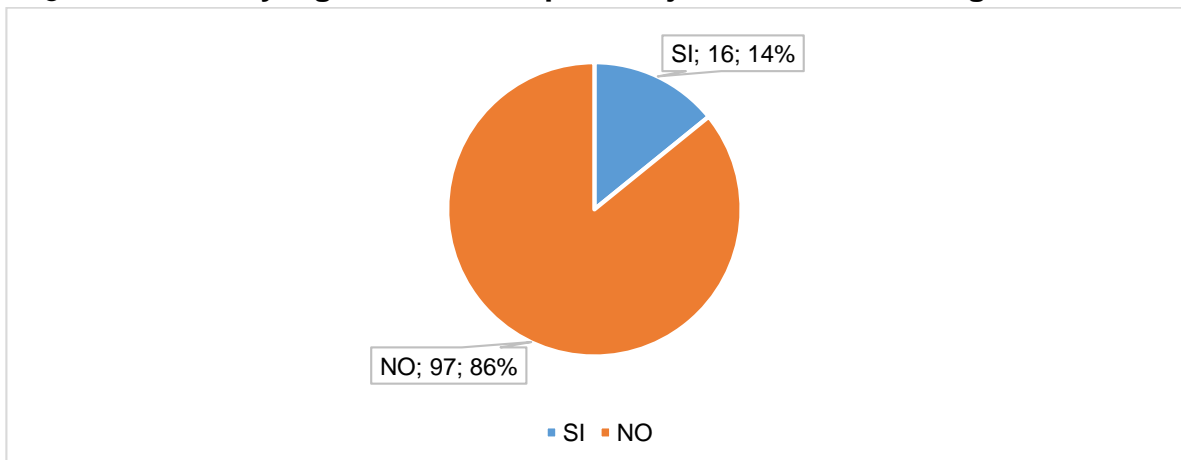


Figura 7. Iniciativa para mejorar la calidad de agua

La Figura 7 señaló que el 14% de los encuestados mencionaron que han escuchado de alguna iniciativa para mejorar la calidad de agua, a pesar de ello desconocen específicamente el nombre del proyecto o iniciativa y mucho menos conocen que se está realizando para mejorar la calidad de agua.

3.1.3 ENTREVISTA

La información obtenida de las entrevistas se encuentra representada en el análisis FODA.

3.1.4 ANÁLISIS FODA

De la aplicación de las herramientas mencionadas anteriormente se obtuvo el siguiente resultado:



Figura 8. Análisis FODA parroquia Pacto

3.2 MUESTREO

3.2.1 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS, BIOLÓGICOS Y BACTERIOLÓGICOS PARA EL CÁLCULO DEL ICA E ISQA

Los promedios de las muestras de los parámetros analizados en la zona urbana de la parroquia de Pacto se encuentran establecidos a continuación, con sus respectivos resultados para la obtención del ICA y el ISQA. Éstos fueron realizados en el Laboratorio OSP, Oferta de Servicios y Productos de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador, certificado y en el Laboratorio Unificado de Química y Microbiología de la Facultad de Ciencias de Ingeniería e Industrias de la Universidad UTE. Los mismos que fueron comparados con las siguientes normativas: NTE INEN 1108. 2014, TULSMA. Libro VI Anexo I. (2015) y EPA. National recommended water quality criteria. (2002).

3.2.1.1 Parámetros Físicos

Tabla 10. Resultados de análisis Físicos

Parámetro	Unidad	Resultado
Color	U Pt-Cob	< 8.0
Conductividad	µs/cm	97.5
Temperatura	°C	26.9
Turbidez	NTU	1.0

De acuerdo a la normativa nacional e internacional los resultados de color y turbidez se encuentran dentro de los límites permisibles.

3.2.1.2 Parámetros Químicos

Tabla 11. Resultados de análisis Químicos

Parámetro	Unidad	Resultado
Alcalinidad	mgCaCO ₃ /L	67.0
Cloruros	mg/L	< 5.0
Dureza total	mgCaCO ₃ /L	62.0

Tabla 11. Resultados de análisis Químicos
Continuación...

Fosfatos	mg/L	1.2
Grasas y aceites	mg/L	< 0.8
Nitrógeno de nitratos	mg/L	0.9
Nitrógeno amoniacal	mg/L	< 0.17
Oxígeno disuelto	mg/L	6.7
Potencial Hidrógeno	--	7.0
SAAM	mg/L	< 0.014
Sólidos disueltos	mg/L	102.0
Sólidos suspendidos	mg/L	< 8.0

De acuerdo a la normativa nacional e internacional los resultados nitrógeno de nitratos, oxígeno disuelto y potencial hidrogeno, están dentro de los límites permisibles; mientras los de grasas y aceites no.

3.2.1.3 Parámetros Biológicos

Tabla 12. Resultados de análisis Biológicos

Parámetro	Unidad	Resultado
DBO ₅	mgO ₂ /L	< 5.0
DQO	mgO ₂ /L	< 8.0

De acuerdo a la normativa nacional e internacional los resultados de DBO₅ y DQO no cumplen con los límites permisibles.

