



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER
HUMANO**

**ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y
GESTIÓN DEL RIESGO**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA
OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO EN
ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL
RIESGO**

TEMA:

**ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD FUNCIONAL DEL
SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL ÁREA URBANA DE LA
CIUDAD DE SAN MIGUEL, PROVINCIA BOLÍVAR, PERIODO
2021**

AUTORES:

JENNIFER KAROLINA CARRILLO MASAQUIZA

EDDI SAMUEL TUALOMBO FIERRO

TUTOR:

ARQ. CÉSAR PAZMIÑO

GUARANDA – ECUADOR

CERTIFICACIÓN DEL TUTORIA

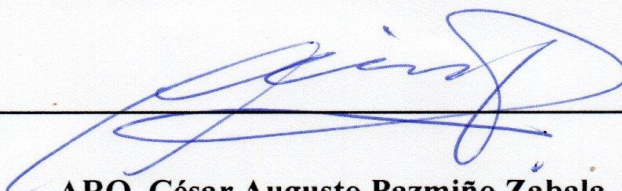
Guaranda ,25 de julio de 2022

**EL SUSCRITO, ARQ. CÉSAR AUGUSTO PAZMIÑO ZABALA, DOCENTE
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

CERTIFICA:

Que el proyecto de investigación titulado: **“ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL ÀREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, PROVINCIA BOLÌVAR, PERIODO 2021”**, elaborado por los estudiantes: Carrillo Masaquiza Jennifer Karolina, con cédula de identidad 020209364-7 y Tualombo Fierro Eddi Samuel, con cédula de identidad 025007125-5. Previo a la obtención del título de Ingeniero en Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, ha sido debidamente revisado y se ha incorporado las observaciones realizadas por los docentes que actuaron como pares académicos, por lo que reúne los requisitos académicos y legales establecidos en el reglamento de titulación de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano. De tal forma que autorizo la presentación en las instancias respectivas para el trámite correspondiente en la facultad.

Atentamente,



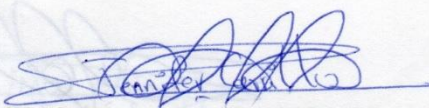
ARQ. César Augusto Pazmiño Zabala

Tutor

AUTORÍA

AUTORÍA

Nosotras/o, Carrillo Masaquiza Jennifer Karolina y Tualombo Fierro Eddi Samuel, egresado de la carrera de Administración Para Desastres y Gestión Del Riesgo de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar, bajo juramento declaramos en forma libre y voluntaria que el presente proyecto de titulación denominado: **“ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL ÀREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, PROVINCIA BOLÌVAR, PERIODO 2021”**, ha sido ejecutado por nosotras/o con la orientación del tutor Arq. César Augusto Pazmiño Zabala, docente de la Carrera De Administración Para Desastres y Gestión Del Riesgo, de la Universidad Estatal De Bolívar, siendo de nuestra autoría, debo dejar constancia que las expresiones obtenidas dentro de este análisis que hemos realizado, basándonos en bibliografías actualizada que se incluyen y que han sido consultadas con sus respectivos autores.


Carrillo Masaquiza Jennifer Karolina

C.C. 020209364-7


Tualombo Fierro Eddi Samuel

C.C. 025007125-5

Notaria Tercera del Cantón Guaranda
Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez
Notario



N° ESCRITURA 20220201003P02224

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR: TUALOMBO FIERRO EDDI SAMUEL y CARRILLO MASAQUIZA JENNIFER KAROLINA

INDETERMINADA DI: 2 COPIAS H.R.

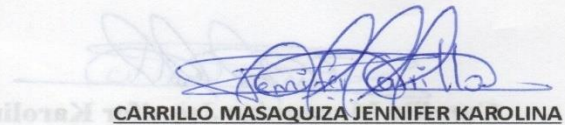
Factura: 001-006 -000002154

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día siete de Octubre del dos mil veintidós, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparecen los señores : TUALOMBO FIERRO EDDI SAMUEL, casado, celular 0986170232, de ocupación estudiante, domiciliado en esta Ciudad de Guaranda Provincia Bolívar, y CARRILLO MASAQUIZA JENNIFER KAROLINA, soltera, celular 0939485274, de ocupación estudiante, domiciliada en esta Ciudad de Guaranda Provincia Bolívar, por sus propios y personales derechos, obligarse a quien de conocerle doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; bien instruidos por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertidos de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presenta su declaración Bajo Juramento declaran lo siguientes "Previo a la obtención del título de Ingenieros en Administración para Desastres y Gestión de Riesgo, manifiesto que el criterio e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado "ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, PROVINCIA BOLÍVAR, PERIODO 2021", es de mi exclusiva responsabilidad en calidad de autores, previo a la obtención de título de Ingenieros en Administración para Desastres y Gestión de Riesgo, en la universidad Estatal de Bolívar. Es todo cuanto puedo declarar en honor a la verdad, la misma que hago para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que les fue a los comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, queda incomparada al protocolo de esta notaria aquella se ratifica y firma conmigo de todo lo cual doy Fe.



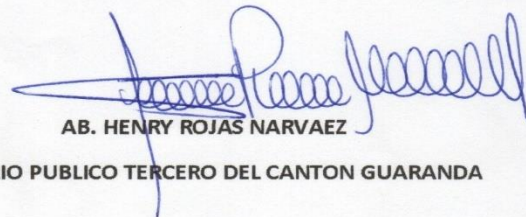
TUALOMBO FIERRO EDDI SAMUEL

c.c 023007125-5



CARRILLO MASAQUIZA JENNIFER KAROLINA

c.c. 020209364-7



AB. HENRY ROJAS NARVAEZ

NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA

EL NOTA....

DEDICATORIA

Dedicado a Dios que me ha dado la salud, vida, inteligencia y por saberme guiar por un buen camino, porque si lo puedes imaginar lo puedes lograr, Albert Einstein, esto significa que podemos llegar tan lejos como queramos nuestro único límite, es nuestra imaginación.

Con todo mi amor a mis padres MANUEL CARRILLO Y ROSANA MASAQUIZA por toda su abnegación, lucha y sacrificio diario, que a pesar de no ser mis acompañantes permanentes en mi hogar no han descuidado mi formación y educación. A mis hermanas, abuelitos y a mi suegra que han caminado junto a mi brindándome su confianza, cariño y apoyo, hasta alcanzar glorias como estas que hoy festejamos juntos.

Dedicado con todo mi corazón y cariño a mi hijo IAN GAEL MELENDREZ CARRILLO por ser mi motor para salir adelante superando todos los obstáculos que la vida me ponga, también va dedicado a mi amado esposo Napoleón Melendrez por ser mi apoyo incondicional.

Jennifer Karolina Carrillo Masaquiza

DEDICATORIA

Este trabajo principalmente la dedico a Dios por haberme dado salud y vida y haber derramado bendiciones en mi familia, ya que a eso he podido llegar a tan importante de mi formación académica.

A mis padres RAFAEL TUALOMBO Y MERCEDES FIERRO por haber hecho el esfuerzo posible para que yo terminara mi carrera académica que día a día han estado pendientes de mí y brindándome el apoyo moral y económico. Y como no dedicarle este logro a mi querida hija KELLY NOHEMI TUALOMBO CHIMBO que es el motivo para seguir adelante a pesar de las adversidades que se han presentado, a mi esposa que siempre ha estado conmigo apoyándome y brindándome su comprensión y cariño. A mi abuela ROSARIO PUJOS a quien la amo como a mi madre quien desde muy niño me cuido y me enseñó valores que hasta el día de hoy lo sigue haciendo. A mis hermanos, DEIBY, AMY Y EZEQUIEL quienes forman parte de mi familia y a quien los amo y aprecio tanto. Gracias a todos ellos he logrado que mi sueño se haga realidad.

Eddi Samuel Tualombo Fierro

AGRADECIMIENTO

El secreto del éxito está en la constancia para lograr todos los sueños, que no se los hubiera podido alcanzar sin el optimismo y ahincó. Agradezco a la Universidad Estatal de Bolívar, y en especial a la Escuela de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, por abrirme las puertas, así también a todos mis docentes quienes directa o indirectamente han sabido impartir sus conocimientos.

En especial al Arq. César Pazmiño gracias por dedicar el tiempo necesario para que este trabajo de investigación se llevara a cabo y tenga la consistencia necesaria para su aprobación.

Jennifer Karolina Carrillo Masaquiza

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por permitirme tener experiencias académicas dentro de la Universidad Estatal de Bolívar, a la Facultad de Ciencias de la Salud y a la carrera de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo quienes nos acogieron en sus aulas para formarnos académicamente y como no a nuestros docentes quienes nos impartieron sus conocimientos y apoyaron para seguir adelante.

Agradezco también al Arq. César por habernos brindado su tiempo y apoyarnos en el transcurso de la elaboración de la tesis. Y gracias a él se pudo obtener una investigación favorable.

Eddi Samuel Tualombo Fierro

TEMA

ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, PROVINCIA BOLÍVAR, PERIODO 2021.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN DEL TUTORIA	I
AUTORÍA.....	II
.....	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	VI
TEMA	VIII
ÍNDICE	IX
INDICE DE TABLAS	XIII
INDICE DE FIGURAS.....	XV
INDICE DE ANEXOS.....	XVII
CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO, EMITIDO POR EL TUTOR(A)	XVIII
RESUMEN EJECUTIVO	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA	5
1.1. Planteamiento del Problema.....	5
1.2. Formulación del Problema	7
1.3. Objetivos	7
1.3.1. Objetivo General.....	7
1.3.2. Objetivos Específicos	7

1.4. Justificación de la Investigación.....	8
1.5. Limitaciones	9
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	10
2.1. Antecedentes de la Investigación	10
2.2. Bases Teóricas	13
2.3. Definición de Términos (Glosario)	23
2.4. Sistemas de Variables.....	26
2.4.1. Variable independiente	26
2.4.2. Variable dependiente	26
2.5. Operacionalización de variables.....	27
CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO	30
3.1. Nivel de Investigación.....	30
3.2. Tipo de investigación	35
3.3. Diseño.....	36
3.4. Población y Muestra	36
3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	38
3.6. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos (Estadístico utilizado), para cada uno de los objetivos específicos.....	39
CAPÍTULO 4: RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	40
4.1. Resultados según objetivo 1	40
4.1.1. Caracterización del sistema de agua potable	40

4.1.2. Área de captación	41
4.1.3. Planta de Tratamiento Camino al Cielo.....	48
4.1.4. Distribución	49
4.1.5. Análisis de laboratorio del agua potable y especificaciones técnicas	51
4.1.6. Tanques de reserva	53
4.2. Resultados según objetivo 2	60
4.2.1. Vulnerabilidad funcional del Sistema de Agua Potable de la ciudad de San Miguel de Bolívar.	60
4.2.2. Determinación del análisis de la vulnerabilidad funcional.....	63
4.2.3. Vulnerabilidad Física del sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar	65
4.2.4. Percepción de la población del funcionamiento del sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de Sa Miguel de Bolívar	75
4.2.5. Vulnerabilidad Administrativa	86
4.2.6. Identificación de la forma de operación del sistema de agua potable	89
4.3. Resultado según objetivo 3.....	90
4.3.1. Presentación del plan de contingencia.....	90
4.3.2. Objetivos del plan de contingencia.....	91
4.3.3. Programas del plan de contingencia	92
4.3.4. Matriz de plan de contingencia.....	93
CAPÍTULO 5. MARCO ADMINISTRATIVO.....	101
4.4. Cronograma de actividades del proyecto de investigación	101
4.5. Presupuesto para el desarrollo del proyecto de investigación	102

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	103
6.1. Conclusiones	103
6.2. Recomendaciones	104
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	105
ANEXOS	108

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Calificación de la vulnerabilidad funcional Sistema de Agua Potable de Guaraczapas.....	12
Tabla 2 Operacionalización Variable Independiente	27
Tabla 3 Operacionalización Variable Independiente	29
Tabla 4 Calificación de vulnerabilidad funcional	33
Tabla 5 Rangos y niveles de vulnerabilidad funcional.....	35
Tabla 6 Población del área urbana desde 1950-2010	37
Tabla 7 Rango y nivel de vulnerabilidad física.....	39
Tabla 8 Captación.....	46
Tabla 9 Conducción.....	47
Tabla 10 Planta de Tratamiento.....	48
Tabla 11 Red de Distribución.....	49
Tabla 12 Análisis de agua según los parámetros de la Norma INEN 1108	51
Tabla 13 Tanques de reserva en la ciudad de San Miguel de Bolívar.....	53
Tabla 14 Variables de la matriz SNGRE/PNUD /OPS Vulnerabilidad Funcional.....	60
Tabla 15 Vulnerabilidad Funcional del Sistema de Agua Potable	64
Tabla 16 Variables matriz SNGRE/PNUD	65

Tabla 17 Variables matriz OPS/OMS	66
Tabla 18 Variables de Vulnerabilidad Física- Planta de Captación	67
Tabla 19 Variables de la Vulnerabilidad Física- Línea de Conducción..	68
Tabla 20 Matriz de vulnerabilidad física Planta de Tratamiento y Distribución.....	71
Tabla 21 Qué nivel satisfacción cree que UD. Recibe el servicio de agua potable.....	76
Tabla 22 Previa a una suspensión del servicio de agua potable ésta fue anticipada oportunamente, por qué medio.	77
Tabla 23 Ud. Como beneficiario del agua potable, cuál sería la mejora en el servicio que brinda el EPMAPA-SM.....	79
Tabla 24 Como califica usted, la calidad del agua que brinda EPMAPA-SM	80
Tabla 25 Si es que ha presentado algún daño de suministro de agua, ¿Cómo ha sido la atención?	81
Tabla 26 Considera usted que el control de medidores realizados por los trabajadores del EPMAPA-SM es llevado correctamente	83
Tabla 27 Cómo considera su recibo de consumo de agua potable	84
Tabla 28 Qué cree que debe mejorar para contar un buen servicio de agua potable.....	85
Tabla 29 Matriz de Vulnerabilidad Administrativa OPS.	87
Tabla 30 Matriz de Vulnerabilidad Operativa OPS.	88
Tabla 31 Matriz forma de operación del sistema de agua potable	90
Tabla 32 Matriz de plan de contingencia del sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar.....	93

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Línea de conducción, que atraviesa zonas expuestas a deslizamientos	10
Figura 2 Daños en el sistema de agua potable de la ciudad de Guaranda	11
Figura 3 Captación de agua cruda del Rio Cañi.....	18
Figura 4 Sistema de Conducción de Agua Potable de la ciudad de San Miguel de Bolívar	18
Figura 5 Planta de Tratamiento de agua cruda.....	19
Figura 6 Entrada de agua cruda para ser tratada	19
Figura 7 Proceso de Coagulación.....	20
Figura 8 Proceso de Floculación	20
Figura 9 Proceso de Sedimentación	21
Figura 10 Proceso de Filtración de Agua.....	21
Figura 11 Proceso de desinfección.....	22
Figura 12 Válvulas de distribución del agua.....	22
Figura 13 Mapa de ubicación del sistema de agua potable de la ciudad de San Miguel de Bolívar	41
Figura 14 Área de captación del sistema de agua potable de la ciudad de San Miguel de Bolívar	42
Figura 15 Mapa de vías de acceso al área de captación	43
Figura 16 Obras captación	44

Figura 17 Canales de conducción de agua río.....	44
Figura 18 Tanque sedimentador.....	45
Figura 19 Tanque de reserva principal de 400m3	55
Figura 21 Tanque de reserva de 200m3	56
Figura 22 Tanque de reserva de 400m3	56
Figura 23 Tanques de reserva de 100m ³ -200m ³	57
Figura 24 Tanques de reserva de 150m ³ -100m ³	58
Figura 25 Tanque de reserva de 100m ³	59
Figura 26 Tanque de reserva de 200m ³	59
Figura 27 Qué nivel satisfacción cree que UD. Recibe el servicio de agua potable.....	76
Figura 28 Previa a una suspensión del servicio de agua potable ésta fue anticipada oportunamente, por qué medio	78
Figura 29 Ud. Como beneficiario del agua potable, cuál sería la mejora en el servicio que brinda el EPMAPA-SM.....	79
Figura 30 Como califica usted, la calidad del agua que brinda EPMAPA-SM.....	80
Figura 31 Si es que ha presentado algún daño de suministro de agua, ¿Cómo ha sido la atención?	81
Figura 32 Considera usted que el control de medidores realizados por los trabajadores del EPMAPA-SM es llevado correctamente	83
Figura 33 Cómo considera su recibo de consumo de agua potable	84
Figura 34 Qué cree que debe mejorar para contar un buen servicio de agua potable.....	86

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Entrevista realizada al departamento técnico	108
Anexo 2 Encuesta a la población de la ciudad de San Miguel de Bolivar	110
Anexo 3 Memorias fotográficas del recorrido en el área de estudio	111
Anexo 4 Matriz PNUD /OPS Vulnerabilidad Funcional.	113
Anexo 5 Matriz combinada PNUD y OPS vulnerabilidad física.....	114
Anexo 6 Matrices de la Organización Panamericana de la Salud utilizado para realizar el levantamiento de información.	115
Anexo 7 Análisis de laboratorio del agua potable de la ciudad de San Miguel de Bolívar	117

CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO, EMITIDO POR EL TUTOR(A)

SEGUIMIENTO DE EJECUCIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

DATOS GENERALES

TÍTULO: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL, PROVINCIA BOLÍVAR. PERIODO DICIEMBRE 2021 – MAYO 2022.

