

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD EN CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO

ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DE RIESGOS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERÍA EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DE RIESGOS

TEMA:

"EVALUACIÓN DEL GRADO DE VULNERABILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO, ANTE LA AMENAZA SÍSMICA EN LOS BARRIOS SAN JACINTO Y NUEVA BUENA FE DEL CANTÓN SAN JACINTO DE BUENA FE, PROVINCIA DE LOS RIOS PERÍODO 2017"

AUTOR

WELLINGTON WILFRIDO FERNANDEZ MURILLO

DIRECTOR DE TITULACIÓN

ING. NELSON VASQUEZ MSC.

GUARANDA – ECUADOR

2017

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres por su apoyo moral, y por la formación y valores que me supieron darme desde niño, lo cual me ha ayudado para poder salir adelante

A mi esposa, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y su apoyo incondicional que han proporcionado en esta etapa de profesionalización de mi vida.

WELLINGTON WILFRIDO FERNÁNDEZ MURILLO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a nuestro señor Jesucristo y nuestro creador que me dio fuerzas para superar los obstáculos y dificultades presentados a lo largo de mi carrera y que me seguirá dando fortaleza y conocimientos para aplicarlos en mi vida profesional.

Agradezco a mi familia que siempre me dio su apoyo y comprensión incondicional, jugando un papel muy importante en la toma de decisiones.

A mis maestros que con sus enseñanzas me guiaron para poder culminar con éxito esta etapa de preparación para el beneficio personal y de nuestra sociedad.

En general quisiera agradecer a todas y cada una de las personas que han vivido conmigo la realización de este proyecto, que no necesito nombrar porque tanto ellas como yo sabemos que desde lo más profundo de mi corazón les agradezco haberme brindado todo el apoyo, colaboración, ánimo y sobre todo cariño y amistad.

WELLINGTON WILFRIDO FERNÁNDEZ MURILLO

TÍTULO

"EVALUACIÓN DEL GRADO DE VULNERABILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO, ANTE LA AMENAZA SÍSMICA EN LOS BARRIOS SAN JACINTO Y NUEVA BUENA FE DEL CANTÓN SAN JACINTO DE BUENA FE, PROVINCIA DE LOS RIOS PERIODO 2017".

ÍNDICE

DEDICATORIA 2
AGRADECIMIENTO 3
TÍTULO 4
ÍNDICE 5
CERTIFICADO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO, EMITIDO POR EL TUTOR(A) 8
RESUMEN EJECUTIVO 9
INTRODUCCIÓN 10
CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA 12
1.1. Planteamiento del Problema 12
1.2. Formulación del Problema 13
1.3. Objetivos 13
1.4. Justificación de la Investigación 13
1.5. Limitaciones 14
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO 15
2.1. Antecedentes de la Investigación 15
2.2. Bases Teóricas 18
2.2.1. Caracterización del Cantón Buena Fe 18
2.2.2. Descripción general de los sistemas de agua potable 19
2.2.3. Descripción general de los sistemas de alcantarillado 22
2.2.4. Marco conceptual 23
2.3. Definición de Términos (Glosario) 39
2.4. Glosario de acrónimos 43
2.5. Sistemas de Variables 43
CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO 44
3.1. Nivel de Investigación 44
3.2. Diseño 44
3.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos 44
3.4. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos 44
CAPITULO 4. RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS 47
4.1. Resultado del objetivo 1: Determinar el estado actual del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en los sectores de San Jacinto de Buena Fe y Nueva Buena Fe ante un evento sísmico. 47

4.1.1. Estado actual del Sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado 47
4.1.2. Diagnóstico del sistema de agua potable y alcantarillado del Cantón Buena Fe. 50
4.2. Resultado del Objetivo 2: Identificar las zonas susceptibles a eventos sísmicos en la zona de incidencia del Sistema de agua potable y alcantarillado. 52
4.3. Resultado del objetivo 3: Evaluar la vulnerabilidad funcional del sistema desde el punto de vista de diseño – operación – distribución –logístico – administrativo. 57
Evaluación de la vulnerabilidad funcional del sistema del sistema desde el punto de vista de diseño – operación – distribución –logístico – administrativo. 57
4.4. Resultado del objetivo 4: Proponer la implementación de medidas estructurales de mitigación y/o prevención en la Empresa Municipal de Agua Potable y Saneamiento Ambiental EMAPSA-BF ante un sismo. 76
CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 81
5.1. Conclusiones 81
5.2. Recomendaciones 82
BIBLIOGRAFÍA 83
ANEXOS 88

INDICE DE TABLAS

Tabla No. 1 Eventos y efectos....15
Tabla No. 2 Aguas superficiales; ventajas y desventajas....20
Tabla No. 3 Aguas subterraneas; ventajas y desventajas....20
Tabla No. 4 Nivel de vulnerabilidad....46
Tabla No. 5 Análisis de agua de laboratorio en fuentes de abastecimiento. 48
Tabla No. 6 Evaluación de vulnerabilidad del sistema de captación....58
Tabla No. 7 Evaluación de vulnerabilidad del sistema de conducción.....59
Tabla No. 8 Evolución de vulnerabilidad del sistema de tratamiento....60
Tabla No. 9 Evaluación de la vulnerabilidad del sistema de distribución....61
Tabla No. 10 Evaluación de vulnerabilidad de colectores....63
Tabla No. 11 Ponderación total de la vulnerabilidad....64
Tabla No. 12 Síntesis de la vulnerabilidad funcional de redes vitales....65
Tabla No. 13 Síntesis de la vulnerabilidad funcional de la red alcantarillado.65
Tabla No. 14 Variables e indicadores de Vulnerabilidad política....66
Tabla No. 15....68
Tabla No. 16 Variables de Vulnerabilidad Institucional Percepción de la presencia institucional....71
Tabla No. 17 Variables de Vulnerabilidad Institucional Propuestas, obras o acciones ejecutadas....72
Tabla No. 18 Manejo de conflictos de gestión de riesgo....73
Tabla No. 19 Diseño orgánico funcional....74

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico No. 1 Escala modificada de Mercalli....28

INDICE DE FOTOS

Foto No. 1 Tanque elevado de la planta de agua potable....76
Foto No. 2 Tuberias principales que van de la cisterna al tanque elevado....77
Foto No. 3 Cisterna o reservorio de agua....78
Foto No. 4 Pozo de abastecimiento....79
Foto No. 5 Cuarto de bombas y controles....80
Foto No. 6 Tanque elevado de distribucion de los sectores San Jacinto y Nueva Buena Fe....100
Foto No. 7 Cisterna de almacenamiento....100
Foto No. 8 Pozo abastecedor....101
Foto No. 9 Colector de aguas servidas....101
Foto No. 10 Camara del colector de aguas servidas del casco....102

INDICE DE MAPAS

Mapa No. 1 Plano de vulnerabilidad ante sismos del sistema de agua potable....53
Mapa No. 2 Plano de vulnerabilidad ante un evento sismico del sistema de alcantarillado....55

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

CERTIFICA

Yo Ing. Nelson Vásquez G. MSC. Tutor del proyecto investigativo denominado "EVALUACIÓN DEL GRADO DE VULNERABILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO, ANTE LA AMENAZA SÍSMICA EN LOS BARRIOS SAN JACINTO Y NUEVA BUENA FE DEL CANTÓN SAN JACINTO DE BUENA FE, PROVINCIA DE LOS RIOS PERIODO 2017", elaborado por el señor estudiante Wellington Wilfrido Fernández Murillo C.C 1205980798, egresado de la escuela de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, considero que el presente trabajo ha sido revisado y cumple con todo los requisitos necesario para su aprobación, con el fin de su evaluación, como lo determina la Universidad Estatal de Bolívar.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, apruebo la autorización del presente documento para los fines pertinentes por el interesado.

Guaranda, Noviembre 23 ,2017

Ing. Nelson Vásquez G. MSc.
CC. 1000969772
Tutor

RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto de investigación de "EVALUACIÓN DEL GRADO DE VULNERABILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO, ANTE LA AMENAZA SÍSMICA EN LOS BARRIOS SAN JACINTO Y NUEVA BUENA FE DEL CANTÓN SAN JACINTO DE BUENA FE, PROVINCIA DE LOS RIOS PERÍODO 2017", tiene como objetivo principal evaluar la vulnerabilidad del sistema de agua potable y alcantarillado, en el cantón San Jacinto de Buen Fe, ante la amenaza sismogénica, para hacer esto determinamos el estado actual de los sistemas en estudio, identificamos las zonas susceptibles a eventos sísmicos en la zona de incidencia, y estimamos la vulnerabilidad funcional de los servicios. Con el objetivo final de proponer la implementación de medidas estructurales de mitigación y/o prevención en la Empresa Municipal.

Para el proceso metodológico se utilizaron matrices del PNUD – SGR para poder evaluar los campos de captación, distribución, almacenamiento y funcional de la planta. Con este método se pudo concluir que la vulnerabilidad de la Planta de agua potable es media –alta, y del sistema de alcantarillado del Cantón se evidencia una vulnerabilidad alta.

Con este trabajo investigativo se recomendó principalmente, implementar un Plan de Contingencia ante eventos adversos; crear un mecanismo de distribución alternativo de agua a la población; fortalecer las estructuras del Sistema de agua potable y alcantarillado; modificar las ubicaciones de los componentes internos de la planta y realizar mantenimiento preventivo y/o correctivo a las instalaciones eléctricas, tuberías y equipos de la planta.

Finalmente se espera que con la presentación de esta investigación, se aporte a la protección de las líneas vitales, tan importantes durante una emergencia y/o desastre, ubicando estas infraestructuras en sitios seguros y con una funcionalidad adecuada para brindar un servicio de calidad a la población.

INTRODUCCIÓN

En el mundo global y dinámico en que vivimos existen acontecimientos anormales que inciden en el correcto funcionamiento del sistema de vida y estos son los desastres, que por su naturaleza de impredecibles, repentinos y súbitos traen a su paso muertes de personas y sensibles daños a la propiedad. Una de las amenazas más temidas por su carácter de evento de destrucción masiva e integral es la Amenaza sísmica o mejor conocido como terremotos.

Los terremotos naturales son vibraciones de la tierra, ocasionadas por la liberación repentina de energía almacenada en las rocas, esta acumulación de energía se da por el sometimiento a grandes esfuerzos de la roca, por movimientos tectónicos a lo largo de una falla, movimientos que contraen las estructuras de la roca y una vez superada la resistencia de ellas estas se rompen súbitamente provocando las vibraciones que dan origen al terremoto (Tarbuck E., 1999), este tipo de eventos son recurrentes a lo largo y ancho del Planeta y depende de la vulnerabilidad construida de los territorios, afectación a la Comunidad.

En Ecuador, un País mega diverso con todos los pisos climáticos, es común que se vea afectado por múltiples amenazas, pero sin duda alguna los eventos sísmicos acaparan una historia amplia desde el siglo pasado, hasta el último evento de terremoto ocurrido el 16 de abril del 2017 en la Provincia de Manabí que afectó también a las Provincias de Esmeraldas, Guayas, Pichincha, Santo Domingo, Bolívar, Los Ríos, entre otras. En este contexto podemos discernir que estos eventos afectan principalmente en el ámbito de la infraestructura a viviendas, vías, elementos esenciales, bienes patrimoniales y líneas vitales, las cuales se debe propender a proteger durante la ocurrencia de estos siniestros.

Después de un evento catastrófico como un terremoto es prioritario rehabilitar las líneas vitales, expresados como servicios básicos, pues durante las primeras horas después del evento es imprescindible para la Comunidad contar con agua, alcantarillado, energía eléctrica, telefonía fija, con el fin de iniciar una recuperación.

El Cantón San Jacinto de Buena Fe perteneciente a la Provincia de Los Ríos, cuenta con una Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Saneamiento Ambiental que provee del servicio de agua potable y alcantarillado a la población, la cual al contar con una infraestructura que incluye tuberías en el subsuelo se convierte en vulnerable especialmente durante un sismo donde esta tiene que soportar cargas verticales y horizontales producto del embate del movimiento telúrico.

Este trabajo de investigación está enfocado en evaluar el sistema de agua potable y alcantarillado del Cantón, ante una amenaza sísmica, analizando el riesgo, teniendo como fin garantizar la continuidad del servicio mediante un Plan de Contingencia ante eventos geodinámicos internos.

CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

El Cantón San Jacinto Buena Fe ubicado en el territorio ecuatoriano en la región costa de la provincia de Los Ríos, es propensa a sufrir efectos de desastres de tipo sismogénico, pues además de las fallas geológicas preponderantes en el País, es muy importante destacar que toda la zona costera es atravesada por el cinturón de fuego del Pacifico lo cual provoca alta sismicidad y probabilidad de ocurrencia de eventos telúricos. Si bien en el último terremoto del 16 de abril del 2016 en el Cantón daños leves, no es menos cierto que por la ubicación geográfica ya mencionada esta población riocense está expuesta a un riesgo constante.

El sistema de agua potable y alcantarillado en el Cantón al ser implantado en el subsuelo, y tener para su funcionamiento un conjunto de tuberías tanto para abastecimiento de agua, como para desechos de aguas lluvias y servidas, se ve sometido a una vulnerabilidad implícita, pues en caso de un sismo, el escenario más probable es una rotura de tuberías lo cual provocaría según la intensidad del evento el daño total o parcial del sistema, lo que significa escasez o falta de líquido vital. Cabe mencionar que la falta de agua en una situación inmediatamente después de una catástrofe además de causar afectaciones a la salud, predispone a la sociedad a conflictos sociales con el afán de conseguir el medio vital, por otro lado el colapso de los colectores de aguas residuales implica la acumulación de estas, lo cual podría provocar focos infecciosos nocivos para el ser humano.

El tener un Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial, y/o un Plan de Contingencia del Cantón no es suficiente para precautelar la integridad de la población del territorio, pues en estos no se toma en cuenta una definición de estrategias y acciones que protejan las redes del sistema, ni en su defecto se cuenta con un plan alternativo de continuidad del servicio después de un evento adverso, pues como se ha dicho anteriormente, el corte de agua traería consecuencias graves en la comunidad.

1.2. Formulación del Problema

¿Qué factores de vulnerabilidad ante riesgo sísmico inciden en el funcionamiento del sistema de agua potable y alcantarillado en los Sectores Barriales San Jacinto y Nueva Buena Fe del cantón San Jacinto de Buen Fe?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Evaluar el grado de vulnerabilidad del sistema de agua potable y alcantarillado, de los Barrios San Jacinto y Nueva Buena Fe del cantón San Jacinto de Buen Fe, ante la amenaza sísmica.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar el estado actual del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en el Barrio de San Jacinto de Buena Fe y Nueva Buena Fe ante un evento sísmico.
- Identificar las zonas susceptibles a eventos sísmicos en la zona de incidencia del Sistema de agua potable y alcantarillado.
- Evaluar la vulnerabilidad funcional del sistema desde el punto de vista de diseño – operación – distribución –logístico – administrativo.
- Proponer la implementación de medidas estructurales de mitigación y/o prevención en la Empresa Municipal de Agua Potable y Saneamiento Ambiental EMAPSA-BFante un sismo.

1.4. Justificación de la Investigación

A pesar de los riesgos existentes en el territorio de Buena Fe, actualmente son escasas las acciones de reducción de riesgos y preparativos para desastres en la población, es mucho menos común, que se socialice con la comunidad un Plan emergente para la continuidad del servicio de agua potable en caso de un evento sísmico, o en su defecto compartir con los ciudadanos las medidas a adoptar después de un evento adverso, en lo que respecta a la conservación y/o tratamiento del agua. Justamente toda esta necesidad de preparación a la comunidad y comunicación de estas medidas de contingencia a la población hace imprescindible la elaboración de este proyecto de investigación.

La incorporación de la variable de riesgos de manera transversal y en la planificación en la Empresa Municipal de Agua Potable y Saneamiento Ambiental del Cantón Buena Fe EMAPSA-BF, lograra que esta cuente con herramientas técnicas y legales que puedan reducir el riesgo ante sismos y por ende mejorar el servicio. Con la identificación y análisis de los riesgos de la empresa y la consecuente propuesta se aportará a la importante necesidad de precautelar la salud de la población que potencialmente se vería afectada con la falta de suministro del agua, incluyendo así a la Gestión de Riesgos en el trabajo de la institución.

Es necesario que la Empresa de Agua Potable y otras instituciones vinculadas con el área de Gestión de Riesgos, trabajen en forma conjunta en la implementación de programas y proyectos de reducción de riesgos con ejecución de obras y difusión, y además que el GAD local realice el control de la aplicación de las Normas Ecuatoriana de Construcción (NEC) de sismo-resistencia a tuberías y pozos abastecedores, todo esto con el objetivo de proteger la integridad de las redes.

1.5. Limitaciones

Para este trabajo se ha tenido las siguientes dificultades:

- Deficiente información del Plan maestro de agua potable en el GAD local.
- Información dispersa sobre funciones, competencias, y cobertura de la empresa de agua potable y saneamiento de San Jacinto de Buena Fe.
- No existen planos disponibles en formato digital.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

Alrededor del mundo las afectaciones producto de la intensidad de los sismos se dan de manera integral, es decir el daño es total en la zona de incidencia del hipocentro. Este impacto que se da por el evento adverso afecta a la integridad física de la población, a las estructuras de las viviendas, a la infraestructura de los elementos esenciales, y a la funcionalidad de las líneas vitales, en este caso el Sistema de Agua Potable y alcantarillado.

