



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE LOS MICROPLÁSTICOS EN LAS
JUNTAS DE AGUA DE LOS CANTONES: GIRÓN, SANTA ISABEL, CAMILO PONCE
ENRÍQUEZ, NABÓN, OÑA, PUCARÁ Y SAN FERNANDO”

Trabajo de titulación previo a la obtención
del título de Ingeniero Ambiental

AUTORES: MARÍA FERNANDA CASTILLO LÓPEZ

LUIS FABIÁN ALVARADO JARA

TUTORA: Bqf. ANGÉLICA GEOVANNA ZEA COBOS, Msc.

Cuenca - Ecuador

2022

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, María Fernanda Castillo López con documento de identificación N° 1106041054 y Luis Fabián Alvarado Jara con documento de identificación N° 0103656971; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 12 de julio del 2022

Atentamente,



María Fernanda Castillo López

1106041054



Luis Fabián Alvarado Jara

0103656971

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, María Fernanda Castillo López con documento de identificación N° 1106041054 y Luis Fabián Alvarado Jara con documento de identificación N° 0103656971, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Trabajo Experimental: “Evaluación de la contaminación de los microplásticos en las juntas de agua de los cantones: Girón, Santa Isabel, Camilo Ponce Enríquez, Nabón, Oña, Pucará y San Fernando”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Ambiental, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 12 de julio del 2022

Atentamente,



María Fernanda Castillo López

1106041054



Luis Fabián Alvarado Jara

0103656971

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Angélica Geovanna Zea Cobos con documento de identificación N° 0103638730, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE LOS MICROPLÁSTICOS EN LAS JUNTAS DE AGUA DE LOS CANTONES: GIRÓN, SANTA ISABEL, CAMILO PONCE ENRÍQUEZ, NABÓN, OÑA, PUCARÁ Y SAN FERNANDO”, realizado por María Fernanda Castillo López con documento de identificación N° 1106041054 y por Luis Fabián Alvarado Jara con documento de identificación N° 0103656971, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo Experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 12 de julio del 2022

Atentamente,



Bqf. Angélica Geovanna Zea Cobos, Msc.

0103638730

DEDICATORIA

De manera especial quiero dedicar no sólo este trabajo sino todos mis logros a una muy importante persona en mi vida a mi madre Zoila por siempre creer en mí, por ser ejemplo de perseverancia, constancia, lucha y amor convirtiéndose en un pilar fundamental en este proceso.

De manera similar a mi padre Eugenio por el apoyo, los consejos de cómo lidiar contra adversidades.

A mi esposa Sandra y a mis hijas Camila y Emilia quienes han sido mi apoyo constante que con su amor incondicional me han dado fuerza y valor para culminar mis metas.

A mis estimados profesores, compañeros y amigos por las anécdotas y experiencias obtenidas a lo largo de esta etapa en las aulas.

Luis Fabián Alvarado Jara

En cada etapa de mi vida siempre ha estado una gran señora, siempre me ha motivado a seguir adelante a pesar de las circunstancias, siempre creyó en mí, me ha enseñado el respeto y el amor hacia Dios y hacia los demás, por eso y por todo quiero dedicar este trabajo especialmente a mi abuelita Dotila que ha sido la madre que siempre necesite.

A mi hermano Daniel que me enseñó muchas cosas y estuvo presente en todas las etapas de mi vida especialmente en esta.

A mis tías, Rosa y María siempre incondicionales desde mi niñez.

A Fernando que ha sido el papá que muchas veces necesité.

A mi madre Piedad que a pesar de muchas circunstancias en estos últimos años de universidad me dio su mano amiga

A mis hermanitos Jaime y Karen que sientan que todo es posible

María Fernanda Castillo López

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios que ha sido mi roca fuerte y mi refugio en todo momento y me ha permitido culminar esta gran etapa.

A toda mi familia porque siempre me apoyaron de alguna u otra manera

A mis amigos de siempre por su cariño sincero, gracias por darme una mano cuando lo necesité

De manera especial a la Dra. Geovanna Zea por su ayuda en cada paso que dimos en el desarrollo de nuestro trabajo de investigación.

María Fernanda Castillo López

RESUMEN

Hasta la fecha en la provincia del Azuay no hay estudios que analicen la presencia de microplásticos en las aguas potables, es por eso que el presente estudio se basa en el análisis de microplásticos presentes en las plantas de agua potable de los cantones: Girón, Santa Isabel, Nabón, Oña, Pucará y San Fernando y como análisis complementarios de los parámetros físico-químicos como: conductividad, pH, temperatura y turbidez.

Para dichos análisis se tomaron 123 muestras de agua en 44 plantas de tratamiento. Para cada muestra se tomó 10 litros de agua en 30 minutos, a través del análisis de espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier se identificó los microplásticos presente en cada una de las muestras de agua. Los datos obtenidos fueron evaluados mediante métodos estadísticos y representados por tablas a nivel cantonal y por plantas de tratamiento.

Palabras Claves: microplásticos, Ftir, agua potable, filtración.

ABSTRACT

To date in the province of Azuay there are no studies that analyze the presence of microplastics in drinking water, that is why this study is based on the analysis of microplastics present in the drinking water plants of the cantons: Girón, Santa Isabel, Nabón, Oña, Pucará and San Fernando and as complementary analyzes of physical-chemical parameters such as: conductivity, pH, temperature and turbidity.

For these analyses, 123 water samples were taken in 44 treatment plants. For each sample, 10 liters of water were taken in 30 minutes, through Fourier transform infrared spectroscopy analysis, the microplastics present in each of the water samples were identified. The data obtained were evaluated using statistical methods and represented by tables below. cantonal level and by treatment plants.

Keywords:microplastics, Ftir, drinking water, filtration.

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Origen y descripción del problema	1
1.2 Delimitación de la zona de estudio	9
1.2.1 Espacial	9
1.2.2 Temporal	16
1.2.3 Académico.....	16
1.3 Objetivos	16
1.3.1 Objetivo General.....	16
1.3.2 Objetivos Específicos.....	16
CAPITULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	17
2.1 Plásticos	17
2.2 Tipos de Plásticos	17
2.3 Degradación de los Plásticos	18
2.4 Microplásticos.....	18
2.4.1 Fuentes de Microplásticos.....	19
2.4.2 Composición de Microplásticos.....	19
2.4.3 Clasificación de Microplásticos	19
2.4.4 Emisión de Microplásticos.....	20
2.4.5 Fragmentación de Plásticos.....	20
2.4.6 Degradación de los Microplásticos	20
2.4.10 Toxicología de los Microplásticos	21
2.4.11 Microplásticos en el Agua Potable	21
2.4.12 Flotabilidad de los Microplásticos en el Agua.....	22
2.4.13 Análisis de Microplásticos en el Agua Potable.....	22

2.4.14 Efectos de Microplásticos en los Seres Vivos	23
2.4.15 Efectos de Microplásticos en la Salud Publica	23
2.4.16 Contaminación Ambiental por Microplásticos y sus Riesgos	24
2.4.17 Daños Ambientales por Microplásticos	24
2.18 Tratamiento de Microplásticos en el Agua Potable	25
2.19 Técnica para Determinar Contenido de Microplásticos.....	25
2.5 Agua Potable	26
2.5.1 Calidad del Agua Potable.....	26
2.5.2 Indicadores de Calidad del Agua	27
2.5.3 Parámetros Fisicoquímicos del Agua Potable.....	27
2.6 Juntas Administradoras de Agua Potable (JAAP)	28
2.7 Planta de Tratamiento de Agua Potable.....	28
2.7.1 Principales Unidades en una Planta de Tratamiento de Agua Potable	28
2.8 Marco Legal	29
CAPITULO III: METODOLOGÍA	32
3.1 Identificaciones del Área de Estudio	32
3.2 Planificación	32
3.3 Cálculo De La Muestra	33
3.4 Georreferenciación.....	34
3.4.1 Coordenadas de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Oña	34
3.4.2 Coordenadas de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Nabón	35
3.4.3 Coordenadas de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Girón	36
3.4.4 Coordenadas de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón San Fernando	37
3.4.5 Coordenadas de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Santa Isabel.....	38

3.4.6	Coordenadas de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Pucará	40
3.5	Identificación de Riesgos del Área por Contaminación	41
3.5.1	Riesgos por Contaminación en el Cantón Oña	41
3.5.2	Riesgos por Contaminación en el Cantón Nabón	41
3.5.3	Riesgos por Contaminación en el Cantón Girón.....	42
3.5.4	Riesgos por Contaminación en el Cantón San Fernando.....	42
3.5.5	Riesgos por Contaminación en el Cantón Santa Isabel	43
3.5.6	Riesgos por Contaminación en el Cantón Pucará	43
3.6	Levantamiento De Información de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable...	43
3.6.1	Cantón Oña	44
3.6.1.1	Planta de tratamiento de Agua Potable Regional Susudel.....	44
3.6.2	Cantón Nabón	46
3.6.2.1	Planta de tratamiento de Agua Potable Charcay.....	46
3.6.2.2	Planta de tratamiento de Agua Potable Puca Grande.....	48
3.6.2.3	Planta de tratamiento de Agua Potable Cochapata Las Lajas (Tranca)	48
3.6.2.4	Planta de tratamiento de Agua Potable Cochapata Las Lajas (Pichil).....	49
3.6.2.5	Planta de tratamiento de Agua Potable El Progreso	50
3.6.2.6	Planta de tratamiento de Agua Potable Cochaseca.....	50
3.6.2.7	Planta de tratamiento de Agua Potable Zhiña Campamento	51
3.6.2.8	Planta de tratamiento de Agua Potable Zhiña Pucunla.....	51
3.6.2.9	Planta de tratamiento de Agua Potable Zhiña Animas	52
3.6.2.10	Planta de tratamiento de Agua Potable Las Nieves	52
3.6.2.11	Planta de tratamiento de Agua Potable La Paz	52
3.6.2.12	Planta de tratamiento de Agua Potable Huasicashca	53
3.6.2.13	Planta de tratamiento de Agua Potable Camara.....	53

3.6.2.14 Planta de tratamiento de Agua Potable Chuilla	54
3.6.2.15 Planta de tratamiento de Agua Potable Yacudel.....	55
3.6.2.16 Planta de tratamiento de Agua Potable Grande de Nabón	55
3.6.3 Cantón Girón.....	56
3.6.3.1 Planta de tratamiento de Agua Potable Masta Grande.....	57
3.6.3.2 Planta de tratamiento de Agua Potable Pucucari	58
3.6.3.3 Planta de tratamiento de Agua Potable Cooperativa Lentaj	59
3.6.3.4 Planta de tratamiento de Agua Potable Santa Teresita	60
3.6.4 Cantón San Fernando.....	62
3.6.4.1 Planta de tratamiento de Agua Potable María Auxiliadora	62
3.6.4.2 Planta de tratamiento de Agua Potable San Vicente.....	63
3.6.4.3 Planta de tratamiento de Agua Potable Yanacocha	64
3.6.4.4 Planta de tratamiento de Agua Potable Pechopaqui	65
3.6.5 Cantón San Santa Isabel.....	66
3.6.5.1 Planta de tratamiento de Agua Potable Puenteloma	66
3.6.5.2 Planta de tratamiento de Agua Potable Abdón Calderón.....	67
3.6.5.3 Planta de tratamiento de Agua Potable Pillcocaja	68
3.6.5.4 Planta de tratamiento de Agua Potable Jubones	69
3.6.5.5 Planta de tratamiento de Agua Potable Sulupali Grande	70
3.6.5.6 Planta de tratamiento de Agua Potable Sulupali Chico	70
3.6.5.7 Planta de tratamiento de Agua Potable Lunduma.....	71
3.6.5.8 Planta de tratamiento de Agua Potable Portovelo Grande.....	72
3.6.5.9 Planta de tratamiento de Agua Potable Dandan.....	73
3.6.5.10 Planta de tratamiento de Agua Potable Grande de Santa Isabel	74
3.6.6 Cantón Pucará	75

3.6.6.1 Junta Administrativa de Agua Potable Tendales	76
3.6.6.2 Junta Administrativa de Agua Potable Vivar Bajo	77
3.6.6.3 Junta Administrativa de Agua Potable San Sebastián	78
3.6.6.4 Junta Administrativa de Agua Potable Pindo	79
3.7 Recolección de la Muestra	80
3.7.1 Criterios para la Recolección de Muestras.....	80
3.8 Filtración del Agua	80
3.9. Análisis de Parámetros Físico Químicos	81
3.9.1 Toma de Muestras in situ para determinar los parámetros físico químicos.....	82
3.9.2 Medición de los Parámetros Físico Químicos	82
3.9.2.1 Determinación del pH.....	82
3.9.2.2 Determinación de Turbidez.....	82
3.9.2.3 Determinación Conductividad y Temperatura.....	82
3.10 Análisis del Agua para la Identificación de Microplásticos	83
3.10.1 Digestión De Las Muestras	83
3.10.2 Segunda Filtración Con Bomba De Vacío.....	83
3.10.3 Tinción De Muestras con Rojo Nilo	83
3.10.4 Identificación de Microplásticos Mediante el Microscopio de Campo Oscuro	84
3.10.5 Análisis De Microplásticos Mediante El Equipo Ftir	84
CAPITULO IV: ANALISIS DE RESULTADOS	86
4.1 Análisis antropogénico.....	86
4.2 Análisis Sanitario	89
4.3 Análisis de Parámetros Físico Químicos.....	93
4.3.1 Parámetros Físico-Químicos Del Cantón Oña	96

4.3.2	Análisis de los Parámetros Físico-Químicos Del Cantón Nabón.....	98
4.3.3	Parámetros Físico-Químicos Del Cantón Girón	108
4.3.4	Parámetros Físico-Químicos Del Cantón San Fernando	112
4.3.5	Parámetros Físico-Químicos Del Cantón Santa Isabel	116
4.3.6	Parámetros Físico-Químicos Del Cantón Pucará.....	124
4.4	Análisis de Microplásticos Presentes en las Muestras del Cantón Nabón	127
4.4.1.	Identificación de Microplásticos Mediante el Microscopio de Campo Oscuro	129
4.4.2.	Cuantificación de Microplásticos Mediante FTIR.....	130
4.5	Incidencia de los Parámetros Físico-Químicos en la Presencia de Microplásticos	142
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		151
BIBLIOGRAFIA		156
ANEXOS		161

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Domestico	30
Figura 2	Requisitos establecidos que el Agua Potable debe Cumplir	31
Figura 3	Tuberías de PVC por donde circula el agua clorada.	45
Figura 4	Conexiones de tuberías de PVC en el tanque de cloración.	45
Figura 5	Cisterna de cloro y galones plásticos en la caseta de cloración.	46
Figura 6	Presencia de residuos plásticos alrededor de la planta de tratamiento de agua potable.	47
Figura 7	Presencia de artículos plásticos cerca de una llave de agua potable.	47
Figura 8	Planta de tratamiento de agua potable Tranca.....	48

Figura 9 Residuos plásticos cerca de la planta de tratamiento de agua potable Tranca (Autores,2022).	48
Figura 10 Caja y botella de plástico que se encuentra dentro de la planta de tratamiento de agua potable Pichil.	49
Figura 11 Planta de Tratamiento de Agua Potable de la JAAP El Progreso.	50
Figura 12 Planta de tratamiento de agua potable de Cochaseca.	51
Figura 13 Presencia de residuos plásticos en la planta de tratamiento de agua potable La Paz. ..	53
Figura 14 Presencia de fundas plásticas cerca de la puerta de la planta de tratamiento de agua potable Camara.	54
Figura 15 Plásticos protectores de arena de filtración cerca de la planta de tratamiento de agua potable Chuilla.	54
Figura 16 Mangueras de PVC expuestas a condiciones meteorológicas en la planta de tratamiento de agua potable Chuilla.	55
Figura 17 Bolsas plásticas presentes en la planta grande de tratamiento de agua potable del cantón Nabón.	56
Figura 18 Tapas de envases plásticos presentes en la planta grande de tratamiento de agua potable del cantón Nabón.....	56
Figura 19 Ubicación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de la JAAP Masta Grande. .	57
Figura 20 Presencia de Fundas Plásticas Posibles Generadores de Microplásticos.	57
Figura 21 Ubicación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de la JAAP Pucunla.	58
Figura 22 Presencia de Plásticos en la Planta de Tiramiento de Agua Potable Pucunla.	59
Figura 23 Planta de Tratamiento de Agua Potable de la Cooperativa Lentaj.	60

Figura 24 Presencia de Microplásticos en los Exteriores de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de la Cooperativa Lentaj.	60
Figura 25 Ubicación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Santa Teresita.	61
Figura 26 Presencia de Plásticos Posibles Generadores de Microplásticos en la Planta de Tratamiento de Santa Teresita	61
Figura 27 Ubicación del Tanque de Reserva de Agua Potable de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Ma. Auxiliadora.	63
Figura 28 Basurero ubicado Cerca del Tanque de Reserva de Agua de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Ma. Auxiliadora.....	63
Figura 29 Pequeña Planta de Tratamiento de Agua Potable San Vicente.	64
Figura 30 Planta de Tratamiento de Agua Potable Pechupaqui en el Cantón San Fernando.	65
Figura 31 Planta de Tratamiento de Agua Potable de la JAAP Parculoma.	66
Figura 32 Planta de Tratamiento de Agua Potable de la JAAP Abdón Calderón.....	67
Figura 33 Planta de Tratamiento de Agua Potable que Pertenece a la JAAP Pillcocaja	68
Figura 34 Unidades que conforman la planta de tratamiento de Agua Potable de la JAAP Sulupali Chico.....	70
Figura 35 Planta de Tratamiento de Agua Potable que pertenece a la JAAP Lunduma.....	71
Figura 36 Planta de Tratamiento de Agua Potable de la JAAP Portovelo Grande.	72
Figura 37 Tanque de Cloración en la Planta de Tratamiento de Agua Potable de la JAAP Dandan.	73
Figura 38 Planta Grande de Tratamiento de Agua Potable de Santa Isabel.	74
Figura 39 Planta de Tratamiento de Agua Potable de la Junta Administrativa de Agua Potable Tendales.	76

Figura 40 Planta de Tratamiento de Agua Potable que pertenece a la JAAP Vivar Bajo	77
Figura 41 Planta de Tratamiento de Agua Potable que pertenece a la JAAP San Sebastián.....	78
Figura 42 Planta de Tratamiento de Agua Potable que pertenece a la JAAP Pindo.....	79
Figura 43 Identificación de Microplásticos en una Muestra en campo claro	129
Figura 44 Identificación de un Microplástico Identificado con Fluorescencia.....	130
Figura 45 Espectro FTIR del PET	133
Figura 46 Grupo Funcional Polímero PET	134

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Densidades de Algunos Materiales de Plásticos Generadores de Microplásticos	22
Tabla 2 Coordenadas de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Oña	34
Tabla 3 Coordenadas de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Nabón.	35
Tabla 4 Coordenadas de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Girón.	36
Tabla 5 Coordenadas de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón San Fernando	37
Tabla 6 Coordenadas de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Santa Isabel ..	39
Tabla 7 Coordenadas de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Pucará.....	40
Tabla 8 Calidad del Agua de Acuerdo a su Conductividad	94
Tabla 9 Criterios de Calidad del Agua para Consumo Humano.....	95
Tabla 10 Parámetros Físico Químicos del Cantón Oña	96
Tabla 11 Parámetros Físico Químicos del Cantón Nabón	98
Tabla 12 Parámetros Físico Químicos del Cantón Girón	108
Tabla 13 Parámetros Físico Químicos del Cantón San Fernando.....	112

Tabla 14 Parámetros Físico Químicos del Cantón Santa Isabel	116
Tabla 15 Parámetros Físico Químicos de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Pucará.....	124
Tabla 16 Numero de Muestras de las Plantas de Agua Potable.....	127
Tabla 17 Presencia de Microplásticos en los filtros.....	130
Tabla 18 Nombre de Microplásticos que se encontró en los filtros.....	132
Tabla 19 Numero de Muestra donde se Encuentran los Microplásticos.....	134

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1 Limites del Cantón Oña	10
Mapa 2 Limites del Cantón Nabón	11
Mapa 3 Limites del Cantón Girón.	12
Mapa 4 Limites del Cantón San Fernando.....	13
Mapa 5 Limites del Cantón Santa Isabel.	14
Mapa 6 Limites del Cantón Pucará.....	15
Mapa 7 Ubicación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Oña	34
Mapa 8 Ubicación de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Nabón	36
Mapa 9 Ubicación de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Girón.....	37
Mapa 10 Ubicación de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón San Fernando..	38
Mapa 11 Ubicación de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Santa Isabel.....	39
Mapa 12 Ubicación de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Pucará	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Cronograma de Visitas a las Plantas de Tratamiento de Agua Potable.	161
Anexo 2 Solicitud al alcalde del Cantón Santa Isabel.	163
Anexo 3 Solicitud al alcalde del Cantón Nabón.	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 4 Solicitud al Alcalde del Cantón Camilo Ponce Enríquez.....	164
Anexo 5 Ficha para el Levantamiento de Información Sanitaria	165
Anexo 6 Anexo 5 Ficha para el Levantamiento de Información Antropogénica	166
Anexo 7 Espectros Obtenidos de las Diferentes Microplásticos Presentes en los filtros	167
Anexo 8 Visitas a algunas Plantas de Tratamiento de Agua Potable	168
Anexo 9 Actividades en el Laboratorio	169

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Origen y descripción del problema

La contaminación por microplásticos fue algo desconocido hasta casi finales del siglo XX, cuando Carpenter y Smith empiezan a hablar sobre la presencia de plásticos en la superficie del mar de los Sargazos, tomando cada vez mayor importancia y preocupación. Al día de hoy, este tema se encuentra enormemente extendido en nuestra sociedad y a través de multitud de medios se intenta concienciar a la población para llevar a cabo una disminución en la velocidad del crecimiento de su liberación al medioambiente y, por tanto, una disminución en la contaminación por los mismos. (Agulló y Pastor, 2019).

Gallo y Saria (2016) afirman que los plásticos han dado grandes beneficios a la sociedad, pero es evidente que el uso de los plásticos y su disposición ha traído consigo la acumulación de los microplásticos en el medio ambiente

Los microplásticos son piezas muy pequeñas de material plástico que contaminan el medioambiente. Aunque no existe consenso a partir de qué tamaño puede considerárseles microplásticos, la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) utiliza el parámetro de menos de cinco milímetros de diámetro para clasificarlos. El problema no son solo los microplásticos, sino otra contaminación menos conocida. Al polímero plástico se le añaden productos químicos, “muchos de los cuales se sabe que son tóxicos” (EFEverde, 2019).

De acuerdo a Sánchez (2018), el término “microplástico” fue elegido como palabra del año 2018 en la Fundéu BBVA y está sirviendo para entender mejor la problemática actual que esto supone.

Los microplásticos por tratarse de una materia prima derivada del petróleo, por más que se lo recicle en repetidas ocasiones, siempre permanecerá el insumo contaminante durante varios años en el ambiente, además el plástico en contacto con los rayos solares genera gases de tipo metano,

que inciden directamente en el aumento de la temperatura del planeta y con ello en el proceso del cambio climático. Según, el Ministerio del Ambiente (MAE), en el país existen cuatro grupos de desechos que generan más contaminación, entre ellos: botellas de plástico, tarrinas de comida, tapas plásticas de tarrinas y, colillas de cigarrillo.

La Organización Mundial de la Salud ha señalado que no hay evidencias sólidas de que la presencia de estas partículas en el agua potable sea una amenaza grave de salud pública, aunque considera necesario hacer estudios más completos. El efecto en la salud humana es aún desconocido, pero a menudo contienen aditivos y otras sustancias químicas, posiblemente tóxicas, que pueden ser perjudiciales para los animales y las personas (EFEverde, 2019).

La ONU declaró que en 2017 hay hasta 51.000 millones de partículas microplásticas en el mar. Estas pueden ser ingeridas por animales marinos y terminar en los humanos a través de la cadena alimenticia. También están presentes en alimentos y bebidas, incluso en el agua del grifo. Además, se han descubierto partículas de plástico en heces humanas (RTVE, 2019).

Astudillo y Cazar (2007) en la provincia del Azuay las enfermedades más comunes provocadas por la ingesta de alimentos y agua en mal estado son: enfermedades diarreicas, salmonelosis, fiebre tifoidea, intoxicación alimentaria y cólera.

En España la fundación LIBERA en asociación con otras instituciones ha elaborado durante 2019 un procedimiento de toma de muestras e identificación de microplásticos en ríos, de forma que este pueda ser utilizado por diferentes sectores de la sociedad. Así, se favorecen diferentes niveles de estudios de detalle y se facilita la puesta en marcha de iniciativas desde el punto de vista educativo, participativo, de seguimiento, gestión y/o investigación (Sánchez et al., 2020).

Los plásticos también son propensos a la liberación de plastificantes tóxicos, y se ha observado que algunas bacterias forman recubrimientos sobre la superficie de microplásticos que incorporan patógenos potencialmente dañinos para la salud de los organismos que entran en contacto con estas partículas. Los microplásticos también pueden ser acarreados por vientos y

corrientes marinas que se dispersan en ecosistemas y el aire que respiramos. En la industria cosmética, los más empleados son las microesferas, mientras que en la industria textil las microfibras, que pueden entrar al ecosistema marino directamente por el drenaje al momento de su lavado. El drenaje puede desembocar en algún cuerpo de agua directamente o incluso, después de pasar por una planta de tratamiento de aguas residuales, puede usarse para riego en agricultura y arrastrar microplásticos. El plástico no sólo contamina los mares. En 2017 se reportó evidencia de contaminación por microplásticos en el suelo del sureste mexicano en jardines mayas tradicionales, así como en pollos de la región. Según datos del Ministerio de Ambiente, se estima que diariamente, Latinoamérica desecha 17.000 toneladas de plástico (López, 2020).

Los microplásticos se remueven difícilmente en las plantas de tratamiento de aguas residuales debido a que son pequeños, flotan y son fácilmente arrastrados por las aguas residuales a los cuerpos de agua (Gallo y Sarria, 2016).

Ecuador no se escapa de la contaminación que el ser humano produce por el uso indiscriminado de plástico. El 80% de hogares en el país utiliza fundas plásticas tipo camiseta, para comprar sus alimentos, y a diario cada persona usa al menos dos elementos plásticos desechables, lo cual significó que en 2019 la generación de 528.000 toneladas de residuos plásticos, equivalentes al 11% del total de desechos sólidos producidos este año (Comercio, 2019).

Aproximadamente entre el año 2015 y 2017 se registraron cifras de residuos plásticos contaminantes alarmantes en las cuatro regiones del país pues se recolectaron 499,33 toneladas de desechos a nivel nacional.

En la región Interandina fueron recolectadas 60 552 tarrinas de comida, 55 216 botellas de plástico, 28 206 tapas de tarrinas y 24 933 colillas de cigarrillo.

Las cifras del INEC también dan pistas de las regiones y provincias que más los consumen. Por ejemplo, la Sierra es la región que más plástico de un solo uso bota, mientras que la provincia que más fundas y recipientes de espuma flex consume es Imbabura; más del 12% de su basura corresponde a plásticos de un solo uso. Le siguen Azuay (8,34%), Cotopaxi, Pichincha y Carchi.

En los países en vía de desarrollo las enfermedades propagadas por el agua se encuentran usualmente entre las cinco causas más importantes de morbilidad y mortalidad. En los EEUU la gran mayoría de los brotes epidémicos han sido causados por patógenos microbianos (Reiff, 1995) y en el período 1990-1991 fueron reportados más de 17000 casos de enfermedades propagadas por el agua; de estos casos, menos del 2% se debieron a contaminación química; los restantes estuvieron relacionados con contaminación microbiana (Moore et al., 1994). En América Latina la contaminación microbiana, debida al tratamiento inadecuado del agua, causó el 99% de las enfermedades ocasionadas por el consumo de agua (Reiff, 1995).

Muchos de los desinfectantes utilizados comúnmente han sido exitosos en reducir la presencia de la bacteria coliforme (un indicador de la contaminación microbiana) a niveles aceptables, lo que ha sido el principal criterio para determinar la calidad del agua potable. Ahora se sabe que algunos patógenos pueden existir en presencia de cloro libre. La Agencia de Protección Ambiental de los EEUU (EPA) ha evaluado la eficiencia biocida de diferentes desinfectantes y estableció (EPA, 2001) pautas para la desinfección (y/o otros tratamientos) del agua potable con el fin de permitir la eliminación de al menos 99, 99.9 y 99.99% de *Gyptosporidium*, *Giardia cysts* y virus, respectivamente, en adición al criterio de remoción de coliformes (Reiff, 1995).

Por otro lado, debemos considerar a más de los microplásticos, la importancia de la desinfección del agua que se lleva a cabo de forma habitual desde comienzos del siglo XX con el fin de eliminar y desactivar los microbios patógenos en el agua potable. Además de remover elementos patógenos, los desinfectantes también actúan como oxidantes. Asimismo, son utilizados para a) remover el sabor y el color, b) oxidar el Fe y el Mn, c) prevenir la reaparición de elementos biológicos en el sistema de distribución de agua, d) mejorar la eficiencia de la coagulación y la filtración, y e) prevenir el crecimiento de algas en tanques de sedimentación y filtros (EPA, 1999a).

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) recomienda la desinfección del agua como práctica general, ya que es la manera más segura y económica de eliminar la contaminación microbiológica del agua; y en el caso de aguas superficiales se recomienda que la desinfección sea precedida de filtración u otros sistemas de tratamiento equivalentes. La razón fundamental de la desinfección es disminuir el riesgo de infección de las enfermedades transmitidas por el agua

mediante la destrucción o inactivación de los diversos organismos patógenos que están o pueden estar en la fuente de agua o adquirirse durante el proceso de transporte o almacenamiento. Cuando se carece de un abastecimiento de agua corriente idóneo y continuo en el hogar, la desinfección domiciliar y el almacenamiento seguro constituye las barreras más importantes contra las enfermedades transmitidas por el agua (Campoverde, 2015).

La microespectroscopía de infrarrojo con transformada de Fourier (FTIRM) es una técnica reciente que ha cobrado auge en el estudio de sistemas biológicos. Esta técnica es el resultado de la unión de la espectroscopia de infrarrojo (FTIR) con la microscopia óptica. El uso de la radiación de sincrotrón ofrece ventajas significativas en términos de brillantez, pero los recientes desarrollos en óptica (ATR) y en detectores (FPA) han permitido la expansión de esta técnica en los laboratorios. En ambos casos se pueden alcanzar resoluciones en la escala de los micrómetros. La imagen óptica generada permite delimitar un área de estudio y se usa a la radiación del infrarrojo medio (2.5 a 15 μm / 4000 a 650 cm^{-1}) para detectar los movimientos vibracionales de los grupos moleculares presentes en muestras biológicas (Barraza, 2013).

La investigación busca proporcionar información que será útil a toda la comunidad especialmente a las autoridades cantonales para determinar el alcance del problema y mejorar la calidad del agua y establecer las formas de prevenirlo.

Debido a que no se cuenta con suficientes estudios del alcance de este problema en nuestro medio y sus estrategias de prevención, el presente trabajo es conveniente para afianzar un mayor conocimiento sobre la ocurrencia de este problema, sus características y las necesidades de intervención.

El trabajo tiene una utilidad metodológica ya que podrían realizarse futuras investigaciones que utilizarán metodologías compatibles de manera que se posibilitarán análisis conjuntos, comparaciones entre períodos temporales, y evaluaciones de las intervenciones que se estuvieran llevando a cabo para la prevención de esta contaminación.

Este estudio es necesario debido a la presencia de asentamientos humanos, carreteras, ganadería, agricultura, captaciones, infraestructuras, y posiblemente microplásticos presentan

alteraciones en la calidad del agua. Según investigaciones la actividad humana es la única manera en que el agua se contamine por plásticos. Además de que hasta el momento no existen análisis relacionados a microplásticos en ninguno de estos cantones (Alvarado, 2022).

Existe aún menos información sobre microplásticos en ambientes de agua dulce y casi nula en la región interandina y no se han encontrado estudios dentro de la provincia del Azuay. El movimiento de los microplásticos es complejo y depende de muchos factores: flotabilidad, bioincrustación, el tipo, tamaño y forma de los polímeros, el viento, las corrientes locales y de gran escala, la acción de las olas (GESAMP, 2016).

Aún no se sabe a ciencia cierta cuales son los efectos a largo plazo que derivan de la ingestión de plásticos en el organismo del ser humano esta información aún no están bien documentados. Sin embargo, existen estudios que han demostrado que, si se rebasa a cierto nivel de exposición, la inhalación de fibras plásticas parece generar una leve inflamación del tracto respiratorio. Otros estudios realizados in vitro han demostrado toxicidad en células de pulmones, hígado y cerebro.(Wijnand & Bigaud, 2019).

Los principales riesgos para la salud humana asociados a los abastecimientos de agua son microbiológicos y ese es el criterio en el que se basa para la determinación de parámetros mínimos de evaluación de la calidad del agua para consumo humano. Es preferible vigilar un pequeño número de parámetros importantes (previa caracterización de todos los parámetros establecidos en la normativa vigente para agua de consumo humano) con mayor frecuencia (en conjunción con una inspección sanitaria) que llevar a cabo, mayor número de análisis menos frecuentes, y análisis completos pero que llevan mucho tiempo y que en gran parte no son relevantes (Ministerio de Salud Pública, 2020).

Los siguientes parámetros por su naturaleza cambiante deben ser medidos in situ, con el fin de realizar un pre diagnóstico de la calidad del agua, estos son: pH, temperatura, conductividad y turbidez.

Los desinfectantes utilizados predominantemente en la potabilización del agua son el cloro y sus derivados. Además de desactivar los organismos patógenos, el cloro reacciona con la materia orgánica presente en el agua. Esta desinfección tiene por objeto eliminar y desactivar microorganismos patógenos presentes en el agua.

La desinfección del agua como práctica general es recomendada por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), ya que es la manera más segura y económica de eliminar la contaminación microbiológica; para las aguas superficiales se debe realizar un paso previo que consiste en la filtración. La mayoría de desinfectantes actúan eficazmente sobre los microorganismos como virus y bacterias, causantes de enfermedades, sin embargo, algunas especies de protozoos y helmintos son resistentes a ellos. Existen ciertas impurezas como sustancias físicas y químicas que podrían estar presentes en el agua y que podrían ocasionar efectos adversos a la salud y que no son eliminadas mediante la desinfección, La razón fundamental para realizar la desinfección, es la de disminuir el riesgo de afectaciones a la salud causados por enfermedades transmitidas por el agua, mediante la destrucción o inactivación de los diversos organismos patógenos que están o pueden estar en la fuente de agua, o adquirirse durante el proceso de transporte o almacenamiento. Cuando se carece de un correcto abastecimiento de agua el único recurso que nos queda es la desinfección y el almacenamiento seguro, lo que constituyen las barreras más importantes contra las enfermedades transmitidas por el agua (Organización Mundial de la Salud, 2009).

En la actualidad la incidencia del plástico en el desarrollo social hace parte importante de la economía mundial, ya que su utilidad y beneficio, genera gran impacto en la sociedad de consumo, que es contraproducente para el medio ambiente, y que directamente afecta al mismo ser humano (Montaño, 2007).

Las afecciones van desde las cancerígenas, cardiovasculares o enfermedades relacionadas con el sistema nervioso y reproductivo.

Los efectos nocivos van desde afecciones cancerígenas prácticamente en todo el ciclo de vida de los plásticos, afecciones cardiovasculares con la ingesta de microplásticos, enfermedades

relacionadas con el sistema nervioso o reproductivo, así como enfermedades inmunosupresoras, entre otros impactos.

Los plásticos están asociados con el cáncer, infertilidad, abortos, hiperactividad corporal, autismo, y estos problemas están relacionados a los aditivos del plástico (Anónimo, 2013).

En el año 2005, PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente) asegura que por kilómetro cuadrado se encontraban unas trece mil partículas plásticas flotando o en el fondo del mar; otra de las preocupaciones es la cantidad de fragmentos diminutos de plástico incluyendo los PET que flotan en el Pacífico, las cuales han aumentado unas 100 veces en las últimas cuatro décadas, afirman científicos de la Scripps Institution of Oceanography, quienes acaban de culminar una investigación sobre el aumento de estos residuos y sus efectos en los ecosistemas marinos. Además, afirman los oceanógrafos, que esta acumulación de basura plástica afecta a la fauna de múltiples maneras (Goldstein, 2012).

Los microplásticos (MP) son partículas provenientes de plásticos con diferentes formas y tamaños comprendidos entre los 5 mm y los 0,001 mm (1,0 μm). las partículas comprendidas entre 5 mm y 1 μm se denominan microplásticos, mientras que las de 1 μm y 100 nm se las llama nanoplásticos. Por esta razón las técnicas de la espectrometría en el infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR) y la pirolisis acoplada a la cromatografía de gases y espectrometría de masas (pirolisis-GC/MS son las más utilizadas en este tipo de análisis y la cual utilizaremos. La existencia de una mínima cantidad de datos que nos sirvan para realizar comparaciones y su poca fiabilidad es uno de los problemas más grandes que tenemos que superar ya que esto nos permitirá comprender el riesgo de los MP (microplásticos). Aunque se dispone de métodos analíticos, los procedimientos para identificar y cuantificar MP no han alcanzado el nivel de validación necesario.

En este contexto, los estudios sobre las propiedades físicas, químicas y bacteriológicas del agua pertenecientes a estas juntas deben ser realizados en forma periódica y así garantizar la calidad de la misma, es por esta razón que hemos visto pertinente evaluar la contaminación posiblemente por microplásticos en el agua que es para consumo humano y la efectividad de la desinfección a la que están expuestas en los cantones ya mencionados.

1.2 Delimitación de la zona de estudio

1.2.1 Espacial

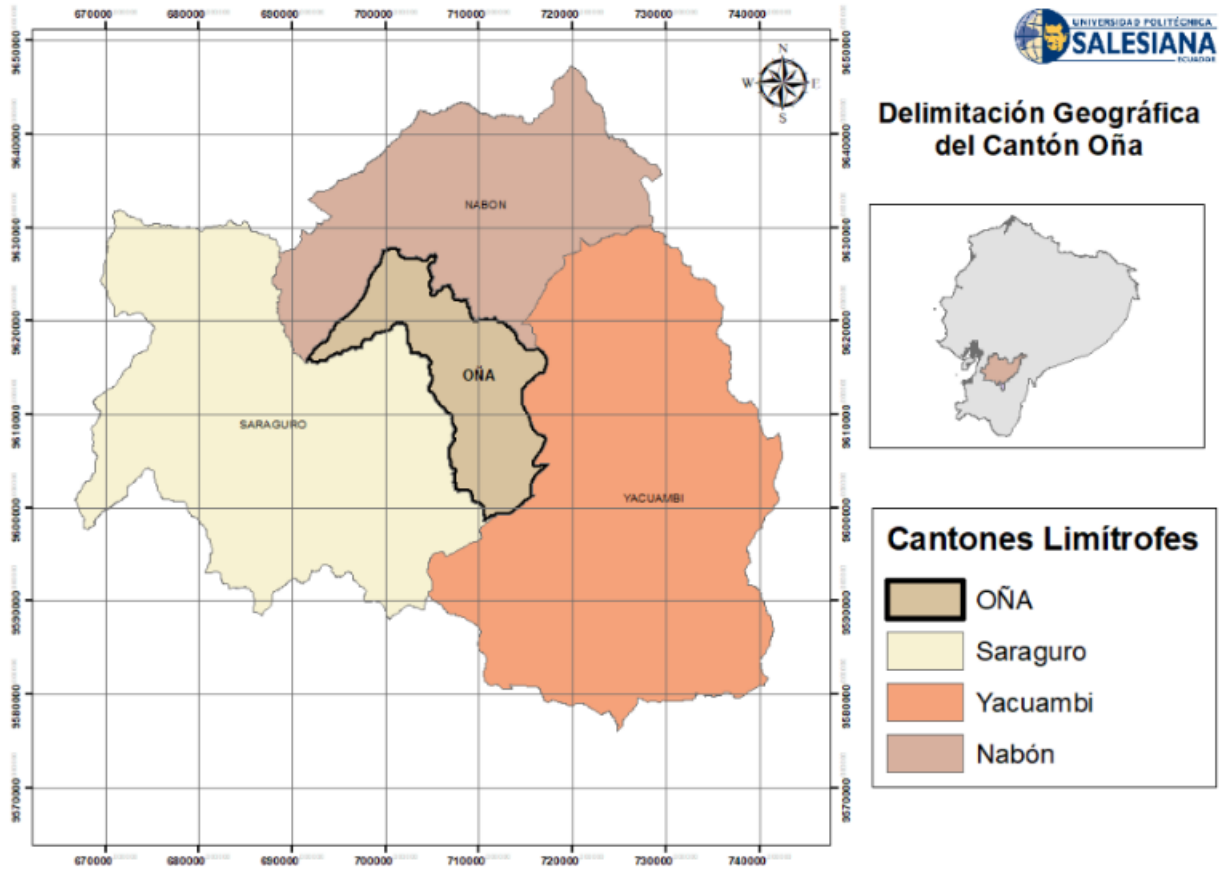
Se considera importante el estudio de las juntas administradoras de agua potable (JAAP) de los cantones: Oña, Nabón, Girón, San Fernando, Santa Isabel y Pucará, pertenecientes a la provincia del Azuay ante la necesidad de estudios relacionados a microplásticos en esta área y la problemática que estos generan en la salud de la población, de lo que se han hecho eco la academia y que han proporcionado un clima de preocupación entre sus habitantes, resulta de importante interés conocer cuáles son las razones que han permitido la posible contaminación por microplásticos en las diferentes juntas de agua potable en la provincia del Azuay, estudios que servirán como pilar para una solución a esta problemática de ser evidenciada en los resultados.

En el territorio azuayo habitan 881.394 personas, según la proyección demográfica del INEC para 2020, siendo la quinta provincia más poblada del país después de Guayas, Pichincha, Manabí y Los Ríos. La provincia del Azuay cuenta con más de 200 juntas administradoras de agua potable (JAAP) aproximadamente, el análisis de microplásticos serán realizados en seis cantones: Girón, Nabón, Oña, Pucará, San Fernando y Santa Isabel con un total de 40 juntas administradoras de agua potable.

Cantón Oña

Con 3.583 habitantes cuenta con 1 junta administradora de agua potable (JAAP) Regional Susudel. Por la escasa presencia de infraestructura adecuada se nota una fuerte contaminación de las fuentes hídricas, esto de acuerdo a los estudios anteriores realizados en el presente cantón; ya que ciertas zonas no tienen sistemas de alcantarillado y son desalojados directamente a los ríos y quebradas más cercanas.

Mapa 1 Límites del Cantón Oña



Fuente (Autores. 2022).

Los límites políticos del cantón Oña: al Norte: Cantón Nabón, al Sur y Este: Cantón Yacuambi, al Oeste: Cantón Saraguro como se observa en el mapa 1

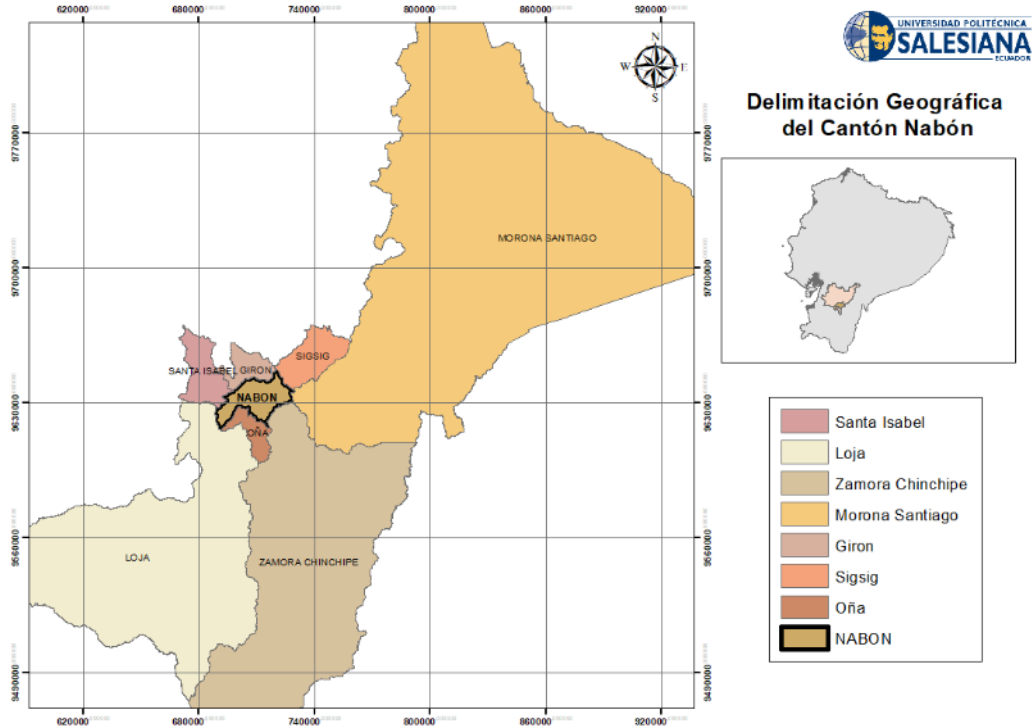
Cantón Nabón

Con 15.892 habitantes posee 15 juntas de agua: JAAP Puca Grande, JAAP Cochapata Las Lajas Tranca, JAAP Cochapata Las Lajas Pichil, JAAP El Progreso Centro, JAAP Cochaseca, JAAP Yacudel, JAAP Zhiña Animas, JAAP Zhiña Pucunla, JAAP Zhiña Campamento, JAAP Las Nieves Centro, JAAP La Paz, JAAP Huasicashca, JAAP Camara, JAAP Chuilla y JAAP Charcay.