NOMBRE Y APELLIDOS DEL DIRECTOR O TUTOR: César Augusto Pazmiño Zabala

NOMBRE Y APELLIDOS DE/LOS ESTUDIANTES INTEGRANTES: Jennifer Karolina Carrillo Masaquiza, Eddi Samuel Tualombo Fierro

FECHA DE INICIO DEL PROYECTO, 14 de diciembre del 2021, **FECHA DE FINALIZACIÓN PROYECTO:** DEL 25 de julio 2022

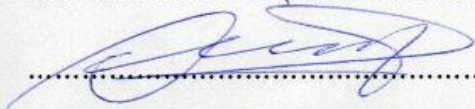
SEGUIMIENTO EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	HORAS DE TUTORÍA O DIRECCIÓN(80)*	HORAS AUTÓNOMAS CUMPLIDAS POR EL ESTUDIANTE (320)*	ACTIVIDADES CUMPLIDAS
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA • Formulación del Problema	4 (semana 1)	20	Cumplida
OBJETIVOS • Definición de objetivo general y específicos	8 (semanas 2 y 3)	20	Cumplida
3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	4 (semana 4)	20	Cumplida
4. MARCO TEÓRICO • Antecedentes de la Investigación • Bases Teóricas-científica • Definición de Términos (Glosario) • Sistemas de hipótesis (de ser necesarias) • Definición y sistema de Variables	12 (semana 5, 6 y 7)	50	Cumplida
5. MARCO METODOLÓGICO • Nivel de Investigación • Diseño • Población y Muestra • Técnicas e Instrumentos de recolección de datos • Técnicas de procesamiento y Análisis de datos (estadístico utilizado)	12 (semana 8, 9 y 10)	40	Cumplida
6. RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	16 (semana 11, 12, 13 y 14)	50	Cumplida
7. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS • Definición de los recursos con los que se lleva a cabo la investigación	2 (semana 15)	50	Cumplida

<ul style="list-style-type: none"> • Cronograma • Presupuesto 			
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8 (Semana 15 y 16)	40	Cumplida
<ul style="list-style-type: none"> • Comprobación de la Hipótesis (si existe la misma en su diseño) • Conclusiones Recomendaciones 			
9. DEFINICIÓN Y REDACCIÓN DE BIBLIOGRAFÍA	4 (semana 17)	20	Cumplida
10. CORRECCIÓN DE PRIMER BORRADOR Y CALIFICACIÓN FINAL DEL PROYECTO	10 (semana 18, 19 y 20)	40	Cumplida
TOTAL HORAS	80	320	Cumplida

*Horas sugeridas en el total que deben ser cumplidas

Observaciones: Con fecha 25 de julio del presente año se da la autorización de parte del Docente Tutor para el proceso de aprobación y tramite según el Reglamento vigente.

FIRMA DEL DIRECTOR O TUTOR


.....

FIRMA DE/LOS ESTUDIANTES INTEGRANTES


.....

.....

Formato aprobado por Consejo Directivo mediante resolución Nro.DFCS-RCD-220-2022

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de titulación que se denomina Análisis de la Vulnerabilidad Funcional del Sistema de Agua potable en el área urbana de la ciudad de San Miguel, provincia Bolívar, esta investigación se realizó utilizando metodologías cuantitativas y cualitativas, el cual tuvo como objetivo determinar el nivel vulnerabilidad funcional de los componentes de captación, conducción, tratamiento y distribución del sistema de agua potable.

Así mismo, se aplicó una metodología combinada del Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, (2012) con la metodología de la Organización Panamericana de la Salud, (2004) las cuales están enfocadas en obtener la información sobre las variables funcionales (cobertura de servicio, dependencia, redundancia, capacidad de intervención, administrativo y operativo) que posteriormente fueron calificadas y ponderadas hasta obtener el nivel de vulnerabilidad final.

Los resultados demuestran que el sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar en lo que respecta a la vulnerabilidad funcional presenta un valor total de 47 (vulnerabilidad media).

Finalmente, la propuesta del plan de contingencia para el sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de San Miguel, que contiene dos programas el de mantenimiento y capacitación al personal la misma que ayudará a reducir las vulnerabilidades identificadas en el aspecto físico y funcional del sistema.

ABSTRACT

The present titling work that is called Analysis of the Functional Vulnerability of the Drinking Water System in the urban area of the city of San Miguel, Bolívar province, this research was carried out using quantitative and qualitative methodologies, which aimed to determine the level of functional vulnerability of the components of collection, conduction, treatment and distribution of the drinking water system.

Likewise, a combined methodology of the National Risk and Emergency Management Service, United Nations Development Program, (2012) with the methodology of the Pan American Health Organization, (2004) was applied, which are focused on obtaining information on the functional variables (service coverage, dependency, redundancy, intervention capacity, administrative and operational) that were subsequently qualified and weighted until obtaining the level of final vulnerability.

The results show that the drinking water system of the urban area of the city of San Miguel de Bolívar in terms of functional vulnerability has a total value of 47 (average vulnerability).

Finally, the proposal of the contingency plan for the drinking water system of the urban area of the city of San Miguel, which contains two programs, maintenance and training for personnel, which will help reduce the vulnerabilities identified in the physical and functional aspect of the system.

INTRODUCCIÓN

La ciudad de San Miguel de Bolívar cuenta con servicio de abastecimiento de agua potable, suministrado por un sistema de gravedad, el mismo que se obtiene de la cuenca del Río Cañi ubicado en el sector de Cañívi La Virginia. (Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de San Miguel [EPMAPA-SM], 2019).

Según Del Pozo & Castillo (2017), “La red de agua potable es una obra de infraestructura esencial para el crecimiento y desarrollo de la ciudad” (p.14). Por esta razón, es necesario realizar el **Análisis de la Vulnerabilidad Funcional** del sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar partiendo, desde un estudio general de la infraestructura física de cada uno de los componentes que conforman el sistema, así como también, las potenciales disfuncionalidades que pueden acarrear problemas de cobertura y garantía de servicio a la población el mismo que nos ayudara a determinar espacios críticos del sistema y poder minimizar las debilidades que se presentan actualmente.

En el trabajo investigativo propuesto se utilizó una combinación de dos propuestas metodológicas de análisis de vulnerabilidad funcional (SNGRE/PNUD, OPS/OMS) el cual nos permitirá conocer el grado de vulnerabilidad física y funcional de cada componente del sistema (captación, conducción, tratamiento y distribución) el mismo que nos ayudará a determinar acciones para reducir posibles afectaciones en el suministro de agua potable de la ciudad de San Miguel de Bolívar.

El presente trabajo investigativo se ha estructurado en seis capítulos:

CAPÍTULO I: Contiene el problema a estudiar, objetivos para solucionar el problema, la justificación del trabajo investigativo y las limitaciones presentadas en el proyecto.

CAPÍTULO II: Este capítulo examina la teoría científica que sustenta la investigación, así como los fundamentos teóricos conceptuales y terminologías utilizados a lo largo del proyecto.

CAPÍTULO III: Para cada uno de los objetivos propuestos se describe el marco metodológico de investigación, población y observación, así como las técnicas de recolección y procesamiento de datos.

CAPÍTULO IV: Se describe los resultados o logros alcanzados de acuerdo con los objetivos del proyecto de investigación.

CAPÍTULO V: Se describe la duración del proyecto, la fecha de inicio y final de cada tarea.

CAPÍTULO VI: Finalmente en este capítulo se enfatizan las conclusiones y recomendaciones del proyecto de investigación.

CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

El análisis de vulnerabilidad funcional en los sistemas de agua potable es de gran importancia, ya que permite analizar cómo cada elemento interactúa con otro y como la debilidad de estos elementos incrementan la vulnerabilidad de todo el sistema. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2012)

En conformidad a lo expuesto en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2020-2023 del cantón San Miguel de Bolívar los sistemas de agua potable tienen una antigüedad de más 25 años lo que puede significar que este mismo puede ya haber alcanzado su vida útil, el lugar de recolección de aguas es una quebrada con fuerte pendiente susceptible a deslizamientos, el análisis de los sistemas de agua potable dentro de este documento es muy generalizado y centrado en el área urbana. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal San Miguel de Bolívar [GADM-SMB], (2020)

También manifiesta que el sistema de agua potable presenta graves deficiencias en lo que respecta a la organización, distribución y calidad del agua, por lo que la ciudadanía no puede contar con este recurso las 24 horas; del mismo modo expone la falta de estudios técnicos de los sistemas de captación, conducción, almacenamiento y distribución. (GADM-SMB,2020)

Debido a estos antecedentes se evidencia la necesidad de mejorar el sistema de agua potable dado que los mismos no tienen la capacidad de satisfacer las necesidades de toda la población, al igual que se resalta la antigüedad del sistema,

pero lamentablemente no existe un documento en el cual se deje en evidencia las vulnerabilidades de estos sistemas debido a que no se ha realizado este tipo de investigaciones en la ciudad de San Miguel de Bolívar y por ello las autoridades no conocen las medidas que deben de tomar en caso que se presente alguna eventualidad en el sistema de agua potable.

El proyecto de investigación permitirá analizar el nivel de vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar, y de esta manera las autoridades puedan realizar el respectivo mantenimiento en el área de captación, planta de tratamiento, línea de conducción y distribución.

1.2. Formulación del Problema

¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable en el área urbana de la ciudad de San Miguel?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Analizar el nivel de vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable en el área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar el estado físico y funcional en el que se encuentra el sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar (área de captación, planta de tratamiento, línea de conducción y distribución)
- Determinar el nivel de vulnerabilidad funcional y la percepción del funcionamiento utilizando la metodología de la SNGRE/PNUD, OPS/OMS del sistema de agua potable en el área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar.
- Proponer medidas de reducción de riesgo en el sistema de agua potable en el área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar en base, al análisis de vulnerabilidad.

1.4. Justificación de la Investigación

El presente trabajo de investigación se lo realizo con la necesidad de analizar el nivel de vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable en el área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar ya que la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de San Miguel no cuentan con estudios detallados sobre potenciales disfuncionalidades del sistema los mismos que pueden causar problemas en la cobertura y garantía del servicio hacia la población

Es de interés que como futuros profesionales en el área de Gestión de Riesgos realicemos estudios de vulnerabilidad en diversas áreas en este caso la presente investigación abarca el estudio de la vulnerabilidad funcional en el sistema de agua potable la misma que nos permite identificar el nivel de vulnerabilidad en la que se encuentra el sistema constituyendo una herramienta clave para la reducción de riesgo.

Con este proyecto de investigación se da a conocer las condiciones en la que se encuentra el sistema de agua potable puesto que no existe estudios de vulnerabilidad funcional que se hayan realizado para analizar el buen funcionamiento y desempeño de los elementos que componen el sistema.

Los resultados del proceso investigativo permitirán identificar la localidad de los sistemas de agua del sector urbano de la ciudad de San Miguel, la capacidad del suministro, cobertura del mismo, al igual que las vulnerabilidades del sistema, permitiendo con ello proponer medidas de reducción de riesgos, y mantener la dotación de agua potable.

El aporte de esta investigación es observar y cuantificar el estado en el que se encuentra los elementos que conforman el sistema de agua potable mediante la metodología SNGRE/PNUD, (2012)-OPS/OMS, (1998) después de procesar la información obtenida permitirá conocer el nivel de vulnerabilidad funcional en el que se encuentra todo el sistema de agua potable.

Los beneficiarios directos del proceso investigativo será la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de San Miguel dado que contarán con material que direcciona sus esfuerzos ante alguna eventualidad en el sistema, mientras que los beneficiarios indirectos serán la población del área urbana de la ciudad de San Miguel.

1.5. Limitaciones

El riesgo y el agua potable son dos amplios campos de investigación y, dado que no se puede prestar la misma atención a todos los aspectos, es necesario establecer las limitaciones adecuadas. Las limitaciones más importantes de esta tesis son:

- Falta de colaboración por parte de los funcionarios de la EPMAPA-SM para obtener la información necesaria para realizar la investigación.
- La información concerniente al sistema de agua potable del sector urbano no se encuentra en el web por lo cual los investigadores deben trasladarse a la fuente la EPMAPA-SM, exponiéndose al contagio de la COVID-19.
- La EPMAPA-SM no cuenta con profesionales en el área de gestión de riesgos lo cual dificulta que tengan la información necesaria.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

A continuación, se realizará análisis de algunos sistemas análogos vinculados con la vulnerabilidad funcional, las investigaciones presentadas estarán ordenadas cronológicamente.

Estudios realizados por la Universidad Estatal de Bolívar (2013), en el documento titulado “Perfil Territorial y Análisis de Vulnerabilidad del cantón San Miguel de Bolívar” periodo febrero 2012 realizado en San Miguel de Bolívar , Ecuador, determinaron que la toma de captación está en la microcuenca de Chazorumi, dentro del área protegida del bosque Cashca Totoras, tiene una construcción de hormigón de 25 años aproximadamente, el lugar de recolección de aguas es una quebrada con fuerte pendiente susceptible a deslizamientos, aplicando la matriz de vulnerabilidad de redes vitales, el valor de 81/100, indica una alta vulnerabilidad ante deslizamientos y baja vulnerabilidad ante sismos, riesgo volcánico e inundaciones.

Figura 1

Línea de conducción, que atraviesa zonas expuestas a deslizamientos



Fuente: UEB,2012

Según Del Pozo & Castillo (2017), en su estudio titulado “Análisis de Vulnerabilidad Funcional del Sistema de Agua Potable en el Área Urbana de la Ciudad de Guaranda” provincia Bolívar, Periodo 2017 realizado en Guaranda, Ecuador, encontraron que, el principal problema en el sistema de agua potable de la ciudad de Guaranda relacionado con la vulnerabilidad funcional es que no existe un adecuado mantenimiento periódico y controlado que les permita evitar los diversos tipos de daños que se pueden producir en la infraestructura física, resultados que requieren cambios oportunos, criterios acertados para la toma de decisiones; es decir contrarrestar lo vulnerable, ante posible eventos naturales y antrópicos.

Figura 2

Daños en el sistema de agua potable de la ciudad de Guaranda



Fuente: Del Pozo & Castillo, 2017

Como señala Santacruz (2018), en su investigación titulado “Análisis de Vulnerabilidad Físico Funcional del Sistema de Agua Potable de Guaraczapas ante deslizamientos, Parroquia de Angochagua” Cantón Ibarra, enero 2018 realizado en Ibarra, Ecuador, establecieron que el sistema de agua potable de Guaraczapas en relación al análisis de vulnerabilidad funcional utilizando la matriz SGR/PNUD presenta un valor final de 7 definidos en el rango de 7 a 9 como vulnerabilidad

moderada. Las dependencias a elementos externos como cloro gas, energía eléctrica, entre otros, y la falta de redundancia de algunos equipos indispensables para el buen funcionamiento como válvulas, dosificadores, entre otros; hacen posible que el sistema en tiempo de crisis tenga problemas de funcionamiento.

Tabla 1

Calificación de la vulnerabilidad funcional Sistema de Agua Potable de Guaracazapas

Variables	Indicadores	Vulnerabilidad funcional	Valor final de vulnerabilidad
Cobertura de servicios	> 80%	Baja	1
Dependencia	Con dependencia	Alta	2
Redundancia	Ninguna	Alta	3
Capacidad de intervención	Personal calificado y equipamiento	Baja	1
Vulnerabilidad moderada	Total		7

Fuente: Matriz de análisis de vulnerabilidad funcional SGR/PNUD
Elaborado por: Santacruz (2018)

Como afirma el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal San Miguel de Bolívar (2020), en el documento Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2020- 2023 en el que establece que la EPMAPA-SM, entidad que está al frente de la prestación de servicios públicos de agua y alcantarillado desde el año 2015, en 2017 captaba 40l/s del río Cañi, alcanzando en el sector urbano el 84% de cobertura de hogares con 24 horas de continuidad el servicio, en 18,4 km de redes de distribución cubriendo 2000 conexiones catastradas en aproximadamente 200 hectáreas, el sistema de distribución de más de 18 años de tubería de asbesto, que

abastece sólo 12 horas de servicio a un 50% de los 3070 usuarios con planilla de agua. En todo caso, está en marcha el Plan Maestro de Agua Potable Del Gobierno Autónomo Descentralizado de San Miguel de Bolívar quien busque el cambio de la tubería de distribución y aseguraría 24 horas de servicio a 98% de hogares.

2.2. Bases Teóricas

Análisis de la vulnerabilidad

Son procesos para la identificación de componentes críticos, deficientes o vulnerables de edificaciones, instalaciones y sistemas o grupos humanos, así como las medidas de emergencia y mitigación a tomar ante amenazas. (Cano Zamora, 2006)

Vulnerabilidad

Es el nivel de daños que puede sufrir las personas, edificaciones, instalaciones y sistemas cuando se exponen a un fenómeno natural. (Cano Zamora, 2006)

Vulnerabilidad de las redes vitales

La capacidad de los gobiernos y actores para gestionar el riesgo está directamente relacionada con la vulnerabilidad del análisis de redes vitales. La vulnerabilidad es el resultado del vacío y debilidades en las organizaciones territoriales y sociales, lo que puede tener implicaciones significativas para la salud y el bienestar de los ciudadanos, así como la capacidad de adquirir servicios de recursos claves para el desarrollo territorial. (Vázquez García, 2014)

Vulnerabilidad Funcional

El enfoque funcional determina las consecuencias o efectos que acarrea la paralización potencial de la red en la oferta del servicio en caso de la ocurrencia de algún desastre natural. (Vázquez García, 2014)

Análisis de vulnerabilidad funcional de redes vitales

La funcionalidad de redes vitales se entiende como la interrelación entre los elementos de los sistemas de servicio que otorgan salud, bienestar y desarrollo a la población. Cada componente de las redes, juega un rol fundamental para el funcionamiento del sistema; no obstante, este es considerado orgánicamente como un “todo” que garantiza la dotación del servicio. (PNUD, 2012)

Agua Potable

El agua potable deberá almacenarse en 1 o más depósitos construidos, ubicados y protegidos de forma que se evite su contaminación. Las conducciones de agua potable deben estar protegidas y ubicadas de forma tal que no pueden ser sumergidas en agua de sentina ni pasen por depósitos que almacenan líquidos no potables. (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2006)

Sistema de agua potable

Según Cano Zamora (2006) el sistema de agua potable es un conjunto de componentes construidos e instalados para recolectar, transportar, tratar, almacenar y distribuir a los usuarios. Cuencas y acuíferos están incluidos en su definición más amplia.

En general los sistemas de agua potable brindan servicios a poblaciones concentradas o dispersadas en el territorio de un país, pueden ser administrados a nivel local o regional, de manera autónoma o como parte de una organización mayor. (Cano Zamora, 2006)

Componentes del sistema de agua potable

La vigilancia es un componente importante del desarrollo de estrategias para la mejora progresiva de la calidad de los servicios de abastecimiento de agua de consumo. (OMS,2006)

Sistema de distribución de agua por tuberías

Es necesario elegir cuidadosamente los lugares y la frecuencia de la toma de muestras para el análisis de los componentes químicos provenientes de las tuberías y de los materiales de conducción que no están sujetos a un control directo, así como para el de los componentes que sufren cambios durante la distribución, como los trihalometanos. (OMS, 2006)

Fuentes de abastecimiento de agua potable

Un sistema de abastecimiento de agua potable consiste en un conjunto de obras necesarias para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua desde fuentes naturales ya sean subterráneas o superficiales hasta las viviendas de los habitantes que serán favorecidos con dicho sistema. (Cárdenas y Jaramillo, 2010)

Sistemas de control y automatización.

Un aspecto fundamental que debe incluirse en todos los proyectos de agua potable,es la necesidad de implementar dispositivos electrónicos de control y

automatización de los controles de arranque y paro de las bombas; medición de gastos entrada y salida presiones en la línea de bombeo; niveles de tanques, en especial el nivel máximo del agua entre otros. (Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado [SIAPA],2014)

Líneas de conducción

La línea de conducción es la parte del sistema que transporta el agua desde el sitio de la captación ya sea por medio de bombeo y/o rebombeo o la gravedad, hasta un tanque de regulación, también se considera como parte de la línea de conducción al conjunto de conductos, estructuras de operaciones y especiales y cruceros. Las mismas condiciones de factibilidad inspección y mantenimiento deberán considerarse en las líneas ubicadas en la zona urbana. (SIAPA, 2014)

Planta de tratamiento.

