

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Diagnóstico de las fuentes de salinidad para identificar el comportamiento hidrológico e hidroquímico a lo largo del canal de riego Chongón-San Vicente

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Diego Rodolfo Noboa Campuzano

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres, Rodolfo e Hilda, que me guían con su ejemplo, a mi esposa, Lorena, que me apoya incondicionalmente y a mi hija, Luciana, que ilumina mi vida desde hace 5 años.

Diego Rodolfo N.

AGRADECIMIENTOS

Toda mi gratitud a los tutores que me guiaron a lo largo del camino en la elaboración de este proyecto, Dr. Tomás Vitvar, Dr. Priscila Valverde y Msc. Samantha Hidalgo.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Diego Rodolfo Noboa Campuzano* doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Noboa C.', is centered within a light gray rectangular box. The signature is fluid and cursive.

Diego Noboa
Campuzano

EVALUADORES

Msc. Samantha Hidalgo

PROFESOR DE LA MATERIA

PhD. Tomas Vitvar

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El presente trabajo se realiza con el propósito de diagnosticar e identificar, de ser el caso, las fuentes de salinidad que pudieran afectar la calidad del agua superficial trasvasada por el canal de riego Chongón – San Vicente y su área de influencia compuesta por las cuencas de los ríos Javita y Zapotal, dentro del Cantón Santa Elena en la Provincia del mismo nombre.

Para lograr la caracterización correcta de las aguas superficiales se estableció un esquema de desglose de trabajo compuesta por una investigación bibliográfica preliminar, salidas de campo de investigación y de toma de muestras de agua en 13 puntos del canal, en donde se midieron parámetros inestables como pH, conductividad eléctrica, salinidad, solidos disueltos totales, temperatura y presión atmosférica.

En el laboratorio de Ingeniería Sanitaria se procedió a la determinación de las concentraciones mayoritarias de iones calcio, magnesio, potasio, sodio, cloruros, bicarbonatos, nitratos, nitritos, sulfatos.

Se analizaron los resultados obtenidos tanto en campo como en laboratorio, y se determinó que el agua del canal cumple con las normativas nacionales para el uso de riego beneficiando a 9000 hectáreas destinadas a la producción agrícola con fines de consumo interno y de exportación.

Palabra Clave: agua, riego, salinidad, agricultura.

ABSTRACT

The present work is carried out with the purpose of diagnosing and identifying, if applicable, the sources of salinity that could affect the quality of the surface water transferred through the Chongón - San Vicente irrigation canal and its area of influence composed of the basins of the Javita and Zapotal rivers, within the Canton Santa Elena in the Province of the same name.

To achieve the correct characterization of the surface waters, a work breakdown scheme was established consisting of a preliminary bibliographic investigation, field trips for research and water sampling at 13 points of the canal, where unstable parameters such as pH, electrical conductivity, salinity, total dissolved solids, temperature and atmospheric pressure were measured.

In the Sanitary Engineering laboratory, the majority concentrations of calcium, magnesium, potassium, sodium, chlorides, bicarbonates, nitrates, nitrites, and sulfates were determined.

The results obtained both in the field and in the laboratory were analyzed, and it was determined that the canal's water complies with the national regulations for the use of irrigation, benefiting 9000 hectares destined for agricultural production for internal consumption and export purposes.

Keywords: water, irrigation, salinity, agriculture.

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	5
RESUMEN.....	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	VII
SIMBOLOGÍA.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
CAPÍTULO 1.....	12
1. Introducción.....	12
1.1 Antecedentes.....	12
1.2 Localización.....	15
1.3 Información básica.....	16
1.3.1 Geología.....	16
1.3.2 Edafología.....	19
1.3.3 Hidrología.....	20
1.3.4 Hidroquímica.....	22
1.4 Objetivos.....	27
1.4.1 Objetivo General.....	27
1.5 Justificación.....	27
CAPÍTULO 2.....	28
2. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	28
2.1 Reconocimiento de campo, campañas de muestreo y análisis en laboratorio.....	28

2.2	Protocolo de muestreo de agua superficial.....	30
2.3	Trabajo de gabinete y análisis de resultados.....	34
2.4	Alternativas de diseño.....	35
2.4.1	Criterios para la selección de alternativas.....	37
2.4.2	Descripción de los criterios para la selección de alternativas	39
2.4.3	Ventajas y desventajas de cada criterio	42
2.4.4	Metodología de análisis de alternativas	44
2.4.5	Descripción de las alternativas.....	46
2.5	Análisis cualitativo de los criterios frente a las alternativas.....	47
2.6	Análisis de las alternativas de diseño	52
CAPÍTULO 3.....		54
3.	RESULTADOS.....	54
3.1	Balance Iónico	55
3.2	Caracterización de las aguas superficiales y subterráneas.	57
3.2.1	Diagrama de Stiff.....	57
3.2.2	Diagrama de Schoeller.....	63
3.2.3	Diagrama de Piper	65
3.3	Datos de Campo.....	69
3.3.1	PH	71
3.3.2	ORP	72
3.3.3	Conductividad eléctrica	73
3.3.4	Turbidez	75
3.3.5	Coliformes Totales	77
3.3.6	Índice RAS	79
CAPÍTULO 4.....		81
4.	Evaluación de Impactos Ambientales	81

4.1	Objetivos.....	81
4.1.1	Objetivo General.....	81
4.1.2	Objetivos Específicos.....	81
4.2	Descripción del proyecto, obra o actividad	82
4.3	Etapas y actividades del proyecto	86
4.3.1	Actividades que se identificaron en cada etapa.....	87
4.4	Factores Ambientales	89
4.4.1	Medio Físico.....	89
o	Clima.....	89
o	Geomorfología	89
o	Altitud.....	90
4.4.2	Medio Biótico.....	90
o	Flora.....	90
o	Fauna.....	90
4.4.3	Medio Socioeconómico	91
4.5	Valoración de Impactos Ambientales.....	93
4.6	Medidas de prevención mitigación.....	98
4.7	Ficha Ambiental	100
4.8	Conclusiones y Recomendaciones.....	106
CAPÍTULO 5.....		108
5.	Presupuesto de consultoría.....	108
5.1	Sueldos y Cargas Sociales	109
5.2	Ensayos de Laboratorio	112
5.3	Alquileres y Misceláneos	113
5.4	Estructura de Desglose de Trabajo	114

5.5	Cronograma de Trabajo.....	115
CAPÍTULO 6.....		117
6.	Conclusiones y recomendaciones.....	117
6.1	Conclusiones	117
6.2	Recomendaciones	117
Bibliografía.....		119

ABREVIATURAS

CE	Conductividad Eléctrica.
CELEC	Corporación Eléctrica del Ecuador.
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral.
FICT	Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra.
INEC	Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos.
NTU	Nephelometric Turbidity Unit
OIEA	Organismo Internacional de Energía Atómica.
ORP	Oxidation Reduction Potencial
PET	Población en Edad de Trabajar.
RAS	Relación de Absorción de Sodio.
SDT	Solidos Disueltos Totales
SENAGUA	Secretaria Nacional del Agua.
TULSMA	Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente.

SIMBOLOGÍA

mm	Milímetro
mg	Miligramo
pH	Potencial de Hidrógeno
km ²	Kilómetro cuadrado
m	Metro
P	Fósforo
Na ⁺	Ión Sodio
Ca ²⁺	Ión Calcio
K ⁺	Ión Potasio
Mg ²⁺	Ión Magnesio
Cl ⁻	Ión Cloruro
SO ₄ ²⁻	Ión Sulfato
μS/cm	Micro siemens por centímetro
nmp/100ml	Número más probable por cien mililitros.
mEq/L	Miliequivalentes por litro
°C	Grado centigrado

ÍNDICE DE FIGURAS

Imagen 1.1 Porcentajes por rama de Actividad PET en la provincia de Santa Elena.	13
Imagen 1.2 Esquema del proyecto Traslase Chongón – San Vicente.	14
Imagen 1.3: Ubicación del proyecto Traslase Chongón – San Vicente y los puntos de toma de muestra de la Campaña 2008.	15
Imagen 2.1: Puntos de muestreados en las salidas de campo.	29
Imagen 2.2 Recolección de muestra in-situ. Fuente: El autor.	31
Imagen 3.1 Mapa del canal Chongón – San Vicente y los puntos de muestras.	54
Imagen 3.2 Diagramas de Stiff de las muestras de agua superficial.	59
Imagen 3.3 Recolección de muestra en el punto Canal A	60
Imagen 3.4 Diagramas de Stiff de las muestras tomadas en el área de influencia del canal	62
Imagen 3.5 Diagrama de Schoeller.	65
Imagen 3.6 Diagrama de Piper.	68
Imagen 3.7 Mediciones de pH	71
Imagen 3.8 Mediciones de ORP	73
Imagen 3.9 Conductividades eléctricas de las muestras.	74
Imagen 3.10 Plantación de sorgo en el área de la represa El Azúcar.	75
Imagen 3.11 Turbidez de muestras.	76
Imagen 3.12 Turbidez de muestras	77
Imagen 3.13 Diagrama de Wilcox	80
Imagen 4.1 Mapa del área de Estudio.	83
Imagen 4.2 Registro del proyecto en el SUIA	84
Imagen 4.3 Mapa del certificado de Intersección del proyecto.	85
Imagen 4.4 Porcentajes de las actividades económicas de la población ecoicamente activa de la Provincia de Santa Elena por sexo.	93
Imagen 5.1 Estructura de Desglose de Trabajo sugerida.	115
Imagen 5.2 Cronograma del proyecto.	116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Actividades más representativas de la población en edad de trabajar de la Provincia de Santa Elena. (INEC, 2010).....	12
Tabla 1.2 Conductividades eléctricas de los puntos más representativos de cada fuente de agua tomados en la campaña 2019.....	23
Tabla 1.3 Niveles de conductividad eléctrica en aguas y sus restricciones para uso agrícola. (TULSMA, 2002)	24
Tabla 1.4 Electrolitos y tipo de agua de los puntos de muestra más representativos de la campaña 2019.	25
Tabla 2.1. Inventario de los puntos muestreados a lo largo del canal de irrigación Chongón-San Vicente en la cuenca del Zapotal.	30
Tabla 2.2 Parámetros medidos en sitio de los puntos muestreados a lo largo del canal de irrigación Chongón-San Vicente en la cuenca del Zapotal.	33
Tabla 2.3 Técnicas y métodos analíticos utilizados para realizar la cuantificación de los iones mayoritarios en agua superficial.....	34
Tabla 2.5 Ventajas y desventajas de los criterios para escoger la alternativa de diseño.	42
Tabla 2.6 Escala y porcentaje de peso de cada criterio.....	45
Tabla 2.7 Costos de análisis según los análisis requeridos por cada punto.	49
Tabla 2.8 Valores ponderados y elección de alternativa.....	53
Tabla 3.1 Concentración de iones mayoritarios de las muestras de agua tomadas y balance iónico	56
Tabla 3.2 Datos de campo de 13 muestras tomadas en aguas superficiales del Canal Chongón – San Vicente.	70
Tabla 3.3 Coliformes Fecales encontradas en las muestras.	78
Tabla 3.4 Índice RAS de las muestras.....	79
Tabla 4.1 Actividades dentro de cada etapa del proyecto.	88
Tabla 4.2 Matriz de valoración de impacto ambiental.....	97
Tabla 4.3 Medidas de mitigación y su presupuesto estimado.....	98
Tabla 5.1 Presupuesto General de la Consultoría	108
Tabla 5.2 Desglose de Sueldos del personal.....	110

Tabla 5.3 Desglose de Cargas Sociales del personal.....	111
Tabla 5.4 Desglose de Ensayos de Laboratorio y su costo antes de IVA.....	112
Tabla 5.5 Descripción de costos de Alquileres y misceláneos.....	113

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La Provincia de Santa Elena localizada en la costa del Ecuador, creada el 7 de noviembre de 2007, tiene una extensión de 3.762,8 km², distribuidos en sus tres cantones: Santa Elena con 3.668,90 km², Salinas con 68,7 km² y La Libertad con 25,3 km² de área territorial.

Tiene una población de 308.693 habitantes (INEC, 2010), con una población en edad de trabajar (PET) de 108.930 habitantes, cuyas ramas de actividad más representativas a la que se dedican se detallan a continuación:

Tabla 1.1 Actividades más representativas de la población en edad de trabajar de la Provincia de Santa Elena. (INEC, 2010)

Tipo de Actividad	Rama de Actividad	Población
Primarias	Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura	12.182
Secundarias	Industrias manufactureras	5.517
	Construcción	4.299
Terciarias	Comercio al por mayor y menor y reparaciones	5.871

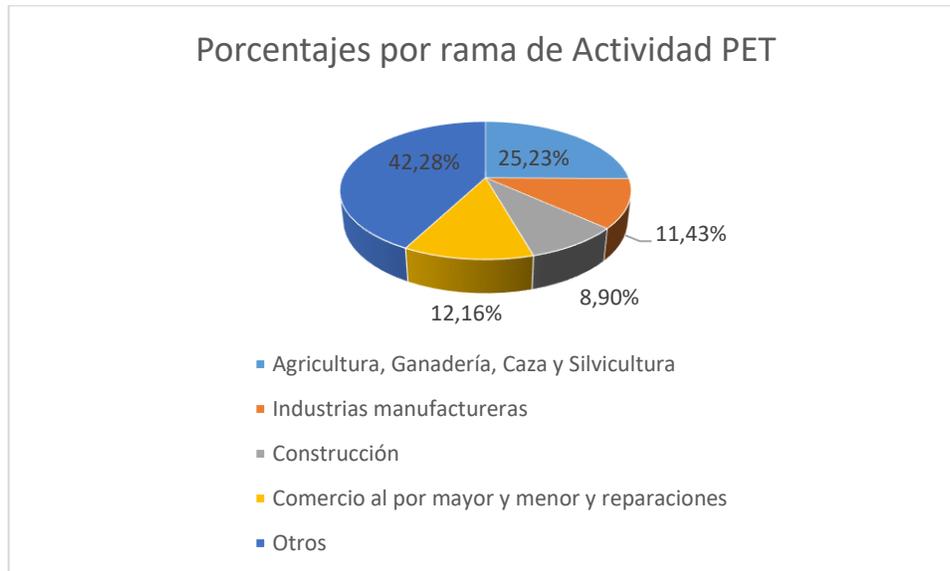


Imagen 1.1 Porcentajes por rama de Actividad PET en la provincia de Santa Elena.

Fuente: Censos de Población. 2010 INEC

La parte norte de la provincia de Santa Elena sufre un déficit de abastecimiento de agua no solo para uso agrícola sino también para consumo humano, dada la desertificación ocasionada por la tala indiscriminada de los bosques primarios y el cambio climático, convirtiendo la zona en una de las más deprimidas a pesar de que sus suelos son de buena calidad para el desarrollo agropecuario.

El Canal de Riego Chongón – San Vicente se comenzó a construir en el año del 2008 y fue inaugurado en noviembre del 2014 como respuesta a la necesidad de agua acta para riego y consumo humano, con un costo de \$ 63´910.182,10

ejecutado por la Secretaria Nacional del Agua, actualmente Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.

El objetivo del proyecto planteaba beneficiar a 85.000 habitantes, asentados en 9.000 hectáreas de las cuencas de los ríos Javita y Zapotal, actas para la agricultura y que estas subutilizadas por las restricciones de acceso al agua.



Imagen 1.2 Esquema del proyecto Trasvase Chongón – San Vicente.

Fuente: www.elciudadano.com.ec

1.2 Localización

El Proyecto de Trasvase desde el Canal Chongón – Sube y Baja al Embalse San Vicente está situado en el Cantón Santa Elena, provincia del mismo nombre localizada en la costa del Ecuador.

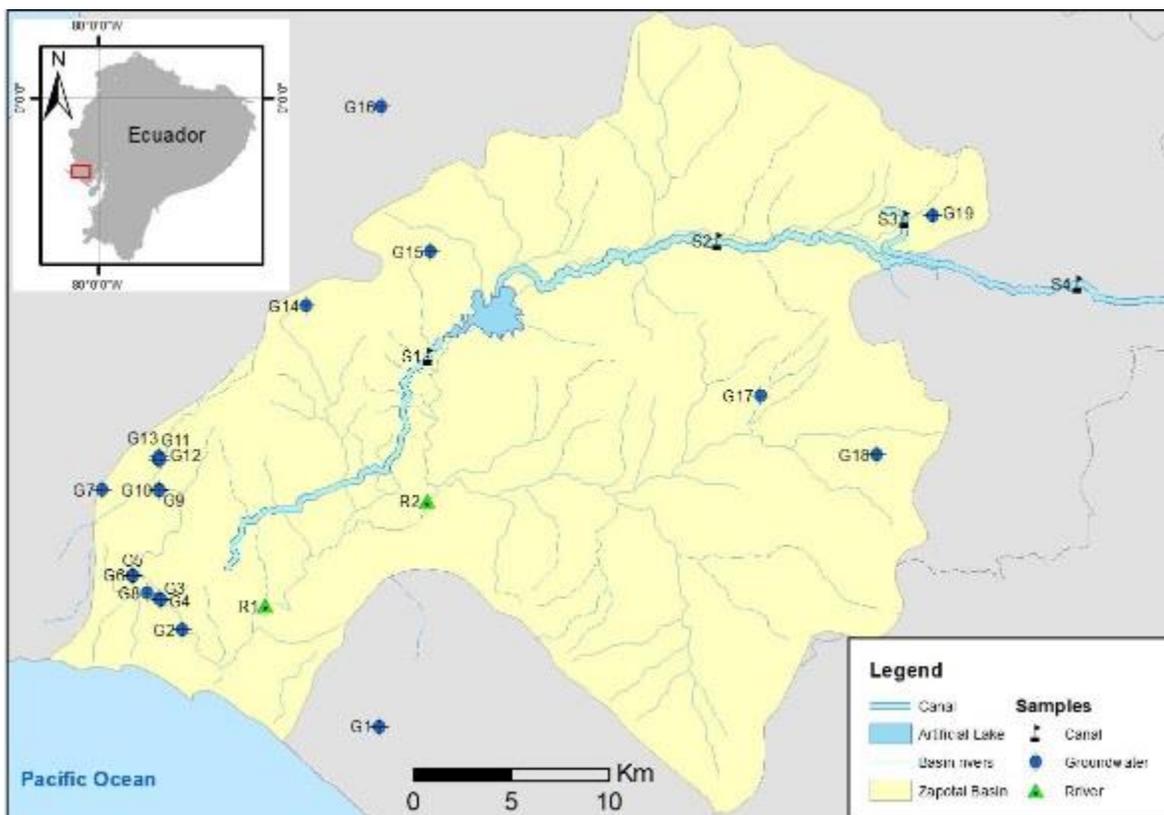


Imagen 1.3: Ubicación del proyecto Trasvase Chongón – San Vicente y los puntos de toma de muestra de la Campaña 2008

1.3 Información básica

1.3.1 Geología

El área de estudio se encuentra localizada en las cuencas de los ríos Javita y Zapotal que se caracterizan por una sedimentación profunda con rasgos estructurales y estratigráficos particulares. (Rodríguez, 2014).

Formación Cayo (Cretáceo Superior).- Formada por areniscas volcánicas brechosas de color verde oscuro, grauvacas, lutitas y argilitas de color gris. La Formación presenta una secuencia amplia de estratificaciones delgadas a gruesas generalmente con buzamiento al Sur.

Grupo Azúcar (Paleoceno- Eoceno Medio).- Constituido por tres unidades fundamentales: Estancia (inferior), Chanduy (intermedia) y Engabao (superior).

Formación Estancia.- Es la unidad basal del Grupo y consiste en areniscas interestratificados, limonitas y lutitas. Las areniscas de color pardo y gris obscuro son predominantemente silíceas.

Formación Chanduy.- Constituye la parte intermedia del Grupo Azúcar y se caracteriza por presentar conglomerados poligénicos que alternan con lentejones arenosos y lutíticos.

Formación Engabao.- Es la parte superior del grupo y es bastante semejante a la Formación Estancia, presentando una serie de areniscas de color gris oscuro a gris azulado y café sucio, con alteración de lechos delgados de lutitas y unos pocos estratos de conglomerados.

Los sedimentos del Grupo Azúcar están plegados, fallados y fracturados y se encuentran expuestos en los Cerros de Playas, Estancia, Chanduy y Azúcar.

Grupo Ancón (Eoceno Medio a Superior).- Continuo al Grupo Azúcar o a la Formación San Eduardo, está constituido por interestratificaciones de areniscas, arcillitas, limolitas y lutitas que varían de color azul a plomo. Es frecuente encontrar turbiditas y vetillas de yeso. Los sedimentos están afectados por tectonismo intenso. (Rodríguez, 2014)

Formación Zapotal.- Está constituida por una secuencia espesa de sedimentos marinos pocos profundos que van hasta clásticos continentales gruesos. La formación tiene predominancia de areniscas gruesas macizas, con estratificaciones oblicuas; existen además bancos de conglomerados y lutitas intercaladas con moluscos y restos de plantas silicificadas. El contacto con el Grupo Ancón infrayacente es normal. (Rodríguez, 2014).

Formación Progreso (Mioceno Superior).- Está compuesta en orden de importancia por areniscas, limonitas, y lutitas, aunque los estratos de coquina son localmente comunes y en ciertas partes se puede encontrar cenizas y bentonita. La mayor parte de areniscas de grano fino y limosas pero pueden ser también de grano grueso y conglomeráticas. En los afloramientos las areniscas y limonitas suelen ser deleznable. (Rodríguez, 2014)

Formación Tablazo.- Conformadas por terrazas marinas bioclásticas, arcillas sedimentarias blancas, Está compuesta de coquinas, conglomerados con estratificación entrecruzada.

La tectónica es responsable del aislamiento de los terrenos como escalones suspendidos.

Además los materiales involucrados en este levantamiento pueden o no tener una naturaleza y origen similar.

Por estas razones estos terrenos no deben ser caracterizados como una formación, aun así el término “tablazo” es ampliamente usado para nombrar a las terrazas al enfocar su aspecto morfológico y hacen referencia a las terrazas marinas levantadas. (CELEC, 2011).

Depósitos Aluviales (Holoceno).- Se trata de depósitos constituidos por lodos y limos alrededor de los ríos que forman el drenaje de los Ríos, cubren grandes partes de la zona. En algunas partes posee pequeñas trazas de arcillas y arenas flojamente compactadas. Franjas planas estrechas de sedimentos fluviales se han depositado a lo largo de los Ríos de la zona de estudio, en algunos casos son extensos y más pequeños en otros. (Rodríguez, 2014).