En Manabí después del terremoto del 2016 se tuvo que cambiar 328 km de tuberías, en los servicios de agua potable y alcantarillado debido al colapso de las redes, pues hasta principios del 2017 aún existía sectores que eran inhabitables por la falta de servicios (Universo, 2017)

Si bien después del sismo del 16 de abril, no se afectaron las redes de agua potable y alcantarillado del Cantón, es habitual que durante un evento sísmico los sistemas de agua potable y alcantarillado sufran daños significativos. A continuación se enlista los efectos más recurrentes de los movimientos telúricos en sistemas de agua potable alrededor del mundo:

Tabla No. 1

Efectos en los sistemas de agua potable ocurridos a nivel mundial por eventos adversos

EVENTO	MAG Ms	BREVE DESCRIPCION DE EFECTOS
Santa Rosa, Cal 01-10-69	5,7	Daños en sistema de distribución y en tanques de almacenamiento; represa fisurada.
San Fernando, Cal 09-02-71	6,6	Daños en represas, interrupción de suministro, tanques dañados y afectación en calidad del agua.
Managua	6,2	Movimiento de fallas activas dentro de la ciudad, ocasionó 100

23-12-72		roturas en las tuberías principales de distribución y en tanques.
Cotabato, Filipinas 17-08-76	7,9	Roturas en juntas de tuberías: falta de agua para combatir el fuego.
San Juan, Argentina 23-11-77	7,4	Daños en los sistemas por fenómenos generalizados de licuefacción del terreno.
México 19-09-85	8,1	Daños en tuberías subterráneas en la red de 72.000 km de la ciudad, por movimientos del terreno. Alrededor de 5.000 roturas en el acueducto de Xochimilco y daños en acueductos de suministro provenientes del sur.
San Salvador 10-10-86	5,4	Daños en la red de agua potable (2400 roturas y alcantarillados, por asentamientos diferenciales.
Spitak, Armenia 07-12-88	6,8	Daños en planta de tratamiento y en las tuberías del sistema principal de aducción de agua; estos últimos por deslizamientos de rocas.
Loma Prieta 17-10-89	7,1	Sistema afectado por interrupción de suministro de energía eléctrica. Daños en planta de pre-tratamiento. Daños en tuberías que cruzan fallas geológicas y en suelos aluvionales.
Limón, Costa Rica 22-04-91	7,4	Daños en fuentes de abastecimiento y muy elevada perturbación en la turbiedad (hasta 100.000 UNT), lo cual anuló las plantas de tratamiento. En 60% del área de una de las cuencas de abastecimiento, hubo desestabilización generalizada que tardará unos 8 años en recuperarse.
Erzincan, Turquía 13-03-92	6,8	Daños menores en el sistema de aducción y más importantes en el de distribución.
Northidge, Cal 17-01-94	6,7	Destrucción de tuberías matrices de concreto de hasta 120" de diámetro, que surten plantas de tratamiento de Los Ángeles. Igualmente, rotura de tuberías de acero de 120" de diámetro, con fugas considerables. Daños menores en plantas de tratamiento y en túneles de aducción, y más graves en tanques de

		almacenamiento.
Kobe, Japón 17-01-95	7,2	Tuberías matrices de suministro de agua a la ciudad colapsaron. Tuberías subterráneas de distribución destruidas por asentamientos. Los incendios no pudieron ser apagados, en parte por falta de agua.

Fuente: Organización Panamericana de la Salud / Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

Elaborado. Fernández W.

Para el presente trabajo investigativo se tomó como referencia en el ámbito nacional la tesis de "PLAN DE MITIGACIÓN BASADO EN LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA", de Zambrano M. pues este se basa en la evaluación de la vulnerabilidad de los sistemas de agua potable y saneamiento, la cual es uno de los resultados planificados para esta tesis.

También se consultó otros trabajos que contienen temas especializados en la amenaza sísmica y su comunicación de tal manera pueden aportar al proyecto de investigación tales como: "ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN PARA LA SECRETARÍA NACIONAL DE GESTIÓN DE RIESGOS A FIN DE DISMINUIR EL IMPACTO EN CASO DE QUE HAYA UN SISMO QUE AFECTE AL ÁREA DE QUITO URBANO" de Landázuri D. de la Universidad Internacional del Ecuador; "ANÁLISIS DEL RIESGO SÍSMICO EN LA CIUDADELA "NUEVOS HORIZONTES" DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA LUIS VARGAS TORRES DE ESMERALDAS" de. Estupiñan G. del Instituto de Altos Estudios Nacionales.

En el ámbito internacional se consideró trabajos que pueden aportar en temas relevantes de la tesis, como el "MANUAL PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO" de Jiménez M. de la Universidad Veracruzana de México que nos ayudará a comprender la funcionalidad de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado;

"GUÍA TECNICA PARA LA REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD EN LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DE ALCANTARILLADO SANITARIO" del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados del mismo País, nos ayudará en el análisis de vulnerabilidad; y finalmente "VULNERABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE FRENTE A DESLIZAMIENTOS" de la Organización Panamericana de la Salud en Venezuela, que nos dará una perspectiva de la vulnerabilidad del sistema ante un evento adverso.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Caracterización del Cantón Buena Fe

El Cantón San Jacinto de Buena Fe, con fecha de cantonización del 7 de agosto de 1992, tiene una altitud de 100 m.s.n.m, una población de 63. 148 Habitantes según el último censo poblacional y vivienda del 2010, cuenta con una Parroquia Urbana Buena Fe, y una Parroquia Rural Patricia Pilar, también posee un área geográfica total cantonal de 569.0 Km2. Limita al norte con la Provincia de Santo Domingo de Los Tsáchilas; al sur con el Cantón Quevedo; al este con el Cantón Valencia; y al oeste con la Provincia de Manabí.

La Empresa Municipal de Agua Potable y Saneamiento Ambiental del Cantón Buena Fe EMAPSA-BF fue creada por ordenanza Municipal, en el Cantón Buena Fe, el 12 de septiembre del 2011, a las 09:40, por el Sr. Alcalde Luis Zambrano Bello.

La empresa de agua potable municipal EMAPS – FE cuenta con:

- Una gerencia con gerente y con un asistente.
- Una Dirección administrativa financiera, con sus Director y su respectivo asistente.
- Una Dirección administrativo financiero, con un director y su asistente
- Una Dirección comercial, con su director y 12 personas.
- Una Dirección técnica, con su director y 14 personas.
- Un Laboratorio con una laboratorista.

2.2.2. Descripción general de los sistemas de agua potable

Los sistemas de agua potable están estructurados por: captación, conducción, tratamiento, y distribución.

2.2.2.1. Sistema de Agua potable

Los sistemas de agua potable tienen como finalidad, entregar a los habitantes de una localidad, agua en cantidad y calidad adecuada para satisfacer sus necesidades (TERÁN, 2010). El agua de calidad es considerada como potable definida como, toda la que es "apta para consumo humano", lo que quiere decir que es posible beberla sin que cause daños o enfermedades al ser ingerida (TERÁN, 2010).

2.2.2.2. Captación

Es la parte inicial del sistema hidráulico y consiste en las obras donde se capta el agua para poder abastecer a la población. Pueden ser una o varias, el requisito es que en conjunto se obtenga la cantidad de agua que la comunidad requiere. Para definir cuál será la fuente de captación a emplear, es indispensable conocer el tipo de disponibilidad del agua en la tierra, basándose en el ciclo hidrológico, de esta forma se consideran los siguientes tipos de agua según su forma de encontrarse en el planeta: (TERÁN, 2010)

- Aguas superficiales.
- Aguas subterráneas.
- Aguas meteóricas (atmosféricas).
- Agua de mar (salada).

También se toman en cuenta las aguas meteóricas y el agua de mar, ocasionalmente se emplean para el abastecimiento de las poblaciones, cuando se usan es porque no existe otra posibilidad de surtir de agua a la localidad, las primeras se pueden utilizar a nivel casero o de poblaciones pequeñas y para la segunda, en la actualidad se desarrollan tecnologías que abaraten los costos del

tratamiento requerido para convertirla en agua potable, además de que los costos de la infraestructura necesaria en los dos casos son altos.

Comúnmente las opciones de abastecimiento de agua de mayor cantidad y de menor costo en su tratamiento, son las aguas superficiales y subterráneas. Las aguas superficiales son aquellas que están en los ríos, arroyos, lagos y lagunas, las principales ventajas de este tipo de aguas son que se pueden utilizar fácilmente, son visibles y si están contaminadas pueden ser saneadas con relativa facilidad y a un costo aceptable. Su principal desventaja es que se contaminan fácilmente debido a las descargas de aguas residuales, pueden presentar alta turbiedad y contaminarse con productos químicos usados en la agricultura (TERÁN, 2010).

Las aguas subterráneas son aquellas que se encuentran confinadas en el subsuelo y su extracción resulta algunas veces cara, éstas se obtienen por medio de pozos someros y profundos, galerías filtrantes y en los manantiales cuando afloran libremente. Por estar confinadas están más protegidas de la contaminación que las aguas superficiales, pero cuando un acuífero se contamina, no hay método conocido para descontaminarlo (TERÁN, 2010).

Tabla No. 2
Aguas Superficiales

AGUAS SUPERFICIALES	
VENTAJAS	**DESVENTAJAS**
Disponibilidad	Fácilmente contaminantes
Visibles	Calidad variable
Limpiables	Alto color
Baja dureza	Alta turbiedad
	Olor y color biológico
	Alta materia orgánica

Fuente: Ing. José Manuel Jiménez, Manual Para El Diseño De Sistemas De Agua Potable Y Alcantarillado Sanitario

Elaboración: Fernández W.

Tabla No. 3

Aguas subterráneas

AGUAS SUBTERRANEAS	
VENTAJAS	**DESVENTAJAS**
Protección	Alta dureza
Bajo color	Relativa Inaccesibilidad
Baja turbiedad	No limpiables
Calidad constante	
Baja corrosividad	
Bajo contenido de materia orgánica	

Fuente: Ing. José Manuel Jiménez, MANUAL PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO
Elaboración: Fernández W.

2.2.2.3. Conducción

Consiste en todas las estructuras civiles y electromecánicas cuya finalidad es la de llevar el agua desde la captación hasta un punto que puede ser un tanque de regularización, una planta de tratamiento de potabilización o el sitio de consumo (TERÁN, 2010).

2.2.2.4. Tratamiento

Se refiere a todos los procesos físicos, mecánicos y químicos que harán que el agua adquiera las características necesarias para que sea apta para su consumo. Los tres objetivos principales de una planta potabilizadora son lograr un agua que sea: segura para consumo humano, estéticamente aceptable y económica (TERÁN, 2010).

2.2.2.5. Red de distribución

Este sistema de tuberías es el encargado de entregar el agua a los usuarios en su domicilio, debiendo ser el servicio constante las 24 horas del día, en cantidad adecuada y con la calidad requerida para todos y cada uno de los tipos de zonas socio-económicas (comerciales, residenciales de todos los tipos, industriales, etc.) que tenga la localidad que se esté o pretenda abastecer de agua. El sistema incluye válvulas, tuberías, tomas domiciliarias, medidores y en caso de ser necesario equipos de bombeo (TERÁN, 2010).

2.2.3. Descripción general de los sistemas de alcantarillado

Los sistemas de alcantarillado se componen de: Red de atarjeas, Colectores, Emisor, Tratamiento de aguas residuales y Sitio de vertido; además de las obras conexas y/o complementarias.

2.2.3.1. Sistema de alcantarillado

Los sistemas de alcantarillado, tienen como función el retiro de las aguas que ya han sido utilizadas en una población y por ende contaminado, estas aguas reciben el nombre genérico de "aguas residuales"; también sirven para retirar las aguas pluviales. El alcantarillado consiste en un sistema de conductos enterrados llamados alcantarillas, que generalmente se instalan en el centro de las calles: (TERÁN, 2010)

2.2.3.2. Red de atarjeas

Son los conductos de menor diámetro y reciben las aguas residuales domiciliarias por medio de tuberías que salen de la casa y cuyo nombre es el de "descarga domiciliaria" y que dentro del predio se conoce como "albañal". El diámetro de la descarga domiciliaria y el albañal generalmente es de 15 cm. y el de la atarjea como mínimo debe ser de 20 cm (TERÁN, 2010).

2.2.3.3. Colectores

Los colectores son las tuberías que captan el agua que traen las atarjeas y por lo que su diámetro debe ser generalmente mayor al de ella (TERÁN, 2010).

2.2.3.4. Emisor

A este conducto, ya no se le conecta ninguna descarga de aguas residuales y su función es retirar de la localidad todo el volumen de agua captada por la red de alcantarillado y conducirla al sitio donde se tratará o verterá (TERÁN, 2010).

2.2.3.5. Tratamiento

Uno de los objetivos principales de los sistemas de alcantarillado, es evitar la contaminación provocada por las aguas residuales a los cuerpos de agua superficial y subterráneos, por lo que no se permiten descargas de aguas residuales a las corrientes superficiales ni a los terrenos sin tratar. Para disminuir la contaminación, el agua residual debe pasar por un proceso de tratamiento, este proceso consiste en separar de las aguas residuales los sólidos, líquidos, productos químicos, bacterias y virus para poder emplearlas, posteriormente a su tratamiento (TERÁN, 2010).

2.2.3.6. Sitio de vertido

Una vez que las aguas residuales han sido tratadas, se deben desalojar o reusar, en el primer caso, es necesario localizar un lugar específico que puede ser un cuerpo de agua y a este lugar se la llama “sitio de vertido” (TERÁN, 2010).

2.2.3.7. Obras conexas y/o complementarias

Este tipo de obras son estructuras auxiliares que tendrán funciones específicas dentro del sistema de alcantarillado, éstas son, pozos de visita (alcantarillado sanitario), tragatormentas (alcantarillado pluvial) y generadas por la topografía del sitio, estaciones de bombeo de ser necesarias (TERÁN, 2010).

2.2.4. Marco conceptual

2.2.4.1. Sismos

Llamado comúnmente terremoto, son la vibración de la tierra, que se originan por la liberación de energía que se encuentra acumulada en su interior.

Al lugar exacto donde se genera la perturbación en el interior se lo denomina foco sísmico o hipocentro y la trascendencia del movimiento depende de la profundidad del hipocentro. Se denomina epicentro al punto exacto de la superficie que se encuentra sobre el hipocentro y es allí donde se genera la mayor sacudida, debido a que las ondas arriban directamente y con mayor fuerza (Ribadeneira , 2007).

Los terremotos producen vibraciones en el interior de la tierra, por lo que para el nivel de afectación en la superficie, es muy importante la distancia del origen del sismo en el interior de la tierra. Las causas de los sismos por lo general son por movimientos de placas tectónicas o por erupciones volcánicas.

"La superficie total de la Tierra está formada por una serie de placas rígidas, relativamente delgadas (100-150km)." A estas placas se las denomina: placas tectónicas y la Tierra está formada por aproximadamente una docena de ellas (Smith, 2002).

Las placas tectónicas no son estáticas, se encuentran en constante movimiento. La mayoría de los movimientos de las placas son lentos, pero hay ocasiones en que dependiendo de la ubicación de las placas, se generan movimientos bruscos. Este desplazamiento produce la acumulación de energía en el interior de la litósfera y al paso del tiempo, esta energía ocasionada por la tensión, debe ser liberada (Osman, 2011). La liberación de energía produce violentos movimientos en la superficie, lo cual da origen a los terremotos.
Las placas tectónicas también conocidas como fallas, se encuentran en constante movimiento en todo el mundo, entre las que tenemos en nuestro país, la placa sudamericana y la placa de nazca, estas pasan por las costa del Ecuador.

Los eventos sísmicos se miden en la escala de Richter y en la escala de Mercalli.

La escala de Richter es, es una graduación de la magnitud de los sismos, deducida en 1935 por el geofísico Charles Richter y desarrollada después por él

y por Reno Gutenberg. La escala se definió originalmente como el logaritmo de la amplitud del movimiento de un sismógrafo estándar situado a 100 km de distancia del epicentro de un sismo. Es también conocida como la escala de magnitud local, y es la escala más utilizada por los sismólogos
(E, Ciencia , 2014).

Como la escala de Richter es logarítmica, cada unidad de magnitud indica un aumento de 10 veces en la amplitud de la onda. Pero el incremento de la energía correspondiente a cada unidad es estimado por los sismólogos como de aprox. 30 veces; un terremoto de magnitud 2 es 30 veces más potente que uno de magnitud 1; un terremoto de magnitud 3 es 30 veces más potente que uno de 2, y por consiguiente 900 veces más potente que un terremoto de magnitud 1, y así sucesivamente (E, Ciencia , 2014).

A continuación se figuran ejemplos de los efectos que pudieran suceder en algunos casos, dependiendo de la energía de cada grado: (E, Ciencia , 2014).

- 3,5 grados. Terremoto débil que solo se percibe en los pisos altos.
- 4,5 grados. Tiemblan las ventanas, los muebles y los carros estacionados.
- 5,5 grados. Caen algunos árboles y se producen algunos destrozos.
- 6.5 grados. Daños en algunas estructuras y derrumbamiento de muros.
- 7,5 grados. Destrucción de muchos edificios y hundimientos de postes.
- Más de 8,1 grados. Destrucción total de una ciudad y levantamiento de la corteza terrestre.

La escala de Richter es abierta, esto quiere decir que aunque hasta la actualidad no se ha registrado un terremoto de magnitud mayor de 9,6, es posible que se produzca alguno que supere de 10 (E, Ciencia , 2014).

La escala de Mercalli mide cualitativamente la intensidad o violencia de un sismo, mediante la percepción de un observador entrenado para establecer los efectos del movimiento telúrico en un punto determinado de la superficie

terrestre. En palabras más simples, la escala clasifica los temblores sobre la base de los efectos daños que éstos producen en las construcciones, los objetos y terrenos, así como en el impacto que provoca en las personas (SIGWEB, 2010).