Es un proceso de tratamiento de agua quien vuelve una serie de reacciones físicas y químicas, el cual inicia en el instante en el que se agregan coagulantes (sustancias químicas) al agua, se dispersan rápido y uniformemente bajo condiciones de intensidad de agitación (turbulencia) y dura solamente fracciones de segundo. (Ordinola Saavedra, 2019)

Captación del agua cruda de la ciudad de San Miguel de Bolívar del Río Cañi, ubicada en el Sector Cañivi Las Virginias

La captación del agua potable está ubicada en el sector Cañivi la Virginia obtenida en el agua del río Cañi, el mismo que ingresa a los tanques de sedimentación en una cantidad de 40 lt por segundo, todo esto es conducido por una construcción de hormigón armado de una extensión de 50 m, contamos con

compuertas de presión para controlar el caudal del ingreso a los sedimentadores, 4 válvulas para la limpieza de los alimentadores, una válvula de control de la línea de conducción de agua potable. (EPMAPA-SM, 2019)

Del sector de Ungubi se cuenta con una tubería de 3,15 mm este recorrido tiene aproximadamente 7 km 786 m durante ese trayecto contamos con 10 válvulas de desagüe, 25 válvulas de aire 6 tanques rompe presión, desde el sector de Ungubi hasta la planta de tratamiento ubicado en el barrio Camino al cielo perteneciente al cantón San Miguel de Bolívar tenemos una longitud de 7 km con una tubería de 200 mm combinada con tubería de acero, este recorrido parte de Ungubi, Tatahuaso, Cruz de Lizo, San Francisco, San Vicente, Caguiche, Naranjito, Chasqui, Barrio los Ángeles, la Comunidad, y Parte del Estadio Nuevo hasta llegar a la Planta de Tratamiento. (EPMAPA-SM, 2019)

Durante todo este recorrido se pudo observar que el sistema de agua potable cuenta con válvulas de aire y válvulas de desagüe; llegando el caudal a la planta de tratamiento una cantidad de 38 a 40 l/s por segundo, la misma que es tratada posterior conducir a los tanques de reserva de la localidad como son: tanque de 400 m³, tanque de 100 y 200 m³ tanque 150 m³. (EPMAPA-SM, 2019)

Figura 3
Captación de agua cruda del Rio Cañi



Fuente: EPMPA-SM, (2019)

Figura 4
Sistema de Conducción de Agua Potable de la ciudad de San Miguel de Bolivar



Fuente: EPMPA-SM, (2019)

Planta de Tratamiento de Agua Potable Barrió Camino Al Cielo

Figura 5

Planta de Tratamiento de agua cruda



Fuente: EPMAPA-SM, (2019)

Proceso de tratamiento de agua cruda

Entrada del agua cruda, caudal normal 39 a 40 litros por segundo

Figura 6

Entrada de agua cruda para ser tratada



Fuente: EPMAPA-SM, (2019)

Proceso de coagulación por adición de Poli cloruro de Aluminio cuando el agua llega con valores de turbiedad elevados. Mezcla rápida que consiste en que se mezcla el poli cloruro de aluminio con el agua turbia.

Figura 7
Proceso de Coagulación



Fuente: EPMAPA-SM, (2019)

Proceso de floculación de flujo vertical que consiste en agitar el agua.

Figura 8
Proceso de Floculación



Fuente: EPMAPA-SM, (2019)

Proceso de sedimentación de flujo ascendente que es donde los sedimentos y lodos se depositan en el fondo de este proceso

Figura 9
Proceso de Sedimentación



Fuente: EPMAPA-SM, (2019)

Proceso de filtración rápida de flujo descendente.

Figura 10
Proceso de Filtración de Agua



Fuente: EPMAPA-SM, (2019)

Proceso de desinfección que es la adición de cloro para la eliminación de microorganismos

Figura 11
Proceso de desinfección



Fuente: EPMAPA-SM, (2019)

Cámara de válvulas para la distribución de agua a los distintos tanques de almacenamiento.

Figura 12
Válvulas de distribución del agua



Fuente: EPMAPA-SM, (2019)

2.3. Definición de Términos (Glosario)

Agua cruda

Es el agua que se encuentra en la naturaleza y que no ha recibido ningún tratamiento para modificar sus características físicas, químicas o microbiológicas.

(Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011)

Análisis de vulnerabilidad

Es el proceso de determinación de los componentes críticos, deficientes o vulnerables de las edificaciones, instalaciones y sistemas, o grupos humanos, así como las medidas de emergencia y mitigación a tomar frente a las amenazas. (Cano

Zamora, 2006)

Análisis de vulnerabilidad funcional de redes vitales

El análisis de estas vulnerabilidades identifica y evalúa los factores que favorecen o dificultan el correcto funcionamiento de las redes vitales en circunstancias normales como en la gestión de riesgo y respuesta a emergencias, y determina las consecuencias de la falla de la red en la prestación de servicios comunitarios. (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, 2011)

Aducción

Parte del sistema de abastecimiento constituido por obras, tubería y accesorios que permiten el transporte de agua entre la captación y otros destinos.

(Instituto Nacional de Normalización, 2008)

Caudal

Volumen de agua por unidad de tiempo. Normalmente medido en litros por segundo (L/s) (Instituto Nacional de Normalización, 2008)

Componente

Parte del sistema que puede operar de forma independiente, pero que está diseñada, construida y operada como parte del sistema como un todo. Los ejemplos de componentes individuales incluyen: pozos, estaciones de bombeo, contenedores de almacenamiento, presas, conducción, etc. (Cano Zamora, 2006)

EPMAPA-SM

Empresa Pública de Agua Potable y Alcantarillado de San Miguel

Fuente para abastecimiento de agua potable

Aguas superficiales o subterráneas que se pueden usar para el consumo humano, previo tratamiento. (Instituto Nacional de Normalización, 2008)

Líneas de conducción

La línea de conducción es la parte del sistema que transporta el agua desde el punto de captación, ya sea por bombeo o por gravedad, hasta una estación de regulación, una planta potabilizadora o un cruce de red predeterminado. (Instituto Nacional de Normalización, 2008)

Sistema de agua potable

Conjunto de componentes diseñados e instalados para captar, transportar, tratar, almacenar y distribuir agua a los usuarios. Cuencas y acuíferos también se incluyen en su más amplia aceptación. (Cano Zamora, 2006)

Sistema de distribución

Comprende las obras y trabajos auxiliares construidos desde la salida de la planta de tratamiento hasta la acometida domiciliaria. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011)

Tratamiento Convencional

Procesos de tratamientos bien conocidos y utilizados en la práctica. Generalmente se refiere a procesos de oxidación, coagulación, floculación, sedimentación y filtración. (Instituto Nacional de Normalización, 2008)

Vulnerabilidad

Es el nivel de daño que pueden sufrir las personas, edificios, instalaciones y sistemas cuando son sometidos a la ocurrencia de un desastre natural. (Cano Zamora, 2006)

2.4. Sistemas de Variables

Se han definido dos tipos de variables para el análisis de la vulnerabilidad funcional en el sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar.

2.4.1. Variable independiente

Vulnerabilidad Funcional

2.4.2. Variable dependiente

Percepción sobre el funcionamiento del sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar.

2.5. Operacionalización de variables

Tabla 2

Operacionalización Variable Independiente

Variable	Definición	Dimensión	Indicadores	Valor del indicador	Peso ponderado	Valor máximo	Técnicas e Instrumentos
Vulnerabilidad Funcional	Es el factor de riesgo interno que tiene una población,	Cobertura del servicio	>80%	1	1	10	Ficha de campo PNUD/OPS
			50 al 80%	5			
			<50%	10			
			Sin servicio	N/A			
		Dependencia	Sin Dependencia	1	1	10	
			Con Dependencia	10			
		Redundancia	Más de una	1	3	30	
			Una	5			
			Ninguna	10			
		Capacidad de intervención	Personal Calificado	1	1	10	
			Sin Equipamiento	5			
			Sin Personal ni Equipamiento	10			

	infraestructura o sistema que está expuesto a una amenaza de ser afectado susceptibles a sufrir daños.	Administrativo	Realiza proyectos que benefician el sistema de agua potable	1	2	20
			Escasos proyectos que benefician el sistema de agua potable	5		
			No se realiza proyectos para mejorar el sistema de agua potable	10		
		Operativo	Suficiente personal para operación y mantenimiento	1	2	20
			Poco personal para la operación y mantenimiento	5		
			No cuenta con personal de operación y mantenimiento	10		

Fuente: PNUD/OPS

Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

Tabla 3
Operacionalización Variable Independiente

Variable	Definición	Dimensión	Indicadores	Técnicas e Instrumentos
Percepción sobre el funcionamiento del servicio	Es aquella que facilita que el agua avance desde el punto de captación hasta el punto de consumo en condiciones aptas para su consumo.	Satisfacción del usuario	Satisfecho	Encuesta
			Ni satisfecho ni insatisfecho	
			Poco satisfecho	
			Nada Satisfecho	
		Control de servicio de agua potable	Caro	
			Adecuado	
			Económico	
			Bajo	
		Mejora del servicio	Calidad de agua	
			Cantidad de agua	
			Respuesta inmediata ante posibles daños	
			Mejorar la administración	

Fuente: Encuesta a la población de la ciudad de San Miguel de Bolívar.
Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Nivel de Investigación

Nivel Exploratorio

Según Cortes e Iglesias (2004) este tipo de investigación se realiza cuando se va examinar o estudiar un tema poco abordado, si es que la revisión de literatura revela que no hay muchos estudios acerca del tema o vagamente relacionadas con el problema, o, si se desea indagar un tema desde otras áreas, perspectivas o enfoque.

Los estudios exploratorios se realizan cuando el investigador quiere familiarizarse con un fenómeno desconocido, todos los estudios nacen de la exploración, es el inicio para realizar investigaciones más profundas de correlación o de explicación. (Arias Gonzales, 2020)

Por tal razón el presente trabajo se considera exploratorio debido que el sistema de agua potable de la ciudad San Miguel de Bolívar, no cuenta con estudios e información relacionado a la vulnerabilidad funcional a través de visita de campo y fichas de evaluación rápida se obtendrá la información necesaria, para identificar el estado en que se encuentra los materiales e infraestructura que conduce el agua hacia la ciudad.

Nivel Descriptivo

Los estudios exploratorios sirven fundamentalmente para descubrir y prefigurar, los estudios descriptivos son útiles para mostrar con precisión los

ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación (Hernández et al.,2014).

Por lo antes mencionado la presente investigación se enmarca en el nivel descriptivo ya que nos permitió determinar la vulnerabilidad funcional que presenta el sistema de agua potable, con los parámetros establecidos en las matrices de observación directa como es el SNGRE- PNUD, (2012) y la matriz de valoración de la metodología OPS/OMS, (1998).

Metodología

En este trabajo de investigación la metodología a utilizar es de observación directa SNGRE-PNUD, (2012) y la matriz de valoración de la metodología OPS/OMS, (1998) adaptadas para el análisis de vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable de la ciudad de San Miguel de Bolívar.

Metodología planteada por la Organización Panamericana de la Salud, OPS y Organización Mundial de la Salud, (1998) Manual de Mitigación de Desastres Naturales en Sistemas Rurales de Agua potable, utilizando los indicadores tipo, elementos, daños, tuberías, tanques, accesorios.

Propuesta Metodológica para el análisis de vulnerabilidades en función de amenazas a nivel municipal sísmica, volcánica, inundación deslizamiento de tierra, (SNGRE) y metodología planteada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), (2011) utilizando los indicadores para poder conocer el estado en que se encuentra el sistema de agua potable con sus dimensiones captación, conducción, tratamiento y consumo; y de esta manera establecer el nivel de

vulnerabilidad funcional con sus indicadores como es la cobertura de servicio, dependencia, redundancia y capacidad de intervención.

Determinación del análisis de vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar

Para determinar el análisis de vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar se realizó visita de campo a la ubicación de todo el sistema, así como también una entrevista estructura sobre las variables de la vulnerabilidad funcional.

a) Cobertura de servicio

Permite conocer la cobertura de agua potable que tiene la empresa en la toda la ciudad lo que ayuda a obtener el porcentaje de viviendas que cuentan o no cuentan con el servicio. (SNGRE-PNUD,2012)

b) Dependencia a los elementos externos

Ayuda a identificar a los elementos externos de los que depende el sistema de agua potable lo que garantiza el normal funcionamiento estos pueden ser insumos químicos, energía eléctrica para el funcionamiento de equipos entre otros. (SNGRE-PNUD,2012)

c) Alternativas de funcionamiento

Ante el daño de un elemento indispensable en el sistema será más relevante cuanto más limitadas sean sus alternativas de funcionamiento por lo que es importante determinar que equipos indispensables pueden ser desplazados en caso de ruptura, desgaste, destrucción entre otros. (SNGRE-PNUD,2012)

d) Capacidad de Control

Elementos que ayudan a detectar fallas en el sistema y de esta manera poder intervenir en las mismas es decir la accesibilidad, personal calificado y sistemas de control. (SNGRE-PNUD,2012)

e) Administrativo

Permite conocer si la EPMAPA-SM cuenta con una planificación adecuada para la coordinación, evaluación financiera y económica para realizar los diferentes proyectos para la empresa. (OPS/OMS,1998)

f) Operativo

En lo que se relaciona a la operación y mantenimiento permite identificar si la empresa cuenta con el suficiente personal para atender ante cualquier eventualidad que se presente en el sistema de agua potable. (OPS/OMS,1998)

Tabla 4
Calificación de vulnerabilidad funcional

Factores de Vulnerabilidad Funcional	VARIABLES de Vulnerabilidad	Indicadores	Valor del indicador	Peso ponderado	Valor máximo
AGUA POTABLE	Cobertura de servicios	>80%	1	1	10
		50 al 80%	5		
		<50%	10		
		Sin servicio	N/A		
	Dependencia	Sin Dependencia	1	1	10
		Con Dependencia	10		
	Redundancia	Más de una	1	3	30
		Una	5		
		Ninguna	10		
	Capacidad de intervención	Personal calificado y equipamiento	1	1	10

	Personal calificado sin equipamiento	5		
	Sin personal ni equipamiento	10		
Administrativo	Realiza proyectos que benefician el sistema de agua potable	1	2	20
	Escasos proyectos que benefician el sistema de agua potable	5		
	No se realiza proyectos para mejorar el sistema de agua potable	10		
Operativo	Suficiente personal para operación y mantenimiento	1	2	20
	Poco personal para la operación y mantenimiento	5		
	No cuenta con personal de operación y mantenimiento	10		

Fuente: SNGRE-PNUD/OPS-OMS

Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

Determinación del nivel de vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar

La determinación del nivel de vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar se obtuvo a partir de la multiplicación del valor del indicador y del peso ponderado y realizando la sumatoria de los valores obtenidos de cada uno de las variables de la vulnerabilidad funcional, para luego realizar la respectiva comparación en la tabla de rangos y nivel de vulnerabilidad funcional que se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 5
Rangos y niveles de vulnerabilidad funcional

Rango	Nivel de Vulnerabilidad funcional
1 a 25	Bajo
26 a 75	Medio
>76	Alto

Fuente: SNGRE-PNUD/OPS-OMS

Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

3.2. Tipo de investigación

Investigación de Campo

El presente trabajo se enmarca dentro del tipo de investigación de campo debido a que, se centra en realizar el estudio donde el fenómeno se da de manera natural, de este modo se busca conseguir la situación más real posible. (Hernández et al.,2014)

En el sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar se realizó visitas de campo, fichas de observación para verificar la condición actual de la infraestructura y los elementos y accesorios que conducen el agua en forma directa.

Investigación Cualitativa

Según Hernández et al., (2014) el enfoque cualitativo utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación.

En el presente trabajo de investigación se obtuvo a partir del análisis de los indicadores de las metodologías planteadas en donde se describieron la funcionabilidad de los elementos que conforma el sistema del agua potable, datos

que nos permitieron una definición clara y precisa de la vulnerabilidad funcional que presenta el sistema.

Con los datos obtenidos en el proyecto de investigación se procedió a ponderar las características del sistema de agua potable, y de esta manera conocer el nivel de vulnerabilidad funcional en la que se encuentra la misma.

3.3. Diseño

Según Hernández et al. (2014) estos estudios se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que solo se observa los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos.

Este trabajo se relaciona con el diseño no experimental porque es un estudio en el que se va observar el fenómeno tal como se da en su contexto natural para luego realizar el análisis mediante las metodologías antes mencionadas.

3.4. Población y Muestra

Determinamos la población del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar mediante el último censo poblacional realizado por el INEC en el 2010, obteniendo los siguientes datos; el total de la población es de 6911 habitantes, el 25,40% de la población cantonal en el cual el 56,83% es mujeres y el 46,14 de hombres. La cobertura de servicio de agua potable en el área urbana es de 84%.

Tabla 6
Población del área urbana desde 1950-2010

ÁREA	PERÍODO CENSAL						
	1950	1962	1974	1982	1990	2001	2010
Población Área Urbana	1704	2410	2743	3862	4892	5981	6911

Fuente: INEC 2010

Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

Para obtener el valor de la muestra se tomó en cuenta el número de usuarios de agua potable siendo 3144 datos proporcionados por la EPMAPA-SM, (2019) con un margen de error del 5% obteniendo la muestra con la siguiente ecuación.

Donde:

N = Tamaño de la Población o Universo	3144
Z = Parámetro estadístico que depende el Nivel de Confianza (NC)	1,96
e = Erro de estimación máximo aceptado 5%	0,05

$$n = \frac{z^2 \cdot pq \cdot N}{e^2 \cdot (N - 1) + z^2 \cdot pq}$$

$$n = \frac{1.96^2 \cdot 0,25 \cdot 3144}{0,05^2 \cdot (3144 - 1) + 1.96^2 \cdot 0,25}$$

$$n = \frac{3.019,49}{7,8575 + 0,9604}$$

$$n = \frac{3.019,49}{8,8179}$$

$$n = 342$$

3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Para el desarrollo de este proyecto de investigación se ha tomado en cuenta una serie de métodos y técnicas; los que nos ayudara a solucionar el problema y cumplir con los objetivos propuestos.

Matriz de la SNGRE-PNUD, (2012): Para poder realizar el análisis de la vulnerabilidad funcional en el sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar.

Matriz de diagnóstico OPS-OMS, (1998): La cual nos facilitara poder evaluar la calidad del sistema funcional de agua potable de la ciudad de San Miguel de Bolívar

Entrevista a los funcionarios de la Empresa Pública de Agua Potable y Alcantarillado de San Miguel (EPMAPA-SM)

Encuestas realizadas a la ciudadanía del área urbana de San Miguel de Bolívar para obtener información necesaria para nuestra investigación.