El cantón Nabón se encuentra en una zona de montaña, cuyo macro relieve corresponde fundamentalmente a áreas de cordillera (98.42 %) y serranía (1.58 %). El Meso relieve lo componen Cornisas, Cuestas, Gargantas, Relieves Montañosos y Vertientes. Los usos de suelo

predominantes corresponden a vegetación arbustiva y herbácea, seguida de tierras agropecuarias y bosque. (Pydlos, 2019).

Mapa 2 Límites del Cantón Nabón



Fuente (Autores. 2022).

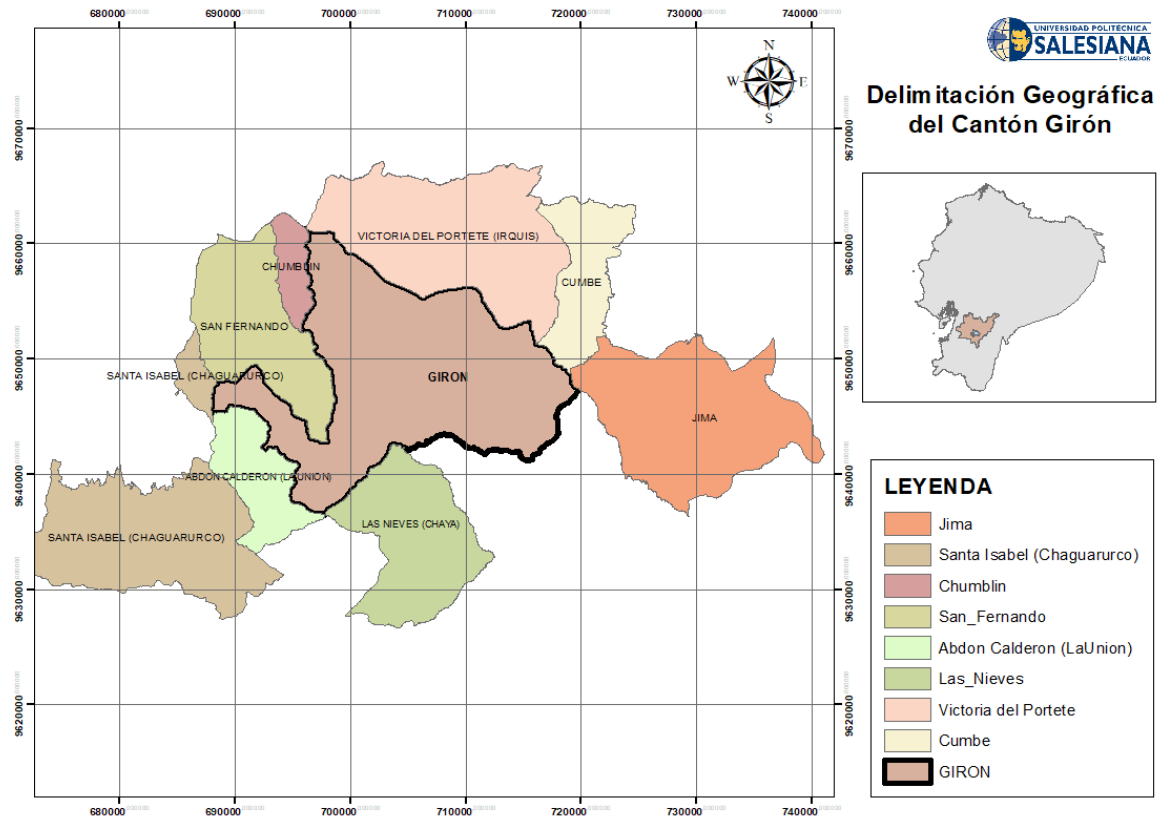
Como se observa en el mapa 2 los límites políticos del cantón Nabón: Al Norte: con Girón y Sigsig, al este con Gualaquiza y Yacuambi (Zamora Chinchipe). Al Sur con Oña y por el oeste con Saraguro (Loja), Santa Isabel y Girón.

Catón Girón

Con 12,607 habitantes posee 5 juntas de agua potable: JAAP Masta Chico, JAAP Portete Grande, JAAP Pucucari, JAAP Santa Teresita y JAAP Cooperativa Lentaj.

El cantón Girón se divide en tres parroquias: Girón, San Gerardo y La Asunción. Girón es la parroquia urbana donde se encuentra la cabecera cantonal que lleva el mismo nombre. El cantón Girón Cuenta con 49 comunidades distribuidas de la siguiente manera: 26 en la parroquia Girón, 16 en la parroquia Asunción y 7 comunidades en la parroquia San Gerardo (José Miguel Uzhca et al., 2019).

Mapa 3 Límites del Cantón Girón.



Fuente (Autores, 2022).

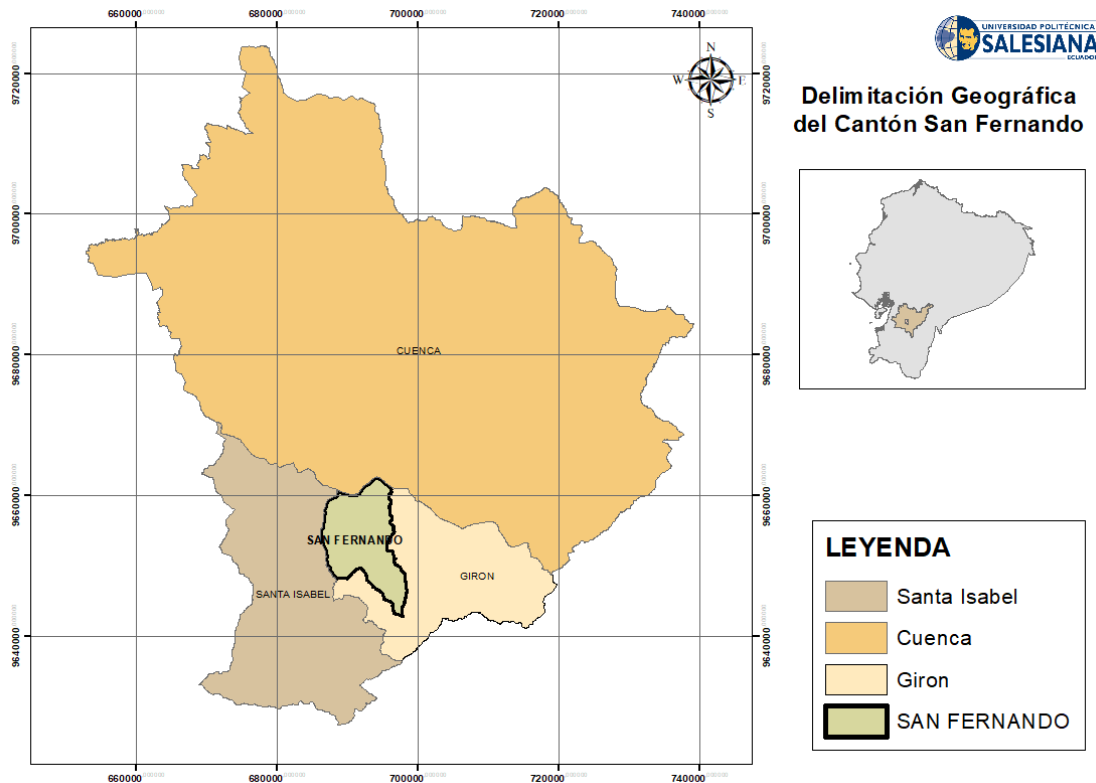
En el mapa 3 podemos describir los límites del Cantón Girón Al Norte: Las Parroquias Victoria del Portete y Cumbe. Al Este: La Parroquia Jima, Al Sur: La Parroquia Las Nieves, perteneciente al Cantón Nabón, y la Parroquia Abdón Calderón (La Unión) del Cantón Santa Isabel. Al Oeste: Cantón San Fernando, con la parroquia Santa Isabel.

Cantón San Fernando

Con 3.993 habitantes posee 4 juntas de agua: JAAP María Auxiliadora, JAAP San Vicente, JAAP Yanacocha y JAAP Pechopaqui.

El Cantón San Fernando limita al Norte con el Cantón Cuenca, al Sur y al Este con el Cantón Girón, al oeste con el Cantón Santa Isabel se divide en dos parroquias: La parroquia San Fernando, dentro de la cual se ubica la cabecera Cantonal y la parroquia rural Chumblín (GAD Cantón San Fernando, 2019).

Mapa 4 Límites del Cantón San Fernando



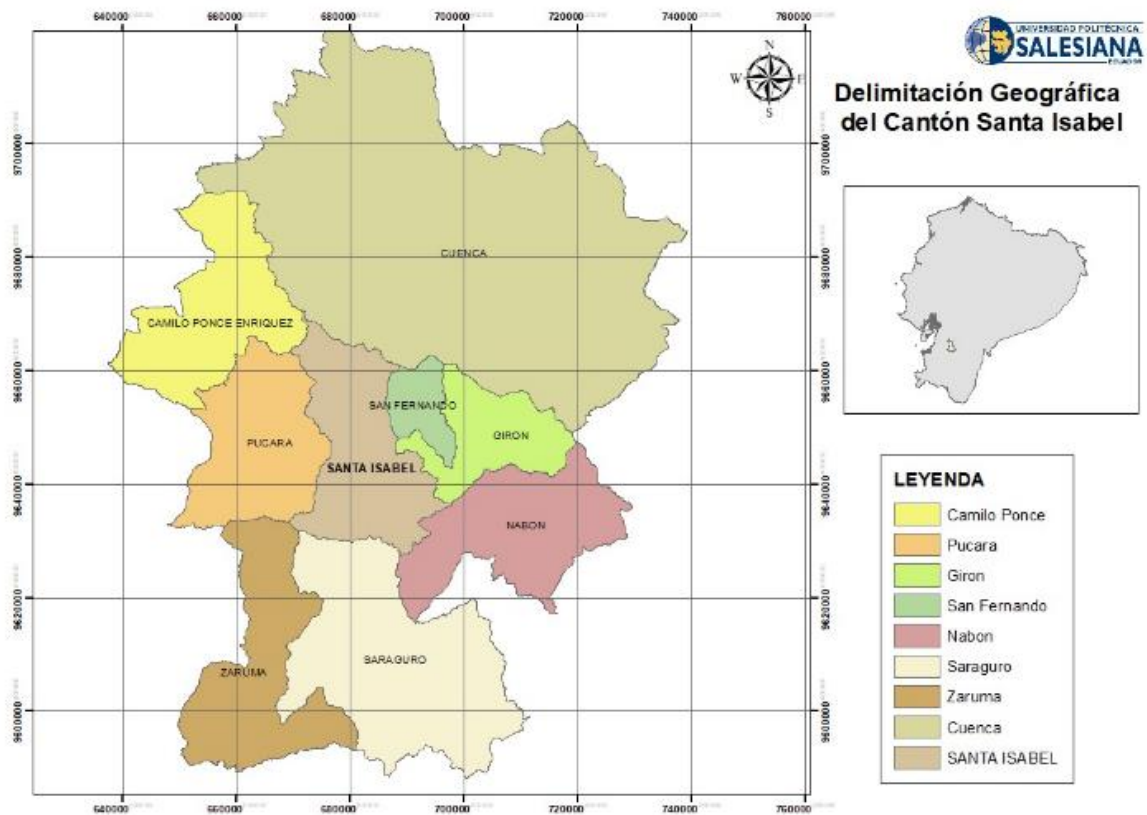
Fuente (Autores, 2022).

En el mapa 4 podemos ver los límites del cantón San Fernando. Al Norte: Cantón Cuenca, al Sur y al Este con el Cantón Girón, al oeste con el Cantón Santa Isabel.

Cantón Santa Isabel

Con 18,393 habitantes posee 8 Juntas Administradoras de Agua Potable (JAAP), JAAP Puente Loma, JAAP Abdón Calderón, JAAP Pillacajas, JAAP Jubones, JAAP Dandán, JAAP Sulupali Chico, JAAP Quillosisa y JAAP Sulupali Grande. Este cantón pertenece a la provincia del Azuay y se encuentra ubicado al sur del Ecuador, en la cuenca alta y media del río Jubones. Conformado por el centro cantonal denominado Santa Isabel y por las parroquias rurales: Abdón Calderón, Shagli, El Carmen de Pilijí y San Salvador de Cañaribamba.

Mapa 5 Límites del Cantón Santa Isabel.



Fuente (Autores,2022).

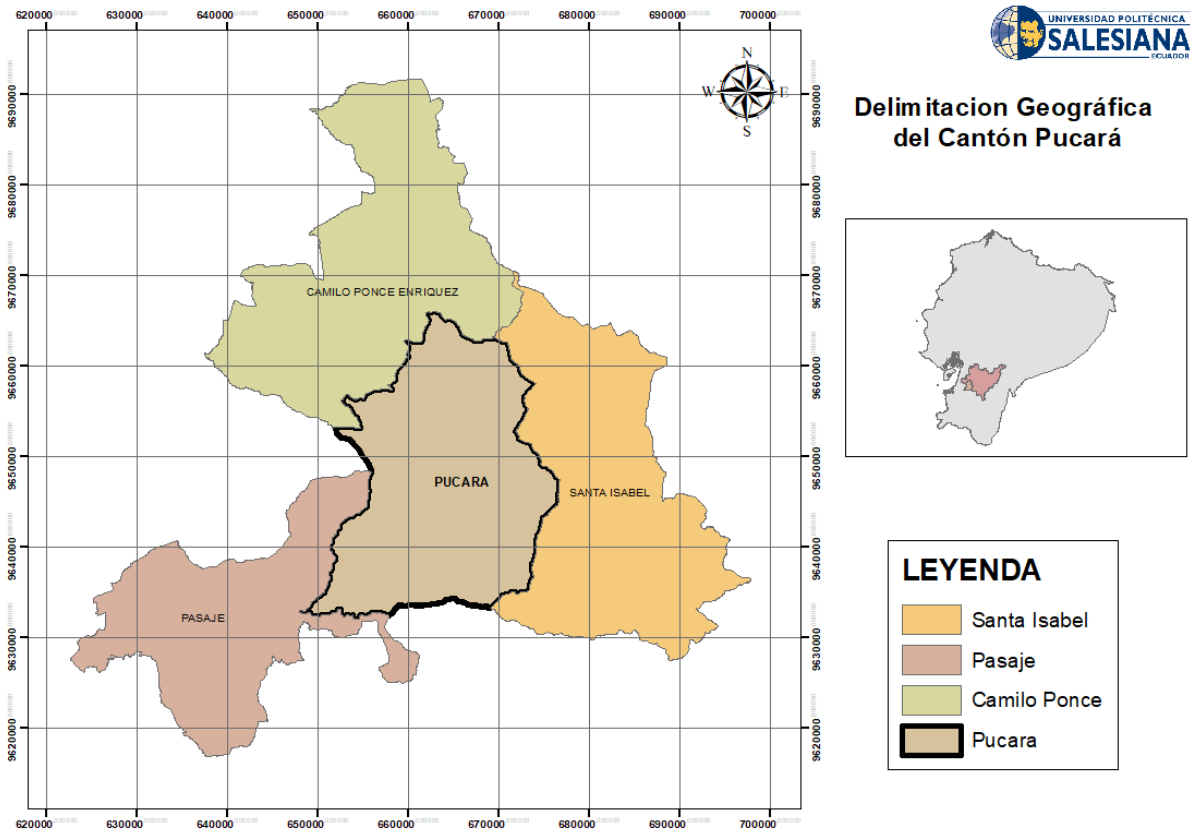
Está limitada al norte con el Cantón Cuenca y Balao de la provincia del Guayas, al sur con el cantón Zaruma de la provincia de El Oro, Saraguro de la provincia de Loja y Nabón, al este con los cantones San Fernando, Girón y Nabón y al oeste con el cantón Pucará y Balao de la provincia del Guayas. (Vinicio Ortega et al., 2021).

Su altitud va desde los 1 00 msnm a los 4 000 msnm; presenta temperaturas desde los 8 ° a los 24° C, disponiendo de una gran variedad de biomasa. La geomorfología del cantón está relacionada con las estribaciones del nudo del Portete, el territorio presenta mayores elevaciones a l noreste que descienden hacia el oeste, formando un relieve muy irregular con la presencia de ríos y quebradas.(Vinicio Ortega et al., 2021).

Cantón Pucará.

Con 10.052 habitantes posee 4 juntas de agua: JAAP Tendales, JAAP Vivar Bajo, JAAP San Sebastián y JAAP Pindo.

Mapa 6 Límites del Cantón Pucará



Fuente (Autores,2022).

En el mapa 6. Podemos ver los límites del cantón Pucará Limita al Norte con el cantón Camilo Ponce Enríquez, al Sur y Oeste con el cantón Pasaje y al Este con el cantón Santa Isabel.

1.2.2 Temporal

La presente investigación surge de la necesidad por conocer la verdadera calidad del agua que ingieren día a día los habitantes de esta parte de la provincia, con el propósito de identificar cuáles son los cantones y específicamente las juntas de tratamiento de agua potable con mayor contaminación por microplásticos, estudios que han sido reiteradamente requeridos y apoyados por las mismas autoridades y habitantes durante el desarrollo del muestreo.

1.2.3 Académico

Por otra parte, la investigación contribuye a ampliar los datos sobre la contaminación por microplásticos en estos cantones para que puedan contrastarlos con otros estudios similares y analizar posibles variantes como niveles socioeconómicos, distancias a asentamientos poblados, cercanía a zonas agropecuarias o de turismo, entre otras. La investigación es viable ya que contamos con los recursos y equipos necesarios para su realización.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Evaluar el nivel de contaminación por microplásticos en agua de consumo humano procedente de las juntas de Agua de los cantones: Oña, Nabón, Girón, San Fernando, Santa Isabel, Pucará y Camilo Ponce Enríquez.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Seleccionar los puntos de muestreo en las juntas de agua de: Oña, Nabón, Girón, San Fernando, Santa Isabel, Pucará y Camilo Ponce Enríquez mediante la georreferenciación
- Identificar los posibles riesgos de contaminación por microplásticos mediante el levantamiento de información antropogénica.
- Registrar la información obtenidas de las Juntas de agua de los cantones: Oña, Nabón, Girón, San Fernando, Santa Isabel, Pucará y Camilo Ponce Enríquez mediante fichas de inspección sanitaria.
- Analizar los parámetros físicos químicos para evaluar la presencia de contaminación por microplásticos.
- Determinar el nivel de contaminación de microplásticos mediante la interpretación y tabulación de datos estadísticos.

CAPITULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Plásticos

El plástico es un material que posee características atractivas para diferentes actividades, proviene de productos naturales, de la celulosa, carbón y gas natural su fabricación permite que sea fácilmente moldeado, prensado y procesado, su origen viene de la polimerización de monómeros orgánicos que se consiguen del petróleo. Está presente en diferentes formas como: fibras, laminas, cajas, tubos y algunos otros productos.

Plastics Europe (2016) describe que en la actualidad el plástico es uno de los materiales más versátiles del mercado. Es importante tomar en cuenta que la única fuente de plástico es la actividad antrópica es decir es la única fuente (Álvarez, 2020).

2.2 Tipos de Plásticos

Crawford y Butterworth-Heinemann (1999, como se citó en Álvarez, 2020) menciona que “los plásticos se pueden clasificar de algunas maneras, una de ellas, la clasificación de Crawford que se fundamenta encada una de las propiedades que más se destacan desde el punto de vista de aplicación y el diseño” (p, 25).

Otra clasificación que se puede mencionar es en el lugar que se encuentran, como por ejemplo el PET que es el Tereftalato de polietileno y se lo localiza en botellas, el PVC (Policloruro de vinilo) que está presente en tubos y cañerías (Ramírez, 2018).

Los plásticos se los puede dividir en; termoplásticos los cuales cuando se calientan sus componentes se pueden moldear; los termoestables no pueden volver a moldearse tras su formación. Los más comunes en encontrarse en la vida cotidiana son: el polietileno (PE), el polipropileno (PP), el tereftalato de polietileno (PET), el cloruro de polivinilo (PVC) y el poliestireno (PS) (Infinitia, 2021).

2.3 Degradación de los Plásticos

Se conoce como degradación de plásticos a los cambios químicos en la estructura de los polímeros en su peso molecular y sus grupos funcionales que contienen oxígeno reduciéndose y debilitando la integridad mecánica. La hidrólisis que es la reacción del agua también aporta a la degradación de plásticos; los organismos vivos por lo general los microbios también contribuyen a la degradación tomando este proceso como biodegradación (Álvarez, 2020).

2.4 Microplásticos

Actualmente no existe una definición despejada de qué son los microplásticos ya que no hay un consenso sobre los tamaños de estos materiales. Se considera que los microplásticos comprenden un tamaño inferior a 5 mm (Rojo-Nieto & Montoto, 2017).

Kumar (2019) menciona que “en el medio ambiente hay dos tipos de microplásticos: los primarios que son los materiales manufacturados con tamaños microscópicos que por lo general son comercializados y los secundarios que provienen de otros materiales plásticos (Correa, 2020).

Investigaciones recientes manifiestan que otra manera de contaminar el medio ambiente es con la presencia de microplásticos que miden menos de 1 milímetro. Estas partículas son capaces de llegar a las diferentes fuentes de agua debido a la degradación de los plásticos, desprendimiento de fibras por el lavado de prendas textiles o por el uso cotidiano de artículos que contienen pequeñas esferas de plásticos (Ramírez, 2018).

Los microplásticos (MPs) hoy en día representan un reto importante para los diferentes campos de las ciencias ambientales puesto que ahora se los categoriza como contaminantes emergentes por su interacción con el ambiente. A todo esto, se le suma el uso indiscriminado de plásticos y las malas prácticas. Los MPs en la actualidad se los puede encontrar en todas las partes del planeta, desde los suelos, aire, organismos, agua quebradas, ríos, alimentos, bebidas y sobre todo en los océanos como el ártico y glaciares montañosos (Castañeta et al., 2020).

2.4.1 Fuentes de Microplásticos

Una de las principales fuentes de microplásticos puede ser la basura plástica que está expuesta a condiciones climatológicas extremas que permite que este tipo de residuos se fragmenten y se formen los microplásticos. El uso de producto que utilizamos a diario para fines personales, el lavado de ropa que expulsa fibras sintéticas, la degradación de neumáticos por el constante uso, pinturas que se utilizan en varias actividades, el desgaste de neumáticos y partículas que quedan en las aceras, pinturas, etc. Se consideran fuentes de microplásticos (Sota, 2019).

2.4.2 Composición de Microplásticos

Wagner & Lambert (2018, como se citó en Correa, 2020) mencionan que existen 6 principales polímeros que componen a los microplásticos, polietileno (PE), polipropileno (PP) y poliestireno expandido (PS) cloruro de polivinilo (PVC), poliamida (PA), nylon y polietileno tereftalato (PET)". Cada uno de estos con sus respectivas características para sus diferentes aplicaciones.

2.4.3 Clasificación de Microplásticos

2.4.3.1 Clasificación de Microplásticos Según su Fuente

Rojo Nieto & Montoto (2017, como se citó en Chávez, 2019) menciona que “para los microplásticos existen dos tipos de denominaciones

Microplásticos Primarios la principal característica de estas partículas es que son microscópicas (< 500µm) pueden estar presentes en: medicamentos, cosméticos e impresiones 3D. Otro tipo de microplásticos primarios son los pellets partículas de tamaño de (2-5 mm). La presencia de estas partículas puede llegar a los océanos a través de la circulación en la red de alcantarillado y como consecuencia traer graves complicaciones ambientales (Chavéz, 2019)

Microplásticos Secundarios Rojo Nieto & Montoto (2017), describen a este tipo de microplásticos como partícula que se exponen a condiciones externas, un ejemplo de ello es la exposición a la radiación solar. Estos microplásticos provienen de la fragmentación de los

microplásticos primarios y de la fragmentación de plásticos mayores y son degradados por diferentes procesos químicos, biológicos y físicos (Chavéz, 2019).

2.4.3.2 Clasificación de Microplásticos Según sus Características

Tamaño. Una de las características particulares es el tamaño de los microplásticos ya que mediante ello conoceremos el grupo de organismo y al rango que pertenece.

Forma. Tomando en cuenta la procedencia de los microplásticos su forma puede ser: fragmentos, filamentos, películas, espumas y gránulos. El investigador puede otorgar la forma más conveniente según la metodología que esté utilizando en su investigación.

Los microplásticos primarios pueden presentarse de forma cilíndrica o disco

Los microplásticos secundarios pueden ser: films, filamentos, fragmentos o espumas

2.4.4 Emisión de Microplásticos

Por lo general estas partículas no son removidas en las plantas de tratamiento de agua potable debido a su flotabilidad y pequeño tamaño, por lo que se son enviadas directamente a las diferentes fuentes de agua potable (Sarria-Villa & Gallo-Corredor, 2016).

2.4.5 Fragmentación de Plásticos

Ya que los plásticos están expuestos a la fotodegradación UV, acciones de microorganismos, y la fragmentación de los textiles sintéticos libera grandes cantidades de fibras. Según un estudio de Browne et al. (2011) un solo lavado de alguna prenda textil es capaz de desprender 1900 fibras de microplásticos que pueden llegar a las diferentes fuentes de agua. Galafassi, Nizzetto, & Volta (2019), afirma que “la fragmentación de la basura que se encuentra a la intemperie también aporta a la formación de microplásticos” (Chavéz, 2019).

2.4.6 Degradación de los Microplásticos

Eubeler & Knepper (2009) describió que para que los microplásticos se degraden se requiere de mucho tiempo ya que son altamente resistentes frente a diferentes actividades ambiente. Cuando los polímeros se degradan estos llegan a convertirse en moléculas más pequeñas

Los procesos que intervienen en la degradación de microplásticos son: degradación física, foto degradación, degradación, mecánica y química, biodegradación.

2.4.6.1 Degradación Mecánica de Microplásticos. Kooi & Koelmans (2018, como se citó en Edison Balarezo, 2021)El polímero se envejece por las condiciones del medio ambiente, uno de los factores que intervienen en este tipo de degradación es la exposición al sol y como respuesta a esto el polímero cambia sus propiedades presentándose más frágil y disminuyendo su tamaño.

2.4.6.2 Degradación Física y Química de Microplásticos. En la degradación física de microplásticos intervienen algunos procesos de secado.

2.4.10 Toxicología de los Microplásticos

La absorción de microplásticos implica la presencia de compuesto químicos en el tracto digestivo; como los aditivos que son la mezcla de productos químicos que se le agregan a los plásticos en su fabricación, Otra manera es la absorción de los COP que están presentes como limaduras de plástico (Ruiz, 2021).

Un estudio que se llevó a cabo en el año 2014 tuvo en cuenta la capacidad de absorción intestinal de los organismos de sangre fría y de sangre caliente; obteniendo como resultado que mayor capacidad de adsorción tienen los organismos de sangre caliente por lo que estos son más vulnerables a sufrir los efectos toxicológicos (Ruiz, 2021).

2.4.11 Microplásticos en el Agua Potable

Es necesario percibir cómo estas partículas se comportarán, durante los procesos en las plantas de tratamiento del agua potable. Este tipo de micropartículas por ser estables su duración puede ser permanente en el agua, conocer los efectos toxicológicos producidos por los microplásticos considerados como contaminantes emergentes a pesar de su microscópico tamaño y su respectiva densidad, (Baiwen et al., 2019).

Los microplásticos están presentes gradualmente en los diferentes cuerpos de agua y pueden portar sustancias químicas, se les acredita graves problemas no solo al ambiente sino a la salud pública (Baiwen et al., 2019).

Todavía no existen niveles de microplásticos para saber cuándo estos son tóxicos sin embargo estos han llevado a alterar los niveles hormonales. En algunas especies marinas han provocado la muerte por la bioacumulación de este tipo de partículas (Ruiz, 2021).

2.4.12 Flotabilidad de los Microplásticos en el Agua

Para poder definir la flotabilidad de los microplásticos tomamos en cuenta la densidad del agua y de cada microplásticos ya que, dependiendo de esto, este tipo de partículas tienden a sedimentarse o a flotar. La densidad máxima que puede alcanzar el agua que es de 1g/cm^3 entonces en el caso de que el microplástico presente una densidad mayor este tendería a sedimentarse y si el microplásticos presentarían densidades inferiores a este valor, flotarían (Marín et al., 2019).

Tabla 1 Densidades de Algunos Materiales de Plásticos Generadores de Microplásticos

DENSIDAD DE MATERIALES PLÁSTICOS GENERADORES DE MICROPLÁSTICOS POR DEGRADACIÓN.	
CATEGORÍAS O TIPOS	DENSIDAD ESPECIFICA (G/CC)
Polietileno	0,91 - 0,94
Polipropileno	0,90 - 0,92
Poliestireno	1,04 - 1,09
Poliamida o nylon	1,13 - 1,15
Resina de Poliéster	>1,35
Acetato de celulosa	1,22 - 1,24

Fuente: (Marín et al., 2019).

2.4.13 Análisis de Microplásticos en el Agua Potable

Hasta la fecha no existe algún método estandarizado para poder analizar los microplásticos presentes en el agua potable, pero se opta por hacer comparaciones entre las diferentes metodologías y técnicas que se han empleado debido a que el muestreo, algunos factores y el análisis son particulares de cada investigación ya que los datos influyen en la representatividad de los resultados. Estos análisis dependen del autor, de la literatura y sobre todo el enfoque de la muestra, hasta el momento solo existen estudios basados en el océano, los estudios en agua dulce,

lagunas, ríos y agua potable son deficientes por lo tanto se carece de información detallada y los procedimientos que podamos seguir (Ruiz, 2021).

Los análisis de microplásticos en el agua potable son relativamente nuevos, actualmente se utilizan metodologías analíticas, de detección, técnicas de cuantificación e identificación se encuentran en una etapa de desarrollo, El método de filtración se basa en pasar cierta cantidad de agua por un filtro de nylon (Álvarez, 2020).

2.4.14 Efectos de Microplásticos en los Seres Vivos

Investigaciones reflejan que se han encontrado una amplia gama de MPs en diferentes especies como en: patos, focas, gaviotas anfibias e incluso en seres humanos. El consumo de microplásticos causa efectos adversos a la salud de los seres vivos. Se conoce que los seres acuáticos se alimentan directamente de microplásticos y como consecuencia de esto sufren daños internos, intoxicación e incluso la muerte. Los MPs pueden acumularse en el sistema circulatorio, hígado, sistema digestivo generando diferentes lesiones y enfermedades. Las últimas investigaciones muestran que la ingesta de microplásticos pueden generar estrés y deterioro de energía en el cuerpo humano (Castañeta et al., 2020).

Las rutas principales para llegar al cuerpo humano son: contacto dérmico, Inhalación ya que se encuentran en la atmósfera y la ingestión por el consumo de alimentos que contienen y por el agua potable. Una apreciación refleja que anualmente una persona consume un intervalo de 39.000 hasta 52.000 MPs, esto va a depender del sexo y de la edad; a esto se le suma el consumo de agua de grifo que sería más o menos 4000 partículas de MPs, Hay que tener en cuenta que estas cifras son estimaciones (Castañeta et al., 2020).

2.4.15 Efectos de Microplásticos en la Salud Pública

Los MPs llegan al agua originando daños al ecosistema marítimo y de esta manera se incorpora en la cadena alimenticia en los diferentes eslabones. Las investigaciones reflejan que la ingesta de microplásticos por animales marinos es del 33% y en los ríos Goiana, Brasil (Possatto, 2011). y aves representan un 12.5% (Faure et al., 2015)

Una investigación realizada el 2019 en Australia demostró que en el intestino de los humanos hay presencia de microplásticos todavía no se puede saber a ciencia cierta el origen de los microplásticos en el cuerpo humano, este estudio se complica porque primero no existe la definición exacta de microplásticos (Lucio, 2019).

2.4.16 Contaminación Ambiental por Microplásticos y sus Riesgos

La contaminación por MPs se conoce que está distribuida en todo el planeta; se han encontrado partículas de microplásticos en aire, agua y tierra. La acumulación y fragmentación de microplásticos en los diferentes ecosistemas a nivel mundial; el consumo excesivo y la pésima administración de los residuos plásticos están causando graves impactos ambientales (Castañeta et al., 2020).

Rojo-Nieto & Montoto (2017) afirman que “el tema de la contaminación por microplásticos está en desarrollo y es poca la información que se tiene sobre sus efectos en los diferentes medios. Hay que tener en cuenta que la mayoría de investigaciones que se han realizado hasta las fechas se enfocan más en el medio marino, pero sin embargo se necesita recalcar el peligro que representan estas partículas para los seres vivos cuando están presentes en el ambiente, sobre todo en el agua potable. Los MPs pueden operar como vectores para combinados químicos, ya que pueden transportarse a distancias mayores.

2.4.17 Daños Ambientales por Microplásticos

GESAMP (2010) afirma que “los daños ocasionados por microplásticos son áreas de investigación nuevas, existe un elevado grado de incertidumbre en estos aspectos”. Pero se considera que pueden existir algunos daños como los siguientes.

2.4.17.1 Daño Ecológico el mayor impacto ecológico que se pueden generar los microplásticos son daños letales a animales y a plantas por la liberación de sus compuestos químicos

2.4.17.2 Daño Económico costos operativos para la eliminación de microplásticos en plantas de agua potable.

2.4.17.3 Daño Social sobre todo en la salud humana; en los ecosistemas reduciendo su valor paisajístico y estético.

2.18 Tratamiento de Microplásticos en el Agua Potable

En la actualidad los tratamientos con excelentes resultados que se utilizan para la remoción de microplásticos en el agua potable es la coagulación y las membranas de ultrafiltración (UF) (Baiwen et al., 2019).

Cunha et al., (2020) afirman que “Pese a que existe poca información de como eliminar los microplásticos del agua potable hoy en día existen algunas opciones como son: la filtración, la incineración, y la ozonificación. Una que llama la atención es el Nanorrevestimiento que se basa en la exposición de a una luz artificial el cual degrada el microplástico, pero estos métodos requieren mucha energía o generan subproductos no deseados (Correa, 2020).

2.19 Técnica para Determinar Contenido de Microplásticos

Las metodologías que se describen a continuación se caracterizan por ser sencillas y no generar residuos peligrosos durante su ejecución.

2.19.1 La espectroscopía FTIR

Una de las recientes técnicas para el estudio de microplásticos es la microespectroscopía de infrarrojo con transformada de Fourier (FTIRM). Esta técnica resulta de la combinación de la espectroscopía de infrarrojo (FTIR) con la microscopía óptica. Los resultados que se obtiene a través de esta técnica permiten identificar la naturaleza, la cuantificación e informar el estado bioquímico de las moléculas de la muestra que se está analizando (Barraza-Garza et al., 2013).

Los grupos funcionales de los compuestos orgánicos e inorgánicos suministran un espectro de reflexión de las bandas lo cual nos permite obtener la identificación y caracterización de la muestra. Las aplicaciones incluyen: polímeros y plásticos, ambiente productos farmacéuticos, entre otros (ISASA, 2022).

2.19.2 Tinción con Rojo Nilo

Se conoce como Rojo Nilo al colorante fluorescente que se lo ha utilizado en los últimos años en ensayos biológicos para teñir polímeros ya que posee una capacidad absorbente sobre la superficie de los plásticos y frente a otros colorantes es la mejor opción para identificar microplásticos (Calvo Sergio, 2020).

Debido a su naturaleza lipídica, permite obtener resultados en menor tiempo y con mayor exactitud, en ocasiones acompaña a pruebas moleculares que detectan la presencia de varios tipos de generadores de microplásticos (Santofimio, 2020).

Una de las maneras para detectar e identificar microplásticos es teñir las fibras de origen natural con rojo Nilo ya que este colorante tiene la capacidad de teñir partículas de origen sintético emitiendo fluorescencia, ciertos investigadores creen que posee la capacidad de teñir partículas de origen biogénico. Se cree que aparte que es una técnica fácil de emplear también es económica a comparación de otras (Fabara De la Paz, 2020).

2.5 Agua Potable

The Lima Consulting Group S.A. (2009) menciona que “el agua para que sea potable debe ser expuesta a diferentes procesos fisicoquímicos y así modificar su composición inicial, debe estar libre de microorganismos y parásitos y de esta manera ser apta para el consumo. Algunos tratamientos que se le aplican a este tipo de agua por lo general en Ecuador es: la cloración, y la filtración, en algunos lugares también utilizan la decantación y la que rara vez utilizan es la ionización puesto a que representa mayor costo” (Espitia, 2019).

2.5.1 Calidad del Agua Potable

Para poder lograr el bienestar de las personas es necesario contar con agua potable de excelente calidad y de esta manera mantener la salud y un buen desarrollo sostenible. Para esto es preciso tener idea de la exposición a microplásticos y contaminantes que acompañan a estas partículas (Villena, 2018).

2.5.2 Indicadores de Calidad del Agua

Para poder conocer la calidad del agua potable para consumo humano podemos contar con algunos indicadores físico químicos, estos indicadores en cada país sus valores permisibles son diferentes puesto que el tratamiento es diferente en cada región. o también intervienen las actividades naturales o antropogénicas (Espitia, 2019).

2.5.3 Parámetros Fisicoquímicos del Agua Potable

2.5.3.1 Conductividad.

Una idea de Ahumada y Contreras (2002) leída en una publicación de Graza y Quispe en (2015):

Al respecto “que la conductividad del agua es la capacidad que tiene para poder transmitir corriente eléctrica dependiendo de la temperatura y de la presencia de iones. Por lo general la conductividad del agua pura tiene una conductividad eléctrica muy baja.”(Espitia, 2019).

2.5.3.2 Turbidez

Ya que en el agua están presentes partículas en suspensión producidas por lodos, arcillas, metales, entre otros; se puede presentar la turbidez, que es una de las propiedades ópticas por la que se produce la dispersión y absorción de la luz. Para medir este parámetro se utiliza un turbidímetro y las unidades para poder expresarla son (UNT). Cada región tiene sus normativa para regular estos valores (Rodriguez & Tunaroz, 2018).

2.5.3.3 Temperatura

La temperatura es un parámetro físico que nos permite medir el calor y frío del agua. es una medida de la energía cinética media de las moléculas de agua

2.5.3.4 pH

Castillo (2009) menciona que” el Potencial de Hidrogeno conocido como pH se lo mide en escala de cero a catorce, dependiendo de esto se puede determinar si el agua es acida, neutra o básica; el pH del agua se lo conoce como logaritmo negativo de la concentración molar (Espitia, 2019).

2.6 Juntas Administradoras de Agua Potable (JAAP)

Las Junta Administradoras de Agua son las encargadas de realizar la gestión comunitaria del agua. Se encargan de autogestionar, ser autónomas, sin fines de lucro y autosostenerse. Procura proteger las fuentes de agua a través del trabajo comunitario y satisfacer las necesidades de las comunidades. Estas juntas poseen una organización donde intervienen usuarios o beneficiarios que se encargan de designar tareas para JAAP (Cañizares et al., 2017).

Una Junta está compuesto por: el presidente quien representa, dirige, preside las reuniones, controla el funcionamiento del sistema de tratamiento; secretario que se encarga de las actas de cada reunión; Tesorero su principal función recaudar y cobrar cualquier gasto; Vocales que apoyan a las decisiones del presidente y el operador que está pendiente del funcionamiento de la planta de tratamiento del agua potable (Cañizares et al., 2017).

2.7 Planta de Tratamiento de Agua Potable

2.7.1 Principales Unidades en una Planta de Tratamiento de Agua Potable

2.7.1.1 Coagulación- Flocculación

Llamamos coagulación a la desestabilización de las partículas coloidales las cuales se puedan remover mediante la adición de coagulantes, todo esto sucede en la mezcla rápida donde la finalidad de esta es establecer las concentraciones del coagulante y finalmente conocer el pH (Fernández & Tuso, 2020).

2.7.1.2 Sedimentación

Este proceso se encarga de remover las partículas suspendidas en el agua, para poder cumplir con este proceso se puede utilizar varios sedimentadores como, por ejemplo: los sedimentadores dinámicos que tratan las partículas con mayor concentración i los sedimentadores estáticos que sedimentan por gravedad (Fernández & Tuso, 2020).

2.7.1.3 Filtración

Por medio de material poroso se remueven partículas pequeñas, para este proceso por lo general se utiliza arena de sílice que se encarga de eliminar los flóculos que la coagulación no

puedo eliminar, también se puede utilizar filtros de carbón activado cuya función es eliminar sabores y olores del agua (Fernández & Tusó, 2020).

2.7.1.4 Desinfección

Por lo general es el último proceso que recibe el agua para poder eliminar los organismos patógenos que se considere que son infecciosos y que puede afectar a la salud de las personas que consumen estas aguas. Por lo general este proceso se utiliza lo que es cloro pero también existe la desinfección por ozono que tiene mejores resultados pero no se puede acceder fácilmente a este tipo de proceso por sus costos (Fernández & Tusó, 2020).

2.8 Marco Legal

El 11 de abril de 2022 fueron publicadas en el Registro Oficial Orgánico por parte de la Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA), nuevas normativas con el objetivo de mejorar la gestión, efectividad y el control técnico de calidad del agua potable. Nro. 011-2022 y la regulación Nro. 012-2022, que buscan incrementar la calidad del agua potable en todos los municipios y de esta manera disminuir las diferentes enfermedades que se pueden desarrollar por la calidad del agua (MAATE, 2022).

La Regulación 011, se encarga de establecer criterios técnicos con el fin de reducir pérdidas en el agua para consumo humano. Para esto operadores de municipios y Juntas Administradoras de Agua Potable (JAAP), deben presentar un plan de usos eficaz del uso del líquido vital. así como la aplicación de un programa de mejoras (MAATE, 2022).

La Regulación 012 se encarga de los lineamientos para el control a la calidad del agua en todos los ciclos del tratamiento de agua potable: captación, tratamiento y redes de distribución a domicilios. Para lo cual están sujetos al monitoreo y vigilancia de que se cumplan estos lineamientos, los cuales también deben estar prestos a el control preventivo que comprende las condiciones físico químicas y biológicas del agua sin tratar y operativo asegurar que el agua potable sea apta para que las personas puedan la puedan ingerir (MAATE, 2022).

Acuerdo Ministerial 097

En el Acuerdo Ministerial 097 se describen algunos Criterios que se toman en cuenta para la calidad de agua potable o aguas de consumo humano y uso doméstico.

En este acuerdo se presentan límites establecidos por la Norma INEN para poder alcanzar garantías en la calidad del agua para consumo humano.

Figura 1 Criterios de Calidad de Fuentes de Agua para Consumo Humano y Doméstico

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Arsénico	As	mg/l	0,1
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	1000
Bario	Ba	mg/l	1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro	CN ⁻²	mg/l	0,1
Cobre	Cu	mg/l	2
Color	Color real	Unidades de Platino □ Cobalto	75
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Fluoruro	F ⁻	mg/l	1,5
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	<4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	<2
Hierro total	Fe	mg/l	1,0
Mercurio	Hg	mg/l	0,006
Nitratos	NO ₃	mg/l	50,0
Nitritos	NO ₂	mg/l	0,2
Potencial Hidrógeno	pH	unidades de pH	6-9
Plomo	Pb	mg/l	0,01
Selenio	Se	mg/l	0,01
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	500
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,2
Turbiedad	unidades nefelométricas de turbiedad	UNT	100,0

Nota: Podrán usarse aguas con turbiedades y coliformes fecales ocasionales superiores a los indicados en esta Tabla, siempre y cuando las características de las aguas tratadas sean entregadas de acuerdo con la Norma INEN correspondiente.

Fuente. (Acuerdo Ministerial, 2019)

Norma Técnica ecuatoriana NTE INEN 1 108:2011. Cuarta Revisión Agua Potable, Requisitos.

En esta normativa se describe los requisitos que deben cumplir el agua para que se la considere potable caso contrario no estaría respetando los niveles que se establecen y no sería óptima para el consumo humano, en la siguiente figura se muestran los requisitos que se debe cumplir.