1.3.2 Edafología.

El área de estudio del proyecto involucra las cuencas hidrográficas de los ríos Zapotal y Javita, abarcando 9000 hectáreas de suelos con gran potencial agrícola.

Según la clasificación por su capacidad de uso, basado en las Normas y Principios del Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos de América, se encuentran los siguientes tipos de suelos:

Tipo A: Tierras apropiadas para cultivos intensivos y otros usos, y

Tipo B: Tierras apropiadas para cultivos permanente, pastos y aprovechamiento forestal.

Los espesores de los suelos son de potencia media (0.5 – 1 m.), formando un nivel de meteorización poco profundo, que en algunos casos no supera los 80 cm.

Las características físicas de los suelos muestran que los contenidos de humedad son bajos, sin embargo, en épocas de invierno, este contenido puede incrementarse de tal manera que puede llegar a saturar a los suelos, esponjarlos y fisurarlos y ocasionar una reducción en la resistencia al corte. (CELEC, 2011).

1.3.3 Hidrología

Los factores principales que inciden sobre las condiciones climáticas de la península de Santa Elena son: la corriente fría de Humboldt, las corrientes cálidas de El Niño y el desplazamiento de la zona de convergencia intertropical.

El periodo de mayor pluviosidad está comprendido entre los meses de enero a mayo, conocido como estación lluviosa, dada la influencia de la corriente cálida del Niño que se desplaza hacia el sur encontrándose con la corriente fría de Humboldt, creando una corriente de aire húmedo que al

desplazarse tierra adentro se encuentran con la barrera natural formada por la Cordillera de los Andes,

Localmente, la presencia de la corriente fría del Humboldt y su interacción con la cordillera Chongón Colonche generan garuas tenues durante la estación seca, de junio a diciembre, lo cual mantiene relativamente estable la temperatura en un promedio de 23,5°C.

La precipitación promedio anual tomando los datos en el periodo de 1990 al 2013 es de 442.4 mm teniendo en consideración el año del 1998 en el que se presentó el evento conocido como “El Niño” que causó inundaciones en toda la región Litoral del país. Si no se considera este año de precipitaciones excepcionalmente altas (2472,3 mm durante todo el año 1998) el promedio de precipitación anual cae a 235,1 mm.

El balance hídrico del sector está en constante déficit ya que la Evapotranspiración Potencial ETP tiene un promedio anual de 1333 mm, que es significativamente mayor que el promedio de precipitación anuales, por lo que se considera que en los acuíferos subterráneos la recarga es casi nula.

1.3.4 Hidroquímica

Durante el año 2019 se tomaron 31 muestras en el campo y se analizaron en el laboratorio diversos parámetros para caracterizar la Hidroquímica del sector.

Dichas muestras no solo se tomaron en puntos del canal, más bien buscaron abarcar la zona de influencia, recogiendo datos de pozos de agua subterránea de las formaciones Azúcar, Tablazo y Progreso, además de ríos.

Conductividad Eléctrica (CE).- La conductividad se define como la capacidad de una sustancia de conducir la corriente eléctrica a través de los iones disueltos. La unidad de medición utilizada comúnmente es el micro Siemens/cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

La mayoría de los cuerpos de agua mantienen una conductividad razonablemente constante. Cambios significativos en la CE pueden deberse a inundaciones, evaporación o contaminación antropogénica, lo cual puede ser usado como línea base en estudios de calidad de agua.

Los valores de conductivas eléctrica, tomados en el campo, arrojaran valores de muy diferentes dependiendo del lugar donde se obtuvo la muestra,

por lo que a continuación se detallan las muestras más representativas de cada fuente de la campaña 2019 en el mismo sector (tabla 1.2)

Tabla 1.2 Conductividades eléctricas de los puntos más representativos de cada fuente de agua tomados en la campaña 2019.

Muestra	Fecha de toma de muestra	Tipo de Muestra	Conductividad (µs/cm)
Canal Y	09/07/2019	Agua de Canal	202
Canal Sube y Baja	09/07/2019	Agua de Canal	206
Canal Julio Moreno	09/07/2019	Agua de Canal	200
Canal Azúcar	08/07/2019	Agua de Canal	257
Canal San Vicente	31/05/2019	Agua de Canal	962
Sacachum	09/07/2019	Agua Subterránea Formación Progreso	1940
Pechiche 1	01/06/2019	Agua Subterránea Formación Tablazo	3799
Saya 1	08/07/2019	Agua Subterránea Formación Azúcar	2451

Según el TULSMA (Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente), se establecen restricciones para el uso del agua destinada para riego en función a los niveles de conductividad eléctrica detallados en la siguiente tabla.

Tabla 1.3 Niveles de conductividad eléctrica en aguas y sus restricciones para uso agrícola. (TULSMA, 2002)

Conductividad ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	Grado de restricción
<700	Ninguno
700	Ligero
3000	Moderado
>3000	Severo

Por lo que observamos que de las muestras tomadas en el canal solo una presenta un grado de restricción ligero para su uso para riego, no así para las muestras tomadas de pozo de agua subterránea de las diferentes formaciones geológicas de la zona que presentan grados de restricción de ligero a moderado para su uso en la agricultura.

Electrolitos Disueltos en agua.- Los principales electrolitos disueltos en agua muestreados en la campaña 2019 fueron Sodio, Potasio, Calcio, Magnesio, Cloro, Sulfatos y Bicarbonato. Estos datos nos dan una caracterización de la calidad y contenido de sólidos disueltos.

A continuación los diagramas de Stiff (representación gráfica de los contenidos de electrolitos) de los puntos más representativos de la campaña 2019 (Tabla 1.4)

Tabla 1.4 Electrolitos y tipo de agua de los puntos de muestra más representativos de la campaña 2019.

Muestra	Diagrama de Stiff	Tipo de Muestra	Tipo de Agua
Canal Y	<p>Canal-Y</p>	Agua de Canal	Magnésica Bicarbonatada
Canal Sube y Baja	<p>Sube-y-Baja</p>	Agua de Canal	Sódica Clorurada
Canal Julio Moreno	<p>Julio-Moreno-Canal</p>	Agua de Canal	Magnésica Bicarbonatada
Canal Azúcar	<p>Canal-Azucar</p>	Agua de Canal	Magnésica Clorurada

<p>Canal San Vicente</p>	<p>Canal-San-Vicente</p>	<p>Agua de Canal</p>	<p>Magnésica Sulfatada</p>
<p>Sacachum</p>	<p>Sacanchun</p>	<p>Agua Subterránea Formación Progreso</p>	<p>Sódica Clorurada</p>
<p>Pechiche 1</p>	<p>Pechiche1</p>	<p>Agua Subterránea Formación Tablazo</p>	<p>Sódica Clorurada</p>
<p>Saya 1</p>	<p>Saya-1</p>	<p>Agua Subterránea Formación Azúcar</p>	<p>Sódica Clorurada</p>

De igual manera observamos que en los puntos pertenecientes al canal Chongón San Vicente el nivel de electrolitos disueltos es muy por debajo de los resultados obtenidos de muestras tomadas en agua subterráneas de la zona de influencia del canal.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Identificar las fuentes de salinidad que afectan tanto las aguas superficiales como subterráneas en el área de influencia del Canal de trasvase Chongón – San Vicente a través del análisis hidrogeológico e hidroquímico para contribuir a la mejora de la gestión del recurso hídrico en la zona de estudio.

1.5 Justificación

Dada la importancia del recurso hídrico para la mayoría de la población de la península de Santa Elena, sumado a los efectos presentes y futuros del cambio climático en la región, el presente proyecto busca identificar variaciones de salinidad que sean afectadas por los procesos hidrológicos, hidrogeológicos e hidroquímicos del sector y así aprovechar el agua del Canal Chongón – San Vicente.

CAPÍTULO 2

2. DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1 Reconocimiento de campo, campañas de muestreo y análisis en laboratorio

El desarrollo de este proyecto comienza con el levantamiento de nuevos datos en campo correspondientes a 13 puntos de agua superficial en el canal de irrigación Chongón - San Vicente, cuenca del Zapotal. Estos puntos fueron seleccionados en base a la prospección in situ que se realizó, facilidad de acceso y seguridad registrando las coordenadas satelitales de los puntos que cumplan con estos requisitos. Se tomará una muestra de agua superficial a lo largo del canal cada 4 Km.

Además, se han seleccionado 5 puntos de agua superficial y 3 puntos de agua subterránea estudiadas en el año 2019 dentro del marco del proyecto: "Evaluation of Groundwater Recharge Dynamics and Groundwater Balance in a Semi-Arid Irrigation Zone, Using Hydrological, Hydrochemical and Isotope Approaches: The case Study of the Chongon-San Vicente Irrigation Canal, Santa Elena Province, Ecuador". Por facilidad, se referirá al proyecto mencionado como "proyecto OIEA". Estos puntos fueron seleccionados debido a las peculiares facies hidroquímicas que presentaron, las cuales fueron

presentadas en la sección 1.3.4, sirviendo de ayuda para la interpretación en la zona de estudio.

La Imagen 2.1 muestra los puntos de agua superficial muestreados en las salidas de campo actuales, y los puntos de agua superficial y subterránea existentes dentro de la zona de estudio.

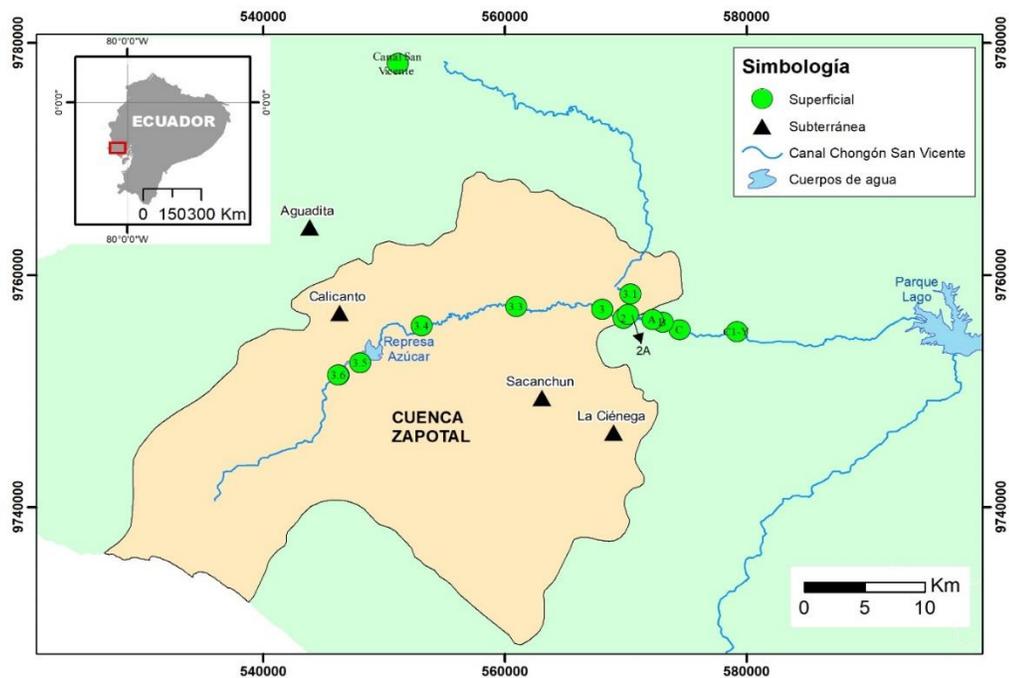


Imagen 2.1: Puntos de muestreados en las salidas de campo.

La Tabla 2.1 contiene el inventario de los puntos de agua superficial muestreados dentro de este proyecto integrador y los correspondientes a la campaña realizada en el año 2019 dentro del proyecto OIEA.

Tabla 2.1. Inventario de los puntos muestreados a lo largo del canal de irrigación Chongón-San Vicente en la cuenca del Zapotal.

Nombre de muestra	Coord. X	Coord. Y	Tipo de Agua	Campaña
Canal Y	579162.00 m E	9755074.00 m S	Magnésica Bicarbonatada	2019
Canal Julio Moreno	570351.00 m E	9758369.00 m S	Magnésica Bicarbonatada	2019
Sube y Baja	560890.00 m E	9757251.00 m S	Sódica Clorurada	2019
Canal Azúcar	546173.00 m E	9751416.00 m S	Magnésica Clorurada	2019
Canal 1	579172.48 m E	9755121.52 m S	Magnésica Bicarbonatada	2021
Canal 2	569764.01 m E	9756274.81 m S	Magnésica Bicarbonatada	2021
Canal 3	567999.26 m E	9757054.87 m S	Magnésica Bicarbonatada	2021
Canal A	572163.07 m E	9756167.37 m S	Magnésica Bicarbonatada	2021
Canal B	573019.30 m E	9755945.82 m S	Magnésica Bicarbonatada	2021
Canal C	574401.00 m E	9755305.20 m S	Magnésica Bicarbonatada	2021
Canal Alterno 2	570143.73 m E	9756623.50 m S	Magnésica Bicarbonatada	2021

2.2 Protocolo de muestreo de agua superficial

El tipo de muestreo que se realizó en las campañas de muestreo corresponde a simple debido a las restricciones de movilidad originada por la pandemia de la COVID-19. Las muestras de agua superficial fueron envasadas en recipientes de plástico de polietileno de alta densidad, se realizó el enjuague de la botella tres veces para que las paredes de la botella se impregnen de la calidad del agua muestreada. Para recolectar las muestras de agua superficial se utilizó un balde con una soga, el cual también fue enjuagado tres veces con el agua del canal.



Imagen 2.2 Recolección de muestra in-situ. Fuente: El autor

Se procedió a etiquetar los recipientes y a colocarlos en una hielera portátil para conservación a temperatura entre 4 a 5°C como lo recomienda la Norma INEN 2169: Agua. Calidad del Agua. Muestreo. Manejo y Conservación de muestras para análisis de iones mayoritarios. En cada punto se midieron los parámetros inestables con el equipo multiparamétrico HANNAH HI 9829 el cual se calibró para mediciones de pH y conductividad eléctrica con variaciones del $\pm 5\%$ y se registraron los datos en una libreta de campo. Los parámetros inestables medidos en campo con la multiparamétrica fueron pH,

conductividad eléctrica (CE), conductividad absoluta (CA), salinidad, sólidos disueltos totales (SDT), temperatura, y presión atmosférica. Además, se realizó la medición de turbidez con el equipo turbidímetro HACH 2100Q debidamente calibrado con variaciones de $\pm 10\%$. La Fig. 2.1 muestra la medición de los parámetros inestables en campo medidas con los equipos multiparamétrico y turbidímetro.



Imagen 2.3 Medición de parámetros in-situ con el medidor multiparamétrico y turbidímetro. Fuente: El autor

La Tabla 2.2 resume los resultados de los parámetros inestables medidos in-situ en los puntos de agua superficial recolectados.

Tabla 2.2 Parámetros medidos en sitio de los puntos muestreados a lo largo del canal de irrigación Chongón-San Vicente en la cuenca del Zapotal.

Nombre de la muestra	pH	ORP [mV]	Conductividad Eléctrica [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	Conductividad Absoluta [$\mu\text{S}/\text{cm}^{\text{A}}$]	Sólidos Totales Disueltos STD [mg/L]	Salinidad [PSU]	Temp [°C]	Presión atm. [Kpa]
Canal 1	6.4	240	168	169	84	0.08	25.2	100.1
Canal 2	6.4	224	153	154	77	0.07	25.3	100.4
Canal 3	6.4	218	160	164	82	0.08	25.3	100.3
Canal A	6.5	273	155	157	77	0.07	25.8	100.1
Canal B	6.7	257	150	154	75	0.07	26.1	100.1
Canal C	6.6	256	141	146	71	0.07	26.7	100.1
Canal 2 Alterno	6.2	251	149	151	75	0.07	25.8	100.3

En el Laboratorio de Sanitaria de la FICT-ESPOL se analizaron los iones mayoritarios de las muestras de agua superficiales correspondientes a calcio, magnesio, potasio, sodio, cloruros, bicarbonatos, nitratos, nitritos, sulfatos. El objetivo de este análisis es determinar las facies hidroquímicas del agua superficial del canal Chongón-San Vicente e identificar variaciones de concentración de estos iones comparando estos resultados con los obtenidos dentro del proyecto OIEA. A continuación, en la Tabla 2.3 se detallan los métodos analíticos que se utilizaron para la cuantificación de los iones mayoritarios en el laboratorio.

Tabla 2.3 Técnicas y métodos analíticos utilizados para realizar la cuantificación de los iones mayoritarios en agua superficial.

Ión	Método analíticos utilizado	Equipo
Ca ²⁺	Volumetría, titulación EDTA	Bureta y matraces
Mg ²⁺	Volumetría, titulación EDTA	
SO ₄ ²⁻	Espectrofotométrico	Espectrofotómetro HACH DR 3900
Cl ⁻		
NO ₃ ⁻		
NO ₂ ⁻		
K ⁺		
Na ⁺	Potenciométrico	Multiparamétrica HACH HQ40d
HCO ₃ ⁻	Volumetría, titulación con ácido sulfúrico	Bureta y matraces

2.3 Trabajo de gabinete y análisis de resultados

La evaluación de los datos recopilados en campo como los resultados de los análisis de laboratorio se la realizará con la elaboración de diagramas de Stiff y diagramas de Schoeller utilizando la herramienta libre Hatarichem.

Este proyecto integrador corresponde a una componente de investigación del proyecto OIEA, cuyos resultados se encuentran orientados a diagnosticar la hidrología, hidrogeología e hidroquímica del área de estudio cuyo canal Chongón-San Vicente se utiliza para actividades de irrigación en el sector. Por este motivo, se analizarán los criterios de calidad para aguas de uso agrícola o de riego establecidos en el Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental (TULSMA), específicamente la tabla 7 donde se

establecen los “PARÁMETROS DE LOS NIVELES GUÍA DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO”. De este análisis se excluirán concentraciones de boro por limitaciones de reactivos.

Estas fuentes en base a las investigaciones bibliográficas y a prospecciones previas, pudieran ser geológicas, por la influencia de las formaciones Tablazo, Azúcar o Progreso, pudieran ser por penetración de agua marina a los acuíferos subterráneos y posteriormente a los reservorios ubicados en puntos intermedios del canal Chongón – San Vicente.

Otra posible fuente de contaminación pudiera ser la misma actividad agrícola que aunque no llega a ser a gran escala, representa un factor a considerar dado el manejo artesanal de pesticidas y fertilizantes en las pequeñas fincas del sector.

2.4 Alternativas de diseño

Para evaluar la interacción del canal Chongón – San Vicente con la zona de estudio (hidrología, hidroquímica), se debe diseñar un plan de monitoreo acorde a la realidad del sector, en esto influyen diversos factores como económicos, sociales, técnicos y ambientales.

A nivel socioeconómico se debe tomar en consideración la baja densidad poblacional de la zona, lo que deriva en pocas vías de acceso y la mayoría con muy bajo mantenimiento por lo que durante la estación lluviosa incluso las destinadas para tráfico vehicular pudiera no ser garantía de acceso a los puntos a ser estudiados. A su vez, hay que asegurar la capacidad de análisis en laboratorio de las muestras tomadas, lo que involucra reactivos y equipos con un costo que debe ser considerado al decidir la alternativa de muestreo.

El diseño del plan de monitoreo debe tomar en cuenta la capacidad del personal de no solo recoger las muestras sino de toma de decisiones en el campo y en el laboratorio, el correcto análisis de los resultados y la presentación de conclusiones adecuadas con criterio.

Como toda actividad humana, el estudio involucra impactos ambientales tanto en la zona de estudio como en las actividades de laboratorio, ya que muchos sectores del canal la vegetación es abundante y aunque es poco probable que se incurra en daños al medio ambiente durante las labores de campo, es nuestra obligación tomarlas en consideración. Por otra parte en las actividades de laboratorio, la determinación de los parámetros inestables involucra la utilización de reactivos y desechos de insumos que pudieran contaminar fuentes de agua por lo que su correcta disposición es indispensable.

Tomando en cuenta estos factores se presentan las siguientes alternativas:

- **Diseño de estudio básico**
- **Diseño de estudio intermedio**
- **Diseño de estudio complejo.**

2.4.1 Criterios para la selección de alternativas

Los criterios para la selección de la alternativa adecuada para la correcta caracterización de canal de riego Chongón – San Vicente fueron escogidos considerando las necesidades del estudio y su importancia no solo desde el punto de vista económico, sino también técnico, social, ambiental y legal, dado que todos estos factores deben tener ser parte de la ponderación en función de su importancia.

Dichos criterios pretenden abarcar todos los aspectos a tener en cuenta para cumplir con el objetivo de garantizar la calidad del recurso agua en el sector, dado el potencial agrícola de la provincia de Santa Elena.

La capacidad de recolectar muestras y su posterior análisis, se ve limitada por la cantidad de recursos económicos disponibles para realizar un monitoreo extensivo, así como la periodicidad con la que se puede realizar el estudio.

La capacidad técnica del equipo de investigación es sumamente importante y no solo involucra los equipos y su correcto uso, sino la aptitud del personal y su destreza al momento de tomar decisiones y llegar a conclusiones adecuadas.

El sector del Canal comprende zonas en las que hay que considerar las condiciones de accesibilidad ya están debidamente cercadas y legalmente no se puede acceder sin un permiso de los propietarios.

Tabla 2.4 Factores y criterios a considerarse en la elección de la alternativa de diseño.

Factor	Criterio
Económico	Periodicidad de muestreo.
	Número de puntos a muestrear.
	Costo de análisis de laboratorio.
	Costo de perforación de pozos de observación.
	Instalación de estación limnigráfica/hidrométrica para medición de flujo.
Técnico	Análisis en laboratorios acreditados
	Existencia de pozos cercanos al canal.
	Equipo de trabajo para toma de decisiones, análisis e interpretación
	Conocimiento técnico previo de las condiciones hidrológicas e hidroquímicas de la cuenca.
Ambiental	Impactos de trabajo de campo
	Impactos de trabajo en laboratorio
Legal	Accesibilidad a los puntos de muestreo.

2.4.2 Descripción de los criterios para la selección de alternativas

Periodicidad de muestreo: La frecuencia con la que se realiza el muestreo y análisis de los resultados. Dada la climatología del sector, las condiciones varían considerablemente entre la estación lluviosa (diciembre a mayo) y la estación seca (junio a noviembre), por lo que es recomendable que el estudio involucre muestreos abarcando mínimo estos dos periodos climáticos.