Revisión de documentos de la cual se obtuvo la información relevante proporcionado por los técnicos de la EPMAPA-SM la cual fue de gran utilizad para complementar el proyecto de investigación.

Levantamiento de información en campo mediante la observación directa realizando un recorrido por todo el sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de San Miguel, empezando por la zona de captación y terminando en la planta de tratamiento.

La interpretación del nivel de vulnerabilidad física a la que está expuesta el sistema de agua potable será presentada a través de la siguiente matriz.

Tabla 7

Rango y nivel de vulnerabilidad física

Ponderación	Nivel de Vulnerabilidad
1	Bajo
2	Medio
3	Alto

Fuente: OPS/OMS

Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

3.6. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos (Estadístico utilizado), para cada uno de los objetivos específicos

Objetivo 1: Para elaborar el primer objetivo: Identificar el estado físico y funcional en el que se encuentra el sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar (área de captación, planta de tratamiento, línea de conducción y distribución) esto se logró mediante la visita de campo y el método de observación directa el cual fue requerido para el análisis y validación de la información.

Objetivo 2: Para elaborar el segundo objetivo: Determinar el nivel de vulnerabilidad Funcional se utilizó matrices de la metodología SNGRE-PNUD, (2012) y OPS-OMS, (1998) se recolectó la información mediante la observación directa recorriendo todo el sistema de agua potable.

Objetivo 3: Para cumplir el tercer objetivo: Proponer medidas de reducción de riesgo en el sistema de agua potable en el área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar en base al análisis de vulnerabilidad, se realizará la propuesta de un plan de contingencia para todo el sistema de agua potable.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

4.1. Resultados según objetivo 1

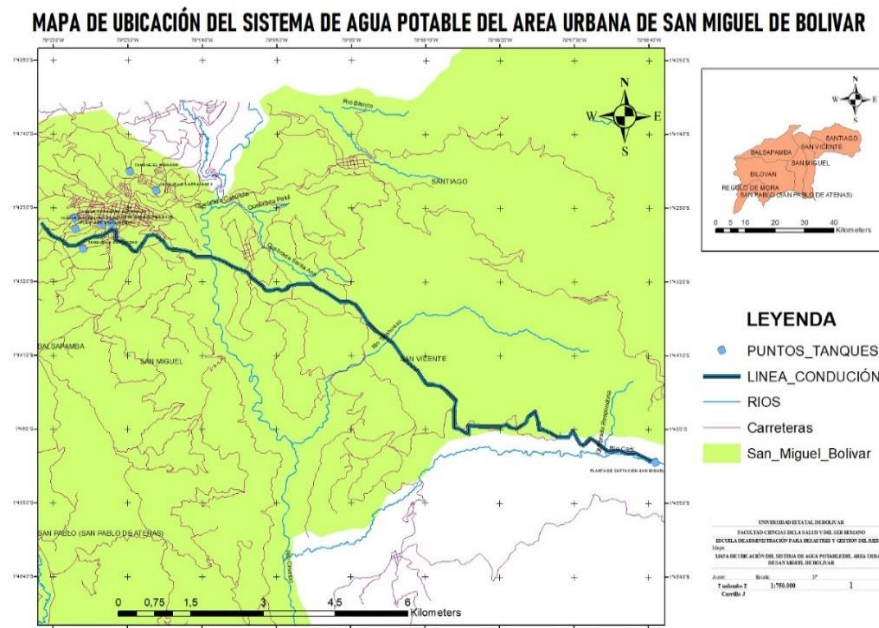
Identificar el estado físico y funcional en el que se encuentra el sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar (área de captación, planta de tratamiento, línea de conducción y distribución)

4.1.1. Caracterización del sistema de agua potable

El sistema de agua potable en estudio se encuentra ubicado en el cantón San Miguel provincia Bolívar. Los cuatro componentes principales de este sistema como son el área de captación, la planta de tratamiento, la línea de conducción y distribución atraviesan las diversas parroquias rurales del cantón; en lo que se refiere a la captación y parte de la línea de conducción y distribución está localizada en el sector de Ungubi, la otra parte de la línea de conducción y distribución se sitúa en la parroquia rural de San Vicente, la planta de tratamiento se encuentra ubicada en parte urbana de la ciudad en el barrio Camino al Cielo.

Figura 13

Mapa de ubicación del sistema de agua potable de la ciudad de San Miguel de Bolívar



Fuente: ArcGIS 10.8

Elaboración: Propia (2022)

4.1.2. Área de captación

El área de captación se encuentra ubicado en la sector Cañivi La Virginia el agua cruda se obtiene del río Cañí, el mismo que ingresa a los tanques de sedimentación en una cantidad de 40 litros por segundo, todo esto es conducido por una construcción de hormigón armado de una extensión de 50 metros, cuenta con compuertas de presión para controlar el caudal del ingreso a los sedimentadores, 4 válvulas para la limpieza de los sedimentadores, una válvula de control de la línea de conducción del agua potable hasta el sector de Ungubi con una tubería de 3.15 mm. (EPMAPA-SM, 2019)

- **Superficie del área de captación**

La superficie total del área de captación es de 200m² valor obtenido mediante los planos de construcción.

Figura 14

Área de captación del sistema de agua potable de la ciudad de San Miguel de Bolívar



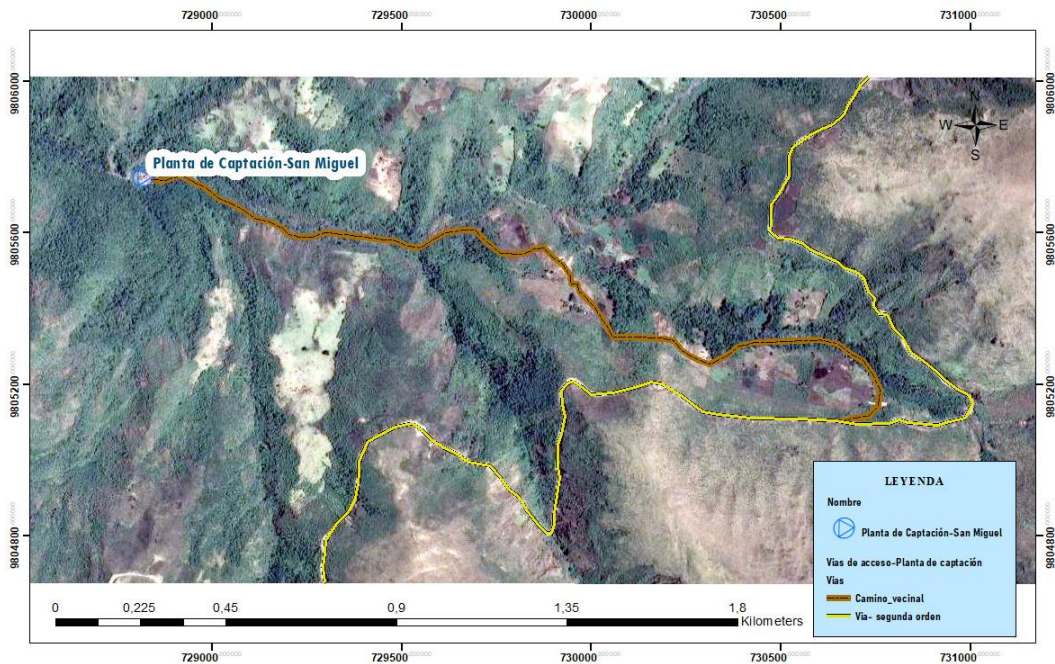
Fuente: Google Earth

Elaboración: Propia (2022)

- **Vías de acceso**

La vía principal de acceso es empedrada e inicia desde la parroquia Cañi y conduce a la provincia de Chimborazo la segunda vía de acceso al área de captación se encuentra en pésimas condiciones ya que es una vía de tierra que en las épocas invernales es inaccesible. Estas vías son las únicas para poder acceder al área de captación y por estas vías el personal del EPMAPA-SM llevan el material y los insumos necesarios hacia el componente y es por ello de gran importancia realizar el mantenimiento de estas vías.

Figura 15
Mapa de vías de acceso al área de captación



Fuente: Google Earth
Elaboración: Propia (2022)

Según datos obtenidos en la visita de campo al área de estudio el sistema de captación está conformada por dos vertientes que se unen al río Cañi dando como resultado un caudal de 38 a 40 l/s. Las obras de captación tiene 15 años de haber construido el material de construcción es de hormigón que está compuesta por accesorios básicos e indispensables para el funcionamiento y control del componente cuenta con compuertas de presión para controlar el caudal del ingreso a los sedimentadores, 4 válvulas para la limpieza de los sedimentadores, una válvula de control de la línea de conducción del agua potable hasta el sector de Ungubi, entre otros; los mismos que se encuentran en buen estado según lo dispone las normativas para la construcción de sistemas de agua potable. Cabe mencionar que la planta de captación tiene antecedentes y está expuesta a deslizamiento e inundación.

Figura 16
Obras captación



Fuente: Recorrido de campo
Tomado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

Canal de conducción: Construidos de hormigón armado que permite la conducción del agua de río hacia a los tanques recolectores para realizar la sedimentación.

Figura 17
Canales de conducción de agua río



Fuente: Recorrido de campo
Tomado por: Tualombo, E. y Carillo, J., 2022

Tanques sedimentadores: Existen dos tanques sedimentadores el agua del río llega a los tanques para realizar el proceso de sedimentación y para luego ser

transportado por la línea de conducción a la planta de tratamiento. El material de construcción es de hormigón y esta descubierta es decir no posee un techo para su debida protección ante alguna amenaza.

Figura 18
Tanque sedimentador



Fuente: Recorrido de campo
Tomado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

Conexiones: conducen el agua desde los tanques sedimentadores hasta la planta de tratamiento el material de estas conexiones es de tubería 3.15mm PVC protegidos en algunos tramos con hormigón con un recorrido de 7 kilómetros 786 metros durante este trayecto cuenta con 10 válvulas de desagüe, 25 válvulas de aire, 6 tanques rompen presión.

Tabla 8
Captación

CAPTACIÓN				
Tipo	Elementos	Equipos	Accesorios	Daños
Rio	Tubería PVC 3.15 mm	Ninguno	Válvula de limpieza sedimentadores	No presenta daños
	Tanques sedimentadores de hormigón		Válvula de control de línea de conducción	

Fuente: Matriz de la OPS/OMS

Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

Líneas de conducción

La línea de conducción del sistema de agua potable de la ciudad de San Miguel de Bolívar está conformado por una línea principal que va desde el sector de Ungubi hasta la planta de tratamiento ubicada en el barrio Camino al Cielo perteneciente al cantón de San Miguel de Bolívar con una longitud de 7 kilómetros y tubería de policloruro de vinilo (PVC) de 200 mm combinada con tubería de hierro dúctil, este recorrido parte de Ungubi, Tatahuaso, Cruz de Lizo, San Francisco, San Vicente, Caguiche, Naranjito, Chasqui, barrio los Ángeles, La Comunidad, y Parte del Estadio Nuevo hasta llegar a la Planta de Tratamiento. (EPMAPA-SM, 2019)

La línea de conducción secundaria parte desde la planta de tratamiento a los distintos tanques de reserva que se encuentran en los distintos sectores de la ciudad de San Miguel de Bolívar.

En la mayoría tramos la tubería de la línea principal se encuentra en buen estado ya que fueron cambiadas recientemente sin embargo en otros tramos las tuberías se encuentran vulnerables debido a los constantes deslizamientos que se producen por la pendiente del sector.

Tabla 9
Conducción

CONDUCCIÓN				
Tuberías	Tanques	Accesorios	Pasos Elevados	Daños
Tubería PVC de 200 mm, 250mm	Rompe presión en los tramos por donde pasa la tubería.	Válvulas de desagüe	Torres de tubo de acero para sostener la tubería	Presenta daños por causa deslizamientos.
Tubería de Hierro Dúctil de 350mm		Válvulas de aire	Cables de acero para sostener la tubería.	

Fuente: Matriz de la OPS/OMS

Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

Entre la línea principal y secundaria se encuentran 6 tanques de reserva, 10 válvulas de desagüe, 25 válvulas de aire y 6 tanques rompe presión que están ubicados en los distintos sectores urbanos y rurales de la ciudad de San Miguel de Bolívar.

4.1.3. Planta de Tratamiento Camino al Cielo

El agua cruda proveniente del río Cañi llega a la planta de tratamiento denominado Camino al Cielo con un caudal normal de 39 a 40 litros por segundo en donde primero pasa por un proceso de coagulación porque el agua llega con valores elevados de turbiedad donde se añade policloruro de aluminio para reducir los niveles de turbiedad. La tubería que conduce el agua cruda hacia a la planta de tratamiento es de PVC combinada con tubería de hierro dúctil de 200 mm de diámetro. (Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del cantón San Miguel de Bolívar, 2019)

Tabla 10
Planta de Tratamiento

PLANTA DE TRATAMIENTO			
Elementos	Equipos	Accesorios	Daños
Canales Parshall	Espectrofotómetro	Cámara de cloro gas	Instalaciones eléctricas en mal estado
Tanque para la floculación vertical		Inyector de cloración a gas	
Tanques sedimentadores		Bomba dosificadora de policloruro	
Tanques de Filtración Tanque de almacenamiento y distribución 400 m ³		Válvulas de distribución	

Fuente: Matriz de la OPS/OMS

Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

La infraestructura de la planta de tratamiento y los equipos que conforman se encuentra en buenas condiciones, pero existen instalaciones eléctricas y de los equipos de desinfección en mal estado.

Proceso de tratamiento del agua cruda.

- Proceso de floculación de flujo vertical que consiste en agitar el agua.
- Proceso de sedimentación de flujo ascendente que es donde los sedimentos y lodos se depositan en el fondo de este proceso
- Proceso de filtración rápida de flujo descendente.
- Proceso de desinfección que es la adición de cloro para la eliminación de microorganismos
- Cámara de válvulas para la distribución de agua a los distintos tanques de almacenamiento.

4.1.4. Distribución

La distribución del agua potable para la población se lo realiza mediante los tanques de reserva y líneas de distribución siendo los beneficiarios toda la parte urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar.

Tabla 11
Red de Distribución

RED DE DISTRIBUCIÓN

Tubería	Tanques	Pasos	de	Conexiones	Daños
		Quebradas	domiciliarias		
		y ríos			

PVC de 110 mm	8	Ninguno	3144	Daños en tuberías por agricultura.
PVC de 160 mm				
PVC de 50 mm				

Fuente: Matriz de la OPS/OMS

Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

La EPMAPA – SM, entidad que está al frente de la prestación de servicios públicos de agua y alcantarillado desde el año 2015, en 2017 captaba 40 l/s del río Cañi, con una cobertura en el sector urbano el 84% con 24 horas de continuidad del servicio, en 18,4 km de redes de distribución cubriendo 2000 conexiones catastradas en aproximadamente 200 hectáreas.

Las líneas de distribución se encuentran en buen estado debido a que se puso en marcha el Plan Maestro de Agua Potable del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón San Miguel de Bolívar quien realizó el cambio de la tubería de distribución, pero actualmente todavía no entra en funcionamiento.

El agua potable es distribuida a la población de la ciudad De San Miguel, mediante cuatro sectores, en circuitos de una longitud de 18, 4 km de tuberías con diámetros que varían entre 110 mm a 50 mm. Se cubre alrededor de 160 hectáreas; lo cual representa el 85% del arte urbano y periférica. Los sectores son: Central; barrios San Cristo, parte del 13 de Abril y Victoria; Barrios América, Tiumbiguán y mirador; Ciudadela Libertad, Universidad Estatal de Bolívar y Plaza de Toros; Sector disperso comprendido entre el Cementerio y El Chasqui; Sector los Ángeles y Colegio 10 de Enero; Comunidades Guabuloma, San Blas, Gruta de Lourdes, Arcángel San Miguel, Camino al Cielo y Barrio Centenario. Con el incremento del

sistema de agua potable en el año 2014 se logró entregar el servicio a los barrios que lo tenían por dos horas y solo en las mañanas como son: Mirador, Tiumbiguán, lotización Bellavista, Paraíso de los Andes, El Chasqui, Ciudadela la Libertad, Puchali, 13 de Abril, Porotopamba, Parte alta de Santo Cristo, Arcángel San Miguel, La Comunidad, San Marcos y Parque Central. Estos barrios cuentan con el servicio las 24 horas. (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón San Miguel de Bolívar, 2019)

4.1.5. Análisis de laboratorio del agua potable y especificaciones técnicas

El análisis respectivo del agua cruda proveniente del río Cañí se lo realiza en el laboratorio del EPMAPA – SM que se encuentra ubicado en la planta de tratamiento Camino al Cielo el mismo que está acreditado por el ARCSA.

Mediante los resultados obtenidos del laboratorio que se puede observar en la Figura 19 y dialogo con el Ing. Renato Barragán se puede constatar la calidad de agua que consume la población del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar ya que ninguno de los valores supera los parámetros permitidos por la Norma NTE INEN 1108 el proceso de análisis se lo realiza en los distintos puntos del sistema y cada tres veces a la semana tomando en cuenta los componentes físicos, químicos y microbiológicos.

Tabla 12

Análisis de agua según los parámetros de la Norma INEN 1108

**EMPRESA PUBLICA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y
ALCANTARILLADO DE SAN MIGUEL**

RUC: 0260024430001

Dir. Guayas 13-20 y Bolívar Telefax. 03-22127034 – 2650833

Email: emapasm28@yahoo.com

TIPO DE MUESTRA: Agua cruda
FECHA DE ANALISIS: 02-06-2022 HORA: 13:00
PUNTO DE MUESTREO: Agua a la entrada de la PTAP
PERSONA QUE REALIZA LOS ANALISIS: Ing. Renato Barragán

RESULTADOS ANALITICOS:

Parámetros	Método/Norma	Unidad	Resultado	Norma INEN 1108
				Límite máximo permisible
Turbiedad	Standar Methods	NTU	10.4	5
Temperatura	Standar Methods	°C	15.7	-----
Potencial de hidrogeno	Standar Methods	Unidades de Ph	6.87	-----
Conductividad	Standar Methods	µs	296	-----
Solidos disueltos totales	Standar Methods	mg/L	143	-----
Color	Standar Methods	mg/L	26	15
Bario	Standar Methods	mg/L	0.4	0.7
Cloro	Standar Methods	mg/L	----	0.3-1.5

Cobre	Standar Methods	mg/L	0.07	2
Hierro	Standar Methods	mg/L	0.05	-----
Nitratos	Standar Methods	mg/L	1.1	50
Nitritos	Standar Methods	mg/L	0.006	3
Sulfatos	Standar Methods	mg/L	1	-----
Fosfatos	Standar Methods	mg/L	0.11	-----
Fluoruros	Standar Methods	mg/L	0.31	1.5
Coliformes totales	PETRIFILM AOAC -991.14	UFC/100ml		-----
Aerobios totales	PETRIFILM AOAC -990.12	UFC/100ml		-----

Fuente: Laboratorio EPMAPA – SM

Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

4.1.6. Tanques de reserva

La ciudad de San Miguel de Bolívar cuenta con 8 tanques de reserva construidos en diferentes sectores de la ciudad para la distribución del agua, así como también, para realizar el corte del servicio y el mantenimiento.