Figura 2 Requisitos establecidos que el Agua Potable debe Cumplir

PARAMETRO	UNIDAD	Límite máximo permitido
Características físicas		
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	---	no objetable
Sabor	---	no objetable
Inorgánicos		
Antimonio, Sb	mg/l	0,02
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	0,5
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros, CN ⁻	mg/l	0,07
Cloro libre residual*	mg/l	0,3 a 1,5 ¹⁾
Cobre, Cu	mg/l	2,0
Cromo, Cr (cromo total)	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	1,5
Manganeso, Mn	mg/l	0,4
Mercurio, Hg	mg/l	0,006
Níquel, Ni	mg/l	0,07
Nitratos, NO ₃	mg/l	50
Nitritos, NO ₂	mg/l	0,2
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Radiación total α *	Bq/l	0,1
Radiación total β **	Bq/l	1,0
Selenio, Se	mg/l	0,01
¹⁾ Es el rango en el que debe estar el cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos * Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: ²¹⁰ Po, ²²⁴ Ra, ²²⁶ Ra, ²³² Th, ²³⁴ U, ²³⁸ U, ²³⁹ Pu ** Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: ⁶⁰ Co, ⁸⁹ Sr, ⁹⁰ Sr, ¹²⁹ I, ¹³¹ I, ¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs, ²¹⁰ Pb, ²²⁸ Ra		

Fuente. (NTE INEN 1 108:2011, 2019).

CAPITULO III: METODOLOGÍA

Con el fin de cumplir con los objetivos planteados en la presente tesis, se debe desarrollar en 7 cantones de la provincia del Azuay, en los cuales se obtienen 123 muestras de agua extraídas en diferentes juntas administradoras de agua potable. Cada junta administradora debe ser georreferenciada y analizada a través de fichas técnicas con las que se obtiene información antropogénica.

En cada junta se toman 3 muestras de agua, en diferentes puntos, a las que se les mide los parámetros físico químicos (in situ) como: el pH, conductividad y turbidez; en el laboratorio las muestras son analizadas para evaluar la posible presencia de microplásticos.

Para la evaluación de la contaminación de los microplásticos en el agua potable se debe guiar en protocolo de muestreo, análisis e identificación de microplásticos del proyecto LIBERA el cual se llevó a cabo en España en el año 2019 (León-Muez et al., 2020).

3.1 Identificaciones del Área de Estudio

Los cantones a visitar para la toma de muestras son seis: Oña, Nabón, Girón, San Fernando, Santa Isabel y Pucará los cuales conforman la parte sur de la provincia del Azuay.

3.2 Planificación

Para la planificación se cuenta con la ayuda de los presidentes y operadores de cada junta administradora de agua. En el municipio de cada cantón se pueden facilitar los contactos de los presidentes y operadores. Con los mismos se puede organizar un cronograma de trabajo. Ver Anexo 1. Se debe escoger el orden de los cantones a visitar, en este caso primero Oña, luego el cantón Nabón, seguido del cantón Girón, San Fernando, Camilo Ponce Enríquez, Pucará y por último Santa Isabel. En el cantón Nabón se debe presentar una solicitud dirigida al Sr. alcalde Patricio Maldonado. Ver Anexo 1.

Para el cantón Santa Isabel se envía una solicitud dirigida al Ing. Johnny Ayora gerente general de la empresa de agua potable Santa Isabel (EMAPASI), en respuesta a nuestra solicitud contamos con la ayuda de la Ing. Cristina Ramón encargada del control de cada JAAP del cantón

Santa Isabel quien se encarga de acompañar a la visita de cada junta administradora de agua potable. Todo este proceso toma un período de tres meses: enero, febrero y marzo.

3.3 Cálculo De La Muestra

Para conocer cuantas muestras de agua se toma en las diferentes plantas de tratamiento de agua potable distribuidas en los 6 cantones y el estudio sea representativo, con un valor del 92% de confiabilidad, se utiliza la siguiente ecuación, que se emplea en poblaciones finitas.

$$n = \frac{NZ^2 pq}{d^2(N - 1) + Z^2 pq}$$

Donde:

p = proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia

q = proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno en estudio (1-p).

La suma de la p y la q siempre debe dar 1. Por ejemplo, si p= 0.8 q= 0.2

Z= valor obtenido de la distribución normal para un nivel de confianza del 92%

N = tamaño de la población

E= error de muestreo que puede oscilar entre 5% a 10% (0.05)

El tamaño de la población es 202, valor del número de plantas que pertenecen a las juntas administradoras de agua potable registradas hasta la presente fecha en los 6 cantones. Teniendo en cuenta que: N=202; Z=1,75111 por utilizar un nivel de confianza del 92%; p y q con valores iguales de 0.5 y E=0,05. Valores que, al reemplazar en la ecuación, debe resultar el número de muestras que para el caso son 122 muestras.

$$n = \frac{202 \times 1,75111^2 \times 0,5 \times 0,5}{0,05^2(202 - 1) + 1,75111^2 \times 0,5 \times 0,5}$$

$$n = 122$$

3.4 Georreferenciación

Para obtener las coordenadas y poder georreferenciar cada una de las juntas administradoras de agua potable (JAAP) se utiliza un GPS GARMIN, GREGON 550t y en ArcGIS se ubica cada junta en su respectivo mapa.

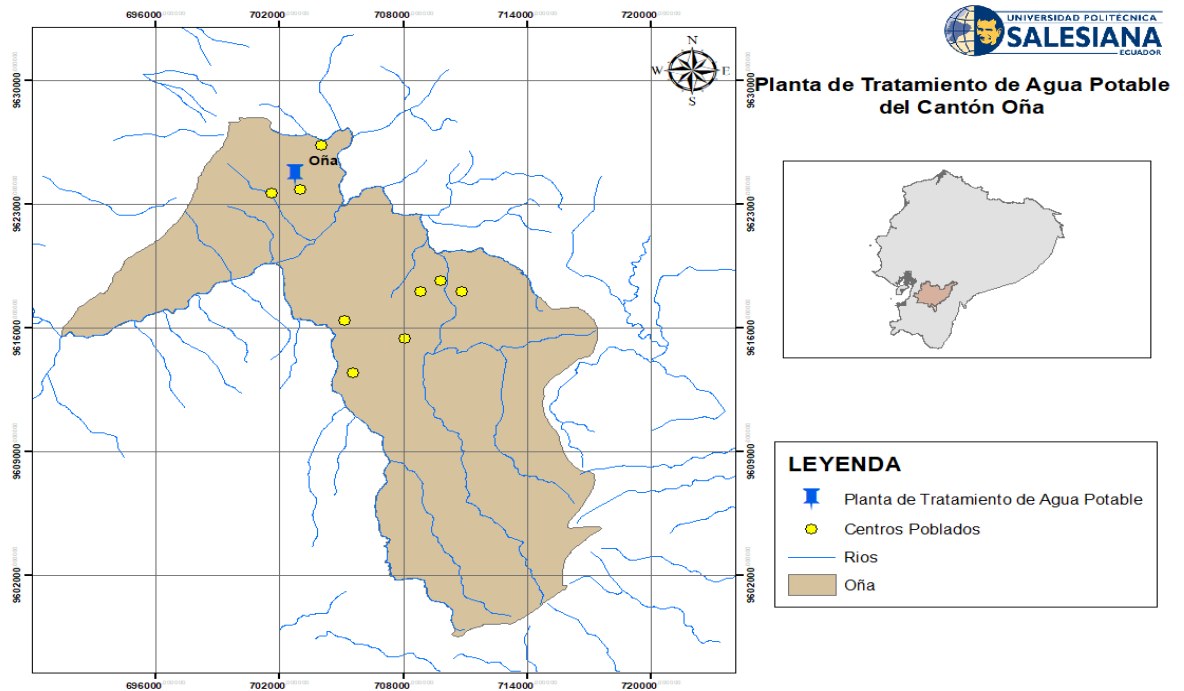
3.4.1 Coordenadas de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Oña

En la tabla 2 se describen las coordenadas de la única planta que se encuentra en este cantón y en el mapa 7 se señala el punto donde se ubica la planta de tratamiento de agua potable en el cantón Oña

Tabla 2 Coordenadas de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Oña

Nombre de la Planta de Tratamiento de Agua Potable	Coordenadas	
	X	Y
Regional Susudel	702757,3	9624678

Mapa 7 Ubicación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Oña



Fuente: Autores (2022).

3.4.2 Coordenadas de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Nabón

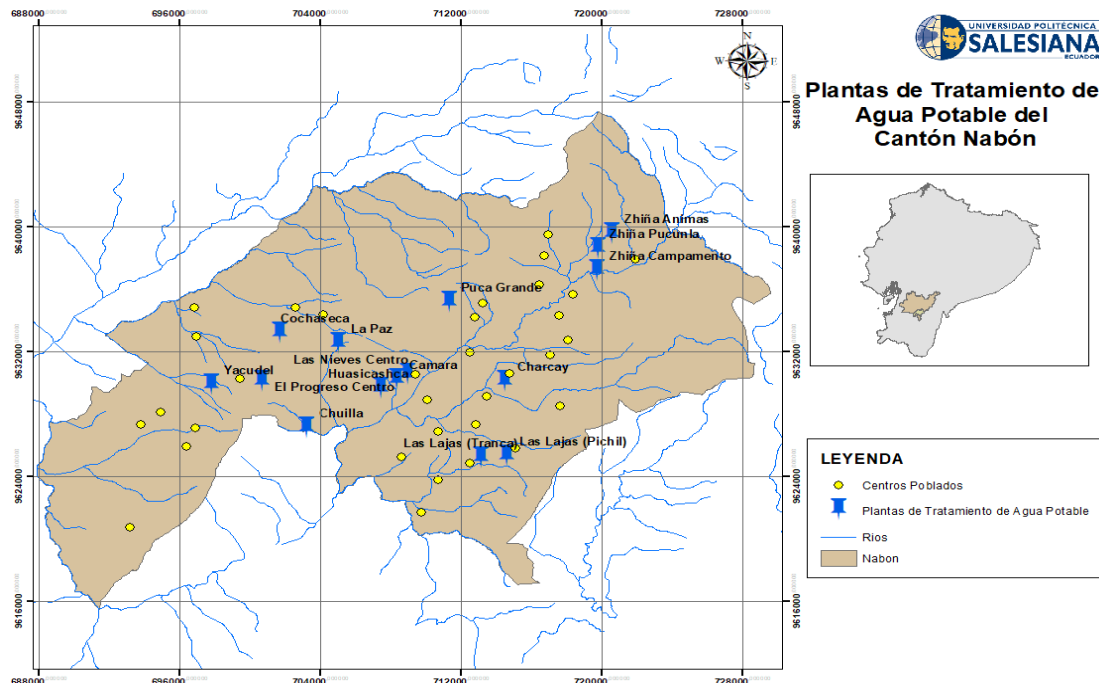
En la tabla 3 se describen las coordenadas que se obtiene de 15 plantas que se encuentran en el cantón Nabón y en el mapa 8 se observan los puntos donde se ubican las plantas de tratamiento de agua potable pertenecientes a cada JAAP.

Tabla 3 Coordenadas de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Nabón.

Nombre de la Planta de Tratamiento de Agua Potable	Coordenadas	
	X	Y
Puca Grande	711309	9635207
Cochapata Las Lajas (Tranca)	713112	9625216
Cochapata Las Lajas (Pichil)	714580	9625377
El Progreso Centro	700702	9630138
Cochaseca	701671	9633223
Yacudel	697821	9629915
Zhiña Animas	720535	9639572
Zhiña Pucunla	719739	9638633
Zhiña Campamento	719719	9637234
Las Nieves Centro	708944	9630589
La Paz	705005	9632580
Huasicashca	707432	9629683
Camara	708322	9630279
Chuilla	703208	9627175
Charcay	714487	9630164

Fuente: Autores (2022).

Mapa 8 Ubicación de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Nabón



Fuente: Autores (2022).

3.4.3 Coordenadas de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Girón

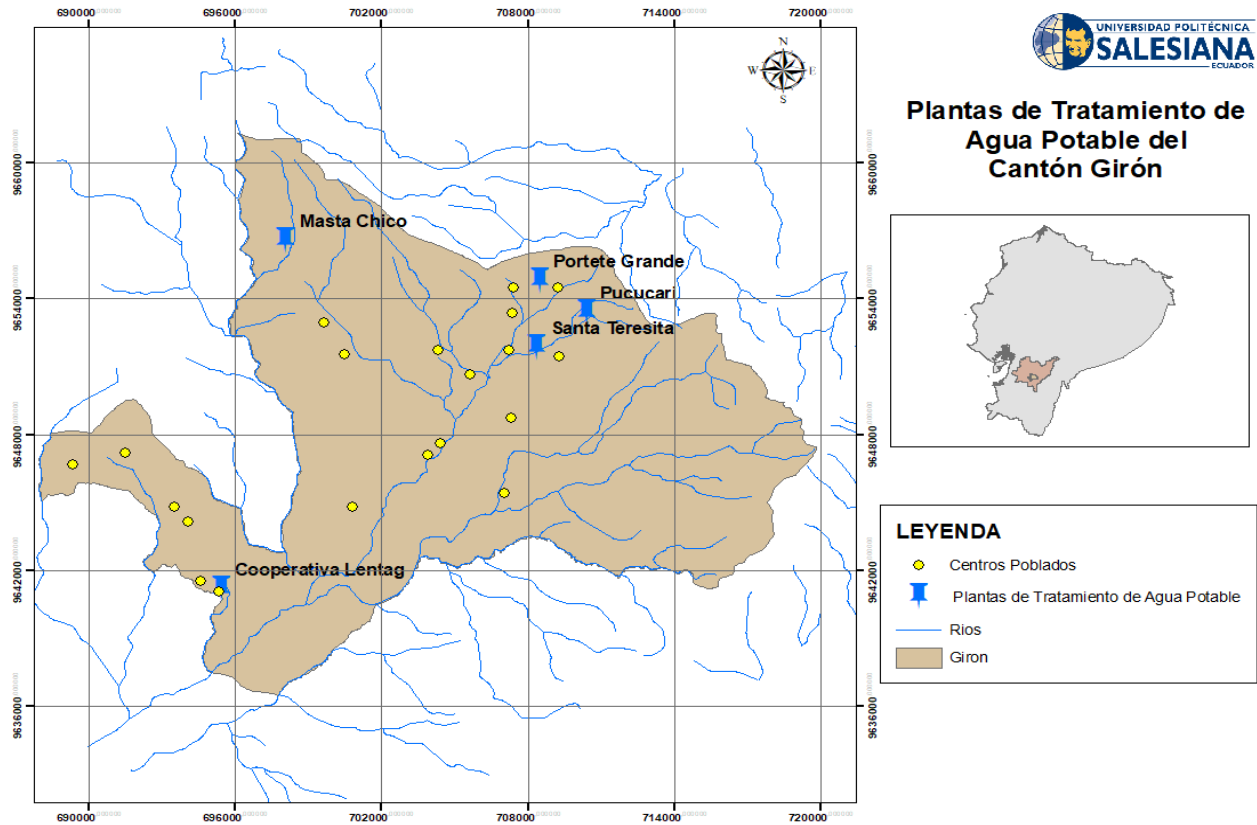
En la tabla 4 se describen las coordenadas que se obtiene de 5 plantas que se encuentran en el cantón Girón y en el mapa 9 se observan los puntos donde se ubican las plantas de tratamiento de agua potable pertenecientes a cada JAAP.

Tabla 4 Coordenadas de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Girón.

Nombre de la Planta de Tratamiento de Agua Potable	Coordenadas	
	X	Y
Masta Grande	698063	9656572
Portete Grande	708476	9654787
Pucucari	710397	9653427
Santa Teresita	708356	9651840
Cooperativa Lentaj	695441	9641175

Fuente: (Autores, 2022).

Mapa 9 Ubicación de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Girón



Fuente: (Autores,2022).

3.4.4 Coordenadas de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón San Fernando

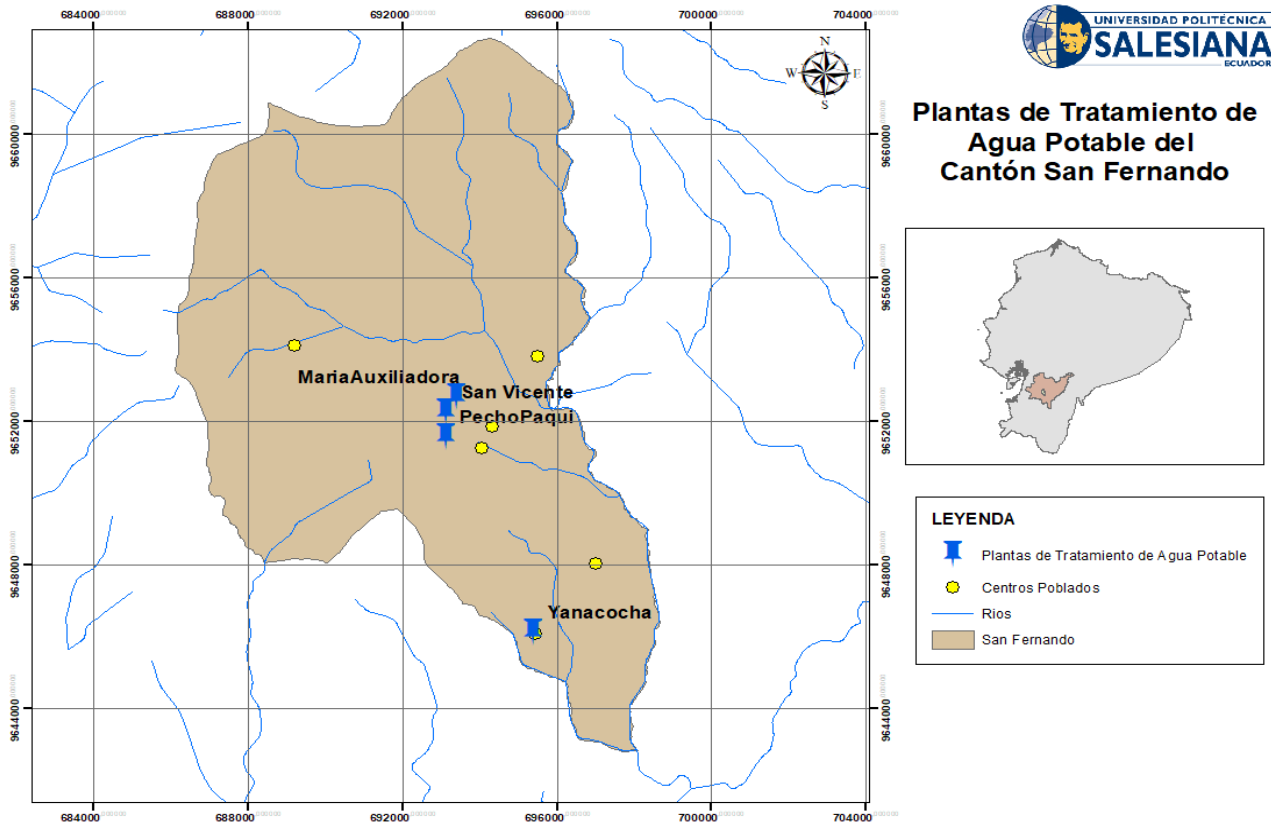
En la tabla 5 se describen las coordenadas que se obtienen de las 4 plantas que se encuentran en el cantón San Fernando y en el mapa 10 se observan los puntos donde se ubican las plantas de tratamiento de agua potable pertenecientes a cada JAAP.

Tabla 5 Coordenadas de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón San Fernando

Nombre de la Planta de Tratamiento de Agua Potable	Coordenadas	
	X	Y
María Auxiliadora	693401	9652695
San Vicente	693134	9652270
Yanacocha	695387	9646123
Pechopaqui	693130	9651588

Fuente: Autores (2022).

Mapa 10 Ubicación de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón San Fernando



Fuente: Autores (2022).

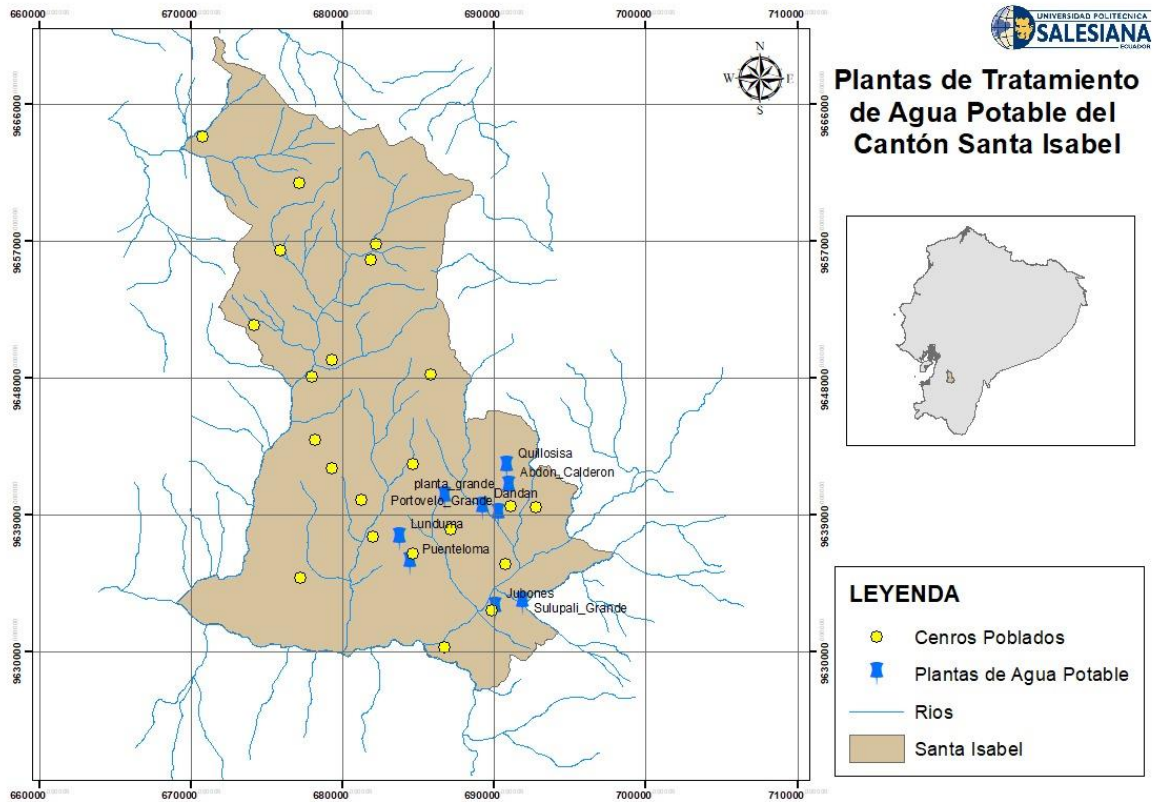
3.4.5 Coordenadas de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Santa Isabel

En la tabla 6 se describen las coordenadas que se obtienen de las 10 plantas que se encuentran en el cantón Santa Isabel y en el mapa 11 se observan los puntos donde se ubican las plantas de tratamiento de agua potable pertenecientes a cada JAAP.

Tabla 6 Coordenadas de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Santa Isabel

Nombre de la Planta de Tratamiento de Agua Potable	Coordenadas	
	X	Y
Planta Grande	686652	9640085
Puenteloma	684396	9635792
Abdón Calderón	690907	9640799
Pillcocaja	690758	9642093
Jubones	690017	9632843
Sulupali Grande	691820	9633191
Sulupali Chico	691815	9633189
Dandan	689151	9639418
Lunduma	683664	9637428
Portovelo Grande	690251	9638987

Mapa 11 Ubicación de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Santa Isabel



Fuente: Autores (2022).

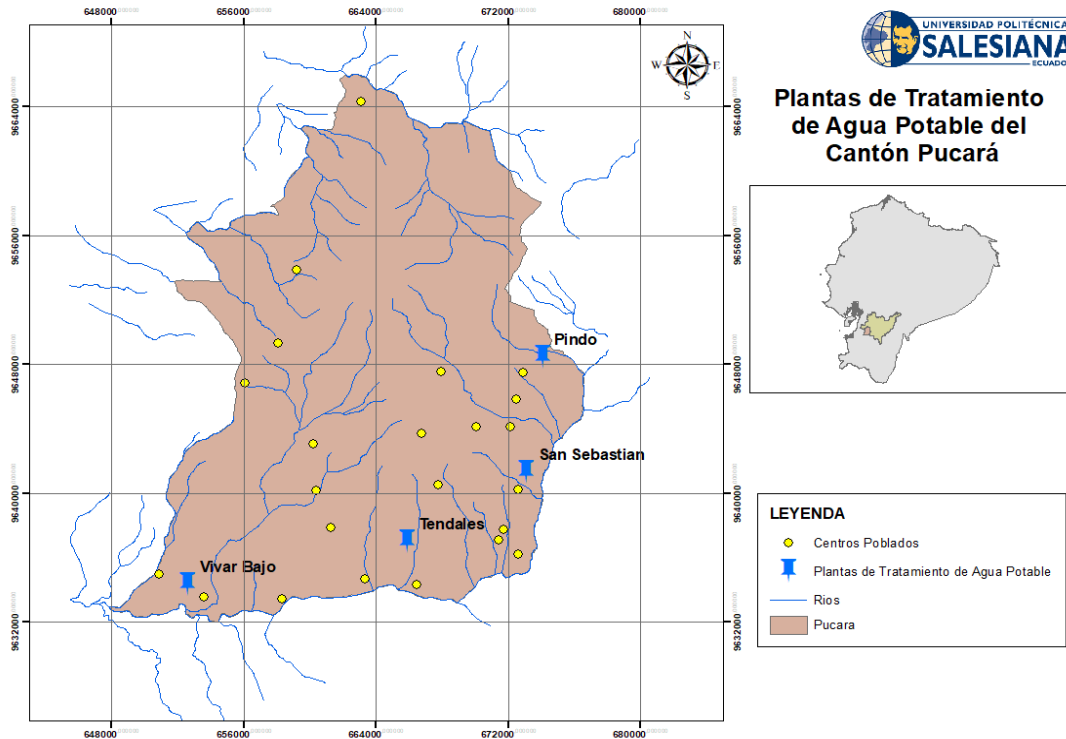
3.4.6 Coordenadas de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Pucará

En la tabla 7 se describen las coordenadas que se obtienen de las 4 plantas que se encuentran en el cantón Pucará y en el mapa 12 se observan los puntos donde se ubican las plantas de tratamiento de agua potable pertenecientes a cada JAAP.

Tabla 7 Coordenadas de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Pucará

Nombres de la Planta de Tratamiento de Agua Potable	Coordenadas	
	X	Y
Tendales	665879,93	9637028
Vivar Bajo	652597,82	9634330
San Sebastián	673129,53	9641315
Pindo	674082,03	9648458

Mapa 12 Ubicación de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Pucará



Fuente: Autores (2022).

3.5 Identificación de Riesgos del Área por Contaminación

Para la identificación de riesgos por contaminación de cada cantón se debe utilizar como principal herramienta la ficha técnica de información antropogénica Ver Anexo. En esta ficha se detalla las principales actividades económicas que se observa alrededor de cada JAAP. Datos relacionados con actividades agrícolas, ganaderas, propagación de plantas, silvicultura, extracción de madera, pesca y acuicultura, extracción de minas y canteras, extracción de minerales, otras actividades forestales y posibles fuentes que contribuyan a la contaminación de las fuentes de agua potable; dentro de la ficha se deben considerar ítems como: impactos visuales, riesgos presentes, entorno, meteorología, residuos.

3.5.1 Riesgos por Contaminación en el Cantón Oña

Según el censo del año 2010 la población de Oña es de 3583 habitantes, de los cuales 2395 pertenecen a la parroquia San Felipe de Oña (Urbana) y 1188 a la parroquia Susudel (Rural) (Murudumbay, 2019). La principal fuente de agua de este lugar es el río San Felipe de Oña. De acuerdo a los análisis se conoce que en el cantón Oña el 60,29% de sus habitantes se dedican principalmente a la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, la mayoría de su población se ubica en la parte rural de la zona (Murudumbay, 2019). Por lo que se considera que el uso de plaguicidas, accesorios de plásticos para pescar, uso de botellas y recipientes de plásticos, residuos como bolsas plásticas son los principales generadores de microplásticos y fuentes de contaminación de los cuerpos de agua del cantón, La situación meteorológica en Oña en el mes de enero época destinada a recolectar las muestras se cuenta con una temperatura promedio del aire 13°C, el promedio de la presión de aire 1014 hPa/mBar (761 mmHg), humedad del aire 83%, velocidad del viento de 3 m/s (con ráfagas de 3 m/s) (*White Light Sky*, 2022).

3.5.2 Riesgos por Contaminación en el Cantón Nabón

Nabón cuenta con 4 parroquias su población se ubica el 7.77% en el área urbana y el 93.3% en el área rural. Sus actividades principales son la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, estas actividades generan residuos plásticos tales como: bolsas plásticas, botellas y recipientes, accesorios para pesca. En el mes de enero y febrero de recolección de las muestras de agua se registra un promedio de temperatura, de 11°C, nubosidad y pequeñas lluvias. Presión de aire

1019 hPa/mBar (764 mmHg), velocidad del viento de 2 m/s (con ráfagas de 4 m/s) (*White Light Sky*, 2022).

3.5.3 Riesgos por Contaminación en el Cantón Girón

Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantonal de Girón Conteniendo Al Plan De Uso y Gestión Del Suelo Rural. El cantón Girón cuenta con 3 parroquias distribuidas de la siguiente manera: Girón con el 66.9%, Asunción con el 24,2% y San Gerardo con el 8.9%.

La principal actividad económica del cantón es la agricultura, que representa el 48,0%, Esta actividad genera contaminación al aire, agua y suelo por los recursos que utiliza. Los plásticos que se utilizan para la alimentación, las herramientas, los residuos como botellas, bolsas plásticas, recipientes resultantes de plaguicidas, fungicidas que son arrojados a las diferentes zonas y están expuestas a condiciones extremas como la exposición del sol y de la lluvia se considera que son las principales fuentes de microplásticos.

Las condiciones meteorológicas del cantón en el mes de febrero, mes donde se realiza el muestreo, se toma en cuenta la temperatura, la presión de aire, la velocidad del viento. Se obtiene un promedio de: temperatura del aire 25°C, nubes dispersas, pequeña lluvia, presión de aire 1013 hPa/mBar (760 mmHg), humedad del aire 56%, velocidad del viento de 3 m/s (con ráfagas de 4 m/s) (*White Light Sky*, 2022).

3.5.4 Riesgos por Contaminación en el Cantón San Fernando

En San Fernando constan 2 parroquias: San Fernando que representa el 84% y Chumblin 16%. El área urbana representa el 36.7% y el área rural el 63.3%. Las actividades económicas que se desarrollan son: actividades recreativas, agricultura, ganadería y pesca. En San Fernando la principal fuente de contaminación por microplásticos es el hombre, puesto que las personas que realizan turismo en este lugar se desprenden de sus residuos en cualquier orilla, quebrada o cualquier fuente de agua que les quede disponible. Los residuos plásticos resultantes de las actividades agrícolas también contribuyen a la contaminación por microplásticos ya que las personas que practican esta actividad, disponen de estos residuos en cualquier lugar. Las condiciones meteorológicas de San Fernando en el mes de febrero designado para la recolección de muestras oscila temperaturas alrededor de 18°, pequeñas lluvias, presión de aire 1011hPa/mBar

(780 , humedad que oscila entre el 64%, velocidad del viento de 2m/s (con ráfagas de 3 m/s) (*White Light Sky*, 2022).

3.5.5 Riesgos por Contaminación en el Cantón Santa Isabel

Santa Isabel es uno de los cantones más grandes de la provincia del Azuay, conformado por 4 parroquias: Santa Isabel, Abdón Calderón (La Unión), El Carmen de Pijilí y Shaglli. De acuerdo al PDOT el 39,4% de la población está ubicada en la zona urbana, mientras que el área rural predomina con el 60.6% (GAD Santa Isabel, 2020).

Alrededor del 70% de la Población se concentra en actividades como la agricultura, turismo y comercio siendo las principales fuentes de contaminación para las diferentes fuentes de agua, aire y suelo. Las condiciones meteorológicas promedio que presenta Santa Isabel en el mes de marzo son: temperatura del aire 22°, pequeña lluvia, presión de aire 1012 hPa/mBar (759 mmHg), humedad del aire 81%, velocidad del viento de 2 m/s (con ráfagas de 2 m/s) (*White Light Sky*, 2022).

3.5.6 Riesgos por Contaminación en el Cantón Pucará

En las zonas rurales del cantón Pucará se encuentra repartida la mayor concentración de población, dentro de las actividades productivas que aquí se desempeñan se encuentran la agricultura y la ganadería. Los pucareños tienen creencias especiales del lugar, consideran que el ambiente de la sierra es muy bueno para la salud, pero es poco productivo mientras que para la costa la producción es buena, pero pésima para la salud. Una de las actividades que sobresale es el turismo tanto por sus recursos naturales como culturales (GAD Pucará, 2020).

El mes de marzo es designado para realizar el muestreo donde se nota que la temperatura del aire oscila los 17°, presencia de nubes dispersas, pequeña lluvia, presión de aire 1013 hPa/mBar (760 mmHg), humedad del aire 72%, velocidad del viento de 3 m/s (con ráfagas de 4 m/s) (Pivokonsky et al., 2018) (*White Light Sky*, 2022).

3.6 Levantamiento De Información de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable

El manejo del recurso hídrico en los diferentes cantones del Azuay se lo hace a través de las Juntas Administradoras de Agua Potable (JAAP) mismas que los habitantes gestionan de forma autónoma, otra característica es que son sistemas sin fines de lucro (García & Nataly, 2020). Están

conformadas por plantas de tratamiento de agua potable donde la mayoría cumplen con una gestión autónoma adecuada.

Para obtener información de cada planta de tratamiento de agua se debe tomar en cuenta la ficha de Levantamiento de Información Sanitaria. Para poder verificar la información de las juntas de agua, se realiza una ficha de inspección sanitaria la cual contiene ítems como: tipo de fuente, tipo de tratamiento, capacidad de procesamiento, operación general de cada junta, infraestructura entre otras. Ver Anexo 6. Esta ficha permite ver qué tipo de tratamiento se da en cada junta, el tipo de fuente de donde llega el recurso hídrico, el estado, mantenimiento, gestión y algunas observaciones antropogénicas que se desarrollan y presentan en cada planta.

En total son 42 las juntas administradoras de agua potable a analizar.

3.6.1 Cantón Oña

El cantón Oña según datos del INEN cuenta con 3.583 habitantes. Para abastecerse del recurso hídrico en toda la zona se cuenta con una junta administradora de agua, La Junta Administradora de Agua Potable Regional Susudel.

3.6.1.1 Planta de tratamiento de Agua Potable Regional Susudel.

La planta de tratamiento de agua potable perteneciente a la junta Administradora de Agua Potable Regional Susudel, se encuentra ubicada dentro del sector E30001, sus coordenadas 702757,3 y 9624677,7. Inaugurada en el año 2019, capta agua de ríos, quebradas y vertientes, la planta se dedica a la purificación a través de 2 únicos procesos: la cloración y filtración, la distribución del recurso hídrico para cualquier tipo de uso sea doméstico o industrial se realiza por medio de tuberías, camiones o tanqueros. Aproximadamente son 55 usuarios registrados, es decir 55 familias con un promedio de 5 miembros que se benefician de la planta.

La planta de tratamiento se encuentra a la orilla de la Panamericana Sur por lo que se considera estar expuesta a una gran contaminación por los neumáticos de los automóviles que transitan todos los días y a toda hora por este lugar. Durante la visita a la planta no se pudo encontrar presencia de basura plástica de donde se desprendan microplásticos.

La población de Oña es muy pequeña y existen otros sistemas de agua de riego de donde obtienen el recurso hídrico por eso es que la planta abastece a todos los habitantes del cantón. Se considera que el origen de contaminación por microplásticos puede ser por las tuberías de PVC por donde se distribuye el agua, por la cisterna que almacena el cloro y por recipientes plásticos que se encuentran en la caceta de cloración.

Figura 3 Tuberías de PVC por donde circula el agua clorada.



Fuente: (Autores, 2022).

Figura 4 Conexiones de tuberías de PVC en el tanque de cloración.



Fuente: (Autores, 2022).

Figura 5 Cisterna de cloro y galones plásticos en la caseta de cloración.



Fuente: (Autores, 2022).

Posiblemente se pueden generar microplásticos por las cisternas que contienen la mezcla de cloro, las tuberías que son de PVC y los galones que son de plásticos que están almacenados en la caseta de cloración y llegar al agua potable de la planta.

3.6.2 Cantón Nabón

En el cantón Nabón según el último censo se registran 15.892 habitantes que se benefician aproximadamente de 54 juntas administrativas de agua. En el mes de febrero y marzo debido a las condiciones meteorológicas y al cronograma. Se pudo ingresar a 18 plantas de tratamiento de agua potable; a continuación, se detalla la situación de cada planta de tratamiento de agua potable perteneciente a diferentes juntas de agua potable del cantón Nabón.

3.6.2.1 Planta de tratamiento de Agua Potable Charcay

La JAAP Charcay se encuentra en Nabón Periférico sus coordenadas: 714487 y 9630164, constituida por una planta de tratamiento de agua potable donde se realizan únicamente el proceso de cloración. Esta planta abastece a aproximadamente 45 familias. Su fuente de entrada es una quebrada y un río.

Analizando los alrededores de la planta no se pudo encontrar residuos plásticos que logren generar microplásticos, esto puede ser ya que los miembros de la JAAP se encontraban realizando el mantenimiento y limpieza de la planta todas las semanas, pero si a 10 metros de la planta se encuentran viviendas las cuales pudieran aportar de manera directa a la contaminación por microplásticos, ya que alrededor de la planta existía residuos de fundas, envoltura, restos de artículos plásticos, animales alimentándose en recipientes de caucho lo cual expuestos a

condiciones externas meteorológicas como el sol y la lluvia y con ayuda del viento pueden llegar al tanque de la planta donde se almacena el agua potable, como se observa en la figura 4.

En el caso de la vivienda donde se toma la muestra de salida del agua, en la figura 5 se puede observar la presencia de artículos para la limpieza como: cepillos, baldes plásticos para recolectar agua, lavado de prendas sintéticas o la misma tubería de PVC los cuales pueden aportar a la contaminación del agua potable por microplásticos.

Figura 6 Presencia de residuos plásticos alrededor de la planta de tratamiento de agua potable.



Fuente: (Autores, 2022).

Figura 7 Presencia de artículos plásticos cerca de una llave de agua potable.



Fuente: (Autores, 2022).

3.6.2.2 Planta de tratamiento de Agua Potable Puca Grande

La Junta Administradora de agua potable del sector Puca Grande, constituida por una planta de tratamiento donde solo se realiza el proceso de cloración. La planta beneficia aproximadamente a 180 viviendas. Esta planta tiene dos años de funcionamiento, se encuentra a un kilómetro de la Panamericana Sur sus coordenadas: 711309; 9635207. Alrededor se pudo observar árboles y dos casas muy distantes ya que la planta se encuentra en la parte superior del sector de Puca Grande. Gracias al mantenimiento diario del señor operador no existen residuos plásticos cerca del tanque de reserva ni en la caseta de cloración; se considera que la única manera que pueda llegar microplásticos al agua potable es por las tuberías de PVC.

3.6.2.3 Planta de tratamiento de Agua Potable Cochapata Las Lajas (Tranca)

Figura 8 Planta de tratamiento de agua potable Tranca.



Fuente: (Autores, 2022).

Figura 9 Residuos plásticos cerca de la planta de tratamiento de agua potable Tranca (Autores, 2022).



Fuente: (Autores, 2022).

En el sector Cochapata se encuentra la planta de tratamiento de agua potable Tranca, esta planta realiza únicamente proceso de cloración diario, beneficia a aproximadamente 85 casas sus coordenadas son: 713112; 9625216. El mantenimiento de esta planta lo realizan dos veces por mes. Alrededor de la planta existen viviendas por lo que existe la presencia de residuos plásticos, tuberías a la intemperie, animales alimonándose como se observa en la figura 7, a 10 metros existe un pequeño invernadero cubierto con plástico transparente expuesto a condiciones meteorológicas como se muestra en la figura 6, lo que se considera son fuentes de contaminantes directos para el agua de esta planta.

3.6.2.4 Planta de tratamiento de Agua Potable Cochapata Las Lajas (Pichil)

En el sector Cochapata se encuentra la planta de tratamiento de agua potable Pichil, esta planta realiza únicamente el proceso de cloración diario, y beneficia aproximadamente a 48 casas, sus coordenadas son: 714580;9625377. El mantenimiento de esta planta es escaso. En la figura 8 se puede observar que dentro de la planta se encuentran cajas y botellas plásticas. En la figura 9 se evidencia que la cubierta del tanque de almacenamiento de agua es una bolsa plástica, incluso las tuberías de PVC se pueden considerar como posibles fuentes de microplásticos que contaminan el agua de esta planta.

Figura 10 Caja y botella de plástico que se encuentra dentro de la planta de tratamiento de agua potable Pichil.



Fuente: (Autores, 2022).

3.6.2.5 Planta de tratamiento de Agua Potable El Progreso

Se pudo observar en el sector El Progreso la planta de tratamiento de agua potable misma que se encuentra rodeada de casas. sus coordenadas son: 700702;9630138, esta beneficia a 80 viviendas. Recibe el agua de dos fuentes provenientes de las montañas; en esta planta solo se realiza el proceso de cloración, la operadora encargada del mantenimiento efectúa la limpieza de las instalaciones todos los días por lo que no se logró encontrar residuos, ni artículos de plástico que pueda aportar directamente, se considera que la única manera que los microplásticos contaminen el agua de este lugar es a través de las tuberías de PVC. La temperatura de este lugar tiene un promedio de 11°C a 14°C por lo que muy rara vez la planta está expuesta a condiciones de calor.

Figura 11 Planta de Tratamiento de Agua Potable de la JAAP El Progreso.



Fuente: (Autores, 2022).

3.6.2.6 Planta de tratamiento de Agua Potable Cochaseca

La planta de agua de esta junta se encuentra entre las montañas recibiendo agua de alguna ciénaga por lo que se considera que la calidad del agua es mala, sin embargo, de aquí se abastecen 52 viviendas. Sus coordenadas son: 701671;9633223. Los procesos que se realizan en esta planta son: filtración, coagulación y cloración del agua. Considerando que se encuentra ubicada en la montaña y observando las instalaciones al momento de la visita, no se pudo encontrar residuos plásticos, pero la arena que utilizan para la filtración está protegida con un plástico, posible fuente

de microplásticos, como se observa en la figura 9. Otra manera por la cual podría existir microplásticos en el agua de este lugar es debido a sus tuberías que son de PVC.

Figura 12 Planta de tratamiento de agua potable de Cochaseca.



Fuente: (Autores, 2022).

3.6.2.7 Planta de tratamiento de Agua Potable Zhiña Campamento

En el sector de Zhiña se encuentra la planta de tratamiento de agua potable Campamento sus coordenadas son 719719; 9637234. Esta planta tiene una sola captación de agua, el único proceso que se realiza es la cloración del agua cada 24 horas; de esta planta se benefician 83 viviendas. El agua tratada se encuentra almacenada en tanques de plásticos que pueden ser las principales fuentes de contaminación por microplásticos de agua de esta zona, sus tuberías son de material PVC que también es fuente de microplásticos para el agua de este lugar.

3.6.2.8 Planta de tratamiento de Agua Potable Zhiña Pucunla

En el sector de Zhiña se encuentra la planta de tratamiento de agua potable Pucunla sus coordenadas son: 719739;9638633. Esta planta tiene una sola captación de agua, el único proceso que se realiza es la cloración del agua cada 24 horas; de esta planta se benefician 145 viviendas.

La planta de tratamiento se encuentra entre las montañas, casi no existe presencia de personas por estar alejada de la población. Considerando las condiciones y características y ubicación de la planta se puede decir que la única fuente de contaminación del agua de esta planta son sus tuberías de PVC.

3.6.2.9 Planta de tratamiento de Agua Potable Zhiña Animas

En el sector de Zhiña se encuentra la planta de tratamiento de agua potable Animas sus coordenadas son: 720535; 9639572. Esta planta tiene una captación de agua y el único proceso que se realiza es la cloración del agua cada 24 horas; de esta planta se benefician 89 viviendas. La planta de tratamiento se encuentra cerca de la población. Considerando las condiciones, características y ubicación de la planta se puede decir que las fuentes de contaminación del agua de esta planta son sus tuberías de PVC y los residuos plásticos generados por los habitantes que se encuentran cerca de las instalaciones de la planta.