Un sismo, al cual se le asigna un único grado Richter, se le pueden otorgar distintos grados en la escala de Mercalli. Éstos van desde el uno hasta el doce, y se expresan en números romanos (SIGWEB, 2010).

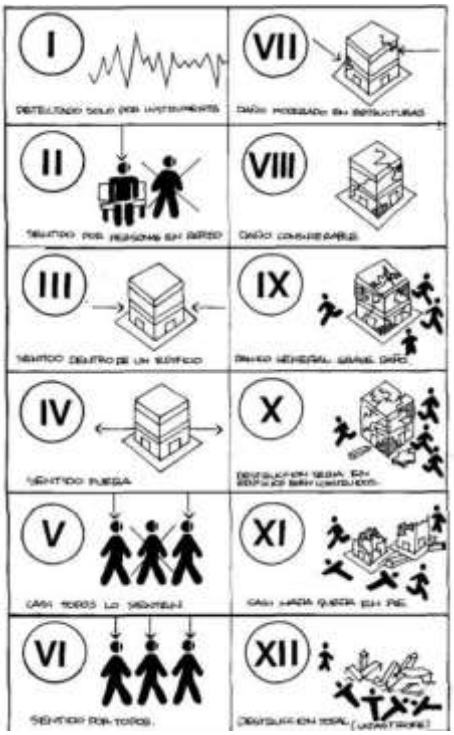
- **Intensidad I:** Puede ser advertido por muy pocas personas, mientras éstas se encuentren en condiciones de percepción especialmente favorables (reposo, silencio total, etc.) (SIGWEB, 2010).
- **Intensidad II:** Lo perciben sólo algunas personas en reposo, particularmente las que al momento del sismo se encuentran en los pisos superiores de un edificio. Con el movimiento, los objetos suspendidos oscilan (SIGWEB, 2010).
- **Intensidad III:** Es advertido por algunas personas al interior de los edificios y casas. Puede ser confundido con el paso de un vehículo liviano por una calle cercana (SIGWEB, 2010).
- **Intensidad IV:** Es percibido por todas las personas que se encuentren al interior de edificios o casas, mientras que en el exterior no se advierte tan claramente. Con el movimiento, los objetos colgantes oscilan visiblemente y los muros de las construcciones crujen. Puede ser comparado con la sensación que produce el paso de un vehículo pesado (SIGWEB, 2010).
- **Intensidad V:** Es sentido por casi todas las personas, incluso si se encuentran en el exterior. Con el movimiento, los líquidos oscilan dentro de sus recipientes y pueden derramarse. Asimismo, los objetos inestables se mueven o vuelcan (SIGWEB, 2010).
- **Intensidad VI:** Es advertido por todas las personas, ya que el movimiento produce inseguridad para caminar. Se quiebran vidrios de ventanas, vajillas y objetos frágiles. Los muebles se desplazan del lugar en que están y, a veces, se vuelcan. Se producen grietas en algunos estucos. Se hace visible el movimiento de los árboles y arbustos (SIGWEB, 2010).
- **Intensidad VII:** Las personas se mantienen de pie con mucha dificultad y puede ser percibido en automóviles en marcha. Construcciones de mala

calidad y estructuras de albañilería mal construidas resultan dañadas. El movimiento provoca la caída de estucos, ladrillos, cornisas y diversos elementos electrónicos (SIGWEB, 2010).

- **Intensidad VIII:** Caen chimeneas, monumentos, columnas, torres y estanques. Las casas de madera se desplazan y se salen totalmente de sus bases. Se hace difícil e inseguro el manejo de vehículos. Se producen daños de consideración y a veces derrumbe parcial de estructuras de albañilería bien construidas (SIGWEB, 2010).
- **Intensidad IX:** Las estructuras de madera son removidas de sus cimientos y las de albañilería bien construida se dañan e incluso, a veces, se derrumban totalmente. Se pueden fracturar las cañerías subterráneas. Se produce inquietud general (SIGWEB, 2010).
- **Intensidad X:** Algunas estructuras de madera bien construidas, incluso puentes, se desmoronan. Se destruye gran parte de las estructuras de albañilería de toda especie. Se producen grandes daños en represas, diques y muelles. Los rieles de ferrocarril se deforman levemente (SIGWEB, 2010).
- **Intensidad XI:** Muy pocas estructuras de albañilería quedan en pie. Los rieles de ferrocarril quedan severamente deformados. Las cañerías quedan totalmente fuera de servicio (SIGWEB, 2010).
- **Intensidad XII:** Se produce una destrucción casi total. Se desplazan grandes masas de rocas, los objetos saltan al aire, los niveles y perfiles de las construcciones quedan distorsionados (SIGWEB, 2010).

Gráfico No. 1

Escala modificada Mercalli



Fuente: Javiermarcocastellano.blogspot.com

Elaboración: Javier Marco Castellano

2.2.4.2. Riesgo sísmico en Sistemas de agua potable y alcantarillado

En general las consecuencias más frecuentes de los sismos son:

1. Daños graves y/o leves en infraestructuras.
2. Hundimientos.
3. Movimientos de masa.
4. Probables impacto de tsunamis en las costas.

2.2.4.3. Amenaza Sísmica

Como se mencionó anteriormente la amenaza sísmica depende del territorio, pero existen 5 factores ligados a la actividad sísmica que podrían provocar daños en los sistemas en estudio:

Vibración del terreno.- La vibración del terreno es la amenaza sísmica más común y puede causar un daño aislado pero extendido. La vibración del terreno incluye movimientos horizontales y verticales que pueden durar desde varios

segundos hasta varios minutos en caso de terremotos severos y pueden ser destructivos a varios cientos de kilómetros de distancia, dependiendo de las condiciones locales del suelo (American Water Works Association, 1994).

Licuefacción.-La licuefacción es un fenómeno en el que suelos saturados, no consolidados y no cohesivos pierden su resistencia al corte debido a vibraciones del terreno y temporalmente se transforman a un estado licuado.
En el proceso, el suelo experimenta una pérdida pasajera de resistencia que comúnmente hace que se produzca un desplazamiento o falla del terreno (American Water Works Association, 1994).

Existen cuatro tipos básicos de fallas del terreno asociadas con la licuefacción:

- **Flujos de tierra.** Los materiales del suelo se desplazan rápidamente cuesta abajo en un estado licuado (American Water Works Association, Reducción del daño sísmico – Guía para las empresas de agua, 1994).
- **Flujo lateral.** Desplazamiento limitado de las capas superficiales del suelo por pendientes suaves o hacia superficies libres, como márgenes del río (American Water Works Association, Reducción del daño sísmico – Guía para las empresas de agua, 1994).
- **Flotación.** Objetos enterrados menos pesados que el suelo licuado desplazado, como tanques, buzones o tuberías de gravedad, flotan en la superficie (American Water Works Association, Reducción del daño sísmico – Guía para las empresas de agua, 1994).
- **Pérdida de resistencia de soporte**. Reducción de la capacidad de soporte de los cimientos debido al debilitamiento del material del suelo subyacente o adyacente que puede hacer que las estructuras se hundan (American Water Works Association, 1994).

Asentamiento, densificación y agrietamiento.- El asentamiento, compactación o densificación son similares a los fenómenos que ocurren en la licuefacción, pero sin la presencia de aguas subterráneas. Esto produce un

asentamiento que generalmente es mínimo si se compara con la deformación permanente del suelo provocada por la licuefacción o el flujo lateral. El agrietamiento o fracturación es el desplazamiento lateral de los suelos hacia superficies libres, lo cual produce la formación de grietas. Puede ocurrir en áreas donde se produciría el flujo lateral, excepto que no hay agua subterránea presente (American Water Works Association, 1994).

Deslizamientos.- los movimientos de masa pueden ser causados por sismos, y se pueden definir en 4 tipos:

- Desprendimientos, movimientos repentinos de material geológico causado por socavación (American Water Works Association, 1994).
- Volcamientos, rocas que caen hacia adelante, separándose de la masa principal (American Water Works Association, 1994).
- Derrumbes: movimientos a lo largo de una superficie de ruptura definida; incluyen derrumbes rotacionales, trasnacionales y laterales (American Water Works Association, 1994).
- Flujos laterales: desplazamiento casi horizontal del material licuado (ver licuefacción).Flujos: incluye repteo, flujo de escombros, aluviones, desprendimiento de tierras, flujos de lodo o deslaves, lahares (residuos volcánicos más agua) y deslizamiento subacuoso (American Water Works Association, 1994).

Ruptura por falla.- Una falla puede producir daños localizados a los componentes y estructuras del sistema de abastecimiento de agua que se encuentran cerca o que atraviesan las extensiones superficiales de la falla (American Water Works Association, 1994).

Los desplazamientos horizontal es permanentes de varios pies de longitud pueden cortar todas las tuberías, excepto las enterradas o las que van por encima del terreno y que estén mejor diseñadas (American Water Works Association, 1994).

2.2.4.4. Vulnerabilidad de los sistemas de agua potable

La vulnerabilidad del sistema está dada por cuatro componentes, fuentes; plantas de tratamiento y estaciones de bombeo; tuberías; y tanques de almacenamiento y reservorios.

Fuentes:

En esta parte trataremos la descripción y el daño sísmico posible de las fuentes de abastecimiento de agua, incluidas las cuencas hidrográficas, represas y pozos.

Cuencas hidrográficas, Las cuencas hidrográficas son áreas donde se recolecta el agua superficial generada por la lluvia y el deshielo. Generalmente alimentan a un arroyo natural o a un río. Luego, el agua es retenida en una presa o es desviada para su uso inmediato (American Water Works Association, 1994).

Daño sísmico es generado por los deslizamientos que pueden incrementar en gran medida la turbiedad en las cuencas hidrográficas cuando los terrenos, que usualmente son estabilizados con vegetación, se encuentran sin protección y son afectados por la erosión (American Water Works Association, 1994).

Represas y reservorios, Las represas que contienen agua para sistemas de abastecimiento generalmente son represas de tierra, de enrocado o de concreto con compuertas, vertederos, conductos, túneles y estructuras de captación (American Water Works Association, 1994).

El principal daño a las represas es el agrietamiento de su estructura, lo que podría conllevar un daño leve o un colapso total de esta, también las obras de captación asociadas a los reservorios de almacenamiento que generalmente son de tipo torre, son vulnerables a los efectos de las fuerzas de inercia, al asentamiento y al deslizamiento de los reservorios en la parte inferior (American Water Works Association, 1994).

Pozos, Las aguas subterráneas se extraen mediante pozos o galerías de infiltración. Generalmente, un sistema de pozos está compuesto de siete elementos: acuífero, tubería de revestimiento y tamiz del pozo, bomba y motor, suministro de energía, equipo y controles eléctricos, tuberías de

conexión, válvulas y accesorios, y estructura de la caseta del pozo (American Water Works Association, 1994).

La geohidrología de los acuíferos puede cambiar la capacidad de producción de los pozos a causa de un movimiento sísmico. Los acuíferos poco profundos parecen estar más afectados que los acuíferos más profundos (American Water Works Association, 1994). Los acuíferos pueden ser contaminados por aguas negras no tratadas provenientes del alcantarillado cercano, por afluentes de tanques sépticos o materiales peligrosos que llegan al acuífero a través de las capas permeables o por una tubería de revestimiento no sellada del pozo (American Water Works Association, 1994).

Plantas de tratamiento y estaciones de bombeo:

Se divide en los siguientes componentes;

- Tanques y estructuras de tratamiento, como tanques de pre-sedimentación; tanques de aireación; tanques de mezcla rápida; floculadores, paletas o deflectores; tanques de sedimentación y clarificadores; filtros de gravedad y de presión; tanques de almacenamiento de agua y pozos de aguas claras; tanques de agua de retrolavado y almacenamiento de lodos; canales y galerías de tubos, e instalaciones para la disposición de lodos (American Water Works Association, 1994).
- Equipos y tuberías, como tuberías enterradas; tuberías descubiertas; bombas de agua, ventiladores y compresores; bombas y equipos de dosificación de sustancias químicas; tanques de productos químicos; tanques pequeños de agua o combustible; equipo para calefacción, ventilación y aire acondicionado; equipo de laboratorio y oficina, y estanterías de almacenamiento (American Water Works Association, 1994).
- Energía eléctrica e instrumentación, como subestaciones; transformadores; armario de mandos de control; paso de cables y conductos; computadoras y falsos pisos para computadoras; equipo de telemetría; grupo electrógeno (sistema de arranque, combustible, enfriamiento y escape); centro de control, e iluminación (American Water Works Association, 1994).

- Edificaciones y estructuras, como edificios de operaciones; edificios de mantenimiento; edificios de almacenamiento de cloro; edificios que albergan otras unidades de tratamiento, y edificios de almacenamiento de equipos y materiales (American Water Works Association, 1994).

Las plantas de tratamiento de agua se usan para mejorar la calidad del agua de bebida por razones estéticas y de salud pública, y se pueden diseñar para tratar aguas superficiales o subterráneas. Las plantas de tratamiento de aguas superficiales se diseñan para remover turbiedad, sustancias químicas y agentes patógenas, y generalmente, contribuyen a la desinfección y al control de la corrosión (American Water Works Association, 1994). Lafuente de agua cruda generalmente son las cuencas hidrográficas, ríos o represas. Las plantas de tratamiento de aguas subterráneas generalmente se usan para ablandar el agua o remover hierro o manganeso, u otros contaminantes orgánicos e inorgánicos. Su fuente de agua son los pozos o manantiales (American Water Works Association, 1994).

El probable daño sísmico se da en las estructuras de los tanques, los canales y los conductos grandes de las plantas de tratamiento de agua pues son vulnerables al asentamiento diferencial, al incremento de las presiones laterales del suelo y a la flotación. Los deslizamientos también pueden ser un problema en algunos sitios (American Water Works Association, 1994).

El asentamiento diferencial tiene mayor probabilidad de ocurrir cuando se construye una estructura sobre suelos sujetos a la densificación o sobre suelos o cimientos variables a lo largo de la estructura (American Water Works Association, 1994).

Las estructuras deben ubicarse sobre cimientos totalmente consistentes, lejos de suelos que podrían densificarse. De lo contrario, las estructuras deben ser diseñadas de manera que resistan las fallas del suelo o el movimiento diferencial esperado (American Water Works Association, 1994).

Tuberías:

El daño a las tuberías durante los sismos a menudo ha afectado todo el sistema de abastecimiento de agua. Las roturas de tuberías causan la pérdida rápida de agua y producen el vaciado del reservorio. Cuando el servicio público de energía está fuera de servicio, los reservorios no se pueden volver a llenar y el sistema puede quedarse sin agua por varios días (American Water Works Association, 1994).

Las tasas de falla de las tuberías son más altas en áreas que tienen fallas en el terreno o licuefacción (American Water Works Association, 1994).

Tanques de almacenamiento y reservorios:

Generalmente, los tanques de almacenamiento y los reservorios de un sistema promedio satisfacen a demanda de agua de uno a tres días. Esta capacidad de almacenamiento cubre los requerimientos de caudales para la demanda diurna y para los sistemas contra incendios (American Water Works Association, 1994).

Los tanques de almacenamiento y los reservorios tienen una función vital en la operación del sistema después de un sismo, pues el sistema generalmente depende del agua almacenada para la extinción de incendios. Los sistemas de conducción por lo general no han sido diseñados para suministrar caudales suficientes para las tareas de extinción de incendios (American Water Works Association, 1994).

La evaluación de vulnerabilidad del sistema desarrollada en este trabajo, debe tomar en cuenta las consecuencias de las rupturas o fallas en los tanques. El funcionamiento adecuado de los reservorios es un aspecto importante porque el agua almacenada en éstos es crucial para las tareas de extinción de incendios (American Water Works Association, 1994).

Asimismo, el colapso de tanques, a diferencia de muchas otras estructuras de los sistemas de agua, puede convertirse en una amenaza para la seguridad humana (American Water Works Association, 1994). La evaluación de las consecuencias de la falla o ruptura de un tanque también debe incluir el número de tanques o fuentes que abastecen a una zona de presión y la capacidad relativa de cada uno, tomando en cuenta que un tanque de gran tamaño que brinda almacenamiento únicamente a una zona de presión es más crítico que varios tanques más pequeños que abastecen a una zona (American Water Works Association, 1994).

2.2.4.5. Daños en los sistemas de agua potable y alcantarillado.

El daño que ocasiona los desastres de terremotos en los sistemas de agua potable y alcantarillado provoca algunos impactos en la sociedad; Impacto social, pues la falta de agua y de calidad de agua podría comprometer efectos nocivos en la salud; Impacto Ambiental pues el colapso de tuberías de aguas residuales podría provocar daños al ecosistema; Impacto económico pues la mayoría de empresas, y/o emprendimientos necesitan agua para su correcto funcionamiento.

Las afectaciones más recurrentes por terremoto en los Sistemas de Agua Potable son:

Daños estructurales:

- Destrucción total o parcial de captaciones, pozos perforados, conducciones, estructuras de almacenamiento, unidades de tratamiento y redes de distribución (Instituto Nicaragüense de Acueduc Alcantarillados, 2000).
- Roturas de tuberías de conducción y/o distribución; daños en las uniones entre tuberías y en las uniones de las tuberías con los tanques (Instituto Nicaragüense de Acueduc Alcantarillados, 2000).
- Fracturas en la base de los tanques, reservorios y estructuras de bombeo y de energización. Destrucción de componentes del sistema eléctrico (Instituto Nicaragüense de Acueduc Alcantarillados, 2000).