A continuación, en la **Tabla 13** se describe el lugar de distribución de los tanques de reserva.

Tabla 13

Tanques de reserva en la ciudad de San Miguel de Bolívar

Ubicación	Tanque	Tipo	Capacidad (m3)
------------------	---------------	-------------	-----------------------

Camino al Cielo	No 1	Rectangular	400 m ³
La Comunidad	No 2	Rectangular	200 m ³
Guabuloma	No 3	Circular	400 m ³
Guabuloma Bajo	No 4	Circular	100 m ³
	No 5		200 m ³
Mirador Alto	No 6	Circular	150 m ³
	No 7	Rectangular	100 m ³
Arrayanes	No 8	Rectangular	100 m ³
Arcángel Miguel	San No 9	Rectangular	200 m ³

Fuente: Matriz de OPS/OMS

Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

Tanque de reserva Camino al Cielo

El tanque No 1 se encuentra ubicado en el barrio Camino al Cielo en la planta de tratamiento del mismo nombre, siendo el tanque principal del sistema tiene una capacidad de 400m³ su infraestructura y sus accesorios se encuentran en buen estado, almacena toda el agua tratada para después ser repartida a los diferentes tanques ubicados en distintos sectores de la ciudad.

Figura 19

Tanque de reserva principal de 400m³



Fuente: Recorrido de campo

Tomado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

Tanques de Reserva La Comunidad

Se encuentran ubicados en el sector de la Comunidad el tanque No 2 posee un almacenamiento de 200m³ por falta de mantenimiento su infraestructura se encuentra en estado regular la tubería que alimenta el tanque es de hierro dúctil y de salida tubería PVC de 110 mm posee una cámara de válvulas, las tapas que protegen el agua se encuentran en mal estado y no posee seguridad. También se puede observar el cerramiento de malla y alambre de púas alrededor del tanque.

Figura 20

Tanque de reserva de 200m³



Fuente: Recorrido de campo

Tomado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

Tanque de reserva de Guabuloma

El tanque posee una capacidad de almacenamiento de 400m³ la tubería que alimenta el tanque es de PVC 10 mm, también cuenta con una cámara de válvulas, la tapa que protege el agua no tiene seguridad, su infraestructura se encuentra en estado regular por la falta de mantenimiento y cuidado consta con cerramiento toda el área del tanque con mallas y alambre de púas.

Figura 21

Tanque de reserva de 400m³



Fuente: Recorrido de campo

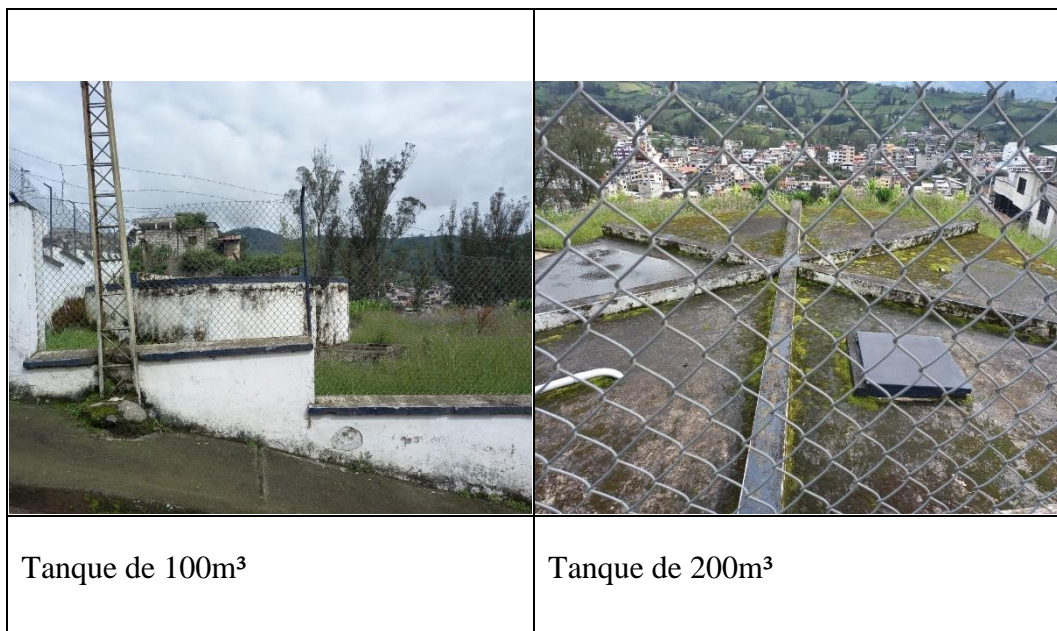
Tomado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

Tanque de reserva Guabuloma Bajo

El tanque No 4 y No 5 se encuentran ubicados en el sector de Guabuloma Bajo los mismos que poseen una capacidad de almacenamiento de 100m³-200m³ con una tubería de entrada es de PVC de 10mm y de salida de PVC de 110 mm también se puede evidenciar el deterioro de los tanques por la falta de mantenimiento su infraestructura se encuentra en mal estado.

Figura 22

Tanques de reserva de 100m³-200m³



Fuente: Recorrido de campo

Tomado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

Tanques de reserva de Mirador



El tanque No 6 y No 7 se encuentran ubicados el sector de Mirador Alto tiene una capacidad de almacenamiento de 150m³-100m³ su infraestructura se encuentra en estado regular debido a la falta de mantenimiento cuenta con una

cámara de válvulas, la tubería de ingreso a los tanques es de hierro dúctil y de salida es de PVC de 160mm también cuenta con válvulas de desagüe en cada tanque.

Toda el área de los tanques se encuentra protegido por un cerramiento de hormigón con mallas y alambre de púas.

Figura 23

Tanques de reserva de 150m³-100m³

	
<p>Tanques de 150m³- 100m³</p>	<p>Tuberías de entrada</p>

Fuente: Recorrido de campo

Tomado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

Tanque de reserva Los Arrayanes

Se encuentra ubicado en el sector denominado los Arrayanes tiene una capacidad de almacenamiento de 100m³ su infraestructura se encuentra en estado regular por falta de mantenimiento la tubería de entrada es de PVC de 50mm cuenta con válvulas de desagüe, las tapas que protegen el agua son de aluminio y se encuentran en mal estado y sin seguridad.

Figura 24
Tanque de reserva de 100m³



Fuente: Recorrido de campo
Tomado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

Tanque de reserva Arcángel San Miguel

Se encuentra ubicado en el barrio Arcángel San Miguel tiene una capacidad de almacenamiento de 200m³ la tubería de entrada es de PVC de 110 mm alimentado atreves del tanque principal cuenta también con una válvula de desagüe su infraestructura se encuentra en estado regulara por falta de mantenimiento.

Figura 25
Tanque de reserva de 200m³



Fuente: Recorrido de campo
Tomado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

4.2. Resultados según objetivo 2

Determinar el nivel de vulnerabilidad funcional utilizando la metodología de la SNGRE/PNUD, OPS/OMS del sistema de agua potable en el área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar.

4.2.1. Vulnerabilidad funcional del Sistema de Agua Potable de la ciudad de San Miguel de Bolívar.

Después de realizar el levantamiento de información y su respectivo análisis en los tres componentes del sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar se procedió a realizar la respectiva calificación utilizando las matrices del SNGRE/ PNUD, (2012) y la OPS/OMS, (1998) combinadas, relacionado a los componentes físicos, sistema funcional de agua potable y departamento operativo y administrativo.

Para determinar el nivel de vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de San Miguel se empleó la matriz y variables de la metodología SNGRE/PNUD/OPS que se observa a continuación en la **Tabla 14**.

Tabla 14

Variables de la matriz SNGRE/PNUD /OPS Vulnerabilidad Funcional

Factores de Vulnerabilidad Funcional	VARIABLES de Vulnerabilidad	Indicadores	Valor del indicador	Peso ponderado	Valor máximo
AGUA POTABLE	Cobertura de servicios	>80%	1	1	10
		50 al 80%	5		
		<50%	10		
		Sin servicio	N/A		

	Dependencia	Sin Dependencia	1	1	10
		Con Dependencia	10		
	Redundancia	Más de una	1	3	30
		Una	5		
		Ninguna	10		
	Capacidad de intervención	Personal calificado y equipamiento	1	1	10
		Personal calificado sin equipamiento	5		
		Sin personal ni equipamiento	10		
	Administrativo	Realiza proyectos que benefician el sistema de agua potable	1	2	20
		Escasos proyectos que benefician el sistema de agua potable	5		
		No se realiza proyectos para mejorar el sistema de agua potable	10		

	Operativo	Suficiente personal para operación y mantenimiento	1	2	20
		Poco personal para la operación y mantenimiento	5		
		No cuenta con personal de operación y mantenimiento	10		
Total				10	100

Fuente: SNGRE/PNUD/OPS

Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

La EPMAPA-SM, entidad que está al frente de la prestación de servicio público de agua potable desde el año 2015-2016, en el año 2017 captó 40 l/s del río Cañí alcanzando en el sector urbano el 84% de cobertura de hogares con 24 horas de continuidad del servicio.

El área de captación no presenta dependencia a elementos externos ya que la captación y recolección del agua cruda se da por la fuerza de la gravedad, no necesita tampoco de equipos indispensables ya que la infraestructura no necesita manipulación para su correcta operación.

La capacidad de control es suficiente mediante un operador quien se encarga de la revisión del agua captado del río, la operación y el mantenimiento de la infraestructura de la captación y los tanques de sedimentación, las vías de acceso al

componente de captación están en malas condiciones lo que dificulta la respuesta ante cualquier eventualidad.

La planta de tratamiento Camino al Cielo presenta dependencia ya que necesita de elementos indispensables para el tratamiento del agua como es el cloro gas, poli cloruro de aluminio y energía eléctrica. La sustitución del cloro gas se lo realiza de manera inmediata ya que se encuentra almacenado en la cámara de cloro gas en la planta, durante algún corte de energía eléctrica el proceso de cloración se lo realiza de manera manual.

Los equipos indispensables para el normal funcionamiento de la planta como las válvulas, inyector de cloración a gas, bomba dosificadora de policloruro no son remplazados de manera inmediata en caso de alguna falla ya que el Ingeniero químico que labora en la planta debe informar al operador del EPMAPA-SM.

4.2.2. Determinación del análisis de la vulnerabilidad funcional.

Con base al análisis realizado anteriormente se procedió a determinar el análisis de la vulnerabilidad funcional. El sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar registra un valor final de **47** que se encuentra en el rango de **vulnerabilidad media** (Tabla 5). El problema radica principalmente en las variables de dependencia a elementos externos y la redundancia. En el primer caso dependencia a la energía eléctrica y en el segundo caso no existen remplazos inmediatos si algún equipo llegara a fallar en la planta de tratamiento, así como también la EPMAPA-SM depende solo del sistema de agua potable actual y no busca nuevas alternativas para implementar otro sistema es por eso que en caso de que se de cualquier eventualidad en este sistema dejaría a la ciudad de San Miguel de Bolívar sin el suministro.

Así mismo la falta personal de operación y mantenimiento hace que la empresa no pueda atender los diversos problemas que se suscitan en el sistema.

Para la solución de los problemas la EPMAPA-SM debe implementar un generador de energía la misma que se activara en caso de corte de energía eléctrica también debe contar con un operador a tiempo completo en la planta de tratamiento, realizar convenios con otras instituciones para la construcción de un nuevo sistema de agua potable y de esta manera no depender de un solo sistema.

Tabla 15
Vulnerabilidad Funcional del Sistema de Agua Potable

Factor de Vulnerabilidad	Variables de Vulnerabilidad	Indicadores	Valor del indicador	Peso Ponderado	Valor Final de Vulnerabilidad
AGUA POTABLE	Cobertura de servicios	>80%	1	1	1
	Dependencia	Con dependencia	10	1	10
	Redundancia	Un sistema	5	2	10
	Capacidad de intervención	Personal calificado y equipamiento	1	1	1
	Administrativo	Escasos proyectos que benefician el sistema de agua potable	5	2	10
	Operativo	Poco personal para la operación y mantenimiento	5	3	15
Total					47

Fuente: SNGRE/PNUD

Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

4.2.3. Vulnerabilidad Física del sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar

Las matrices y variables utilizadas para determinar el nivel de vulnerabilidad física en el sistema de agua potable de la ciudad de San Miguel de Bolívar se pueden observar a continuación en la **tabla 16** y **tabla 17**.

Tabla 16
Variables matriz SNGRE/PNUD

VARIABLES MATRIZ SNGRE/PNUD VULNERABILIDAD FISICA					
Factor de Vulnerabilidad	Variables de vulnerabilidad intrínseca	Indicador	Ponderación	Rangos	Nivel de Vulnerabilidad
	Estado actual	Bueno	1	1	Bajo
		Regular	2	2	Medio
		Malo	3	3	Alto
Sistema de Agua Potable	Antigüedad	0 a 25 años	2		
		25 a 50 años	3		
		mayor a 50 años	3		
	Mantenimiento	Planificado	1		
		Esporádico	2		
		Ninguna	3		
	Material de construcción	PVC	1		
		Hormigón armado	1		
		Asbesto cemento	2		
		Tierra	3		
	Estándares de diseño y construcción	Ante de IEOS	1		
		Entre el IEOS y la norma local	2		

		Luego de la norma local	3		
TOTAL					
Nivel Vulnerabilidad					

Fuente: SNGRE/PNUD

Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

Tabla 17

Variables matriz OPS/OMS

VARIABLES MATRIZ OPS/OMS VULNERABILIDAD FISICA	
Componente	Estado actual
Captación	Tipo
	Elementos
	Daños
Conducción	Tubería
	Tanque
	Daños
Tratamiento	Elementos
	Accesorios
	Daños

Fuente: OPS/OMS

Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

Vulnerabilidad Física en la captación del sistema de agua potable.

Para determinar la vulnerabilidad física en el sistema de captación se procedió a evaluar utilizando la combinación de las matrices PNUD y OPS en la cual nos arrojó como resultado **1** que de acuerdo a la tabla de calificación se determina como **vulnerabilidad baja**.

A continuación, en la **tabla 18** se puede verificar los resultados obtenidos:

Tabla 18*Variables de Vulnerabilidad Física- Planta de Captación*

Variables De Vulnerabilidad Intrínseca	Descripción	Indicador	Ponderación
Estado actual	La infraestructura del sistema de captación se encuentra en buen estado y cumple con las normas para desempeñar un correcto funcionamiento	Bueno	1
Tipo	Rio	Bueno	1
Elemento	Tubería PVC 3.15 mm Tanques sedimentadores de hormigón	Bueno	1
Antigüedad	El sistema de captación tiene 15 años de construcción	0 a 25 años	2
Mantenimiento	El mantenimiento se lo realiza cada 2 meses o 3 meses dependiendo de la estación de invierno o verano	Esporádico	2
Material de construcción	La infraestructura es de hormigón armado para	Hormigón Armado	1

	que soporte el caudal que recoge del río.		
Estándares de diseño y construcción	El sistema cuenta con las normas técnicas entre el ex IEOS-INEN y la norma local para el sistema de agua potable	Entre el IEOS y la norma local	2
Daños	No presenta daños	Bueno	1
Total			11
Nivel de vulnerabilidad Baja			1

Fuente: PNUD/OPS

Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

Vulnerabilidad Física en la Línea de Conducción

Tabla 19

Variables de la Vulnerabilidad Física- Línea de Conducción

Variables De Vulnerabilidad Intrínseca	Descripción	Indicador	Ponderación
Estado actual	La línea de conducción del sistema se encuentra en estado regular debido a la falta de mantenimiento.	Regular	2

Tubería	Tubería PVC de 200 mm, 250mm Tubería de Hierro Dúctil de 350mm	Regular	2
Tanque	Rompe presión en los tramos por donde pasa la tubería. Válvulas de desagüe Válvulas de aire	Regular	2
Antigüedad	El sistema tiene 25 años de haber sido construido y el mejoramiento y ampliación del sistema se lo realizo en el 2015	0 a 25 años	2
Mantenimiento	Se lo realiza cada 2 a 3 meses dependiendo de las estaciones climáticas	Esporádico	2
Material de construcción	El sistema cuenta con tubería PVC, Hierro Dúctil en algunos tramos protegido por hormigón.	PVC Hormigón armado	1
Estándares de diseño y construcción	El sistema cumple con la norma técnica INEN 2655 ya que se realizó la ampliación y	Entre el IEOS y la norma local	2

	mejoramiento recientemente.		
Daños	No presenta daños, pero su infraestructura se ve deteriorada por falta de mantenimiento.	Regular	2
Total			15
Nivel de vulnerabilidad Media			2

Fuente: PNUD/OPS

Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

Vulnerabilidad física de la planta de tratamiento y distribución del sistema de agua potable

Mediante la observación directa y recorrido realizado por las instalaciones de la planta de tratamiento que se encuentra ubicado en el barrio Camino al Cielo se procedió a evaluar el estado en el que se encuentra las instalaciones de la misma utilizando la matriz combinada PNUD/OPS en la cual se obtuvo el valor de 2 que según la ponderación de la matriz utilizada es **vulnerabilidad media**.

En la siguiente tabla se puede observar a más detalle el nivel de vulnerabilidad en la que se encuentra la planta de tratamiento y distribución de sistema de agua potable de la ciudad de San Miguel de Bolívar.

Tabla 20*Matriz de vulnerabilidad física Planta de Tratamiento y Distribución*

Variables de Vulnerabilidad Intrínseca	Descripción	Indicador	Ponderación
Estado actual	Se encuentra en buenas condiciones salvo las instalaciones eléctricas que se ven deterioradas, cumple con la debida normativa para su funcionamiento.	Regular	2
Elementos	Canales Parshall Tanque para la floculación vertical Tanques sedimentadores Tanques de Filtración Tanque de almacenamiento y distribución 400 m3	Bueno	1
Accesorios	Cámara de cloro gas Inyector de cloración a gas Bomba dosificadora de policloruro Válvulas de distribución	Regular	2

Antigüedad	La planta de tratamiento ya cumplió con su vida útil por lo que es necesario realizar el mejoramiento de la misma.	0 a 25 años	2
Mantenimiento	El mantenimiento es esporádico solo cuando se detecta alguna falla en el sistema.	Esporádico	2
Material de construcción	Todo el sistema está construido con hormigón armado.	Hormigón armado	1
Estándares de diseño y construcción	El sistema cumple con la norma NTE INEN 2655	Entre el IEOS y la norma local	2
Daños	No presenta danos en su infraestructura, pero sus instalaciones electricas están en malas condiciones.	Regular	2
Total			14
Nivel de vulnerabilidad Media			2

Fuente: PNUD/OPS

Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

Análisis Entrevista al Departamento Técnico del EPMAPA-SM

1. ¿En qué año se realizó la construcción del nuevo sistema de agua potable para la ciudad de San Miguel?