3.2.1.4 Parámetros Bacteriológicos

Tabla 13. Resultados de análisis Bacteriológicos

Parámetro	Unidad	Resultado
Coliformes fecales	NMP/100 ml	< 1.1
Coliformes totales	NMP/100 ml	< 1.8

De acuerdo a la normativa nacional e internacional los resultados de coliformes fecales se encuentran dentro de los límites permisibles.

Los promedios de los resultados obtenidos de los análisis realizados de cada parámetro, se encuentran representados en la siguiente Figura 9:

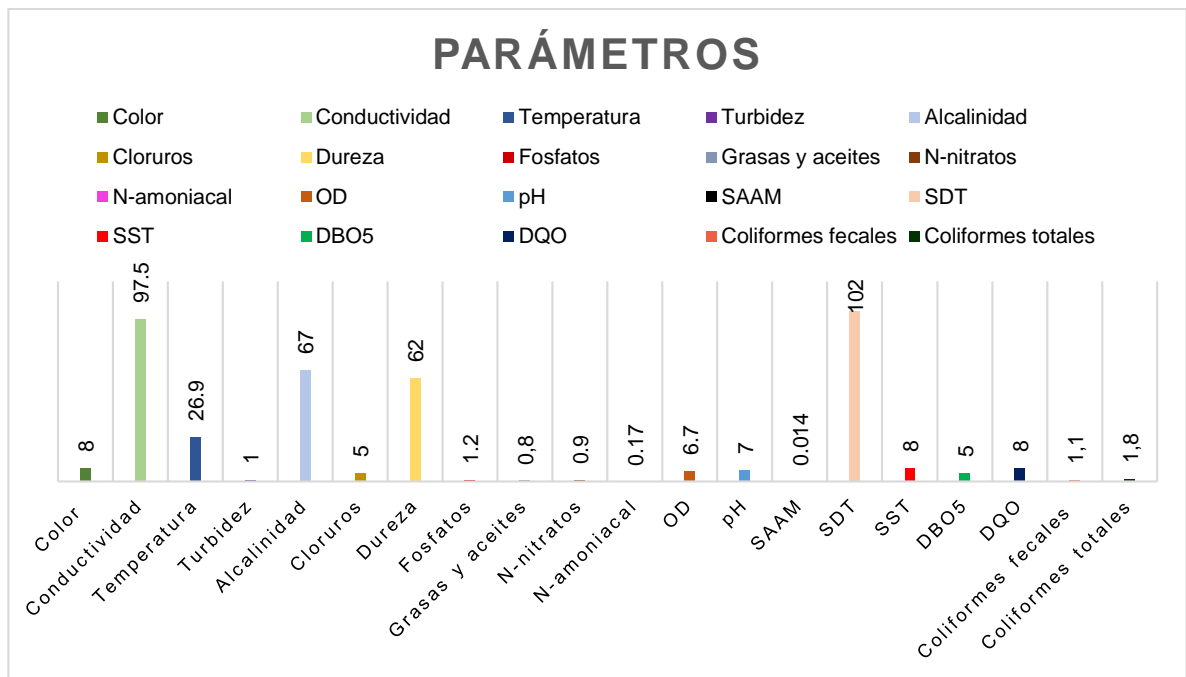


Figura 9. Resultados de los análisis realizados

3.2.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS MUESTRAS

Los valores de la media, desviación estándar, error e intervalos de confianza de los parámetros de las muestras analizadas se encuentran determinados mediante el software IBM SPSS Statistics Base, a continuación se muestra los resultados:

Tabla 14. Estadísticas de muestra única

	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
ICA	16	81.42	0.72	0.18
ISQA	16	79.89	5.44	1.36

La desviación estándar representa la dispersión de los datos con respecto a la media, en este caso el ICA presentó una desviación de 0.72, con un valor de error del 0,18, es decir valores dentro de lo esperado; mientras que el ISQA

presentó una desviación mayor de los datos de 5.44 y un error de 1.36, valores que se encuentran fuera de lo esperado, es decir, existe una gran dispersión de los datos con respecto a la media, en este caso, debido a la variación del parámetro de temperatura, contemplado en el índice mencionado.

La Tabla 15 presenta los intervalos de confianza inferiores y superiores con respecto al ICA y al ISQA.

Tabla 15. Prueba de muestra única

	Valor de prueba = 0					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
ICA	451.70	15	0.000	81.42	80.93	81.69
ISQA	58.72	15	0.000	79.89	76.99	82.79

* t = t-Student, * gl = grados de libertad de la distribución t-Student

El intervalo inferior de confianza de 95% del ICA fue de 80.93 y el superior de 81.69, lo que indicó que dentro de éstos se encuentran los valores de las demás muestras; mientras que el ISQA presentó un nivel de confianza inferior de 76.99 y el superior de 82.79, indicando que existe una mayor dispersión de los datos que se encuentran contenidos entre ambos.