Número de puntos a muestrear: Cantidad de puntos a muestrear seleccionando muestras a lo largo del canal y sus alrededores para poder levantar un perfil de comportamiento hidroquímico completo. Podría considerarse que un mayor número de muestras resultaría en un mejor estudio, pero el canal en su mayor parte se encuentra impermeabilizado por lo cual la variación de los valores de los parámetros podría ser mínima. Recolectar y analizar muestras solo con el fin de tener más puntos incrementara los costos del estudio. Este criterio también implica la logística para llegar de al sitio de muestreo, los costos de movilización y el estado de las vías y senderos.

Costo de análisis de laboratorio: El procesamiento y análisis en laboratorio de cada muestra tiene un valor económico además dicho valor

económico se incrementa dependiendo de las técnicas que se empleen en laboratorio y la precisión deseada.

Costo de perforación de pozos de observación: Valor económico de la construcción de un número de pozos para evaluar las interacciones entre el agua subterránea y el agua superficial transportada por el canal.

Instalación de estación limnigráfica/hidrométrica para medición de flujo: Considerar la instalación de una estación para la medición de flujo y así determinar el caudal de agua que entra al canal y monitorear el flujo a lo largo del mismo para conocer pérdidas naturales por infiltración y evaporación, o artificiales por captaciones autorizadas o no.

Análisis de laboratorio acreditados: La existencia de laboratorios acreditados que garanticen el correcto manejo, almacenamiento y análisis de las muestras tomadas en campo y la obtención de los parámetros inestables necesarios.

Existencia de pozos cerca del canal: La presencia de pozos perforados previamente en el área de influencia del canal. Este criterio es indispensable para la determinación de posibles relaciones entre el agua superficial y la subterránea.

Equipo de trabajo para toma de decisiones, análisis e interpretación: Contar con el personal capacitado para, más allá de tomar muestras y analizarlas, sintetizar la información con criterio y establecer conclusiones.

Conocimiento técnico previo de las condiciones hidrológicas e hidroquímico de la cuenca: Existencia de estudios previos para identificar los analitos que se espera encontrar y que sirvan para determinar si el agua distribuida por el canal es apta para el uso agrícola.

Impactos de trabajo de campo: Involucra todos los impactos ambientales que se producen en la actividad de muestreo en campo, involucrando la correcta disposición de desperdicios, movilización en vehículos de combustión interna y afectación de la flora y fauna durante la actividad.

Impactos de trabajo de laboratorio: Involucra todos los impactos ambientales producidos en el trabajo de laboratorio, incluyendo el correcto manejo de residuos de reactivos, la disposición final de muestras ya analizadas y de desechos peligrosos por presencia de metales pesados.

Accesibilidad a los puntos de muestreo: Condiciones legales de acceso a tierras privadas, trámite de permisos y disponibilidad de tiempo de los propietarios de las tierras en las zonas cercanas al canal para coordinar con la agenda del personal de muestreo.

2.4.3 Ventajas y desventajas de cada criterio

En cada criterio elegido se establecen sus ventajas y desventajas en la tabla 2.5.

Tabla 2.5 Ventajas y desventajas de los criterios para escoger la alternativa de diseño.

Criterio	Ventajas	Desventajas
Periodicidad de muestreo.	- Abarcar las estaciones climáticas del sector y su influencia en la Hidroquímica del canal.	- En época lluviosa incrementa el costo al dificultar el acceso al sector.
Número puntos a muestrear.	- A mayor número de muestras, mejor comprensión de la hidroquímica del canal y sus variaciones.	- Aumento del costo del muestreo. - Datos repetitivos al no existir variaciones entre puntos muestreados muy cercanos.
Costo de análisis de laboratorio.	- Abarcar un análisis más completo incluyendo iones mayoritarios, minoritarios, microbiológico, metales pesados, pesticidas tiene un costo más alto.	- Al tratar de abaratar los costos, se aumenta la incertidumbre en la interpretación de resultados.
Costo de perforación de pozos de observación.	- La perforación de un pozo nuevo garantiza el acceso a las aguas subterráneas.	- Aumento de costos totales del estudio.

Instalación de estación limnigráfica/hidrométrica para medición de flujo.	- Conocer el flujo de agua desde el trasvase hasta el canal Chongón – San Vicente y posible evaluación de pérdidas por captaciones no autorizadas.	- Aumento de costos del estudio.
Análisis en laboratorios acreditados.	- La certificación por un organismo pertinente del laboratorio y sus equipos garantiza el nivel de precisión de los resultados.	- El costo se incrementa debido a la certificación.
Existencia de pozos cercanos al canal.	- Evaluar la relación entre el agua superficial y la subterránea	- Aumentar el costo del muestreo al no encontrar pozos y tener que excavarlos.
Equipo de trabajo para toma de decisiones, análisis e interpretación	- Garantizar la obtención de conclusiones válidas, para así tomar decisiones sobre el sector y su desarrollo.	- Aumentar el equipo de trabajo en exceso y así el costo del estudio.
Conocimiento técnico previo de las condiciones hidrológicas e hidroquímico de la cuenca.	- La investigación previa de estudios anteriores señala la hoja de ruta y facilita la determinación de puntos a muestrear, la formulación de hipótesis y la toma de decisiones.	- Pudiera sesgar la decisión de que puntos son importantes para el muestreo sin considerar la actualidad del sector.
Impactos de trabajo de campo	- Considerar todos los impactos y así en lo evitarlos o mitigarlos.	- Establecer restricciones para el trabajo en el campo y encarecer el estudio por los costos de mitigación.
Impactos de trabajo de laboratorio	- Considerar la afectación ambiental producida por los residuos de laboratorio.	- Aumento del costo del estudio para incluir el precio de la correcta disposición de los desechos.
Accesibilidad a los puntos de muestreo.	- El acceso facilita el trabajo de campo y garantiza que el trabajo	- La presencia de tramos inaccesibles restringe el

	realizado por el equipo sea adecuado.	muestreo debido a la propiedad privada.
--	---------------------------------------	---

2.4.4 Metodología de análisis de alternativas

Para el análisis de las alternativas planteadas se va a utilizar la Escala de Likert, definida como un instrumento de medición de datos que se basa en solicitar la evaluación de un sujeto ante una serie de ítems o juicios a modo de afirmaciones. Este tipo de escala surgió en 1932, cuando Rensis Likert (1903-1981) publicó un informe en el que exponía cómo usar un tipo de instrumento para la medición de las actitudes. (Matas, 2018)

El criterio que se requiere evaluar representa la propiedad que el investigador está interesado en medir y las respuestas se deben dar en términos de grados de acuerdo o desacuerdo. El número de opciones de respuesta más usado es de cinco, donde a cada categoría se la asigna un valor numérico que llevará al evaluador a una puntuación total producto de las puntuaciones de todos los ítems.

Para tomar la decisión más adecuada entre las alternativas propuestas de diseño se le asignará un peso a cada ítem o criterio establecido ya que los criterios seleccionados tienen un impacto variado en la solución presentada.

La escala por utilizar estará compuesta de 3 valores: 1 positivo, 1 negativo y 1 neutro, y representan diferentes situación para cada criterio según las propiedades de cada uno. Adicionalmente se debe establecer si el criterio evaluado tiene o no restricciones.

Tabla 2.6 Escala y porcentaje de peso de cada criterio.

Criterio	Peso %	ESCALA		
		1	3	5
Periodicidad de muestreo.	10	Anual	Semestral	Trimestral
Número de puntos a muestrear.	15	Menos a 5	Entre 5 y 15	Mayor a 15
Costo de análisis de laboratorio.	10	Muy elevado	Razonable	Económico
Costo de perforación de pozos de observación.	5	Muy elevado	Razonable	Económico
Instalación de estación limnigráfica/hidrométrica para medición de flujo.	5	Ninguna	Limnómetro (sonda de presión)	Estación hidrométrica automatizada
Análisis en laboratorios acreditados.	10	Equipos básicos de análisis en campo y con precisión limitada.	Equipos de laboratorio más sencillos - potenciométricos, titulométricos y espectrofotométricos.	Equipos de laboratorio de alto nivel técnico - cromatografía de gases, absorción atómica, espectrometría de masa.
Existencia de pozos cercanos al canal.	5	Inexistencia	Pozos disponibles en el sector	Red completa de pozos
Equipo de trabajo para toma de decisiones, análisis e interpretación	10	Inexistencia del equipo capacitado.	Existencia de un equipo capacitado	Existencia de más de un equipo capacitado.
Conocimiento técnico previo de las condiciones hidrológicas e hidroquímico de la cuenca.	5	Ausencia de bibliografía, datos, y conocimientos locales disponibles	Razonable bibliografía, datos, y conocimientos locales disponibles	Amplia bibliografía, datos, y conocimientos locales disponibles.

Impactos de trabajo de campo	10	Alto Impacto	Impacto medio	Bajo impacto
Impactos de trabajo de laboratorio	5	Alto Impacto	Impacto medio	Bajo impacto
Accesibilidad a los puntos de muestreo.	10	Sin acceso y costo elevado	Acceso con restricciones y costo razonable	Acceso sin restricciones y costo económico

2.4.5 Descripción de las alternativas

Tomando en consideración los parámetros más críticos se han escogido tres alternativas de diseño muestral, detalladas a continuación:

Diseño de estudio básico.- Involucra toma puntual de parámetros físico- químicos en campo, por ejemplo: conductividad, temperatura, pH, turbidez, sin toma de muestras para análisis en laboratorio, directamente en el cauce del canal en 2 a 4 puntos de fácil acceso con una periodicidad anual.

Diseño de estudio intermedio.- Involucra toma de parámetros inestables en el campo como conductividad, temperatura, pH, turbidez, medición de flujo o caudal (limnómetro). Este diseño incluye la toma de muestras para análisis básico de iones mayoritarios y microbiológicos en laboratorio (técnicas espectrofotométricas, titulométricas, conteo rápido) en mínimo 10 puntos del cauce del canal con una distancia promedio de 4 km y en por lo menos 2 pozos en el área de influencia del mismo con periodicidad semestral.

Diseño de estudio complejo.- Involucra toma de parámetros inestables en el campo conductividad, temperatura, pH, turbidez, medición de flujo caudal (limnómetro) y toma de muestras para análisis en laboratorio acreditados de iones mayoritarios, minoritarios, microbiológicos, metales pesados, pesticidas (técnicas cromatográficas, absorción atómica, espectrometría de masas y cromatografía de gases) en mínimo 20 puntos del cauce del canal con una distancia promedio de 2 km y en mínimo 5 pozos en el área de influencia del mismo con periodicidad trimestral. Además instalación de estación hidrométrica con sensor ultrasónico.

2.5 Análisis cualitativo de los criterios frente a las alternativas

- Periodicidad de muestreo.

En el Diseño de estudio básico se establece realizar el análisis una vez al año, durante la época seca. En el Diseño de estudio intermedio se programa realizar el muestreo semestralmente, una vez durante la estación seca y otra durante la estación lluviosa. Por último en el Diseño de estudio complejo se contempla la realización del muestreo cada 3 meses, completando 4 veces en el año.

- **Número de muestras a recolectar.**

En el Diseño de estudio básico se plantea realizar el muestreo en entre 2 y 4 puntos del canal directamente sin considerar muestreo en pozos del sector. En el Diseño de estudio intermedio se programa realizar el muestreo en mínimo 10 puntos del canal y 2 puntos en pozos existentes. Por ultimo en el Diseño de estudio complejo se contempla la realización del muestreo cada 3 meses, completando 4 veces en el año. Este criterio esta restringido por la cantidad de financiamiento disponible, por lo que se debe considerar el diseño que, a pesar no tener una gran cantidad de puntos a estudiar, nos permita caracterizar de manera precisa la situación.

- **Costo de análisis de laboratorio**

En la alternativa de Diseño básica solo se consideran análisis de parámetros inestables en campo con un sonda Multiparamétrica lo que estaría en el rango de un \$15 a \$20 cada muestra, más un 15% de costos de movilización. En el Diseño intermedio a más del análisis de muestras en sitio, se considera la determinación de iones mayoritarios y microbiológicos con un costo entre \$80 y \$100 cada muestra. Por ultimo en la alternativa de Diseño compleja se plantea realizar análisis de iones mayoritarios, minoritarios, microbiológicos, metales pesados y pesticidas, con un costo aproximado de entre \$180 y \$225 cada punto.

Tabla 2.7 Costos de análisis según los análisis requeridos por cada punto.

Tipo de análisis	Básico	Intermedio	Complejo
Parámetros Inestables en campo	\$15	\$15	\$15
Iones mayoritarios y microbiológicos	-	\$80	\$80
Iones minoritarios, metales pesados y pesticidas.	-	-	\$100
Total	\$15	\$95	\$195

- Costo de perforación de pozos de observación.

El costo de perforación de un pozo para acceso al agua subterránea es el mismo para las 3 alternativas pero solo en la alternativa de Diseño compleja se considera su realización con un costo elevado considerando la zona.

- Instalación de estación limnigráfica/hidrométrica para medición de flujo.

En el Diseño de estudio básico no se contempla la instalación de esta estación, en la alternativa de Diseño de estudio intermedio se incluye la instalación de un limnómetro a presión y la alternativa de Diseño de estudio complejo prevé la instalación de una estación hidrométrica automatizada.

- Análisis en laboratorios acreditados.

En la primera alternativa no se contempla la realización de análisis de laboratorio por lo que los equipos necesarios son básicos. En la alternativa de Diseño intermedio se considera la necesidad de equipos potenciométricos,

titulométricos y espectrofotométricos y en la alternativa de Diseño complejo se necesitan equipos de cromatografía de gases, absorción atómica y espectrometría de masas.

- **Existencia de pozos cercanos al canal.**

En el Diseño de estudio básico no se plantea realizar la toma de muestras de aguas subterráneas. En el Diseño de estudio intermedio se contempla la recolección de muestras y su análisis en el laboratorio de 2 pozos existentes en el área de influencia del canal. Por último en el Diseño de estudio complejo se incluye la recolección de muestras de varias muestras (≥ 5 aproximadamente) pozos ya sean existentes o perforados por el equipo investigador.

- **Equipo de trabajo para toma de decisiones, análisis e interpretación.**

Las tres alternativas contemplan que el equipo de trabajo este correctamente capacitado para tomar decisiones con criterio científico, dando como resultado un correcto análisis e interpretación de los resultados.

- **Conocimiento técnico previo de las condiciones hidrológicas e hidroquímicas de la cuenca.**

Para las tres alternativas existe disponible bibliografía, análisis e interpretación de resultados y toma de decisiones previa para facilitar la determinación de puntos a muestrear.

- **Impactos de trabajo de campo**

En el Diseño de estudio básico el nivel de impacto ambiental es bajo, al igual que en la alternativa de Diseño de estudio intermedio. En la alternativa de Diseño de estudio complejo se considera un nivel de impacto medio, dadas las continuas salidas al campo y la recolección de más muestras, así como la perforación de pozos.

- **Impactos de trabajo de laboratorio**

En el Diseño de estudio básico el nivel de impacto ambiental en laboratorio es inexistente dado que no se contempla análisis de muestras. En la alternativa de Diseño de estudio intermedio y en la alternativa de Diseño de estudio complejo se considera un nivel de impacto medio, debido a la necesidad de usar reactivos químicos en las actividades de laboratorio, generando desechos peligrosos.

- **Accesibilidad a los puntos de muestreo.**

En el Diseño de estudio básico, el acceso a los pocos puntos de muestreo es considerado sin restricciones dado que son en vías y caminos públicos. En el Diseño de estudio intermedio, el acceso puede tener alguno tipo de restricción con un costo razonable, dada la cantidad de puntos a muestrear. Mientras que en el Diseño de estudio complejo, consideramos que el acceso a algunos puntos será restringido ya que se encuentran dentro de propiedades privadas para lo cual es necesario investigar la posibilidad de tramitar permisos lo que encarecerá y demorará el estudio.

2.6 Análisis de las alternativas de diseño

A continuación se muestra la Tabla 2.8 con el peso en porcentaje asignado a cada criterio y la respectiva puntuación para cada alternativa para obtener un resultado cuantitativo de cada una de las alternativas. Como se aprecia en esta tabla, una vez ponderados los valores asignados a cada criterio multiplicados por el peso de cada uno, se obtiene que la alternativa más apropiada para desarrollar en este proyecto es la segunda, el diseño de estudio intermedio el cual brinda las herramientas necesarias para evaluar el comportamiento hidrológica e hidroquímica del canal Chongón - San Vicente y su interacción con el agua subterránea.

Tabla 2.8 Valores ponderados y elección de alternativa.

Criterio	Peso %	Alternativa diseño básico	Alternativa diseño intermedio	Alternativa diseño complejo
Periodicidad de muestreo.	10	1	3	5
Número de puntos a muestrear	15	1	3	5
Costo de análisis de laboratorio	10	5	3	1
Costo de perforación de pozos de observación.	5	-	-	1
Instalación de estación limnigráfica/hidrométrica para medición de flujo.	5	1	3	5
Análisis en laboratorios acreditados.	10	-	3	5
Existencia de pozos cercanos al canal.	10	-	5	3
Equipo de trabajo para toma de decisiones, análisis e interpretación	5	5	5	5
Conocimiento técnico previo de las condiciones hidrológicas e hidroquímico de la cuenca.	5	5	5	5
Impactos de trabajo de campo	10	5	5	3
Impactos de trabajo de laboratorio	5	5	3	1
Accesibilidad a los puntos de muestreo.	10	5	3	1
TOTAL	100	33	41	40
TOTAL PONDERADO		2.55	3.45	3.4

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

Para determinar el estado hidroquímico de las aguas superficiales del Canal Chongón San Vicente, se procedió a tomar muestras en 11 puntos de aguas superficiales en el cauce del canal propiamente y en 2 reservorios de agua intermedios.

Además dentro de este análisis se comparará con 6 muestras tomadas previamente en el sector, de las cuales 4 son de aguas subterráneas y 2 aguas superficiales.

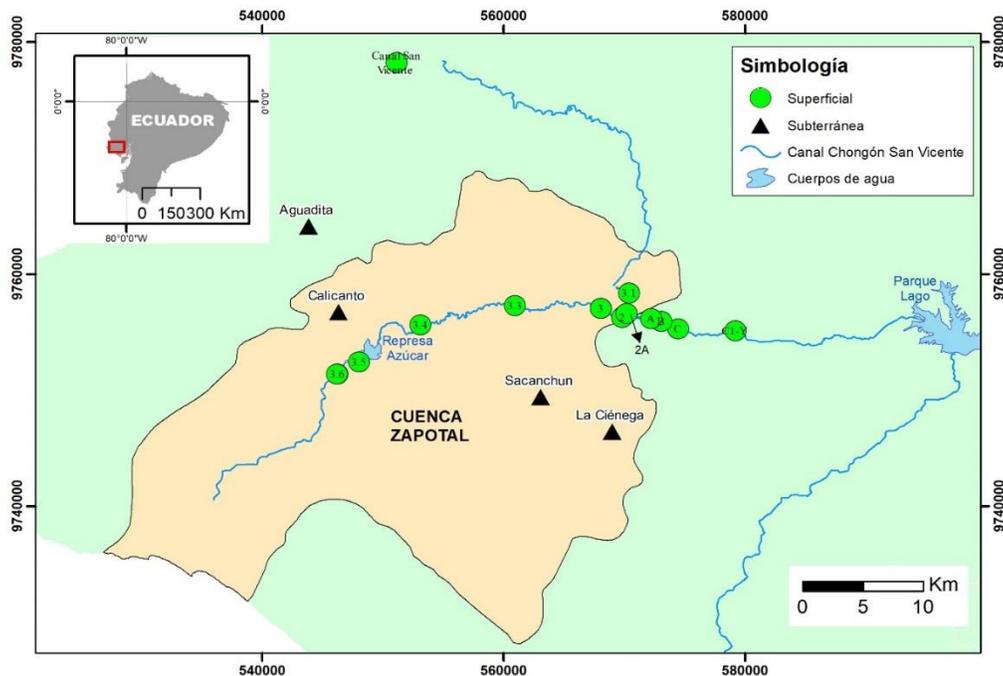


Imagen 3.1 Mapa del canal Chongón – San Vicente y los puntos de muestras.

3.1 Balance Iónico

Para calcular el porcentaje de error del balance iónico se utilizó la siguiente fórmula:

$$\frac{\textit{Suma de cationes} - \textit{Suma de aniones}}{\textit{Suma de Aniones} + \textit{Suma de Cationes}} \times 100 =$$

Siendo la suma de cationes de Calcio, Magnesio, Potasio y Sodio en miliequivalentes por litro (mEq/L) y la suma de aniones de Sulfato, Cloruro, Nitrito, Nitrato y Bicarbonato en miliequivalentes por litro (mEq/L).

En la tabla 3.1 se observa los valores obtenidos en laboratorio para los diferentes iones mayoritarios de las muestras recolectadas en el presente trabajo, además de 6 muestras parte de otro proyecto que complementaran el análisis del agua no solo del canal, sino del área de influencia del mismo.

Tabla 3.1 Concentración de iones mayoritarios de las muestras de agua tomadas y balance iónico

Estación	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	HCO ₃ ⁻	Suma Cationes	Suma Aniones	% Error
	(mEq/L)											
Canal 1-Y	0.520	1.120	0.064	0.014	0.188	0.110	0.047	0.000	0.590	1.717	0.935	29.51
Canal C	0.480	1.040	0.069	0.002	0.208	0.110	0.037	0.000	0.656	1.591	1.012	22.26
Canal B	0.720	0.760	0.074	0.004	0.208	0.133	0.037	0.000	0.656	1.558	1.034	20.22
Canal A	0.920	3.000	0.069	0.028	0.208	0.130	0.035	0.000	0.590	4.017	0.964	61.29
Canal 2	0.840	1.200	0.001	0.004	0.229	0.079	0.019	0.001	0.623	2.045	0.952	36.48
Canal 2 Alt	0.840	0.880	0.066	0.019	0.208	0.124	0.037	0.000	0.590	1.805	0.960	30.56
Salida 3.1	0.720	1.280	0.077	0.003	0.271	0.119	0.031	0.000	0.623	2.080	1.043	33.19
Canal 3	0.280	3.800	0.061	0.044	0.208	0.144	0.073	0.000	0.689	4.185	1.114	57.96
Salida 3.2	0.560	1.360	0.074	0.002	0.250	0.172	0.084	0.000	0.656	1.996	1.162	26.42
Salida 3.3	0.760	0.880	0.061	0.003	0.188	0.215	0.060	0.000	0.689	1.704	1.150	19.40
Salida 3.4	0.560	1.840	0.082	0.008	0.125	0.384	0.035	0.000	0.721	2.490	1.266	32.57
Salida 3.5	0.560	1.640	0.110	0.121	0.250	0.438	0.032	0.000	0.689	2.430	1.409	26.61
Salida 3.6	0.800	1.360	0.118	0.113	0.271	0.415	0.039	0.000	1.115	2.390	1.840	13.01
San Vicente	2.280	1.280	0.230	3.908	3.750	5.010	0.118	0.001	1.836	7.698	10.714	-16.38
Aguadita	13.880	10.760	1.918	63.362	45.625	55.558	0.334	0.004	4.262	89.921	105.783	-8.11
Calicanto	14.520	12.440	0.069	10.611	8.333	28.439	0.118	0.004	3.148	37.640	40.042	-3.09
Canal Azúcar	2.200	0.120	0.138	0.238	0.313	0.517	0.048	0.001	0.852	2.696	1.731	21.79
Sacanchun	8.760	3.560	0.100	6.681	5.833	9.230	0.756	0.001	2.951	19.101	18.772	0.87
La Ciénega	27.360	72.640	2.941	26.638	85.417	24.908	23.000	0.003	3.541	129.579	136.869	-2.74

Se ha observado que las concentraciones en la suma de cationes es mayor a la de la suma de aniones lo que produce un error en el balance iónico superior al 10% que se considera aceptables para este tipo de aguas.