En la actualidad no existe un nuevo sistema de agua potable solo se cambió las redes de distribución en todo el sistema de agua potable a nivel del área urbano del cantón San Miguel de Bolívar.

2. ¿De qué material son las tuberías que conforman el sistema de agua potable?

La repuesta del técnico fue que el tipo de material que conforma las tuberías del sistema de agua potable es de PVC en su mayoría lo cual es material ideal y muy resistente.

3. ¿El departamento técnico cuenta con una planificación para realizar el mantenimiento del sistema de agua potable?

La respuesta del técnico fue que en general si cuentan con una planificación y el personal necesario para brindar un mantenimiento adecuado en el sistema de agua potable lo cual es muy buena ya ayuda a la prevención.

4. ¿Cada que tiempo se realiza el mantenimiento del sistema de agua potable?

Según la respuesta del técnico el tiempo que se realiza el mantenimiento dependiendo de la estación climática en la que se encuentra cada 3 meses en verano y cada 2 meses en invierno. Pero un permanente recorrido por el área del sistema de agua potable ayudara a reducir la vulnerabilidad y gastos innecesarios.

5. En caso de detectar problemas en el funcionamiento en sistema de agua potable ¿El departamento técnico cuenta con el equipamiento necesario para solucionar el problema?

Según la entrevista realizada al técnico cuenta con el equipamiento necesario para dar solución en caso de detectar algún problema y así mantener el servicio de agua potable a toda la ciudadanía. Pero no se pudo evidenciar de manera física la existencia del equipamiento.

¿Existen equipos indispensables como tuberías, uniones, entre otros que ayude el normal funcionamiento del sistema de agua potable?

Según el técnico si cuenta con todos los accesorios para una pronta solución de cualquier tipo de daño en el sistema de agua potable. No se pudo acceder a evidenciar la existencia de estos equipos.

¿En caso de una falla o emergencia, ¿se dispone de equipos para el reemplazo de aquellos que son indispensables para el funcionamiento del sistema?

Según el técnico si cuenta con todos los equipos indispensables para el reemplazo y correcto funcionamiento del sistema, generando una pronta solución y brindar el servicio de mejor calidad. Pero no se pudo evidenciar la existencia de estos equipos.

6. ¿Existen mecanismos de alerta que detecten problemas en el funcionamiento en el sistema de agua potable? ¿Cuáles son?

No cuentan con mecanismos de alerta para detectar los problemas de funcionamiento solo es detectada por el técnico operador que labora en la planta de tratamiento el cual da aviso inmediato para poder trabajar en la falla. Por lo

tanto, es una gran falencia dentro del sistema de agua potable que se debe solucionar.

7. En caso de detectar problemas en el funcionamiento en el sistema de agua potable ¿El departamento técnico cuenta con suficiente el personal para solucionar el problema?

Cuentan con un total de 6 operadores para dar una solución al problema en el nivel del sistema de agua potable de la ciudad de San Miguel así mismo se cuenta con 10 funcionarios del personal administrativo.

4.2.4. Percepción de la población del funcionamiento del sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de Sa Miguel de Bolívar

Para conocer la percepción del funcionamiento del sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar se aplicó una encuesta a la población beneficiaria del servicio de agua potable. El tamaño de la muestra fueron un total de 342 encuestados tanto como hombres y mujeres de la ciudad urbana del San Miguel de Bolívar.

1. ¿Qué nivel de satisfacción cree usted que recibe del servicio de agua potable?

Análisis

Por lo tanto, entre la población encuestada para la pregunta n°1 se encontró que un 43% se encuentran satisfechos seguido por un 30% ni satisfecho ni insatisfecho, 17% poco satisfecho y con un 10% de la población nada satisfecho.

Existe una mayor proporción de personas que se encuentran satisfechas con el servicio de agua potable que reciben sin embargo también hay un número

significativo de personas que se encuentran ni satisfechas ni insatisfechas razón por la cual es de gran importancia mejorar el servicio brindado por parte de la institución responsable en este caso la EPMAPA-SM.

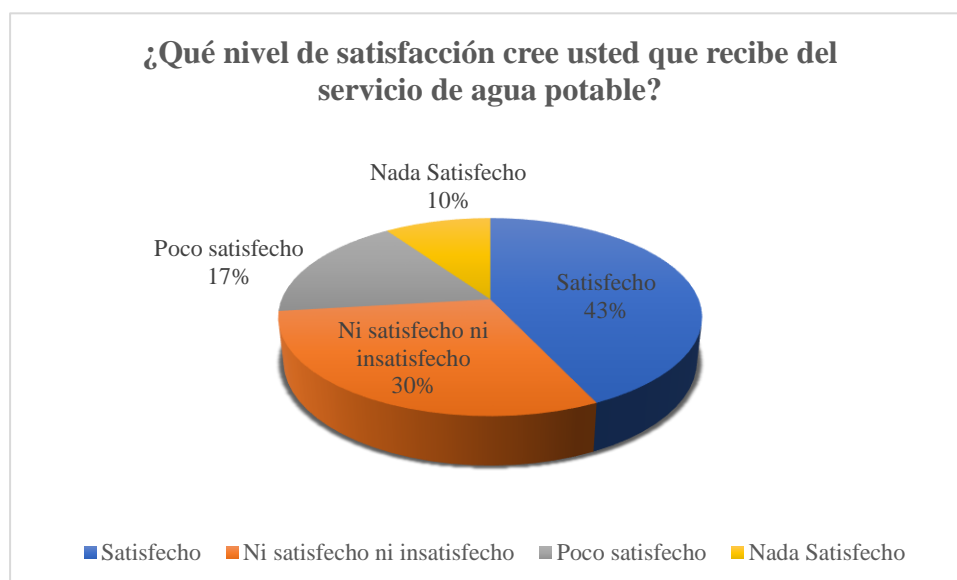
Tabla 21
Qué nivel de satisfacción cree usted que recibe del servicio de agua potable

Repuestas	Frecuencia	Porcentaje
Satisfecho	147	43%
Ni satisfecho ni insatisfecho	103	30%
Poco satisfecho	59	17%
Nada Satisfecho	33	10%
TOTAL	342	100%

Fuente: Encuesta población del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar
Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

Estos resultados se pueden observar mejor en la siguiente figura:

Figura 26
Qué nivel de satisfacción cree usted que recibe del servicio de agua potable



Fuente: Encuesta población del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar
Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

2. ¿Previa a una suspensión del servicio de agua potable ésta fue anticipada oportunamente, por qué medio?

Análisis

Se observa que entre la población encuestada el 64% de los habitantes del área urbana son informados mediante la radio, seguido con 6% por prensa, 4% en televisión y un 25% otros medios.

La mayoría de las personas encuestadas se enteran de la suspensión del servicio por medio de la radio con ello se puede observar que la institución informa con antelación a la población para que se encuentre preparada y pueda abastecer de agua antes que se presente cualquier eventualidad en el sistema de agua potable.

Tabla 22

Previa a una suspensión del servicio de agua potable ésta fue anticipada oportunamente, por qué medio.

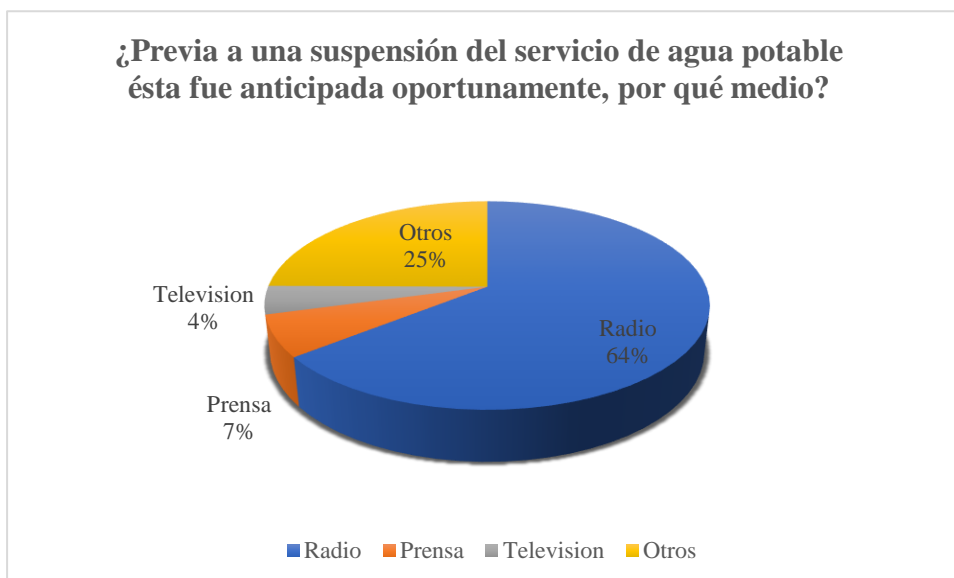
Variables	Frecuencia	Porcentaje
Radio	220	64%
Prensa	22	6%
Televisión	15	4%
Otros	85	25%
TOTAL	342	100%

Fuente: Encuesta población del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar
Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

Los resultados obtenidos se pueden constatar en la siguiente figura:

Figura 27

Previa a una suspensión del servicio de agua potable ésta fue anticipada oportunamente, por qué medio



Fuente: Encuesta población del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar
Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

3. Usted como beneficiario del agua potable, cuál sería la mejora en el servicio que brinda el EPMAPA-SM.

Análisis

Según la población encuestada con un 45% requieren que el agua potable sea de calidad mientras que el 27% prefiere la atención y el 23% elige el mantenimiento, por último, el 5% opta por la información.

Por lo que se puede apreciar la mayor proporción de los encuestados requiere que la mejora por parte de la EPMAPA-SM sea en la calidad del agua potable, manifestando de esta manera que la calidad del agua de consumo es de mala calidad y que la institución responsable de ello debe realizar una intervención inmediata.

Tabla 23

Usted como beneficiario del agua potable, cuál sería la mejora en el servicio que brinda el EPMAPA-SM

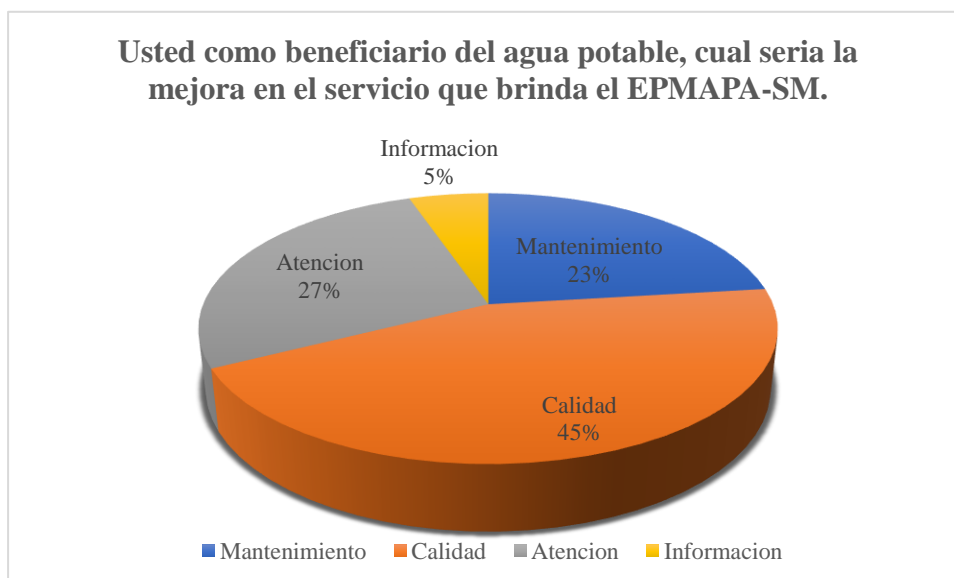
VARIABLES	Frecuencia	Porcentaje
Mantenimiento	79	23%
Calidad	152	44%
Atención	93	27%
Información	18	5%
TOTAL	342	100%

Fuente: Encuesta población del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar
Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

A continuación, en el siguiente gráfico se puede observar los resultados obtenidos:

Figura 28

Usted como beneficiario del agua potable, cuál sería la mejora en el servicio que brinda el EPMAPA-SM



Fuente: Encuesta población del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar
Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

4. ¿Cómo califica usted, la calidad del agua que brinda EPMAPA-SM?

Tabla 24

Como califica usted, la calidad del agua que brinda EPMAPA-SM

Variabes	Frecuencia	Porcentaje
Excelente	79	23%
Regular	232	68%
Malo	31	9%
TOTAL	342	100%

Fuente: Encuesta población del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar
Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

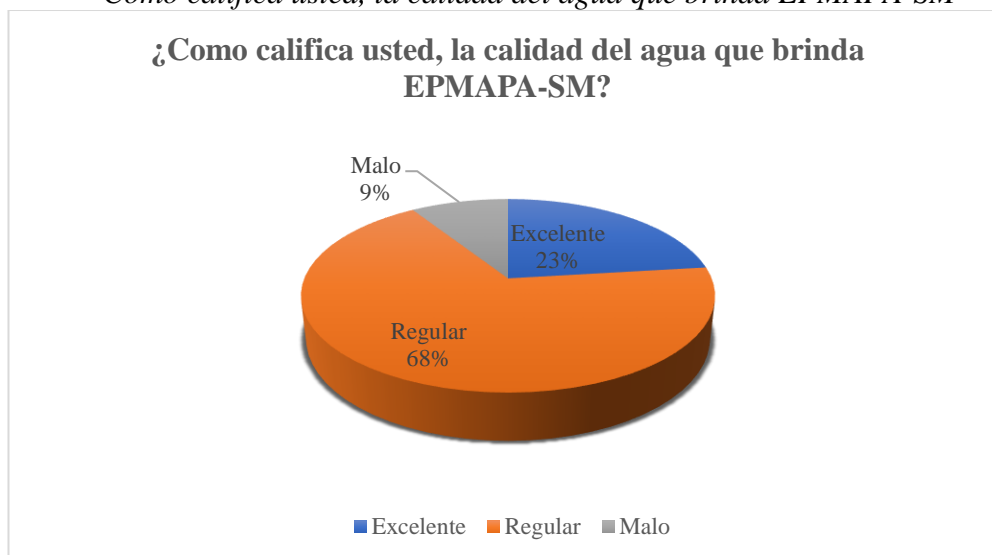
Análisis

Del total de encuestados el 68% califica que la calidad del agua es regular seguida por un 23% que considera que es excelente, y por último con un 9% que es malo. La mayoría de los encuestados considera que la calidad del agua es regular esto debido al mal tratamiento que se realiza en el laboratorio siendo algo negativo para la población beneficiaria ya que aumentara enfermedades provocadas por el mal estado del agua.

El resultado de obtenido se presenta en la siguiente figura:

Figura 29

Como califica usted, la calidad del agua que brinda EPMAPA-SM



Fuente: Encuesta población del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar
Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

5. Si es que ha presentado algún daño de suministro de agua, ¿Cómo ha sido la atención?

Análisis

Se observa que el 66% de los encuestados considera que si se ha presentado algún daño en el suministro de agua la atención es buena mientras que solo el 11% considera que es malo.

La mayor proporción de encuestados considera que es buena la atención brindada cuando se presenta algún daño en el sistema de agua potable por lo que se puede notar el buen desempeño de los técnicos del EPMAPA-SM al momento de solucionar cualquier eventualidad.

Tabla 25

Si es que ha presentado algún daño de suministro de agua, ¿Cómo ha sido la atención?

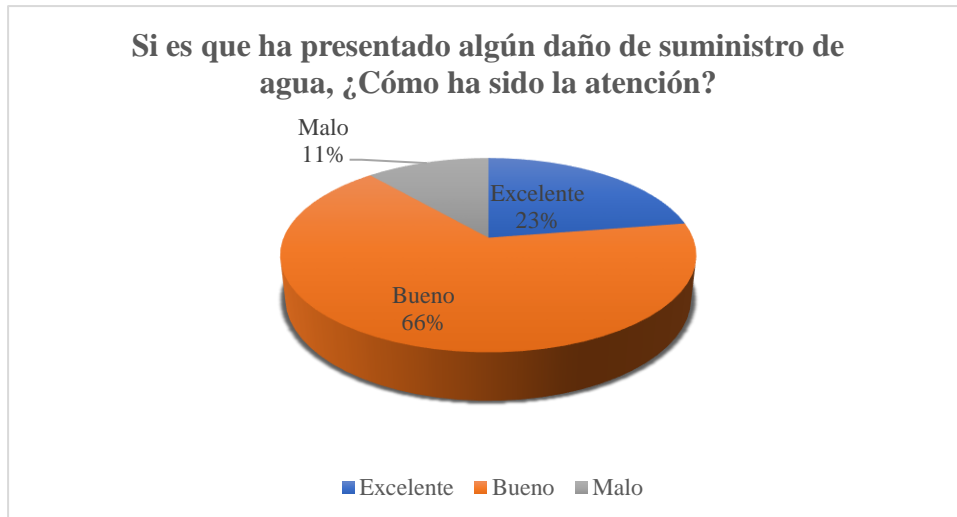
Variables	Frecuencia	Porcentaje
Excelente	77	23%
Bueno	226	66%
Malo	39	11%
TOTAL	342	100%

Fuente: Encuesta población del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar
Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

Los resultados obtenidos se presentan a continuación en la siguiente figura:

Figura 30

Si es que ha presentado algún daño de suministro de agua, ¿Cómo ha sido la atención?



Fuente: Encuesta población del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar
 Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

6. ¿Considera usted que el control de medidores realizados por los trabajadores del EPMAPA-SM es llevado correctamente?

Análisis

A través de la encuesta realizada se observa que el 52% considera que si se lleva correctamente el control de los medidores por parte de los trabajadores de la EPMAPA-SM mientras que el 48% considera que no se lleva correctamente.

La mayoría de la población encuestada considera que si se lleva correctamente el control de medidores realizado por los trabajadores de la EPMAPA-SM sin embargo también se puede observar un valor significativo de encuestados que consideran que no lleva correctamente razón por lo cual se debe capacitar a los técnicos para que realicen esta labor correctamente.