- Daños en laboratorios analíticos (cristalería, reactivos, instrumentos, etc.) (Instituto Nicaragüense de Acueduc Alcantarillados, 2000).
- Daños por inundación costa adentro (impacto tsunamis) e introducción de agua marina en acuífero costero (Instituto Nicaragüense de Acueduc Alcantarillados, 2000).
- Fracturas en los diques de las obras de agua (Instituto Nicaragüense de Acueduc Alcantarillados, 2000).
- Rotura o caída de placas/laminas en las unidades de floculación y sedimentación en plantas de tratamiento de agua (Instituto Nicaragüense de Acueduc Alcantarillados, 2000).
- Caída de cilindros de cloro y posible fuga del gas (Instituto Nicaragüense de Acueduc Alcantarillados, 2000).
- Daños en equipos electromecánicos, paneles eléctricos, transformadores y otros equipos que no se encuentren debidamente anclados (Instituto Nicaragüense de Acueduc Alcantarillados, 2000).

Otros daños:

- Cambios del nivel de capas freáticas (Instituto Nicaragüense de Acueduc Alcantarillados, 2000).
- Cambio de sitio de salida de aguas de manantiales y/o cambio de nivel de capa freática (Instituto Nicaragüense de Acueduc Alcantarillados, 2000).
- Variación del caudal de fuentes superficiales debido al bloqueo o desviación de los cursos de corrientes de agua, o de aguas subterráneas por los cambios en el subsuelo (Instituto Nicaragüense de Acueduc Alcantarillados, 2000).
- Desplazamientos de las bolsas de agua subterráneas localizadas producto del movimiento de fallas (Instituto Nicaragüense de Acueduc Alcantarillados, 2000).
- Interrupciones del fluido eléctrico, las comunicaciones y los caminos de acceso (Instituto Nicaragüense de Acueduc Alcantarillados, 2000).
- Incendios.

- Pérdidas económicas de la empresa operadora por no brindar el servicio de abastecimiento (Instituto Nicaragüense de Acueduc Alcantarillados, 2000).
- Variación del caudal de los pozos y aumentar su salinidad cuando se encuentran en zonas cercanas a la costa (Instituto Nicaragüense de Acueduc Alcantarillados, 2000).

Calidad de agua:

Modificaciones momentáneas de la calidad del agua de fuentes superficiales provocadas por deslizamientos de tierra (Instituto Nicaragüense de Acueduc Alcantarillados, 2000).

Las afectaciones más recurrentes por terremoto en los Sistemas de Alcantarillado Sanitario son:

Daño estructurales:

- Fracturas en los diques de las obras de tratamiento de aguas residuales; daños en equipos electromecánicos, postes, cables, paneles eléctricos, transformadores y otros equipos que no se encuentren debidamente anclados (Instituto Nicaragüense de Acueduc Alcantarillados, 2000).
- Roturas de tuberías y uniones en redes, colectoras, interceptoras y pozos de visita (Instituto Nicaragüense de Acueduc Alcantarillados, 2000).
- Fracturas en la base de los estructuras de bombeo de aguas residuales y de energía (Instituto Nicaragüense de Acueduc Alcantarillados, 2000).
- Daños en laboratorios analíticos (cristalería, reactivos, instrumentos, etc.) (Instituto Nicaragüense de Acueduc Alcantarillados, 2000).

Otros daños:

Interrupciones del fluido eléctrico, telecomunicaciones y caminos de acceso (Instituto Nicaragüense de Acueduc Alcantarillados, 2000).

Contaminación:

Afloramiento de aguas residuales en las calles (Instituto Nicaragüense de Acueduc Alcantarillados, 2000).

Tomando en cuenta los daños que podría causar un evento sísmico en un sistema de agua potable, los principales objetivos que se busca con medidas de mitigación son:

1. Protección de la vida humana. Se deben prevenir accidentes causados directamente por fallas en la instalación; por ejemplo, escape de vapores de cloro y colapso de un edificio ocupado (American Water Works Association, 1994).
2. Extinción de incendios. Se requiere inmediata mente después de ocurrido un terremoto (American Water Works Association, 1994).
3. Servicios críticos. Luego de un terremoto, se requiere con urgencia atender los servicios para hospitales y pacientes con diálisis renal y el enfriamiento de los equipos de comunicación críticos (American Water Works Association, 1994).
4. Agua de bebida y salud pública. Se requiere agua para beber hasta tres días después de ocurrido un sismo. Puede ser suministrada a través de un camión cisterna o en forma de agua embotellada (American Water Works Association, 1994).
5. Agua para uso comercial, industrial y doméstico. Se necesita agua para restaurar el funcionamiento normal básico de la sociedad, como la extinción de incendios, agua para el enfriamiento de los sistemas de calefacción, ventilación, aire acondicionado, agua para los procesos industriales y en la vivienda para ducharse y lavar la ropa (American Water Works Association, 1994).
6. Daños a la propiedad. Daño directo a los componentes del sistema de agua o efectos secundarios de las inundaciones debido a rupturas en los reservorios o tuberías (American Water Works Association, 1994).
7. Irrigación. Se puede ver afectada la tubería para suministrar agua a la tierra artificialmente (American Water Works Association, 1994).

Establecer prioridades durante una emergencia, es clave para el restablecimiento de un servicio tan importante como es el agua. El líquido vital de bebida puede ser provista en el corto plazo mediante la adopción de medidas de respuesta frente a emergencias, tales como el transporte y distribución del agua en camiones cisterna, y la distribución de agua embotellada suministrada por plantas embotelladoras regionales (American Water Works Association, 1994).

A pesar de que no existen antecedentes de territorios hayan padecido problemas de deshidratación con consecuencias fatales para el ser humano por el colapso de un sistema de agua potable después de un evento de terremoto, el colapso del sistema de alcantarillado si puede causar focos infecciosos que podrían ser contraproducentes en la salud de las personas. En la parte económica, la interrupción del servicio de agua, podría traducirse en pérdidas en las empresas, pues a mayoría de estas utilizan agua, en especial las de corte industrial.

2.3. Definición de Términos (Glosario)

Amenaza: Potencial ocurrencia de un suceso provocado por un evento natural, generado por la acción de los seres humanos, el desarrollo tecnológico o por la interacción de todos los factores, el cual origina condiciones adversas a las personas, a sus bienes y al ambiente, cuando se manifiestan en un lugar en un lugar específico, con una intensidad y duración determinados (Paniagua & Cruz, 2002).

Análisis de vulnerabilidad: Procesos para determinar los componentes críticos y débiles de los sistemas ante amenazas. Es el proceso por el cual se determina el nivel de exposición y la predisposición a la pérdida de un elemento o grupo de elementos ante una amenaza específica contribuyendo al conocimiento de riesgo, a través de interacciones de dichos elementos con el ambiente peligroso (Zambrano, 2009).

Capacidad operativa: capacidad para lo cual fue diseñado el componente o sistema (Zambrano, 2009).

Caudal.- es la cantidad de fluido que avanza en una unidad de tiempo. Se denomina también caudal volumétrico o índice de flujo fluido, y que puede ser expresado en masa o en volumen (Rodriguez, 2000)

Colapso de estructuras: implica el derrumbamiento repentino de una construcción. En un sentido más amplio el colapso puede ser generado por un agente exterior (Zambrano, 2009).

Componente: parte discreta de un sistema capaz de operar independientemente, pero diseñado, construido y operado como parte integral del sistema. Ejemplos de componentes individuales son pozos, estaciones de bombeo, tanques de almacenamiento, conducciones (Zambrano, 2009).

Densificación: La densificación es un proceso lento y gradual de reducción del índice de vacíos de un suelo por expulsión del fluido intersticial y transferencia de la presión del fluido (agua) para el esqueleto sólido, debido a las cargas aplicadas o al peso propio de las capas supra yacentes (Gonzalez, 2012).

Desastres naturales.-Los desastres son alteraciones intensas de las personas los bienes, los servicios y el medio ambiente, causadas por un suceso natural o generado por el hombre, que exceden la capacidad de respuesta de la comunidad afectada (Díaz, 2005).

Escala de Richter: Índice de energía sísmica liberada por un terremoto (en contraste con intensidad, que describe sus efectos en un lugar particular). Inventada por C. F. Richter en 1935 en términos de movimiento que será medido en ciertos tipos de sismógrafos localizados a 100 km del epicentro del terremoto (Dirección Nacional de Defensa Civil, 2008).

Estructura: es el ensamblaje de elementos diseñados para resistir cargas verticales y horizontales (Zambrano, 2009).

Líneas vitales: Redes que soportan los servicios de agua, alcantarillado, energía eléctrica, comunicaciones, gas natural, combustibles líquidos, sistemas de transporte y otros. Son vitales porque la sociedad depende de la calidad y continuidad de los servicios que prestan durante su operación normal y en situaciones de recuperación y respuesta ante emergencias (SGR, 2014).

Magnitud: Parámetro ideado por Richter que indica el tamaño y la energía liberada por el terremoto en forma de ondas sísmicas. La escala de magnitud no tiene límites, aunque no se han observado terremotos de magnitud superiores a nueve grados. Se calcula tomando el logaritmo en base 10 de algún tipo de onda con una corrección por la distancia del epicentro al hipocentro. Las escalas más empleadas son: Escala de Richter y escala de Mercalli (Dirección Nacional de Defensa Civil, 2008).

Medidas estructurales de gestión de riesgos: Medios de ingeniería y de construcción para reducir o evitar el impacto de amenazas sobre las personas, las poblaciones, y los bienes y servicios de los territorios (SGR, 2014).

Medidasno estructurales de gestión de riesgos: Políticas, compromisos, planes, mecanismos participativos, desarrollo del conocimiento, métodos y prácticas que puedan fortalecer la resiliencia (SGR, 2014).

Mitigación: "Medidas o acciones de intervención implementadas para reducir el riesgo existente y disminuir los daños y el impacto potencial (SGR, 2010).

Prevención: Conjunto de medidas y acciones para evitar o impedir que se presenten riesgos (SGR, 2010).

Resistencias: es la capacidad del elemento estructural a recibir cargas factorizadas (Zambrano, 2009).

Rigidez: es la característica de las estructuras o elementos estructurales que toma en cuenta la geometría, longitud y tipo de material de los elementos

estructurales y que permite tener una idea de deformaciones que sufriría una estructura (Zambrano, 2009).

Sistema de abastecimiento de agua: conjunto de componentes y actividades destinados a la provisión de servicios de agua potable a una población beneficiaria. Contempla la captación tratamiento, conducción, almacenamiento, y distribución (Zambrano, 2009).

Sistema de alcantarillado: conjunto de componentes construidos e instalados para colectar, conducir y tratar y disponer las aguas residuales (Zambrano, 2009).

Socavación: erosión causada por debajo de una estructura que produce un asentamiento del terreno, deja la unidad sin apoyo, la desestabiliza y causa daños estructurales (Zambrano, 2009).

Redundancia: capacidad de que en un sistema sus componentes operen en paralelo, permitiendo que a pesar de la perdida de uno o más de sus componentes se mantenga la continuidad del servicio (Zambrano, 2009).

Riesgo: Es la magnitud estimada de pérdidas posibles calculadas para un determinado escenario, incluyendo los efectos sobre las personas, las actividades institucionales, económicas, sociales, y el ambiente. Los factores de riesgo pueden ser de origen natural o antrópico (SGR, 2014).

Resiliencia: Capacidad de un sistema, comunidad o sociedad para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de los efectos de un evento adverso de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la protección y la restauración de sus estructuras y funciones básicas (SGR, 2014).

Terremoto: Movimiento repentino y violento que se origina en la corteza o manto superior de la tierra. Terremotos tectónicos – Terremotos que son resultado de la liberación súbita de energía acumulada por deformación de la Tierra (Dirección Nacional de Defensa Civil, 2008).

Vulnerabilidad: Factor interno de un sistema expuesto a una amenaza, cuando es sensible a ella y tiene baja capacidad de adaptación o recuperación (SGR, 2010).

2.4. Glosario de acrónimos

EMAPSA - FE: Empresa de Agua Potable y Saneamiento Ambiental del Cantón Buena Fe.
GAD: Gobierno Autónomo Descentralizado de Gestión de Riesgos.
SGR: Secretaria de Gestión de Riesgos.
UGR: Unidad de Gestión de Riesgos

2.5. Sistemas de Variables

Variable dependiente:

La vulnerabilidad del sistema de agua potable y alcantarillado

Variable independiente:

La amenaza sísmica en los Barrios San Jacinto y Nueva Buena Fe del Cantón San Jacinto de Buena Fe, Provincia de Los Ríos.

CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Nivel de Investigación

De acuerdo a la profundidad con la que se quiere abordar el tema de investigación esta la describimos como:

Descriptiva, pues se desea describir una realidad como está pasando. Pues se caracterizará el funcionamiento de los sistemas de agua potable y saneamiento. Se trabajará por separado la variable de amenaza y la variable de vulnerabilidad.

3.2. Diseño

Debido a la naturaleza del estudio, esta se basará en investigación de campo, pues así se recolectará la información directamente de la zona objeto del trabajo.

3.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Análisis documental.- para realizar esta investigación se obtuvo datos mediante el análisis de documentos inherentes a la evaluación de sistemas de agua potable y saneamiento.

Observación de campo no experimental.- el fin de esta herramienta es profundizar el conocimiento, se basa en la visita al lugar de estudio, acompañado de una ficha de observación, que para nuestro caso sirvió para evaluar la vulnerabilidad.

3.4. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

Objetivo 1, Determinar el estado actual del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en los barrios de San Jacinto de Buena Fe y Nueva Buena Fe ante un evento sísmico. Se aplicó observación de campo no experimental a las instalaciones administrativas y operativas de la Empresa de Agua potable y saneamiento.

Objetivo 2, identificar las zonas susceptibles a eventos sísmicos en la zona de incidencia del Sistema de agua potable y alcantarillado. Se utilizó un mapa de riesgos sísmicos del Cantón, para concatenarlo con la ubicación de las instalaciones de la Planta.

Objetivo 3, Evaluar la vulnerabilidad funcional del sistema desde el punto de vista de diseño – operación – distribución –logístico – administrativo. Para esto se trabajó con las fichas de levantamiento de información y metodología de evaluación de la "PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ESTUDIO DE VULNERABILIDADES ANTE AMENAZAS SÍSMICAS, VOLCÁNICAS Y CLIMÁTICAS PARA MUNICIPALIDADES MEDIANAS Y PEQUEÑAS DEL ECUADOR" de la Secretaria de Gestión de Riesgos y PNUD.

Las fichas que se consideraron para levantar la información son:

- MATRICES DE DIAGNÓSTICO, MATRIZ A CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE. (Ver anexo)
- MATRIZ DE DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA, CAPTACIÓN, LÍNEA DE CONDUCCIÓN, RESERVA, TRATAMIENTO, RED DE DISTRIBUCIÓN. (Ver Anexo)
- MATRIZ CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO. (Ver Anexo)
- MATRICES DE VULNERABILIDAD SISTEMA DE AGUA POTABLE. Ver Anexo)
- MATRICES DE VULNERABILIDAD SISTEMA DE ALCANTARILLADO (VER ANEXOS).

Y para ponderar la información obtenida de la visita técnica, se trabajará con la siguiente ponderación.

Rangos para determinar el nivel de vulnerabilidad física del sistema de agua potable y alcantarillado en los barrios san Jacinto y nueva buena fe.

Tabla No. 4

Nivel de Vulnerabilidad

Nivel de Vulnerabilidad	Puntaje (Rango)
Bajo	0 a33 puntos
Medio	34 a 66 puntos
Alto	Más de 66 puntos

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Secretaria de Gestión de Riesgos

Objetivo 4, Proponer la implementación de medidas estructurales de mitigación y/o prevención en la Empresa Municipal de Agua Potable y Saneamiento Ambiental EMAPSA-BF ante un sismo. El análisis se basará en la evaluación del objetivo 3.

CAPITULO 4. RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

4.1. Resultado del objetivo 1: Determinar el estado actual del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en los barrios de San Jacinto de Buena Fe y Nueva Buena Fe ante un evento sísmico.

4.1.1. Estado actual del Sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado

En la provincia de Los Ríos se encuentra ubicado el cantón buena fe, la EMAPSA – BF fue creada mediante ordenanza municipal el 12 de mayo del 2010, en la administración del Alcalde Luis Zambrano, y sumillada por el vicealcalde del Consejo Sr. Onésimo García. Tiene como fin la dotación, implementación, prestación, operación, y mantenimiento de los servicios de agua potable, alcantarillado, la empresa se encuentra ubicado en las calles Felipe Alvares diagonal al coliseo club patria, en el edificio con estructura de hormigón armado que comprende de tres plantas, en el primer piso funcionan las oficinas centrales, la Gerencia con una dimensión de 6*4mt y labora Gerente y un asistente, administrativo financiero 4*5mt dos semejantes, Dirección comercial 4*5mt con doce distribuidas en varios roles, dirección técnica 5*4mt 13 personas (mantenimiento) atención al cliente 4*3mt 2 personas y una doctora en el laboratorio.