Una de las razones por la que pudiera producirse esto podría ser porque se ha subestimado el bicarbonato, y se ha sobreestimado magnesio. Para corroborar esta hipótesis se recomienda enviar tres muestras frescas de los

puntos representativos a un laboratorio acreditado independiente para confirmar o rechazar esta hipótesis.

Otra hipótesis para los elevados niveles de magnesio en las muestras pudieran ser interferencias producidas por otros aniones (Aluminio, Bario, Cobre), ya que el método empleado para su determinación (Volumetría, Titulación con EDTA) no distingue entre estos y los incluye en el resultado de la concentración de magnesio.

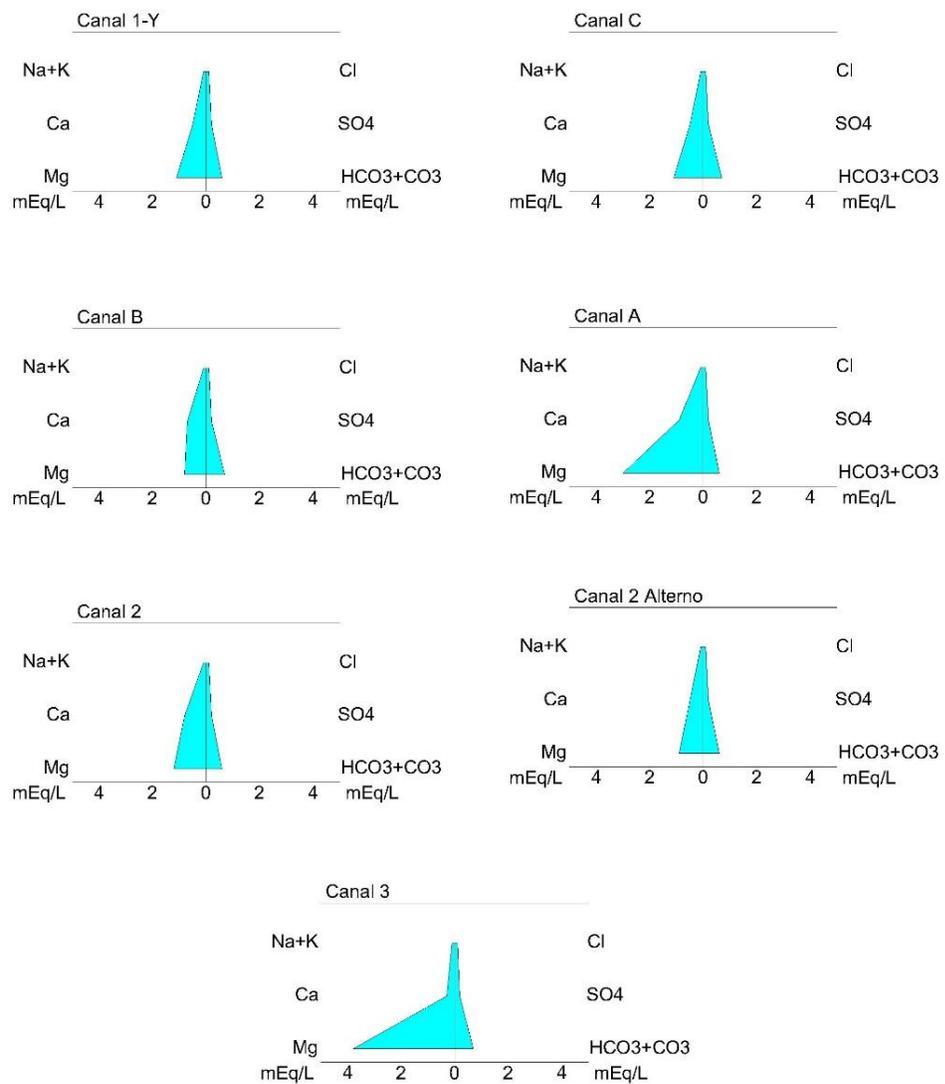
3.2 Caracterización de las aguas superficiales y subterráneas.

Para determinar la composición hidroquímica del agua del Canal Chongón – San Vicente, se utilizara los recursos gráficos disponibles en la herramienta Hatarichem de acceso gratuito, la cual nos permite obtener los diagramas de Stiff, Schoeller y Piper de manera rápida.

3.2.1 Diagrama de Stiff

Es una representación gráfica de las concentraciones de iones mayoritarios de una muestra de agua en mili equivalentes por litro (mEq/l). El perfil de los cationes se representa a la izquierda y el de los aniones a la derecha.

En la Imagen 3.2 se observa que las 13 muestras recolectadas, tienen una mayormente una composición magnésico – bicarbonatada, lo cual es de esperar en aguas superficiales sin interacción con aguas subterráneas.



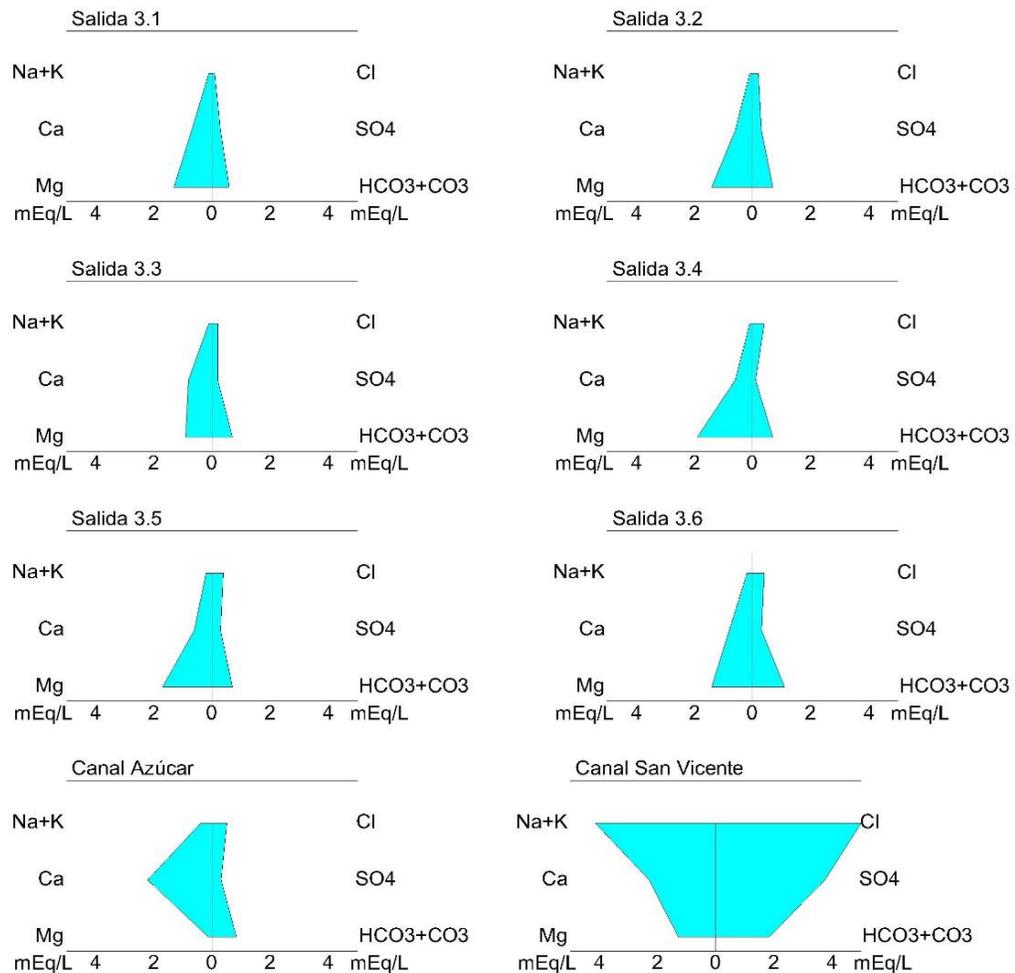


Imagen 3.2 Diagramas de Stiff de las muestras de agua superficial.

En los puntos Canal A y Canal 3 son en los que se observa una mayor concentración de magnesio, con 3 y 3.8 mEq/L respectivamente, en comparación con los demás puntos en los cuyo valor promedio es de 1.1 mEq/L. El origen de esta anomalía precisa más investigación ya que se puede establecer dos hipótesis, la primera un error en la medición de analitos debido a las interferencias que puede contener el agua, o una subestimación

de aniones. El punto Canal A es un embalse desde donde se deriva el agua hacia dos canales, el primero hacia la Presa San Vicente y el segundo hacia la Presa El Azúcar, y como se observa en la Imagen 3.3 no está impermeabilizado.



Imagen 3.3 Recolección de muestra en el punto Canal A

Como parte del análisis, se incluyó los datos de 6 muestras de aguas tomadas en otro estudio, de las cuales 2 son aguas superficiales y 4 subterráneas.

La muestra del punto Canal San Vicente (Imagen 3.2), es una de dichas muestras. Se encuentra localizado en el acuífero del río Javita, que

es un acuífero aluvial permeable (Rodríguez, 2014). Al parecer esto facilitaría la mezcla del agua superficial y subterránea debido a que este tramo del canal no se encuentra impermeabilizado, permitiendo una mayor interacción con las aguas subterráneas (descargas de aguas).

En la Imagen 3.4 se observan las composiciones de las muestras tomadas en el área de influencia del canal. La diferencia con las composiciones anteriores es evidente ya que su interacción con aguas salobres se refleja en la forma de los diagramas con una forma de triángulo invertido.

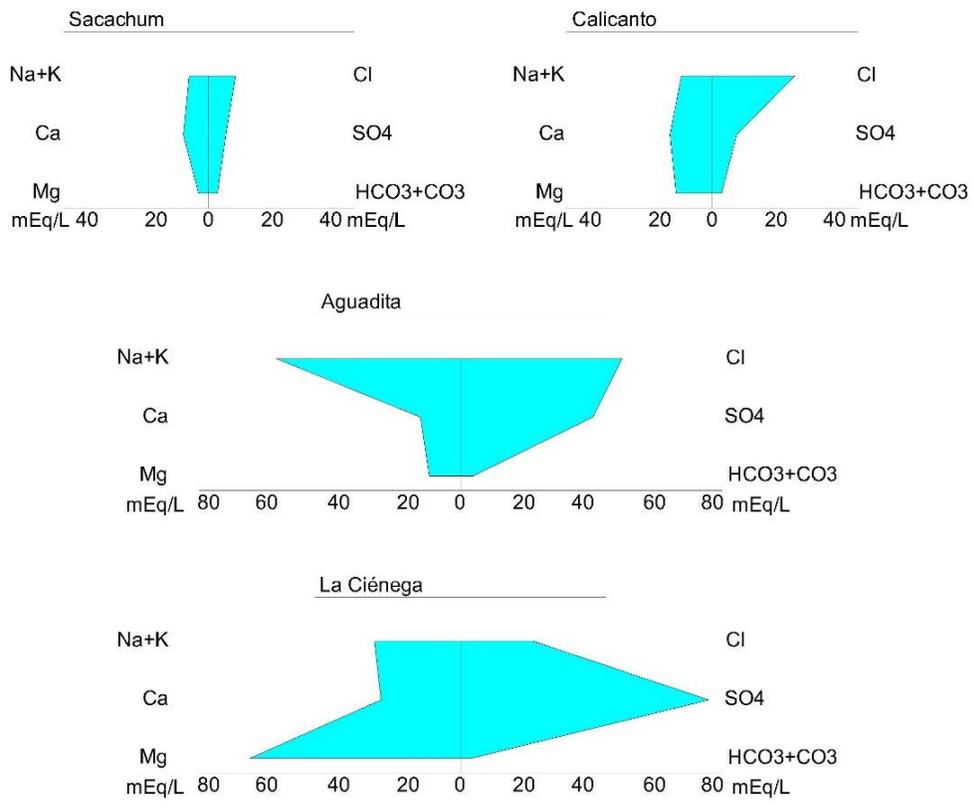


Imagen 3.4 Diagramas de Stiff de las muestras tomadas en el área de influencia del canal

En las 4 muestras de agua subterránea se observa que los niveles de iones mayoritarios son muy superiores a los de agua superficial, en una proporción de y que su composición no es igual para todas las muestras es así que existen aguas Magnésica – Sulfatada (La Ciénega), Sódica-Clorurada (Aguadita), Cálcica- Clorurada (Sacachum y Calicanto), ya que pertenecen a diferentes acuíferos como Tablazo, Progreso y Azúcar entre los más importantes (Rodríguez, 2014).

3.2.2 Diagrama de Schoeller

El diagrama de Schoeller emplea una escala semilogarítmica para representar las concentraciones de iones, con la ventaja de que se pueden visualizar varias muestras. Es apropiado para estudiar la evolución temporal de las aguas en un mismo sitio y su variación composicional en diferentes localidades (Lillo, 2007).

En la Imagen 3.5 se observa claramente la transición de las composiciones de las aguas estudiadas, teniendo un grupo con una composición muy similar de aguas superficiales (azul), y otro grupo de aguas subterráneas (naranja).

Las aguas superficiales tienen en promedio una composición de sulfatos de 0.25 mEq/L, 0.9 mEq/L de Calcio, 0.7 mEq/L de Bicarbonatos y 0.2 mEq/L Cloruros, en cambio las aguas subterráneas tienen un promedio de sulfatos de 50 mEq/L, 20 mEq/L de Calcio, 4.5 mEq/L de Bicarbonatos y 30 mEq/L Cloruros.

En las muestras tomadas en Canal San Vicente (morado), Sacachum (verde) y Calicanto (café) se evidencia la transición entre ambos tipos de

aguas. Siendo así que el punto Sacachum (verde) tiene una composición de sulfatos de 5.8 mEq/L, 8.7 mEq/L de Calcio, 2.9 mEq/L de Bicarbonatos y 9.2 mEq/L Cloruros.

El punto denominado Sacachum, a pesar de ser agua subterránea, está cerca de un arroyo por lo que se favorece la mezcla con agua superficial por lo que se aprecia una composición similar en proporción a la Canal San Vicente. El punto Calicanto es un pozo somero que se ve afectado por las precipitaciones estacionales, pero en época seca tiene interacción con aerosoles de agua marina, lo que justifica su composición clorurada.

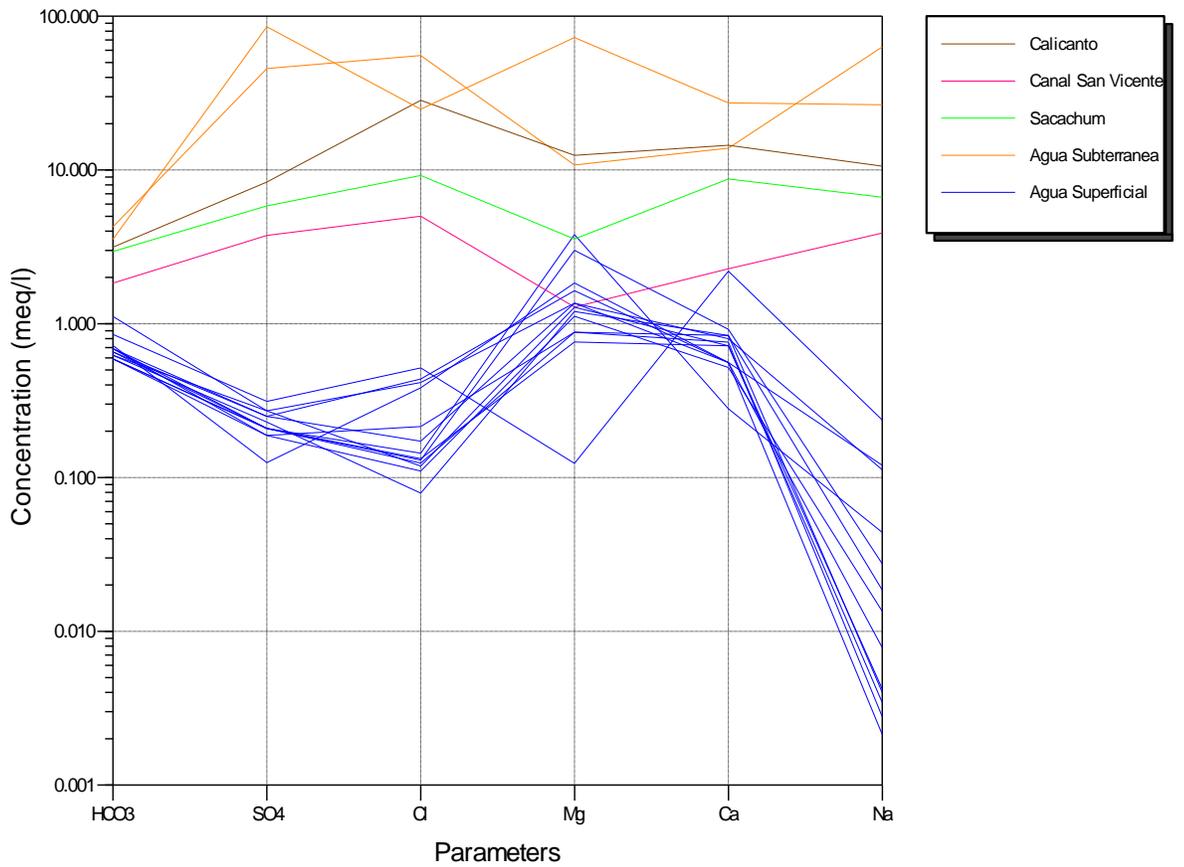


Imagen 3.5 Diagrama de Schoeller.

3.2.3 Diagrama de Piper

El diagrama de Piper es utilizado como un gráfico efectivo para la representación de muestras de agua en estudios hidrogeológicos. Los porcentajes de las concentraciones de los principales iones en mEq/L son mostrados en el diagrama.

En el triángulo inferior izquierdo se muestran las concentraciones de aniones, mientras que el triángulo derecho muestra las concentraciones ponderadas de cationes. Ambas concentraciones son luego proyectadas en el rombo.

En la Imagen 3.6 se observa nuevamente que la mayoría de las aguas superficiales analizadas tienen una proporción de analitos bicarbonatada (encerradas en celeste) magnésica (encerrada en morado), y que las aguas subterráneas (símbolos cafés) reflejan una proporción de analitos Cálctica Clorurada dada la influencia de los acuíferos presentes en la zona.

En el rombo superior del diagrama de Piper observamos que aunque dentro del grupo de aguas fresca (Bicarbonato-Magnésica) se incluye al punto La Ciénega (Cuadrado café) que a pesar de ser agua subterránea, tienen en proporción la misma composición.

Así mismo se observa que el punto Canal San Vicente (Φ azul) se agrupa con las aguas subterráneas (encerrada en amarillo) al tener una concentración mayoritariamente Clorurada – Sódica.

El punto Calicanto (triángulo café) refleja una mezcla entre los tipos de aguas por eso se encuentra casi en el centro del rombo superior del diagrama.

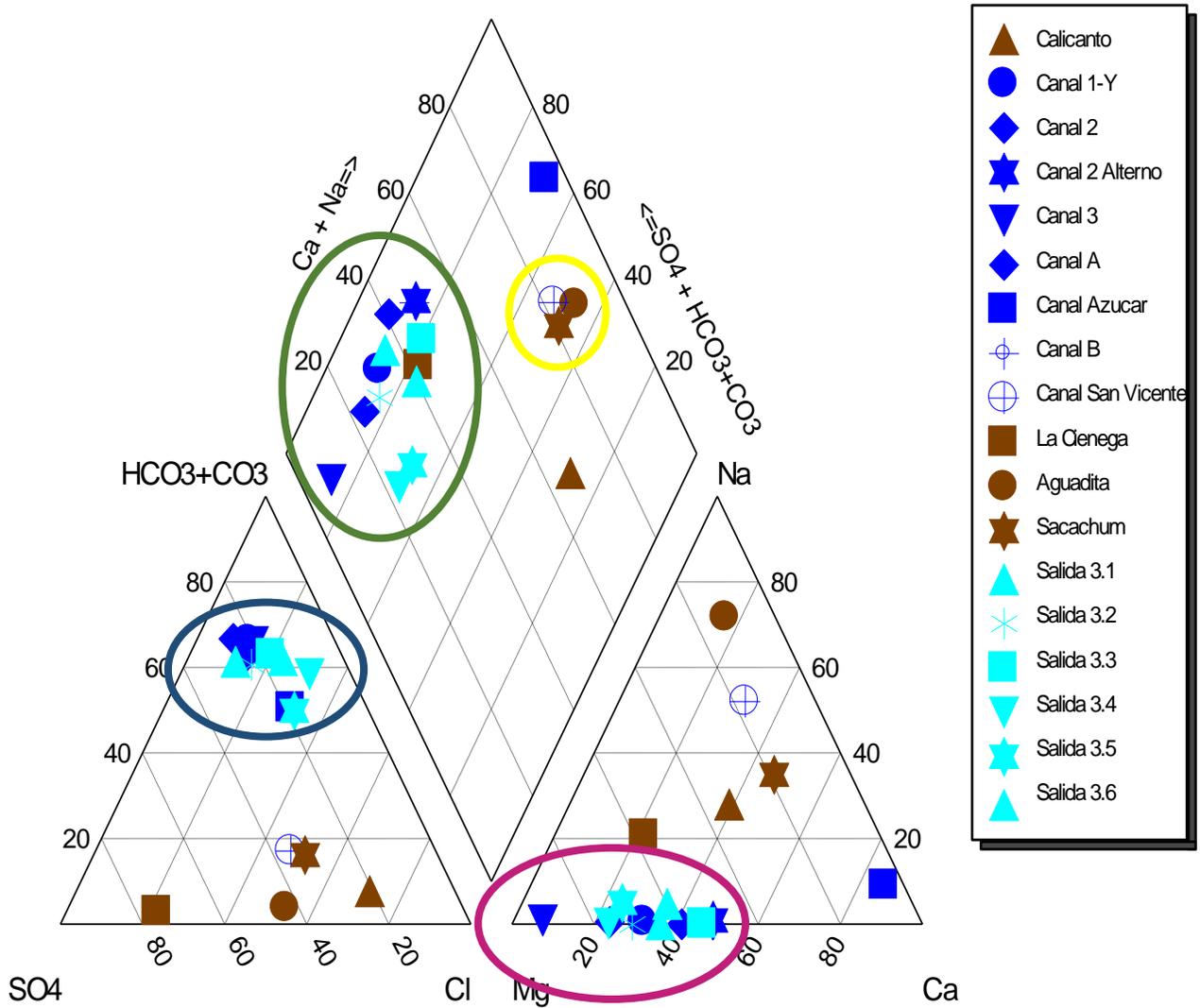


Imagen 3.6 Diagrama de Piper.