3.3 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE GLOBAL DE CALIDAD DEL AGUA (ICA)

3.3.1 ECUACIONES DE LOS SUBÍNDICES DEL ICA

Tabla 16. Cálculos de las ecuaciones de los subíndices del ICA

Parámetros	Valor de los análisis	Valor de las ecuaciones (li)	Valor (Wi)
DBO ₅ (mg/L)	5	40.6	5.0
Oxígeno Disuelto (mg/L)	6.7	68.3	5.0
Coliformes Fecales (NMP/100ml)	1.1	95.0	4.0

Tabla 16. Cálculos de las ecuaciones de los subíndices del ICA
Continuación...

Coliformes Totales (NMP/100ml)	1.8	83.2	3.0
Potencial de Hidrógeno	7.0	94.0	1.0
Dureza Total (mg/L)	62.0	73.5	1.0
Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	102.0	107.3	0.5
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	8.0	123.0	2.0
Cloruros (mg/L)	5.0	84.5	0.5
Conductividad Eléctrica (µs/cm)	97.5	95.3	2.0
Alcalinidad (mg/L)	67.0	48.0	1.0
Grasas y Aceites (mg/L)	0.8	93.2	2.0
Nitrógeno de nitratos (mg/L)	0.9	162.6	2.0
Nitrógeno amoniacal (mg/L)	0.17	79.5	2.0
Fosfatos totales (mg/L)	1.2	32.3	3.0
SAAM (mg/L)	0.014	99.8	2.0
Color (U.Pt-Co)	8.0	66.6	1.0
Turbidez (NTU)	1.0	194.8	0.5
			$\sum W_i = 37.5$

3.3.2 CÁLCULO DEL ICA

$$ICA = \frac{3053.20}{37.5}$$

[5]

$$ICA = 81.42$$

El ICA obtenido de los resultados fue de 81.42 indicando una calidad de agua apta para consumo humano con tratamientos convencionales, una calidad mayor a la de otros estudios realizados como en el de Ecuador –El Oro, realizado por Reyes (2017) arrojó un valor de 65.2 y en Salinas – Ecuador realizado por Roca (2015) se encontró un ICA entre 50 y 63 señalando una calidad de agua media, que puede ser apta para consumo humano con tratamiento especial o puede ser utilizada en riego y para uso industrial.

3.4 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE SIMPLIFICADO DE CALIDAD DE AGUA ISQA

3.4.1 ECUACIONES DEL ISQA

Se determinó el ISQA de acuerdo a los valores obtenidos del resultado de los análisis realizados y la aplicación de las ecuaciones correspondientes en el 2.5.2 para la aplicación del índice. Los mismos que se encuentran en la siguiente Tabla 17.

Tabla 17. Cálculos de las ecuaciones del ISQA

Parámetros	Valor de los análisis	Valor de las ecuaciones
Temperatura (°C)	26.9	T = 0.9
DQO (mg/L)	8.0	A = 22.0
SST (mg/L)	8.0	B = 23.8
OD (mg/L)	6.7	C = 16.8
Cond. (µs/cm)	97.5	D = 24.8

3.4.2 CÁLCULO DEL ISQA

$$ISQA = 0.9 (22.0 + 23.8 + 16.8 + 24.8)$$

$$ISQA = 79.89$$

[6]

El valor del ISQA obtenido en el área de estudio fue de 79.89 presentando una calidad que es apta para consumo humano pero con tratamientos convencionales; mientras que en otros estudios como el de Reyes (2017) en Ecuador en la provincia de El Oro fue un valor bajo de 29.8, indicando una mala calidad de agua, que se encuentra altamente contaminada, que no puede ser usada para consumo humano.

3.5 CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL ICA E ISQA

De acuerdo a los valores obtenidos en el ICA y el ISQA, se evaluó la calidad de agua del área de muestreo, que se encuentran representados en la siguiente Tabla 18.

Tabla 18. Clasificación de la calidad de agua del ICA – ISQA de la zona urbana de la parroquia Pacto

Calidad del Agua	Valor de clasificación	Categoría	Uso del agua
ICA	81.42	Consumo humano con tratamientos convencionales	Agua levemente contaminada, pero de buena calidad. Dudoso para consumo sin purificación y utilizable para cultivos poco resistentes.
ISQA	79.89		