3.6.2.10 Planta de tratamiento de Agua Potable Las Nieves

En el sector Las Nieves perteneciente al cantón Nabón se encuentra la planta de tratamiento de agua potable La Nieves o conocida también como planta grande de la cual se sirven 130 viviendas. Sus coordenadas son: 708944; 9630589. Esta planta tiene dos captaciones de agua que se unen en un solo punto antes de ingresar a la caseta de cloración, el único proceso que se realiza es la cloración del agua cada 24 horas. Sus tuberías son de cobre. La planta de tratamiento se encuentra cerca de la población, considerando las condiciones características y ubicación de la planta se puede decir que las fuentes de contaminación del agua son los residuos plásticos generados por los habitantes que se encuentran cerca de las instalaciones de la planta.

3.6.2.11 Planta de tratamiento de Agua Potable La Paz

La planta de tratamiento de agua potable La Paz sirve aproximadamente a 85 viviendas. Sus coordenadas son: 705005;9632580. Tiene una captación de agua, los procesos que recibe el agua son filtración y cloración, esta última se la realiza cada 24 horas. La planta de tratamiento se encuentra cerca de la población por lo que la presencia de residuos plásticos es evidente como se puede observar en la figura 10. Considerando las condiciones, características y ubicación de la planta se puede decir que las fuentes de contaminación del agua de esta planta son sus tuberías de PVC y los residuos plásticos generados por los habitantes.

*Figura 13 Presencia de residuos plásticos en la planta de tratamiento de agua potable
La Paz.*



Fuente: (Autores, 2022).

3.6.2.12 Planta de tratamiento de Agua Potable Huasicashca

La planta de tratamiento de agua potable Huasicashca se encuentra cerca de la parroquia Las Nieves, sirve aproximadamente a 105 viviendas. Sus coordenadas son: 707432; 9629683. Tiene una captación de agua la cual solo recibe procesos de cloración cada 24 horas. La planta de tratamiento se encuentra lejos de la población por lo que la presencia de residuos plásticos es escasa. Considerando las condiciones, características y ubicación de la planta se puede decir que las posibles fuentes de contaminación del agua de esta planta son sus tuberías de PVC.

3.6.2.13 Planta de tratamiento de Agua Potable Camara

La planta de tratamiento de agua potable Camara abastece aproximadamente a 83 viviendas. Sus coordenadas son: 708322; 9630279. Tiene una captación de agua la cual solo recibe procesos de cloración cada 24 horas. La planta de tratamiento se encuentra cerca de una vía de tercer orden por lo que la presencia de residuos plásticos es evidente. Como se puede observar en la figura 11. Considerando las condiciones, características y ubicación de la planta se puede decir que las fuentes de contaminación del agua de esta planta son sus tuberías de PVC y los residuos plásticos arrojados a los exteriores de la planta.

Figura 14 Presencia de fundas plásticas cerca de la puerta de la planta de tratamiento de agua potable Camara.



Fuente: (Autores, 2022).

3.6.2.14 Planta de tratamiento de Agua Potable Chuilla

La planta de tratamiento de agua potable Chuilla abastece aproximadamente a 82 viviendas. Sus coordenadas son: 703208;9627175. Tiene una captación de agua la cual recibe procesos de filtración y cloración; el proceso de cloración cada 24 horas. La planta de tratamiento se encuentra cerca de la población por lo que la presencia de residuos plásticos es evidente. Otra posible fuente de contaminación por microplásticos en esta planta es la presencia de plásticos con los que protegen la arena para la filtración como se observa en la figura 12 y mangueras expuestas a las condiciones meteorológicas que están cerca de los tanques de almacenamiento de agua figura 13.

Figura 15 Plásticos protectores de arena de filtración cerca de la planta de tratamiento de agua potable Chuilla.



Fuente: (Autores, 2022).

Figura 16 Mangueras de PVC expuestas a condiciones meteorológicas en la planta de tratamiento de agua potable Chuilla.



Fuente: (Autores, 2022).

3.6.2.15 Planta de tratamiento de Agua Potable Yacudel

La planta de tratamiento de agua potable Yacudel abastece aproximadamente a 82 viviendas. Sus coordenadas son: 697821;9629915. Tiene una captación de agua la cual recibe solo procesos de cloración cada 24 horas. La planta de tratamiento se encuentra lejos de la población por lo que la presencia de residuos plásticos es casi nula. La posible fuente de contaminación por microplásticos en esta planta son sus tuberías de PVC.

3.6.2.16 Planta de tratamiento de Agua Potable Grande de Nabón

Las coordenadas de la planta Grande de tratamiento de agua potable del cantón Nabón son: 716182;9630707. En esta planta el agua recibe procesos de floculación, filtración y cloración, se encuentra cerca de la población por lo que la presencia de residuos plásticos expuestos a condiciones meteorológicas es evidente. Es en la planta de tratamiento donde más residuos plásticos encontramos, desde bolsas plásticas hasta tapas de envases de helados como se puede observar en la figura 14 y 15.

Figura 17 Bolsas plásticas presentes en la planta grande de tratamiento de agua potable del cantón Nabón.



Fuente: (Autores, 2022).

Figura 18 Tapas de envases plásticos presentes en la planta grande de tratamiento de agua potable del cantón Nabón.



Fuente: (Autores, 2022).

3.6.3 Cantón Girón

Según datos del INEN. El cantón Girón cuenta con 12,607 habitantes y posee varias juntas administrativas distribuidas de agua potable en las tres parroquias que componen este cantón- Las juntas a las que se pudo acceder son: JAAP Masta Grande, JAAP Portete Grande, JAAP Pucucari, JAAP Santa Teresita y JAAP Cooperativa Lentaj.

3.6.3.1 Planta de tratamiento de Agua Potable Masta Grande

La planta de tratamiento de agua potable perteneciente a la junta Administradora de Agua Potable Masta Grande, se encuentra en zona periférica, sus coordenadas 698063 y 9656572, capta agua de una quebrada, tiene una sola fuente de abastecimiento, la planta se dedica a la purificación a través de 2 procesos: la cloración y filtración, la distribución del recurso hídrico para cualquier tipo de uso sea doméstico o industrial se realiza por medio de tuberías PVC. Aproximadamente son 88 usuarios registrados, es decir 88 familias que se benefician del agua tratada. La planta se encuentra rodeada de viviendas por lo que es muy notorio las botellas plásticas que desechan cerca de la planta de potabilización

Figura 19 Ubicación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de la JAAP Masta Grande.



Fuente: (Autores, 2022).

Figura 20 Presencia de Fundas Plásticas Posibles Generadores de Microplásticos.



Fuente: (Autores, 2022).

3.6.3.2 Planta de tratamiento de Agua Potable Pucucari

La planta de tratamiento de agua potable perteneciente a la junta Administradora de Agua Pucucari, se encuentra en zona periférica, sus coordenadas son 710397; 9653427, capta agua de una sola vertiente, la planta se dedica a la purificación a través del proceso de cloración, la distribución del recurso hídrico para cualquier tipo de uso sea doméstico o industrial se realiza por medio de tuberías. Aproximadamente son 100 usuarios registrados, es decir 100 familias que se benefician del agua que se trata en este lugar. La planta se encuentra rodeada de pastos verdes donde los habitantes de este lugar llevan sus animales y por ende dejan residuos como botellas plásticas, comederos de caucho que puede ser el origen de los microplásticos en esta planta de tratamiento. El día de la visita a la planta se pudo evidenciar como los residuos plásticos estaban expuestos a radiaciones solares y lluvia y de esta manera se considera que se puedan generar microplásticos

Figura 21 Ubicación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de la JAAP Pucunla.



Fuente: (Autores, 2022).

Figura 22 Presencia de Plásticos en la Planta de Tratamiento de Agua Potable Pucunla.



Fuente: (Autores, 2022).

3.6.3.3 Planta de tratamiento de Agua Potable Cooperativa Lentaj

La planta de tratamiento de agua potable perteneciente a la junta Administradora de Agua Potable Cooperativa Lentaj, se encuentra en la parroquia la Asunción del cantón Girón, sus coordenadas son 695441; 9641175 capta agua de dos vertientes las cuales se unen en la entrada de la planta de tratamiento. Se dedica a la purificación a través de los procesos: de cloración y filtración, la distribución del recurso hídrico para cualquier tipo de uso sea doméstico o industrial se realiza por medio de tuberías PVC y el almacenamiento del agua se hace en cisterna plásticas, el cloro también se lo almacena en cisternas plásticas. Aproximadamente son 120 usuarios registrados, es decir 120 familias que se benefician del agua que se trata en este lugar. La planta se encuentra en medio de viviendas por lo que en el exterior de esta se puede encontrar residuos plásticos. Teniendo en cuenta todas estas situaciones se considera que las fuentes de microplásticos en este lugar son las cisternas de almacenamiento de agua clorada, la cisterna donde se almacena el cloro y residuos plásticos generados por los moradores que habitan al lado de la planta.

Figura 23 Planta de Tratamiento de Agua Potable de la Cooperativa Lentaj.



Fuente: (Autores, 2022).

Figura 24 Presencia de Microplásticos en los Exteriores de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de la Cooperativa Lentaj.



Fuente: (Autores, 2022).

3.6.3.4 Planta de tratamiento de Agua Potable Santa Teresita

La planta de tratamiento de agua potable perteneciente a la junta Administradora de Agua Potable Santa Teresita, se encuentra en la parroquia San Gerardo sus coordenadas son 708356: 9651840, capta agua de una sola vertiente, la planta se dedica a la purificación a través únicamente de la cloración, la distribución del recurso hídrico para cualquier tipo de uso sea doméstico o industrial se realiza por medio de tuberías PVC y Aproximadamente son 89 usuarios registrados,

es decir 89 familias se benefician del agua que se trata en este lugar. La planta se encuentra en medio de viviendas por lo que en el exterior de la planta se pudo encontrar residuos plásticos. Teniendo en cuenta todas estas situaciones se considera que la principal fuente de microplásticos para esta planta de tratamiento son los plásticos generados por el hombre.

Figura 25 Ubicación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Santa Teresita.



Fuente: (Autores, 2022).

Figura 26 Presencia de Plásticos Posibles Generadores de Microplásticos en la Planta de Tratamiento de Santa Teresita



Fuente: (Autores, 2022).

3.6.4 Cantón San Fernando

El cantón San Fernando perteneciente a la provincia del Azuay cuenta con 3.993 habitantes posee 4 juntas de agua: JAAP María Auxiliadora, JAAP San Vicente, JAAP Yanacocha y JAAP Pechopaqui. Se divide en dos parroquias: La parroquia San Fernando, dentro de la cual se ubica la cabecera Cantonal y la parroquia rural Chumblin (GAD Cantón San Fernando, 2019).

3.6.4.1 Planta de tratamiento de Agua Potable María Auxiliadora

La planta de tratamiento de agua potable perteneciente a la junta Administradora de Agua Potable María Auxiliadora, se encuentra en la cabecera cantonal, sus coordenadas son: 693401; 9652695, capta agua de dos vertientes las cuales se unen en la entrada de la planta de tratamiento de agua potable, la planta se dedica a la purificación a través de los procesos de cloración y filtración, la distribución del recurso hídrico para cualquier tipo de uso sea doméstico o industrial se realiza por medio de tuberías PVC, el cloro lo almacenan en cisternas plásticas. Aproximadamente son 200 usuarios registrados, es decir 200 familias que se benefician del agua que se trata en este lugar. La planta se encuentra en medio de viviendas por lo que en el exterior de la planta se pudo encontrar residuos plásticos, esta planta está ubicada en una de las avenidas principales por esta razón se considera que puede existir microplásticos provenientes de los neumáticos de los automóviles, al lado del tanque de reserva del agua clorada se encuentra un basurero donde todo transeúnte puede depositar residuos, El clima por lo general en este cantón es frío y la temperatura varía entre 11°C a 12°C por lo que los residuos plásticos no reciben radiación solar muy seguido pero la mayoría del tiempo reciben lluvia.

Figura 27 Ubicación del Tanque de Reserva de Agua Potable de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Ma. Auxiliadora.



Fuente: (Autores, 2022).

Figura 28 Basurero ubicado Cerca del Tanque de Reserva de Agua de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Ma. Auxiliadora.



Fuente: (Autores, 2022).

3.6.4.2 Planta de tratamiento de Agua Potable San Vicente

La planta de tratamiento de agua potable perteneciente a la junta Administradora de Agua Potable San Vicente, se encuentra en la cabecera cantonal de San Fernando sus coordenadas son 693133,87 y 9652270,3. La planta capta agua de una vertiente la cual se dedica a la purificación

únicamente con el proceso de cloración; la distribución del recurso hídrico para cualquier tipo de uso sea doméstico o industrial se realiza por medio de tuberías PVC, Aproximadamente son 200 usuarios registrados, es decir 200 familias que se benefician del agua que se trata en este lugar. La planta se encuentra en medio de viviendas por lo que en el exterior de la planta se pudo encontrar residuos plásticos, El clima por lo general en este cantón es frío y la temperatura varía entre 11°C a 12°C por lo que los residuos plásticos no reciben radiación solar muy seguido, pero si, lluvia constante.

Figura 29 Pequeña Planta de Tratamiento de Agua Potable San Vicente.



Fuente: (Autores, 2022).

3.6.4.3 Planta de tratamiento de Agua Potable Yanacocha

La planta de tratamiento de agua potable perteneciente a la junta Administradora de Agua Potable Yanacocha, se encuentra en la cabecera cantonal, sus coordenadas son:695387; 9646123 La planta se dedica a la purificación a través de los procesos de cloración y filtración que recibe de una sola vertiente; la distribución del recurso hídrico para cualquier tipo de uso sea doméstico o industrial se realiza por medio de tuberías PVC, el cloro almacenan en cisternas plásticas Aproximadamente son 205 usuarios registrados, es decir 205 familias que se benefician del agua que se trata en este lugar. El clima por lo general en este cantón es frío y la temperatura varía entre

11°C a 12°C por lo que los residuos plásticos no reciben radiación solar muy seguido, pero si recibe agua lluvias.

3.6.4.4 Planta de tratamiento de Agua Potable Pechopaqui

La planta de tratamiento de agua potable perteneciente a la junta Administradora de Agua Potable María Auxiliadora, se encuentra en la cabecera cantonal, sus coordenadas son 693130,42 9651587,6 capta agua de dos vertientes las cuales se unen en la entrada del agua de la planta de tratamiento de agua potable la cual se purifica a través de los procesos de cloración y filtración; la distribución del recurso hídrico para cualquier tipo de uso sea doméstico o industrial, se realiza por medio de tuberías PVC, el cloro se almacena en cisternas plásticas. Aproximadamente son 350 usuarios registrados, es decir 350 familias que se benefician del agua que se trata en este lugar. La planta se encuentra en medio de viviendas por lo que en el exterior de la planta pudimos encontrar residuos plásticos, esta planta está ubicada en una de las avenidas principales por lo que creemos que puede existir microplásticos provenientes de los neumáticos de los automóviles, El clima por lo general en este cantón es frío y la temperatura varía entre 11°C a 12°C por lo que los residuos plásticos no reciben radiación solar muy seguido, pero si recibe agua de las constantes lluvias.

Figura 30 Planta de Tratamiento de Agua Potable Pechupaqui en el Cantón San Fernando.



Fuente: (Autores, 2022).

3.6.5 Cantón San Santa Isabel

El cantón Santa Isabel cuenta con 18,393 habitantes; no se tiene un registro exacto de cuantas juntas posee este cantón, pero aproximadamente son 50 Juntas Administradoras de Agua Potable cada una con una planta de tratamiento. Debido a las complicaciones que se ha tenido en el mes de abril y mayo se pudo acceder a 10 de ellas: JAAP Puenteloma, JAAP Abdón Calderón, JAAP Pillcocajas, JAAP Jubones, JAAP Dandan, JAAP Sulupali Chico, JAAP Sulupali Grande, JAAP Lunduma, JAAP Portovelo Grande, y la Planta Grande de Tratamiento de Agua Potable Santa Isabel.

3.6.5.1 Planta de tratamiento de Agua Potable Puenteloma

Figura 31 Planta de Tratamiento de Agua Potable de la JAAP Puenteloma.



Fuente: (Autores, 2022).

La planta de tratamiento de agua potable perteneciente a la comunidad Puenteloma, se encuentra ubicada en la parte baja del cantón Santa Isabel, capta agua de ríos y quebradas, la planta se dedica a la purificación a través de varios procesos: coagulación, filtración, sedimentación y cloración; la distribución del recurso hídrico para cualquier tipo de uso sea doméstico o industrial se realiza por medio de tuberías. El agua que se trata abastece a toda la comunidad de Parculoma.

En los exteriores de la planta de tratamiento no se encuentran viviendas, pero se encuentran caminos por donde la gente pasa muy a menudo y los mismos depositan residuos plásticos cerca

de las unidades de la planta o estos residuos son arrastrados por el viento. El día de la visita a la planta se pudo encontrar muchos baldes, bolsas, saquillos de plásticos dispersos por varios sitios, los tanques de almacenamiento de cloro son de plástico, los tubos por donde se distribuye el agua a la comunidad son de PVC; por todas estas situaciones se puede deducir que son las fuentes principales generadoras de microplásticos para el agua que se trata en este lugar. En la figura 31 se puede observar tubos PVC en la entrada de la planta de tratamiento.

El día que se realiza la visita se pudo constatar que los residuos plásticos y demás están expuestos constantemente a la lluvia y al sol que son factores importantes que influyen en la formación de microplásticos.

3.6.5.2 Planta de tratamiento de Agua Potable Abdón Calderón

Figura 32 Planta de Tratamiento de Agua Potable de la JAAP Abdón Calderón.



Fuente: (Autores, 2022).

La planta de tratamiento de agua potable perteneciente a la comunidad Abdón Calderón, se encuentra ubicada en la parte baja del cantón Santa Isabel en la parroquia con el mismo nombre, capta agua de ríos y quebradas, la planta se dedica a la purificación a través de varios procesos: coagulación, filtración, sedimentación, retro alimentación, carbón activado y cloración; la distribución del recurso hídrico para cualquier tipo de uso sea doméstico o industrial se realiza por medio de tuberías PVC. El agua que se trata abastece a toda la comunidad.

En los exteriores de la planta de tratamiento se encuentran viviendas frente a ella y un camino por donde la gente pasa muy a menudo, los mismos depositan residuos plásticos cerca de las unidades de la planta o estos residuos son arrastrados por el viento. Las unidades de esta planta son de metal, pero algunos reservorios son de plástico, los tubos por donde se distribuye el agua a la comunidad son de PVC; por todas estas situaciones se deduce que estos son las fuentes principales generadoras de microplásticos para el agua que se trata en este lugar. En la figura 32 se puede observar tubos PVC en la entrada de la planta de tratamiento.

Durante la visita se pudo constatar que los residuos plásticos y demás están expuestos constantemente a la lluvia y al sol que son factores importantes que influyen en la formación de microplásticos.

3.6.5.3 Planta de tratamiento de Agua Potable Pillcoaja

Figura 33 Planta de Tratamiento de Agua Potable que Pertenece a la JAAP Pillcoaja



Fuente: (Autores, 2022).

La planta de tratamiento de agua potable perteneciente a la comunidad Pillcoaja, se encuentra ubicada en la parte baja del cantón Santa Isabel en la parroquia con el mismo nombre, capta agua de una quebrada y de una vertiente, la planta se dedica a la purificación a través del proceso de: filtración, y cloración para cualquier tipo de uso ya sea doméstico o industrial, la

distribución del líquido vital se realiza por medio de tuberías PVC. El agua que se trata abastece a toda la comunidad.

Esta planta se encuentra en medio de la montaña y la única persona que visita a diario este lugar es el operador por lo que la presencia de residuos plásticos o de cualquier otro tipo es casi nula. Las unidades de esta planta son de metal, pero los reservorios de cloro son de plástico, los tubos por donde se distribuye el agua a la comunidad son de PVC; por todas estas situaciones se deduce que estas son las fuentes principales generadoras de microplásticos para el agua. En la figura 33 podemos observar que el tanque que contiene el cloro es de plástico y que en la planta no se encuentran residuos.

Durante el muestreo se pudo constatar que el reservorio de cloro está expuesto todo el tiempo a la lluvia y al sol que son factores importantes que influyen en la formación de microplásticos.

3.6.5.4 Planta de tratamiento de Agua Potable Jubones

La planta de tratamiento de agua potable perteneciente a la JAAP Jubones, se encuentra ubicada en la parte baja del cantón Santa Isabel en la parroquia con el mismo nombre, capta agua del Río Jubones; la planta se dedica a la purificación a través del proceso de: filtración, y cloración para cualquier tipo de uso ya sea doméstico o industrial, la distribución del líquido vital se realiza por medio de tuberías PVC. El agua que se trata abastece a toda la comunidad.

Esta planta se encuentra a 50 metros de una de las carreteras que se dirige a la comunidad de Jubones. Las unidades de esta planta son de metal, pero el reservorio de cloro es de plástico, los tubos por donde se distribuye el agua a la comunidad son de PVC; por todas estas situaciones se puede deducir que estas son las fuentes principales generadoras de microplásticos para el agua.

En el muestreo se pudo constatar que los residuos plásticos y demás están expuestos constantemente a la lluvia y al sol que son factores importantes que influyen en la formación de microplásticos.

3.6.5.5 Planta de tratamiento de Agua Potable Sulupali Grande

La planta de tratamiento de agua potable de la JAAP Sulupali Grande capta agua de quebradas, la planta se dedica a la purificación a través del proceso de: filtración, y cloración y tiene un tanque de retro lavado para cualquier tipo de uso ya sea doméstico o industrial, la distribución del líquido vital se realiza por medio de tuberías PVC. El agua que se trata abastece a toda la comunidad.

Esta planta se encuentra en medio de la montaña y lejos de las viviendas por lo que la presencia de residuos plásticos o de cualquier otro tipo es baja. Las unidades de esta planta son de metal, pero los reservorios de cloro son de plástico, los tubos por donde se distribuye el agua a la comunidad son de PVC; por todas estas situaciones se puede indicar que estas son las fuentes principales generadoras de microplásticos para el agua. El día que se pudo realizar la visita se constata que los residuos plásticos y demás están expuestos constantemente a la lluvia y al sol que son factores importantes que influyen en la formación de microplásticos.

3.6.5.6 Planta de tratamiento de Agua Potable Sulupali Chico

Figura 34 Unidades que conforman la planta de tratamiento de Agua Potable de la JAAP Sulupali Chico.



Fuente: (Autores, 2022).

La planta de tratamiento de agua potable perteneciente a la JAAP Sulupali Chico capta agua de quebradas y de ríos, la planta se dedica a la purificación a través del proceso de: filtración, y cloración para cualquier tipo de uso ya sea doméstico o industrial, la distribución del líquido vital se realiza por medio de tuberías PVC. El agua que se trata abastece a toda la comunidad.

Esta planta se encuentra en medio de la montaña y muy poca gente transita por este lugar por lo que la presencia de residuos plásticos o de cualquier otro tipo de residuo es baja. Las unidades de esta planta son de metal, pero los reservorios de cloro son de plástico, los tubos por donde se distribuye el agua a la comunidad son de PVC, pero se encuentran tubos PVC, baldes plásticos dentro de las instalaciones de la planta por todas estas situaciones se puede indicar que todas estas son las fuentes principales generadoras de microplásticos para el agua. En la figura 34 se puede observar que el tanque que contiene el cloro es de plástico y que en la planta se encuentran residuos plásticos dentro y al redor de la planta de tratamiento. Durante la visita se pudo observar que los residuos plásticos y demás están expuestos constantemente a la lluvia y al sol que son factores importantes que influyen en la formación de microplásticos.

3.6.5.7 Planta de tratamiento de Agua Potable Lunduma

Figura 35 Planta de Tratamiento de Agua Potable que pertenece a la JAAP Lunduma.



Fuente: (Autores, 2022).

La planta de tratamiento de agua potable perteneciente a la JAAP Lunduma capta agua de quebradas y de ríos, la planta se dedica a la purificación a través del proceso de: filtración,

coagulación, sedimentación y cloración para cualquier tipo de uso ya sea doméstico o industrial, la distribución del líquido vital se realiza por medio de tuberías PVC. El agua que se trata abastece a toda la comunidad y es una de las plantas más completas del cantón Santa Isabel

Esta planta se encuentra en medio de algunas viviendas, pero la presencia de residuos plásticos o de cualquier otro tipo de residuo en el día de la visita fue nula. Las unidades de esta planta son de concreto, pero los reservorios de cloro son de plástico, los tubos por donde se distribuye el agua a la comunidad son de PVC, se encuentran almacenados tubos PVC, baldes plásticos dentro de las bodegas de la planta. Consideramos que todo esto son las fuentes principales generadoras de microplásticos para el agua. En la figura 35 se puede observar que la planta se encuentra libre de residuos, pero están presentes las tuberías que están expuestas constantemente a la lluvia y al sol que son factores importantes que influyen en la formación de microplásticos.

3.6.5.8 Planta de tratamiento de Agua Potable Portovelo Grande

Figura 36 Planta de Tratamiento de Agua Potable de la JAAP Portovelo Grande.



Fuente: (Autores, 2022).

Una de las plantas de tratamiento de agua potable perteneciente a la JAAP Portovelo Grande capta agua de quebradas y de ríos, la planta se dedica a la purificación a través del proceso de: filtración, y cloración para cualquier tipo de uso ya sea doméstico o industrial, la distribución

del líquido vital se realiza por medio de tuberías PVC. El agua que se trata abastece a toda la comunidad de Portovelo Grande y cierta parte de la comunidad de Portovelo Chico

Esta planta se encuentra en medio de la montaña por lo que la presencia de residuos plásticos o de cualquier otro tipo de residuo es poca. Las unidades de esta planta son de concreto, pero los reservorios de cloro son de plástico, los tubos por donde se distribuye el agua a la comunidad son de PVC, se encuentran tubos PVC, baldes plásticos dentro de la casa de cloración por todas estas situaciones se puede decir que todo esto son las fuentes principales generadoras de microplásticos para el agua. En la figura 36 podemos observar que no se encuentran residuos plásticos en la planta. Durante el muestreo se pudo constatar que los residuos plásticos y demás están expuestos constantemente a la lluvia y al sol que son factores importantes que influyen en la formación de microplásticos.

3.6.5.9 Planta de tratamiento de Agua Potable Dandan

Figura 37 Tanque de Cloración en la Planta de Tratamiento de Agua Potable de la JAAP Dandan.



Fuente: (Autores, 2022).

La planta de tratamiento de agua potable perteneciente a la JAAP Dandan capta agua de quebradas y de ríos, la planta se dedica a la purificación a través del proceso de: filtración, y

cloración, coagulación, sedimentación, para cualquier tipo de uso ya sea doméstico o industrial, la distribución del líquido vital se realiza por medio de tuberías PVC

Esta planta se encuentra en medio de pocas viviendas por lo que la presencia de residuos plásticos o de cualquier otro tipo de residuo es poca. Las unidades de esta planta son de concreto, pero los reservorios de cloro son de plástico, los tubos por donde se distribuye el agua a la comunidad son de PVC, pero se encuentran tubos PVC, baldes plásticos y materiales de construcción dentro de la caca de cloración, por todas estas situaciones se deduce que estas son las fuentes principales generadoras de microplásticos para el agua. En la figura 36 podemos observar el tanque que contiene el cloro es de plástico y los tubos PVC por donde circula el agua.

En la visita se pudo constatar que los residuos plásticos y demás están expuestos constantemente a la lluvia y al sol que son factores importantes que influyen en la formación de microplásticos.

3.6.5.10 Planta de tratamiento de Agua Potable Grande de Santa Isabel

Figura 38 Planta Grande de Tratamiento de Agua Potable de Santa Isabel.



Fuente: (Autores, 2022).

La planta de tratamiento de agua potable perteneciente al cantón Santa Isabel conocida como Planta grande, se encuentra ubicada en la parte media, en la Parroquia San Pablo de Shaglli.

Sus coordenadas 686652 y 9640085. Fue inaugurada en el año 2006, capta agua de ríos y quebradas, la planta se dedica a la purificación a través de varios procesos: coagulación, filtración, sedimentación y cloración; la distribución del recurso hídrico para cualquier tipo de uso sea doméstico o industrial se realiza por medio de tuberías, camiones o tanqueros. EL agua que se trata aquí se distribuye en la mayor parte del cantón ya que es la planta más grande.

En los exteriores de la planta de tratamiento se encuentran viviendas lo que explica por qué se encuentran fundas plásticas cerca de las unidades de filtración, por otro lado, están las mangueras por donde se distribuye el agua a las diferentes unidades que comprende la planta y los reservorios de plásticos que están presentes en las bodegas; también están los neumáticos de los automóviles que transitan todos los días y a toda hora por este lugar. El día de la visita a la planta no se encontró fundas plásticas. Del mantenimiento de la planta se encargan 3 operadores, razón por la cual existe poca basura en este lugar a pesar de las viviendas que se encuentran alrededor

La población de Santa Isabel es una de las más grandes del Azuay por lo que se considera que son las plantas de tratamiento de agua potable que están más expuestas a la contaminación por microplásticos a comparación con otros cantones de la misma provincia. El día de la visita el clima tenía temperaturas bajas y las tuberías, bolsas plásticas estuvieron expuestas a la lluvia, mientras que por lo general en este lugar tienen temperaturas altas. Por estas condiciones se considera que el agua de este lugar contiene más microplásticos. En la figura 38 se puede observar el clima y las unidades donde se trata el agua en esta planta.

3.6.6 Cantón Pucará

Pucará: con 10.052 habitantes. Está formada por un área rural San Rafael de Sharug y una urbana Pucará las cuales comprenden 64 parroquias donde están distribuidas ciertas plantas de tratamiento de agua potable las cuales conforman ciertas JAAP. A continuación, describimos 4 juntas de agua: JAAP Tendales, JAAP Vivar Bajo, JAAP San Sebastián y JAAP Pindo

3.6.6.1 Junta Administrativa de Agua Potable Tendales

Figura 39 Planta de Tratamiento de Agua Potable de la Junta Administrativa de Agua Potable Tendales.



Fuente: (Autores, 2022).

La planta de tratamiento de agua potable perteneciente a la junta Administradora de Agua Potable Tendales, se encuentra en la parroquia Pucará, sus coordenadas son 665879,93;9637028. La cual capta agua de una vertiente, la planta se dedica a la purificación a través de los procesos de cloración y filtración, la distribución del recurso hídrico para cualquier tipo de uso sea doméstico o industrial se realiza por medio de tuberías PVC, el cloro almacenan en cisternas plásticas. Aproximadamente son 315 usuarios registrados, es decir 315 familias se benefician del agua que se trata en este lugar. La planta se encuentra en medio de viviendas por lo que en el exterior de la planta pudimos encontrar residuos plásticos, esta planta está ubicada en una de las entradas principales al cantón Pucará por lo que creemos que puede existir microplásticos provenientes de los neumáticos de los automóviles que transcurren todos los días cerca de la planta de tratamiento, también se encuentran recipientes de plástico, fundas plásticas, tubos PVC posibles generadores de microplásticos. El clima por lo general en este cantón es cálido lo cual es un factor que influye directamente y con frecuencia en la degradación de plásticos y obviamente a la formación de microplásticos en este lugar.

3.6.6.2 Junta Administrativa de Agua Potable Vivar Bajo

Figura 40 Planta de Tratamiento de Agua Potable que pertenece a la JAAP Vivar Bajo



Fuente: (Autores, 2022).

La planta de tratamiento de agua potable perteneciente a la junta Administradora de Agua Potable Vivar, se encuentra en la parroquia Pucará, sus coordenadas son 652597,82; 9634330, capta agua de una vertiente, la planta se dedica a la purificación a través de los procesos de cloración y filtración, la distribución del recurso hídrico para cualquier tipo de uso sea doméstico o industrial se realiza por medio de tuberías PVC, el cloro se almacena en cisternas plásticas. Aproximadamente son 220 usuarios registrados, es decir 220 familias que se benefician del agua que se trata en este lugar. La planta se encuentra en medio de viviendas por lo que en el exterior de la planta pudimos encontrar residuos plásticos, esta planta está ubicada en la vía que va a la provincia de El Oro por lo que puede existir microplásticos provenientes de los neumáticos de los automóviles que transcurren todos los días cerca de la planta de tratamiento, los habitantes que viven cerca de la planta depositan residuos en los exteriores de la misma por lo que se considera que los residuos plásticos de las personas es lo que más contamina al agua de este lugar. El clima por lo general en este cantón es cálido lo cual es un factor que influye directamente y con frecuencia en la degradación de plásticos y obviamente a la formación de microplásticos en este lugar.

3.6.6.3 Junta Administrativa de Agua Potable San Sebastián

Figura 41 Planta de Tratamiento de Agua Potable que pertenece a la JAAP San Sebastián



Fuente: (Autores, 2022).

La planta de tratamiento de agua potable perteneciente a la junta Administradora de Agua San Sebastián, se encuentra en la parroquia Pucará, sus coordenadas son 673129,53;9641315, capta agua de una vertiente, la planta se dedica a la purificación a través solo del proceso de cloración, la distribución del recurso hídrico para cualquier tipo de uso sea doméstico o industrial se realiza por medio de tuberías PVC. Aproximadamente son 200 usuarios registrados, es decir 200 familias que se benefician del agua que se trata en este lugar. La planta se encuentra en medio de las montañas lo que hace que la presencia de microplásticos sea baja. El clima por lo general en este cantón es cálido lo cual es un factor que influye directamente y con frecuencia en la degradación de plásticos y obviamente a la formación de microplásticos en este lugar.

3.6.6.4 Junta Administrativa de Agua Potable Pindo

Figura 42 Planta de Tratamiento de Agua Potable que pertenece a la JAAP Pindo.



Fuente: (Autores, 2022).

La planta de tratamiento de agua potable perteneciente a la junta Administradora de Agua Pindo, se encuentra en la parroquia Pucará, sus coordenadas son 674082,03;9648458, capta agua de una vertiente, la planta se dedica a la purificación a través de los procesos de cloración y filtración, la distribución del recurso hídrico para cualquier tipo de uso sea doméstico o industrial se realiza por medio de tuberías PVC, el cloro se almacena en cisternas plásticas. Aproximadamente son 180 usuarios registrados, es decir 180 familias se benefician del agua que se trata en este lugar. La planta se encuentra en una montaña pero este tiene un camino por donde los habitantes caminan muy frecuentemente por lo que en el exterior de la planta se pudo encontrar residuos plásticos, esta planta está ubicada cerca de la vía que va a la provincia de El Oro por lo que se considera que puede existir microplásticos provenientes de los neumáticos de los automóviles que transcurren todos los días cerca de la planta, otra fuente de microplásticos que es evidente resaltar es que el tanque de almacenamiento de agua cruda está cubierta por una manta de origen plástico lo que la presencia de microplásticos es alta. El clima por lo general en este cantón es cálido lo cual es un factor que influye directamente y con frecuencia en la degradación de plásticos y obviamente a la formación de microplásticos.

3.7 Recolección de la Muestra

En el presente punto se describe ciertos criterios a tomar en cuenta al momento de recolectar las muestras en los 3 puntos en cada planta de tratamiento de agua potable (entrada del agua cruda, cloración, y salida del agua potable).

3.7.1 Criterios para la Recolección de Muestras

- a. **Orientación** Las plantas de tratamiento de agua potable deben estar bien georreferenciadas.
- b. **Accesibilidad** El principal punto que se debe considerar para recolectar cada muestra es el acceso a las plantas de tratamiento de agua potable y a cada punto de toma de muestra.
- c. **Representatividad** Cada planta de tratamiento de agua potable perteneciente a las diferentes JAAP debe ser lo más representativa posible en sus características tanto como: ubicación, calidad de agua, a cuantos usuarios está sirviendo la planta y en que estación del año se toma las muestras ya sea invierno o verano.

3.8 Filtración del Agua

Para esta etapa del trabajo experimental se debe armar un equipo de filtración que consta de un embudo y un filtro del mismo diámetro y espesor para evitar fugas de agua. En un embudo de 0,45um y un diámetro de 47 mm se coloca un filtro de membrana de nylon.

En cada planta de tratamiento de agua potable se filtra 10 litros de agua en alrededor de 30 minutos en tres puntos; el primero corresponde al agua cruda, es decir el agua que no ha recibido ningún tipo tratamiento, el segundo punto es el agua clorada o tratada y el tercero el agua ya potable, este tercer punto se debe tomar de una casa o parques o lugares que sea representativa la muestra.

Para que no existan confusiones al momento de identificar cada muestra, se debe rotular cada frasco donde se almacena el agua para medir los parámetros físico químicos obtenidos en cada punto. en el punto de entrada del agua cruda que es la primera muestra se la identifica como M1C, para el segundo punto el agua tratada se identifica como M2P y para el tercer punto que es la muestra de agua que sale de la planta se la identifica como M3R.

Para cada punto se utiliza un filtro, es decir un filtro para el agua cruda, otro filtro para el agua tratada y el otro filtro para alguna vivienda; es decir en cada planta se debe utilizar 3 filtros y 3 frascos de 250 ml. Ya filtrados los 10 litros de agua con el filtro de nylon, en un frasco de 250 ml muy bien rotulado se almacena el filtro para no perder los microplásticos.

Para mantener íntegras y poder realizar un buen filtrado se debe tener en cuenta ciertos criterios:

- a. Colapso e intrusión:** Despejar cualquier objeto que no permita el correcto filtrado del agua, ya sea por colocar de manera incorrecta el filtro, se trata de colocar bien el filtro para no dejar escapar el agua, se despeja de cualquier objeto que no nos permita filtrar con facilidad los 10 litros de agua.
- b. Asepsia:** Una vez filtrados los 10 litros de agua se debe guardar el filtro en un frasco esterilizado y bien rotulado y con un correcto sellado en un cooler para poder mantenerlos en un lugar seguro, limpio y oscuro antes de llegar al laboratorio. Se trata de guardar en un lugar oscuro para evitar la proliferación de microorganismos o presencia de materia orgánica.

Todas las plantas de tratamiento de agua potable a visitar no reunían los criterios necesarios que propusimos para la recolección de las muestras. Algunas plantas se encontraban en mantenimiento o por el mal clima que se presentaba en los diferentes días de visita se complicó el acceso.

Por esta razón nos fue posible visitar 42 juntas localizadas en su respectivo cantón, por lo cual se pudo recolectar en total 123 muestras.

3.9. Análisis de Parámetros Físico Químicos

El objetivo principal de este proyecto es la evaluación de la contaminación de microplásticos, sin embargo, se considera medir el pH, conductividad, turbiedad y temperatura a todas las muestras obtenidas como pruebas complementarias del análisis.

3.9.1 Toma de Muestras in situ para determinar los parámetros físico químicos

Para este punto se toma en cuenta una buena rotulación de frascos donde se almacenan las muestras, por lo que se pueden confundir si no están correctamente etiquetadas, deben estar bien almacenadas ya que la calidad de los resultados, depende de la integridad de las muestras.

3.9.2 Medición de los Parámetros Físico Químicos

Para poder calcular estos parámetros y obtener mejores resultados se decide medir in situ, para esto se utiliza instrumentos portátiles como: pHmetro de la marca Waser Sensor, un conductímetro medidor De Tds Temperatura Digital para agua y un turbidímetro.

3.9.2.1 Determinación del pH

Para medir el pH de cada muestra primero se rotula el frasco que almacena cada muestra con el fin de evitar confusiones, en el frasco se coloca el nombre de la junta, a qué punto pertenece el agua, ya sea al ingreso del agua a la planta de tratamiento, el agua clorada o el agua ya tratada. Seguido, al pHmetro de la marca Waser Sensor se lo coloca por 5 segundos en el frasco que contiene el agua y se mide el pH de cada muestra directamente. Se calcula el pH de las 3 muestras pertenecientes a cada planta de agua.

Criterios de calidad del agua para consumo humano de pH: de 6-9.

3.9.2.2 Determinación de Turbidez

En un turbidímetro portátil se coloca agua hasta la señal que contiene la cubeta de vidrio del turbidímetro y se procede a leer el valor de cada muestra de las diferentes muestras de agua. Para poder expresar las unidades de la turbidez calculada se utiliza UNT como medida de expresión. Criterios de calidad del agua para consumo humano de turbidez: 100 UNT

3.9.2.3 Determinación Conductividad y Temperatura

Con un conductímetro medidor De Tds Temperatura se lo coloca por 5 segundos en el frasco que contiene el agua y se mide la conductividad y la temperatura a cada muestra directamente. Se calcula la conductividad y la temperatura a las 3 muestras pertenecientes a cada planta de agua.

3.10 Análisis del Agua para la Identificación de Microplásticos

Ya filtrados los 10 litros de agua en 30 minutos en los 3 diferentes puntos en las plantas de tratamiento de agua potable y almacenadas correctamente. Se lleva los filtros al laboratorio. Para esto seguimos ciertos pasos que se describen a continuación.

3.10.1 Digestión De Las Muestras

Se entiende como digestión al mecanismo de descomposición de materia orgánica ante la presencia de ácidos y altas temperaturas (Velasco et al., 2020).

Para este proceso en un matraz se debe preparar una solución mezclando 200 ml de peróxido de hidrogeno a 20% con 500 ml de agua destilada.

$$C1.V1 = C2.V2$$

$$V2 = \frac{C1.V1}{C2} = \frac{50.100}{20} = 500\text{ml de Agua destilada}$$

Este proceso de digestión lo debe realizar en cajas Petri, es decir con la ayuda de unas pinzas se coloca cada filtro en la caja Petri y así con un frasco lavador se coloca 2 gotas de la solución de peróxido de hidrogeno para empapar el filtro y de esta manera eliminar la materia orgánica. Se trata de poner justo las 2 gotas para que el filtro no se demore en secar.

3.10.2 Segunda Filtración Con Bomba De Vacío

Con la ayuda de una bomba de vacío se filtra cada muestra y se la lleva a una estufa a 55°C por un día ya que para poder observarlos en el microscopio de campo oscuro tienen que estar bien secas.

3.10.3 Tinción De Muestras con Rojo Nilo

Los filtros libres de materia orgánica gracias el peróxido de hidrogeno y ya secos, se proceden a la tinción de microplásticos presentes en cada filtro.

Para la tinción de microplásticos en los filtros se debe utilizar 1 ug de Rojo Nilo en 100 ml de metanol. Con la ayuda de un gotero se colocan 2 gotas de la tinción en cada caja Petri donde se encuentra cada filtro, una por una se las tapa con papel aluminio y se las almacena mínimo por media hora en un lugar oscuro para que la tinción se seque muy bien y al momento que se analice el filtro las posibles burbujas de las soluciones no interfieran en la identificación de microplásticos. Mediante esta solución los microplásticos al momento de visualizarlos en el microscopio de campo oscuro llegan a ser fosforescentes y así se facilita su identificación.

3.10.4 Identificación de Microplásticos Mediante el Microscopio de Campo Oscuro

Con los filtros teñidos con la tinción Rojo Nilo y completamente secos se procede a la identificación de microplásticos en el microscopio.

Con la ayuda de unas pinzas se coloca el filtro sobre un portaobjetos para colocarlos en el microscopio de campo oscuro y en zigzag se busca e identifica los microplásticos que el filtro recolecta, con un marcador de punta fina en el filtro se marca donde se localiza cada microplástico, el mismo procedimiento se lo realiza con los 123 filtros para posteriormente llevar al equipo Ftir e identificar que microplásticos son.

3.10.5 Análisis De Microplásticos Mediante El Equipo Ftir

Para la identificación de los microplásticos presentes en las muestras se necesita el equipo FTIR, mismo que sirve para evaluar la presencia y el contenido de microplásticos de las muestras, para lo cual se realiza la siguiente metodología

1. Se debe abrir el programa de FTIR llamado OMNIC.
2. Limpiar con alcohol la superficie donde se proyecta el láser.
3. Realizar un Collect Background con el objetivo de estandarizar el equipo previo a su uso.
4. Tomar la muestra y colocarla sobre el láser, se le da clic a Collect Sample, luego de esperar unos segundos se genera el espectro de dicha muestra.

Con algo de experiencia se identifica si el espectro pertenece a algún tipo de microplástico, de no ser así se lo descarta y se vuelve a repetir en otro punto de la muestra. Nuevamente se le da clic a Collect Sample. Una vez generado el espectro requerido se lo guarda en un archivo en la PC.

Como observación se puede mencionar que se debe realizar un Collect Background después de 3 muestras y se debe limpiar el láser con alcohol al término de cada muestra.

El siguiente paso consiste en restar el espectro del nylon para obtener un espectro limpio únicamente con el contenido de microplástico para lo cual se realiza lo siguiente:

1. Clic sobre el botón abrir para buscar los espectros previamente generados en el computador.
2. Abrir el espectro de nylon, mismo que será restado;
3. Abrir la carpeta donde se encuentran almacenados todos los espectros completos y se escoge el espectro a restar.
4. Se analiza con la biblioteca de la PC acerca de los polímeros, para compararlo, señalando una escala común y se da clic sobre el botón seleccionar todo y se realiza la sustracción.