3.3 Datos de Campo.

En la tabla 3.2 se puede observar los datos obtenidos durante las dos salidas de campo realizadas los días 21 de junio y 30 de junio del 2021, en 13 puntos de agua superficial en el canal Chongón – San Vicente, y fueron obtenidos con equipo multiparamétrico HANNAH HI 9829 y el equipo turbidímetro HACH 2100Q debidamente calibrados.

Los parámetros inestables medidos en campo fueron pH, conductividad eléctrica (CE), conductividad absoluta (CA), salinidad, sólidos disueltos totales (SDT), temperatura, presión atmosférica y turbidez.

Tabla 3.2 Datos de campo de 13 muestras tomadas en aguas superficiales del Canal Chongón – San Vicente.

COORDENADAS		Nombre de la muestra	Tipo de Canal	pH	ORP [mV]	Conductividad Eléctrica [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	Conductividad Absoluta [$\mu\text{S}/\text{cm}^{\wedge}$]	Sólidos Totales Disueltos STD [mg/L]	Salinidad [PSU]	Temperatura [°C]	Presión atm. [Kpa]	Turbidez NTU
Este	Norte											
579172	9755121	Canal 1-Y	Canal Impermeabilizado	6.4	240	168	169	84	0.08	25.2	100.1	1.99
574401	9755305	Canal C	Canal Impermeabilizado	6.6	256	141	146	71	0.07	26.7	100.1	8.65
573019	9755945	Canal B	Canal Impermeabilizado	6.7	257	150	154	75	0.07	26.1	100.1	7.68
572163	9756167	Canal A	Embalse Rio Cachul	6.5	273	155	157	77	0.07	25.8	100.1	125
569764	9756274	Canal 2	Canal Impermeabilizar sin	6.4	224	153	154	77	0.07	25.3	100.4	6.55
570143	9756623	Canal 2 Alterno	Canal Impermeabilizado	6.2	251	149	151	75	0.07	25.8	100.3	2.21
570362	9758376	Salida 3.1	Canal Impermeabilizar sin	5.9	100	152	152	77	0.07	24.8	99.96	1.74
567999	9757054	Canal 3	Canal Impermeabilizar sin	6.5	218	160	164	82	0.08	25.3	100.3	41.3
567999	9757051	Salida 3.2	Canal Impermeabilizar sin	5.9	185	149	148	75	0.07	24.6	100.3	24.3
560910	9757287	Salida 3.3	Canal Impermeabilizar sin	5.7	191	150	151	75	0.07	25.2	100.4	33.7
553066	9755653	Salida 3.4	Canal Impermeabilizar sin	6.2	249	163	163	82	0.08	25.0	100.6	54.7
548002	9752454	Salida 3.5	Embalse El Azúcar	5.6	332	207	207	102	0.10	25.6	100.4	4.91
546195	9751396	Salida 3.6	Canal impermeabilizado	5.9	335	209	209	106	0.10	24.4	100.7	2.5

A continuación se analizan los datos más relevantes.

3.3.1 PH

El pH es una medida de cuan acida o básica es una sustancia. Analizando el comportamiento del pH a lo largo del canal se observa que en el punto inicial Canal 1-Y tenemos un valor de 6.4 ligeramente ácido y se mantiene estable hasta el punto Canal 3 con un valor 6.5, a partir del mismo con forme se avanza hacia el suroeste se observa una acidificación del agua llegando a un valor de 5.6 y 5.9 en los últimos puntos Salida 3.5 y Salida 3.6, respectivamente.

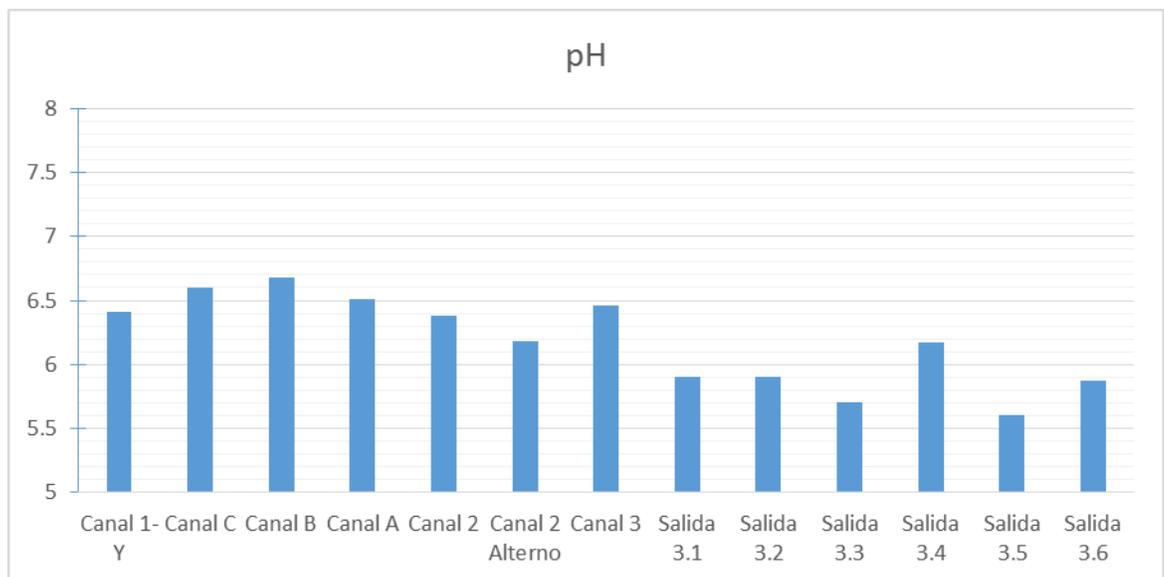


Imagen 3.7 Mediciones de pH

3.3.2 ORP

La medida ORP (Oxidation reduction potencial) es un parámetro que mide la capacidad que tiene una solución de absorber o expeler sales diluidas. Según la OMS (1971) hay una relación exponencial entre la inactivación de los virus y el ORP, por lo que es una medida eficaz de la calidad del agua.

En la Imagen 3.8 se observa un aumento en la medida de ORP en los puntos a partir del embalse El Azúcar, lo cual podría ser causado por el aumento de cloruros por la evaporación en el cuerpo de agua, ya que según la tabla 3.1 la cantidad de cloruros en el punto inicial Canal 1-Y es de 0.101 mEq/L mientras que en el punto luego de la presa en el punto Salida 3.6 es de 0.415 mEq/L, es decir 4 veces más.

El nivel ORP aumenta en los embalses o cuerpos de agua por la evaporación, que produce un aumento en la cantidad de sodio y cloruros como agentes de oxidación, y disminuye conforme el agua fluye por el cauce del canal.

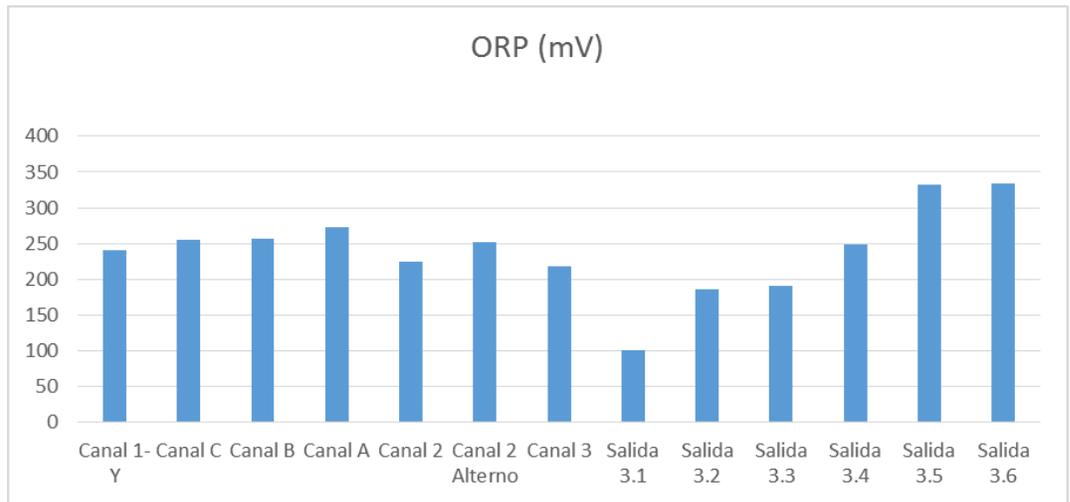


Imagen 3.8 Mediciones de ORP

3.3.3 Conductividad eléctrica

La conductividad se define como la capacidad del agua para conducir una corriente eléctrica a través de los iones disueltos. Los iones más positivos son sodio (Na^+), calcio (Ca^{2+}), potasio (K^+) y magnesio (Mg^{2+}). Los iones más negativos son cloruro (Cl^-), sulfato (SO_4^{2-}), carbonato, bicarbonato (CWT 2004).

En la Figura 3.9 se observa el perfil de conductividad eléctrica obtenida en el campo durante las salidas de campo ubicados conforme se avanza en el canal de Este a Suroeste, el tipo de revestimiento del canal en el sitio y la salinidad de cada punto.

La conductividad eléctrica se mantiene estable en casi todo el canal en valores alrededor de 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$ como se observa en la Imagen 3.9. Así mismo observamos que en las muestras tomadas en el punto Salida 3.5 y Salida 3.6 los valores sobrepasan los 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, dichos puntos corresponden el primero al embalse El Azúcar y el segundo al canal de trasvase luego del embalse hacia el oeste, lo se podría originar por procesos de evaporación y concentración de cloruros en el cuerpo de agua que al ser los últimos en precipitarse aumentan la conductividad.

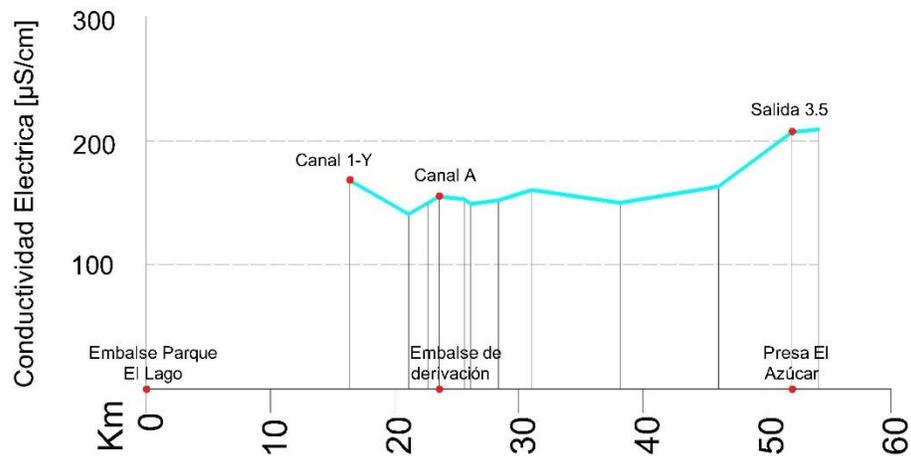


Imagen 3.9 Conductividades eléctricas de las muestras.

En el área cercana dichos puntos hay una considerable presencia de actividad agrícola a nivel industrial, con un alto nivel de tecnificación en labores de riego y fumigación, con objetivo de exportación de productos como banano (*Musa paradisiaca*), sorgo (*Sorghum vulgare*) y mango (*Mangifera indica*) (Imagen 3.10), por lo cual se hipotetiza que pudiera contribuir al

aumento de la conductividad eléctrica por escorrentía o infiltración hacia las fuentes de agua. Se recomienda investigar el tipo de fertilizantes y su manejo en la zona.



Imagen 3.10 Plantación de sorgo en el área de la represa El Azúcar.

3.3.4 Turbidez

La turbidez es una medida de la cantidad de partículas suspendidas en el agua. Algas, sedimentos suspendidos y partículas de materia orgánica pueden enturbiar el agua (CWT, 2004).

En la tabla 3.2 se pueden observar las medidas de turbidez obtenidas en el las salidas de campo ordenadas de este a suroeste.

En la Imagen 3.11 se observa las medidas de turbidez conforme se avanza en el canal hacia el Oeste, de las muestras que tuvieron valores entre 0 y 10 NTU, que en su mayoría están impermeabilizados y se observa que

los valores no tienen una relación clara sobre su evolución, más bien se observa que hay puntos específicos en donde se debe investigar fuentes de contaminación puntual como el denominado Canal C.

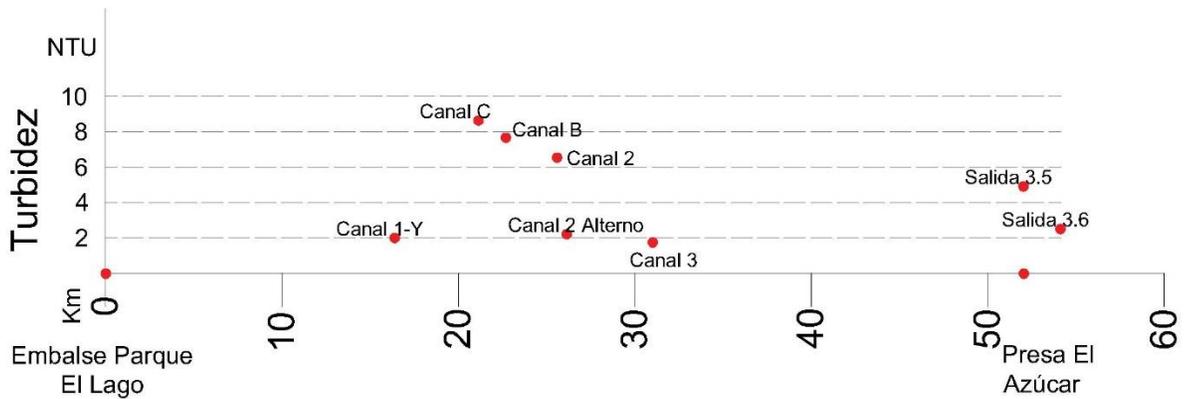


Imagen 3.11 Turbidez de muestras.

En el Imagen 3.12 se grafican las medidas de Turbidez en los puntos en las que las paredes del canal no están impermeabilizadas. Todas las muestras tienen valores sobre los 23 NTU en el punto Salida 3.2 hasta el valor más alto medido en el punto Canal A con 125 NTU.

Nuevamente no se ve una correlación clara conforme se avanza con el cauce del canal, pero si es de preocupación los altos niveles de turbidez puntual, lo cual debe ser investigado a fin de encontrar los motivos de la contaminación.

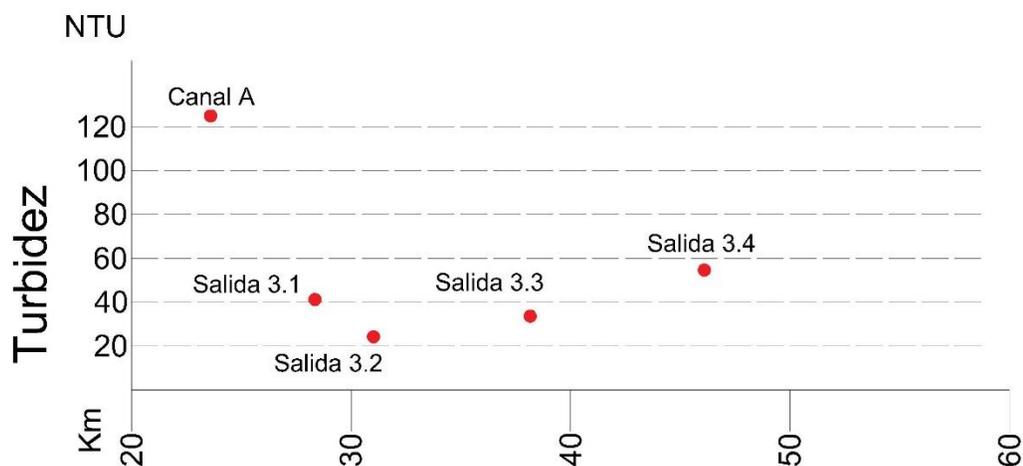


Imagen 3.12 Turbidez de muestras

3.3.5 Coliformes Totales

Las coliformes corresponden a bacterias naturalmente existentes en el tracto digestivo de los mamíferos superiores, incluyendo a los seres humanos, y aunque no necesariamente son patógenas, son una medida de contaminación con material fecal de los cuerpos de agua.

La normativa ecuatoriana para el efecto es la TULSMA (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente) la cual en la Tabla 6 del Artículo 4.1.4 sobre calidad de agua para riego establece que el máximo permisible es de 1000 nmp/100 ml.

En la tabla 3.3 se encuentran los resultados obtenidos de la cantidad de UFC (Unidad Formadora de Colonias) de Coliformes Totales de las muestras tomadas del canal y su correspondiente valor en nmp/100ml (Número más probable por cada 100 ml).

Tabla 3.3 Coliformes Fecales encontradas en las muestras.

Nombre de la muestra	Tipo de Canal	Coliformes Fecales (UFC)	Coliformes Fecales (nmp/100ml)
Canal 1-Y	Canal Impermeabilizado	79	56
Canal C	Canal Impermeabilizado	38	27
Canal B	Canal Impermeabilizado	55	37
Canal A	Embalse Rio Cachul	131	97
Canal 2	Canal sin Impermeabilizar	109	78
Canal 2 Alterno	Canal Impermeabilizado	67	48
Canal 3	Canal sin Impermeabilizar	99	71
Salida 3.1	Canal sin Impermeabilizar	75	54
Salida 3.2	Canal sin Impermeabilizar	180	139
Salida 3.3	Canal sin Impermeabilizar	99	71
Salida 3.4	Canal sin Impermeabilizar	155	115
Salida 3.5	Embalse El Azúcar	162	120
Salida 3.6	Canal impermeabilizado	41	29

Como se puede observar todos los valores cumplen la norma ecuatoriana, pero al no deja de ser preocupante la presencia de contaminación biológica en un canal que representa la única fuente de agua durante los meses de la estación seca, por lo que se debe realizar un seguimiento de estos datos y de ser posible eliminar sus fuentes.

3.3.6 Índice RAS

Índice de Absorción de Sodio es la medida que indica la cantidad de sodio en el agua de riego en relación con los cationes calcio y magnesio. El calcio y el magnesio tienden a contrarrestar el efecto negativo de sodio. Para calcular el índice SAR se utilizó la siguiente fórmula:

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$$

Y los resultados se muestran en la tabla 3.4, a continuación:

Tabla 3.4 Índice RAS de las muestras.

Estación	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	RAS
	mEq/L				
Canal 1-Y	0.520	1.120	0.064	0.014	0.015
Canal C	0.480	1.040	0.069	0.002	0.002
Canal B	0.720	0.760	0.074	0.004	0.005
Canal A	0.920	3.000	0.069	0.028	0.020
Canal 2	0.840	1.200	0.001	0.004	0.004
Canal 2 Alterno	0.840	0.880	0.066	0.019	0.020
Canal 3	0.280	3.800	0.061	0.044	0.031
Salida 3.1	0.720	1.280	0.077	0.003	0.003
Salida 3.2	0.560	1.360	0.074	0.002	0.002
Salida 3.3	0.760	0.880	0.061	0.003	0.003
Salida 3.4	0.560	1.840	0.082	0.008	0.007
Salida 3.5	0.560	1.640	0.110	0.121	0.115
Salida 3.6	0.800	1.360	0.118	0.113	0.108
Canal San Vicente	2.280	1.280	0.230	3.908	2.929
Aguadita	13.880	10.760	1.918	63.362	18.052
Calicanto	14.520	12.440	0.069	10.611	2.890
Canal Azúcar	2.200	0.120	0.138	0.238	0.221
Sacachum	8.760	3.560	0.100	6.681	2.692
La Ciénega	27.360	72.640	2.941	26.638	3.767

En la Imagen 3.13 se aprecia el Diagrama de Wilcox de las muestras, lo que nos da nuevamente varios grupos claramente definidos. Un grupo con muy bajo peligro de Salinidad y de Alcalinidad (encerrado en naranja) que agrupa a casi todas las muestras de agua superficial, y tres muestras que aunque tienen muy bajo peligro de alcalinidad si tienen peligro de salinidad entre alto y muy alto, esto en los puntos Canal San Vicente, Calicanto y Sacachum.