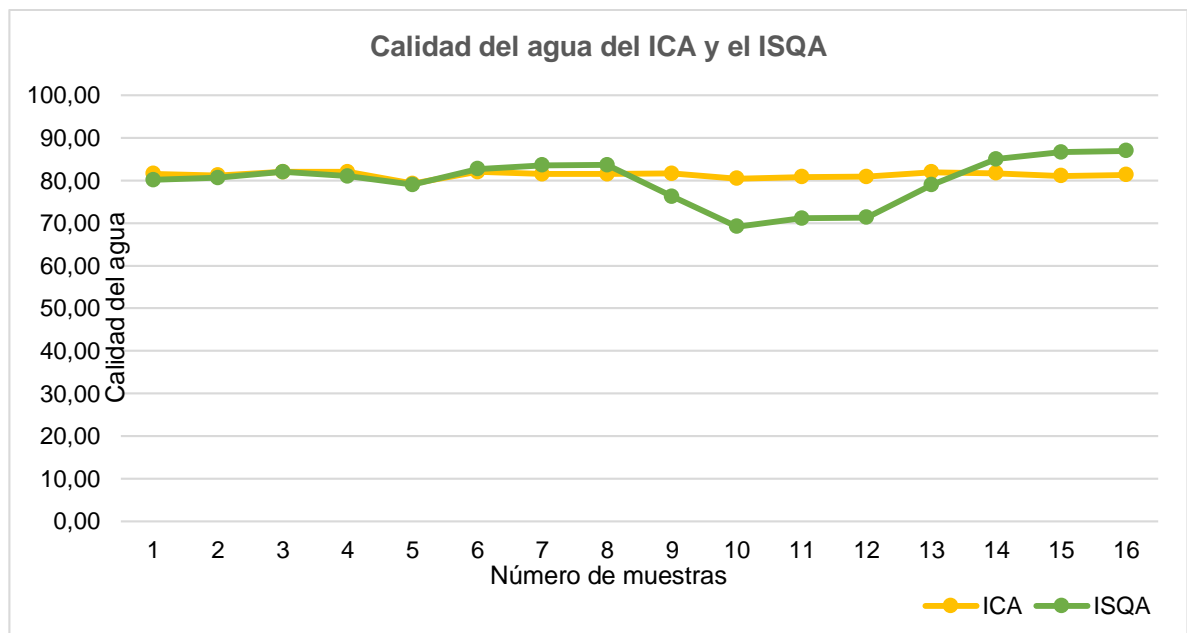


Figura 10. Calidad el agua en la parroquia Pacto de acuerdo al ICA y el ISQA

Los resultados del ICA y del ISQA se encuentran dentro del mismo rango de calidad de agua, con valores de 81.42 y 79.89 respectivamente, indicando la concordancia entre ambos índices realizados y la efectividad de los métodos. Amas de señalar que el agua de la zona urbana de Pacto puede ser utilizada para consumo humano, siempre y cuando ésta se someta tratamientos convencionales antes de su utilización.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Los resultados de los 20 parámetros examinados comparados con las normas NTE INEN 1108. 2014, TULSMA. Libro VI Anexo I. (2015) y EPA. National recommended water quality criteria. (2002), señalaron que 6 se encuentra dentro de los límites permisibles (color, turbidez, nitrógeno de nitratos, oxígeno disuelto, potencial hidrogeno y coliformes fecales); mientras que 3 se encuentran fuera límites permisibles (grasas y aceites, DBO₅ y DQO), los demás 11 parámetros no son considerados en la normativa vigente para consumo humano.

El Índice de Calidad del Agua (ICA) y el Índice Simplificado de Calidad ISQA, en la zona urbana de la parroquia Pacto, presentan una calidad de agua levemente contaminada, con un valor de ISQA de 79,89 y el ICA de 81.42, valores que se encuentran en el segundo rango en la escala de la clasificación de la calidad del agua entre el 70-90, indicando que el agua puede ser apta para el consumo humano, una vez que ésta sea sometida a tratamientos convencionales como filtración con carbón activado.

El índice de calidad de agua es una herramienta importante que permite conocer el estado actual del agua en un lugar específico y poder tomar decisiones de acuerdo a los resultados obtenidos, en el caso de Pacto se pueden tomar acciones para mejorar la calidad del agua de la población mediante la implementación de filtros o tratamientos previos del agua para que ésta sea apta para el consumo humano.

4.2 RECOMENDACIONES

En la zona urbana de la parroquia Pacto, se debe hacer un tratamiento convencional antes de que la población consuma directamente el agua, se debe aplicar procesos como decantación, coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección. Siendo los dos últimos tratamientos los más recomendables para la población debido a los recursos humanos, tecnológicos y económicos.

Es necesario que mediante los datos obtenidos, se tome en consideración tratamientos previos a la distribución de agua en Pacto centro, principalmente con respecto a los parámetros que no son considerados en las normas NTE INEN 1108. 2014 y TULSMA. Libro VI Anexo I. (2015) para uso de agua potable o consumo humano, debido a que hay parámetros relevantes como coliformes totales que deberían ser analizados para estos fines.

Se recomienda que las autoridades locales, el GAD de Pacto, la EPMAPS y el Centro de Salud, realicen campañas de capacitación con el fin de informar a los habitantes de la comunidad sobre la importancia de desinfectar o filtrar el agua antes de ser consumida.

5. BIBLIOGRAFÍA

5. BIBLIOGRAFÍA

Ajcabul, J. (2015). Análisis comparativo entre el índice simplificado de calidad del agua (ISQA) y el índice de calidad del agua (ICA), Aplicados al monitoreo de aguas superficiales en el río La Quebrada, El Frutal, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

American Public Health Association, American Water Works Association, & Water Environment Federation. (2012). Standard methods for the examination of water and wastewater. (E. Rice, R. Baird, A. Eaton, & L. Clesceri, Eds.) (22nd ed.). Washington: American Public Health Association.