Tabla 26

Considera usted que el control de medidores realizados por los trabajadores del EPMAPA-SM es llevado correctamente

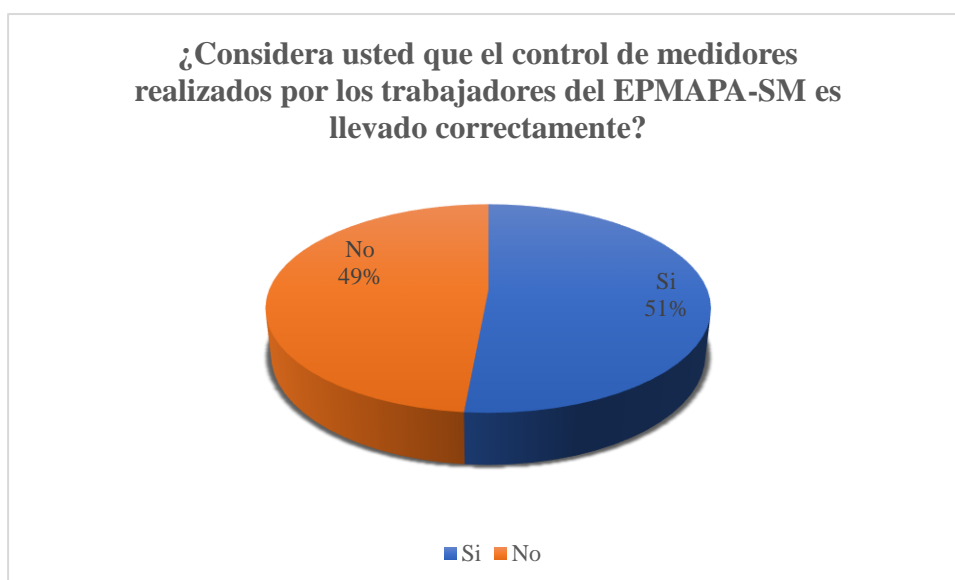
Variables	Frecuencia	Porcentaje
Si	176	51%
No	166	49%
TOTAL	342	100%

Fuente: Encuesta población del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar
Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

Los resultados obtenidos se pueden observar en la siguiente figura:

Figura 31

Considera usted que el control de medidores realizados por los trabajadores del EPMAPA-SM es llevado correctamente



Fuente: Encuesta población del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar
Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

7. ¿Cómo considera su recibo de consumo de agua potable?

Análisis

Mediante la encuesta realizada se puede determinar que el 56% considera que el recibo de consumo de agua es caro seguido de un 40% que es adecuado y solo el 4% que es económico.

La mayoría de las personas encuestadas consideran que la tarifa de cobro por consumo de agua es elevada siendo esto una gran falencia por parte de

la empresa ya que primero tiene que brindar un servicio de calidad a todos los usuarios ya que en la actualidad es poco el servicio que brinda la EPMAPA-SM por tal razón las autoridades de la institución deben planificar de mejor manera el cobro por el servicio de agua potable.

Tabla 27

Cómo considera su recibo de consumo de agua potable

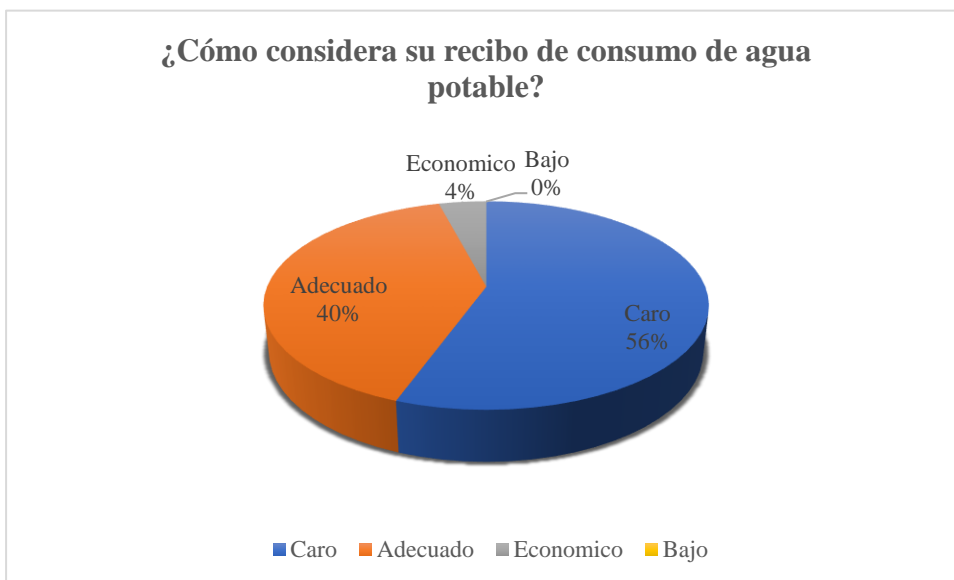
VARIABLES	Frecuencia	Porcentaje
Caro	190	56%
Adecuado	138	40%
Económico	14	4%
Bajo	0	0%
TOTAL	342	100%

Fuente: Encuesta población del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar
Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

El resultado obtenido se puede observar en la siguiente figura:

Figura 32

Cómo considera su recibo de consumo de agua potable



Fuente: Encuesta población del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar
Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

8. ¿Qué cree que debe mejorar para contar un buen servicio de agua potable?

Análisis

Del total de encuestados el 33% considera que para contar con un buen servicio de agua potable se debe mejorar la calidad de agua seguido de un 27% que considera la cantidad de agua el 27% la respuesta inmediata ante posibles daños y el 13% mejorar la administración.

Basado en las respuestas que se encuentran muy diferenciadas se puede decir que la EPMAPA-SM aún no está preparada para responder eficientemente a los distintos requerimientos de los usuarios por tal razón debe realizar el mantenimiento, seguimiento y monitoreo constante del sistema de agua potable para poder mejorar el servicio.

Tabla 28

Qué cree que debe mejorar para contar un buen servicio de agua potable

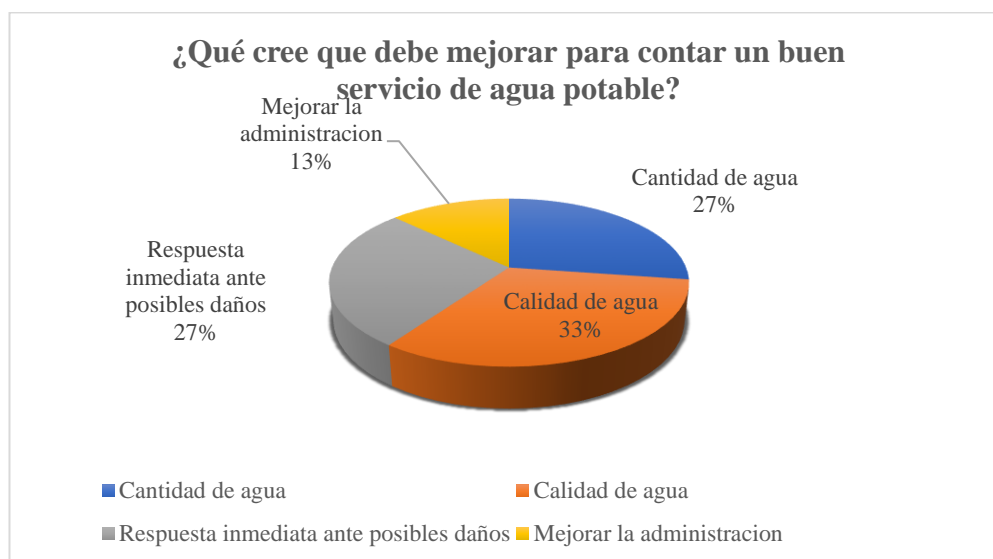
Variables	Frecuencia	Porcentaje
Cantidad de agua	93	27%
Calidad de agua	111	33%
Respuesta inmediata ante posibles daños	93	27%
Mejorar la administración	44	13%
TOTAL	341	100%

Fuente: Encuesta población del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar
Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

Los resultados obtenidos se pueden verificar en la siguiente figura:

Figura 33

Qué cree que debe mejorar para contar un buen servicio de agua potable



Fuente: Encuesta población del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar
Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

4.2.5. Vulnerabilidad Administrativa

La EPMAPA-SM no cuenta con una planificación adecuada para la coordinación, evaluación financiera y económica para realizar los diferentes proyectos para la empresa tampoco cuentan con mecanismos para realizar acercamiento a la población y dar a conocer los diferentes servicios que presta la institución.

En lo que respecta a los recursos financieros no se pudo obtener la información debido a que la información que lleva la gerencia es confidencial, la capacitación al personal operativo se lo realiza cada 3 meses y al personal administrativo cada año.

Debilidades Organizativas y Administrativas

Tabla 29

Matriz de Vulnerabilidad Administrativa OPS.

ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACION:			
Personal Capacitado Inmediata respuesta ante presuntos daños Imagen y reputación empresarial Posicionamiento de la empresa a nivel local	Falta de mecanismos de relacionamiento para acercamiento de usuarios a la empresa. Falta de información y coordinación en la evaluación financiera y económica de proyectos para la organización. Bajo cumplimiento en tiempo de atención ofrecido a usuarios.		
RECURSOS Y MATERIALES DISPONIBLES:			
CANTIDAD	MATERIAL Y CARACTERISTICAS		
	Tubos PVC Medidores Válvulas Cajas porta medidores		
RECURSOS FINANCIEROS ACTUALES:			
TARIFA MENSUAL	INGRESO NETO	EGRESO NETO	CUENTAS POR COBRAR
---	---	---	----
CUENTAS	SALDO REAL	FONDO DE CAPITALIZACION	
---	---	---	
CAPACITACION AL PERSONAL:			
PERSONAL	CURSO DE CAPACITACION	ULTIMO ENTRENAMIENTO	
19	8	Abril 2022	
TIEMPO DE SERVICIO	OBSERVACIONES		
18 años			

Fuente: OPS/OMS

Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

Vulnerabilidad Operativa

La EPMAPA-SM cuenta con lo suficiente cantidad de agua en la época invernal para suministrar a la ciudadanía, pero cuando llega la época de verano el

caudal del río donde se realiza la captación disminuye lo cual repercute en el sistema de distribución de agua potable.

En lo que relaciona a la operación y mantenimiento el operador del sistema se encarga de realizar la limpieza y mantenimiento de todo el sistema cada 3 meses junto a sus colaboradores.

Debilidades en la prestación de servicios:

Tabla 30

Matriz de Vulnerabilidad Operativa OPS.

CANTIDAD, CONTINUIDAD Y CALIDAD DEL AGUA:			
No USUARIOS	COMPONENTE	CAPACIDAD COMPONENTE	REQUERIMIENTO ACTUAL
3144	Captación	38 a 40 l/s	38 a 40 l/s
DEFICIT (-) SUPERAVIT (+)	CONTINUIDAD (PERIODOS)	CALIDAD AGUA	
	En época de verano el caudal del río disminuye por lo cual se baja la presión en la red de distribución.	Buena NTE INEN 1108	
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO:			
RUTINA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO:			
Limpieza de tanques reservorios cada 3 meses. Limpieza de tanques sedimentadores en la planta de captación cada 3 meses. Desinfección Verificación			
CAPACITACION DEL PERSONAL:			
PERSONAL	CURSO DE CAPACITACIÓN	ULTIMO ENTRENAMIENTO	

4	5 cursos de capacitación acerca del tratamiento del agua y purificación.	Abril del 2022
TIEMPO DE SERVICIO	OBSERVACIONES	
20 años		

Fuente: OPS/OMS

Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

4.2.6. Identificación de la forma de operación del sistema de agua potable

La forma de operación del personal en el sistema de agua potable es por contrato y a tiempo completo el operador no cuenta con un diseño gráfico del sistema por lo cual al momento de realizar cualquier actividad no tiene conocimiento de la ubicación de las tuberías siendo esto una grave falencia por parte de la EPMAPA-SM.

Según la entrevista realizada al operador si cuenta con un manual reglamentario de operación y mantenimiento, pero no cuenta con un libro de vida del sistema ya que desconoce la existencia de la misma.

En cuanto se refiere a la rutina de operación y mantenimiento actual del sistema realiza una supervisión diaria y dependiendo de la necesidad de los usuarios.

A continuación, en la Tabla 30 se da a conocer la forma de operación que tiene el sistema de agua potable de la ciudad de San Miguel de Bolívar.

Tabla 31*Matriz forma de operación del sistema de agua potable*

UNIDAD DE OPERACIÓN					
Operador	Contratado	Voluntario	Tiempo completo	Tiempo parcial	Ocasional
1	X		X		
OPERADOR	RESPONSABILIDAD				
Klever Velasco	Realizar mantenimiento Realizar contrales Conocer el Funcionamiento Supervisión diaria				

Fuente: OPS/OMS

Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

4.3. Resultado según objetivo 3

Proponer medidas de reducción de riesgo en el sistema de agua potable en el área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar en base, al análisis de vulnerabilidad.

4.3.1. Presentación del plan de contingencia

El análisis de vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar ha permitido entender la dinámica del funcionamiento, operación y mantenimiento del sistema y detallar las posibles

debilidades que puedan ocasionar la paralización del servicio debido a la falla en sus componentes.

El presente plan de contingencia permitirá el fortalecimiento de las debilidades que se presenta en cada uno de los componentes que conforman el sistema y de esta manera mejorar el servicio que brinda la institución. Para ello se implementará actividades para una intervención más eficaz y respuesta rápida por parte de los responsables garantizando el normal funcionamiento del sistema de agua potable.

4.3.2. Objetivos del plan de contingencia

Objetivo general

Establecer un plan de contingencia para el sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar que permita mitigar o minimizar las vulnerabilidades físicas y funcionales que se presentan en el sistema.

Objetivos específicos

Definir medidas y/o actividades para la vulnerabilidades físicas y funcionales detectadas en el sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar.

Socializar el plan de contingencia a los responsables técnicos y operadores del sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar.

Comprometer a cada departamento un trabajo en conjunto responsable y participativo para mejorar acciones de prevención, asistencia, refuerzo y recuperación del sistema de agua potable.

4.3.3. Programas del plan de contingencia

Según el análisis de vulnerabilidad funcional se determinó dos principales programas los mismos que serán de gran importancia para la mitigación y minimización de las debilidades físicas y funcionales detectadas en el sistema de agua potable. El programa para realizar el mantenimiento y programa de capacitación a todo el personal de la institución.

El primer programa abarca el mantenimiento de todos los componentes que conforman el sistema como: las obras de captación, líneas de conducción, planta de tratamiento, tanques de reserva, tanques recolectores entre otros con el fin de mantener en excelentes condiciones toda la infraestructura física. Además, llevar todos los registros de actividades que se realiza en la planta de captación, registro de información de las matrices de control en la planta de tratamiento relacionado al control de contenedores de cloro gas, registro de mantenimiento y desinfección de todos los equipos y registro de visitas la finalidad de llevar estas actividades es que puedan ser evaluados por los técnicos cuando se lo requieran.

El segundo programa está relacionado con la capacitación a todo personal en materia de gestión de riesgos, primeros auxilios, manejo de extintores entre otros y por último la realización de simulacros en la planta de tratamiento acerca de fugas de cloro gas. La finalidad de las capacitaciones es que el personal tenga conocimientos necesarios para poder responder ante la ocurrencia de cual evento peligroso.

A continuación, en la **Tabla 32** se presenta la matriz de plan de contingencia que contiene los programas, objetivos y responsables de cumplir con las actividades propuestas en este plan.

4.3.4. Matriz de plan de contingencia

Tabla 32

Matriz de plan de contingencia del sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar

Programa de Mantenimiento					
Objetivo del programa de mantenimiento	Proteger la infraestructura de las obras civiles de la planta de captación, tratamiento y distribución del sistema de agua potable. Garantizar la movilidad y acceso rápido de vehículos a la planta de captación. Garantizar que el sistema cuente con suficiente equipamiento e insumos químicos en la planta de tratamiento con la finalidad de remplazarlos en el momento que se agoten o los equipos sufran daños. Reponer inmediatamente cuando ocurra rupturas de tuberías en la línea principal y de esta manera evitar la suspensión o corte de servicio de agua potable				
Responsable	Operador EPMAPA-SM				
Componente	Nombre del sector	Tipo de debilidad	Medida y/o actividad propuesta	Indicador	Medio de verificación
CAPTACIÓN	Cañivi La Virginia	Físicas	Realizar el mantenimiento dos veces al año de la infraestructura de la planta de captación con el fin de mantener las obras civiles en buenas condiciones.	Número de mantenimientos realizados al año.	Registro de mantenimiento
		Funcional	Continuar realizando la limpieza periódica cada 2 o 3 meses de los canales y tanques recolectores.	Número de mantenimientos realizados al año.	Registro de mantenimiento
	Rio Cañi	Funcional	Realizar la entrega de bitácoras al operador de la	Número de bitácoras	Bitácoras entregadas

			planta de captación para el registro de las actividades realizadas.	entregadas por el EPMAPA-SM al año.	
		Funcional	Gestionar la apertura de la vía de acceso a la planta de captación con el GAD del cantón San Miguel, a fin de garantizar la movilización y acceso rápido del personal y maquinaria ante cualquier eventualidad	Número de gestiones realizadas.	Oficios enviados
		Físicas	Gestionar recursos para realizar estudios más detallados para la implementación obras civiles ante la amenaza de deslizamientos e inundaciones.	Número de gestiones realizadas.	Oficios enviados
		Físicas	Realizar el mantenimiento de la infraestructura y áreas verdes de la planta de tratamiento dos veces al año con el fin de mantener las obras civiles en buenas condiciones.	Número de mantenimientos realizados al año	Registro de mantenimientos

PLANTA DE TRATAMIENTO	Barrio Camino al Cielo	Físicas	Realizar la revisión permanente de los materiales y equipos con la finalidad de identificar posibles fallas durante el funcionamiento de la planta de tratamiento.	Número de revisiones realizadas al año	Registro de revisiones
		Funcional	Continuar con la entrega y registro de contenedores de cloro gas, policloruro de aluminio e ingreso de visitantes a la planta de tratamiento entre otros; para garantizar el continuo registro de las actividades que se realiza en la planta de tratamiento.	Número de registros entregados al año	Registros entregados
		Físicas	Gestionar la implementación de un generador de energía eléctrica en caso de que se dé cortes del servicio y que la planta pueda seguir funcionando correctamente en este caso el sistema de cloración.	Número de gestiones realizadas.	Oficios enviados
		Funcional	Disponer permanentemente el cloro	Número de equipos y	Registro de elementos y equipos indispensables dispuestos.

			gas y el cloro granulado para realizar la cloración automática o manual e insumos químicos necesarios para el funcionamiento de la planta.	elementos indispensables disponibles.	
		Físicas	Realizar el mantenimiento de las instalaciones eléctricas dos veces al año con el fin de evitar posibles daños en los equipos eléctricos de la planta de tratamiento.	Número de fallas eléctricas presentadas en el año.	Registro de fallas eléctricos
		Funcional	Contar con remplazo inmediato para materiales como válvulas, dosificadores, mangueras entre otros con el fin de responder rápidamente ante cualquier eventualidad.	Número de materiales de remplazo inmediato disponibles	Registro de materiales de remplazo inmediato disponibles.