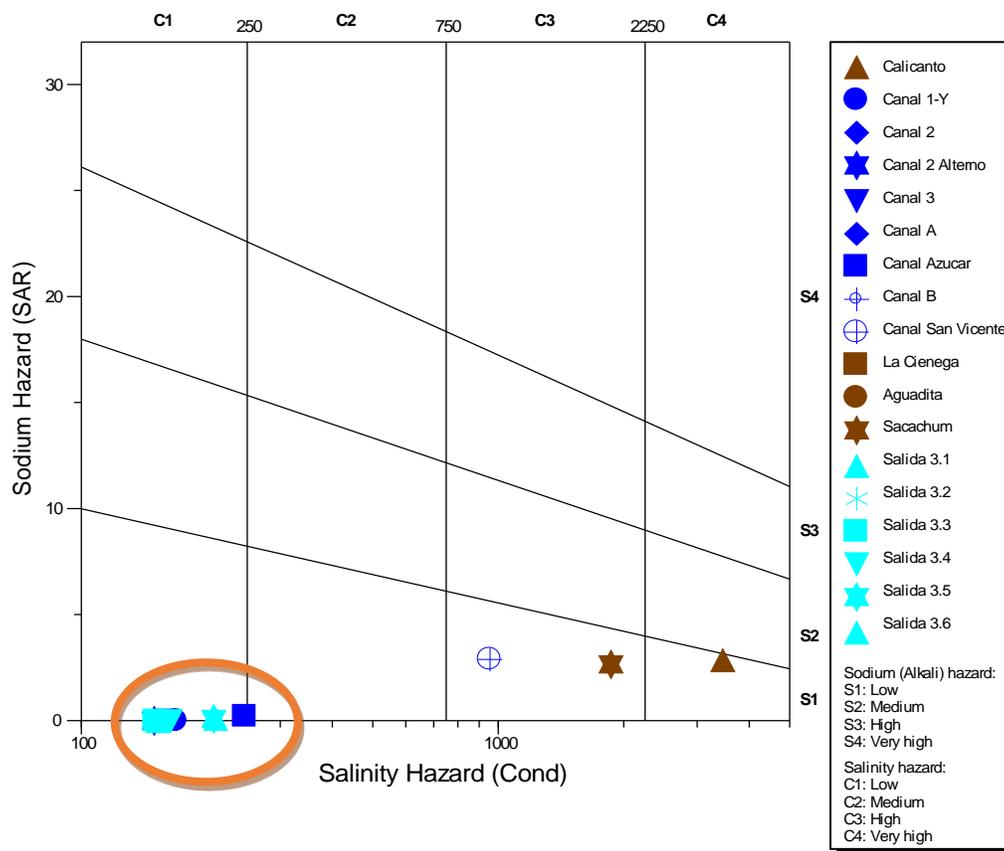


Imagen 3.13 Diagrama de Wilcox

CAPÍTULO 4

4. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

4.1 Objetivos

4.1.1 Objetivo General

Elaborar una Evaluación de Impacto Ambiental mediante la valoración de los impactos ambientales en las etapas del proyecto para minimizar los impactos ambientales que pueden generarse durante la ejecución del mismo.

4.1.2 Objetivos Específicos

- Describir las actividades del proyecto en las etapas del proyecto para identificar los factores ambientales que pueden ser afectados en el proyecto.
- Evaluar los diversos impactos ambientales en las fases que comprenden el proyecto.
- Valorar los impactos ambientales usando una matriz de Grados de Riesgo para proponer medidas de prevención o mitigación con la finalidad de minimizar la afectación al ambiente.

4.2 Descripción del proyecto, obra o actividad

El proyecto se basa en el diagnóstico de las fuentes de salinidad en el Canal Chongón – San Vicente, a través del análisis de las aguas superficiales y subterráneas del canal y de su zona de influencia.

El proyecto involucra el análisis hidroquímico de muestras de agua mediante la toma de analitos en campo y la composición mayoritaria de iones en laboratorio, para lo cual se necesita realizar una investigación bibliográfica preliminar, salidas de campo y análisis de muestras en laboratorios certificados para finalmente elaborar un informe con los resultados obtenidos.

La zona de estudio se encuentra en la provincia de Santa Elena, específicamente en el cantón del mismo nombre, al oeste del Embalse Chongón conocido como Parque del Lago, hacia el Océano Pacífico (Imagen 4.1)

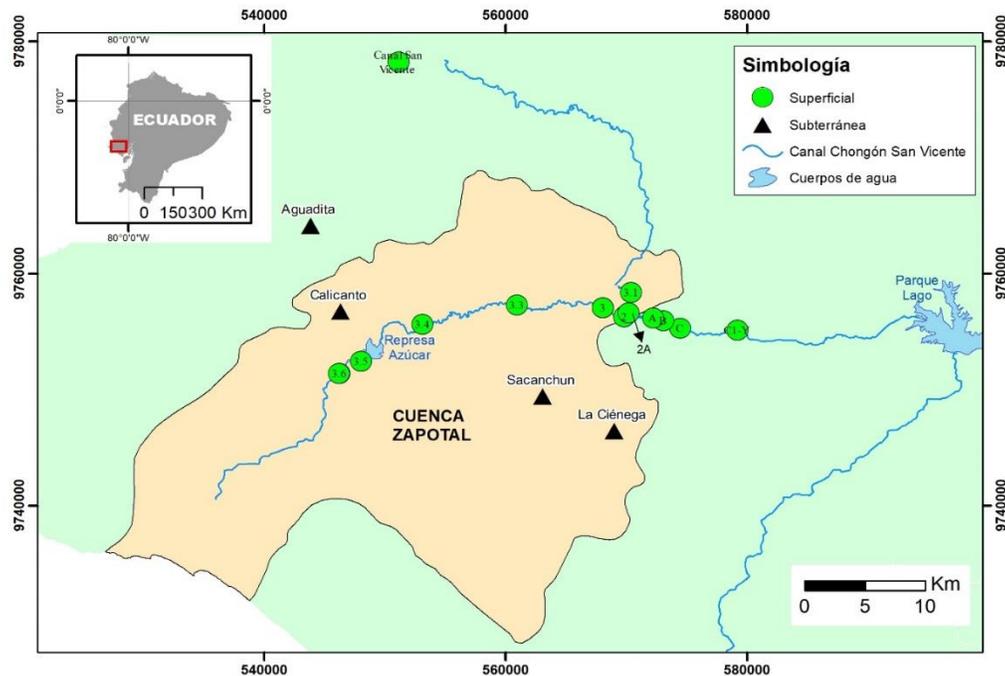


Imagen 4.1 Mapa del área de Estudio.

El canal atraviesa algunos pequeños poblados como Simón Bolívar, El Azúcar y Sube y Baja donde su población tiene como principal actividad la agricultura.

El proyecto fue registrado en el Sistema Único de Información Ambiental SUIA (Imagen 4.2) en donde se le asignó el código MAAE-RA-2021-406450, asignándole una categoría de actividad principal de “Investigación y desarrollo experimental en ciencias geología” y una actividad Complementaria de “Perforaciones de prueba, sondeos de exploración y recogida de muestras para actividades de construcción y para fines geofísicos, geológicos o similares”.

Según los datos suministrados el trámite necesario para el proyecto es un CERTIFICADO AMBIENTAL y se asignó un nivel de impacto NO SIGNIFICATIVO. Además se estableció que la Autoridad Ambiental Competente del cumplimiento es la Oficina Técnica Santa Elena.

Detalles del Proyecto	
Código	MAAE-RA-2021-406450
Fecha de registro	04/09/2021
Operador	NOBOA CAMPUZANO DIEGO RODOLFO
Autoridad Ambiental Competente	OFICINA TÉCNICA SANTA ELENA
Sector	Otros Sectores
Superficie	9165.07520 ha 91650752.00000 m2
Nombre del Proyecto, obra o actividad	Resumen del Proyecto, obra o actividad
Diagnóstico de las fuentes de salinidad para identificar el comportamiento hidrológico e hidroquímico a lo largo del canal de riego Chongón-San Vicente	Análisis hidroquímico de muestras de agua para determinar si existen fuentes de salinidad que pudieran contaminar el Canal Chongón - San Vicente.
Actividad	
Su trámite corresponde a un(a)	Certificado Ambiental
El impacto de su actividad	Impacto NO SIGNIFICATIVO
Actividad principal CIU	Investigación y desarrollo experimental en ciencias geología.
Actividad complementaria 1 CIU	Perforaciones de prueba, sondeos de exploración y recogida de muestras de sondeo para actividades de construcción y para fines geofísicos, geológicos o similares.

Imagen 4.2 Registro del proyecto en el SUIA

Al solicitar el Certificado de Intersección del proyecto con las áreas amparadas por el Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) se obtuvo que las coordenadas de implantación del área de estudio **SI INTERSECTA** con un área de **Bosque y Vegetación Natural** de la Cordillera Chongón Colonche, pero si se observa el área (círculo rojo) en la Imagen 4.3 la intersección es mínima por lo que se recomienda no realizar ningún trabajo en la zona o cambiar el área de implantación del proyecto para evitar el cruce.

CERTIFICADO DE INTERSECCIÓN DE DIAGNÓSTICO DE LAS FUENTES DE SALINIDAD PARA IDENTIFICAR EL COMPORTAMIENTO HIDROLÓGICO E HIDROQUÍMICO A LO LARGO DEL CANAL DE RIEGO CHONGÓN-SAN VICENTE

ECUADOR, ESCALA 1 : 200000

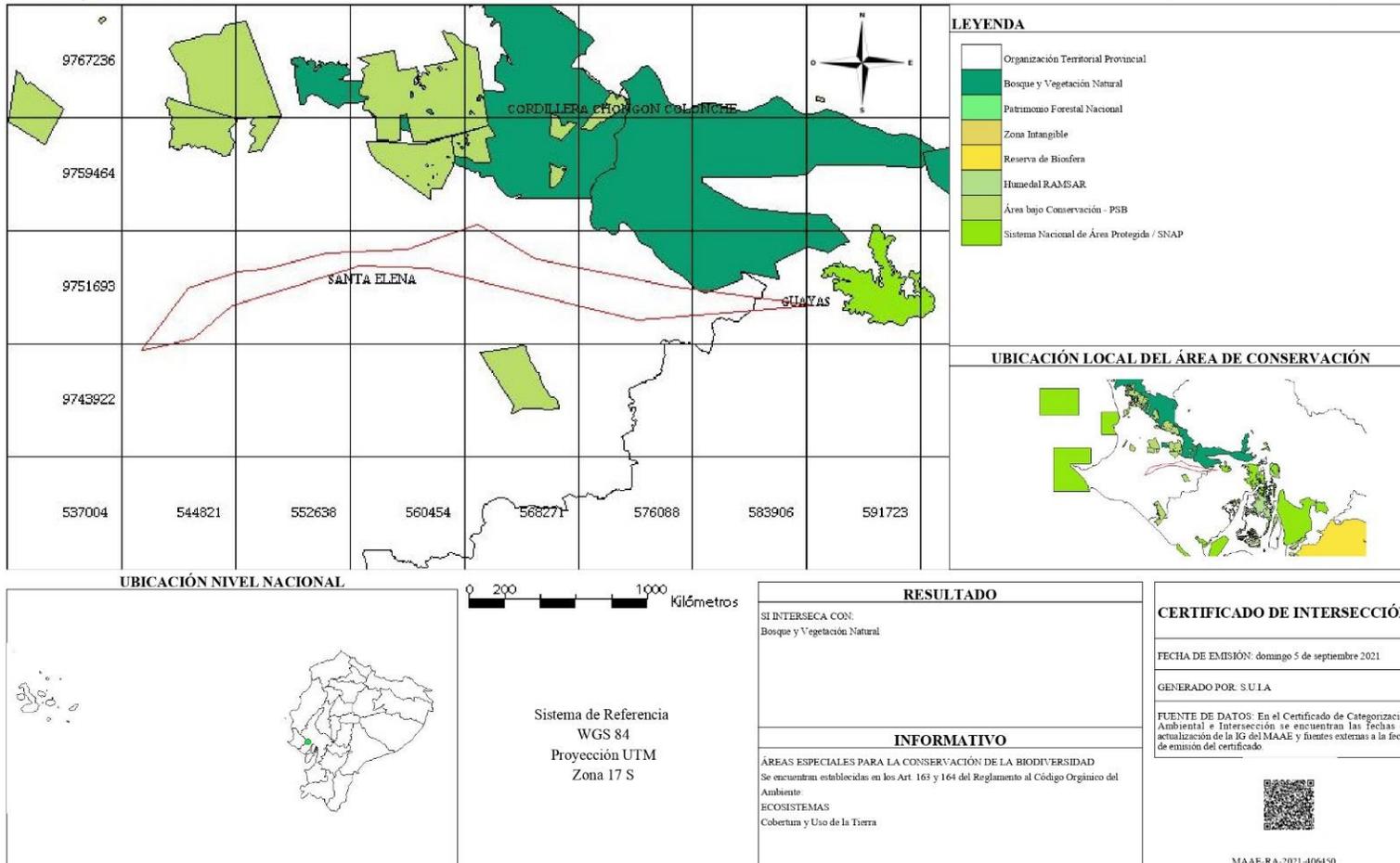


Imagen 4.3 Mapa del certificado de Intersección del proyecto.

4.3 Etapas y actividades del proyecto

Se identificaron tres etapas en el proyecto de diseño del Estudio:

- **Preliminares**

Etapas en la cual se desarrollan actividades de reconocimiento e investigación de la zona donde se realizara el estudio. Involucra trabajo de oficina con el estudio bibliográfico de trabajos anteriores, análisis de fotografías satelitales y mapas del sector para luego realizar una salida de campo para identificar vías de acceso, tramitar permisos de paso a terrenos privados y planificar el trabajo de campo.

- **Trabajo de Campo**

Involucra todas las actividades realizadas el día o días en los que se planifica realizar la recolección de muestras en los puntos identificados en la etapa anterior, la medición de parámetros inestables in situ y la observación de cualquier detalle digno de incluirse en el estudio. Además involucra la movilización del personal y el traslado de las muestras para su posterior análisis y la construcción, de ser necesario, de pozos para analizar aguas subterráneas.

- **Trabajo de Laboratorio y Oficina**

Abarca las actividades realizadas en el laboratorio, es decir los ensayos para determinar los parámetros físicos y químicos necesarios para la caracterización correcta la hidroquímica del sector.

4.3.1 Actividades que se identificaron en cada etapa.

En cada etapa se han identificado algunas actividades que tienen varios niveles de impacto ambiental (tabla 4.1). A continuación se describen dichas actividades para cada etapa.

- **Preliminares**

En esta etapa se identificaron 3 actividades de las cuales la que más impacto produce es el desbroce del área de trabajo, en el caso de ser necesario.

- **Trabajo de Campo**

En esta etapa se podría decir que las actividades que más impacto ambiental generan son la de Movilización del personal y la de Limpieza y desbroce del área de trabajo, más que en la etapa Preliminar dado que en esta ya se necesita acceso directo al cauce del canal donde se realiza el estudio.

○ **Trabajo de Laboratorio**

En esta etapa la actividad que más impacto genera sería la disposición final de las muestras, ya que los reactivos que se utilizan para determinar las concentraciones de los iones mayoritarios no pueden ser desechados de forma común.

Tabla 4.1 Actividades dentro de cada etapa del proyecto.

ETAPA	Actividades identificadas
1.- Preliminares	-Movilización del personal -Limpieza y desbroce del área -Entrevistas a los pobladores
2.- Trabajo de Campo	-Movilización del personal -Limpieza y desbroce del área. -Obtención de muestras -Transporte de muestras -Alimentación del personal -Transporte de maquinaria -Movimiento de Tierra
3.-Trabajo de Laboratorio	-Refrigeración de las muestras -Análisis de las muestras utilizando reactivos -Disposición final de muestras. -Trabajo de oficina

4.4 Factores Ambientales

4.4.1 Medio Físico

- **Clima**

La temperatura media anual en la zona de estudio es de 24,3 °C, con dos periodos bien definidos durante el año, de Diciembre a Mayo con una temperatura media de (25,8°) y de Junio a Noviembre (22,9°). (García-Garizábal, 2017)

La precipitación media entre 1982-2011 fue de 260,4 mm/año (García-Garizábal, 2017), lo que como se analiza en el capítulo 2 no es suficiente para la recarga hídrica de los acuíferos subterráneos.

- **Geomorfología**

La geomorfología de la península de Santa Elena se encuentra constituida por una yuxtaposición de relieves, una del tipo levantamiento domítico en forma de colinas onduladas o crestas de pendientes leves; y la segunda de grandes llanuras o planicies. Localmente se define una clasificación geomorfológica que puntualiza dos tipos de relieve importantes, penachos o colinas rocosas de levante y planicies bajas que se forman por la erosión de las capas sedimentarias denominadas Tablazos. (Greenleaf Ambiental Compañy Cia. Ltda., 2011).

- **Altitud**

La topografía es plana y homogénea con una ligera pendiente Oeste-Sur Oeste que le lleva en su zona Norte a 807 m de altitud, y una altura media es de 125 msnm. (García-Garizábal, 2017)

4.4.2 Medio Biótico

- **Flora**

La vegetación de esta zona está dentro de la formación vegetal denominada Sabana y bosque deciduo, destaca por su tamaño y coloración *Armatocereus cartwrightianus*, un cacto típico de esta formación.

En el área de estudio se encuentran plantaciones tradicionales y no tradicionales con fines de consumo interno y exportación, destacando el Mango (*Mangifera indica*), Pitahaya (*Selenicereus undatus*), Banano (*Musa x paradisiaca*).

- **Fauna**

La Fauna del área de estudio demuestra una baja diversidad debido a la intervención humana y cambio del uso del suelo, así como también la baja precipitación en la zona.

En el área de estudio se han registrado algunas especies migratorias de aves como pato medialuna (*Anas discors*), garza ganadera (*Bubulcus ibis*), garza azul (*Egretta caerulea*). (Greenleaf Ambiental Compañy Cia. Ltda., 2011)

A pesar de la afectación a la que ha sido sometida la zona de estudio, es posible observar grandes mamíferos en las cercanías de las viviendas, especialmente de Ardilla de Guayaquil (*Sciurus stramineus*) y Zarigueya común (*Didelphis marsupialis*). (Greenleaf Ambiental Compañy Cia. Ltda., 2011).

4.4.3 Medio Socioeconómico

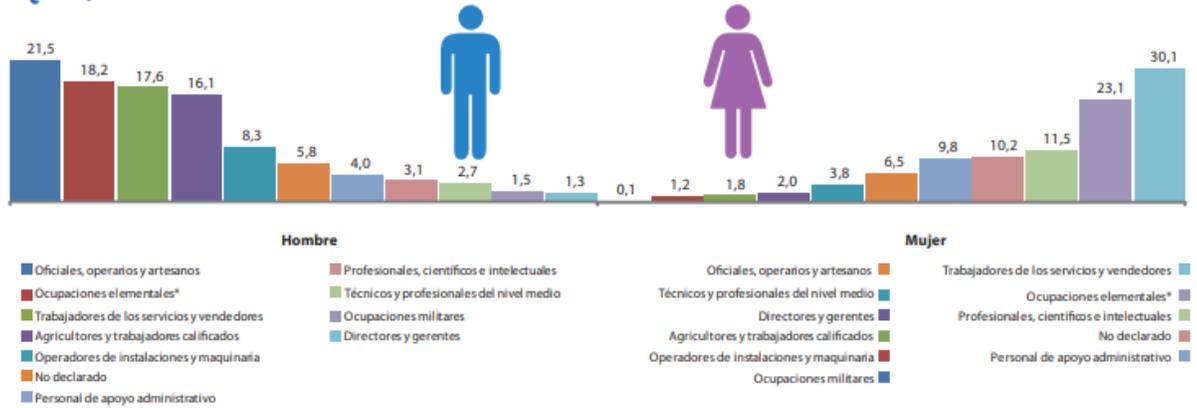
La provincia de Santa Elena tenía una población de 308.693 según el Censo de Población y Vivienda del 2010 y según la proyección para el año del 2020 llegó a una población de 401,178, con una distribución de 50.8% de hombres y de 49,2% de mujeres.

El 79, 1% de la población se auto percibe como Mestiza. Existe un nivel del 5,2 % de analfabetismo y el promedio de años de escolaridad es de 8.8 años.

El porcentaje de viviendas con servicio eléctrico público es del 88%, con servicio de alcantarillado es del 30,6%, con servicio de agua por red pública es del 76,1% y con recolección de basura por carro recolector es del 94,5%.

La población económicamente activa (PEA) según el Censo del 2010 se dedica a diversas labores, es así que en los hombres el 21,5 % se dedica trabaja como Oficiales, operarios y artesanos, un 18,2% a ocupaciones elementales (limpiadores, asistentes domésticos, vendedores ambulantes, peones agropecuarios, etc.) y un 17,6% a trabajos de servicios y vendedores. Las mujeres se dedican en su mayoría, con un 30,1%, a trabajos de servicios y vendedores, un 23,1% a ocupaciones elementales (limpiadores, asistentes domésticos, vendedores ambulantes, peones agropecuarios, etc.) y un 11,5% son profesionales, científicos e intelectuales. (Imagen 4.4)

¿ DE QUÉ TRABAJAN LOS HAB. DE SANTA ELENA ?



*Se refiere a limpiadores, asistentes domésticos, vendedores ambulantes, peones agropecuarios, pesqueros o de minería, etc.

Imagen 4.4 Porcentajes de las actividades económicas de la población económicamente activa de la Provincia de Santa Elena por sexo.

4.5 Valoración de Impactos Ambientales

Para valorar los impactos ambientales del proyecto, vamos a usar una matriz (Tabla 4.2) en donde se evaluarán cada una de las actividades del proyecto, identificando el aspecto ambiental al que afectan y su impacto. Luego de esto se calificara en escala del 1 al 3 los factores de Severidad y Probabilidad de Ocurrencia para obtener la Relevancia del impacto.

Posteriormente se los evaluarán los criterios de Extensión, Intensidad, Duración, Desarrollo, Recuperación e Interacción, en una escala de 0 a 2. La suma de las valoraciones de los criterios se conoce como la Magnitud del Impacto.

La multiplicación de la Relevancia del Impacto por la Magnitud del Impacto da como resultado la Importancia del Impacto que es el valor cuantitativo que con el que se pretende medir los impactos ambientales del proyecto.

En la Tabla 4.2 podemos apreciar que las actividades han sido clasificadas según un código de color según el resultado obtenido luego de las valoraciones descritas anteriormente, así:

- Si el actividad tiene una validación menor a 6, no es significativo y no requiere una acción,
- Si el actividad tiene una calificación entre 7 y 12 es un impacto bajo y no requiere controles adicionales, solo un monitoreo operativo para asegurar el control,
- Si la actividad está calificada entre 13 y 24, tiene un impacto medio por lo que requiere planificar medidas para reducir el grado de riesgo,
- Si la actividad tiene una valoración entre 25 y 75 el impacto es alto y requiere tomar medidas para reducir el grado de riesgo de forma inmediata y el monitoreo de la implementación de dichas medidas, y
- Si la actividad supera la valoración de 75, no debe realizarse hasta implementar medidas adecuadas que reduzcan el riesgo.

Luego de categorizar las actividades, tenemos que cuatro tienen un impacto no significativo, cuatro tienen un impacto medio y cuatro tienen un impacto alto. Las primeras no requieren ninguna acción ya que no representan un riesgo.