Debels, P., Figueroa, R., Urrutia, R., Barra, R., Niell, X. (2005). "Evation of water quality in the Chillán river (Central Chile) using physicochemical parameters and a modified water quality index". Revista Environmental Monitoring and Assesment Volumen 110; No. 1-3. Chile.

EPA. 1986. Quality criteria for water. Office of Water Regulations and Standards, U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC, EEUU. EPA 440/5-86-001.

EPA. 2002. National recommended water quality criteria. Office of Water & Office of Science and Technology, U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC, EEUU

EPA. 1983. Methods for chemical analysis of water and wastes. United States Environmental Protection Agency. Cincinnati.

Flores, P. (2009). Propuesta del índice de calidad del agua residual para el Distrito Federal, Utilizando Un Modelo Aritmético Ponderado, Instituto Politécnico Nacional, México.

GESTNOVA Cía. Ltda. (2015). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la Parroquia de Pacto. Obtenido de http://app.sni.gob.ec/snmlink/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1768_128260001_GESTNOVA_PDyOT_PACTOFINAL_30-10-2015_20-2752.pdf

Bureau S.L. (2017) Calidad de aguas: Usos y aprovechamiento. 1ra Edición. P.I. Alameda. Málaga, España.

Murray, S. & Larry, S. (2005). Estadística. 4ta Edición. Mc Graw-Hill. México D.F

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:2013. Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108. 2014. Agua potable. Requisitos

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 176:1998. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo.

Pérez, S. (2017). Lineamientos estratégicos para el impulso turístico en Pacto Centro, Pichincha 2017, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

Reyes, P. (2017). Evaluación de la calidad del agua en el humedal La Tembladera Utilizando Índices De Contaminación, Universidad Internacional SEK, Quito, Ecuador.

Rivera, J. (2008). Determinación de los índices de calidad y coeficientes cinéticos de auto depuración del agua, en la parte alta de la cuenca del río Naranjo, ubicada en los departamentos de San Marcos y Quetzaltenango, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Roca, F. (2015). Análisis de la calidad de agua aplicando metodología ICA y macroinvertebrados acuáticos en canal de descarga de los laboratorios productores en las categorías semi cultivo y cultivo integral de nauplios y post larvas de camarón en Mar Bravo – Salinas, Universidad Estatal Península De Santa Elena, La Libertad, Ecuador.

Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente. (TULSMA). Libro VI Anexo I. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua. Acuerdo No. 061, Quito, Ecuador, 04 de mayo de 2015.

Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente. (TULSMA). Libro VI, Título I. TULSMA. Del sistema único de manejo ambiental (Suma). Acuerdo. No. 068, Quito, Ecuador, 31 de julio del 2013.

Torres, P; Cruz, C.H. y Patiño, P.J. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo

humano. Una revisión crítica. Revista Ingenierías Universidad de Medellín,8(15),79-94.

Unidad del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del DMQ. (2014). Diagnóstico del territorio del DMQ. Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.

6. ANEXOS

6. ANEXOS

ANEXO 1. FORMATO DE ENCUESTA

UNIVERSIDAD UTE
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E INDUSTRIAS



CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES

ENCUESTA A LA COMUNIDAD DE PACTO

1. ¿Está usted conforme con la calidad del agua de su zona?

SI () NO ()

,

2. ¿Cree usted que el agua que llega a su hogar es totalmente limpia?

SI () NO () Desconoce ()

3. El agua que usted bebe es:

FILTRADA ()

HERVIDA ()

DE GARRAFÓN ()

DE TANQUERO ()

DIRECTO DE LA LLAVE (SIN FILTRAR NI HERVIR) ()

4. ¿Cree usted que el agua que provee a su sector (ríos, vertientes, ojos de agua) se encuentra contaminada?

SI () NO ()

5. ¿Arroja usted basura, desechos, sustancias químicas, entre otros contaminantes a los cuerpos de agua?

SI () NO ()

6. ¿Conoce si hay alguna iniciativa para mejorar la calidad de agua?