		Funcional	Mantener los dispositivos contra incendios vigentes para responder efectivamente ante posibles incendios que puedan ocurrir en las instalaciones de la planta de tratamiento.	Número de dispositivos vigentes contra incendios disponibles	Registros de dispositivos contra incendios.
LINE DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN	San Miguel de Bolívar	Funcional	Realizar la reparación inmediata de las tuberías en caso de que se de alguna eventualidad.	Número de reparaciones realizadas al año.	Registro de reparaciones
		Físicas	Realizar el mantenimiento de la infraestructura de los tanques de reserva y tanques rompe presiones ubicados en la trayectoria de la línea de conducción principal	Número de mantenimientos realizados al año	Registro de mantenimientos.
		Físicas	Realizar la implementación de tapas de aluminio en los	Número de tapas de aluminio	Registro fotográfico.

			tanques de reserva, así como también candados para su seguridad.	implementadas en los tanques de reserva.	
--	--	--	--	--	--

Programa de Capacitación					
Objetivo del programa de comunicación y capacitación	Generar conocimientos con el fin de responder ante la ocurrencia de cualquier evento peligroso en los componentes del sistema de agua potable.				
Responsable	Operador				
Componente	Nombre del Sector	Tipo de debilidad	Medida y/o actividad propuesta	Indicador	Medio de verificación
CAPACITACIÓN	Cañivi Virginia	Funcional	Capacitar al operador de la planta de captación dos veces al año en temas de gestión de riesgos, primeros auxilios, manejo adecuado de extintores.	Número de capacitaciones realizadas al año	Registro de capacitaciones
	Rio Cañi	Funcional	Dotar de radios motorolas al operador para mantener comunicación permanente con los otros operadores en caso que ocurra alguna eventualidad.	Número de radios dotados a los operadores	Registro fotográfico
		Funcional	Dotar de medios de comunicación al	Número medios de comunicación	Registro fotográfico

PLANTA DE TRATAMIENTO	Barrio Camino al Cielo		operador para mantener comunicación permanente con los otros operadores en caso que ocurra alguna eventualidad.	dotados a los operadores	
		Funcional	Capacitar al personal dos veces al año sobre la manipulación de cloro, gestión de riesgos, primeros auxilios, manejo de extintores con el fin de actualizar conocimientos.	Número de capacitaciones realizadas al año	Registro de capacitaciones
		Funcional	Realizar simulacros sobre fugas de cloro gas y riesgos naturales y antrópicos con el fin de que los operadores respondan efectivamente ante cualquier eventualidad.	Número de simulacros realizadas al año	Informe de simulacros
		Funcional	Dotar de equipos de comunicación al	Número de equipos de	Registro fotográfico

LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN	San Miguel de Bolívar		operador para mantener comunicación permanente con los otros operadores en caso que ocurra alguna eventualidad.	comunicación dotados a los operadores	
		Funcional	Realizar recorridos constantes por la línea de conducción y distribución con el fin de detectar irregularidades	Número de irregularidades detectadas al año	Registro de irregularidades detectadas.

CAPÍTULO 5. MARCO ADMINISTRATIVO

4.4. Cronograma de actividades del proyecto de investigación

A continuación, se detalla el cronograma de actividades que se desarrolló para la elaboración del presente proyecto de investigación.

CRONOGRAMA PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO																								
ACTIVIDADES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CAPITULO I																								
1.1. Planteamiento del Problema																								
1.2. Formulación del Problema																								
1.3. Objetivos																								
1.4. Justificación de la Investigación																								
1.5. Limitaciones																								
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO																								
2.1. Antecedentes de la Investigación																								
2.2. Bases Teóricas																								
2.3. Definición de Términos (Glosario)																								
2.4. Sistemas de Variables																								
CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO																								
3.1. Nivel de Investigación																								
3.2. Diseño																								
3.3. Población y Muestra																								
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos																								
3.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos																								
CAPITULO 4: RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS																								
5.MARCO ADMINISTRATIVO																								
5.1. Cronograma de actividades																								
CAPITULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES																								
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS																								
ANEXOS																								
RESUMEN EJECUTIVO																								
INTRODUCCIÓN																								
PRESENTACIÓN DE BORRADORES																								
DEFENSA DEL PROYECTO																								

4.5. Presupuesto para el desarrollo del proyecto de investigación

Bienes	Cantidad	Precio unitario	Total
Laptop	1	\$ 900,00	\$ 900,00
Memoria USB	2	\$ 10,00	\$ 20,00
Impresiones	3	\$ 10,00	\$ 30,00
Internet	1	\$ 30,00	\$ 30,00
Transporte	1	\$ 50,00	\$ 50,00
Resma de papel	3	\$ 5,00	\$ 15,00
Total			\$ 1.045,00

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- De acuerdo a la visita de campo realizado para el respectivo levantamiento de información en cada uno de los componentes del sistema de agua potable (área de captación, planta de tratamiento, línea de conducción y distribución) mediante la observación directa y la metodología utilizada se pudo evidenciar que todas las instalaciones se encuentran en estado regular debido a la falta de mantenimiento de las mismas.
- El sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de San Miguel en relación al análisis de vulnerabilidad funcional registra un valor final de 47 que se encuentra en el rango de vulnerabilidad media el problema radica principalmente en las variables de dependencia a elementos externos como la energía eléctrica, la falta de proyectos para el beneficio del sistema, poco personal para la operación y mantenimiento, la falta de redundancia de algunos equipos indispensables hace posible que el sistema en caso de que ocurra algún evento tenga problemas de funcionamiento.
- La propuesta del plan de contingencia elaborada para el sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar ayudará a minimizar las vulnerabilidades físicas y funcionales detectadas en cada uno de los componentes del sistema y fortalecer de esta manera la capacidad de respuesta del personal técnico operativo.

6.2. Recomendaciones

- Realizar estudios integrales de vulnerabilidad en todos los componentes que conforman el sistema de agua potable frente a amenazas naturales y antrópicas que pueda presentar el territorio estableciendo como prioridad al área de captación y línea de conducción.
- Se recomienda a las autoridades del EPMAPA- SM tomar en cuenta la propuesta del plan de contingencia y realizar una intervención a corto y medio plazo y de esta manera minimizar las vulnerabilidades detectadas en cada uno de los componentes del sistema de agua potable.
- Socializar el presente proyecto de investigación en la EPMAPA- SM a los técnicos y operadores encargados de la operación y mantenimiento del sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de San Miguel de Bolívar.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Arias Gonzales, J.L. (2020). *Proyecto de tesis. Guía para la elaboración*, Primera edición digital <https://universoabierto.org/2022/02/18/proyecto-de-tesis-guia-para-la-elaboracion/>

Cano Zamora, W.A. (2006). *Análisis de Vulnerabilidad del Sistema de Agua Potable de Santa Catarina Pinula, Guatemala* [Tesis de grado, Universidad San Carlos de Guatemala]. <http://biblioteca.usac.edu.gt>

Cárdenas., D. Patiño, F. (2010). *Estudio y Diseño Definitivo del Sistema de Agua Potable de la Comunidad de Tutucán, Cantón Paute, Provincia del Azuay*. [Tesis de Grado, Universidad De Cuenca] <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/725>

Del Pozo, E.V & Castillo, J. M. (2017). *Análisis de la Vulnerabilidad Funcional del Sistema de Agua Potable en el Área Urbana de la Ciudad de Guaranda, provincia Bolívar, periodo 2017* [Tesis de grado, Universidad Estatal de Bolivar]. <https://www.dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/2078>

Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del cantón San Miguel (2019) *Pliego Tarifario Actual*.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal San Miguel de Bolívar (2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial San Miguel de Bolivar 2020-2023*.

Hernández, R., Fernández., Batista M. (2014) Metodología de la investigación, INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
<https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Instituto Ecuatoriano de Normalización (2011). *Norma Técnica Ecuatoriana Agua Potable Requisitos* (INEN 10108).
<https://www.normalizacion.gob.ec/>

Instituto Nacional de Normalización (2008) *Agua Potable-Fuentes de Abastecimiento y Captación* (NCh777:1). <http://www.academia.edu>

Ordinola Saavedra, E. (2019). *Diseño de la Planta de Tratamiento de Agua Potable para tres centros Poblados del Distrito de Ignacio Escudero*. [Tesis de Grado, Universidad de Piura]
https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4337/ICI_295.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Organización Mundial de la Salud, (2006). *Guías para la calidad de agua potable*. Primer apéndice a la Tercera Edición.
https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf

Organización Panamericana de la Salud, (2004). *Emergencias y Desastres en Sistemas de Agua Potable y Saneamiento. Guía para una respuesta eficaz*
Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud, (1998). *Manual para la mitigación de desastres naturales en sistemas rurales de agua potable*. <http://www.saludydesastres.info>

Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos, (2012) *Guía de Implementación Análisis de Vulnerabilidad a Nivel Municipal*, Ecuador.

<http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc2201/doc2201.htm>

Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos, (2012) *Propuesta Metodológica de Análisis de Vulnerabilidades a nivel Municipal*, Quito, ISBN. 9942-9887-4
<https://biblioteca.gestionderiesgos.gob.ec>

Santacruz Quichingano, W.D. (2018). *Análisis de la Vulnerabilidad Físico Funcional del Sistema de Agua Potable de Guaraczapas ante Deslizamientos* [Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte].

<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7936>

SIAPA, (2014). *Lineamientos Técnicos para la Factibilidad*. [Cap.2 Sistema de Agua Potable]
https://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_2._sistemas_de_agua_potable-1a._parte.pdf

Universidad Estatal de Bolívar (2013). *Metodología para la Estimación de la Vulnerabilidad a Nivel Cantonal SNGR-PNUD-UEB Perfil Territorial y Análisis de Vulnerabilidad del Cantón San Miguel de Bolívar*. Digital Center.

Vásquez García, L. (2014). *Propuesta de un plan de reducción de vulnerabilidad físico funcional de redes vitales antes dos tipos de amenazas: sísmica y de deslizamiento en la Parroquia Huaca, cantón San Pedro de Huaca*. [tesis de grado, Universidad Técnica del Norte] <http://repositorio.utn.edu.ec>

ANEXOS

Anexo 1

Entrevista realizada al departamento técnico



Entrevista al Departamento Técnico del EPMAPA-SM



1. **¿En qué año se realizó la construcción del nuevo sistema de agua potable para la ciudad de San Miguel?**
2. **¿De qué material son las tuberías que conforman el sistema de agua potable?**
3. **¿El departamento técnico cuenta con una planificación para realizar el mantenimiento del sistema de agua potable?**
4. **¿Cada que tiempo se realiza el mantenimiento del sistema de agua potable?**
5. **En caso de detectar problemas en el funcionamiento en sistema de agua potable ¿El departamento técnico cuenta con el equipamiento necesario para solucionar el problema?**
6. **¿Existen equipos indispensables como tuberías, uniones, entre otros que ayude el normal funcionamiento del sistema de agua potable?**
7. **¿En caso de una falla o emergencia, ¿se dispone de equipos para el reemplazo de aquellos que son indispensables para el funcionamiento del sistema?**

- 8. ¿Existen mecanismos de alerta que detecten problemas en el funcionamiento en el sistema de agua potable? ¿Cuáles son?**

- 9. En caso de detectar problemas en el funcionamiento en el sistema de agua potable ¿El departamento técnico cuenta con suficiente el personal para solucionar el problema?**

Anexo 2

Encuesta a la población de la ciudad de San Miguel de Bolívar



ENCUESTA A LA POBLACIÓN URBANA DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL DE BOLÍVAR

- 1. ¿Qué nivel de satisfacción cree que usted recibe de servicio de agua potable?**
 - Satisfecho
 - Ni satisfecho ni insatisfecho
 - Poco satisfecho
 - Nada satisfecho
- 2. ¿Previa a una suspensión del servicio de agua potable ésta fue anticipada oportunamente, por qué medio?**
 - Radio
 - Prensa
 - Televisión
 - Otros
- 3. Usted como beneficiario del agua potable, cuál sería la mejora en el servicio que brinda el EPMAPA-SM.**
 - Mantenimiento
 - Calidad
 - Atención
 - Información
- 4. ¿Cómo califica usted, la calidad del agua que brinda EPMAPA-SM?**
 - Excelente
 - Bueno
 - Malo
- 5. Si es que ha presentado algún daño de suministro de agua, ¿Cómo ha sido la atención?**
 - Excelente
 - Bueno
 - Malo
- 6. ¿Considera usted que el control de medidores realizados por los trabajadores del EPMAPA-SM es llevado correctamente?**
 - Si
 - No
- 7. ¿Cómo considera su recibo de consumo de agua potable?**
 - Caro
 - Adecuado
 - Económico
 - Bajo

8. ¿Qué cree que debe mejorar para contar un buen servicio de agua potable?

- Calidad de agua
- Cantidad de agua
- Respuesta inmediata ante posibles daños
- Mejorar la administración

Anexo 3

Memorias fotográficas del recorrido en el área de estudio

<p>Fotografía N°1</p>  <p>24/05/2022</p>	<p>Fotografía N°2</p>  <p>09/03/2022</p>
<p>Fotografía N°3</p>  <p>05/01/2022</p>	<p>Fotografía N°4</p>  <p>09/05/2022</p>

Fotografia N°5



09/05/2022

Fotografia N°6



05/01/2022

Fotografia N°7



05/01/2022

Fotografia N°8



08/04/2022

Fotografia N°9



09/05/2022

Fotografia N° 10



05/01/2022

<p>Fotografía N° 11</p>  <p>20/05/2022</p>	<p>Fotografía N° 12</p>  <p>08/04/2022</p>
---	--

Elaborado por: Tualombo, E. y Carrillo, Jennifer., 2022

Anexo 4

Matriz PNUD /OPS Vulnerabilidad Funcional.

Factores de Vulnerabilidad Funcional	Variables de Vulnerabilidad	Indicadores	Valor del indicador	Peso ponderado	Valor máximo
AGUA POTABLE	Cobertura de servicios	>80%	1	1	10
		50 al 80%	5		
		<50%	10		
		Sin servicio	N/A		
	Dependencia	Sin Dependencia	1	1	10
		Con Dependencia	10		
	Redundancia	Más de una	1	3	30
		Una	5		
		Ninguna	10		
	Capacidad de intervención	Personal calificado y equipamiento	1	1	10
Personal calificado sin equipamiento		5			
Sin personal ni equipamiento		10			

	Administrativo	Realiza proyectos que benefician el sistema de agua potable	1	2	20
		Escasos proyectos que benefician el sistema de agua potable	5		
		No se realiza proyectos para mejorar el sistema de agua potable	10		
	Operativo	Suficiente personal para operación y mantenimiento	1	2	20
		Poco personal para la operación y mantenimiento	5		
		No cuenta con personal de operación y mantenimiento	10		

Anexo 5

Matriz combinada PNUD y OPS vulnerabilidad física

VULNERABILIDAD FISICA CAPTACIÓN			
VARIABLES DE VULNERABILIDAD INTRINSECA	DESCRIPCIÓN	INDICADOR	PONDERACIÓN
Estado actual		Bueno	1
		Regular	2
		Malo	3
Tipo		Bueno	1
		Regular	2
		Malo	3
Elemento		Bueno	1
		Regular	2
		Malo	3
Antigüedad		0 a 25 años	2
		25 a 50 años	3

		mayor a 50 años	3
Mantenimiento		Planificado	1
		Esporádico	2
		Ninguna	3
Material de construcción		PVC	1
		Hormigón armado	1
		Asbesto cemento	2
		Tierra	3
Estándares de diseño y construcción		Antes del IEOS	1
		Entre el IEOS y la norma local	2
		Luego de la norma local	3
Daños		Bueno	1
		Regular	2
		Malo	3
TOTAL			
NIVEL DE VLNERABILIDAD			

Anexo 6


Matrices de la Organización Panamericana de la Salud utilizado para realizar el levantamiento de información.

UNIDAD DE OPERACIÓN					
Operador	Contratado	Voluntario	Tiempo completo	Tiempo parcial	Ocasional
OPERADOR	RESPONSABILIDAD				

CANTIDAD, CONTINUIDAD Y CALIDAD DEL AGUA:			
No USUARIOS	COMPONENTE	CAPACIDAD COMPONENTE	REQUERIMIENTO ACTUAL
DEFICIT (-) SUPERAVIT (+)	CONTINUIDAD (PERIODOS)	CALIDAD AGUA	
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO:			
RUTINA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO:			
CAPACITACION DEL PERSONAL:			
PERSONAL	CURSO DE CAPACITACIÓN	ULTIMO ENTRENAMIENTO	
TIEMPO DE SERVICIO	OBSERVACIONES		

Anexo 7

Análisis de laboratorio del agua potable de la ciudad de San Miguel de Bolívar




Cuidar el Agua es tarea de todos no la desperdiciemos

EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE AGUA
POTABLE Y ALCANTARILLADO DE SAN MIGUEL

RUC: 0260024430001

Dir: Guayas 13-20 y Bolívar Telefax. 03-2127034 - 2650833


e-mail emapasm28@yahoo.com



TIPO DE MUESTRA:	Agua cruda		
FECHA DEL ANÁLISIS:	02-06-2022	HORA:	13:00
PUNTO DE MUESTREO:	Agua a la entrada a la PTAP.		
PERSONA QUE REALIZA LOS ANÁLISIS:			

RESULTADOS ANALÍTICOS:

Parámetros	Método/norma	Unidad	Resultado	Norma INEN 1108
				Límite Máximo Permisible
Turbiedad	Standar Methods	NTU	10.4	5
Temperatura	Standar Methods	°C	16.7	...
Potencial de Hidrógeno	Standar Methods	Unidades de pH	6.87	...
Conductividad	Standar Methods	µs	296	...
Sólidos Totales Disueltos	Standar Methods	mg/L	143	...
Color	Standar Methods	Unidades de color aparente(Pt-Co)	26	15
Bario	Standar Methods	mg/L	0.4	0,7
Cloro	Standar Methods	mg/L	-	0,3 – 1,5
Cobre	Standar Methods	mg/L	0.07	2
Hierro	Standar Methods	mg/L	0.05	...
Nitratos	Standar Methods	mg/L	1.1	50
Nitritos	Standar Methods	mg/L	0.006	3
Sulfatos	Standar Methods	mg/L	1	...
Fosfatos	Standar Methods	mg/L	0.11	...
Fluoruros	Standar Methods	mg/L	0.31	1,5
Coliformes Totales	PETRIFILM AOAC-991.14	UFC/100ml		...
Aerobios Totales	PETRIFILM AOAC-990.12	UFC/100ml		...



Ing. Renato Barragán

TÉCNICO DE LABORATORIO DE EPMAPA-SM