De las cuatro actividades que tiene un impacto medio, dos son desbroce y limpieza del terreno, tanto en la etapa preliminar como en la de trabajo de campo, que es mitigable teniendo precaución de alterar lo menos posible la flora del sector, asegurándose de no cortar las especies vegetales de manera que no se puedan recuperar, ni de causar daño a la fauna del sector. En la actividad de transporte de las muestras, se debe considerar que el traslado se lleve a cabo en vehículos adecuados, que hayan recibido un buen mantenimiento periódico por lo que su nivel de emisiones sea el establecido por la regulación nacional vigente. Por último en la actividad de alimentación del personal, se debe tomar en cuenta la correcta disposición de los desechos durante la salida de campo, asegurándose de no dejar restos, sean de alimentos o de empaques.

Por último las cuatro actividades que tienen impacto alto, se debe considerar que el movimiento de tierra y el transporte de maquinaria, como parte de la actividad de construcción de un pozo para obtener muestras de agua subterránea, no son considerados dentro de las actividades

imprescindibles del proyecto. Aun así para disminuir el riesgo de impacto en el caso de realizarse estas actividades, considerando que luego de obtener la muestra se debe, en el caso del movimiento de tierras, tapar el pozo construido y en lo posible dejar el terreno lo más parecido a como se lo encontró. En el caso del transporte de maquinaria pesada, es necesario establecer medidas de seguridad personal contra la contaminación acústica, además de contaminación del aire por la dispersión de material particulado por lo que se recomienda la utilización de un tanquero de agua para evitarlo.

Las ultimas 2 actividades contemplan el correcto manejo y desecho de las muestras en laboratorio. El análisis de muestras en el laboratorio implica el manejo de reactivos peligrosos para la salud, por lo que se debe contar con todos los equipos de protección estándar para un laboratorio de Ingeniería Sanitaria, además de cumplir con todos los protocolos de seguridad. La correcta disposición de las muestras ya analizadas y los residuos de reactivos es uno de las actividades que mayor impacto pueden generar, así llegan a ser depositados en cuerpos de agua o el suelo. Es así que se debe asegurar su recolección por empresas especializadas en la manipulación de dichos residuos.

Tabla 4.2 Matriz de valoración de impacto ambiental.

			IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA ESTE ESTUDIO															VALORACION											
ACTIVIDADES	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO	Severidad (S)			Probabilidad Ocurrencia (P)			(T)	Extensión (E)			Intensidad (I)			Duración (Du)			Desarrollo (De)			Recuperación (R)			Interacción (Ia)			(Mg)	(Imp)
			1	2	3	1	2	3		0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2		
			positivo	medio	negativo	muy poco probable	poco probable	cierto	Relevancia del Impacto T-SxP	puntual	parcial	alta	baja	moderada	alta	corto plazo	mediano plazo	permanente	largo plazo	medio plazo	inmediato	reversible	mitigable	irreversible	simple	acumulativo	sinérgico	Magnitud del Impacto Mg = E + I + Du+De+R+Ia	Importancia del Impacto Imp = Mg x T
Movilización del personal	Calidad del Aire	Contaminación del aire		2			3	6	0				1		0		0		0			0			0			1	6
Limpieza y desbroce del área	Remoción de cobertura vegetal y eliminación de maleza	Pérdida de cobertura vegetal		2			3	6	0			0	1			1		1			1						4	24	
Entrevista con los pobladores	Socio Economico	Conocimiento del uso del agua	1				3	3	0		0				0		0			0							0	0	
Movilización del personal	Calidad del Aire	Contaminación del aire		2			3	6	0				1		0		0		0			0					1	6	
Limpieza y desbroce del área	Remoción de cobertura vegetal y eliminación de maleza	Pérdida de cobertura vegetal		2		2		4	1	1			1			1		1			1						5	20	
Obtención de Muestras	Salud laboral	Riesgos de Caída		2	1			2	0				1		0		0			1		0					2	4	
Transporte de Muestras	Calidad del Aire	Contaminación del aire			3		3	9	0				1		0		0				1		0				2	18	
Alimentación del personal	Salud laboral	Generación de desechos		2			3	6	0					2	0		0				1			1			4	24	
Movimiento de Tierra	Calidad de suelo	Alteración en el perfil y propiedades físicas del suelo			3		3	9	1				2		1		1			1			1				7	63	
Transporte de maquinaria	Calidad del Aire	Contaminación del aire - Contaminación Acustica			3		3	9	1				2		1		1			0			0				5	45	
Análisis de las muestras utilizando reactivos	Salud laboral	Riesgos de intoxicación por mal manejo de reactivos		2			3	6	0				2		1		1				2		1				7	42	
Disposición final de muestras.	Calidad de agua	Contaminación de agua por mala disposición de residuos			3	2		6	1				2			2		2			2		1				10	60	

4.6 Medidas de prevención mitigación

En la tabla 4.3 se resumen las medidas de mitigación para las actividades que los requieren según lo analizado anteriormente, además de los costos estimados de implementación de dichas medidas.

Tabla 4.3 Medidas de mitigación y su presupuesto estimado.

Fases del proyecto	ACTIVIDADES	IMPACTOS	MEDIDAS DE PREVENCIÓN	PRESUPUESTO
Preliminares	Movilización del personal	Contaminación del aire	NINGUNA	\$ -
	Limpieza y desbroce del área	Pérdida de cobertura vegetal	Monitoreo de la afectación de la flora, evitando el podas que no permitan la recuperación de las planta, utilizando equipo adecuado	\$ 100.00
	Entrevista con los pobladores	Conocimiento del uso del agua	NINGUNA	\$ -
Trabajo de Campo	Movilización del personal	Contaminación del aire	NINGUNA	\$ -
	Limpieza y desbroce del área	Pérdida de cobertura vegetal	Monitoreo de la afectación de la flora, evitando el podas que no permitan la recuperación de las planta, utilizando equipo adecuado	\$ 100.00
	Obtención de Muestras	Riesgos de Caída	NINGUNA	\$ -
	Transporte de Muestras	Contaminación del aire	Mantenimiento preventivo del vehículo.	\$ 120.00
	Alimentación del personal	Generación de desechos	Tachos y fundas de basura	\$ 60.00
	Movimiento de Tierra	Alteración en el perfil y propiedades físicas del suelo	Maquinaria para rellenar el pozo luego de tomada la muestra.	\$ 200.00
	Transporte de maquinaria	Contaminación del aire - Contaminación Acústica	Equipo de protección personal - Tanquero de agua con aspersor	\$ 220.00 \$ 100.00
Trabajo de Laboratorio	Análisis de las muestras utilizando reactivos	Riesgos de intoxicación por mal manejo de reactivos	Equipo de protección personal	\$ 550.00
	Disposición final de muestras.	Contaminación de agua por mala disposición de residuos	Manejo de residuos contaminantes por una compañía especializada	\$ 190.00
Total				\$ 1,640.00

4.7 Ficha Ambiental

FORMULARIO DE REGISTRO AMBIENTAL

TRAMITE(suia)	-- Certificado Ambiental
FECHA	-- 05/09/2021
PROPONENTE	-- Diego Rodolfo Noboa Campuzano
ENTE RESPONSABLE	-- Oficina Técnica Santa Elena

Registro Ambiental 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización	1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO		
	1.1 PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD (Fases y nombre proyecto)		
	Diagnóstico de las fuentes de salinidad para identificar el comportamiento hidrológico e hidroquímico a lo largo del Canal de riego Chongón - San Vicente		
	1.2 ACTIVIDAD ECONÓMICA (Según Catálogo de proyecto, obra o actividad)		
	Código de catálogo	Investigación y desarrollo experimental en ciencias geología.	
F4312.03.01	-----		
1.3 RESUMEN DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD (Según Catálogo de proyecto, obra o actividad)			
Análisis hidroquímico de muestras de agua para determinar si existen fuentes de salinidad que pudieran contaminar el Canal Chongón - San Vicente.			

Registro Ambiental 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización	2. DATOS GENERALES		
	SISTEMA DE COORDENADAS (WGS-84)		
	ESTE (X)	NORTE (Y)	ALTITUD (msnm)
	592292	9754330	
	566029	9756855	
	552411	9754354	
	546221	9751243	
	552657	9756612	
	558878	9757906	
	569198	9759902	
582631	9755571		
ESTADO DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD (FASE)			
<input type="checkbox"/> Construcción <input type="checkbox"/> Rehabilitación y/o Ampliación <input type="checkbox"/> Operación y mantenimiento <input type="checkbox"/> Cierre y Abandono			
DIRECCION DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD			
Canal de Riego Chongón - San Vicente			
PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	
TIPO DE ZONA			
Urbana	<input type="checkbox"/>		
Rural	<input checked="" type="checkbox"/>		

Registro Ambiental 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso	DATOS DEL PROMOTOR	
	NOMBRE	
	Diego Rodolfo Noboa Campuzano	
	CORREO ELECTRONICO DEL PROMOTOR	TELEFONO/CELULAR
	dnoboa@espol.edu.ec	0997851801
	DOMICILIO DEL PROMOTOR	
Villa Club Etapa Luna Mz 9 Villa 13		
CARACTERISTICAS DE LA ZONA		

5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización	Infraestructura: <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Otros: Saneamiento (Desechos sólidos)						
	DESCRIPCION DE LA ZONA Bosque primario, zona agrícola y de asentamientos humanos rurales.						
	Área del proyecto (m ²)		-- 91650752		Área de implantación (m ²)		91650752
	Agua potable	X	SI		NO	Consumo de agua por mes (m ³)	--
	Energía eléctrica	X	SI		NO	Consumo energía eléctrica por mes (KW/h)	---
Acceso vehicular	X	SI		NO	Tipo de vías:	Vías Principales	
Alcantarillado		SI	X	NO		Vías Secundarias	
SITUACION DEL PREDIO <input type="checkbox"/> Alquiler <input type="checkbox"/> Concesionadas <input type="checkbox"/> Propia <input checked="" type="checkbox"/> Otros							

Registro Ambiental 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. <u>Marco legal referencial</u> 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización	3. MARCO LEGAL REFERENCIAL Usted deberá ajustarse al siguiente marco legal						
	NORMATIVAS						
	Constitución de la República del Ecuador Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. Art. 66.- Se reconoce y garantizará a las personas: 27. El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza. Art. 276.- El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos: 4. Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural						
	Ley de Gestión Ambiental Art. 19.- Las obras públicas, privadas o mixtas, y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio. Art. 20.- Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo						
	Ley de Fomento y Desarrollo Agropecuario Art. ...- Los centros agrícolas, cámaras de agricultura y organizaciones campesinas sujetas de crédito del Banco Nacional de Fomento y las empresas importadoras de maquinaria, equipos, herramientas e implementos de uso agropecuario, nuevos de fábrica, podrán también importar dichos bienes reconstruidos o repotenciados, que no se fabriquen en el país, dotados de los elementos necesarios para prevenir la contaminación del medio ambiente, previa autorización del Ministerio de Agricultura y Ganadería, con la obligación de mantener una adecuada provisión y existencia de repuestos para estos equipos, así como del suministro de servicios técnicos de mantenimiento y reparación durante todo el período de vida útil de estos bienes, reconociéndose como máximo para el efecto, el período de diez años desde la fecha de la importación. El Ministerio de Agricultura y Ganadería sancionará a las empresas importadoras de equipos reconstruidos o repotenciados, que no suministren inmediatamente los repuestos o servicios, con una multa de mil a cinco mil dólares de los Estados Unidos de Norteamérica y, dichas empresas quedarán obligadas a indemnizar al comprador tanto por daño emergente como por lucro cesante, por todo el tiempo que la maquinaria o equipos estuvieren paralizados por falta de repuestos o servicios de reparación						
	Acuerdo Ministerial 134 Mediante Acuerdo Ministerial 134 publicado en el Suplemento del Registro Oficial No. 812 de 18 de octubre de 2012, se reforma el Acuerdo Ministerial No. 076, publicado en Registro Oficial Segundo Suplemento No. 766 de 14 de agosto de 2012, se expidió la Reforma al artículo 96 del Libro III y artículo 17 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, expedido mediante Decreto Ejecutivo No. 3516 de Registro Oficial Edición Especial No. 2 de 31 de marzo de 2003; Acuerdo Ministerial No. 041, publicado en el Registro Oficial No. 401 de 18 de agosto de 2004; Acuerdo Ministerial No. 139, publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 164 de 5 de abril de 2010, con el cual se agrega el Inventario de Recursos Forestales como un capítulo del Estudio de Impacto Ambiental						
	Reglamento de Seguridad para la Construcción y Obras Públicas						

	<p>Art. 150.- Los constructores y contratistas respetarán las ordenanzas municipales y la legislación ambiental del país, adoptarán como principio la minimización de residuos en la ejecución de la obra. Entran dentro del alcance de este apartado todos los residuos (en estado líquido, sólido o gaseoso) que genere la propia actividad de la obra y que en algún momento de su existencia pueden representar un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores o del medio ambiente.</p> <p>Art. 151.- Los constructores y contratistas son los responsables de la disposición e implantación de un plan de gestión de los residuos generados en la obra o centro de trabajo que garantice el cumplimiento legislativo y normativo vigente</p> <p>Acuerdo Ministerial No. 061</p> <p>Art. 262 "De los Informes Ambientales de Cumplimiento.- Las actividades regularizadas mediante un Registro Ambiental serán controladas mediante un Informe Ambiental de Cumplimiento, inspecciones, monitoreos y demás establecidos por la Autoridad Ambiental Competente.</p> <p>Estos Informes, deberán evaluar el cumplimiento de lo establecido en la normativa ambiental, plan de manejo ambiental, condicionantes establecidas en el permiso ambiental respectivo y otros que la autoridad ambiental lo establezca. De ser el caso el informe ambiental contendrá un Plan de Acción que contemple medidas correctivas y/o de rehabilitación.</p> <p>Art. 263 De la periodicidad y revisión.- Sin perjuicio que la Autoridad Ambiental Competente pueda disponer que se presente un Informe Ambiental de Cumplimiento en cualquier momento en función del nivel de impacto y riesgo de la actividad, una vez cumplido el año de otorgado el registro ambiental a las actividades, se deberá presentar el primer informe ambiental de cumplimiento; y en lo posterior cada dos (2) años contados a partir de la presentación del primer informe de Cumplimiento.</p> <p>Reglamento para Funcionamiento de Aeropuertos en Ecuador</p> <p>Ordenanza que Regula la Aplicación del Subsistema de Manejo Ambiental, Control y Seguimiento Ambiental en el cantón Guayaquil</p> <p>Marco Regulatorio Ambiental del Sector Agua y Saneamiento.</p>		
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">He leído y comprendo las Normativas</td> <td style="width: 40%; text-align: center;">SI</td> </tr> </table>	He leído y comprendo las Normativas	SI
He leído y comprendo las Normativas	SI		

4. DESCRIPCIÓN DE PROCESOS – FASES			
	MATERIALES, INSUMOS, EQUIPOS	ACTIVIDAD	IMPACTOS POTENCIALES
Registro Ambiental 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización	Vehículos	Movilización del personal	Contaminación del aire
	Machete, EPP	Limpieza y desbroce del área	Pérdida de cobertura vegetal
	Libreta de campo	Entrevista con los pobladores	Conocimiento del uso del agua
	EPP, Botellas de plástico.	Obtención de Muestras	Riesgos de Caída
	Vehículos	Transporte de Muestras	Contaminación del aire
	Tachos para residuos	Alimentación del personal	Generación de desechos
	Retroexcavadora	Movimiento de Tierra	Alteración en el perfil y propiedades físicas del suelo
	Trailer con camabaja	Transporte de maquinaria	Contaminación del aire - Contaminación Acústica
	Reactivos químicos, libreta de laboratorio	Análisis de las muestras utilizando reactivos	Riesgos de intoxicación por mal manejo de reactivos
EPP, Botellas de plástico.	Disposición final de muestras.	Contaminación de agua por mala disposición de residuos	

5. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE IMPLANTACIÓN	
CLIMA	
Registro Ambiental 10. Información del proyecto 11. Datos generales 12. Marco legal referencial 13. Descripción del proceso 14. Descripción del área de implantación 15. Principales impactos ambientales 16. Plan de manejo ambiental (PMA)	<p>Clima <input type="checkbox"/> Cálido - húmedo</p> <p style="margin-left: 20px;"><input checked="" type="checkbox"/> Cálido - seco</p>
Tipo de Suelo	
	<p style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/> Arcilloso <input checked="" type="checkbox"/> Arenosos</p>

17. Inventario forestal 18. Finalización	<table> <tr> <td>Tipo de suelo</td> <td><input type="checkbox"/> Francos</td> <td><input type="checkbox"/> Rocosos</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Saturados</td> <td><input type="checkbox"/> Otros</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Pendiente del Suelo</td> </tr> <tr> <td>Pendiente del suelo</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Llano (pendiente menor al 30%)</td> <td><input type="checkbox"/> Montañoso (terreno quebrado)</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Ondulado (pendiente mayor al 30%)</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Demografía (población más cercana)</td> </tr> <tr> <td>Demografía</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Entre 0 y 1.000 hbts.</td> <td><input type="checkbox"/> Entre 1.001 y 10.000 hbts.</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Entre 10.001 y 100.000 hbts.</td> <td><input type="checkbox"/> Más de 100.000 hbts.</td> </tr> </table>	Tipo de suelo	<input type="checkbox"/> Francos	<input type="checkbox"/> Rocosos		<input type="checkbox"/> Saturados	<input type="checkbox"/> Otros	Pendiente del Suelo			Pendiente del suelo	<input checked="" type="checkbox"/> Llano (pendiente menor al 30%)	<input type="checkbox"/> Montañoso (terreno quebrado)		<input type="checkbox"/> Ondulado (pendiente mayor al 30%)		Demografía (población más cercana)			Demografía	<input checked="" type="checkbox"/> Entre 0 y 1.000 hbts.	<input type="checkbox"/> Entre 1.001 y 10.000 hbts.		<input type="checkbox"/> Entre 10.001 y 100.000 hbts.	<input type="checkbox"/> Más de 100.000 hbts.																																				
Tipo de suelo	<input type="checkbox"/> Francos	<input type="checkbox"/> Rocosos																																																											
	<input type="checkbox"/> Saturados	<input type="checkbox"/> Otros																																																											
Pendiente del Suelo																																																													
Pendiente del suelo	<input checked="" type="checkbox"/> Llano (pendiente menor al 30%)	<input type="checkbox"/> Montañoso (terreno quebrado)																																																											
	<input type="checkbox"/> Ondulado (pendiente mayor al 30%)																																																												
Demografía (población más cercana)																																																													
Demografía	<input checked="" type="checkbox"/> Entre 0 y 1.000 hbts.	<input type="checkbox"/> Entre 1.001 y 10.000 hbts.																																																											
	<input type="checkbox"/> Entre 10.001 y 100.000 hbts.	<input type="checkbox"/> Más de 100.000 hbts.																																																											
Registro Ambiental 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. <u>Descripción del área de implantación</u> 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización	<table> <tr> <td colspan="3">Abastecimiento de agua población</td> </tr> <tr> <td>Abastecimiento de agua población</td> <td><input type="checkbox"/> Agua lluvia</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Agua potable</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Conexión domiciliaria</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Cuerpo de aguas superficiales</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Grifo publico</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Pozo profundo</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Tanquero</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Evacuación de aguas servidas población</td> </tr> <tr> <td>Evacuación de aguas servidas población</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Alcantarillado</td> <td><input type="checkbox"/> Cuerpos de aguas superficiales</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Fosa séptica</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Letrina</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Ninguno</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Electrificación</td> </tr> <tr> <td>Electrificación</td> <td><input type="checkbox"/> Planta eléctrica</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Red publica</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Otra</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Vialidad y acceso a la población</td> </tr> <tr> <td>Vialidad y acceso a la población</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Caminos vecinales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Vías principales</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Vías secundarias</td> <td><input type="checkbox"/> Otras</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Organización social</td> </tr> <tr> <td>Organización social</td> <td><input type="checkbox"/> Primer grado (comunal, barrial, urbanización)</td> <td><input type="checkbox"/> Segundo grado (Cooperativa, Pre-cooperativa)</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Tercer grado (Asociaciones, recintos)</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Componente fauna</td> </tr> <tr> <td>Piso zoo geográfico donde se encuentra el proyecto</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Tropical Noroccidental (0-800 msnm)</td> </tr> </table>	Abastecimiento de agua población			Abastecimiento de agua población	<input type="checkbox"/> Agua lluvia	<input checked="" type="checkbox"/> Agua potable		<input type="checkbox"/> Conexión domiciliaria	<input checked="" type="checkbox"/> Cuerpo de aguas superficiales		<input type="checkbox"/> Grifo publico	<input checked="" type="checkbox"/> Pozo profundo		<input type="checkbox"/> Tanquero		Evacuación de aguas servidas población			Evacuación de aguas servidas población	<input checked="" type="checkbox"/> Alcantarillado	<input type="checkbox"/> Cuerpos de aguas superficiales		<input checked="" type="checkbox"/> Fosa séptica	<input checked="" type="checkbox"/> Letrina		<input type="checkbox"/> Ninguno		Electrificación			Electrificación	<input type="checkbox"/> Planta eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/> Red publica		<input type="checkbox"/> Otra		Vialidad y acceso a la población			Vialidad y acceso a la población	<input checked="" type="checkbox"/> Caminos vecinales	<input checked="" type="checkbox"/> Vías principales		<input checked="" type="checkbox"/> Vías secundarias	<input type="checkbox"/> Otras	Organización social			Organización social	<input type="checkbox"/> Primer grado (comunal, barrial, urbanización)	<input type="checkbox"/> Segundo grado (Cooperativa, Pre-cooperativa)		<input checked="" type="checkbox"/> Tercer grado (Asociaciones, recintos)		Componente fauna			Piso zoo geográfico donde se encuentra el proyecto	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Tropical Noroccidental (0-800 msnm)
Abastecimiento de agua población																																																													
Abastecimiento de agua población	<input type="checkbox"/> Agua lluvia	<input checked="" type="checkbox"/> Agua potable																																																											
	<input type="checkbox"/> Conexión domiciliaria	<input checked="" type="checkbox"/> Cuerpo de aguas superficiales																																																											
	<input type="checkbox"/> Grifo publico	<input checked="" type="checkbox"/> Pozo profundo																																																											
	<input type="checkbox"/> Tanquero																																																												
Evacuación de aguas servidas población																																																													
Evacuación de aguas servidas población	<input checked="" type="checkbox"/> Alcantarillado	<input type="checkbox"/> Cuerpos de aguas superficiales																																																											
	<input checked="" type="checkbox"/> Fosa séptica	<input checked="" type="checkbox"/> Letrina																																																											
	<input type="checkbox"/> Ninguno																																																												
Electrificación																																																													
Electrificación	<input type="checkbox"/> Planta eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/> Red publica																																																											
	<input type="checkbox"/> Otra																																																												
Vialidad y acceso a la población																																																													
Vialidad y acceso a la población	<input checked="" type="checkbox"/> Caminos vecinales	<input checked="" type="checkbox"/> Vías principales																																																											
	<input checked="" type="checkbox"/> Vías secundarias	<input type="checkbox"/> Otras																																																											
Organización social																																																													
Organización social	<input type="checkbox"/> Primer grado (comunal, barrial, urbanización)	<input type="checkbox"/> Segundo grado (Cooperativa, Pre-cooperativa)																																																											
	<input checked="" type="checkbox"/> Tercer grado (Asociaciones, recintos)																																																												
Componente fauna																																																													
Piso zoo geográfico donde se encuentra el proyecto	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Tropical Noroccidental (0-800 msnm)																																																											