Los barrios Nueva Buena Fe y San Jacinto cuentan con un pozo abastecedor de aguas subterránea que fue construido en el año 2010 después de la IEOS, para la población; el pozo se encuentra ubicados en el barrios San Jacinto en las calle Víctor Juez y S/N con un área de 720 m2,

Ubicación: Coordenadas UTM: X 668841
Y 9900713
Altitud: 100 msnm
Caudal: 25 l/s

Datos técnicos del sitio:

- Acceso fácil: se ubica en la misma zona que las captaciones actuales
- Uso del recurso actualmente es importante
- Arenal del Chimborazo
- Aproximadamente 2 km de conducción
- l agua si requiere tratamiento

Tabla No. 5

Análisis de agua de laboratorio en fuentes de abastecimiento

ANALISIS	UNIDAD	Chagpoyos	CAPTACIONES Nos. 1	LIMITE MAXIMO
Ph		7,79	6,33	**6 – 9[1]**
Color	Pt – Co	0,0	0,0	**20[1]**
Turbiedad	NTU	0,53	1,72	**10[1]**
Langelier		-2,4	-2,99	
Sólidos Disueltos	mg/l	36,0	38,0	**500[1]**
Conductividad	uS/cm	56,0	58,0	
Alcalinidad Total	mg/l	33,0	27,0	
Dureza Total	mg/l	19,0	20,0	**500[1]**
Dureza Carbonatada	mg/l	19,0	20,0	
Hidróxidos	mg/l	0,0	0,0	
Carbonatos	mg/l	0,0	0,0	
Bicarbonatos	mg/l	40,26	32,94	
Anhídrido Carbónico	mg/l	11,2	27,0	
Calcio	mg/l	6,0	4,8	
Magnesio	mg/l	1,0	1,9	
Manganeso	mg/l	0,0	0,01	**0,1[1]**
Hierro Total	mg/l	0,05	0,128	**0,3[1]**

Sodio	mg/l	8,9	6,5	**200[1]**
Potasio	mg/l	1,2	0,8	
Cloruros	mg/l	3,5	3,7	**250[1]**
Sulfatos	mg/l	2,0	2,0	**250[1]**
Amoníaco	mg/l	0,04	0,06	**0,5[2]**
Nitritos	mg/l	0,0	0,0	**1[1]**
Nitratos	mg/l	0,0	0,88	**10[1]**
Fosfatos	mg/l	0,13	0,18	
Coliformes Totales	Nmp/100ml	350	2	**50[1]**
E. Coli	Nmp/100ml	<2	<2	**<2[2]**

Fuente: Laboratorio de EMPASA – FE

Elaborado: Laboratorio de EMPASA – FE

COBERTURA DEL SISTEMA

Tiene una cobertura del 92 % en los barrios San Jacinto y Nueva buena fe.

TIPO DE USUARIO

El tipo de usuarios ha sido definido en base a la categorización efectuada por la EMAPSA-BF, para la facturación, estableciendo los siguientes tipos de usuarios:

- Doméstico: 90%
- Comercial - institucional: 2 %

Consumo Medio Diario (cmd)

$$cmd = \frac{q * N}{5000}$$

El consumo medio anual diario (en l/s), se calcula con la fórmula:

Dónde:

q = dotación (150 l/hab*día)

N = número de habitantes servidos (5000 Hab.) Se estima un 95% de cobertura del sistema.

El caudal medio será:

cmd = 4,75 l/s

Los barrios Nueva Buena fe y San Jacinto no cuenta con una capacidad instalada de reserva

4.1.2. Diagnóstico del sistema de agua potable y alcantarillado del Cantón Buena Fe.

4.1.2.1 Componentes del sistema de agua potable

El sistema de agua potable posee tres componentes principales para el abastecimiento del líquido vital para la ciudad.

1. Captación
2. Conducción
3. Tratamiento y Distribución

La captación

Se realiza de un pozo aproximadamente 30 metro de profundidad con una radio de 12"; que se abastece de agua subterráneas que mantienen un caudal de 25 l*S en época de invierno y verano se mantiene, el cual por el momento no ha presentado sequía, se encuentra revestido de tubería de PVC de 12" con una tapa de hormigo armado que sostiene los conductos y bomba.

Estructura de las Captaciones

El diseño del tanque de almacenamiento es sobre las superficie a nivel del suelo con una dimensión de 15* 11mt = 165 m2 y con una altitud de 2,80mt,su estructura está compuesta de la siguiente manera una losa baja de hormigón armado de 40 cm, y sus paredes de 30 cmy un tapa de 15 cm de espesor la cual almacena 500 m3 de agua.

El sistema de agua potable utiliza tubo de PVC de 63 a 90 mm para captación del pozo abastecedor y de 160, 200 mm para la conducción.

Conducción

Es el conjunto de tuberías y accesorios destinado al transporte del líquido vital necesario para satisfacer la demanda de la población, desde la estructura de captación hacia el sitio de tratamiento; para los sectores Nueva Buena Fe y San Jacinto, que la conducción se efectuará en bombeo horizontalmente dadas las características topográficas de la zona, tratando de seleccionar el diámetro mínimo que la tubería de conexión de las viviendas es de ½", satisfaciendo los requerimientos hidráulicos, permita obtener presiones iguales o menores que la resistencia física del material. La conducción existente se encuentra desde los barrios San Jacinto a Nueva Buena fe.

Tipo Materiales que está construido el sistema

La línea de conducción con tubería de Hierro negro y PVC.

c) Velocidad Mínima

En lo posible se tomará 1 m/seg como velocidad mínima.

d) Velocidad Máxima

En tubos de PVC se recomienda una velocidad máxima de 4,5 m/seg.

Tratamiento y distribución

Para el tratamiento se toman muestra directa de la cisterna y se las traslada al laboratorio para realizar los respectivos estudios ya que no cuenta una planta de tratamiento específico.

4.1.2.2. Sistema de alcantarillado

El sistema de alcantarillado de los barrios San Jacinto y Nueva Buena fe tiene más 30 años de construcción, tiene tubería obsoleta debido al incremento de la población, en la actualidad no cubre el 100 %; pues un 28% no tiene sistema de alcantarillado y en parte de estos estos barrios se encuentran zanjas y tuberías en mal estado que al intemperie causa malos olores en la población. En estos barrios los colectores tienen un riesgo de taponarse con los desechos que se encuentra al interior del agujero y el ductos cajón a diferentes niveles de profundidad del interior del suelo.

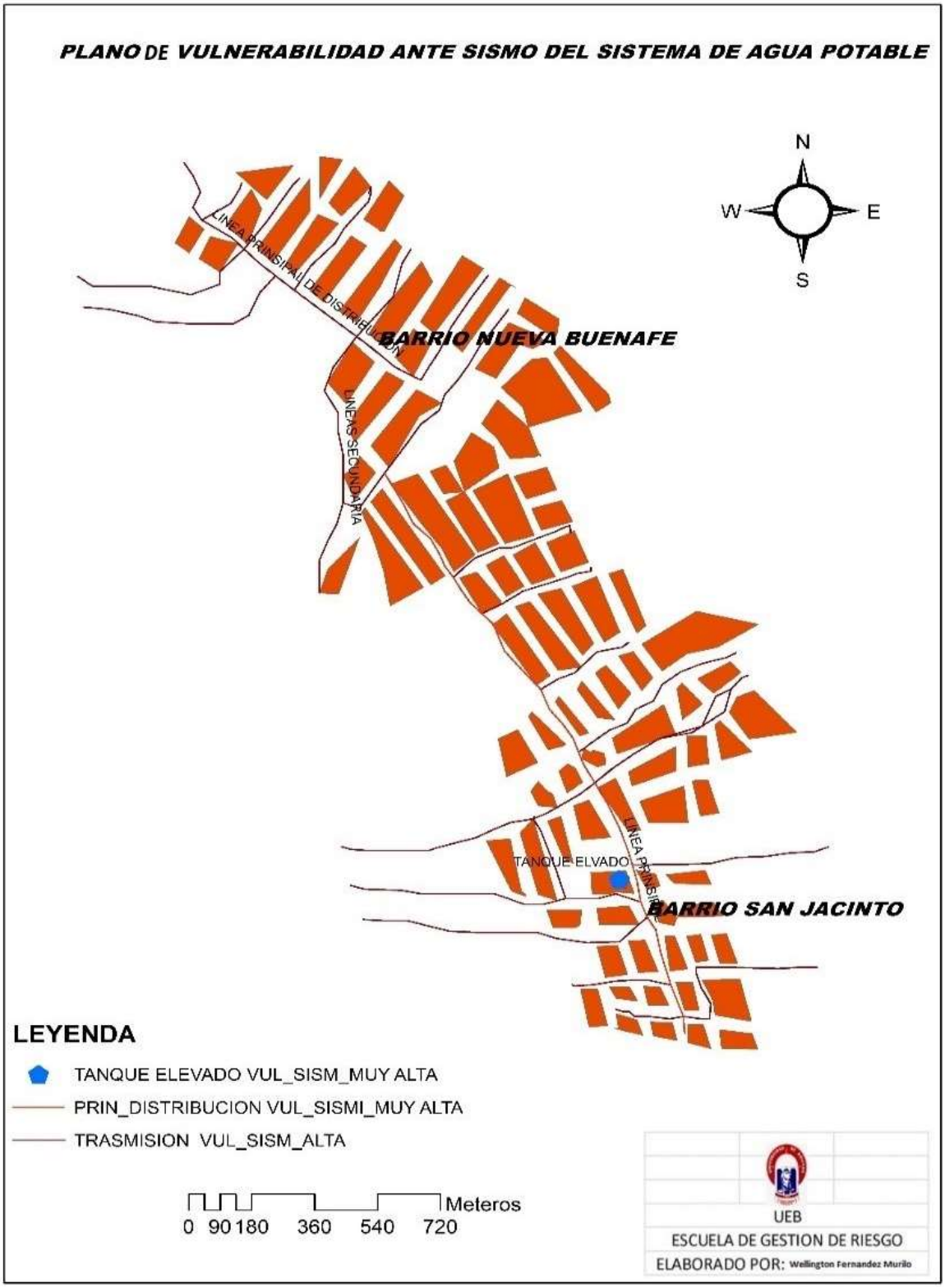
4.2. Resultado del Objetivo 2: Identificar las zonas susceptibles a eventos sísmicos en la zona de incidencia del Sistema de agua potable y alcantarillado.

Identificación de zonas susceptibles a eventos sísmicos en la zona de incidencia del Sistema de agua potable y alcantarillado.

Para realizar el mapa de vulnerabilidad del sistema de agua potable de los barrios San Jacinto y Nueva Buena Fe, se identifica las características para evaluar las condiciones de los sistemas en que la sociedad depende, durante su operación normal como ante situaciones de emergencia, respuesta o recuperación frente a un evento adverso.

Mapa No. 1

Plano de vulnerabilidad ante sismo del sistema de agua potable



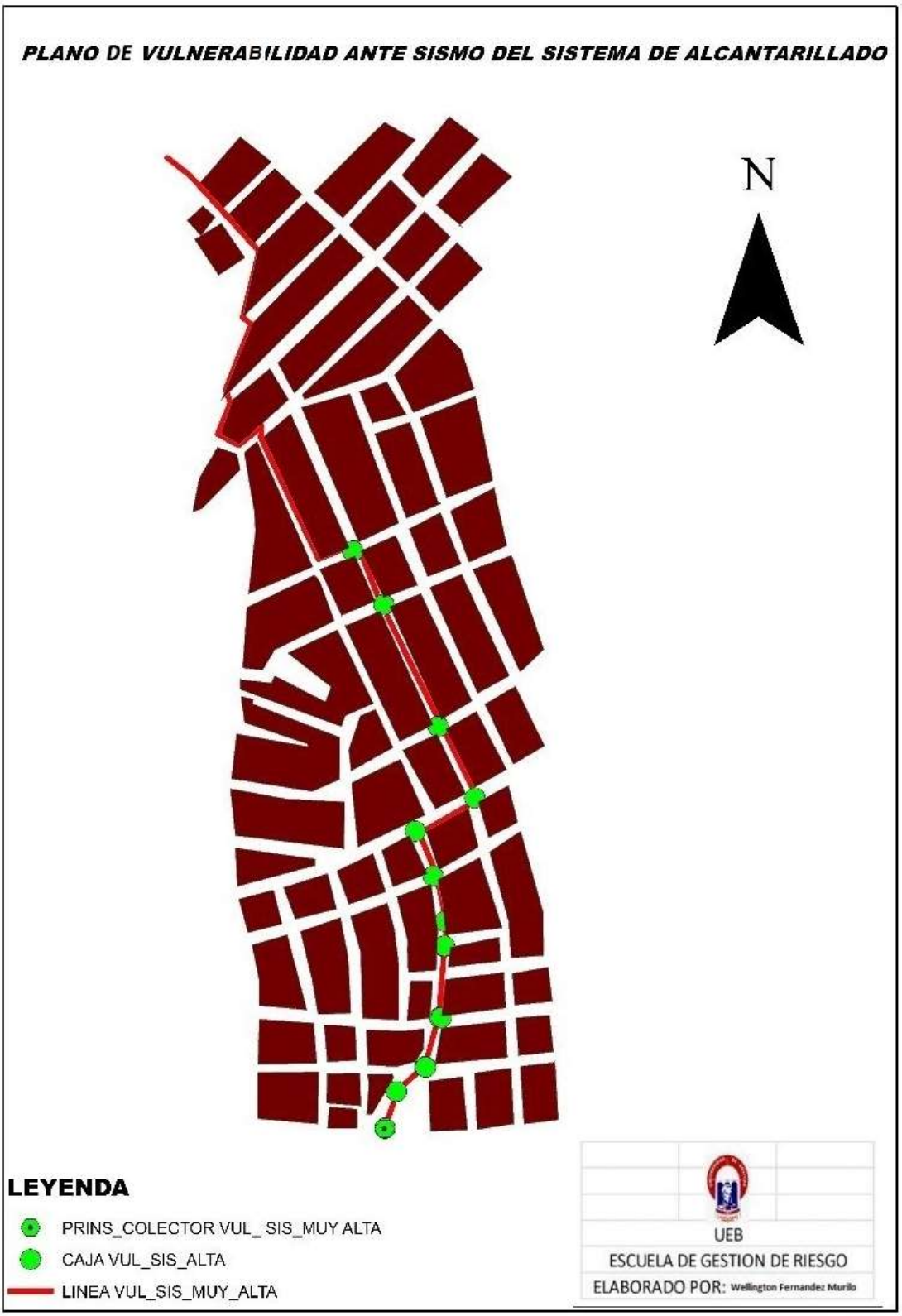
Análisis:

Realizando el recorrido de campo con personal de la empresa EMAPSA-SA por los sitios donde pasan las líneas de conducción y distribución, se pudo verificar que la zona es susceptible a sismos, encontrándose las líneas principales y secundarias del sistema de agua potable más expuestas las líneas ubicadas en el sector San Jacinto.

Se pudo evidenciar además, que el sistema de las tuberías principales y secundarias de captación, almacenamiento y distribución está en un grado de vulnerabilidad **MUY ALTA**, a eventos sísmicos que puedes causar daño en más de 60% en las líneas vitales causando pérdidas materiales, las tuberías del pozo abastecedor se encuentra a entre 30 m de profundidad verticalmente y las líneas horizontales a 80 cm bajo el suelo.

Mapa No. 2

Plano de Vulnerabilidad ante un evento sísmico del sistema de alcantarillado



Análisis:

Elaborando el mapa de zonas susceptibles a eventos sísmicos del sistema de alcantarillado, se pudo constatar las ubicaciones de los colectores principales que pasan diagonal a las calles Torio Alcívar, Víctor Juez, intercepción Rosa Mosquera, Manuel Yépez, Gabriel Rivera, José Joaquín de Olmedo, S/N, S/N, Pedro Vicente Maldonado, las cuales se conectan con el colector de la Av. 7 de agosto. La tubería varía de deferentes niveles según la topografía del suelo que es entre 30cm a 1.80m.

Se pudo evidenciar que las tubería del alcantarillado, colectores cajas y sumideros, según su ubicación topográfica y tipos de construcción en una zonas de vulnerabilidad donde puede producir daños y colapsar, causando contaminación ambiental y brotes de enfermedades.

4.3. Resultado del objetivo 3: Evaluar la vulnerabilidad funcional del sistema desde el punto de vista de diseño – operación – distribución – logístico – administrativo.

Evaluación de la vulnerabilidad funcional del sistema del sistema desde el punto de vista de diseño – operación – distribución –logístico – administrativo.