Se visualizan tres espectros.

El primero indica el espectro que se escogió.

El segundo el del nylon que es el espectro del filtro.

El tercero es el resultado de la sustracción.

5. Clic a añadir para generar el espectro del análisis
6. Finalmente, guardar dentro de una nueva carpeta.

Los espectros obtenidos de los diferentes microplásticos puede presentar ruidos o vibraciones por lo que se debe proceder a realizar ciertas correcciones, para lo cual se mejora la línea base lo cual implica en que la totalidad de la curva se encuentre sobre la línea base.

Luego se procede a dar un auto smooth función que permite suavizar las vibraciones, terminado esto se obtiene un espectro estéticamente mejorado.

CAPITULO IV: ANALISIS DE RESULTADOS

4.1 Análisis antropogénico

En los últimos años se habla que ciertas actividades antropogénicas están afectando a la calidad de agua potable, provocando el deterioro y contaminación progresiva de la misma. El uso de químicos, pésima disposición de residuos y desechos que resultan de las actividades agrícolas y ganaderas, el consumo irresponsable del recurso hídrico; son algunos factores que intervienen en el deterioro de la calidad del agua (Guerra & Mancera, 2015).

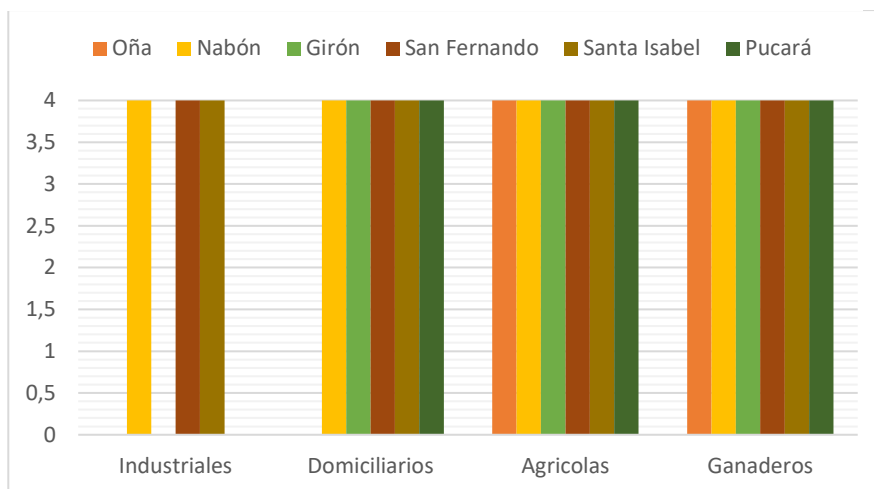
En esta problemática ambiental se conoce que actualmente ha incrementado de gran manera el uso de plásticos y como consecuencia la formación de microplásticos lo que ha venido a ser un problema ambiental emergente (Pastor & Agulló, 2019)

Las fichas de levantamiento de información nos permitieron conocer cual son las actividades antropogénicas que intervienen en la contaminación y deterioro del agua de las plantas de tratamiento de agua potable que pertenecen a las diferentes JAAP, en algunos cantones en la provincia del Azuay tales como: Oña, Nabón, Girón, San Fernando, Santa Isabel y Pucara.

En estas fichas se describen los tipos de residuos que se encontraron dentro o alrededor de las plantas de agua potable ya que estos factores influyen directamente a la presencia de microplásticos en el agua potable.

En la ficha de levantamiento de información antropogénica se cita 4 tipos de residuos que se pudieron evidenciar en cada planta de tratamiento de agua potable: industriales, domiciliarias, agrícolas y ganaderos.

Gráfico 1 Tipos de Residuos que se Presentan en los Cantones de la Provincia del Azuay.



Fuente (Autores,2022).

En el gráfico 1 se describen 4 tipos de residuos que están presentes en los diferentes cantones los cuales intervienen directamente en la calidad de agua de las diferentes plantas en los cantones: Oña, Nabón, Girón, San Fernando, Santa Isabel y Pucará.

En el cantón Oña los residuos ganaderos son los que sobresalen seguidos de los residuos agrícolas. Según nuestro análisis no se encuentran residuos domiciliarios ya que la planta de tratamiento de agua potable que tiene este cantón se encuentra lejos del centro poblado y no se encuentran residuos de tipo industrial ya que no existe industrias cerca de la planta.

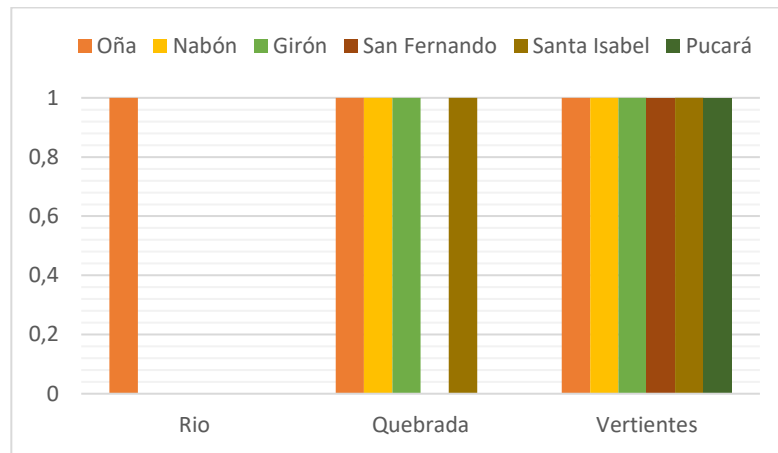
En el cantón Nabón, Girón y Santa Isabel y Pucará los residuos que se pudo evidenciar son: agrícolas ganaderos, industriales y domiciliarios. La mala disposición final de los residuos por parte de las personas y con la ayuda de algunos factores como el viento hace que los residuos lleguen hasta las instalaciones de las diferentes plantas de tratamiento de agua potable, cuyos residuos están expuestos a radiaciones solares, lluvia y demás factores ambientales y como consecuencia generan microplásticos que intervienen en la calidad del agua. Se pudo evidenciar que los residuos ganaderos y agrícolas son los que sobresalen ya que son consideradas principales actividades económicas de estos cantones, Los residuos domiciliarios están presentes ya que las

plantas están cerca de los centros poblados; cerca de las plantas de tratamiento de estos cantones no se encuentran zonas industriales por lo que no hay evidencias de residuos industriales.

En el cantón San Fernando por ser pequeño y por la ubicación de las plantas de tratamiento de agua potable existen los 4 tipos de residuos en primer lugar los ganaderos seguido de los residuos agrícolas de los industriales y domiciliarios ya que es el resultado de las principales actividades económicas del cantón.

Tipo de Fuente

Gráfico 2 Tipo de Fuentes que Ingresan a las Plantas de Tratamiento de Agua Potable



Fuente (Autores,2022).

En la gráfica 2 se describen el tipo de fuente de donde las diferentes plantas de tratamiento de agua se abastecen. En el cantón Oña donde se encuentra una sola planta se abastece de un río, quebradas y una vertiente. En el caso de Nabón y Girón se abastecen de quebradas y vertientes. En San Fernando sus fuentes de agua son las vertientes. En Santa Isabel los ríos, quebradas y vertientes son las encargadas de brindar agua. En Pucará solo se brindan agua de vertientes.

4.2 Análisis Sanitario

De acuerdo a la OMS el agua que está dirigida al consumo humano tiene que ser expuesta a varias operaciones o tratamiento que influyan en su calidad, es por eso que es importante saber qué tipo de tratamientos recibe el agua que se trata en las diferentes plantas de tratamiento de los cantones que cubre nuestra investigación. Para este análisis nos guiamos en la ficha de levantamiento de información sanitaria. Esta ficha recopila información de los tipos de tratamiento que recibe cada planta de tratamiento de agua potable.

Dado que en todas las plantas que abarca nuestro estudio, no todas cuentan con todos los tipos de tratamiento, el agua de estos lugares no cuenta con la calidad necesaria para el consumo humano. El único cantón que presentó la mayoría de tratamiento fue Santa Isabel, en el resto de cantones cuentan con 1 o 2 tipos de tratamientos. A continuación, se describe los tipos de tratamiento que recibe cada planta de agua potable en ciertos cantones de la provincia del Azuay.

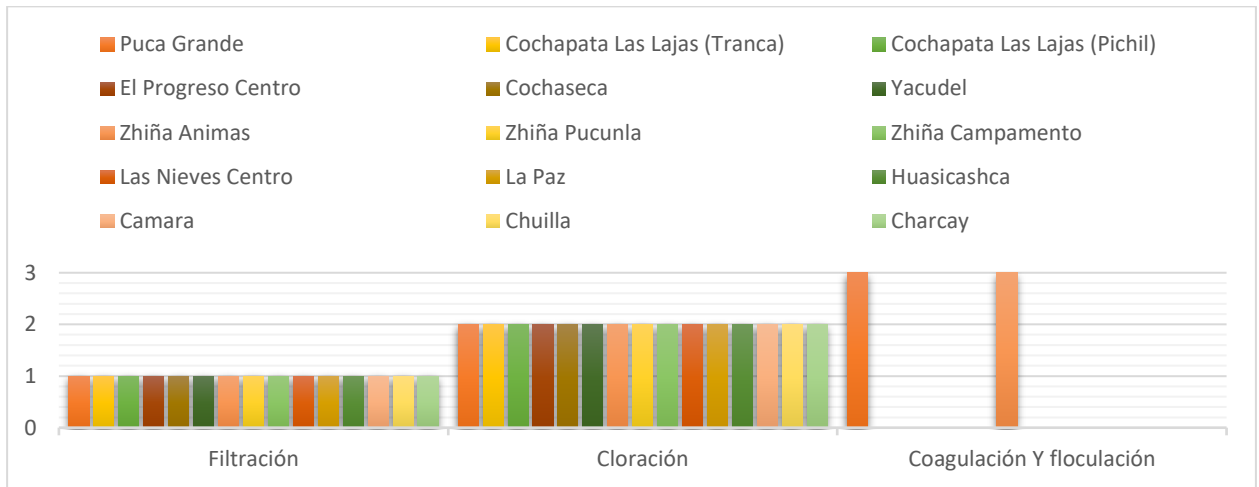
Cantón Oña

En el cantón Oña se encuentra una planta de tratamiento de agua potable de la JAAP Susudel el único tratamiento que recibe el agua de esta planta es de cloración.

Cantón Nabón

En la gráfica 3 se muestra cuantos tratamientos recibe el agua en 15 plantas de tratamiento de agua potable que pertenecen a diferentes juntas administradoras de agua potable del Cantón Nabón

Gráfico 3 Tratamientos de las Plantas de Agua Potable del Cantón Nabón



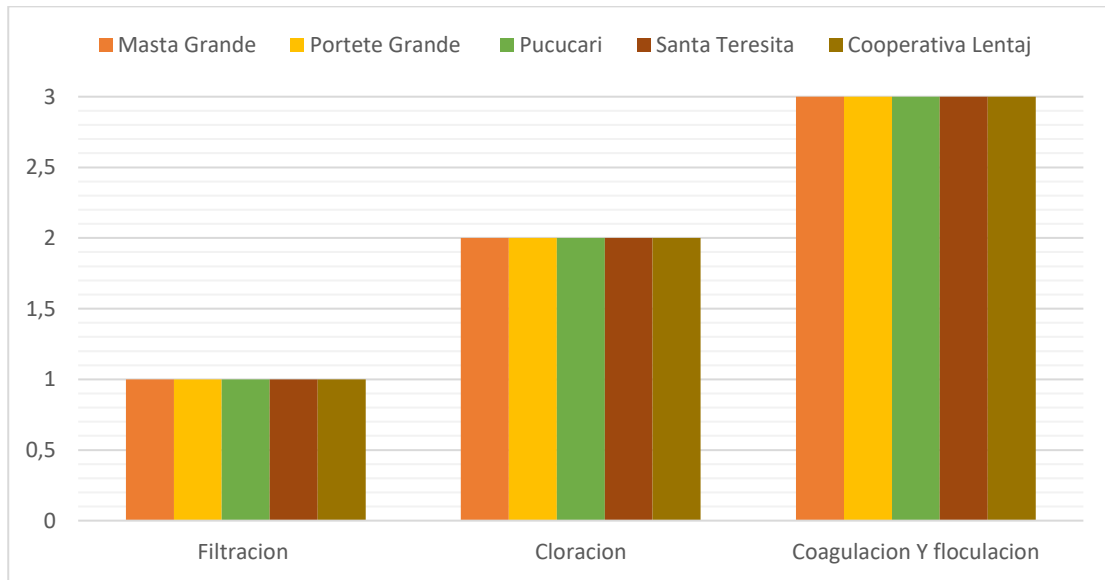
Fuente (Autores,2022).

Las 15 plantas a las que visitamos en el cantón Nabón 13 de ellas cuentan con la etapa de filtración y cloración y 2 de ellas que son Puca Grande y Animas reciben el tratamiento de 3 tipos de tratamiento filtración, cloración y coagulación y floculación.

Cantón Girón

En la gráfica 4 se muestra cuantos tratamientos recibe el agua en 5 plantas de tratamiento de agua potable que pertenecen a diferentes juntas administradoras de agua potable del Cantón Girón.

Gráfico 4 Tratamientos de las Plantas de Agua Potable del Cantón Girón



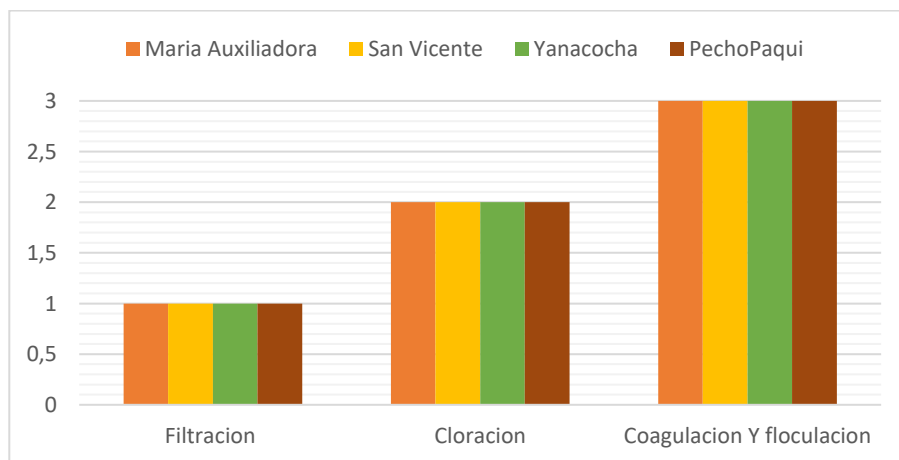
Fuente (Autores,2022).

Masta Grande, Portete Grande, Pucucari y Cooperativa Lentaj cumplen con el proceso de cloración y filtración, mientras que Santa Teresita solo cuenta con el proceso de cloración., cloración.

Cantón San Fernando

En la gráfica 5 se muestra cuantos tratamientos recibe el agua en 4 plantas de tratamiento de agua potable que pertenecen a diferentes juntas administradoras de agua potable del Cantón San Fernando.

Gráfico 5 Tratamientos de las Plantas de Agua Potable del Cantón San Fernando



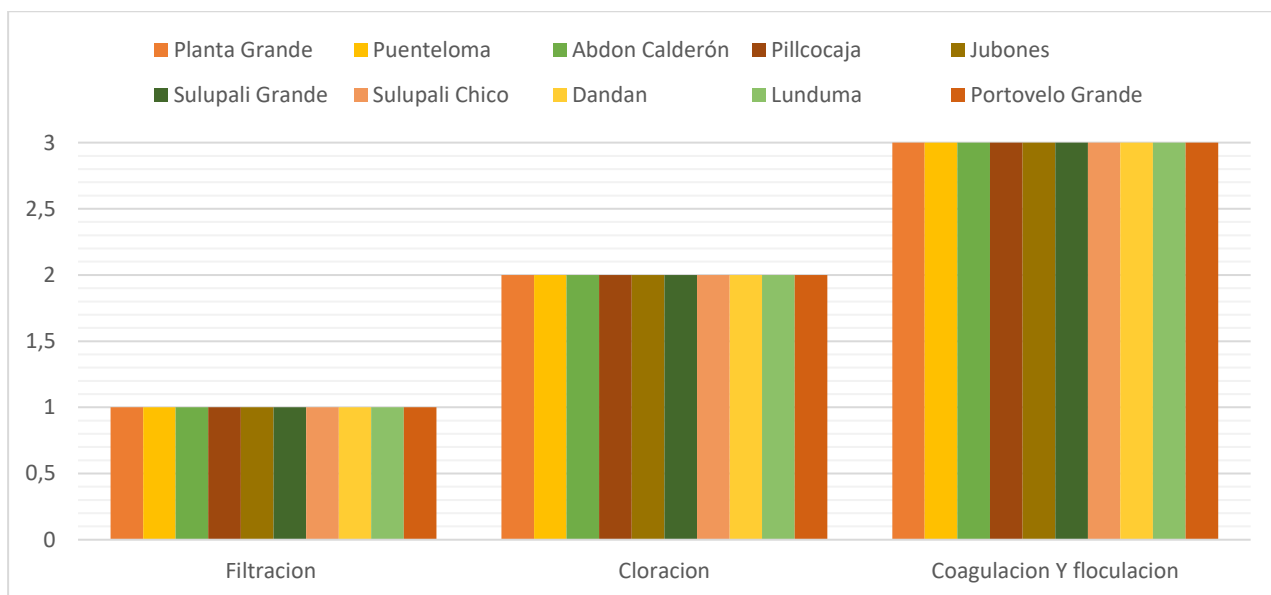
Fuente (Autores,2022).

Las 4 plantas a las que visitamos en el cantón San Fernando cuentan con 2 etapas de tratamiento la filtración y cloración.

Cantón Santa Isabel

En la gráfica 6 se muestra cuantos tratamientos recibe el agua en 10 plantas de tratamiento de agua potable que pertenecen a diferentes juntas administradoras de agua potable del Cantón Santa Isabel.

Gráfico 6 Tratamientos de las Plantas de Agua Potable del Cantón Santa Isabel



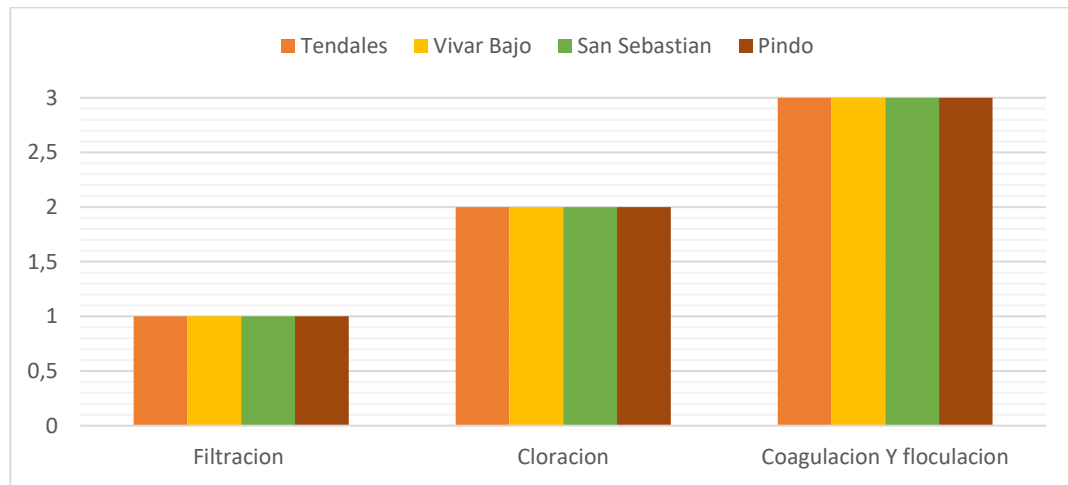
Fuente (Autores,2022).

Las 10 plantas a las que visitamos en el cantón Santa Isabel cumplen con los 3 procesos de tratamiento filtración, cloración, coagulación y floculación.

Cantón Pucará

En la gráfica 7 se muestra cuantos tratamientos recibe el agua en 14 plantas de tratamiento de agua potable que pertenecen a diferentes juntas administradoras de agua potable del Cantón Pucará.

Gráfico 7 Tratamientos de las Plantas de Agua Potable del Cantón Pucará



Fuente (Autores,2022).

Las 4 plantas a las que visitamos en el cantón Pucara cumplen con 2 procesos de tratamiento filtración y cloración.

4.3 Análisis de Parámetros Físico Químicos

El Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica presenta la normativa vigente en el Ecuador donde encontramos parámetros con los cuales podemos comparar con el objetivo de conocer la calidad el agua de las diferentes plantas de tratamiento de agua potable de ciertos cantones de la provincia del Azuay.

Todavía no existe una norma que regularice la presencia de microplásticos relacionados con los parámetros físico químicos pero según investigaciones estos parámetros si se pueden relacionar con la presencia de microplásticos.

Para conocer la calidad del agua se realizó un análisis de ciertos parámetros físico químicos del agua que llega a las diferentes plantas de tratamiento de agua potable en los diferentes cantones tales como: Oña, Nabón, Girón, San Fernando, Santa Isabel y Pucará.

Los parámetros físico-químicos dan una información extensa de la naturaleza de las especies químicas del agua y sus propiedades físicas, sin aportar información de su influencia en la vida acuática; los métodos biológicos aportan esta información pero no señalan nada acerca del contaminante o los contaminantes responsables, por lo que muchos investigadores recomiendan la utilización de ambos en la evaluación del recurso hídrico (Eugenia et al., 2007).

Las características del agua que poseen las diferentes plantas de tratamiento de agua potable son variadas ya que dependen de algunos factores de infraestructura como, por ejemplo: la captación, la localización, los materiales usados en su construcción además de los factores físicos y químicos a los que fueren afectados por lo que es de gran importancia el estudio de estos parámetros que inciden directamente en la presencia de microplásticos dentro del recurso hídrico.

Para el presente análisis se tomará como referencia aquellas juntas que presenten características críticas en los valores, tomándose como referencia tablas de la OMS, EPA Y TULSMA.

Tabla 8 Calidad del Agua de Acuerdo a su Conductividad

Grado	Conductividad máxima en us/cm a 25°C
Excelente	Menor de 250
Buena	250-750
Permisible	750-2000
Dudosa	2000-3000
Inservible	Mayor de 3000

Fuente. (Zamora,2009)

Tabla 9 Criterios de Calidad del Agua para Consumo Humano

PARAMETROS	EPA	OMS	TULSMA
PH	6,5 – 8,5	6,5 – 9,2	6 - 9
		(no hay a valores de referencia establecido en efectos sobre la salud para el pH)	
CONDUCTIVIDAD (us/cm)	-	-	-
TEMPERATURA (°C)	-	Interviene en la proliferación de microorganismos por lo que puede variar el sabor, olor, color y corrosión. Los valores que establecen son de 18 a 25°C.	-
TURBIDEZ (UNT)	-	<5	100
		(El valor paramétrico para la turbidez se fija en 1 UNT a la salida de la ETAP (y/o deposito, y de 5 UNT en la red de distribución. El valor recomendado para calificar un agua como no apta para el consumo humano es de 6 UNT.)	

Fuente (Mite et al.2016).

4.3.1 Parámetros Físico-Químicos Del Cantón Oña

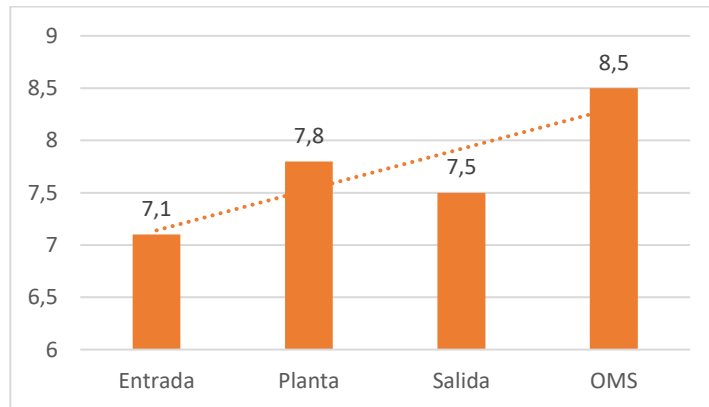
En este cantón se tomaron muestras de agua de la planta de tratamiento de agua potable Susudel donde se midió parámetros de pH, conductividad, temperatura y turbidez que arrojaron los valores presentados en la tabla 10.

Tabla 10 Parámetros Físico Químicos del Cantón Oña

Nombre de la planta de Tratamiento de Agua Potable	Tipo de Agua	pH	Conductividad (us/cm)	Temperatura (°C)	Turbidez (UNT)
Susudel	Cruda	7,1	86	23	8
	Potable	7,8	80	23	8
	Red	7,5	82	21	6

Fuente (Autores,2020).

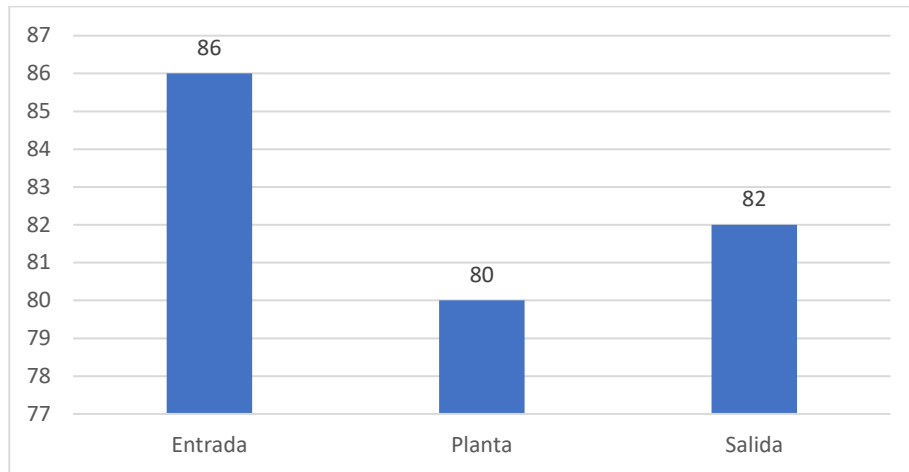
Gráfico 8 pH del Agua de la Planta de Tratamiento del Catón Oña



Fuente (Autores,2022).

En la Planta de tratamiento de agua potable Susudel se evidencia un pH de 7,1 a la entrada, 7,8 potabilizada y de 7,5 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA es adecuada para el consumo humano.

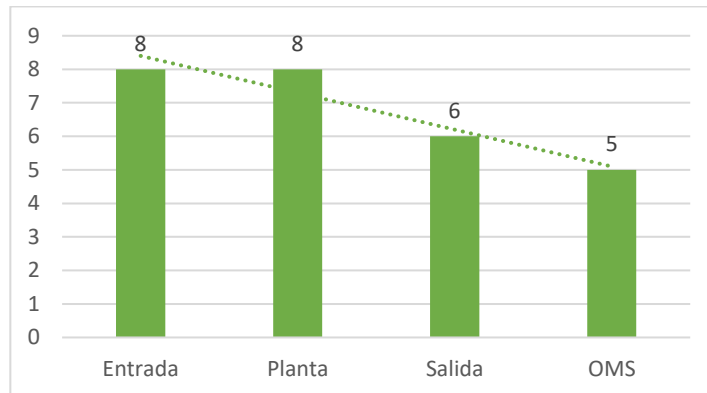
Gráfico 9 Conductividad del Agua de la Planta de tratamiento del Cantón Oña



Fuente (Autores,2022).

En lo referente a la conductividad tenemos valores de 86, 80 y 82 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente.

Gráfico 10 Turbidez del agua de la Planta de Tratamiento en el Cantón Oña



Fuente (Autores,2022).

En cuanto a la turbidez se notan valores de 8, 8 y 6 mismos que según la OMS no son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT

4.3.2 Análisis de los Parámetros Físico-Químicos Del Cantón Nabón

En este cantón se tomaron muestras de agua de las plantas de tratamiento de agua potable Puca Grande, Cochapata Las Lajas Pichil, Cochapata Las Lajas Tranca, El Progreso Centro, Cochaseca, Yacudel, Zhiña Animas, Zhiña Pucunla, Zhiña Campamento, Las Nieves Centro, La Paz, Huasicashca, Camara, Chuilla, Masta Chica, Charcay y Puji donde se midió parámetros de pH, conductividad, temperatura y turbidez que arrojaron los valores presentados en la tabla 11.

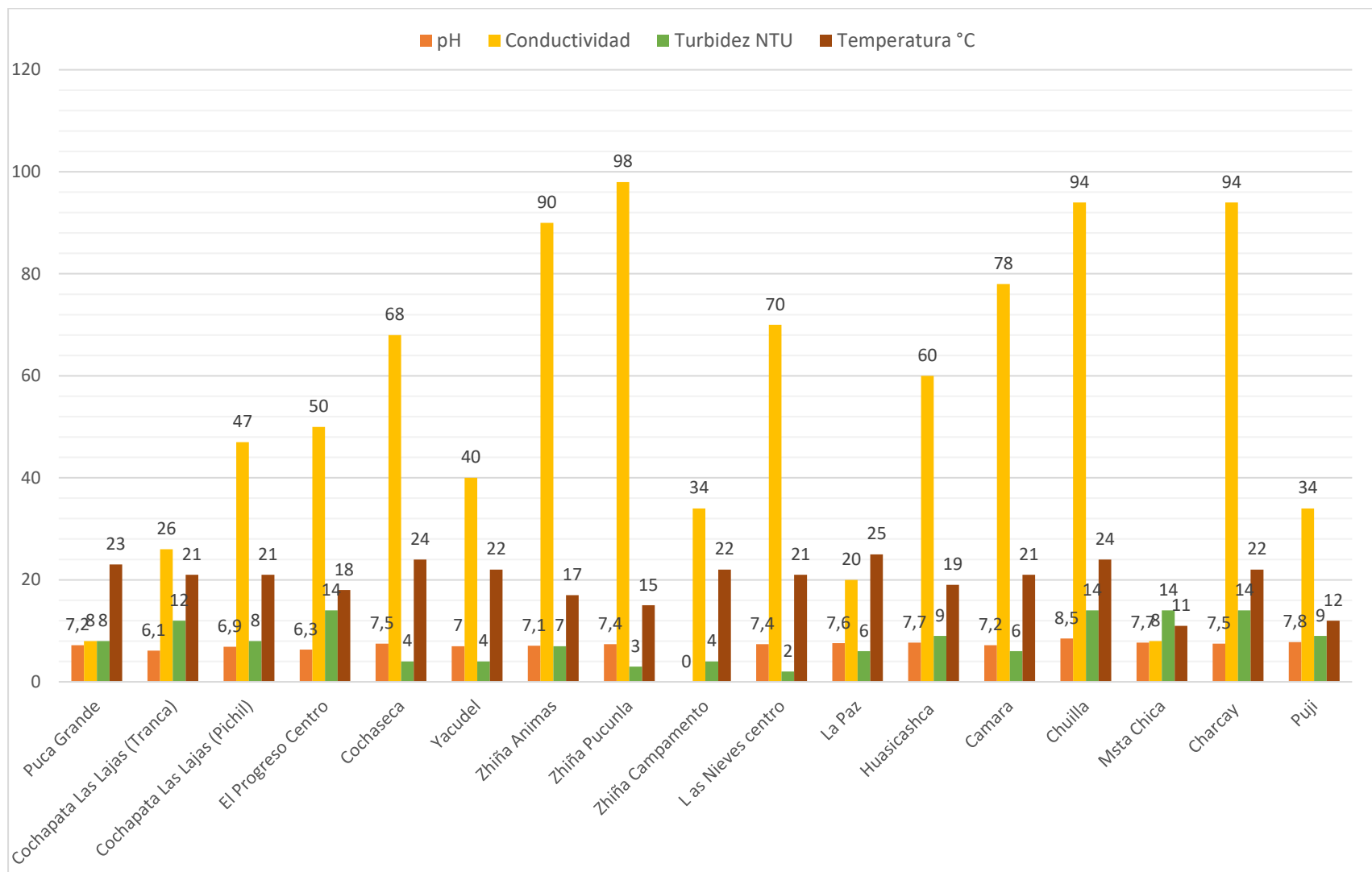
Tabla 11 Parámetros Físico Químicos del Cantón Nabón

Nombre de la Planta de Tratamiento de Agua Potable	Tipo de Agua	pH	Conductividad (us/cm)	Temperatura (°C)	Turbidez (UNT)
Puca Grande	A. Cruda	7,2	8	23	8
	A. Potable	7,6	158	23	7
	A. Red	7,4	158	23	7
Cochapata Las Lajas (Tranca)	A. Cruda	6,1	26	21	12
	A. Potable	6,3	62	22	7
	A. Red	6,3	62	19	7
Cochapata Las Lajas (Pichil)	A. Cruda	6,9	474	21	8
	A. Potable	6,7	90	19	4
	A. Red	6,7	100	22	2
El Progreso Centro	A. Cruda	6,3	50	18	14
	A. Potable	6,5	48	18	10
	A. Red	6,5	50	15	9
Cochaseca	A. Cruda	7,5	68	24	4
	A. Potable	7,7	72	23	2
	A. Red	7,8	80	21	2
Yacudel	A. Cruda	7	40	22	4
	A. Potable	6,9	80	21	2
	A. Red	7,2	16	17	2
Zhiña Animas	A. Cruda	7,1	90	17	7
	A. Potable	7,1	76	17	3
	A. Red	7,4	72	15	4
Zhiña Pucunla	A. Cruda	7,4	98	15	3
	A. Potable	7,7	46	15	1
	A. Red	7,2	46	14	2
Zhiña Campamento	A. Cruda	7,5	34	22	4
	A. Potable	7,5	32	22	0

	A. Red	7,7	34	22	0
Las Nieves Centro	A. Cruda	7,4	70	21	2
	A. Potable	8	182	21	0
	A. Red	7,5	180	21	1
La Paz	A. Cruda	7,6	20	25	6
	A. Potable	7,3	20	25	3
	A. Red	7,7	12	21	2
Huasicashca	A. Cruda	7,7	60	19	9
	A. Potable	7,7	90	22	5
	A. Red	7,9	94	22	4
Camara	A. Cruda	7,2	78	21	9
	A. Potable	7,3	82	18	2
	A. Red	8	94	18	2
Chuilla	A. Cruda	8,5	94	24	14
	A. Potable	8,5	102	24	12
	A. Red	8,4	100	24	8
Masta Chica	A. Cruda	7,7	8	11	14
	A. Potable	7,8	332	13	8
	A. Red	7,5	618	13	11
Charcay	A. Cruda	7,5	94	22	14
	A. Potable	7,3	90	22	11
	A. Red	7,4	94	22	8
Puji	A. Cruda	7,8	34	12	9
	A. Potable	7,4	62	15	5
	A. Red	7	62	15	4

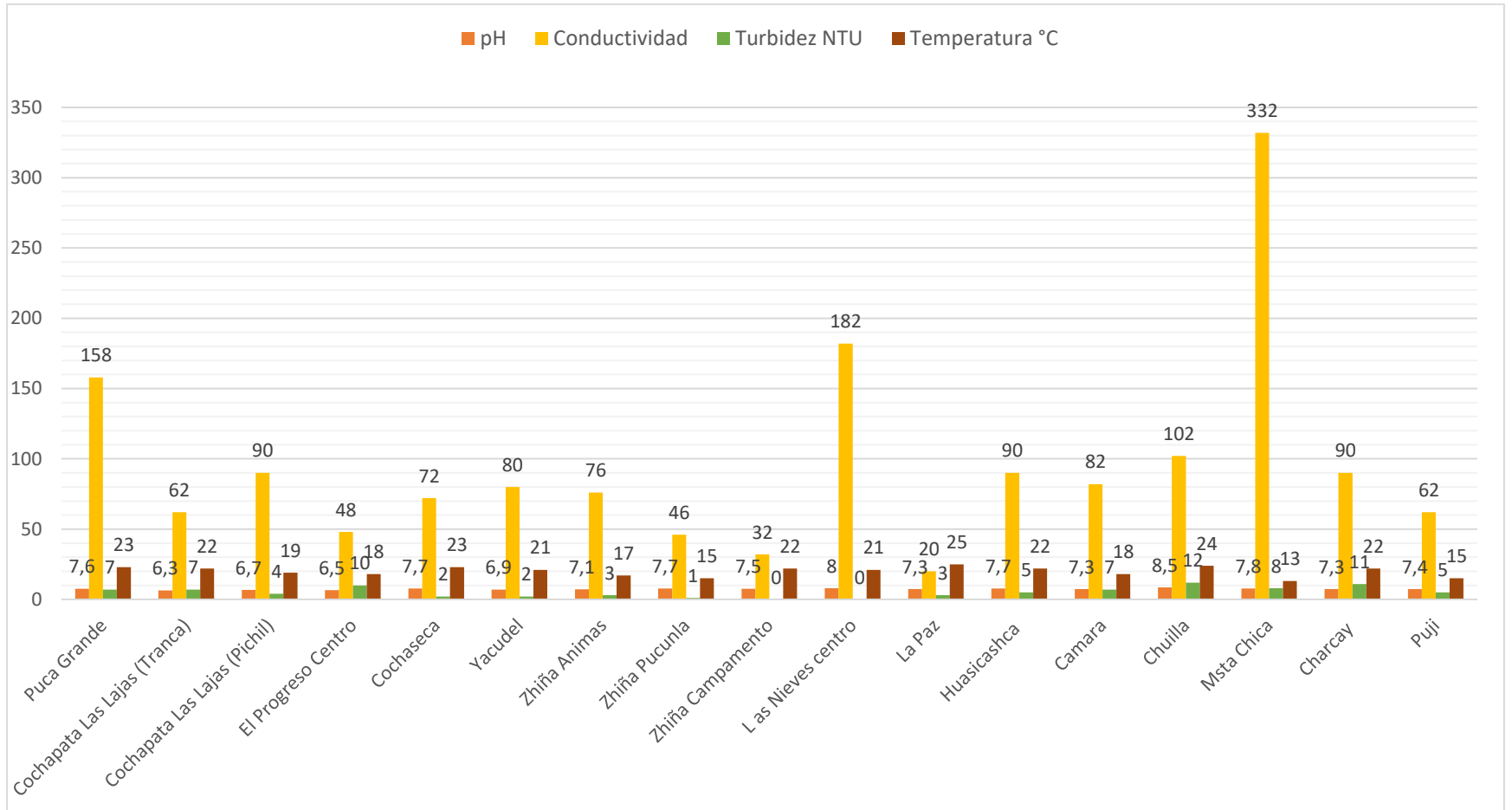
Fuente (Autores,2020).

Gráfico 11 Datos de los Parámetros Físico Químicos de Entradas del Cantón Nabón



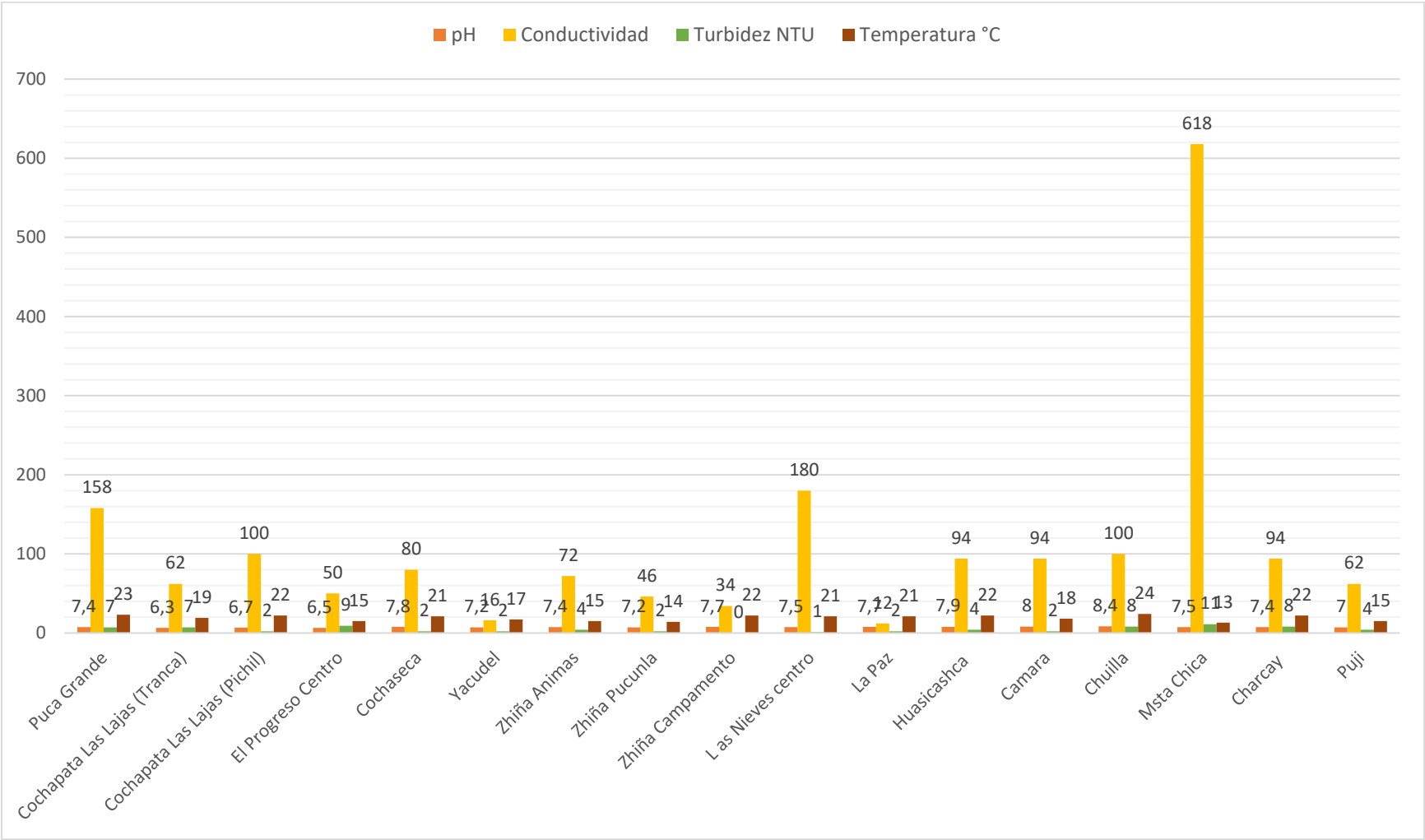
Fuente (Autores,2022)

Gráfico 12 Datos de los Parámetros Físico Químicos de las Plantas del Cantón Nabón



Fuente (Autores,2022).

Gráfico 13 Datos de los Parámetros Físico Químicos de Salida del Cantón Nabón



Fuente (Autores,2022).

En la planta de tratamiento de agua potable Puca Grande se evidencia un pH básico de 7,2 a la entrada, 7,6 potabilizada y de 7,4 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 8, 158 y 158 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 23°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 8, 7 y 7 mismos que según la OMS no son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT.

En la planta de tratamiento de agua potable Cochapata Las Lajas (Tranca) se evidencia un pH ácido de 6,1 a la entrada, 6,3 potabilizada y de 6,3 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 26, 62 y 62 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 21, 22 y 19°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 12, 7 y 7 mismos que según la OMS no son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT.

En la planta de tratamiento de agua potable Cochapata Las Lajas (Pichil) se evidencia un pH ácido de 6,9 a la entrada, 6,7 potabilizada y de 6,7 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 474 al ingreso que es buena y al pasar por los tratamientos de agua son 90 y 100 que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 21, 19 y 22°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 8, 4 y 2 mismos que según la OMS son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT en la red.

En la planta de tratamiento de agua potable El Progreso Centro se evidencia un pH ácido de 6,3 a la entrada, 6,5 potabilizada y de 6,5 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 50, 48 y 50 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 18, 18 y 15°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 14, 10 y 9 mismos que según la OMS no son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT.

En la planta de tratamiento de agua potable Cochaseca se evidencia un pH básico de 7,5 a la entrada, 7,7 potabilizada y de 7,8 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 68, 72 y 80 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 24, 23 y 21°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 4, 2 y 2 mismos que según la OMS son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT.

En la planta de tratamiento de agua potable Yacudel se evidencia un pH relativamente neutro de 7 a la entrada, 6,9 potabilizada y de 7,2 en los domicilios propio del agua pura, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 40, 80 y 16 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 22, 21 y 17°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 4, 2 y 2 mismos que según la OMS son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT.

En la planta de tratamiento de agua potable Zhiña Animas se evidencia un pH básico de 7,1 a la entrada, 7,1 potabilizada y de 7,4 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 90, 76 y 72 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 17, 17 y 15°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 7, 3 y 4 mismos que según la OMS son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT en la red.

En la planta de tratamiento de agua potable Zhiña Pucunla se evidencia un pH básico de 7,4 a la entrada, 7,7 potabilizada y de 7,2 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 98, 46 y 46 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250 us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 15, 15 y 14°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 3, 1 y 2 mismos que según la OMS son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT.