	<input type="checkbox"/> Tropical Oriental (0-800 msnm)	
Grupos faunísticos	<input type="checkbox"/> Anfibios	<input checked="" type="checkbox"/> Aves
	<input checked="" type="checkbox"/> Insectos	<input checked="" type="checkbox"/> Mamíferos
	<input type="checkbox"/> Peces	<input checked="" type="checkbox"/> Reptiles
	<input type="checkbox"/> Ninguna	

Registro Ambiental	6. PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES		
	MATERIALES E INSUMOS		
	ACTIVIDAD	FACTOR	IMPACTO
1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización	Movimiento de Tierra	Calidad de suelo	Alteración en el perfil y propiedades físicas del suelo
	Transporte de maquinaria	Calidad del Aire	Contaminación del aire - Contaminación Acústica
	Análisis de las muestras utilizando reactivos	Salud laboral	Riesgos de intoxicación por mal manejo de reactivos
	Disposición final de muestras.	Calidad de agua	Contaminación de agua por mala disposición de residuos

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Registro Ambiental	7. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				
	(Ingresar los planes que apliquen a su proyecto, obra o actividad)				
	Limpieza y desbroce del área				
1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización	Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto
	Monitoreo de la afectación de la flora, evitando el podas que no permitan la recuperación de las planta.	Promotor	6/09/2021	7/09/2021	\$200,00
			20/09/2021	21/09/2021	
	Transporte de Muestras				
	Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto
	Mantenimiento preventivo del vehículo.	Promotor	13/09/2021	15/09/2021	\$120,00
	Alimentación del personal				
	Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto
	Disposición de desechos comunes	Promotor	06/09/2021	22/09/2021	\$60,00
	Movimiento de Tierra				
	Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto
	Maquinaria para rellenar el pozo luego de tomada la muestra	Promotor	20/09/2021	20/09/2021	\$200,00
	Transporte de maquinaria				
	Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto
	Equipo de protección personal - Tanquero de agua con aspersor	Promotor	20/09/2021	22/09/2021	\$320,00
Análisis de las muestras utilizando reactivos					
Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto	
Equipo de protección personal	Promotor	22/09/2021	8/10/2021	\$550,00	

Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto
Disposición final de muestras.				
Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto
Manejo de residuos contaminantes por una compañía especializada	Promotor	22/09/2021	8/10/2021	\$190,00
Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto
Cronograma del Plan de Manejo Ambiental				
PMA	meses			Costo \$
	1	2	3	
Monitoreo de la afectación de la Flora	X			\$200,00
Mantenimiento preventivo del vehículo.	X			\$120,00
Disposición de desechos comunes	X			\$60,00
Relleno de pozo excavado	X			\$200,00
Control de material particulado	X			\$100,00
Equipo de protección personal	X			\$220,00
Equipo de protección personal laboratorio		X		\$550,00
Manejo de residuos contaminantes por una compañía especializada		X		\$190,00

8. INVENTARIO FORESTAL	
Registro Ambiental 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. <u>Inventario forestal</u> 9. Finalización	<p>¿Su proyecto tiene remoción de cobertura vegetal nativa?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO</p>

4.8 Conclusiones y Recomendaciones

- El Proyecto “Diagnostico de las fuentes de salinidad para identificar el comportamiento hidrológico e hidroquímico a lo largo del Canal de riego Chongón – San Vicente luego de su registro en el SUIA se ubicó en la categoría de “Investigación y desarrollo experimental en ciencias geología” como su actividad principal y “Perforaciones de prueba, sondeos de exploración y recogida de muestras para actividades de construcción y para fines geofísicos, geológicos o similares” como actividad complementaria.
- El nivel de impacto del proyecto es No significativo, por lo que su realización establece un beneficio para la comunidad sin mayor afectación al medio ambiente, dada la necesidad de agua para riego para dinamizar la actividad agrícola que es una de las principales fuentes del empleo en el sector.
- Toda actividad humana produce impactos ambientales por lo es necesario el Plan de Manejo Ambiental que tiene un costo total de \$1640,00 Dólares americanos y una duración de 2 meses, es decir durante la totalidad de la implementación del proyecto.

- Se recomienda dar seguimiento a todas las fases del proyecto y a la correcta implementación del Plan de Manejo Ambiental y de ser necesario implementar nuevas acciones orientadas a disminuir aún más los impactos ambientales sobre el sector.
- Se recomienda obtener el Certificado Ambiental correspondiente para el proyecto propuesto, además de respetar las disposiciones que pueda dar la autoridad.

CAPÍTULO 5

5. PRESUPUESTO DE CONSULTORIA

El presupuesto del diseño de muestra esta desglosado en costos directos e indirectos más el porcentaje de Impuesto al Valor Agregado requerido por la ley vigente. (Tabla 5.1).

Tabla 5.1 Presupuesto General de la Consultoría

	Concepto	DESCRIPCIÓN		Valor total USD
COSTOS DIRECTOS	A	SUELDOS		
	1	Personal técnico		\$ 9,880.00
	2	Personal auxiliar y administrativo		\$ 2,850.00
	B	CARGAS SOCIALES		
	1	Personal técnico		\$ 2,594.77
	2	Personal auxiliar y administrativo		\$ 835.63
	C	ENSAYOS DE LABORATORIO		\$ 1,899.79
	D	ALQUILER, ARREND., MISCELANEOS		\$ 3,270.00
COSTOS INDIRECTOS	E	GASTOS GENERALES	20%	\$ 25,596.22
		TOTAL GENERAL (A+B+C+D+E)		\$ 46,926.39
			IVA (12%)	\$ 5,631.17
			G. TOTAL	\$ 52,557.56

5.1 Sueldos y Cargas Sociales

En el proyecto se considera la necesidad de contar con diversos tipos de personal, de naturaleza técnica y el auxiliar. En el primer grupo se contempla la contratación de un Director del Proyecto, un Coordinador y un Ingeniero Civil con experiencia en el campo de estudio.

En el segundo grupo se considera la contratación de un Ingeniero Civil junior, 2 estudiantes de Ingeniería Civil y un chofer.

El primer grupo estará involucrado durante toda la duración del proyecto (2 meses) con los porcentajes de participación indicados en la tabla 5.2. El segundo grupo tendrá su mayor participación en las actividades de campo y de laboratorio por lo que en general estará activo en el proyecto durante 1 mes, con los porcentajes de participación indicados en la tabla 5.2.

Tabla 5.2 Desglose de Sueldos del personal.

Sueldos (A)						
Sueldos del personal técnico						
Cargo	Cantidad	Tiempo previsto (meses)	%	H/M (teórico)	Sueldo	
			participación		Sueldo/mes*	Total
Director de proyecto	1	2	40%	0.8	\$ 3,500.00	\$ 2,800.00
Coordinador de proyecto	1	2	70%	1.4	\$ 2,200.00	\$ 3,080.00
Ingeniero civil	1	2	80%	1.6	\$ 2,500.00	\$ 4,000.00
Totales						\$ 9,880.00

Sueldos del personal auxiliar

Cargo	Cantidad	Tiempo previsto (meses)	%	H/M (teórico)	Sueldo	
			participación		Sueldo/mes*	Total
A. Personal auxiliar (técnico)						
Ingeniero civil junior	1	1	75%	0.75	\$ 1,800.00	\$ 1,350.00
Ayudante de ingeniería (estudiante)	2	1	100%	2	\$ 500.00	\$ 1,000.00
B. Personal administrativo						
Chofer	1	1	50%	1	\$ 250.00	\$ 250.00
Totales						2,600.00
					Total	12,480.00

En la tabla 5.3 se observa los costos de las cargas sociales sobre las contrataciones del personal, según la ley vigente en el país.

Tabla 5.3 Desglose de Cargas Sociales del personal.

Cargas sociales (B)										
Sueldos del personal técnico										
Cargo	Sueldo	H/M	IECE 0,50%	SECAP 0,5%	IESS 11,15%	Seguro campesino 0,35%	Vacaciones	XIII	XIV	Total Carga
Director de proyecto	\$ 3,500.00	0.8	\$ 14.00	\$ 14.00	\$ 312.20	\$ 9.80	\$ 116.67	\$ 233.33	\$ 26.27	\$ 726.27
Coordinador de proyecto	\$ 2,200.00	1.4	\$ 15.40	\$ 15.40	\$ 343.42	\$ 10.78	\$ 128.33	\$ 256.67	\$ 45.97	\$ 815.97
Ingeniero civil	\$ 2,500.00	1.6	\$ 20.00	\$ 20.00	\$ 446.00	\$ 14.00	\$ 166.67	\$ 333.33	\$ 52.53	\$1,052.53
									Sub Total	\$ 2,594.77
Sueldos del personal auxiliar y administrativo										
Cargo	Sueldo	H/M	IECE 0,50%	SECAP 0,5%	IESS 11,15%	Seguro campesino 0,35%	Fondos de reserva	XIII	XIV	Total Carga
A. Personal auxiliar (técnico)										
Ingeniero civil (Jr.)	\$ 1,800.00	0.8	\$ 6.75	\$ 6.75	\$ 150.53	\$ 4.73	\$ 56.25	\$ 112.50	\$ 24.63	\$ 362.13
Ayudante de ingeniería (estudiante)	\$ 500.00	2.0	\$ 5.00	\$ 5.00	\$ 111.50	\$ 3.50	\$ 41.67	\$ 83.33	\$ 65.67	\$ 315.67
B. Personal administrativo										
Chofer	\$ 500.00	0.5	\$ 1.25	\$ 1.25	\$ 27.88	\$ 0.88	\$ 10.42	\$ 20.83	\$ 16.42	\$ 78.92
Totales									Sub Total	\$ 756.71
									Gran total (B)	\$ 3,351.48

5.2 Ensayos de Laboratorio

Además de los datos tomados en el campo con la Multiparamétrica HANNAH HI 9829, se considera dentro del proyecto la realización de ensayos en laboratorio con el objetivo de determinar la concentración de los iones más representativos para determinar la composición de las aguas analizadas.

En la tabla 5.4 se describen cuáles son estos ensayos y su costo antes del IVA. Además como se describe en el capítulo 2 se realizaran dichos ensayos en 13 muestras recolectadas en el campo.

Tabla 5.4 Desglose de Ensayos de Laboratorio y su costo antes de IVA

Analitos	Método	Rango (Límite de detección - límite de cuantificación)	Precio Unitario	Cantidad	Precio Final
Coliformes totales	UFC		\$ 26.00	13	\$ 338.00
Ca	Espectrofotométrico		\$ 13.45	13	\$ 174.85
Mg	Espectrofotométrico		\$ 15.00	13	\$ 195.00
Na	Espectrofotométrico		\$ 16.99	13	\$ 220.84
K	Espectrofotométrico	0,1 - 7,0	\$ 16.99	13	\$ 220.84
HCO ₃	Espectrofotométrico		\$ 12.28	13	\$ 159.58
Cl	Espectrofotométrico	0,1 - 25,0	\$ 11.75	13	\$ 152.75
Nitratos (NO ₃)	Espectrofotométrico	0,1 - 10	\$ 17.38	13	\$ 225.88
Nitritos (NO ₂)	Espectrofotométrico	0,02 - 0,3	\$ 16.31	13	\$ 212.06
Sub Total					\$ 1,899.79

5.3 Alquileres y Misceláneos

El proyecto considera el alquiler de un vehículo tipo camioneta para la movilización del personal y los equipos de medición en el campo, así como 2 aparatos de georeferenciación por satélite (GPS), una equipo Multiparamétrico HANNAH HI 9829 para medición de parámetros inestables en campo y equipos de oficina, según los costos y el tiempo detallados en la tabla 5.5.

Además se contabiliza el costo de impresiones, herramientas menores y demás artículos, y los equipos de protección personal para todos los involucrados en el proyecto.

Tabla 5.5 Descripción de costos de Alquileres y misceláneos.

Concepto	Cantidad	Tiempo	Valor unitario	Costo total
Alquiler				
Camioneta	1	20	\$ 80.00	\$ 1,600.00
GPS diferencial	2	1	\$ 50.00	\$ 100.00
Equipos de oficina	1	2	\$300.00	\$ 600.00
Multiparamétrica HANNAH HI 9829	1	1	\$100.00	\$ 100.00
Subtotal				\$ 2,400.00
Misceláneos				
Impresiones, herramientas menores, varios	1	2	\$ 50.00	\$ 100.00
Equipos de protección personal	7	2	\$110.00	\$ 770.00
Subtotal				\$ 870.00
			Total	\$ 3,270.00

5.4 Estructura de Desglose de Trabajo

La Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) se define como un proceso orientado a la descomposición jerárquica de trabajo que deberá ser ejecutado por el equipo del proyecto para cumplir los objetivos del proyecto y crear los resultados deseados. La EDT deberá representar una clara descripción sobre lo que se debe entregar y su alcance (Macias, 2009).

En la figura 1.1 se observa la EDT del proyecto sugerido.

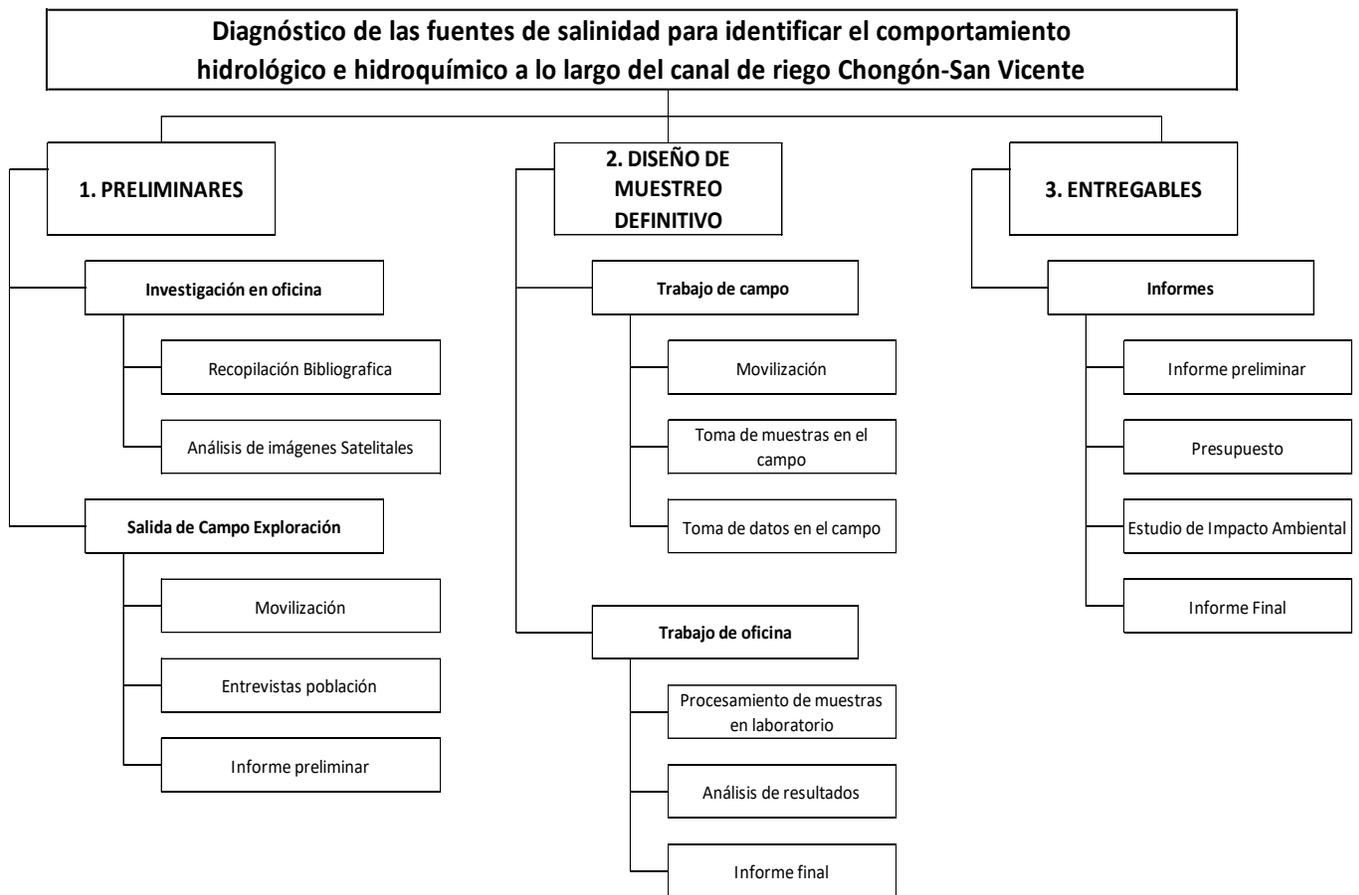


Imagen 5.1 Estructura de Desglose de Trabajo sugerida.

5.5 Cronograma de Trabajo

En la figura 1.2 se observa el cronograma de trabajo incluyendo todas las actividades consideradas anteriormente. Abarca 2 meses de trabajo dividido en dos grandes etapas, la etapa preliminar y la etapa de Diseño del Estudio definitivo. La primera con una duración de 3 semanas (33%) y la segunda con una duración de 6 semanas (66%).

La etapa Preliminar se divide en Investigación preliminar o bibliográfica (5 días laborales), una salida de campo (2 días laborales) y la elaboración del Informe Preliminar (8 días laborales). La etapa de Diseño del Estudio Definitivo abarca una salida de campo para toma de muestras y medición de parámetros inestables (2 días laborales), el Procesamiento de las muestras en el laboratorio (13 días laborables) y la Elaboración del Informe definitivo (15 días laborables).

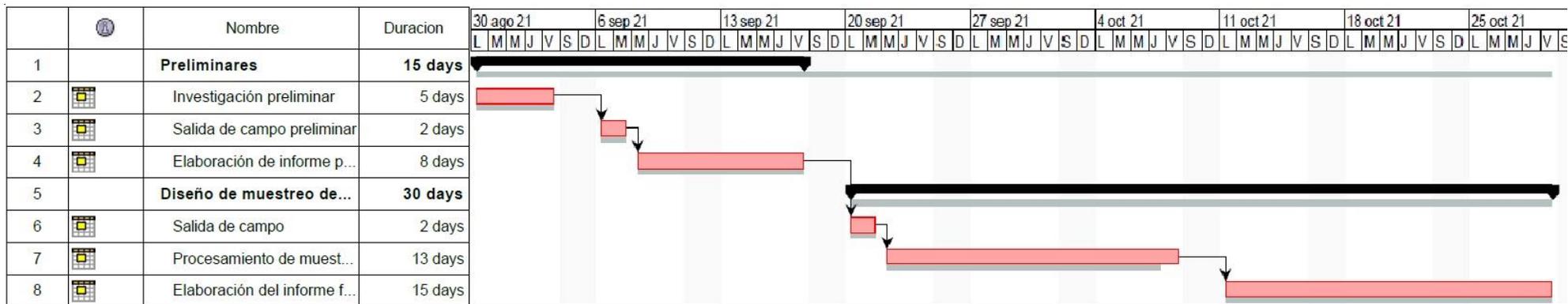


Imagen 5.2 Cronograma del proyecto.

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Los análisis de las muestras de aguas tomadas dentro del cauce del canal cumplen con las normas ambientales nacionales vigentes, al tener riesgo de salinidad y de alcalinidad bajos, pero hay que considerar que ante el aumento de la actividad agrícola en el sector es necesario el monitoreo constante de la situación.
- El agua subterránea de la zona de estudio tiene serios problemas de salinidad, pero su origen puede no ser artificial, sino natural dada la infiltración de agua marina hacia los acuíferos subterráneos del área estudiada.
- El costo de este estudio (\$ 52,557.56) es bajo considerando los beneficios de mantener la calidad del agua suministrada y así desarrollar el potencial agrícola de la Península de Santa Elena y del país.

6.2 Recomendaciones

- Investigar con mayor profundidad la posible contaminación con magnesio en las aguas superficiales del área de estudio, ya que en el alcance de este trabajo no se pudo determinar su fuente.

- Coordinar con el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica y con la Oficina Técnica de la Prefectura de Santa Elena la realización periódica de estudios similares para monitorear a largo plazo la calidad del agua.
- Socializar este informe con las autoridades locales de las poblaciones afectadas para su incorporación en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial seccionales.

BIBLIOGRAFÍA

- Clean Water Team. (2004). *Folleto Informativo Conductividad Eléctrica/Salinidad*.
Obtenido de https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3130sp.pdf
- García-Garizábal, I. (2017). *Evolución climática en la costa de Ecuador por efecto del cambio climático*. DYNA.
- Greenleaf Ambiental Compañía Cia. Ltda. (2011). *Estudio de Impacto Ambiental definitivo de la Línea de Transmisión Chongón-Santa Elena a 230Kv y Subestación Lago de Chongón a 138/230Kv*. CELEC.
- INEC. (2020). *Censo de Población y Vivienda*.
- Macias, R. G. (2009). *Diseño de una Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) en base a la integración metodológica del diseño axiomático y la administración de proyectos*. Ciudad de México: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
- Matas, A. (2018). *Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión*.
Obtenido de Scielo : http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-40412018000100038&lng=es&nrm=iso. ISSN 1607-4041.
- Rodríguez Ayala, C. M. (2014). *Caracterización hidrogeológica de las cuencas de los ríos Javita y Zapotal de la península de Santa Elena*. Quito: UCE.
- SENAGUA. (2016). *Estrategia Nacional de Agua Potable y Saneamiento*.