La tabulación de datos se realizó a través de programas informáticos de Excel y Word; para el análisis de la información se utilizó porcentajes y los resultados se presentan en cuadros, posteriormente aquello indicadores que son designado a cada variables debe ser multiplicada por el peso de la ponderación que igual se lo debe establecer según el tipo de amenazas los resultado de esta operación debe ser sumados y su sumatoria debe dar un resultado variantes del 1 al 100, este valor resultante da el grado de vulnerabilidad física del sistema de agua potable; tomando como referencia la metodología del PNUD – SGR se levantó información con la fichas en terreno, para luego ponderar con las matrices de análisis. Todo esto dió como resultado lo expuesto a continuación:

Tabla No. 6 Evaluación de vulnerabilidad del sistema de captación

FACTOR DE VULNERABILIDAD	VARIABLE DE VULNERABILIDAD	INDICADORES	Amenaza					valores	Ponderador sísmica	Valor Maximo	Ponderador Inundación	Valor Maximo	Ponderador Deslizamient	Valor Maximo	Ponderador volcánica Laharflujo lodo	Valor Maximo	Ponderador Volcánica Ceniza	Valor Maximo
			Sísmica	Inundación	Deslizamientos	Volcánica Laharflujo lodo	Volcánica ceniza											
Agua Potable CAPTACION	Estado actual	Bueno		N/A	1	N/A	N/A	0, 1, 5, 10	5	25	N/A	15	1	1	N/A	10	N/A	N/A
		Regular	5	N/A	N/A	N/A	N/A											
		Malo		N/A	N/A	N/A	N/A											
	Antigüedad	0 a 25 años		N/A	1	N/A	N/A	0, 1, 5, 10	5	25	N/A	20	1	1	N/A	10	N/A	N/A
		25 a 50 años	5	N/A	N/A	N/A	N/A											
		mayor a 50 años		N/A	N/A	N/A	N/A											
	Mantenimiento	Planificado		N/A	N/A	N/A	N/A	0, 1, 5, 10	1	1	N/A	10	1	1	N/A	10	N/A	N/A
		Esporádico	1	N/A	1	N/A	N/A											
		Ninguna		N/A	N/A	N/A	N/A											
	Material de construcción	PVC		N/A	N/A	N/A	0	0, 1, 5, 10	1	1	N/A	30	1	1	N/A	30	N/A	N/A
		Hormigón armado	1	N/A	1	N/A	N/A											
		Asbesto cemento		N/A	N/A	N/A	N/A											
		Mamposteria de piedra y mamposteria de ladrillo	10	10	10	10	10											
	Estándares de diseño y construcción	antes de IEOS		N/A	N/A	N/A	N/A	0, 1, 5, 10	5	25	N/A	25	1	2	N/A	40	N/A	N/A
		entre el ieos y la norma local	5	N/A	2	N/A	N/A											
		luego de la norma local		N/A	N/A	N/A	N/A											
					TOTAL			ALTA		77		BAJA		6				

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Secretaria de Gestión de Riesgos

Elaborado: Wellington Fernández Murillo

Tabla No. 7 Evaluación de vulnerabilidad del sistema de conducción.

FACTOR DE VULNERABILIDAD	VARIABLE DE VULNERABILIDAD	INDICADORES	Amenaza					valores	Ponderador sísmica	Valor Máximo	Ponderador Inundación	Valor Máximo	Ponderador Deslizamientos	Valor Máximo	Ponderador Volcánica Lahar/flujo lodo	Valor Máximo	Ponderador Volcánica ceniza	Valor Máximo
			Sísmica	Inundación	deslizamientos	Volcánica Lahar/flujo lodo	Volcánica ceniza											
Agua Potable CONDUCCION	Estado actual	Bueno		N/A	N/A	N/A	N/A	0, 1, 5, 10	5	25	N/A	N/A	1	1	N/A	N/A	N/A	N/A
		Regular	5	N/A	1	N/A	N/A											
		Malo		N/A	N/A	N/A	N/A											
	Antigüedad	0 a 25 años		N/A	N/A	N/A	N/A	0, 1, 5, 10	5	25	N/A	N/A	1	1	N/A	N/A	N/A	N/A
		25 a 50 años	5	N/A	1	N/A	N/A											
		mayor a 50 años		N/A	N/A	N/A	N/A											
	Mantenimiento	Planificado	1	N/A	N/A	N/A	N/A	0, 1, 5, 10	1	1	N/A	N/A	10	10	N/A	N/A	N/A	N/A
		Esporádico		N/A	N/A	N/A	N/A											
		Ninguno		N/A	10	N/A	N/A											
	Material de construcción	PVC	1	N/A	1	N/A	N/A	0, 1, 5, 10	1	1	N/A	N/A	1	1	N/A	N/A	N/A	N/A
		Hormigón armado		N/A	N/A	N/A	N/A											
		Asbesto cemento		N/A	N/A	N/A	N/A											
		Tierra		N/A	N/A	N/A	N/A											
	Estándares de diseño y construcción	antes de IEOS		N/A	N/A	N/A	N/A	0, 1, 5, 10	5	25	N/A	N/A	1	1	N/A	N/A	N/A	N/A
		entre el ieos y la norma local	5	N/A	1	N/A	N/A											
		luego de la norma local		N/A	N/A	N/A	N/A											
						TOTAL		ALTA		77		BAJA		14				

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Secretaria de Gestión de Riesgos

Elaborado: Wellington Fernández Murillo

Tabla No. 8 Evolución de vulnerabilidad del sistema de tratamiento

FACTOR DE VULNERABILIDAD	VARIABLE DE VULNERABILIDAD	INDICADORES	Amenaza					valores	Ponderador sísmica	Valor Maximo	Ponderador Inundación	Valor Maximo	Ponderador deslizamientos	Valor Maximo	Ponderador Volcánica Lahar/flujo lodo	Valor Maximo	Ponderador Volcánica Ceniza	Valor Maximo
			Sísmica	Inundación	Deslizamientos	Volcánica Lahar/flujo lodo	Volcánica ceniza											
Agua Potable TRATAMIENTO	Estado actual	Bueno	1	N/A	N/A	N/A	N/A	0, 1, 5, 10	1	1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
		Regular		N/A	N/A	N/A	N/A											
		Malo		N/A	N/A	N/A	N/A											
	Antigüedad	0 a 25 años	5	N/A	N/A	N/A	N/A	0, 1, 5, 10	5	25	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
		25 a 50 años		N/A	N/A	N/A	N/A											
		mayor a 50 años		N/A	N/A	N/A	N/A											
	Mantenimiento	Planificado		N/A	N/A	N/A	N/A	0, 1, 5, 10	1	1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
		Esporádico	1	N/A	N/A	N/A	N/A											
		Ninguno		N/A	N/A	N/A	N/A											
	Material de construcción	Hormigón armado	1	N/A	N/A	N/A	N/A	0, 1, 5, 10	1	1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
		Asbesto cemento		N/A	N/A	N/A	N/A											
		Mampostería de ladrillo		N/A	N/A	N/A	N/A											
		Mampostería de piedra		N/A	N/A	N/A	N/A											
	Estándares de diseño y construcción	antes de EC6		N/A	N/A	N/A	N/A	0, 1, 5, 10	5	25	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
		entre el ecs y la norma local	5	N/A	N/A	N/A	N/A											
		luego de la norma local		N/A	N/A	N/A	N/A											
						TOTAL		MEDIO		53								

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Secretaria de Gestión de Riesgos

Elaborado: Wellington Fernández Murillo

Tabla No. 9 Evaluación de la vulnerabilidad del sistema de distribución

FACTOR DE VULNERABILIDAD	VARIABLE DE VULNERABILIDAD	INDICADORES	Amenaza					valores	Ponderación sísmica	Valor Máximo	Ponderación Inundación	Valor Máximo	Ponderación deslizamientos	Valor Máximo	Ponderación Volcánica Lahar/flujo lodo	Valor Máximo	Ponderación Volcánica Lluvia	Valor Máximo
			Sísmica	Inundación	deslizamientos	Volcánica Lahar/flujo lodo	Volcánica ceniza											
Agua Potable DISTRIBUCION	Estado actual	Bueno	1	N/A	1	N/A	N/A	0, 1, 5, 10	1	1	N/A	N/A	1	1	N/A	N/A	N/A	N/A
		Regular		N/A	N/A	N/A	N/A											
		Malo		N/A	N/A	N/A	N/A											
	Antigüedad	0 a 25 años	5	N/A	1	N/A	N/A	0, 1, 5, 10	5	25	N/A	N/A	1	1	N/A	N/A	N/A	N/A
		25 a 50 años		N/A	N/A	N/A	N/A											
		mayor a 50 años		N/A	N/A	N/A	N/A											
	Mantenimiento	Planificado	0	N/A	1	N/A	N/A	0, 1, 5, 10	0	0	N/A	N/A	1	1	N/A	N/A	N/A	N/A
		Esporádico		N/A	N/A	N/A	N/A											
		Ninguna		N/A	N/A	N/A	N/A											
	Material de construcción	PVC	1	N/A	1	N/A	N/A	0, 1, 5, 10	1	1	N/A	N/A	1	1	N/A	N/A	N/A	N/A
		Asbesto cemento		N/A	N/A	N/A	N/A											
		Mampostería de ladrillo		N/A	N/A	N/A	N/A											
		Mampostería de piedra		N/A	N/A	N/A	N/A											
	Estándares de diseño y construcción	antes de IEOS		N/A	N/A	N/A	N/A	0, 1, 5, 10	5	25	N/A	N/A	1	1	N/A	N/A	N/A	N/A
		entre el ieos y la norma local	5	N/A	1	N/A	N/A											
		Luego de la norma local		N/A	N/A	N/A	N/A											
						TOTAL		MEDIO		52		BAJA		5				

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Secretaria de Gestión de Riesgos

Elaborado: Wellington Fernández Murillo

Análisis:

Para el análisis y evaluación de la vulnerabilidad en el sistema de agua potable y alcantarillado del Cantón San Jacinto de Buena Fe, provincia de Los Ríos se utilizó la metodología del PNUD, y se obtuvieron los siguientes resultados:

En la zona de captación: realizando los cálculos da un resultado que frente a un evento sísmico tiene un vulnerabilidad **ALTA (77),** ante deslizamientos, obtenemos una vulnerabilidad **MUY BAJA (6).**

En la zona de conducción: en esta zona el resultado frente a eventos sísmicos tiene un vulnerabilidad **ALTA (77),** y ante deslizamientos un vulnerabilidad **Baja (14).**

En la zona de tratamiento: frente a un evento sísmico tiene una vulnerabilidad **MEDIA (53),** ante deslizamiento no tiene afectación y su vulnerabilidad es **Muy Baja.**

En la zona de distribución: frente a un evento sísmico tiene vulnerabilidad **MEDIA (52),** mientras que para un deslizamiento la vulnerabilidad es **MUY BAJA (5).**

Tabla No. 10 Evaluación de vulnerabilidad de colectores

FACTOR DE VULNERABILIDAD	VARIABLE DE VULNERABILIDAD	INDICADORES	Amenaza					valores	Ponderador sísmica	Valor Maximo	Ponderador Inundación	Valor Maximo	Ponderador Volcánica Lahar/flujo lodo	Valor Maximo	Ponderador Volcánica Ceniza	Valor Maximo
			Sísmica	Inundación	Deslizamiento	Lahar/flujo lodo	Volcánica ceniza									
	Funcionamiento hidráulico	Qr<Qd	NA	NA	NA	NA	NA									
		Qr=Qd	0	NA	NA	NA	NA	0, 1, 5, 10	0	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		Qr>Qd	NA	NA	NA	NA	NA									
Fallas Estructurales Alcantarillado COLECTOR	Estado actual	Bueno	1	NA	NA	NA	NA									
		Regular		NA	NA	NA	NA	0, 1, 5, 10	1	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		Malo		NA	NA	NA	NA									
	Antigüedad	0 a 25 años		NA	NA	NA	NA									
		25 a 50 años	5	NA	NA	NA	NA	0, 1, 5, 10	5	25	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		mayor a 50 años		NA	NA	NA	NA									
	Mantenimiento	Planificado		NA	NA	NA	NA									
		Esporádico	5	NA	NA	NA	NA	0, 1, 5, 10	5	25	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		Ninguno		NA	NA	NA	NA									
	Material de construcción	PVC	1	NA	NA	NA	NA									
		Hormigón armado		NA	NA	NA	NA									
		Asbesto cemento		NA	NA	NA	NA	0, 1, 5, 10	0	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		Mamposteria de piedra y mamposteria de ladrillo		NA	NA	NA	NA									
	Estándares de diseño y construcción	antes de IEOS		NA	NA	NA	NA									
		entre el ieos y la norma local	5	NA	NA	NA	NA	0, 1, 5, 10	5	25	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
		luego de la norma local		NA	NA	NA	NA									
						TOTAL		ALTA		75						

Fuente: METODOLOGIA, PNUD-2012

Elaborado: Wellington Fernández Murillo

Tabla No. 11 Ponderación total de la vulnerabilidad

SISTEMA DE AGUA POTABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD FRENTE ENVENTO SÍSMICO Y DESLIZAMIENTOS	
	SAN JACINTO Y NUEVA BUENA FE	
CAPTACIÓN	**ALTA 77**	**BAJA 6**
CONDUCCIÓN	**ALTA 77**	**BAJA 14**
TRATAMIENTO	**MEDIO 53**	**MUY BAJA 0**
DISTRIBUCION	**MEDIO 53**	**BAJA 6**
FISICA ESTRUCTURAL ALCANTARRILLADO	**ALTO 74**	**MUY BAJA 0**

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

Elaborado: Wellington Fernández Murillo

Análisis:

El sistema de alcantarillado del Cantón San Jacinto de Buena Fe, y los barrios Nueva Buena y San Jacinto se encuentra ubicado parcialmente en una zona que tiene poco pendiente y desniveles del suelo, pero sin embargo está expuesto amenazas sísmicas y deslizamientos.

Frente un evento sísmico la vulnerabilidad es **ALTA (76)** y ante deslizamientos es **MUY BAJA**.

De acuerdo el estudio realizado en el campo, el Sistema de agua potable de los barrios Nueva Buena Fe y San Jacinto, frente un evento sísmico la vulnerabilidad es **ALTA,** ante deslizamientos entre **BAJA y MUY BAJA**.

Tabla No. 12 Síntesis de la vulnerabilidad funcional de redes vitales

FACTOR DE VULNERABILIDAD FUNCIONAL	VARIABLE DE VULNERABILIDAD	INDICADORES	Ponderacion Funcionamiento	Rangos	Vulnerabilidad funcional
AGUA POTABLE	Cobertura de servicios	>80%	1	4 al 6	Baja
		50 al 80%		7 al 9	Moderada
		< 50%		10 al 12	Alta
		Sin servicio		VALOR MAXIMO 12 VALOR MINIMO 4	
	Dependencia	Sin dependencia			
		Con dependencia	2		
	Redundancia	Mas de una	1		
		una			
		ninguna			
	Capacidad de intervención	Personal calificado y equipamiento			
		Personal calificado sin equipamiento	2		
		Sin personal ni equipamiento			

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

Elaborado: Wellington Fernández Murillo

Tabla No. 13 Síntesis de la vulnerabilidad funcional de la red alcantarillado

FACTOR DE VULNERABILIDAD FUNCIONAL	VARIABLE DE VULNERABILIDAD	INDICADORES	Ponderacion Funcionamiento	Rangos	Vulnerabilidad funcional
ALCANTARILLADO	Cobertura de servicios	>80%		2 al 3	Baja
		50 al 80%	2	4 al 5	Moderada
		< 50%		6 al 7	Alta
		Sin servicio			
	Capacidad de intervención	Personal calificado y equipamiento		Valor máximo 2	
		Pertsonal calificado sin equipamiento	2	Valor mínimo 7	
		Sin personal ni equipamiento			

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

Elaborado: Wellington Fernández Murillo

Tabla No. 14 Variables e indicadores de Vulnerabilidad Política

TIPO DE VULNERA-BILIDAD	VARIABLE	INDICADOR	CRITERIOS DE INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR	CRITERIOS DE VULNERABILIDAD
Política	Alcance	Disposición de instrumentos de política local sobre gestión del riesgo	No cuenta con instrumentos de política de gestión del riesgo. Ni de planificación y programáticos	Alta
			Cuenta con Estrategia local de gestión de riesgos e instrumentos de planificación y programáticos, pero no se están aplicando	Media
			Cuenta con Estrategia local de gestión de riesgos e instrumentos de planificación y programáticos, y están aplicándose	Baja
		Definición del nivel de intervención frente a la gestión del riesgo	Parcial: aborda o prioriza únicamente fase de respuesta frente a desastres o emergencias	Alta
			Integral: faculta al Gobierno Municipal para intervenir en todas las fases de la gestión del riesgo.	Baja
	Dispositivos de intervención: institucional, técnico,	Capacidad para actuar y adoptar medidas	No cuenta con ningún dispositivo concreto	Alta
			Cuenta con al menos con un dispositivo de política	Media
			Cuenta con varios dispositivos de política	Baja

TIPO DE VULNERA-BILIDAD	VARIABLE	INDICADOR	CRITERIOS DE INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR	CRITERIOS DE VULNERABILIDAD
	social, financiero, normativo	Ámbito de intervención municipal relacionado a la gestión de riesgo en coordinación con Estado Central y otros niveles de gobierno.	No precisa el ámbito de intervención del gobierno municipal ni dispositivos de coordinación con Estado Central y otros niveles de gobierno	Alta
			Se ha definido ámbito de intervención y dispositivos de coordinación del gobierno municipal con Estado Central y otros niveles de gobierno, pero no se han aplicado.	Media
			Se ha definido ámbito de intervención y dispositivos de coordinación del gobierno municipal con Estado Central y otros niveles de gobierno, y se están aplicando	Baja
	Nivel de aplicación	Cumplimiento de dispositivos de la política pública de gestión del riesgo (institucional, técnico, social, financiero, normativo)	No se ha implementado ninguno de los dispositivos previstos en los instrumentos de política pública	Alta
			Se ha implementado al menos uno de los dispositivos	Media
			Se han implementado todos los dispositivos previstos en la política pública	Baja

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Secretaria de Gestión de Riesgos

Elaborado: Wellington Fernández Murillo

A**nálisi**s

En el análisis realizado en la vulnerabilidad política aplicando las matrices de la Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo es (**MEDIA**), frente a la organización y empoderamiento del tema de gestión de riesgos de las autoridades que toman de decisiones para actuar en evento adverso.