En la planta de tratamiento de agua potable Zhiña Campamento se evidencia un pH básico de 7,5 a la entrada, 7,5 potabilizada y de 7,7 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 34, 32 y 34 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 22°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 4, 0 y 0 mismos que según la OMS son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT.

En la planta de tratamiento de agua potable Las Nieves Centro se evidencia un pH básico de 7,4 a la entrada, 8 potabilizada y de 7,5 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 70, 182 y 180 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 21°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 2, 0 y 1 mismos que según la OMS son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT.

En la planta de tratamiento de agua potable La Paz se evidencia un pH básico de 7,6 a la entrada, 7,3 potabilizada y de 7,7 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 20, 20 y 12 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 25 y 21°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 6, 3 y 2 mismos que según la OMS son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT en la red.

En la planta de tratamiento de agua potable Huasicashca se evidencia un pH básico de 7,7 a la entrada, 7,7 potabilizada y de 7,9 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 60, 90 y 94 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 19 y 22°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 9, 5 y 4 mismos que según la OMS son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT en la red.

En la planta de tratamiento de agua potable Camara se evidencia un pH básico de 7,2 a la entrada, 7,3 potabilizada y de 8 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 78, 82 y 94 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 21 y 18°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 6, 7 y 2 mismos que según la OMS son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT en la red.

En la planta de tratamiento de agua potable se evidencia un pH básico de 8,5 a la entrada, 8,5 potabilizada y de 8,4 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 94, 102 y 100 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 24°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 14, 12 y 8 mismos que según la OMS no son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT.

En la planta de tratamiento de agua potable Masta Chica se evidencia un pH básico de 7,7 a la entrada, 7,8 potabilizada y de 7,5 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 8, 332 y 618 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al estar en un rango entre 250 y 750us/cm la califica como agua buena. La temperatura observada es de 11 y 13°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 14, 8 y 11 mismos que según la OMS no son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT en la red.

En la planta de tratamiento de agua potable Charcay se evidencia un pH básico de 7,5 a la entrada, 7,3 potabilizada y de 7,4 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores

entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 94, 90 y 94 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 22°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 14, 11 y 8 mismos que según la OMS no son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT.

En la planta de tratamiento de agua potable Puji se evidencia un pH básico de 7,8 a la entrada, 7,4 potabilizada y de 7 neutro en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 34, 62 y 62 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 12 y 15°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 9, 5 y 4 mismos que según la OMS son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT en la red.

4.3.3 Parámetros Físico-Químicos Del Cantón Girón

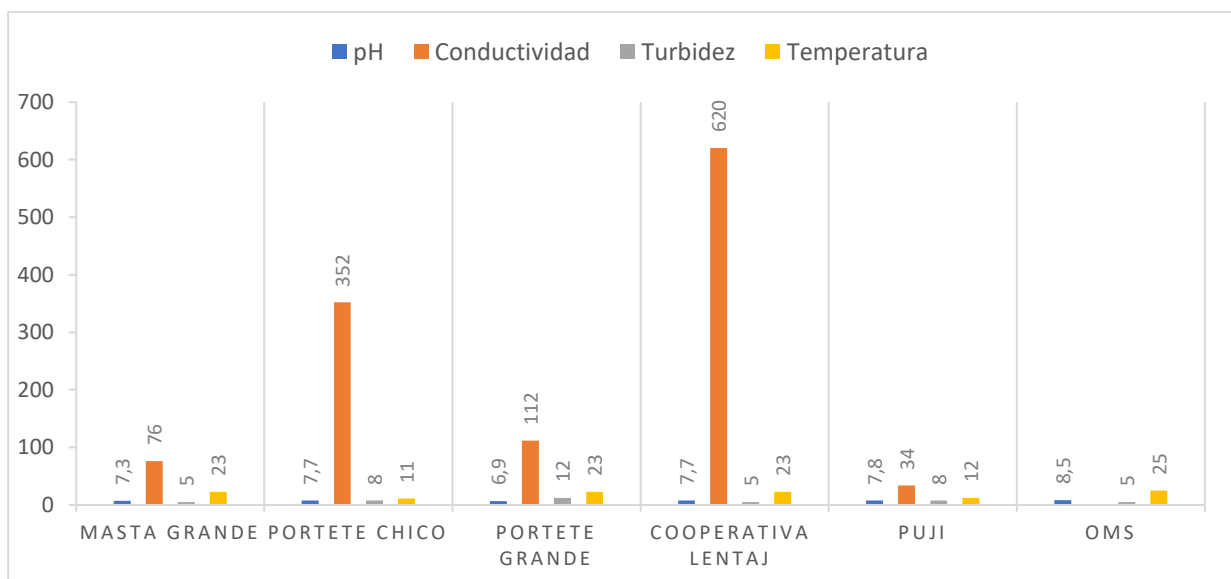
Tabla 12 Parámetros Físico Químicos del Cantón Girón

Nombre de la Planta de Tratamiento de Agua Potable	Tipo de Agua	pH	Conductividad (us/cm)	Temperatura (°C)	Turbidez (UNT)
Masta Grande	A. Cruda	7,3	76	23	5
	A. Potable	7,1	76	23	3
	A. Red	7,3	60	22	3
Portete Chico	A. Cruda	7,7	352	11	8
	A. Potable	7,3	92	11	4
	A. Red	7,4	372	22	3
Portete Grande	A. Cruda	6,9	112	23	12
	A. Potable	7,2	128	23	8
	A. Red	7,2	112	21	8
Cooperativa Lentaj	A. Cruda	7,7	620	23	5

	A. Potable	7,7	628	23	2
	A. Red	8,1	506	23	3
Puji	A. Cruda	7,8	34	12	8
	A. Potable	7,4	62	15	8
	A. Red	7	62	15	5

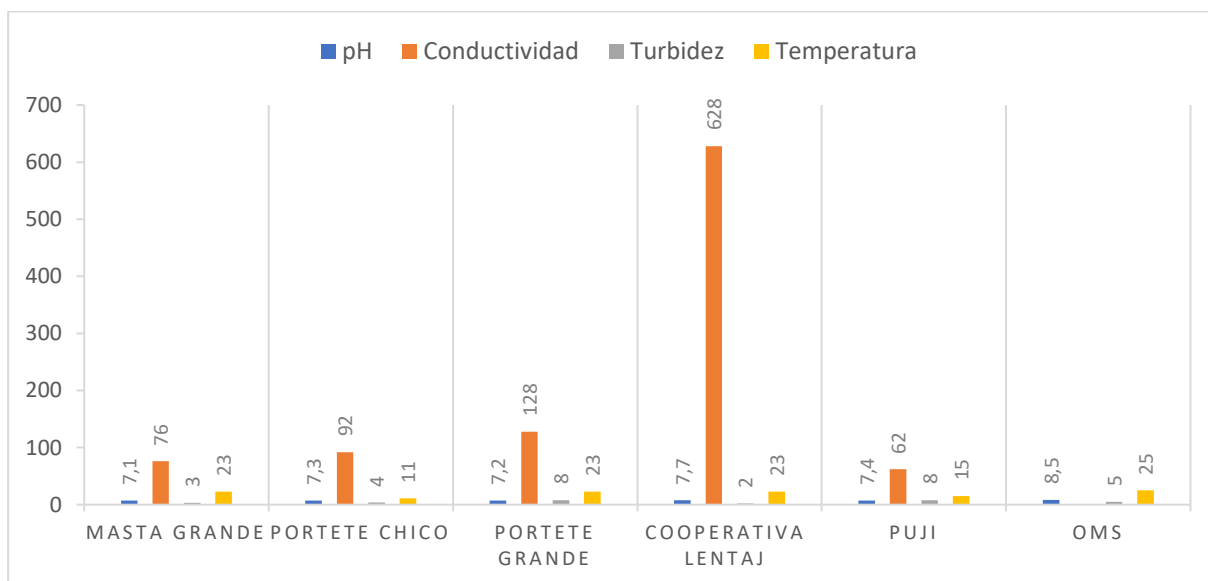
Fuente (Autores,2022).

Gráfico 14 Datos de las Entradas de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable



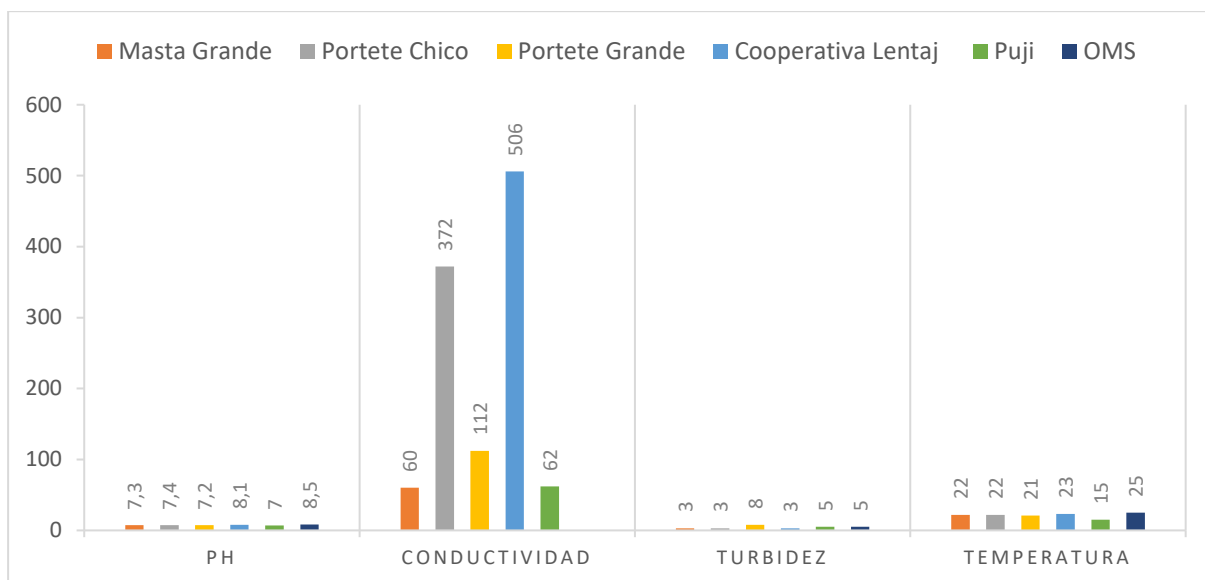
Fuente (Autores,2022).

Gráfico 15 Datos de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable



Fuente (Autores,2022).

Gráfico 16 Datos de las Salidas de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable



En este cantón se tomaron muestras de agua de las JAAP Masta Grande, Portete Chico, Portete Grande, Cooperativa Lentaj y Puji donde se midió parámetros de pH, conductividad, temperatura y turbidez que arrojaron los valores presentados en la tabla 12.

En la planta de tratamiento de agua potable Masta Grande se evidencia un pH básico de 7,3 a la entrada, 7,1 potabilizada y de 7,3 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 76, 76 y 60 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 23 y 22°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 5, 3 y 3 mismos que según la OMS son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT.

En la planta de tratamiento de agua potable Portete Chico se evidencia un pH básico de 7,7 a la entrada, 7,3 potabilizada y de 7,4 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA

valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 352, 92 y 372 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al estar en un rango entre 250 y 750us/cm la califica como agua buena. La temperatura observada es de 11 y 22°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 8, 4 y 3 mismos que según la OMS son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT en la red.

En la planta de tratamiento de agua potable Portete Grande se evidencia un pH casi neutro de 6,9 a la entrada, 7,2 potabilizada y de 7,2 en los domicilios, que corresponde a agua pura, y de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 112, 128 y 112 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 23 y 21°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 12, 8 y 8 mismos que según la OMS no son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT.

En la planta de tratamiento de agua potable Cooperativa Lentaj se evidencia un pH básico de 7,7 a la entrada, 7,7 potabilizada y de 8,1 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 620, 628 y 506 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al encontrarse en un rango entre 250 y 750us/cm la califica como agua buena. La temperatura observada es de 23°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 5, 2 y 3 mismos que según la OMS son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT.

En la planta de tratamiento de agua potable Puji se evidencia un pH básico de 7,8 a la entrada, 7,4 potabilizada y de 7 neutro en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad

tenemos valores de 34, 62 y 62 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 12 y 15°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 8, 8 y 5 mismos que según la OMS son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT en la red.

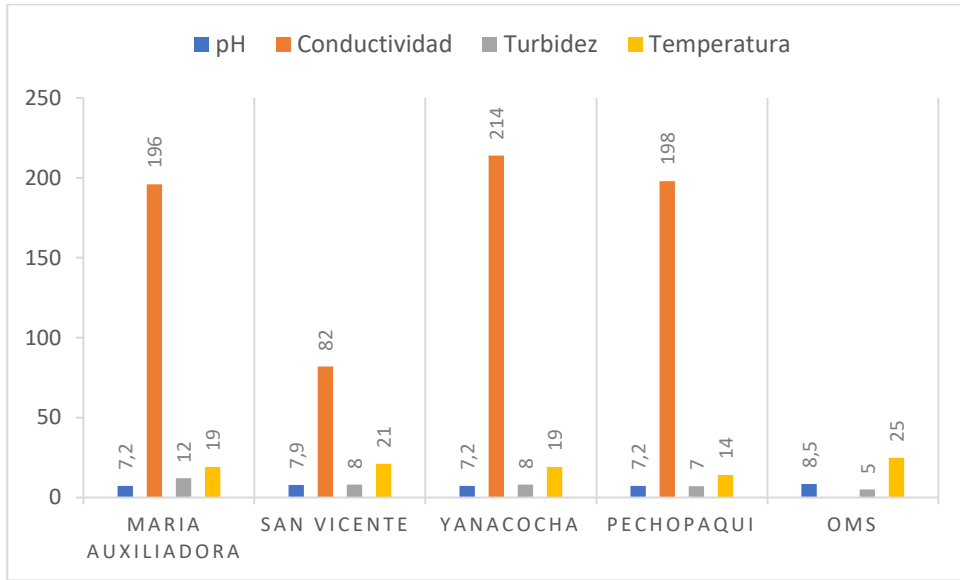
4.3.4 Parámetros Físico-Químicos Del Cantón San Fernando

Tabla 13 Parámetros Físico Químicos del Cantón San Fernando

Nombre de la Planta de Tratamiento de Agua Potable	Tipo de Agua	pH	Conductividad (us/cm)	Temperatura (°C)	Turbidez (UNT)
María Auxiliadora	A. Cruda	7,2	196	19	12
	A. Potable	8,1	170	20	8
	A. Red	7,9	186	19	5
San Vicente	A. Cruda	7,9	82	21	8
	A. Potable	6,8	258	20	6
	A. Red	7,3	214	21	7
Yanacocha	A. Cruda	7,2	214	19	8
	A. Potable	7,1	210	15	1
	A. Red	7,3	418	21	2
Pechopaqui	A. Cruda	7,2	198	14	7
	A. Potable	7,3	193	13	6
	A. Red	7,6	210	12	3

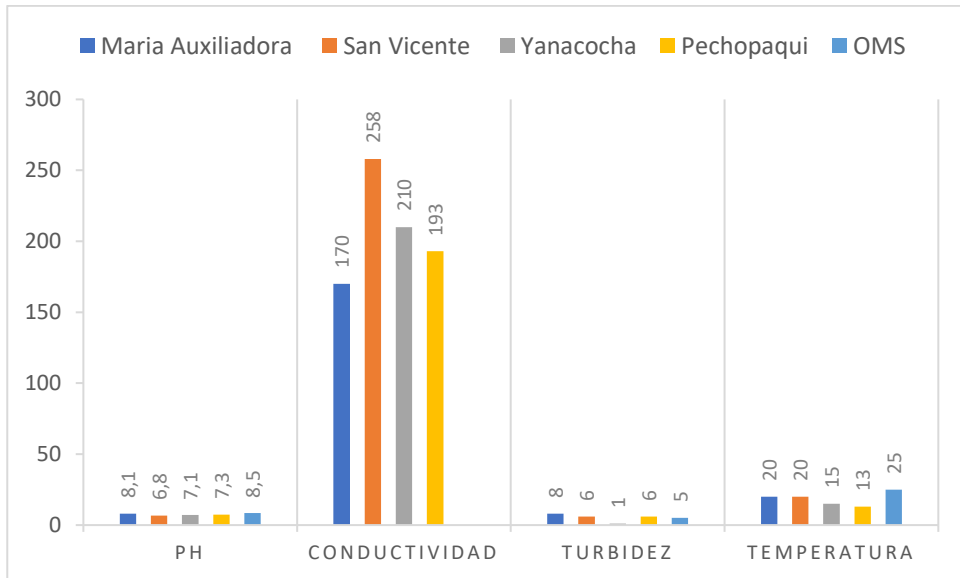
Fuente (Autores,2022).

Gráfico 17 Datos del Agua que Ingresa a las Plantas de Tratamiento



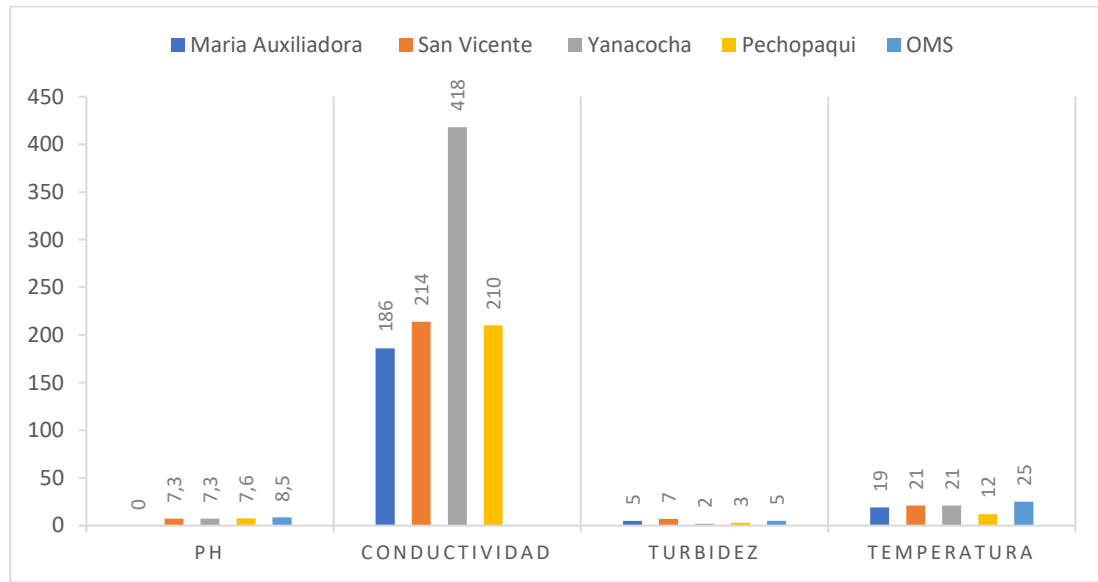
Fuente (Autores,2022).

Gráfico 18 Datos de las Plantas de Agua Potable



Fuente (Autores,2022).

Gráfico 19 Datos de Salida de la Plantas de Tratamiento



Fuente (Autores,2022).

En este cantón se tomaron muestras de agua de Plantas de tratamiento de agua potable María Auxiliadora, San Vicente, Yanacocha, Pechopaqui, donde se midió parámetros de pH, conductividad, temperatura y turbidez que arrojaron los valores presentados en la tabla 13.

En la planta de tratamiento de agua potable María Auxiliadora se evidencia un pH básico de 7,2 a la entrada, 8,1 potabilizada y de 7,9 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 196, 170 y 186 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 19 y 20°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 12, 8 y 5 mismos que según la OMS son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT en la red.

En la planta de tratamiento de agua potable San Vicente se evidencia un pH básico de 7,9 a la entrada, 6,8 potabilizada y de 7,3 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 82, 258 y 214 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser

menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 21 y 20°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 8, 6 y 7 mismos que según la OMS no son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT.

En la planta de tratamiento de agua potable Yanacocha se evidencia un pH básico de 7,2 a la entrada, 7,1 potabilizada y de 7,3 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 214, 210 y 418 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 750us/cm la califica como agua buena. La temperatura observada es de 19, 15 y 21°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 8, 1 y 2 mismos que según la OMS son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT.

En la planta de tratamiento de agua potable Pechopaqui se evidencia un pH básico de 7,2 a la entrada, 7,3 potabilizada y de 7,6 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 198, 193 y 210 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 14, 13 y 12°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor., En cuanto a la turbidez se notan valores de 7, 6 y 3 mismos que según la OMS son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT.

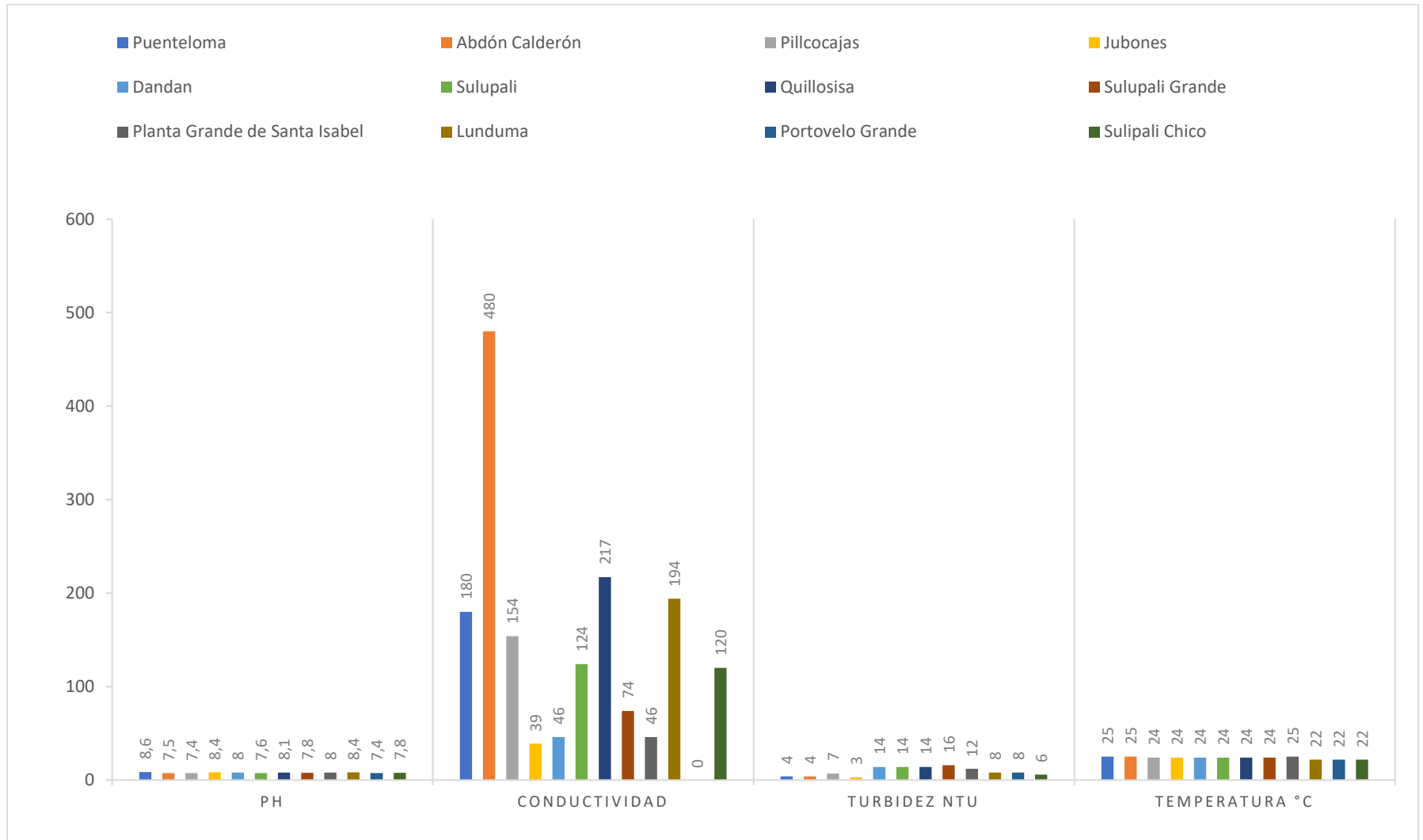
4.3.5 Parámetros Físico-Químicos Del Cantón Santa Isabel

Tabla 14 Parámetros Físico Químicos del Cantón Santa Isabel

Nombre de la Planta de Tratamiento de Agua Potable	Tipo de Agua	pH	Conductividad (us/cm)	Temperatura (°C)	Turbidez (UNT)
Puenteloma	A. Cruda	8,6	180	25	4
	A. Potable	8,8	180	25	2
	A. Red	6,2	176	25	2
Abdón Calderón	A. Cruda	7,5	480	25	4
	A. Potable	7,8	455	25	2
	A. Red	8	158	25	2
Pillcocajas	A. Cruda	7,4	154	24	7
	A. Potable	7,7	154	24	3
	A. Red	7,9	158	24	4
Jubones	A. Cruda	8,4	39	24	3
	A. Potable	8,2	92	24	1
	A. Red	8,5	90	24	2
Sulupali	A. Cruda	7,6	124	24	14
	A. Potable	7,8	120	24	11
	A. Red	7,6	94	24	8
Quillosisa	A. Cruda	8,1	217	24	14
	A. Potable	8,3	456	24	11
	A. Red	8,4	484	24	8
Sulupali Grande	A. Cruda	7,8	74	24	16
	A. Potable	7,3	96	24	12
	A. Red	7,5	72	24	8
Planta Grande de Santa Isabel	A. Cruda	8	46	25	12
	A. Potable	7,7	42	25	8
	A. Red	7,8	48	25	5
Lunduma	A. Cruda	8,4	194	22	8
	A. Potable	8,3	1110	22	6
	A. Red	8,4	220	22	7
Portovelo Grande	A. Cruda	7,4	716	22	8
	A. Potable	8,2	1110	22	1
	A. Red	8	79	22	2
Sulupali Chico	A. Cruda	7,8	120	22	6
	A. Potable	7,6	94	22	3
	A. Red	7,6	94	22	3

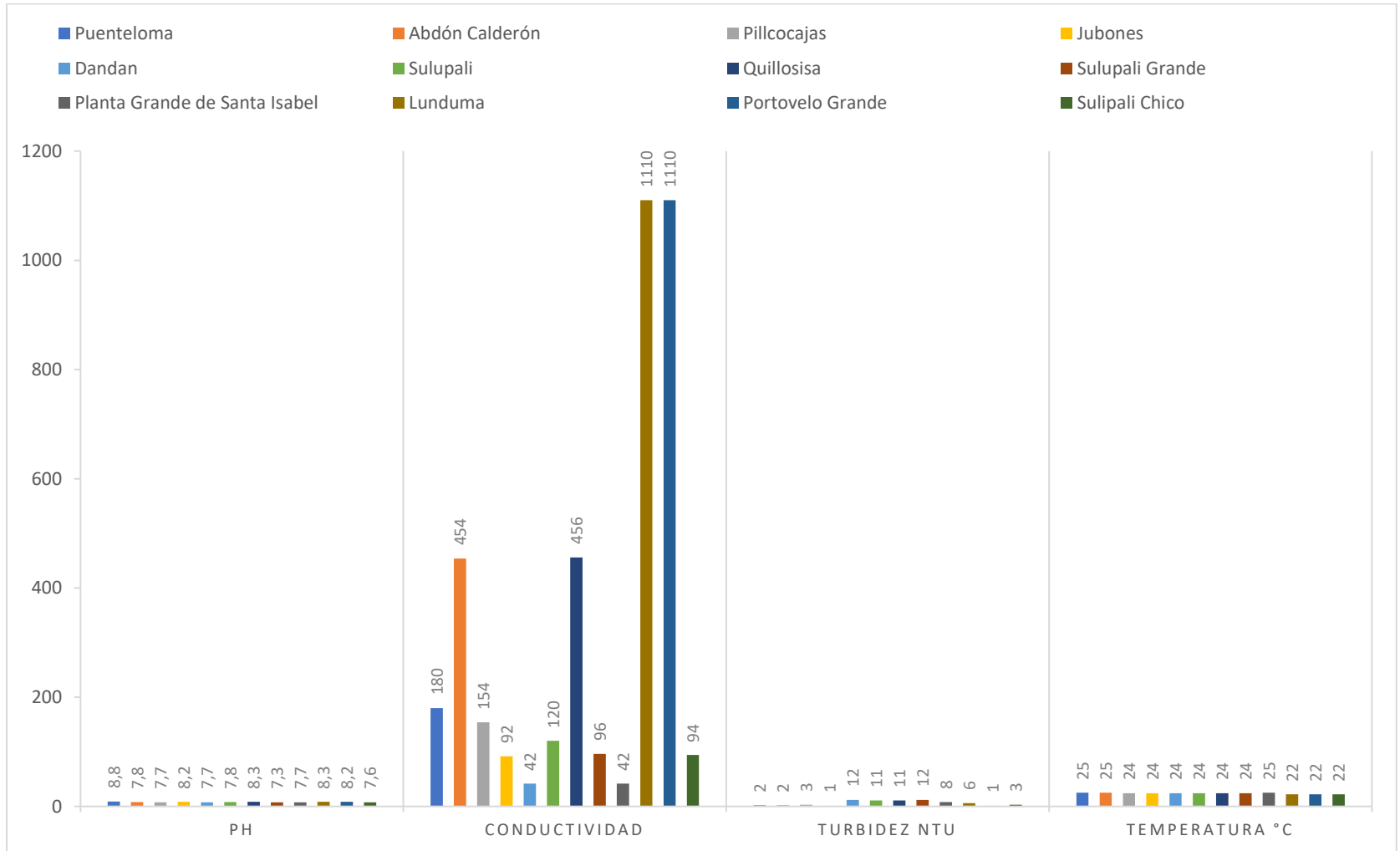
Fuente (Autores,2022).

Gráfico 20 Datos de los Parámetros Físico Químicos de Entrada de las Plantas de Tratamiento



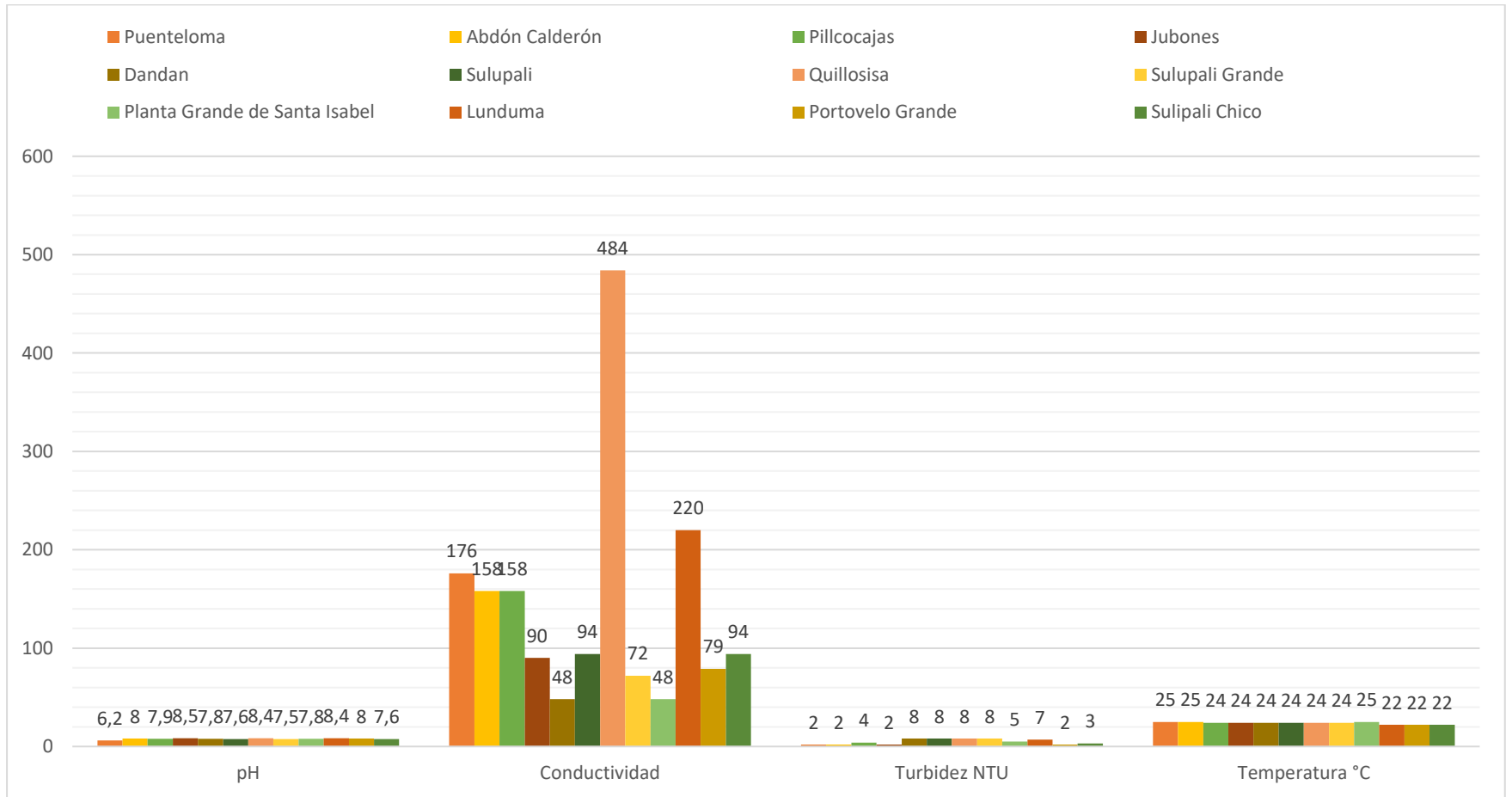
Fuente (Autores,2022).

Gráfico 21 Datos de los Parámetros Físico Químico de las Plantas de Tratamiento



Fuente (Autores,2022).

Gráfico 22 Datos de los Parámetros Físico Químicos de Salida de las Plantas de Tratamiento



Fuente (Autores,2022).

En este cantón se tomaron muestras de agua de las plantas de tratamiento de agua potable Puenteloma, Abdón Calderón, Pillcocajas, Jubones, Dandan, Sulupali, Quillosisa, Sulupali Grande, Planta Grande De Santa Isabel, Lunduma, Portovelo Grande y Sulupali Chico, donde se midió parámetros de pH, conductividad, temperatura y turbidez que arrojaron los valores presentados en la tabla 14.

En la planta de tratamiento de agua potable Puenteloma se evidencia un pH básico de 8,6 a la entrada, 8,8 potabilizada y de 6,2 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 180, 180 y 176 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 25°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor.

En cuanto a la turbidez se notan valores de 4, 2 y 2 mismos que según la OMS son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT. En la planta de tratamiento de agua potable Abdón Calderón se evidencia un pH básico de 7,5 a la entrada, 7,8 potabilizada y de 8 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 480, 454 y 158 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y al estar dentro del intervalo 250-750us/cm la califica como agua buena. La temperatura observada es de 25°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 4, 2 y 2 mismos que según la OMS son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT.

En la planta de tratamiento de agua potable Pillcocajas se evidencia un pH básico de 7,4 a la entrada, 7,7 potabilizada y de 7,9 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 154, 154 y 158 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 24°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de

microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 7, 3 y 4 mismos que según la OMS son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT en la red.

En la planta de tratamiento de agua potable Jubones se evidencia un pH básico de 8,4 a la entrada, 8,2 potabilizada y de 8,5 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 39, 92 y 90 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 24°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 3, 1 y 2 mismos que según la OMS son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT.

En la planta de tratamiento de agua potable Dandan se evidencia un pH básico de 8 a la entrada, 7,7 potabilizada y de 7,8 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 46, 42 y 48 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 24°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 14, 12 y 8 mismos que según la OMS no son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT.

En la planta de tratamiento de agua potable Sulupali se evidencia un pH básico de 7,6 a la entrada, 7,8 potabilizada y de 7,6 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 124, 120 y 94 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 24°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 14, 11 y 8 mismos que según la OMS no son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT.

En la planta de tratamiento de agua potable Quillosa se evidencia un pH básico de 8,1 a la entrada, 8,3 potabilizada y de 8,4 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 217, 456 y 484 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al encontrarse en el rango 250-750us/cm la califica como agua buena. La temperatura observada es de 24°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 14, 11 y 8 mismos que según la OMS no son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT.

En la planta de tratamiento de agua potable Sulupali Grande se evidencia un pH básico de 7,8 a la entrada, 7,3 potabilizada y de 7,5 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 74, 96 y 72 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 24°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 16, 12 y 8 mismos que según la OMS no son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT.

En la planta de tratamiento de agua potable Planta Grande De Santa Isabel se evidencia un pH básico de 8 a la entrada, 7,7 potabilizada y de 7,8 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano.

En lo referente a la conductividad tenemos valores de 46, 42 y 48 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 25°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 12, 8 y 5 mismos que según la OMS son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT en la red.

En la planta de tratamiento de agua potable Lunduma se evidencia un pH básico de 8,4 a la entrada, 8,3 potabilizada y de 8,4 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 194, 1110 y 220 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 2000us/cm la califica como agua permisible. La temperatura observada es de 22°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 8, 6 y 7 mismos que según la OMS no son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT.

En la planta de tratamiento de agua potable Portovelo Grande se evidencia un pH básico de 7,4 a la entrada, 8,2 potabilizada y de 8 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 716, 1110 y 79 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 2000us/cm la califica como agua permisible. La temperatura observada es de 22°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 8, 1 y 2 mismos que según la OMS son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT en la red.

En la planta de tratamiento de agua potable Sulupali Chico se evidencia un pH básico de 7,8 a la entrada, 7,6 potabilizada y de 7,6 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano.

En lo referente a la conductividad tenemos valores de 120, 94 y 94 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 22°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 6, 3 y 3 mismos que según la OMS no son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT en la red.

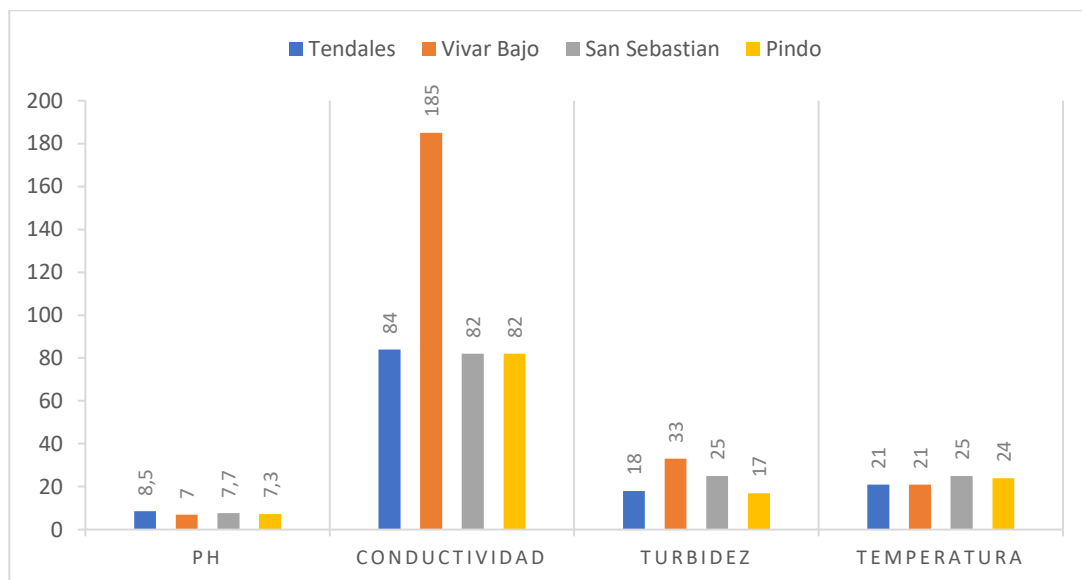
4.3.6 Parámetros Físico-Químicos Del Cantón Pucará

Tabla 15 Parámetros Físico Químicos de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable del Cantón Pucará

Nombre de la Planta de Tratamiento de Agua Potable	Tipo de Agua	pH	Conductividad (us/cm)	Temperatura (°C)	Turbidez (UNT)
Tendales	A. Cruda	8,5	84	21	18
	A. Potable	8,8	100	21	15
	A. Red	8,3	72	28	12
Vivar Bajo	A. Cruda	7	185	21	33
	A. Potable	6,6	122	21	30
	A. Red	6,7	116	21	28
San Sebastián	A. Cruda	7,7	82	25	25
	A. Potable	7,9	76	25	25
	A. Red	7,8	142	24	23
Pindo	A. Cruda	7,3	82	24	17
	A. Potable	7,8	78	24	16
	A. Red	9,2	82	26	13

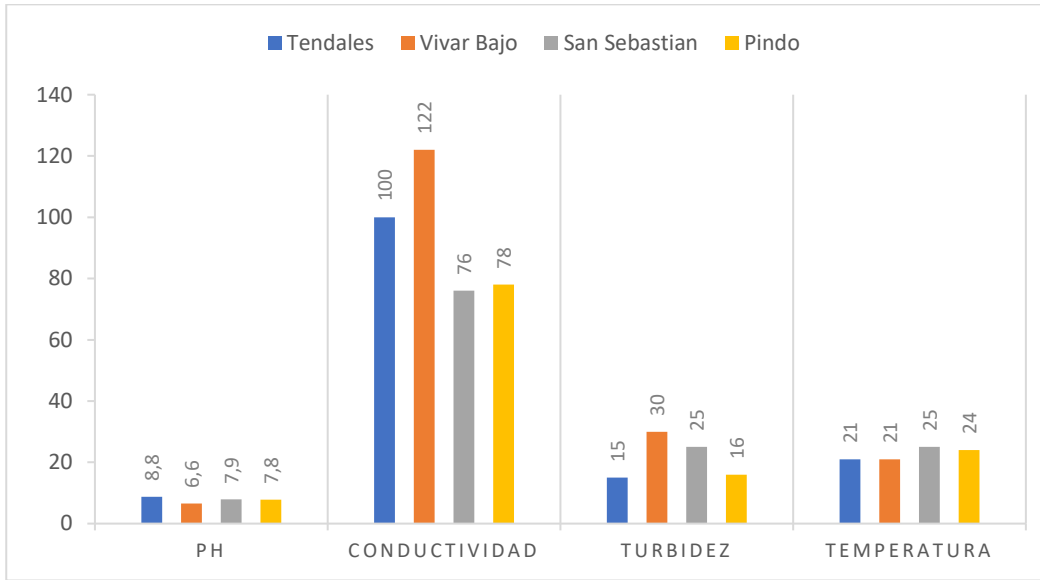
Fuente (Autores, 2022).

Gráfico 23 Datos de Entrada de las Plantas de Tratamiento de Agua



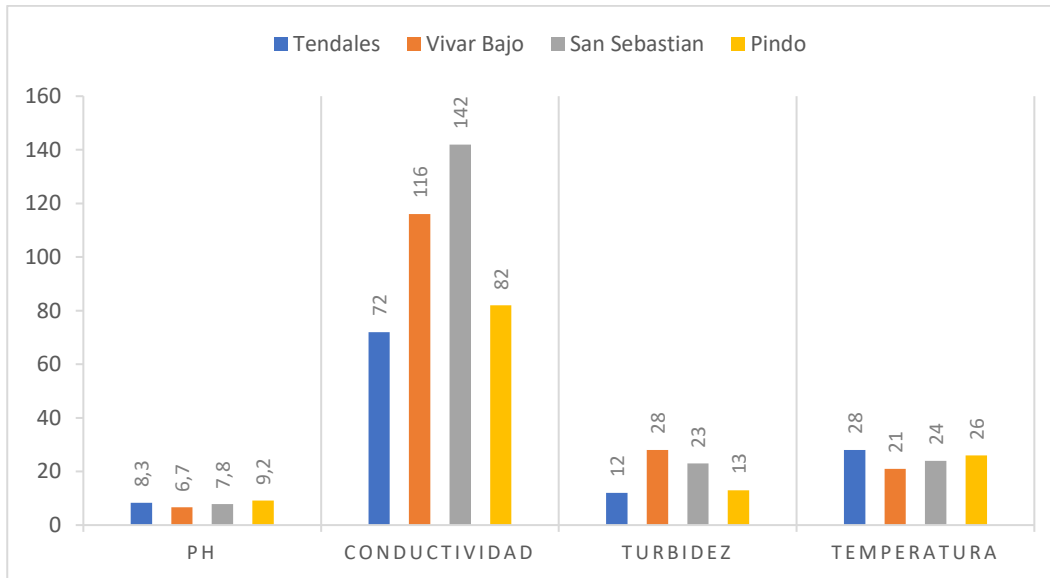
Fuente (Autores, 2022).

Gráfico 24 Datos las Plantas de Tratamiento de Agua



Fuente (Autores, 2022).

Gráfico 25 Datos de Salidas de las Plantas de Tratamiento de Agua



Fuente (Autores, 2022).