SI () NO ()

ANEXO 2. FORMATO DE ENTREVISTA

UNIVERSIDAD UTE
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E INDUSTRIAS



CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES

ENTREVISTA A LOS ACTORES CLAVE DE LA COMUNIDAD DE PACTO

1. ¿Está usted conforme con la calidad del agua de su zona?
2. ¿Quién está encargado de la distribución del agua: la Junta de Agua o el EMAPS?
3. ¿Cuál es la función de la Junta de Agua?
4. ¿Cómo se encuentra estructurada u organizada la Junta de agua (presidente, secretario, etc.)?
5. ¿Quién está encargado de la distribución del agua? ¿Quién tiene las llaves del tanque de agua?
6. ¿De qué río o ríos se toma el agua para abastecer a la Parroquia de Pacto?
7. ¿Cuánto es el consumo mensual de agua por sectores, viviendas o personas?
8. ¿Cómo se realiza la distribución del agua para la Parroquia, a que sectores va?
9. ¿La distribución de agua es continua o periódica?
10. Si es periódica. ¿Cuál es el tiempo de abastecimiento y de corte del agua por sectores?
11. ¿Qué medida se realiza en época de sequía para abastecer de agua a los habitantes?
12. De acuerdo a los datos del Censo de 2010, Pacto suma una población total de 4.798 habitantes. ¿Conoce usted como han variado estos datos?
13. ¿Cuántos habitantes tiene acceso al servicio del abastecimiento de agua y cuantos no?
14. ¿Se realiza un tratamiento previo, como la desinfección antes de la distribución de agua a los diferentes sectores?
15. ¿Se tiene alguna información de los parámetros físicos o químicos del agua?
16. ¿Qué enfermedades presentan los habitantes de Pacto, están relacionadas con la calidad del agua?
17. ¿Con qué frecuencia las personas presentan éstas enfermedades?
18. ¿Qué minería está trabajando en Pacto y en qué sitio especialmente se encuentra?
19. ¿Quién realiza la actividad minera en Pacto?
20. ¿Cómo se maneja los desechos de la minería?
21. ¿A dónde son enviadas las aguas residuales después del proceso de la minería?

ANEXO 3. ETIQUETACIÓN Y TOMA DE LAS MUESTRAS SEGÚN LA NORMATIVA



ANEXO 4. CUADRANTE 1: ESTACIONES DE MUESTREO 1, 2, 3 Y 4



ANEXO 5. CUADRANTE 2: ESTACIONES DE MUESTREO 5, 6, 7 Y 8



ANEXO 6. CUADRANTE 3: ESTACIONES DE MUESTREO 9, 10, 11 Y 12



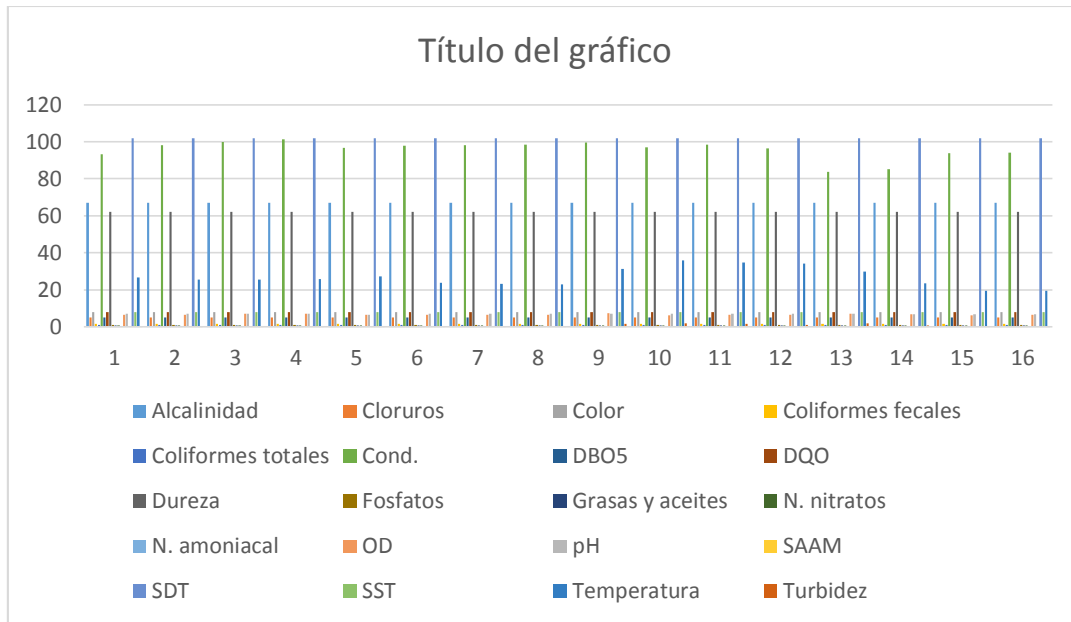
ANEXO 7. CUADRANTE 4: ESTACIONES DE MUESTREO 13, 14, 15 Y 16



ANEXO 8. ANÁLISIS REALIZADOS EN CAMPO



ANEXO 9. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS



ANEXO 10. ANÁLISIS PARÁMETROS FÍSICOS

Parámetro	Color	Conductividad	Temperatura	Turbidez
Unidad	U Pt-Cob	µs/cm	oC	NTU
M1	< 8.0	121.0	26.8	0.4
M2	< 8.0	98.2	25.5	0.5
M3	< 8.0	99.8	25.5	0.5
M4	< 8.0	101.4	25.8	4.0
M5	< 8.0	96.7	27.3	0.2
M6	< 8.0	97.9	23.7	0.2
M7	< 8.0	98.2	23.2	0.4
M8	< 8.0	98.3	23.1	0.4
M9	< 8.0	99.5	31.4	1.8
M10	< 8.0	97.1	35.9	1.9
M11	< 8.0	98.4	34.8	1.8
M12	< 8.0	96.5	34.3	1.2
M13	< 8.0	83.7	29.9	1.9
M14	< 8.0	85.1	23.5	0.8
M15	< 8.0	93.7	19.6	0.5
M16	< 8.0	94.0	19.8	0.4
Promedio	< 8.0	97.5	26.9	1.0