Tabla No. 15

Variables de Vulnerabilidad Legal

TIPO DE VULNERA-BILIDAD	VARIABLE	INDICADOR	CRITERIOS DE INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR	CRITERIOS DE VULNERABILIDAD
Legal	Objeto y ámbito	Alcance de la norma/ Bienes jurídicos protegidos	Parcial: emergencias / bienes materiales y salud	Alta
			Integral / bienes materiales, salud, ambiente, otros.	Baja
	Marco competencial	Capacidad para actuar y adoptar medidas	No cuenta con normativa local	Alta
			Cuenta con normativa declarativa pero no operativa	Media
			Cuenta con normativa y procedimientos	Baja
		Ámbito de competencias municipales y funciones relacionadas a	No se han definido en la normativa los ámbitos de competencia y los mecanismos de coordinación del gobierno	Alta

		la gestión de riesgo. En coordinación con Estado Central y otros niveles de gobierno.	municipal con Estado Central y otros niveles de gobierno	
			Se han definido en la normativa los ámbitos de competencia y los mecanismos de coordinación del gobierno municipal con Estado Central y otros niveles de gobierno, pero no se han aplicado.	Media
			Se han definido en la normativa los ámbitos de competencia y los mecanismos de coordinación del gobierno municipal con Estado Central y otros niveles de gobierno, y se están aplicando	Baja
	Instrumentos de gestión	Tipo de instrumento (institucional, técnico, social, punitivo, financiero)	Normativa no prevé instrumentos concretos de gestión del riesgo	Alta
			Normativa prevé instrumentos básicos de gestión de riesgo	Media
			Normativa prevé un sistema integral de instrumentos de gestión del riesgo	Baja
	Nivel de aplicación	Cumplimiento de instrumentos	No se ha implementado ninguno de los instrumentos previstos en la	Alta

		(institucional, técnico, social, punitivo, financiero) previsto en la normativa municipal	normativa	
			Se ha implementado al menos uno de los instrumentos previstos en la normativa	Media
			Se han implementado todos los instrumentos previstos en la normativa	Baja

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Secretaria de Gestión de Riesgos

Elaborado: Wellington Fernández Murillo

Análisis

Frente a la vulnerabilidad legal en San Jacinto y Nueva Buena fe es (**MEDIA**) debido a que el municipio no cuenta normativa de control local y no se cumple con los descrito en la constitución de la república en los artículos 389 y 390 y sus anexos, no existe personal con un perfil acorde a la gestión de riesgo lo que hace difícil el avance de los proceso de ejecución, planificación de las actividades para la prevención de desastre naturales y antrópicos dentro del territorio.

Tabla No. 16

Variables de Vulnerabilidad Institucional Percepción de la presencia institucional

VULNERABILIDAD INSTITUCIONAL			
Variable	**Indicador**	**Niveles de los indicadores establecidos**	**Niveles de vulnerabilidad**
Percepción del accionar institucional	Niveles de percepción de la presencia institucional de acuerdo a los procesos de gestión del riesgo.	Alta: No existe el reconocimiento de una institución que lidere el proceso	A menor liderazgo de la institución competente para manejar los procesos de gestión del riesgo, mayor será la incertidumbre con la que se tomen las decisiones.
		Media: El proceso es liderado por instituciones subsidiarias[1]	
		Bajo:La institución competente actúa liderando el proceso	

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Secretaria de Gestión de Riesgos

Elaborado: Wellington Fernández Murillo

Análisis

Referente a la vulnerabilidad institucional es (**MEDIA**), porque carece la unidad de gestión de riesgo en la empresa EMAPSA BF, funciona con la del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Buena Fe.

Tabla No. 17

Variables de Vulnerabilidad Institucional Propuestas, obras o acciones ejecutadas

VULNERABILIDAD INSTITUCIONAL			
Variable	**Indicador**	**Niveles de los indicadores establecidos**	**Niveles de vulnerabilidad**
Proyectos, obras o acciones ejecutadas en cada proceso de la gestión del riesgo	Relación entre el número de acciones ejecutadas en el cantón con las acciones mínimas[2] propuestas para cada proceso de la gestión del riesgo	Alta: No se han ejecutado acciones propuestas en el proceso.	A menor cantidad de acciones ejecutadas en cada proceso de gestión del riesgo mayor será el nivel de vulnerabilidad del municipio evaluado.
		Media: Se han ejecutado, al menos, el 50% de las acciones propuestas en cada proceso.	
		Baja: más del 50% de acciones propuestas ejecutadas en cada proceso	

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Elaborado: Wellington Fernández Murillo

Análisis

La vulnerabilidad institucional es **(Alta)** ya que carece de las obras o procesos de gestión de riesgos.

Tabla No. 18

Manejo de conflictos de gestión de riesgo

VULNERABILIDAD INSTITUCIONAL			
Variable	**Indicador**	**Niveles de los indicadores establecidos**	**Niveles de vulnerabilidad**
Manejo de conflictos de gestión entre instituciones competentes	Identificación de conflictos entre instituciones que impiden una adecuada implementación de la gestión del riesgo en el cantón	Alta:No existen protocolos u decisión para el manejo del conflicto.	A mayor conflictividad, mayor es la dificultad para implementar los procesos de gestión del riesgo en el cantón.
		Media: Existen protocolos o decisión oficial para el manejo del conflicto	
		Baja: Existen protocolos y decisión oficial para el manejo del conflicto	

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Secretaria de Gestión de Riesgos

Elaborado: Wellington Fernández Murillo

Análisis

Frente a la vulnerabilidad del manejo de conflictos de gestión de riesgo entre instituciones competentes es **(MEDIA)** ya que no se aplica en la práctica

Tabla No. 19

Diseño orgánico funcional

VULNERABILIDAD INSTITUCIONAL			
Variable	**Indicador**	**Niveles de los indicadores establecidos**	**Niveles de vulnerabilidad**
Estructura orgánico funcional del Municipio	Incorporación de los parámetros mínimos establecidos por la SNGR para abordar la gestión del riesgo en el nivel cantonal	Alta: El Gobierno Municipal no cumple con los parámetros organizacionales establecidos por la SNGR.	A menor capacidad organizacional, menor será la posibilidad de enfrentar los riesgos desde el punto de vista administrativo.
		Media: Cumple con todas las regulaciones establecidas por la SNGR.	
		Baja: Posee estructura orgánico funcional aprobado y en operación	

Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Secretaria de Gestión de Riesgos

Elaborado: Wellington Fernández Murillo

Análisis

La vulnerabilidad institucional frente a la estructura orgánico funcional del municipio es **(MEDIA)** a la unidad de gestión de riesgo le falta capacidad de empoderamiento y liderazgo en las áreas de gestión de riesgo para trabajar coordinadamente e interinstitucionalmente.

ANÁLISIS GENERAL DEL RESULTADO DEL OBJETIVO 3

El sistema de alcantarillado del Cantón San Jacinto de Buena Fe, y los barrios Nueva Buena y San Jacinto se encuentra ubicado en una zona que tiene poco escarpe y desniveles del suelo, pero sin embargo está expuesto a amenazas sísmicas y deslizamientos.

Frente un evento sísmico la vulnerabilidad es **ALTA (76)** y ante deslizamientos es **MUY BAJA**.

De acuerdo el estudio realizado en el campo, el Sistema de agua potable de los barrios Nueva Buena fe y San Jacinto, frente un evento sísmico la vulnerabilidad es **ALTA** ante deslizamientos esta entre **BAJA y MUY BAJA**.

*EL SISTEMA ADMINISTRATIVO Y POLITICO DE LA EMPRESA EMAPSA-BF FRENTE A EVENTOS ADVERSOS DESCRITOS EN LAS TABLAS ANTERIORES***.**

La vulnerabilidad funcional de redes vitales **BAJA**
La vulnerabilidad funcional de la red alcantarillado **MEDIA**
Variables e indicadores de Vulnerabilidad política **MEDIA ALTA**
Variables de Vulnerabilidad legal **ALTO**
Variables de Vulnerabilidad Institucional Percepción de la presencia institucional **BAJA**
Variables de Vulnerabilidad Institucional Propuestas, obras o acciones ejecutadas **ALTO**
Manejo de conflictos de gestión de riesgo **MEDIA**
Diseño orgánico funcional **MEDIA**

Síntesis

El sistema administrativo y político frente a eventos adversos (sismo) es MEDIA ALTA

4.4. Resultado del objetivo 4: Proponer la implementación de medidas estructurales de mitigación y/o prevención en la Empresa Municipal de Agua Potable y Saneamiento Ambiental EMAPSA-BF ante un sismo.

Propuesta de medidas estructurales de mitigación y/o prevención en la Empresa Municipal de Agua Potable y Saneamiento Ambiental EMAPSA-BF ante un sismo.

PROBLEMA DETECTADO:

El tanque elevado se encuentra en 2 m. Aproximadamente del reservorio de agua y por ende, este podría verse afectado por un evento adverso, además podría verse afectados varios componentes de distribución

ESTRATEGIA:

Reubicación del tanque elevado medio que debe tomar en cuenta para los próximos proyectos de construcción de los elementos esenciales.



Foto No. 1

Tanque elevado de la Planta de Agua potable
Elaborado por: Fernández, W. 2017.

PROBLEMA DETECTADO:

Las tuberías del reservorio hacia el tanque elevado, están en mal estado como se puede visualizar u observar, son de hierro negro y se desconoce el estado interno de las tuberías que abastecen al tanque elevado y a las redes de distribución,

ESTRATEGIA:

Realizar mantenimiento preventivo y/o cambio de los accesorios y tuberías en mal estado para minimizar la contaminación del agua



Foto No. 2

Tuberías principales que van de la cisterna al tanque elevado
Fuente: EMPASA – FE
Elaborado por: Fernández, W. 2017.

PROBLEMA DETECTADO:

Las tuberías en mal estado como se evidencian en la fotografía, son de hierro negro, se desconoce el estado interno de las tuberías que salen del pozo abastecedor hacia la cisterna de almacenamiento.

ESTRATEGIA:

Realizar el cambio de los componentes de la línea de conducción hacia la cisterna y/o realizar el mantenimiento correctivo tanto interno como externo del pozo de abastecimiento.

Foto No. 3



Cisterna o reservorio de agua
Fuente: EMPASA – FE
Elaborado por: Fernández, W. 2017.

PROBLEMA DETECTADO:

La cisterna de almacenimiento esta en malas condiciones, esto se refleja tambien en la manposteria tanto interna como externa, esto causa que el agua almacenada dentro del reservorio no sea confiable para el consumo humano.

ESTRATEGIA:

Realizar un matenimiento preventivo y correctivo al tanque reservorio, cambiando el revestimiento interno para que el amacenamiento del agua sea mas eficiente y segura.



Foto No. 4

Pozo de abastecimiento
Fuente: EMPASA – FE
Elaborado por: Fernández, W. 2017.

PROBLEMA DETECTADO:

El cuarto de máquinas donde se encuentran las bombas que envian el agua desde la cisterna hacia el tanque elevado, se encuentra en malas condiciones, el cableado está con el revestimiento cristalizado y las bombas no estan empotradas o sujetas.

ESTRATEGIA:

Reparación y/o mantenimiento integral del cuarto de maquinas, cambio de cables desgastados, y anclaje o sujecion de las bombas.



Foto No. 5

Cuarto de bombas y controles

Fuente: EMPASA – FE
Elaborado por: Fernández, W. 2017.

ANALISIS DE LOS PROBLEMAS ENCONTRADOS

Revisando los archivo y la visita de campo se proponer cambio radical del sistema de almacenamiento, y tratamiento del agua potable debido a su vetustez o que la vida útil del sistema ha llegado a su fin u obsolescencia.

CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La cobertura del Servicio de agua potable alcanza al 92 % de la población en los barrios San Jacinto y Nueva Buena Fe. En su mayor parte es la cobertura domiciliaria se encuentra en un 90 % y en la cobertura comercial en un 2 %.
- El 80% del sistema de alcantarillado de los barrios San Jacinto y Nueva Buena Fe tiene más 30 años de construcción, tiene tubería obsoleta debido al incremento de la población. Actualmente el servicio no cubre el 100 %, pues un 28% desagua por otros medios las aguas servidas.
- Según el mapa de Incidencia Sísmica se comprobó que las líneas del Sistema de Agua potable y Alcantarillado del Cantón Buena Fe, están asentadas en una zona susceptible a sismos por las condiciones geológicas del suelo.
- El sistema de agua potable presenta niveles de vulnerabilidad media-alta, ante la amenaza sísmica después de la ponderación de la matriz de vulnerabilidad, en la que se evaluó la captación, la conducción, el tratamiento y la distribución de agua. Así mismo, el sistema de alcantarillado de los barrios San Jacinto y Nueva Buena Fe según los indicadores, evidencia una vulnerabilidad alta ante eventos sismogénicos.
- Las instalaciones y equipos del sistema de agua potable y alcantarillado, se encuentran en mal estado

5.2. Recomendaciones

- Generar proyectos de inversión para ampliar la cobertura de los sistemas de agua potable y alcantarillado, en las comunidades beneficiadas de los barrios San Jacinto y Nueva Buena Fe, del Cantón Buena Fe.
- Implementar un Plan de Contingencia ante eventos sísmicos para la empresa EMAPSA-BF y crear un mecanismo de distribución alternativo de agua a la población en caso de que se materialice el evento.
- Considerar a la Planta de agua potable y alcantarillado como un elemento esencial en el Cantón, con sus correspondientes medidas de protección aplicando las normativas legales, como lo describe en la constitución de la republica del Ecuador en los artículos 389, 390 y 140.
- Fortalecer las estructuras del Sistema de agua potable y alcantarillado, ya que su infraestructura está amenazada ante un evento sísmico.
- Realizar mantenimiento preventivo y/o correctivo a las instalaciones eléctricas, tuberías y equipos de la planta o en la medida de lo posible cambiar los equipos e instalaciones en malas condiciones.

BIBLIOGRAFÍA

(s.f.).

2008, A. C. (18 de marzo de 2008). Constitución de la Republica del Ecuador. *Constitución de la Republica del Ecuador*. Montecristi, Manabí, Ecuador.

ABS, D. (21 de ENERO de 2016). *http://www.definicionabc.com/medio-ambiente/reserva-ecologica.php.* Recuperado el 16 de MAYO de 2017, de http://www.definicionabc.com/medio-ambiente/reserva-ecologica.php: http://www.definicionabc.com/medio-ambiente/reserva-ecologica.php

AMBIENTE, C. D. (2012). PLAN INFOCA. En C. D. AMBIENTE, *PLAN INFOCA* (pág. 113). Andalucia.

Ambiente, M. d. (2015). Plan de Manejo de la Reserva Ecologica Arenillas. En M. d. Ambiente. Quito.

Ambiente., M. d. (2015). Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Arenillas. En M. d. Ambiente., *Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Arenillas* (pág. 68 P). Quito.

American Water Works Association. (1994). Reducción del daño sísmico – Guía para las empresas de agua. En American Water Works Association, *Reducción del daño sísmico – Guía para las empresas de agua* (pág. 15). Estados Unidos.

American Water Works Association. (1994). Reducción del daño sísmico – Guía para las empresas de agua. En American Water Works Association, *Reducción del daño sísmico – Guía para las empresas de agua* (pág. 3). Estados Unidos.

Andalucia, J. d. (2012). Plan INFOCA. En J. d. Andalucia, *Plan INFOCA* (pág. 109). ANDALUCIA.

ANDALUCIA, J. D. (2012). PLAN INFOCA. En J. D. ANDALUCIA, *PLAN INFOCA* (págs. 94 - 95). Andalucia.

Arellano, A. (2013). *EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD FISICA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO ANTE EVENTOS ADVERSOS EN EL ÁREA URBANA DE GUARANDA PERIODO FEBRERO 2012 A FEBRERO 2013.*

Arellano, A. (2013). *tesis de grado .*

Association, A. W. (1994). Reducción del daño sísmico – Guía para las empresas de agua. En A. W. Association, *Reducción del daño sísmico – Guía para las empresas de agua* (pág. 4). Estados Unidos.

Association, A. W. (1994). Reducción del daño sísmico – Guía para las empresas de agua. En A. W. Association, *Reducción del daño sísmico – Guía para las empresas de agua* (pág. 18). Estados Unidos.

Association, A. W. (1994). Reducción del daño sísmico – Guía para las empresas de agua. En A. W. Association, *Reducción del daño sísmico – Guía para las empresas de agua* (pág. 19). Estados Unidos.