En este cantón se tomaron muestras de agua de las JAAP Tendales, Vivar Bajo, San Sebastián y Pindo, donde se midió parámetros de pH, conductividad, temperatura y turbidez que arrojaron los valores presentados en la tabla 14.

En la planta de tratamiento de agua potable Tendales se evidencia un pH básico de 8,5 a la entrada, 8,8 potabilizada y de 8,3 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 84, 100 y 72 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de entre 21 y 28°C que según la OMS es donde favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor del agua. En cuanto a la turbidez se notan valores de 18, 15 y 12 mismos que según la OMS no son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT.

En la planta de tratamiento de agua potable Vivar Bajo se evidencia un pH neutro de 7 a la entrada, y ácido de 6,6 potabilizada y de 6,7 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 185, 122 y 116 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 21°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 33, 30 y 28 mismos que según la OMS no son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT.

En la planta de tratamiento de agua potable San Sebastián se evidencia un pH básico de 7,7 a la entrada, 7,9 potabilizada y de 7,8 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 82, 76 y 142 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 24 y 25°C que según la OMS es estable ya que valores superiores a 25°C favorecen la proliferación de microorganismos que deriva en mal olor y sabor. En cuanto a la turbidez se notan valores de 25, 25 y 23 mismos que según la OMS no son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT.

En la planta de tratamiento de agua potable Pindo se evidencia un pH básico de 7,3 a la entrada, 7,8 potabilizada y de 9,2 en los domicilios, de acuerdo a la OMS, EPA y TULSMA valores

entre 6 y 9,2 es adecuada para el consumo humano. En lo referente a la conductividad tenemos valores de 82, 78 y 82 del agua cruda, potable y en la red respectivamente y que al ser menor a 250us/cm la califica como agua excelente. La temperatura observada es de 24 y 26°C y según la OMS dichos valores favorecen la proliferación de microorganismos que derivan en mal olor y sabor del agua. En cuanto a la turbidez se notan valores de 17, 16 y 13 mismos que según la OMS no son recomendados para agua de consumo humano cuyo valor es máximo de 5UNT.

4.4 Análisis de Microplásticos Presentes en las Muestras del Cantón Nabón

Para el análisis de los microplásticos presentes en los diferentes puntos de recolección se organiza en una tabla cada muestra que se le designara un numero específico para saber a qué cantón, junta y punto en específico pertenece y así evitar confusiones en los resultados.

Tabla 16 Numero de Muestras de las Plantas de Agua Potable

Número de Muestra	Nombre de la Planta de Tratamiento de Agua Potable	Número de Muestra	Nombre de la Planta de Tratamiento de Agua Potable
1	Susudel	68	Cooperativa Lentaj
2		69	
		70	
7	Puca Grande	71	María Auxiliadora
8		72	
9		73	
10	Cochapata Las Lajas (Tranca)	74	San Vicente
11		75	
12		76	
13	Cochapata Las Lajas (Pichil)	77	Yanacocha
14		78	
15		79	
16	El Progreso Centro	80	Pechopaqui
17		81	
18		82	
19	Cochaseca	83	Puenteloma
20		84	
21		85	

22	Yacudel	86	Abdón Calderón
23		87	
24		88	
25	Zhiña Animas	89	Pillcocajas
26		90	
27		91	
28	Zhiña Pucunla	92	Jubones
29		93	
		94	
30	Zhiña Campamento	95	Sulupali Chico
31			
32		96	
33	Las Nieves Centro	97	Quillosisa
34		98	
35		99	
36	La Paz	100	Sulupali Grande
37		101	
38		102	
39	Huasicashca	103	Planta Grande de Santa Isabel
40		104	
41		105	
42	Camara	106	Lunduma
43		107	
44		108	
45	Chuilla	109	Portovelo Grande
46		110	
47		111	
48	Masta Chica	112	Tendales
49		113	
50		114	
51	Charcay	115	Vivar Bajo
52		116	
53		117	
54	Centro	118	San Sebastián
55		119	
56		120	
57	Puji	121	Pindo
58		122	
59		123	
60	Masta Grande		
61			
62			

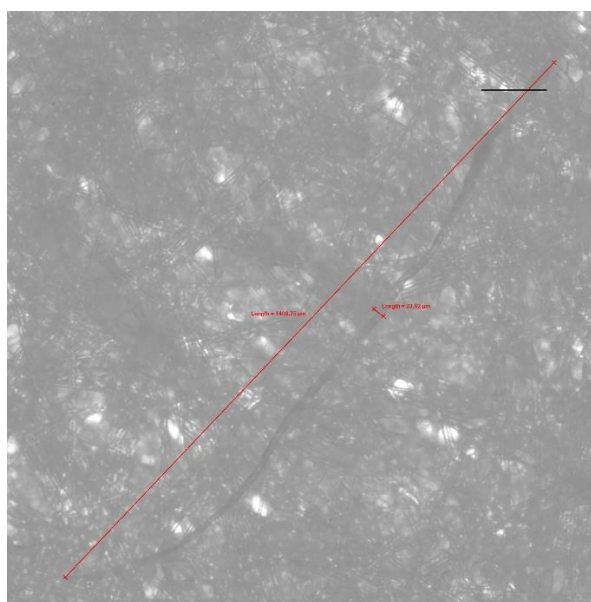
63	Portete Grande	
64		
65		
66	Santa Teresita	
67		

Fuente (Autores,2022).

4.4.1. Identificación de Microplásticos Mediante el Microscopio de Campo Oscuro

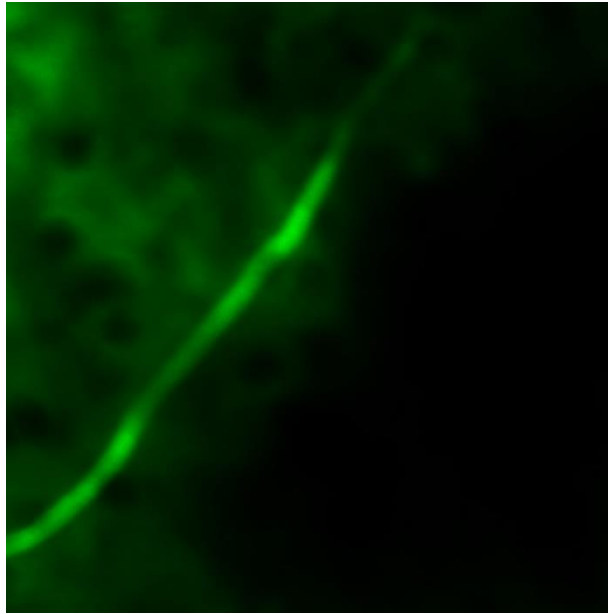
Señaladas las muestras con su número correspondiente se procede a observar si en cada muestra existe la presencia de microplásticos. Para esto con un microscopio de campo oscuro con el uso del lente 10x, se confirma que en algunos filtros existe la presencia de microplástico. En las siguientes figuras se puede ver uno de los microplásticos que se encontró en un filtro y gracias a la tinción de rojo nylon puso obtener la característica de fluorescencia.

Figura 43 Identificación de Microplásticos en una Muestra en campo claro



Fuente (Autores,2022)

Figura 44 Microplástico Identificado con Fluorescencia



Fuente (Autores,2022).

4.4.2. Cuantificación de Microplásticos Mediante FTIR

Una vez identificados todos los microplásticos presentes en algunas muestras se clasificó en muestras que contienen microplásticos y las que no, como se puede observar en la tabla 17 esto nos ayuda a caracterizar los diferentes microplásticos que se encontraron en 46 muestras.

Tabla 17 Presencia de Microplásticos en los filtros

Número de Muestra	Nombre de la Planta de Tratamiento de Agua Potable	Presencia de Microplásticos	Número de Muestra	Nombre de la Planta de Tratamiento de Agua Potable	Presencia de Microplásticos
1	Susudel	NO	68	Cooperativa Lentaj	NO
2		NO	69		NO
		NO	70		SI
7	Puca Grande	SI	71	María Auxiliadora	NO
8		SI	72		SI
9		NO	73		SI
10	Cochapata Las Lajas (Tranca)	SI	74	San Vicente	SI
11		NO	75		NO
12		SI	76		NO

13	Cochapata Las Lajas (Pichil)	SI	77	Yanacocha	NO
14		NO	78		NO
15		NO	79		NO
16	El Progreso Centro	NO	80	Pechopaqui	NO
17		SI	81		NO
18		NO	82		NO
19	Cochaseca	SI	83	Puenteloma	SI
20		NO	84		NO
21		SI	85		NO
22	Yacudel	NO	86	Abdón Calderón	NO
23		SI	87		NO
24		SI	88		SI
25	Zhiña Animas	NO	89	Pillcoquinas	SI
26		NO	90		SI
27		SI	91		NO
28	Zhiña Pucunla	NO	92	Jubones	NO
29		NO	93		SI
		NO	94		SI
30	Zhiña Campamento	NO	95	Sulupali Chico	NO
31		NO			NO
32		NO	96		SI
33	Las Nieves Centro	NO	97	Quillosisa	SI
34		NO	98		SI
35		SI	99		NO
36	La Paz	NO	100	Sulupali Grande	SI
37		NO	101		NO
38		NO	102		SI
39	Huasicashca	SI	103	Planta Grande de Santa Isabel	NO
40		NO	104		NO
41		SI	105		NO
42	Camara	NO	106	Lunduma	SI
43		NO	107		NO
44		NO	108		NO
45	Chuilla	NO	109	Portovelo Grande	NO
46		SI	110		NO
47		NO	111		SI
48	Masta Chica	NO	112	Tendales	NO
49		NO	113		NO
50		NO	114		SI
51	Charcay	NO	115	Vivar Bajo	SI
52		NO	116		SI
53		NO	117		SI
			118		

54	Centro	NO		San Sebastián	SI
55		SI	119		SI
56		SI	120		SI
57	Puji	SI	121	Pindo	SI
58		NO	122		NO
59		NO	123		NO
60	Masta Grande	NO			
61		NO			
62		NO			
63	Portete Grande	NO			
64		NO			
65		NO			
66	Santa Teresita	NO			
67		NO			
		NO			

Fuente (Autores,2022).

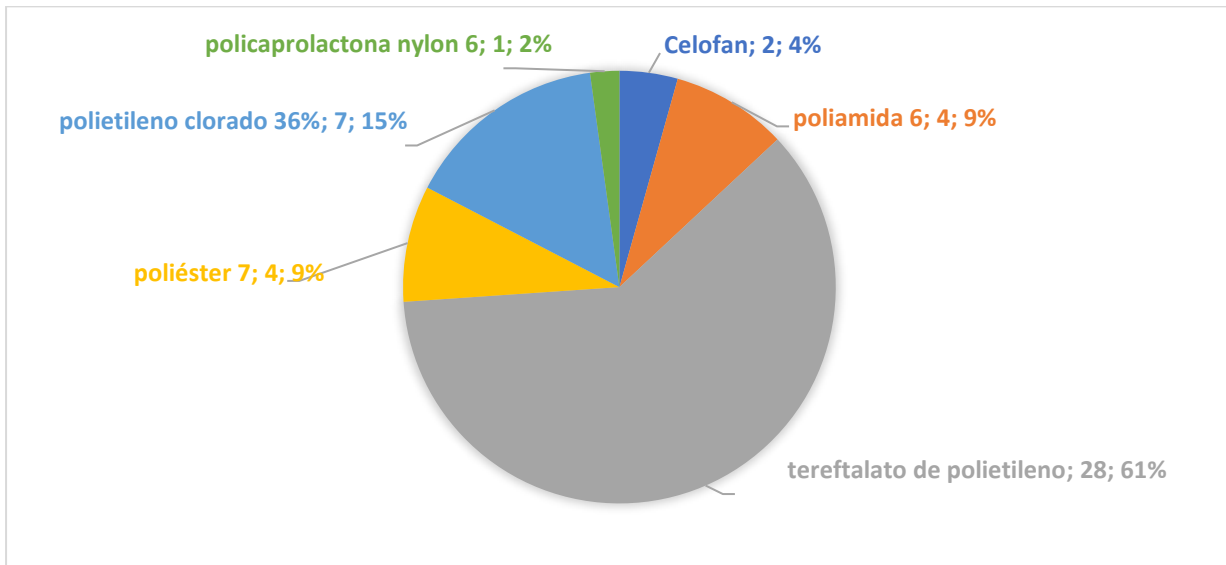
Los microplásticos que se encontraron en las 46 muestras se las redacta en la tabla 18 teniendo que el tipo de plástico que se presenta con mayor número de fibras es Tereftalato de polietileno más conocido como PET seguido del polietileno clorado 36%.

Tabla 18 Nombre de Microplásticos que se encontró en los filtros

Tipo de Microplástico	Total
Celofán	2
Poliamida 6	4
Tereftalato de polietileno	28
Poliéster 7	4
Polietileno clorado 36%	7
Policaprolactona nylon 6	1
Total, de microplásticos	46

Fuente (Autores,2022).

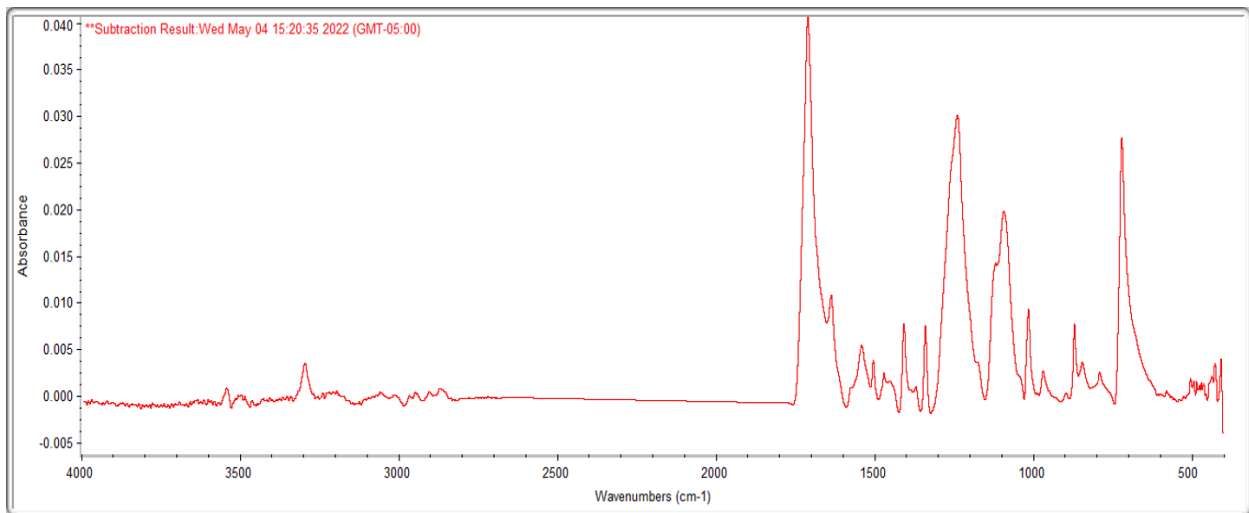
Gráfico 26 Porcentaje de la presencia de Microplásticos



Fuente (Autores,2022).

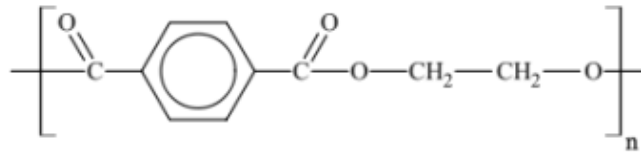
Con la ayuda del equipo Ftir se pudo obtener el espectro del microplástico que se presenta con más frecuencia en 28 muestras de los diferentes puntos. El grupo funcional de este microplástico se lo muestra en la figura

Figura 45 Espectro FTIR del PET



Fuente (Autores,2022)

Figura 46 Grupo Funcional Polímero PET



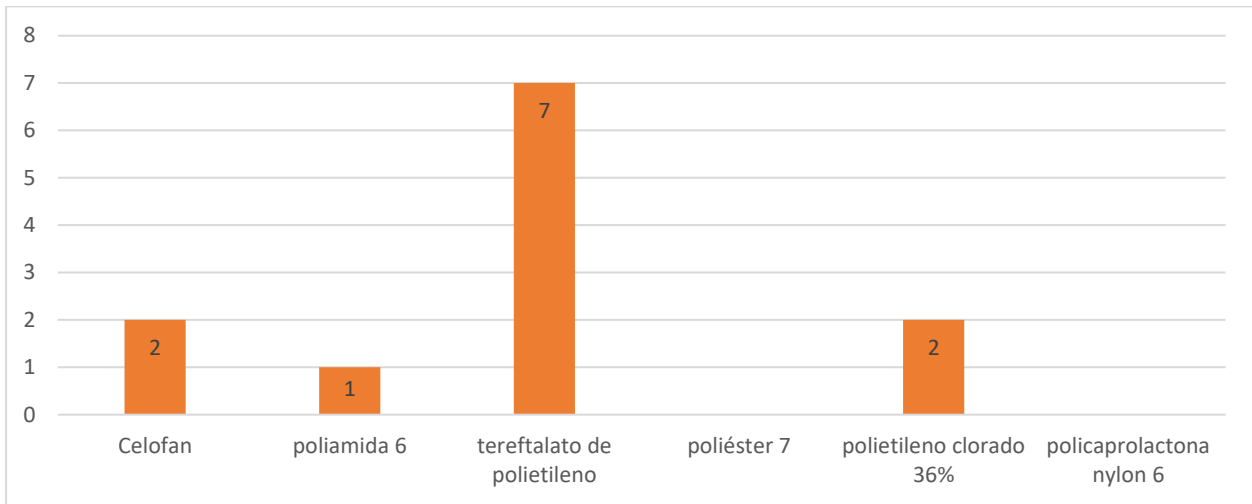
Fuente (Guevara, 2020)

Tabla 19 Numero de Muestra donde se Encuentran los Microplásticos

Núm. Muestra	Microplástico	Núm. Muestra	Microplástico
7,1	Celofán	74	Tereftalato de polietileno
7,2	Celofán	83	Polietileno clorado 36%
8	Poliamida-6	88	Polietileno clorado 36%
10	Tereftalato de polietileno	89,1	Poliamida 6
12	Tereftalato de polietileno	90	Tereftalato de polietileno
13,1	Tereftalato de polietileno	93	Tereftalato de polietileno
13,2	Tereftalato de polietileno	94	Tereftalato de polietileno
17	Tereftalato de polietileno	96	Tereftalato de polietileno
19	Tereftalato de polietileno	97	Tereftalato de polietileno
21	Tereftalato de polietileno	98	Tereftalato de polietileno
23	Tereftalato de polietileno	100	Polietileno clorado 36%
24	Tereftalato de polietileno	102	Tereftalato de polietileno
27	Poliamida 6	106	Policaprolactona nylon 6
35	Poliéster 7	111,1	poliéster 7
39	Poliéster 7	114	Tereftalato de polietileno
41	Poliéster 7	115,1	Tereftalato de polietileno
46	Polietileno clorado 36%	115,2	Tereftalato de polietileno
55	Tereftalato de polietileno	116	Polietileno clorado 36%
56	Tereftalato de polietileno	117	Tereftalato de polietileno
57	Tereftalato de polietileno	118	Polietileno clorado 36%
70	Poliamida 6	119	Tereftalato de polietileno
72	Tereftalato de polietileno	120	Tereftalato de polietileno
73	Tereftalato de polietileno	121	Polietileno clorado 36%

Fuente (Autores, 2022).

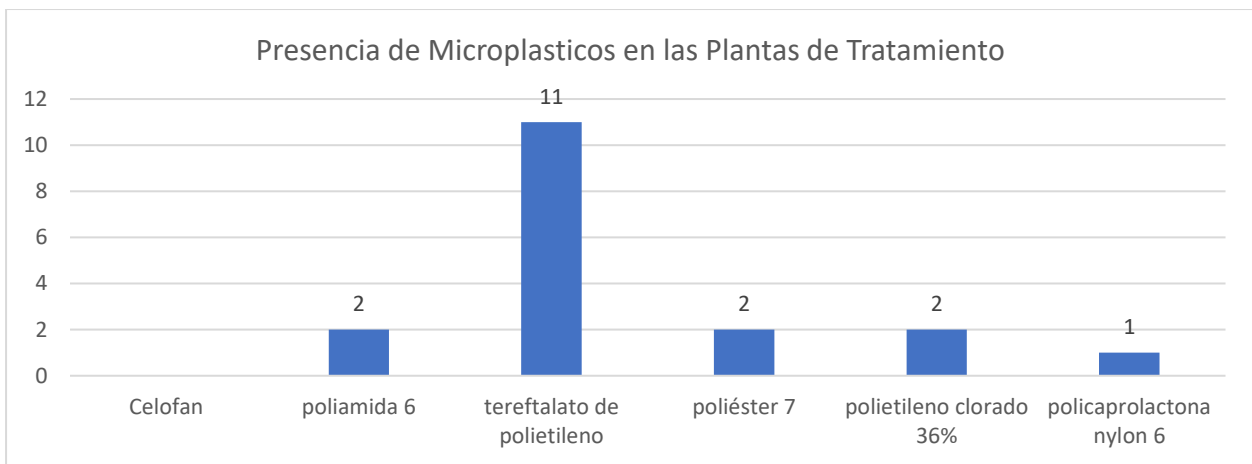
Gráfico 27 Número de Microplásticos presentes en las Entradas de las Plantas de Tratamiento



Fuente (Autores, 2022)

En el gráfico 28 vemos que 4 tipos de microplásticos se presenta en las entradas de las plantas de tratamiento de agua potable predominando el tereftalato de polietileno, seguido del polietileno clorado y del celofán dando un total de 12 microplásticos encontradas en estos puntos.

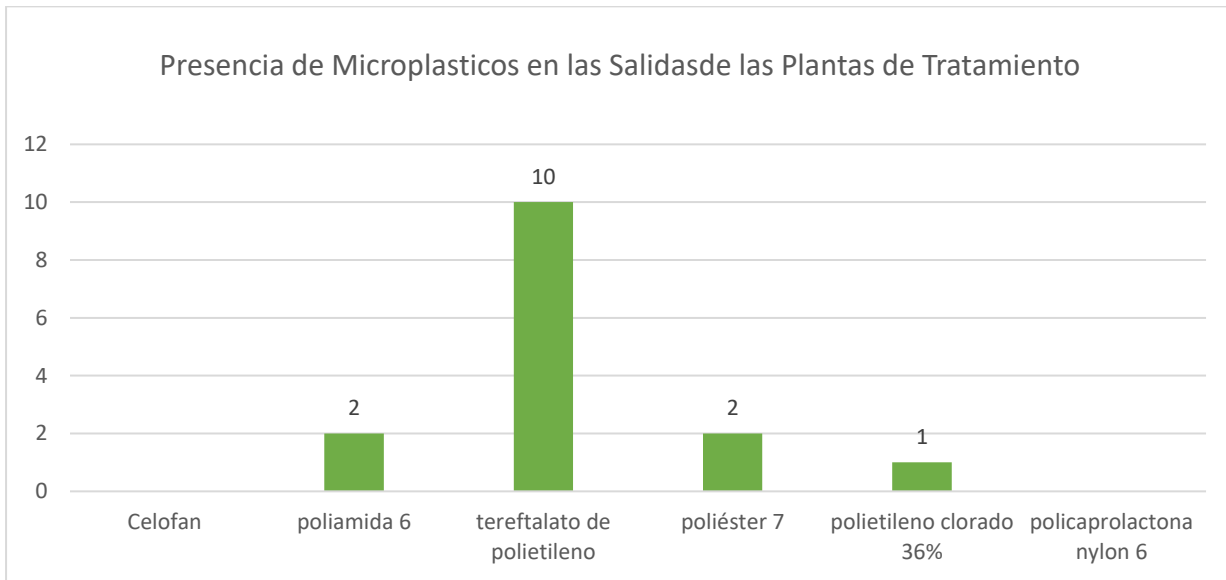
Gráfico 28 Número de Microplásticos presentes en las Plantas de Tratamiento



Fuente (Autores, 2022)

En el gráfico 29 vemos que 5 tipos de microplásticos se presenta en las plantas de tratamiento de agua potable predominando el tereftalato de polietileno, en un mismo número el polietileno clorado, poliamida 6, Polietileno clorado 6 dando un total de 18 microplásticos encontradas en estos puntos.

Gráfico 29 Número de Microplásticos presentes en las Salidas de las Plantas



Fuente (Autores, 2022)

En el gráfico 30 vemos que 4 tipos de microplásticos se presentan en las plantas de tratamiento de agua potable predominando el tereftalato de polietileno con 10, en un mismo número el poliéster 7, poliamida 6, y con 1 una fibra de polietileno clorado 36%. dando un total de 15 microplásticos encontradas en estos puntos.

Análisis Cantón Oña

Luego de realizado el estudio en la planta de tratamiento de agua potable Susudel pese a las hipótesis que se tenía por la cercanía de dicha junta a la vía principal, la captación del recurso hídrico desde el río, tuberías sobre los cinco años de antigüedad, el uso de recipientes plásticos de fertilizantes dentro de la agricultura y una población mayoritariamente rural, en el momento de analizar las muestras en el laboratorio, contrario a lo que se suponía, no se encontraron microplásticos.

Análisis Cantón Nabón

En el cantón Nabón los resultados son variados, mismos que obedecen a diferentes factores, como una gran población rural, prácticas agropecuarias, que se pudieron apreciar durante el período de muestreo como se detalla a continuación:

En la visita a Puca Grande se pudo observar el buen mantenimiento de esta planta la cual además era nueva y por su alejada ubicación se esperaba la ausencia de microplásticos sin embargo después del análisis en laboratorio encontramos en la captación presencia de celofán que se lo utiliza como envoltura de alambres eléctricos y en los tanques de la planta se encontró poliamida 6 que generalmente es usada en textiles.

En la planta de tratamiento de agua potable Cochapata Las Lajas (Tranca) se evidenció presencia de residuos plásticos en sus alrededores, ya en el laboratorio se corroboró la existencia de tereftalato de polietileno que es un plástico muy usado en la fabricación de envases de bebidas y textiles tanto en la captación como en la red domiciliaria.

La planta de tratamiento de agua potable Cochapata Las Lajas (Pichil) se encontraba ubicada cercana al centro poblado además se observó poco mantenimiento y presencia de residuos plásticos en las instalaciones. En el análisis de laboratorio se encontró que en la captación la existencia de tereftalato de polietileno.

La planta de tratamiento de agua potable El Progreso Centro se encuentra cercana al centro poblado, dentro de sus instalaciones existe un diario mantenimiento sin embargo son un tanto vetustas. El análisis indica que existe tereftalato de polietileno en el agua tratada.

La planta de tratamiento de agua potable Cochaseca se encuentra alejada del centro poblado sin embargo en sus instalaciones es variado el uso de plásticos, como por ejemplo la arena para la filtración es protegida con este material. El análisis demostró esta hipótesis presentando tereftalato de polietileno a la entrada y en la red domiciliaria.

La planta de tratamiento de agua potable Yacudel se encuentra alejada del centro poblado, la captación es de vertiente por lo que carece de microplásticos en la entrada, sin embargo, por el poco mantenimiento de sus instalaciones y su deterioro se encontró tereftalato de polietileno en el agua tratada y en las redes domiciliarias.

La planta de tratamiento de agua potable Zhiña Animas capta el recurso hídrico de aguas subterráneas evidente en la ausencia de plásticos tanto en captación como en el agua tratada, sin embargo, se encontró poliamida 6 en el agua que llega en los domicilios.

La planta de tratamiento de agua potable Zhiña Pucunla se ubica muy alejada de centros poblados y de igual manera realiza su captación en la vertiente misma que es tratada en la planta razón por la cual no presenta microplásticos en sus muestras.

En las muestras tomadas en la planta de tratamiento de agua Zhiña Campamento no se encontró presencia de microplásticos.

En las muestras tomadas en la planta de tratamiento Las Nieves Centro se encontró presencia de poliéster 7, esto debido a su ubicación muy cercana al centro poblado.

En la Planta de tratamiento La Paz no se encontraron presencia de microplásticos debido a la captación del recurso hídrico directamente de la vertiente.

En la Planta de tratamiento Huasicashca se encontró contenido de poliéster 7 tanto en su captación como en la red.

En la planta de tratamiento Camara pese a encontrarse junto a una vía pública donde se encontró gran cantidad de residuos plásticos, estos no inciden en su recurso hídrico ya que la toma se la realiza de la vertiente razón por la cual existe ausencia de microplásticos en sus muestras.

En la planta de tratamiento Chuilla se observó un mal manejo de los materiales utilizados en el tratamiento del agua por lo que se presenta la existencia de polietileno clorado 36% propio de las tuberías utilizadas para el transporte del agua.

En la planta de tratamiento Masta Chica no se encontró presencia de microplásticos en las muestras analizadas en el laboratorio.

La planta de tratamiento Charcay se encuentra alejada de centro urbano razón por la cual se estima la ausencia de microplásticos en las muestras tomadas.

La planta de tratamiento Centro se encuentra dentro del cantón Nabón, su captación se la realiza de una quebrada muy lejana sin embargo al tratarse de una infraestructura de muchos años lo cual produce un deterioro de sus tanques de almacenamiento y tuberías lo que se evidencia en la presencia de tereftalato de polietileno tanto en el agua tratada como en la red domiciliaria.

Análisis Cantón Girón

La visita a este cantón visualizo en general el buen mantenimiento de las instalaciones de las diferentes plantas, mismas que se encuentran alejadas de centros poblados exceptuando la de Lentaj. El recurso hídrico en su mayoría captada de agua subterránea y de una quebrada. Lo que influye directamente en la ausencia de microplásticos en las diferentes muestras, salvo en la de la domiciliaria de la planta de Lentaj misma que contiene poliamida 6 propia de textiles.

Análisis Cantón San Fernando

El comportamiento de los resultados de las muestras de este cantón es variado debido a diferentes factores que se lo analiza a continuación planta por planta de la siguiente manera:

En la planta de tratamiento de agua potable María Auxiliadora capta el agua de vertiente lo que se verifica con la ausencia de microplásticos en la captación, sin embargo al encontrarse la planta dentro del casco urbano y junto a una vía principal donde se pudo evidenciar la presencia de fundas y botellas plásticas mismas que con el tiempo se degradan y por acción del viento se depositan dentro de las instalaciones de la planta por lo que se encontró presencia de tereftalato de polietileno tanto en la planta como en la red éste plástico es propio de envases de bebidas.

En la planta de tratamiento de agua potable San Vicente se encontró en la captación presencia de tereftalato de polietileno mismo que desaparece en el agua tratada y en la del domicilio donde se tomó la muestra, se pretende que este comportamiento es debido al tratamiento que se le da al agua en planta.

En las plantas de tratamiento de agua potable Yanacocha y Pechopaqui no se presentaron microplásticos en sus muestras, esto debido a que la captación de agua es de agua subterránea.

Análisis Cantón Santa Isabel

En este cantón se notó mucha diferencia entre las muestras tomadas de las plantas de agua potable, debido a los distintos factores que intervienen como pisos climáticos, uso de suelo, tratamiento de agua, captación entre otros.

En la planta de tratamiento de agua potable Puente Loma capta el recurso hídrico del río razón por la cual encontramos presencia de polietileno clorado 36% a la entrada, sin embargo, este plástico desaparece con los diferentes procesos de tratamiento de agua que se realizan en la planta por lo que se presenta ausencia en el agua tratada y a la salida.

En la planta de tratamiento Abdón Calderón se encontró presencia de polietileno clorado 36% en las domiciliarias presumiblemente por la antigüedad de sus tuberías.

En la planta de tratamiento Pillcocajas se encontró presencia en la captación presencia de poliamida 6 y en la planta tereftalato de polietileno debido a que esta planta se encuentra ubicada en la parte inferior del cantón Santa Isabel y que por condiciones naturales o antropogénicas dichos plásticos fueron depositados en el sector. Con el adecuado tratamiento se pudo evitar que este contaminante alcance a los domicilios evidenciado en su ausencia en la red.

En la planta de tratamiento de agua potable Jubones se presentó en sus muestras tereftalato de polietileno, material propio de los envases de bebidas, que por encontrarse la planta en una ubicación por debajo del cantón acarrea esta problemática.

En la planta de tratamiento Sulupali Chico se presenta presencia de tereftalato de polietileno propio de envases de bebidas que son dispersos por diferentes factores sobre las fuentes hídricas.

En la planta de tratamiento de agua potable Sulupali Grande se puede notar la presencia de tereftalato de polietileno y polietileno clorado 36% mismos que provienen de envases de bebidas y de tuberías que por factores de abrasión terminan en las fuentes hídricas.

La planta de tratamiento de agua potable Grande de Santa Isabel es la más importante del cantón, ya que abastece a una gran parte de la población debido a lo cual se desarrollan varios tratamientos, mismos que se ven evidenciados con la ausencia de microplásticos en las muestras tomadas en esta planta.

La planta de tratamiento de agua potable Lunduma capta su agua de río por lo que se encontró policaprolactona nylon 6 utilizado para fibras sintéticas, el cual debido a los diferentes tratamientos realizados en la planta son eliminados razón por la cual no se encontraron en el agua tratada ni en la red.

En la Planta de tratamiento de agua potable Portovelo Grande se encontró presencia de poliéster 7 material propio de textiles mismos que por diversos factores se hospedan en los recursos hídricos.

Análisis Cantón Pucará

En el cantón Pucará se encontró microplásticos en todas las plantas de tratamiento donde se tomaron las muestras como se ve en el siguiente análisis.

La planta de tratamiento Tendales capta el agua desde la vertiente por lo que no presenta microplásticos, sin embargo, al encontrarse junto a la vía a Machala se presume que es la razón para la existencia de tereftalato de polietileno en la red.

La planta de tratamiento de agua potable Vivar Bajo se encuentra junto a la vía que conduce a Machala, cuando se tomó las muestras se notó un evidente deterioro de las instalaciones debido al poco mantenimiento que se le da a sus instalaciones. En el análisis se evidencia presencia de tereftalato de polietileno y polietileno clorado 36% en las muestras.

En las muestras tomadas de la planta de tratamiento de agua San Sebastián se encontraron presencia de polietileno clorado 36% y tereftalato de polietileno mismos que provienen de envases de bebidas y de tuberías.

En la planta de tratamiento de agua Pindo se encontró presencia de polietileno clorado 36% proveniente de tuberías en deterioro por la falta de mantenimiento en sus instalaciones.

4.5 Incidencia de los Parámetros Físico-Químicos en la Presencia de Microplásticos

Este análisis se realiza debido a la importancia que tiene relacionar los parámetros conductividad, pH, temperatura y turbidez con la presencia de microplásticos en las muestras tomadas en las diferentes plantas de tratamiento de agua potable.

Tabla 20 Resumen de los Resultados de los Análisis Físico Químicos de las Plantas de Tratamiento de Agua Potable

MUESTRA	CANTÓN	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	MUESTRA		Parámetros Físico-Químicos				Microplásticos		TIPO DE MICROPLÁSTICO
			Fuente	Descripción	pH	Conductividad $\mu\text{S/cm}$	Turbidez NTU	Temperatura $^{\circ}\text{C}$	Na	Si	
1	Oña	Surudel	Río	Tanque de Almacenamiento	7,8	80	8	23	☒		
2	Oña	Surudel		Salida	7,5	82	6	21	☒		
7	Nabón	Puca Grande	Vertientor Quebradar	Entrada	7,2	8	8	23	☒	☒	Celafán
8	Nabón			Tanque de Almacenamiento	7,6	158	7	23	☒	☒	Poliamida-6
9	Nabón	Cachapata Lar Lajar (Tranca)	Vertientor Quebradar	Salida	7,4	158	7	23	☒		
10	Nabón			Entrada	6,1	26	12	21	☒	☒	Tereftalato de polietileno
11	Nabón	Cachapata Lar Lajar (Tranca)	Vertientor Quebradar	Tanque de Almacenamiento	6,3	62	7	22	☒		
12	Nabón			Salida	6,3	62	7	19	☒	☒	Tereftalato de polietileno
13	Nabón	Cachapata Lar Lajar (Pichil)	Vertientor Quebradar	Entrada	6,9	474	8	21	☒	☒	Tereftalato de polietileno
14	Nabón			Tanque de Almacenamiento	6,7	90	4	19	☒		
15	Nabón	El Progreso Centra	Vertientor Quebradar	Salida	6,7	100	2	22	☒		
16	Nabón			Entrada	6,3	50	14	18	☒		
17	Nabón	El Progreso Centra	Vertientor Quebradar	Tanque de Almacenamiento	6,5	48	10	18	☒	☒	Tereftalato de polietileno
18	Nabón			Salida	6,5	50	9	15	☒		
19	Nabón	Cachareca	Vertientor Quebradar	Entrada	7,5	68	4	24	☒	☒	Tereftalato de polietileno
20	Nabón			Tanque de Almacenamiento	7,7	72	2	23	☒		
21	Nabón	Yacudel	Vertientor Quebradar	Salida	7,8	80	2	21	☒	☒	Tereftalato de polietileno
22	Nabón			Entrada	7	40	4	22	☒		
23	Nabón	Yacudel	Vertientor Quebradar	Tanque de Almacenamiento	6,9	80	2	21	☒	☒	Tereftalato de polietileno
24	Nabón			Salida	7,2	16	2	17	☒	☒	Tereftalato de polietileno
25	Nabón	Zhiña Animar	Vertientor Quebradar	Entrada	7,1	90	7	17	☒		
26	Nabón			Tanque de Almacenamiento	7,1	76	3	17	☒		
27	Nabón	Zhiña Pucunla	Vertientor Quebradar	Salida	7,4	72	4	15	☒	☒	Poliamida 6
28	Nabón			Entrada	7,4	98	3	15	☒		
29	Nabón	Zhiña Pucunla	Vertientor Quebradar	Tanque de Almacenamiento	7,7	46	1	15	☒		
	Nabón			Salida	7,2	46	2	14	☒		
30	Nabón	Zhiña Campamento	Vertientor Quebradar	Entrada	7,5	34	4	22	☒		
31	Nabón			Tanque de Almacenamiento	7,5	32	0	22	☒		
32	Nabón	Lar Nieve Centra	Vertientor Quebradar	Salida	7,7	34	0	22	☒		
33	Nabón			Entrada	7,4	70	2	21	☒		
34	Nabón	La Paz	Vertientor Quebradar	Tanque de Almacenamiento	8	182	0	21	☒		
35	Nabón			Salida	7,5	180	1	21	☒	☒	Poliéster 7
36	Nabón	Huaricarhca	Vertientor Quebradar	Entrada	7,6	20	6	25	☒		
37	Nabón			Tanque de Almacenamiento	7,3	20	3	25	☒		
38	Nabón	Camara	Vertientor Quebradar	Salida	7,7	12	2	21	☒		
39	Nabón			Entrada	7,7	60	9	19	☒	☒	Poliéster 7
40	Nabón	Chulla	Vertientor Quebradar	Tanque de Almacenamiento	7,7	90	5	22	☒		
41	Nabón			Salida	7,9	94	4	22	☒	☒	Poliéster 7
42	Nabón	Marta Chica	Vertientor Quebradar	Entrada	7,2	78	6	21	☒		
43	Nabón			Tanque de Almacenamiento	7,3	82	7	18	☒		
44	Nabón	Charcay	Vertientor Quebradar	Salida	8	94	2	18	☒		
45	Nabón			Entrada	8,5	94	14	24	☒		
46	Nabón	Puji	Vertientor Quebradar	Tanque de Almacenamiento	8,5	102	12	24	☒	☒	Poliétileno clarado 36%
47	Nabón			Salida	8,4	100	8	24	☒		
48	Nabón	Puji	Vertientor Quebradar	Entrada	7,7	8	14	11	☒		
49	Nabón			Tanque de Almacenamiento	7,8	332	8	13	☒		
50	Nabón	Puji	Vertientor Quebradar	Salida	7,5	618	11	13	☒		
51	Nabón			Entrada	7,5	94	14	22	☒		
52	Nabón	Puji	Vertientor Quebradar	Tanque de Almacenamiento	7,3	90	11	22	☒		
53	Nabón			Salida	7,4	94	8	22	☒		
54	Nabón	Puji	Vertientor Quebradar	Entrada	7,8	34	9	12	☒		
55	Nabón			Tanque de Almacenamiento	7,4	62	5	15	☒	☒	Tereftalato de polietileno
56	Nabón	Puji	Vertientor Quebradar	Salida	7	62	4	15	☒	☒	Tereftalato de polietileno
57	Nabón			Entrada	7,8	34	8	12	☒	☒	Tereftalato de polietileno
58	Nabón	Puji	Vertientor Quebradar	Tanque de Almacenamiento	7,4	62	8	15	☒		
59	Nabón			Salida	7	62	5	15	☒		

MUESTRA	CANTÓN	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	MUESTRA		Parámetros Físico-Químicos				Microplástico		TIPO DE MICROPLÁSTICO	
			Fuente	Descripción	pH	Conductividad us/cm	Turbidez NTU	Temperatura °C	No	Si		
60	Girón	Masta Grande	Vertientes Quebradas	Entrada		76	5	23	X			
61	Girón			Tanque de Almacenamiento	7,1	76	3	23	X			
62	Girón			Salida	7,3	60	3	22	X			
63	Girón	Portete Grande	Vertientes Quebradas	Entrada		352	8	11	X			
64	Girón			Tanque de Almacenamiento	7,3	92	4	11	X			
65	Girón			Salida	7,4	372	3	22	X			
66	Girón	Santa Teresita	Vertientes Quebradas	Entrada		112	12	23	X			
67	Girón			Tanque de Almacenamiento	7,2	128	8	23	X			
	Girón			Salida	7,2	112	8	21	X			
68	Girón	Cooperativa Lentaj	Vertientes Quebradas	Entrada		620	5	23	X			
69	Girón			Tanque de Almacenamiento	7,7	628	2	23	X			
70	Girón			Salida	8,1	506	3	23		X	Poliamida 6	
71	San Fernando	Maria Auxiliadora	Vertientes	Entrada		196	12	19	X			
72	San Fernando			Tanque de Almacenamiento	8,1	170	8	20		X	Tereftalato de polietileno	
73	San Fernando			Salida	7,9	186	5	19		X	Tereftalato de polietileno	
74	San Fernando	San Vicente	Vertientes	Entrada		82	8	21		X	Tereftalato de polietileno	
75	San Fernando			Tanque de Almacenamiento	6,8	258	6	20	X			
76	San Fernando			Salida	7,3	214	7	21	X			
77	San Fernando	Yanacocha	Vertientes	Entrada		214	8	19	X			
78	San Fernando			Tanque de Almacenamiento	7,1	210	1	15	X			
79	San Fernando			Salida	7,3	418	2	21	X			
80	San Fernando	Pechopaqui	Vertientes	Entrada		198	7	14	X			
81	San Fernando			Tanque de Almacenamiento	7,3	193	6	13	X			
82	San Fernando			Salida	7,6	210	3	12	X			
83	Santa Isabel	Puenteloma	Rios Quebradas	Entrada		180	4	25		X	Polietileno clorado 36%	
84	Santa Isabel			Tanque de Almacenamiento	8,8	180	2	25	X			
85	Santa Isabel			Vertientes	Salida	6,2	176	2	25	X		
86	Santa Isabel	Abdón Calderón	Rios Quebradas	Entrada		480	4	25	X			
87	Santa Isabel			Tanque de Almacenamiento	7,8	454	2	25	X			
88	Santa Isabel			Vertientes	Salida	8	158	2	25		X	Polietileno clorado 36%
89	Santa Isabel	Pillcocajas	Rios Quebradas	Entrada		154	7	24		X	Poliamida 6	
90	Santa Isabel			Tanque de Almacenamiento	7,7	154	3	24		X	Tereftalato de polietileno	
91	Santa Isabel			Vertientes	Salida	7,9	158	4	24	X		
92	Santa Isabel	Jubones	Rios Quebradas	Entrada		39	3	24	X			
93	Santa Isabel			Tanque de Almacenamiento	8,2	92	1	24		X	Tereftalato de polietileno	
94	Santa Isabel			Vertientes	Salida	8,5	90	2	24		X	Tereftalato de polietileno
95	Santa Isabel	Sulupali Chico	Rios Quebradas	Entrada		124	14	24	X			
96	Santa Isabel			Tanque de Almacenamiento	7,8	120	11	24	X			
97	Santa Isabel			Vertientes	Salida	7,6	94	8	24		X	Tereftalato de polietileno
98	Santa Isabel	Quillosisa	Rios Quebradas	Entrada		217	14	24		X	Tereftalato de polietileno	
99	Santa Isabel			Tanque de Almacenamiento	8,3	456	11	24		X	Tereftalato de polietileno	
100	Santa Isabel			Vertientes	Salida	8,4	484	8	24	X		
101	Santa Isabel	Sulupali Grande	Rios Quebradas	Entrada		74	16	24		X	Polietileno clorado 36%	
102	Santa Isabel			Tanque de Almacenamiento	7,3	96	12	24	X			
103	Santa Isabel			Vertientes	Salida	7,5	72	8	24		X	Tereftalato de polietileno
104	Santa Isabel	Planta Grande de Santa Isabel	Rios Quebradas	Entrada		46	12	25	X			
105	Santa Isabel			Tanque de Almacenamiento	7,7	42	8	25	X			
106	Santa Isabel			Vertientes	Salida	7,8	48	5	25	X		
107	Santa Isabel	Lunduma	Rios Quebradas	Entrada		194	8	22		X	policaprolactona nylon 6	
108	Santa Isabel			Tanque de Almacenamiento	8,3	110	6	22	X			
109	Santa Isabel			Vertientes	Salida	8,4	220	7	22	X		
110	Santa Isabel	Portovelo Grande	Rios Quebradas	Entrada		716	8	22	X			
111	Santa Isabel			Tanque de Almacenamiento	8,2	110	1	22	X			
				Salida		8	79	2	22		X	poliéster 7