ANEXO 11. ANÁLISIS PARÁMETROS QUÍMICOS

Parámetro	Alcalinidad	Cloruros	Dureza	Fosfatos	Grasas y aceites	N-nitratos	N-amoniacal	OD	pH	SAAM	SDT	SST
Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	---	mg/L	mg/L	mg/L
M1	68.2	< 5.0	61.0	2	< 0.8	1.0	< 0.17	7.2	6.7	< 0.014	102.9	< 0.8
M2	66.0	< 5.0	61.5	0.9	< 0.8	0.9	< 0.17	6.5	7.0	< 0.014	97.7	< 0.8
M3	65.5	< 5.0	61.1	1.2	< 0.8	0.9	< 0.17	7.1	7.1	< 0.014	100.9	< 0.8
M4	66.0	< 5.0	62.4	0.8	< 0.8	0.8	< 0.17	7.1	7.1	< 0.014	100.3	< 0.8
M5	68.2	< 5.0	62.0	0.9	< 0.8	0.9	< 0.17	6.5	6.6	< 0.014	99.7	< 0.8
M6	67.1	< 5.0	62.4	1.7	< 0.8	1.0	< 0.17	6.6	7.1	< 0.014	99.9	< 0.8
M7	66.4	< 5.0	62.1	0.9	< 0.8	0.9	< 0.17	6.6	7.1	< 0.014	101.8	< 0.8
M8	66.4	< 5.0	61.9	1.3	< 0.8	1.0	< 0.17	6.6	7.1	< 0.014	102.5	< 0.8
M9	67.0	< 5.0	61.3	1.2	< 0.8	1.0	< 0.17	7.3	7.3	< 0.014	101.0	< 0.8
M10	68.1	< 5.0	64.0	1.2	< 0.8	0.8	< 0.17	6.3	7.3	< 0.014	105.2	< 0.8
M11	66.6	< 5.0	61.3	1.3	< 0.8	0.9	< 0.17	6.6	7.2	< 0.014	102.7	< 0.8
M12	68.4	< 5.0	61.8	1.3	< 0.8	0.9	< 0.17	6.5	7.2	< 0.014	100.4	< 0.8
M13	67.0	< 5.0	64.1	1.1	< 0.8	1.0	< 0.17	7.2	7.1	< 0.014	102.5	< 0.8
M14	67.3	< 5.0	60.7	0.9	< 0.8	0.9	< 0.17	6.8	7.0	< 0.014	99.7	< 0.8
M15	68.3	< 5.0	62.5	0.8	< 0.8	1.1	< 0.17	6.3	6.9	< 0.014	112.3	< 0.8
M16	66.2	< 5.0	61.3	1.7	< 0.8	0.9	< 0.17	6.4	6.9	< 0.014	101.8	< 0.8
Promedio	67.0	< 5.0	62.0	1.2	< 0.8	0.9	< 0.17	6.7	7.0	< 0.014	102.0	< 0.8

ANEXO 12. ANÁLISIS PARÁMETROS BIOLÓGICOS Y BACTERIOLÓGICOS

Parámetro	DBO5	DQO	Coliformes fecales	Coliformes totales
Unidad	mgO2/L	mgO2/L	NMP/100 ml	NMP/100 ml
M1	< 5.0	< 8.0	< 1.1	< 1.8
M2	< 5.0	< 8.0	< 1.1	< 1.8
M3	< 5.0	< 8.0	< 1.1	< 1.8
M4	< 5.0	< 8.0	< 1.1	< 1.8
M5	< 5.0	< 8.0	< 1.1	< 1.8
M6	< 5.0	< 8.0	< 1.1	< 1.8
M7	< 5.0	< 8.0	< 1.1	< 1.8
M8	< 5.0	< 8.0	< 1.1	< 1.8
M9	< 5.0	< 8.0	< 1.1	< 1.8
M10	< 5.0	< 8.0	< 1.1	< 1.8
M11	< 5.0	< 8.0	< 1.1	< 1.8
M12	< 5.0	< 8.0	< 1.1	< 1.8
M13	< 5.0	< 8.0	< 1.1	< 1.8
M14	< 5.0	< 8.0	< 1.1	< 1.8
M15	< 5.0	< 8.0	< 1.1	< 1.8
M16	< 5.0	< 8.0	< 1.1	< 1.8
Promedio	< 5.0	< 8.0	< 1.1	< 1.8