Bataglia, M. A. (Mariela Alejandra Bataglia). Vulnerabilidad educativa, politica e institucional en comunidades afectadas por las inundaciones en llanuras: aspectos fundamentales para la gestión y gobernabilidad. En *Vulnerabilidad educativa, politica e institucional en comunidades afectadas por las inundaciones en llanuras: aspectos*

fundamentales para la gestión y gobernabilidad (pág. 5). Chaco - Argentina.
Catastros, G. A. (s.f.).
Chile, O. -M. (2011). Plan de Seguridad Escolar. En O. -M. Chile, *Plan de Seguridad Escolar* (pág. 35). Chile.
Chile, O. -M. (2011). Plan de Seguridad Escolar. En O. -M. Chile, *Plan de Seguridad Escolar* (pág. 34). Chile.
Chile, O. -M. (2011). Plan de Seguridad Escolar. En O. -M. Chile, *Plan de Seguridad Escolar* (pág. 38). Chile.
Constituyente, A. (2008). Constitución de la Republica. En A. Constiuyente, *Constitución de la Republica* (pág. Art. 397). Montecristi.
constituyente, A. (2008). Constitución de la Republica del Ecuador. En A. constituyente, *Constitución de la Republica del Ecuador* (pág. art. 72). Montecristi.
Constituyente, A. (2008). Constitución de la Republica del Ecuador. En A. Constituyente, *Constitución de la Republica del Ecuador* (pág. art. 73). Montecristi.
Constituyente, A. (2008). Consttución de la Republica del Ecuador. En A. Constituyente, *Constitución de la Republica del Ecuador* (págs. Art. 389 - Art. 390). Montecristi.
Cortijo, O. (2011). *Guia metodologica para incorporar la gestion del riesgo de desatres en la planificacion de desarrollo. .* Peru: Predes, fondo, 1° Edicion .
Díaz, J. (2005). Manual de Gestión de Riesgo en los Gobiernos Locales. En J. Díaz, *Manual de Gestión de Riesgo en los Gobiernos Locales* (pág. 17). Lima: soluciones practicas.
Dirección Nacional de Defensa Civil. (2008). "Glosario de Términos", Revista informativa. En Dirección Nacional de Defensa Civil, *"Glosario de Términos", Revista informativa* (pág. 39). Quito.
E, Ciencia . (10 de JUNIO de 2014). *http://conceptodefinicion.de/escala-richter/*. Recuperado el 23 de JUNIO de 2017, de CONCEPTO - DEFINCIÓN: http://conceptodefinicion.de/escala-richter/
Edgar Berrezueta Alvarado, M. J. (2011). *Tecnica de aplicadas a la Caracterizacion y Aprovechamiento de recursos Geologicos - Mineros. .* España : Mores S.L.
Educaciòn, O. -M. (2011). PLan de Seguridad Escolar. En ONEMI, *Plan de Seguridad Escolar* (pág. 35). Chile.
EMAPSA-BF, E. M. (s.f.).
Externa, M. C. (2009). Ley de Seguridad Publica y del Estado. En M. C. Externa, *Ley de Seguridad Publica y del Estado* (págs. Capitulo 3, art. 11). Quito.
externa, M. C. (2009). Reglamento de la Ley de Seguridad Publica y del Estado. En M. C. externa, *Reglamento de la Ley de Seguridad Publica y del Estado* (pág. art. 18). Quito.
Externa, M. C. (2009). Reglamento de la Ley de Seguridad Publica y del Estado. En M. C. Externa, *Reglamento de la Ley de Seguridad Publica y del Estado* (pág. Art. 3). Quito.

Externa, M. C. (2009). Reglamento de la Ley de Seguridad Publica y del Estado. En M. C. Externa, *Reglamento de la Ley de Seguridad Publica y del Estado* (pág. art. 20). Quito.

FORESTAL, C. N. (2010). Incendios forestales, Guía práctica para comunicadores. En C. N. FORESTAL, *Incendios forestales, Guía práctica para comunicadores* (pág. 54 p.). Mexico: 3era. Edición.

Forestal, C. N. (2010). Incendios forestales. Guía práctica para comunicadores. En C. N. Forestal, *Incendios forestales. Guía práctica para comunicadores* (pág. 14). San Juan de Ocotan : 3era. edicion.

Francisco Javier Ayala- Carcedo, J. O. (2002). *Riesgos Naturales .* Barcelona: Ariele S.A. .

Gonzalez, M. (18 de enero de 2012). *La Guia*. Recuperado el 5 de julio de 2017, de La Guia: http://fisica.laguia2000.com/dinamica-clasica/mecanica-de-suelos-teoria-de-la-densificacion-unidimensional-de-terzaghi

GRUPO DE TRABAJO: SECTOR AGRARIO, S. I. (2009). ANÁLISIS DE LOS RIESGOS EN LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS EN EL SECTOR AGRARIO. En S. I. GRUPO DE TRABAJO: SECTOR AGRARIO, *ANÁLISIS DE LOS RIESGOS EN LA PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS EN EL SECTOR AGRARIO* (págs. 45 - 48). España.

Guaranda., G. D. (s.f.).

Guia de Analisis de riesgos Naturales para el Ordenamiento Territorial . (2011). Chile .

Imbabura., I. N. (s.f.).

Instituto Geografico Militar IGM, I. G. (s.f.).

Instituto Nicaragüense de Acueduc Alcantarillados. (2000). GUIA TECNICA PARA LA REDUCCION DE LA VULNERABILIDAD EN LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DE ALCANTARILLADO SANITARIO. En Instituto Nicaragüense de Acueduc Alcantarillados, *GUIA TECNICA PARA LA REDUCCION DE LA VULNERABILIDAD EN LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DE ALCANTARILLADO SANITARIO* (pág. 25). Nicaragua.

Instituto Nicaragüense de Acueduc Alcantarillados. (2000). GUIA TECNICA PARA LA REDUCCION DE LA VULNERABILIDAD EN LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DE ALCANTARILLADO SANITARIO. En Instituto Nicaragüense de Acueduc Alcantarillados, *GUIA TECNICA PARA LA REDUCCION DE LA VULNERABILIDAD EN LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DE ALCANTARILLADO SANITARIO* (pág. 26). Nicaragua.

ISDR. (2009). *TERMINOLOGIA SOBRE REDUCCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRE.* PANAMA.

JALISCO, G. D. (2 de FEBRERO de 2015). *INCENDIOS FORESTALES.* Recuperado el 16 de MAYO de 2017, de INCENDIOS FORESTALES: http://incendios.semadet.jalisco.gob.mx/conceptos

Javier Lario, T. B. (2017). *Introduccion a los riesgos geologicos .* Madrid.

Julio, D. P. (2010). *Manual de gestion de riesgos en los gobiernos locales.* Peru.

JUNTA DE ANDALUCIA, C. D. (2012). PLAN INFOCA. En C. D. JUNTA DE ANDALUCIA, *PLAN INFOCA* (págs. 90 - 91). Andalucia.

M., A. C. (2008). ¿Qué es una Reserva ecologica? En A. C. M., *¿Qué es una Reserva ecologica?* (pág. 12). Mexico.

Manuel J. mendoza Lopez, L. D. (2014). *Monitoreo de laderas con fines de evaluacion y alertamiento 2002.* Mexico.

Maria del Carmen Dentoni, M. M. (2012). Sistemas de evaluación de peligros de incendios. En M. M. Maria del Carmen Dentoni, *Sistemas de evaluación de peligros de incendios* (pág. 18). Esquel, Chubut, Argentina: Plan Nacional de Manejo del Fuego. Programa Nacional de Evaluación de peligro de incendios y alerta temprana.

MINISTERIO DE EDUCACIÒN DEL ECUADOR. (2013). *CURRICULO DE EDUCACIÒN INICIAL 2013.* Quito.

MONTECRISTI, A. C. (2008). CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR. En A. C. MONTECRISTI, *CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR* (pág. ART. 57). Montecrisiti.

Muñoz, M. d. (2012). Evaluación de peligro de incendios. Informes técnicosInforme Técnico Nº 1 . Sistemas de Evaluación de Peligro de Incendios. En M. d. Muñoz, *Evaluación de peligro de incendios. Informes técnicosInforme Técnico Nº 1 . Sistemas de Evaluación de Peligro de Incendios* (pág. 23). Argentina: Plan Nacional de Manejo del Fuego. Programa Nacional de Evaluación de Peligro de Incendios y Alerta Temprana.

Muñoz, M. d. (2012). Evaluación de peligro de incendios. Informes técnicosInforme Técnico Nº 1 . Sistemas de Evaluación de Peligro de Incendios. En M. d. Muñoz, *Evaluación de peligro de incendios. Informes técnicosInforme Técnico Nº 1 . Sistemas de Evaluación de Peligro de Incendios* (págs. 25 - 26). Argentina: Plan Nacional de Manejo del Fuego.

Osman. (25 de abril de 2011). *Osman*. Recuperado el 23 de junio de 2017, de Osman: http://www.osman.es/ficha/13126

Palacio, J. D. (2005). Gestion de Riesgos en los Goviernos Locales . Peru.

Paniagua , S., & Cruz, L. (2002). Desastres y emergencias: prevención, preparación y mitigación. En S. Paniagua, & L. Cruz, *Desastres y emergencias: prevención, preparación y mitigación* (pág. 225). Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Paucar, E. (21 de JULIO de 2017). 100 000 hectáreas afectadas en cinco años por incendios forestales. *EL COMERCIO*.

Piers Blaike, T. C. (1996). *Vulnerabilidad en entornos sociales, politicos y economicos de los desatres.* Colombia : Tercer mundo editores.

Protegidas, S. N. (1 de enero de 2015). *Ministerio del Ambiente del Ecuador*. Recuperado el 8 de julio de 2017, de Ministerio del Ambiente del Ecuador: http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/info-snap

Ribadeneira , F. (2007). Breves Fundamentos sobre los Terremotos en el Ecuador. En F. Ribadeneira, *Breves Fundamentos sobre los Terremotos en el Ecuador* (pág. 21). Quito: Corporación Editora Nacional.

Riesgos, S. d. (2014). Manual del Comite de Gestiòn de Riesgos. En S. d. Riesgos, *Secretarìa de Gestiòn de Riesgos* (pág. 100). Guayaquil: Direcciòn de Gestiòn de Comunicaciòn social de la SGR.

Rodriguez, D. (3 de enero de 2000). *Fisica Termodinamica*. Recuperado el 3 de jullio de 2017, de Fisica Termodinamica: https://danielarodriguez792.wordpress.com/segundo-corte/gasto-o-caudal/

SGR. (2010). Guía Comunitaria de Gestión de Riesgos. En SGR, *Guía Comunitaria de Gestión de Riesgos* (pág. 16). Quito: Publiasesores Cia. Ltda.

SGR. (2014). MANUAL DEL COMITÉ DE GESTIÓN DE RIESGOS. En SGR, *MANUAL DEL COMITÉ DE GESTIÓN DE RIESGOS* (págs. 99 - 103). Guayaquil.

SIGWEB. (2010). *EL PORTAL DE LOS EXPERTOS EN PREVENCIÓN DE RIESGOS DE CHILE*. Recuperado el 23 de junio de 2017, de EL PORTAL DE LOS EXPERTOS EN PREVENCIÓN DE RIESGOS DE CHILE: www.sigweb.cl

Smith, P. I. (2002). Introducción a las ciencias de la Tierra. En P. I. Smith, *Smith, Peter, I. Gass y R.c.l. Wilson* (pág. 277). Barcelona: Editorial Reverté.

Stephan Baas, S. R. (2009). *Analisis de sistema de gestion del Riesgo de Desatres.* Roma, Italia.

Tarbuck E., L. F. (1999). *Ciencias de la tierra, una introducción a la Geologia fisica - Geomorfologica .* Colombia: Pearson.

Telegrafo, D. E. (3 de septiembre de 2012). Una fallecida y heridos deja voraz incendio en bosques de Guaranda. *Diario El Telegrafo*.

TERÁN, I. J. (2010). MANUAL PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO. En I. J. TERÁN, *MANUAL PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO* (pág. 16). Veracruz, Mexico.

Territorial, G. A. (s.f.).

Universo, D. E. (23 de septiembre de 2015). Pérdidas por incendios en Quito llegan a $9,5 millones. *Diario El Universo*.

Universo, D. E. (8 de Enero de 2017). Más de 320 km de tubería se cambian en Manta por daños del sismo. *Diario El Universo*, pág. 8.

wikipedia. (26 de enero de 2015). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Reserva_ecol%C3%B3gica_Arenillas

ZALDUMBIDE, C. E. (2015). "EVALUACIÓN DE GESTIÓN DE RIESGOS NATURALES EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO (DMQ), MEDIANTE UN ESTUDIO DE VULNERABILIDAD Y DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA MEJORAR LOS PROCESOS DE PLANIFICACIÓN". En C. E. ZALDUMBIDE, *"EVALUACIÓN DE GESTIÓN DE RIESGOS NATURALES EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO (DMQ), MEDIANTE UN ESTUDIO DE VULNERABILIDAD Y DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA MEJORAR LOS PROCESOS DE PLANIFICACIÓN"* (pág. 36). Quito.

Zambrano, M. (2009). PLAN DE MITIGACION BASADO EN LA EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y EL ALCANTARILLADO DE RIOBAMBA. En M. Zambrano, *PLAN DE MITIGACION BASADO EN LA EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y EL ALCANTARILLADO DE RIOBAMBA* (págs. 28 -34). Ambato.

ϖ Redatam, S. I. (s.f.).

ANEXOS

MATRICES DE DIAGNÓSTICO, MATRIZ A CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.

PROVINCIA CANTÓN

LOCALIDAD N° HABITANTES

TIPO:

GRAVEDAD --- BOMBEO --- MIXTO ---

COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LA PRINCIPAL COMUNIDAD SERVIDA

NORTE: ESTE:

ALTITUD:

AÑO DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA:

ESTADO DE FUNCIONAMIENTO:

VÍAS DE ACCESO

CAUDAL PRODUCCIÓN

TRATAMIENTO

DISTRIBUCIÓN

COMUNIDADES SERVIDAS

¿TIENE AFECTACIÓN POR DESASTRES?

SI ---- NO ----

DESCRIBIR LAS PRINCIPALES AMENAZAS (NATURALES O ANTRÓPICAS)

OBSERVACIONES:

FORMATOS DE LAS MATRICES PARA LA PONDERACION Y ANALISIS DE DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA, CAPTACIÓN, LÍNEA DE CONDUCCIÓN, RESERVA, TRATAMIENTO, RED DE DISTRIBUCIÓN.

CAPTACIÓN

COORDENADAS

NORTE:

ESTE:

ALTITUD:

TIPO	MATERIAL	ACCESORIOS	EQUIPOS	ESTADO

VÍAS DE ACCESO:

DAÑOS PRODUCIDOS POR DESASTRES:

LÍNEA DE CONDUCCIÓN

COORDENADAS

NORTE:

ESTE:

ALTITUD:

TRAMO	TIPO	MATERIAL	ACCESORIOS	ESTADO

DAÑOS PRODUCIDOS POR DESASTRES:

RESERVA

COORDENADAS

NORTE:

ESTE:

ALTITUD:

DESCRIPCIÓN	MATERIAL	VOLUMEN m3	ACCESORIOS	ESTADO

DAÑOS PRODUCIDOS POR DESASTRES:

TRATAMIENTO

COORDENADAS

NORTE:

ESTE:

ALTITUD:

DESCRIPCIÓN	EQUIPO	ACCESORIOS	ESTADO	OBSERVACIONES

DAÑOS PRODUCIDOS POR DESASTRES:

RED DE DISTRIBUCIÓN

COORDENADAS

NORTE:

ESTE:

ALTITUD:

TRAMO	LONGITUD (m)	MATERIAL	ESTADO	OBSERVACIONES

DAÑOS PRODUCIDOS POR DESASTRES:

MATRIZ CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.

PROVINCIA CANTÓN

LOCALIDAD N° HABITANTES

COBERTURA DEL SERVICIO:

KM REDES COLECTORES

KM REDES SECUNDARIAS

NUMERO POZOS

NUMERO DE DESCARGAS

INSTITUCIONALIDAD:

JUNTA DE AGUAS ---- EMPRESA PUBLICA ---- EMPRESA PRIVADA ----

AÑO DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA:

ESTADO DE FUNCIONAMIENTO:

CAPACIDAD MÁXIMA DE RECOLECCIÓN

FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO:

NUMERO DE SUMIDEROS

COMUNIDADES SERVIDAS

¿TIENE AFECTACIÓN POR DESASTRES?

SI ---- NO ----

DESCRIBIR LAS PRINCIPALES AMENAZAS (NATURALES O ANTRÓPICAS)

OBSERVACIONES

MATRICES DE VULNERABILIDAD SISTEMA DE AGUA POTABLE

MATRIZ E 1

COMPONENTE	**Antigüedad**	**Material de construcción**	**Estado actual**	**Estándares de diseño**	**Mantenimiento preventivo**
CAPTACIÓN					
CONDUCCIÓN					
TRATAMIENTO					

SISTEMA DE AGUA POTABLE

MATRIZ 2

COMPONENTE	**Cobertura de servicios**	**Dependencia**	**Alternativas (Redundancia)**	**Capacidad de control**
CAPTACIÓN				
CONDUCCIÓN				
TRATAMIENTO				

MATRICES DE VULNERABILIDAD SISTEMA DE ALCANTARILLADO (VER ANEXOS).

SISTEMA DE ALCANTARILLADO

MATRIZ F 1

COMPONENTE	**Funcionamiento Hidráulico**	**Estado actual**	**Antigüedad**	**Mantenimiento preventivo**
RED COLECTORES				
RED SECUNDARIA				

SISTEMA DE ALCANTARILLADO

MATRIZ F 2

COMPONENTE	**Cobertura de servicios**	**Capacidad de control**
RED COLECTORE		
RED SECUNDARIA		

RED VIAL

MATRIZ G 1

COMPONENTE	**Tipos de ejes**	**Estado revestimiento**	**Mantenimiento preventivo**	**Estándares de diseño**
VÍAS DE ACCESO				
EJES CENTRO-PERIFERIA				
EJES URBANOS				
EJES DE ESPACIO CENTRAL				

RED VIAL

MATRIZ G 2

COMPONENTE	**Dependencias**	**Alternativas de funcionamiento (redundancia)**	**Capacidad de control**
VÍAS DE ACCESO			
EJES CENTRO-PERIFERIA			
EJES URBANOS			
EJES DE ESPACIO CENTRAL			

FOTOGRAFÍAS

Foto No. 6

TANQUE ELEVADO DE DISTRIBUCIÓN DE LOS SECTORES SAN JACINTO Y NUEVA BUENA FE.



Elaborado por: Fernández, W. 2017.

Foto No. 7

CISTERNA DE ALMACENAMIENTO



Elaborado por: Fernández, W. 2017.

Foto No. 8

POZO ABASTECEDOR



Elaborado por: Fernández, W. 2017.

Foto No. 9

COLECTOR DE AGUAS SERVIDAS



Elaborado por: Fernández, W. 2017.

Foto No. 10

CAMARA DEL COLECTOR DE AGUAS SERVIDAS DEL CASCO



Elaborado por: Fernández, W. 2017.