MUESTRA	CANTÓN	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	MUESTRA		Parámetros Físico-Químicos				Microplástico		TIPO DE MICROPLÁSTICO
			Fuente	Descripción	pH	Conductividad us/cm	Turbidez NTU	Temperatura °C	No	Si	
112	Púcara	Tendales	Vertientes	Entrada	8,5	84	18	21	X		
113	Púcara			Tanque de Almacenamiento	8,8	100	15	21	X		
114	Púcara			Salida	8,3	72	12	28		X	Tereftalato de polietileno
115	Púcara	Vivar Bajo	Vertientes	Entrada	7	185	33	21		X	Tereftalato de polietileno
116	Púcara			Tanque de Almacenamiento	6,6	122	30	21		X	Polietileno clorado 36%
117	Púcara			Salida	6,7	116	28	21		X	Tereftalato de polietileno
118	Púcara	San Sebastian	Vertientes	Entrada	7,7	82	25	25		X	Polietileno clorado 36%
119	Púcara			Tanque de Almacenamiento	7,9	76	25	25		X	Tereftalato de polietileno
120	Púcara			Salida	7,8	142	23	24		X	Tereftalato de polietileno
121	Púcara	Pindo	Vertientes	Entrada	7,3	82	17	24			Polietileno clorado 36%
122	Púcara			Tanque de Almacenamiento	7,8	78	16	24	X		
123	Púcara			Salida	9,2	82	13	26	X		

Tabla 21 Resumen de los Análisis de Microplásticos en las Plantas de Tratamiento de Agua Potable

MUESTRA	CANTÓN	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	TIPO DE MICROPLÁSTICO	TIPO DE ACTIVIDAD ANTROPOGENICA	ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA PLANTA
7	Nabón	Puca Grande	Fuente de agua: vertientes y quebradas	Celofán	Agrícola y ganadera	El agua es trasladada mediante tuberías de PVC.
8			Tanque de Almacenamiento	Poliamida-6		
10	Nabón	Cochapata Las Lajas (Tranca)	Fuente de agua: vertientes y quebradas	Tereftalato de polietileno	Agrícola y ganadera	Existencia de residuos plásticos al interior de la planta y tuberías plásticas. A 10m presencia de invernadero con cubierta plástica.
12			Salida	Tereftalato de polietileno		
13	Nabón	Cochapata Las Lajas (Pichil)	Fuente de agua: vertientes y quebradas (entrada)	Tereftalato de polietileno	Agrícola y ganadera	El agua es transportada por tuberías plásticas, al interior de la planta se encuentra presencia de cajas y botellas plásticas además que su cubierta es plástica.
17	Nabón	El Progreso Centro	Tanque de Almacenamiento	Tereftalato de polietileno	Agrícola y ganadera	El agua es transportada por tuberías de PVC.
19	Nabón	Cochaseca	Fuente de agua: vertientes y quebradas (entrada)	Tereftalato de polietileno	Agrícola y ganadera	La arena utilizada en el proceso de filtración es cubierto por plástico, además se utilizan tuberías de PVC.
21			Salida	Tereftalato de polietileno		
23	Nabón	Yacudel	Tanque de Almacenamiento	Tereftalato de polietileno	Agrícola y ganadera	El agua es transportada por tuberías de PVC.
24			Salida	Tereftalato de polietileno		
25	Nabón	Zhiña Animas	Salida	Poliamida 6	Agrícola y ganadera	El agua es transportada por tuberías de PVC, además de la existencia de población muy cercana.
33	Nabón	Las Nieves Centro	Salida	Poliéster 7	Agrícola y ganadera	Presencia de residuos plásticos cercanos a la planta.
37	Nabón	Huasicashca	Fuente de agua: vertientes y quebradas	Poliéster 7	Agrícola y ganadera	El agua es transportada por tuberías de PVC.
39			Salida	Poliéster 7		
44	Nabón	Chuilla	Tanque de Almacenamiento	Polietileno clorado 36%	Agrícola y ganadera	El arena utilizada en la filtración es cubierto por plástico, existe presencia de residuos plásticos y mangueras PVC expuestas a condiciones meteorológicas.
53	Nabón	Centro	Tanque de Almacenamiento	Tereftalato de polietileno	Agrícola y ganadera	Presencia de residuos plásticos como fundas y envases dentro de la planta.
54			Salida	Tereftalato de polietileno		
55	Nabón	Puji	Fuente de agua: vertientes y quebradas	Tereftalato de polietileno	Agrícola y ganadera	El agua es transportada por tuberías de PVC.
68	Girón	Cooperativa Lentaj	Salida	Poliamida 6	Agrícola y ganadera	El agua es transportada por tuberías de PVC, el almacenamiento es en cisternas plásticas además de presencia de residuos plásticos
70	San Fernando	Maria Auxiliadora	Tanque de Almacenamiento	Tereftalato de polietileno	Agrícola y ganadera	El agua es transportada en tuberías de PVC, el cloro es almacenado en cisternas plásticas, presencia de residuos plásticos
71			Salida	Tereftalato de polietileno		
72	San Fernando	San Vicente	Fuente de Agua: vertientes	Tereftalato de polietileno	Agrícola y ganadera	El agua es transportada por tuberías de PVC, se encuentran residuos sólidos y la tapa del tanque se encuentra oxidada

MUESTRA	CANTÓN	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	TIPO DE MICROPLÁSTICO	TIPO DE ACTIVIDAD ANTROPOGENICA	ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA PLANTA
81	Santa Isabel	Puenteloma	Fuente de agua: ríos, quebradas, vertientes	Polietileno clorado 36%	Agrícola y ganadera	Existencia de residuos plásticos al exterior de la planta, presencia de bolsas, botellas, baldes y saquillos plásticos, tanques de almacenamiento del cloro son de plástico y los tubos por donde circula el agua son de PVC
86	Santa Isabel	Abdón Calderón	Salida	Polietileno clorado 36%	Agrícola y ganadera	El agua circula por tuberías PVC, residuos plásticos en las inmediaciones de la planta,
87	Santa Isabel	Pillcocajas	Fuente de agua: ríos, quebradas, vertientes (entrada)	Poliamida 6	Agrícola y ganadera	La distribución del agua se realiza por tuberías PVC, con reservorios de cloro también plásticos,
88			Tanque de Almacenamiento	Tereftalato de polietileno	Agrícola y ganadera	Presencia de residuos plásticos, la distribución se realiza por tubería PVC.
91	Santa Isabel	Jubones	Tanque de Almacenamiento	Tereftalato de polietileno	Agrícola y ganadera	La distribución del agua se realiza por tuberías PVC, con reservorios de cloro también plásticos.
92			Salida	Tereftalato de polietileno		
95	Santa Isabel	Sulupali Chico	Salida	Tereftalato de polietileno	Agrícola y ganadera	La distribución de agua se realiza por tubos de PVC, existe presencia de residuos plásticos dentro de la planta.
96	Santa Isabel	Quillosisa	Fuente de agua: ríos, quebradas, vertientes	Tereftalato de polietileno	Agrícola y ganadera	La distribución de agua se realiza por tuberías de PVC.
			Tanque de Almacenamiento	Tereftalato de polietileno		
98	Santa Isabel	Sulupali Grande	Fuente de agua: ríos, quebradas, vertientes	Polietileno clorado 36%	Agrícola y ganadera	La distribución del agua es por tuberías PVC, el reservorio del cloro es de plástico.
100			Salida	Tereftalato de polietileno		
104	Santa Isabel	Lunduma	Fuente de agua: ríos, quebradas, vertientes(entrada)	policaprolactona nylon 6	Agrícola y ganadera	Presencia de residuos plásticos, la distribución se realiza por tubería PVC.
109	Santa Isabel	Portovelo Grande	Salida	poliéster 7	Agrícola y ganadera	las unidades de reservorio son de concreto, la distribución del líquido es por tuberías de PVC y existen presencia de residuos plásticos en el interior de la planta.
110	Púcara	Tendales	Salida	Tereftalato de polietileno	Agrícola y ganadera	La distribución se realiza por medio de tuberías PVC, el cloro almacenan en cisternas plásticas, en el exterior de la planta pudimos encontrar residuos plásticos, se encuentra junto a la carretera.
111	Púcara	Vivar Bajo	fuelle de agua, vertientes.(entrada)	Tereftalato de polietileno	Agrícola y ganadera	Se realiza la distribución por tubería PVC, se encuentra junto a la carretera que conduce a Machala por lo que existe alta presencia de residuos plásticos.
114			Tanque de Almacenamiento	Polietileno clorado 36%		
115			Salida	Tereftalato de polietileno		
116	Púcara	San Sebastian	fuelle de agua, vertientes.	Polietileno clorado 36%	Agrícola y ganadera	La distribución se realiza por tuberías de PVC, se notó deterioro de los tanques, óxido y musgo.
117			Tanque de Almacenamiento	Tereftalato de polietileno		
118			Salida	Tereftalato de polietileno		
119	Púcara	Pindo	fuelle de agua, vertientes.(entrada)	Polietileno clorado 36%	Agrícola y ganadera	Se realiza la distribución del agua por medio de tuberías PVC, el cloro se almacena en cisternas plásticas, alta presencia de residuos plásticos por encontrarse junto a la vía a El Oro y un alto deterioro de instalaciones con musgo y óxido.

Cantón Nabón

En la planta Puca Grande tanto la conductividad como el pH y la temperatura se mantuvieron con valores adecuados para tener agua de buena calidad, excepto por la turbidez que se encontraba alta lo que incide en la presencia de microplásticos en sus muestras.

En la planta Cochapata Las Lajas (Tranca) tanto la conductividad como el pH y la temperatura se mantuvieron con valores adecuados para tener agua de buena calidad, excepto por la turbidez que se encontraba alta lo que se corrobora con la presencia de microplásticos en sus muestras.

En la planta Cochapata Las Lajas (Pichil) tanto la conductividad como el pH y la temperatura se mantuvieron con valores adecuados para tener agua de buena calidad, excepto por la turbidez que se encontraba alta lo que se corrobora con la presencia de microplásticos en sus muestras.

En la planta El Progreso Centro tanto la conductividad como el pH y la temperatura se mantuvieron con valores adecuados para tener agua de buena calidad, excepto por la turbidez que se encontraba alta lo que se corrobora con la presencia de microplásticos en sus muestras.

En la planta de Zhiña Campamento tanto la conductividad como el pH, la temperatura y la turbidez se mantuvieron con valores adecuados para tener agua de buena calidad, lo que se corrobora con la ausencia de microplásticos en sus muestras.

En la planta de La Paz tanto la conductividad como el pH, la temperatura y la turbidez se mantuvieron con valores adecuados para tener agua de buena calidad, lo que se corrobora con la ausencia de microplásticos en sus muestras.

En la planta Huasicashca tanto la conductividad como el pH y la temperatura se mantuvieron con valores adecuados para tener agua de buena calidad, excepto por la turbidez que se encontraba alta lo que se corrobora con la presencia de microplásticos en sus muestras.

En la planta Chuilla tanto la conductividad como el pH y la temperatura se mantuvieron con valores adecuados para tener agua de buena calidad, excepto por la turbidez que se encontraba alta lo que se corrobora con la presencia de microplásticos en sus muestras.

En la planta Centro tanto la conductividad como el pH y la temperatura se mantuvieron con valores adecuados para tener agua de buena calidad, excepto por la turbidez que se encontraba alta lo que se corrobora con la presencia de microplásticos en sus muestras.

Cantón Girón

En la planta de Masta Grande tanto la conductividad como el pH, la temperatura y la turbidez se mantuvieron con valores adecuados para tener agua de buena calidad, lo que se corrobora con la ausencia de microplásticos en sus muestras.

En la planta Portete Grande tanto la conductividad como el pH, la temperatura y la turbidez se mantuvieron con valores adecuados para tener agua de buena calidad, lo que se corrobora con la ausencia de microplásticos en sus muestras.

Cantón San Fernando

En la planta María Auxiliadora tanto la conductividad como el pH y la temperatura se mantuvieron con valores adecuados para tener agua de buena calidad, excepto por la turbidez que se encontraba alta lo que se corrobora con la presencia de microplásticos en sus muestras.

En la planta San Vicente tanto la conductividad como el pH, la temperatura y la turbidez se mantuvieron con valores adecuados para tener agua de buena calidad, lo que se corrobora con la ausencia de microplásticos en sus muestras.

En la planta Yanacocha tanto la conductividad como el pH, la temperatura y la turbidez se mantuvieron con valores adecuados para tener agua de buena calidad, lo que se corrobora con la ausencia de microplásticos en sus muestras.

Cantón Santa Isabel

En la planta Quillosisa tanto la conductividad como el pH y la temperatura se mantuvieron con valores adecuados para tener agua de buena calidad, excepto por la turbidez que se encontraba alta lo que se corrobora con la presencia de microplásticos en sus muestras.

En la planta Sulupali Grande tanto la conductividad como el pH y la temperatura se mantuvieron con valores adecuados para tener agua de buena calidad, excepto por la turbidez que se encontraba alta lo que se corrobora con la presencia de microplásticos en sus muestras.

En la planta Lunduma tanto la conductividad como el pH y la temperatura se mantuvieron con valores adecuados para tener agua de buena calidad, excepto por la turbidez que se encontraba alta lo que se corrobora con la presencia de microplásticos en sus muestras.

Cantón Pucará

En la planta Tendales tanto la conductividad como el pH y la temperatura se mantuvieron con valores adecuados para tener agua de buena calidad, excepto por la turbidez que se encontraba alta lo que se corrobora con la presencia de microplásticos en sus muestras.

En la planta Vivar Bajo tanto la conductividad como el pH y la temperatura se mantuvieron con valores adecuados para tener agua de buena calidad, excepto por la turbidez que se encontraba alta lo que se corrobora con la presencia de microplásticos en sus muestras.

En la planta San Sebastián tanto la conductividad como el pH y la temperatura se mantuvieron con valores adecuados para tener agua de buena calidad, excepto por la turbidez que se encontraba alta lo que se corrobora con la presencia de microplásticos en sus muestras.

En la planta Pindo tanto la conductividad como el pH y la temperatura se mantuvieron con valores adecuados para tener agua de buena calidad, excepto por la turbidez que se encontraba alta lo que se corrobora con la presencia de microplásticos en sus muestras.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Basándose en los objetivos planteados al inicio del estudio realizado en las JAAP de los cantones Oña, Nabón, Girón, San Fernando, Santa Isabel y Pucará concluimos que.

La implementación del área estadística jugó un papel importante en la interpretación de los datos obtenidos durante nuestro proceso analítico mismos que nos permitieron establecer un número de muestras a recolectar que fue de 122 con una confianza del 92% porcentaje que nos da la certeza de que el trabajo está correctamente realizado.

La georreferenciación es una herramienta fundamental para este tipo de análisis ya que nos facilita la planificación de los muestreos lo que involucra ahorro de tiempo y de recursos permitiendo ubicar de una mejor manera y de forma precisa las diferentes plantas de tratamiento de agua potable siendo así tenemos Portete Grande con las coordenadas (708476;9654787) muy cerca tenemos a Pucucari de coordenadas (710397;9653427) seguido de Santa Teresita con coordenadas (708356;9651840).

El uso de las fichas para el levantamiento de información antropogénica y sanitaria fueron herramientas con las cuales obtuvimos información precisa y selectiva de las diferentes actividades antropogénicas que intervienen en la formación de microplásticos y de la situación de cada una de las plantas de tratamiento de agua potable.

Se logró establecer una relación directa entre los parámetros físico químicos especialmente la turbidez con la presencia de microplásticos ya que en plantas como las de Pucará cuyas muestras se tomaron en época invernal con alta turbidez en el agua arrojó datos que indican que la mayoría de sus muestras contenían microplásticos.

La calidad de agua en el área de estudio y los parámetros físico químicos se vieron afectados debido a las constantes lluvias que se presentó en los meses de recolección de muestras esto acarreo otros inconvenientes como la dificultad al acceso a las plantas por encontrarse en zonas de alto riesgo, sin embargo, de una o de otra manera se lograba con el objetivo.

El tratamiento de las plantas de agua potable entre más procesos de potabilización tenga existirá menos presencia de microplásticos tal es el caso del cantón Santa Isabel donde se realizan procesos de Filtración, Cloración, Coagulación y Floculación evidenciando que el 60% de sus muestras sale negativo en lo que corresponde a la presencia de microplásticos.

Se puede decir que en el cantón Pucará se encontró mayor presencia de microplásticos en todas las plantas de tratamientos debido al escaso mantenimiento que les prestan a las instalaciones como se evidenció en campo durante la toma de muestras las plantas de tratamiento ya llevaban tiempo sin ser operadas y el tratamiento del agua no se lo realizaba.

El microplástico tereftalato de polietileno fue identificado en 28 muestras siendo el microplástico con mayor presencia en nuestro estudio dato importantísimo debido a la incidencia que este contaminante tiene por tratarse de un microplástico derivado de botellas de bebidas y textiles sintéticos mismos que liberan amonio contaminante muy toxico para la salud. El microplástico policaprolactona nylon 6 fue identificado en 1 sola muestra siendo el microplástico con menor presencia en nuestro estudio.

En el cantón Santa Isabel se obtuvo 30 muestras de las cuales el 40% si presentan microplásticos debido a la existencia de residuos presentes en la instalación de las plantas o alrededor de ellas.

Se pudo observar que los microplásticos encontrados en este análisis son: celofán, poliamida 6, tereftalato de polietileno, poliéster 7, polietileno clorado 36% y policaprolactona nylon 6, de los cuales el que se encontró en la mayoría de muestras es el tereftalato de polietileno mientras que la policaprolactona nylon 6 se la encontró en un sólo lugar.

El único parámetro que tiene incidencia directa en la presencia de microplásticos en las muestras es la turbidez conclusión a la que llegamos debido a los análisis de los parámetros físico químicos y su incidencia en los microplásticos en donde se notó que en aquellas juntas donde la turbidez era alta existían microplásticos y en aquellas plantas donde el agua tenía turbidez baja no se encontraron microplásticos. Por ejemplo, en la planta de tratamiento Puca tanto la conductividad

como el pH y la temperatura se mantuvieron con valores adecuados para tener agua de buena calidad, excepto por la turbidez que se encontraba alta lo que incide en la presencia de microplásticos en sus muestras. Lo contrario ocurre en la planta de Zhiña Campamento donde tanto la conductividad como el pH, la temperatura y la turbidez se mantuvieron con valores adecuados para tener agua de buena calidad, lo que se corrobora con la ausencia de microplásticos en sus muestras. Por lo que se puede decir que si la turbidez del agua es alta es muy probable que encontremos microplásticos.

Se pudo observar que el pH más básico es el presentado por el cantón Pucará mismo que tenía las plantas de tratamiento menos cuidadas en comparación con los demás cantones. Asimismo, el pH más ácido lo tiene el cantón San Fernando a cuyas plantas se les daba mantenimiento constante.

Tras la valoración de los resultados se puede establecer que hay una menor cantidad de muestras con contenido de microplásticos que aquellas que no la tienen siendo el 35% de las muestras en las que se encontró microplásticos.

En el cantón Oña el 0% de las muestras tenían contenido de microplásticos. En el cantón Nabón el 33% presentaban contenido de microplásticos. En el cantón Girón el 13% de las muestras contenían microplásticos. En el cantón San Fernando el 25% de las muestras presentaban contenido de microplásticos. En el cantón Santa Isabel el 40% de las muestras contenían microplásticos. En el cantón Pucará el 67% de las muestras contenían microplásticos siendo el cantón con mayor cantidad porcentual de microplásticos de los cantones en estudio.

La falta de estudios de microplásticos presentes en agua potable nos limita a la parte investiga y así poder realizar comparaciones más completas mismas que son de gran importancia para establecer criterios y tener otros puntos de vista que sirvan para enriquecer nuestra investigación

Recomendaciones

- Para delimitar la zona de estudio verificar con anterioridad la viabilidad del estudio en cada una de las áreas debido a que existen lugares en lo que es imposible realizarlo y es preferible no considerarlo es lo ocurrido en el Cantón Ponce Enríquez.
- Para una mejor planificación es recomendable establece nexos interinstitucionales de tal manera que facilite la organización de las diferentes actividades que conllevan la elaboración de un proyecto con el fin de realizar un trabajo eficiente y que beneficie a todos los participantes de dicho proyecto.
- Los parámetros Físico químicos por su naturaleza cambiante deben ser medidos in situ, con el fin de realizar un pre diagnóstico de la calidad del agua, estos son: pH, temperatura, conductividad y turbidez.
- Se debe realizar el muestreo con el equipo e indumentaria apropiada que permita la facilidad en el trabajo de campo.
- Trabajar con equipos portátiles y tener siempre baterías adicionales cuando el trabajo es en campo.
- Cuando se trabaje con un número grande de muestras es importante codificarlas para llevar un orden y evitar confusiones.
- Se recomienda buenas prácticas del manejo de residuos plásticos, una conciencia ambiental para evitar que se boten los residuos plásticos y que terminen en las fuentes hídricas contaminándolas y cuyo destino final es el ser humano causando en él diversas problemáticas que la academia en distintos papers lo han estudiado como enfermedades respiratorias, alergias y hasta el mortal cáncer.
- La toma de muestras se realizó en el mes de marzo y abril período de fuertes lluvias en la zona lo que actuó directamente en la turbidez del agua razón por la cual en gran mayoría se encontraba alta en turbidez parámetro que influye directamente en

la presencia de microplásticos razón por la cual se insta a considerar y preveer este problema y planificar el muestreo en otro periodo del año preferiblemente verano.

- Se recomienda realizar una buena planificación de los puntos de muestreo asociando aquellas plantas que se encuentren cercanas para de esta manera llegar a una mayor cantidad de plantas y no desperdiciar recursos que por tratarse de una extensa zona son muy valiosos.
- Se recomienda coordinar adecuadamente con los responsables de las plantas y hacer conocer previamente la ubicación de encuentro para evitar que se pierda tiempo en lograr dar con ellos y así no tener que regresar otro día por alguna planta que quedo rezagada.
- Además, se pide no arriesgar la vida acercándose a ríos y quebradas en épocas de alta precipitación, y evitar el recorrido de ser posible en días muy lluviosos ya que se pueden presentar múltiples accidentes como caídas o derrumbes.
- Se recomienda el uso de varias metodologías en paralelo para verificar cual es la más adecuada y que presenta mejores resultados para poder en el futuro normarla debido a que no existen estudios que especifiquen a ciencia cierta qué metodología aplicar y cuál es la mejor.
- Se recomienda realizar tablas claras que aborden todas las características de los resultados de los cantones y que permitan una fácil comprensión de lo que está ocurriendo en cada una de las plantas de tratamiento de agua potable.
- También se puede llevar una bitácora de cada una de las salidas a campo detallando aspectos importantes que se presenten, mismos que ayudarán en el desarrollo del documento ya una vez en la oficina.

BIBLIOGRAFIA

- Álvarez, G. (2020). *DETECCIÓN Y MONITOREO DE MICROPLÁSTICOS EN SEDIMENTOS COSTEROS DE MARISMAS DE LA COSTA NORTE DEL ESTUARIO DE BAHÍA BLANCA*.
- Baiwen, M., Wenjin, X., Chengzhi, H., Huijuan, L., Jiuhui, Q., & Liangliang, L. (2019). Characteristics of microplastic removal via coagulation and ultrafiltration during drinking water treatment. In *Chemical Engineering Journal* (Vol. 359, pp. 159–167). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2018.11.155>
- Balarezo, E., & Barbecho, E. (2021). Evaluación de los métodos de recolección, identificación y cuantificación de Microplásticos en ecosistemas hídricos. *Tesis*.
- Barraza-Garza, G., De La Rosa, L. A., Martínez-Martínez, A., Castillo-Michel, H., Cotte, M., & Alvarez-Parrilla, E. (2013). La microespectroscopía de infrarrojo con transformada de fourier (FTIRM) en el estudio de sistemas biológicos. *Revista Latinoamericana de Química*, 41(3), 125–148.
- Calvo Sergio. (2020). *Detección Y Caracterización Por Tamaños de Micro y Nanoplásticos en Muestras de Interés Ambiental*.
- Cañizares, S., Guaricela, A., Lascano, M., Medina, M., Moncayo, P., & Zalamea, M. (2017). Gestión Comunitaria Del Agua: Junta Administradora De Agua Potable Regional De Zhidmad. *Revista Iuris*, 1(15), 159–175.
- Castañeta, G., Gutiérrez, A. F., Nacaratte, F., & Manzano, , Carlos A. (2020). Microplastics: a Contaminant That Grows in All Environmental Areas, Its Characteristics and Possible Risks To Public Health From Exposure. *Revista Boliviana de Química*, 37(3), 160–175. <https://doi.org/10.34098/2078-3949.37.3.4>
- Chavéz, B. (2019). Presencia de Microplástico Derivado de la Degradación de Tanques de Reserva

- Plásticos en el Agua Potable de Riobamba. *Unach*, 1–69.
<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/3697/1/UNACH-FCEHT-TG-E.BÁSICA-2017-000019.pdf>
- Correa, J. (2020). REVISIÓN DE LA PROBLEMÁTICA DE LA CONTAMINACIÓN POR MICROPLÁSTICOS EN EL RECURSO HÍDRICO. In *Tesis*.
- Espitia, N. (2019). *Análisis de calidad de agua potable con relación a sus parámetros fisicoquímicos , biológicos , y crecimiento de Lemna minor en la estancia de Lurín , Lima 2015-2016*.
- Eugenia, N., Ruiz, S., Carvajal Escobar, Y., & Escobar, J. C. (2007). A review of physical-chemical parameters as water quality and contamination indicators. In *DICIEMBRE DE* (Vol. 27, Issue 3).
- Fabara De la Paz, E. (2020). *Propuesta de un protocolo para la extracción e identificación de la presencia de microplásticos en Lycopersicon esculentum var. cerasiforme (tomate cherry) convencional y orgánico comercializados en la ciudad de Quito, Ecuador Trabajo* (Vol. 2507, Issue February).
- Fernández, G., & Tuso, W. (2020). Diseño de una Planta de Tratamiento de agua Potable para la Población de Mulaló, provincia De Cotopaxi. In *Tesis*.
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18503%0Ahttp://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf>
- GAD Cantón San Fernando. (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*.
- GAD Pucará. (2020). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL CANTONAL DE PUCARÁ*.
- GAD Santa Isabel. (2020). Diagnóstico Santa Isabel. *Ame*, 1(1), 31–35.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.encep.2012.03.001>

García, K., & Nataly, S. (2020). *Factores de Éxito para la Sostenibilidad del Manejo de Juntas de Agua Potable en la Zona Rural del Cantón Cuenca*. 66.

Guerra, L., & Mancera, J. (2015). *Evaluación de Amenazas Antropogénicas en Ecosistemas de Playa en San Andrés, una Isla Pequeña del Caribe Suroccidental*. 44(1), 33–54.

Infinitia, R. (2021). *MATERIALES PLÁSTICOS: TIPOS, COMPOSICIÓN Y USOS*.
<https://www.infinitiaresearch.com/noticias/materiales-plasticos-tipos-composicion-usos/>

ISASA. (2022). *Espectrometría Infrarroja con Transformada de Fourier (FTIR)*. ISASA Latam, S.A. <https://isasalatam.com/molecular/espectrometria-infrarroja-con-transformada-de-fourier-ftir/>

José Miguel Uzhca, José Virgilio Ramón Quezada, Efrén Aquiles Uchupailla Ortega, Hugo Lautaro Lucero Luzuriaga, José Salvador Astudillo Jimbo, Juan Carlos Pizarro Almeida, Carmen Celina Farez Crespo, & Yasmín Carmita Valdéz Serpa. (2019). *PROGRAMA DE POBLACIÓN Y DESARROLLO LOCAL SUSTENTABLE*.

León-Muez, D., Peñalver-Duque, P., Ciudad Trilla, C., Muñoz, M., Infante, O., Güemes Santos, S., Parrilla Giráldez, R., & Serrano-Martín, L. (2020). Primer muestreo de microplásticos en arroyos y ríos de la España peninsular. *Ecosistemas*, 29(3).
<https://doi.org/10.7818/ECOS.2087>

Lucio, C. (2019). *¿Cómo afectan a nuestra salud los microplásticos? ¿Cómo afectan a nuestra salud los microplásticos?*

MAATE. (2022). *Ecuador Emite Nuevas Normativas para Mejorar la Gestión del Agua Potable*. Iagua. <https://www.iagua.es/noticias/ministerio-ambiente-ecuador/ecuador-emite-nuevas-normativas-mejorar-gestion-agua-potable>

- Marín, R., Rosado, A., Paraira, M., Carranza, E., Jiménez, J., Baroja, Í., Parra, M., Borrego, M., Pérez, R., & Lacorte, S. (2019). Microplásticos en aguas : presencia , investigación y potencial incidencia sanitaria sobre el ser humano. *TecnoAqua*, *n° 36-Ma*, 76–86. reportaje-microplasticos-aguas-presencia-investigacion-incidencia-sanitaria-humano-tecnoaqua-es (1).pdf
- Murudumbay, M. (2019). *ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES Y VULNERABILIDADES DE LOS CANTONES SAN FELIPE DE OÑA, SIGSIG, PUCARÁ Y CAMILO PONCE ENRIQUEZ. Vinculación con la Sociedad.*
- Pastor, C., & Agulló, D. (2019). Presencia de Microplásticos en Aguas y su Potencial Impacto en la Salud Pública. *Revista Española de Salud Pública*, *93*, 1–10. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272019000100012
- Pivokonsky, M., Cermakova, L., Novotna, K., Peer, P., Cajthaml, T., & Janda, V. (2018). Occurrence of microplastics in raw and treated drinking water. *Science of the Total Environment*, *643*, 1644–1651. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.102>
- Pydlos. (2019). *PROGRAMA DE POBLACIÓN Y DESARROLLO LOCAL SUSTENTABLE PYDLOS / ACTUALIZACIÓN DEL PDOT NABÓN 2014 Página 1.*
- Ramírez, J. (2018). Plásticos y microplásticos en agua, un problema mundial que afecta nuestros sistemas acuáticos El. *Revista Ingeniería y Región*, *19*, 2018.
- Rodriguez, L., & Tunarozza, M. (2018). *CALIDAD BACTERIOLÓGICA, PH Y TURBIDEZ DEL AGUA POTABLE PARA EL CONSUMO HUMANO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE UNE - CUNDINAMARCA (2018)* (Issue 2018). UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA.
- Ruiz, J. (2021). *EVIDENCIACIÓN DE LA PRESENCIA DE MICROPLÁSTICOS EN AGUA,*

SEDIMENTO Y TRACTO DIGESTIVO DE TILAPIA (Oreochromis aureus) PROVENIENTE DE LA LAGUNA DE CATEMACO, VERACRUZ.

- Santofimio, M. (2020). Propuesta de investigación para la detección y cuantificación de microplásticos en agua embotellada por métodos de tinción de Nilo Rojo y espectroscopia Raman. *Orphanet Journal of Rare Diseases*, 21(1), 1–9.
- Sota, A. (2019). *Microplásticos incidencia, efectos y fuentes de emisión al medio ambiente acuático*. Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7189521#:~:text=La principales fuentes de microplásticos,pesqueras y el transporte marítimo.>
- Velasco, F., Guabloche, A., Alvarino, L., & José, L. (2020). *Estandarización de un protocolo para evaluar microplásticos en bivalvos marinos en el departamento de Lima, Perú.*
- Villena, J. (2018). Water quality and sustainable development. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 35(2), 304–308. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>
- Vinicio Ortega, Danilo Mejía, Paola Galarza, Ronny Zegarra, Juanita Ortega, Andrea Rivera, Isabel Orquera, Danilo Chicaiza, Gabriela Toral, Wilmer Heredia, & Gustavo Salvador. (2021). *PDOT SANTA ISABEL.*
- White Light Sky*. (2022). <https://whitelightskyes.com/administrative-area/3671319-canton-giron/>
- Wijnand, W., & Bigaud, N. (2019). Naturaleza sin Plástico: Evaluación de la ingestión humana de plásticos presentes en la naturaleza. *Wwf*, 1–9.

ANEXOS

Anexo 1 Cronograma de Visitas a las Plantas de Tratamiento de Agua Potable.

CRONOGRAMA DE VISITAS A LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LAS DIFERENTES JAAP	
CANTÓN OÑA	
Nombre de la JAAP	FECHA
JAAP Susudel	7-feb
JAAP Tuna	13-mar
CANTÓN NABÓN	
Nombre de la JAAP	FECHA
JAAP Puca Grande	15-mar
JAAP Cochapata Las Lajas (Tranca)	15-mar
JAAP Cochapata Las Lajas (Pichil)	15-mar
JAAP El Progreso Centro	16-mar
JAAP Cochaseca	16-mar
JAAP Yacudel	16-mar
JAAP Zhiña Animas	17-mar
JAAP Zhiña Pucunla	17-mar
JAAP Zhiña Campamento	17-mar
JAAP Las Nieves Centro	17-mar
JAAP La Paz	21-mar
JAAP Huasicashca	21-mar
JAAP Camara	22-mar
JAAP Chuilla	22-mar
JAAP Charcay	22-mar
CANTÓN GIRÓN	
Nombre de la JAAP	FECHA
JAAP Masta Grande	23-mar
JAAP Pucucari	23-mar
JAAP Santa Teresita	23-mar
JAAP Cooperativa Lentaj	24-mar
JAAP Portete Grande	24-mar
CANTÓN SAN FERNANDO	
Nombre de la JAAP	FECHA
JAAP María Auxiliadora	25-mar
JAAP San Vicente	25-mar
JAAP Yanacochoa	25-mar
JAAP Pechopaqui	25-mar

CANTÓN SANTA ISABEL	
Nombre de la JAAP	FECHA
JAAP Puenteloma	27-mar
JAAP Abdón Calderón	27-mar
JAAP Pillcocajas	27-mar
JAAP Jubones	28-mar
JAAP Dandan	28-mar
JAAP Sulupali	28-mar
JAAP Quillosisa	28-mar
JAAP Sulupali Grande	29-mar
JAAP Planta Grande de Santa Isabel	29-mar
JAAP Lunduma	29-mar
JAAP Portovelo Grande	30-mar
Sulipali Chico	30-mar
CANTÓN PUCARÁ	
Nombre de la JAAP	FECHA
JAAP Tendales	15-feb
JAAP Vivar Bajo	15-feb
JAAP San Sebastián	15-feb
JAAP Pindo	15-feb

SEÑOR

Johnny Ayora

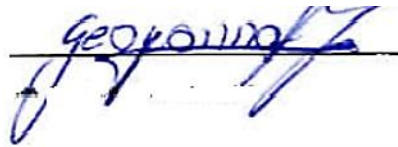
**GERENTE DE LA EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y
ALCANTARILLADO DE SANTA ISABEL**

De mi consideración:

Reciba un cordial saludo desde la Universidad Politécnica Salesiana. La Carrera de Ingeniería Ambiental en uno de sus proyectos de tesis tiene planeado la EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE LOS MICROPLÁSTICOS EN LAS JUNTAS DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN SANTA ISABEL. Razón por la cual, conociendo su espíritu de colaboración con la juventud universitaria me atrevo a solicitar de la manera más comedida se autorice a los tesistas María Fernanda Castillo López y Luis Fabian Alvarado Jara la toma de muestras en algunas juntas de agua potable del cantón, cabe recalcar que estas actividades son con el fin netamente académicas y así los estudiantes puedan cumplir con su trabajo de titulación.

Agradezco de antemano la atención prestada al presente oficio y quedo a la espera de su amable respuesta. Reciba un cordial saludo.

Atentamente



Geovanna Angelica Zea Cobo
Docente de la carrera Ingeniería Ambiental

Contacto: María Fernanda Castillo tlf. 0985643688 / mcastillo@est.ups.edu.ec

SEÑOR

Baldor Bermeo Cabrera

**ALCALDE DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL
CANTÓN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ**

De mi consideración:

Reciba un cordial saludo desde la Universidad Politécnica Salesiana. La Carrera de Ingeniería Ambiental en uno de sus proyectos de tesis tiene planeado la EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE LOS MICROPLÁSTICOS EN LAS JUNTAS DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN CAMILO PONCE ENRÍQUEZ. Razón por la cual, conociendo su espíritu de colaboración con la juventud universitaria me atrevo a solicitar de la manera más comedida se autorice a los tesistas María Fernanda Castillo López y Luis Fabian Alvarado Jara la toma de muestras en algunas juntas de agua potable del cantón, cabe recalcar que estas actividades son con el fin netamente académicas y así los estudiantes puedan cumplir con su trabajo de titulación.

Agradezco de antemano la atención prestada al presente oficio y quedo a la espera de su amable respuesta. Reciba un cordial saludo.

Atentamente



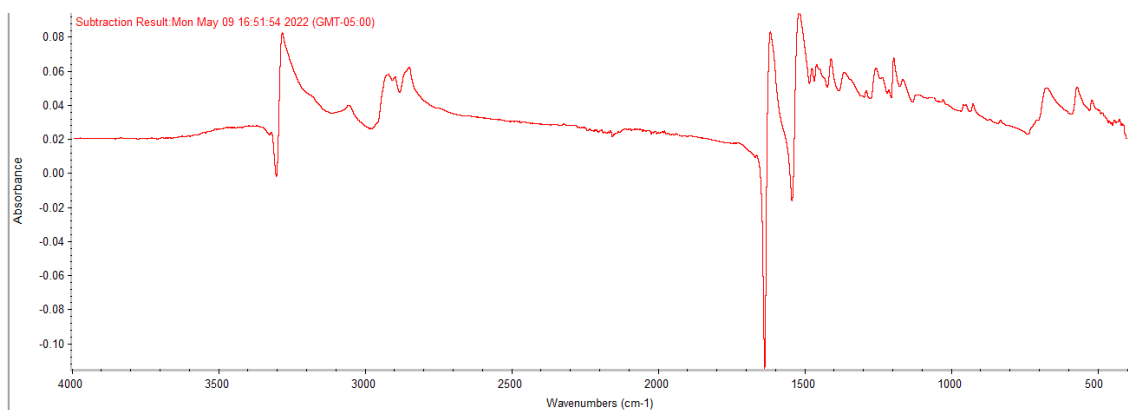
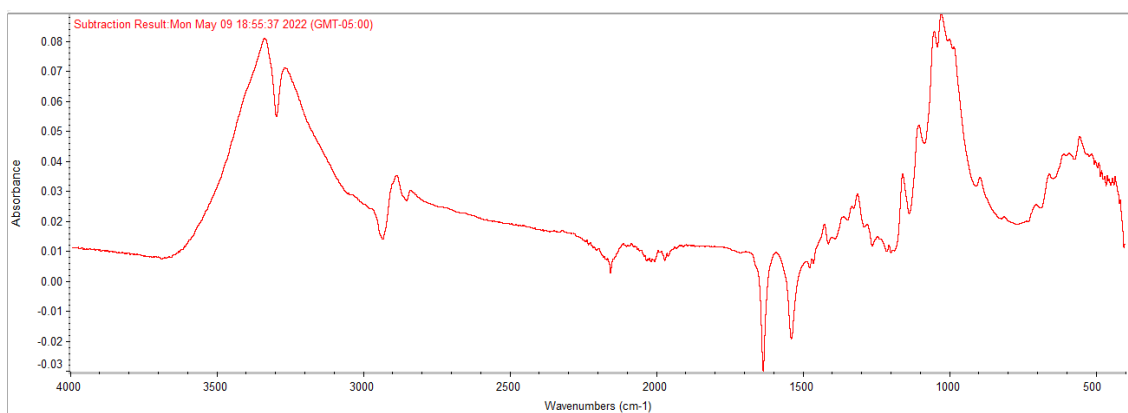
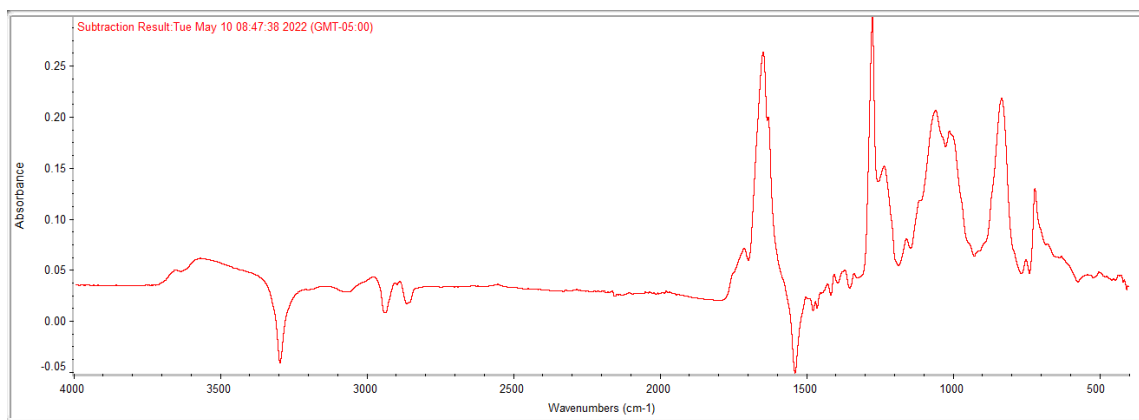
**Geovanna Angelica Zea Cobo
Docente de la carrera Ingeniería Ambiental**

Contacto: María Fernanda Castillo tlf. 0985643688 / mcastillo@est.ups.edu.ec

LEVANTAMIENTO DE INFORMACION SANITARIA		
FECHA:		
HORA:		
PROVINCIA:	CANTÓN:	PARROQUIA:
JUNTA DE AGUA:		
REPRESENTANTE DE LA JUNTA:		
FASE DE MUESTREO:		
COORDENADAS DE MUESTREO:		
RESPONSABLES DEL MUESTREO:		
TIPO DE FUENTE		TIPO DE TRATAMIENTO
RIO	<input type="checkbox"/>	SEDIMENTACIÓN
CANAL	<input type="checkbox"/>	FILTRACIÓN
RED	<input type="checkbox"/>	CLORACIÓN
		TRATAMIENTO DE LODOS
		MEZCLA RÁPIDA
OTROS:		
OBSERVACIONES:		

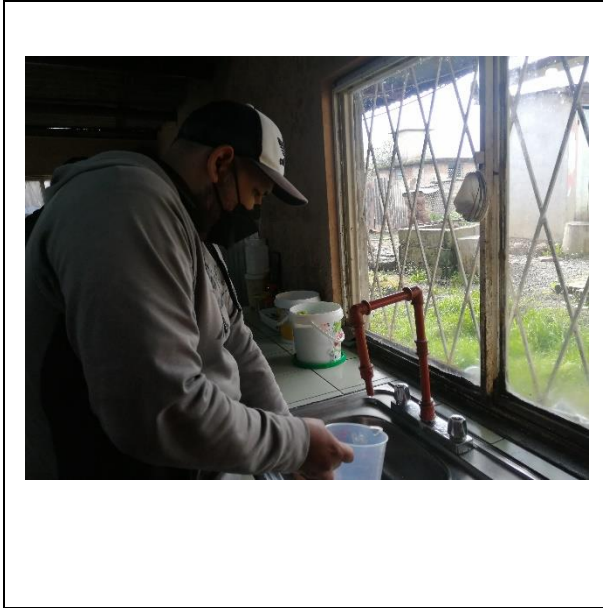
INFORMACION ANTROPOGÉNICA				
FECHA:		HORA:		
PROVINCIA:	CANTÓN:		PARROQUIA:	
JUNTA DE AGUA:				
RESPONSABLES DEL MUESTREO				
FASE DE MUESTREO:				
Impactos Visibles				
Riesgos Presentes	Agrícola	Industrial	Urbano	Natural
Entorno				
Meteorología				
Residuos				
OBSERVACIONES:				

Anexo 6 Espectros Obtenidos de las Diferentes Microplásticos Presentes en los filtros



Anexo 7 Visitas a algunas Plantas de Tratamiento de Agua Potable





Anexo 8 Actividades en el Laboratorio