ANEXO 13. ÍNDICES ICA – ISQA

Muestra	ICA	ISQA
M1	81.40	80.23
M2	81.72	80.64
M3	82.14	82.04
M4	81.78	81.01
M5	79.73	79.00
M6	81.70	82.73
M7	81.98	83.58
M8	81.45	83.66
M9	81.79	76.26
M10	80.51	69.18
M11	80.82	71.14
M12	80.88	71.30
M13	82.07	78.94
M14	82.15	85.03
M15	81.58	86.63
M16	81.01	86.95
Promedio	81.42	79.89

ANEXO 14. RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL LABORATORIO OSP



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
 OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS
 LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
 INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. AMB 48355
 ORDEN DE TRABAJO No. 60299

SOLICITADO POR:	TERAN MORENO LIZZIE		
DIRECCION DEL CLIENTE:	GALAPAGOS		
MUESTRA DE:	AGUA		
DESCRIPCIÓN:	AGUA DE PACTO		
FECHA DE RECEPCIÓN:	12/12/2018	HORA DE RECEPCIÓN:	15H49
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 12/12/2018 AL 03/01/2019		
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	07/01/2019		
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
CARACTERÍSTICA:	TRANSPARENTE	ESTADO:	LIQUIDO
		CONTENIDO:	1 GALON
OBSERVACIONES:	* Los resultados se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregadas al personal técnico del OSP. * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la orden de trabajo.		

RESULTADOS

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODOS	INCERTIDUMBRE %
ALCALINIDAD TOTAL	mgCaCO ₃ /L	67	MAM-01 / APHA 2320 B MODIFICADO	2,70
CLORUROS	mg/L	<5	MAM-07 / APHA 4500 Cl B MODIFICADO	-
COLOR	HAZEN	<8	MAM-76 / METODO RAPIDO MERCK MODIFICADO	-
CONDUCTIVIDAD	µs/cm	121,0(19,8°)	MAM-10 / APHA 2510 B MODIFICADO	15,00
DBOS	mgO ₂ /L	<5	MAM-38 / APHA 5210 B MODIFICADO	-
DQO	mgO ₂ /L	<8	MAM-23A / MERCK 112,28,29,132 MODIFICADO	-
DUREZA TOTAL	mgCaCO ₃ /L	62	MAM-13 / APHA 2340 C MODIFICADO	1,00
FOSFORO TOTAL	mg/L	1,2	MAM-17 / APHA 4500-P C y/o C y E MODIFICADO	12,60
NITROGENO DE AMONIO	mg/L	<0,17	MAM-44 / COLORIMETRICO HACH MODIFICADO	-
OXIGENO DISUELTO	mg/L	7,2	MAM-22 / APHA 4500-O C MODIFICADO	3,00
POTENCIAL HIDROGENO	-	6,7	MAM-34 / APHA 4500-H' B MODIFICADO	2,60
SOLIDOS DISUELTOS	mg/L	102	MAM-30 / APHA 2540 C MODIFICADO	5,00
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO (DETERGENTES ANIONICOS)	mg/L	<0,014	MAM-74 / APHA 5540 C MODIFICADO	-
SUSTANCIAS SOLUBLES EN HEXANO (ACEITES Y GRASAS)	mg/L	<0,8	MAM-40 / APHA 5520 B MODIFICADO	-
TEMPERATURA	°C	19,8	MAM-33 / APHA 2550 B MODIFICADO	2,50
TURBIDEZ	NTU	<4	MAM-78 / METODO RAPIDO MERCK MODIFICADO	-



Servicio de Acreditación Ecuatoriano

Acreditación N° OAE LE 1C 04-002, LABORATORIO DE ENSAYOS

Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE*



B.F. ALICIA CEPA
 JEFE DE AREA DE AMBIENTAL

RAM-4.1.04



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. MI 37851
 ORDEN DE TRABAJO No. 60300

SOLICITADO POR:	TERÁN MORENO LIZZIE
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	GALÁPAGOS
MUESTRA DE:	AGUA
DESCRIPCIÓN:	AGUA DE PACTO
LOTE:	----
FECHA DE ELABORACIÓN:	----
FECHA DE VENCIMIENTO:	----
FECHA DE RECEPCIÓN:	12/12/2018
HORA DE RECEPCIÓN:	15H49
FECHA DE ANÁLISIS:	17/12/2018
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	20/12/2018
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
COLOR:	CARACTERÍSTICO
OLOR:	CARACTERÍSTICO
ESTADO:	LÍQUIDO
CONTENIDO:	200ml
OBSERVACIONES:	LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.
MUESTREADO POR:	EL CLIENTE

INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
INDICE DE COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	<1.8	MMI-11/SM 9221-B MODIFICADO

DATOS ADICIONALES:
 NMP/100ml: Número mas probable de coliformes por 100 mililitro



Servicio de Acreditación Ecuatoriano

Acreditación N° OAE LE 1C 04-002, LABORATORIO DE ENSAYOS

Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"



B.F. MAGALY CHASI – MsC.
 JEFE DE AREA DE MICROBIOLOGIA