



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR



Facultad de Ciencias de la Salud y el Ser Humano

Escuela De Administración en Desastres y Gestión del Riesgo

**Proyecto de Investigación Previo a la Obtención del Título de
Ingenieros en Administración en Desastres y Gestión del
Riesgo.**

Tema:

**Análisis de la Vulnerabilidad Funcional del Sistema de Agua Potable en el
Área Urbana de la Ciudad de Guaranda, Provincia Bolívar, Periodo 2017.**

Autores:

**DEL POZO CHÁVEZ EDWIN VIDAL
CASTILLO GARCÍA JUAN MANUEL**

Tutor:

ING. CARLOS OCAMPO MSc.

GUARANDA – ECUADOR

2017

TEMA

Análisis de la vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable en el área urbana de la ciudad de Guaranda, Provincia Bolívar, periodo 2017.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁG.
PORTADA	1
TEMA.....	2
ÍNDICE GENERAL.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	9
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	10
CERTIFICADO SEGUIMIENTO PROCESO INVESTIGATIVO....	11
RESUMEN EJECUTIVO.....	12
INTRODUCCIÓN.....	14

CAPÍTULO 1

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema	15
1.2 Formulación del Problema	16
1.3 Objetivos	16
1.3.1 Objetivo General	16
1.3.2 Objetivos Específicos	16
1.4 Justificación	17
1.5 Limitaciones	18

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación	19
2.2 Bases teóricas	20
2.2.1 Análisis de la vulnerabilidad	20
2.2.1.1 Vulnerabilidad.	21
2.2.1.2 Redes vitales	21
2.2.1.3 Análisis de la vulnerabilidad funcional de las redes vitales	22
2.2.1.4 Vulnerabilidad	22

2.2.2	Sistema de agua potable.	23
2.2.3	Agua potable	23
2.2.3.1	Componentes del sistema de agua potable	24
2.2.3.2	Sistemas de abastecimiento por gravedad con tratamiento (GCT)	24
2.2.3.3	Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento (GST)	24
a.	Fuentes de Abastecimiento	25
b.	Captación	25
c.	Líneas de Conducción	27
d.	Planta de Tratamiento	28
2.2.4	Procesos de tratamiento del agua potable.	29
2.2.4.1	Pre- filtración	29
2.2.4.2	Aireación	29
2.2.4.3	Pre- sedimentador	30
2.2.4.4	Sedimentador	30
2.2.4.5	Filtración	30
2.2.4.6	Desinfección	31
2.2.5	Descripción de las unidades de tratamiento	31
2.2.5.1	Aireados	31
	Aireadores de bandejas múltiples	31
	Aireador de cascadas y vertederos	31
2.2.5.2	Tanque pre-sedimentador	32
2.2.5.3	Tanque sedimentador	32
2.2.5.4	Sistema de filtración - Tanque de filtración	32
2.2.5.5	Tanques Reservorios de Almacenamiento	33
e.	Red de Distribución	33
f.	Conexiones Domiciliarias	33
2.2.6	Captación de la ciudad de Guaranda	33
2.2.7	Análisis del sistema de agua potable de la ciudad de Guaranda.	34
2.2.8	Descripción y evaluación del sistema de agua.	35
2.2.8.1	Captaciones	35
2.2.8.2	Diseño estructural de las captaciones	36
2.2.9	Conducción	39
2.2.10	Planta de tratamiento y distribución	40

2.2.10.1 Aireador	41
2.2.10.2 Tanque sedimentador	42
2.2.10.3 Cámara de contacto de cloro	43
2.2.11 Consumo	44
2.2.12 Análisis agua potable especificaciones técnicas de laboratorio	45
2.2.13 Cobertura del sistema de agua potable y tipos de usuarios	47
2.2.13.1 Clientes por disponibilidad de agua potable	48
2.2.14 Tanques de reserva	49
2.2.14.1 Tanques de Reserva Chaquishca	50
2.2.14.2 Tanques de Reserva Los Trigales	51
2.2.14.3 Tanque de Reserva Primero de Mayo	53
2.2.14.4 Tanques de Reserva La Humbertina	54
2.2.14.5 Tanque de Reserva Juan XXIII	55
2.2.14.6 Tanque de Reserva El Camal	56
2.2.14.7 Tanque de Reserva Los Tanques	57
2.2.14.8 Tanque de Reservorio Los Lirios “1”	58
2.2.14.9 Tanque de Reserva de Los Músicos	60
2.2.15 Conexiones domiciliarias	63
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	64
2.4 Variables	66
2.4.1 Variable independiente: Vulnerabilidad funcional	66
2.4.2 Variable dependiente: Sistema de Agua Potable.	66
OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	67

CAPÍTULO 3

MARCO METODOLÓGICO.

3.1 Nivel de Investigación	69
3.2 Diseño	70
3.3 Población y Muestra.	71
3.4 Técnicas e Instrumentos	73
3.5 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos	74
.5.1 Análisis de vulnerabilidad sistema funcional de agua potable	74
3.5.1.1 Vulnerabilidad Física– Captaciones	74

3.5.1.2 Vulnerabilidad física - Línea de conducción	76
3.5.1.3 Vulnerabilidad física - Planta de Tratamiento y Distribución	78
3.5.1 Análisis de la Entrevista realizada al Departamento Técnico	80
3.5.1.4 Vulnerabilidad Consumo/Cantidad–Calidad–Cobertura–Continuidad	83
3.5.1.4 .1 Análisis Entrevistas personal Departamento de Laboratorio.	85
3.5.1.4.2 Análisis Encuestas a la ciudadanía área urbana de Guaranda.	86
3.5.1.5 Vulnerabilidad funcional Sistema de agua potable	94
3.5.1.5 Vulnerabilidad Administrativa	97
3.5.1.6 Vulnerabilidad Operativa	99
3.5.1.7 Vulnerabilidad física - Componentes físicos	101
3.5.1.8 Medidas de mitigación Vulnerabilidad física	104
3.5.1.9 Medidas de mitigación vulnerabilidad amenazas	105
3.5.1.10 Vulnerabilidad Operativa	106
3.5.1.11 Medidas de mitigación de la vulnerabilidad Operativa	107
3.5.1.12 Medidas de mitigación Vulnerabilidad Administrativa	108

CAPÍTULO 4

RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS

4.1 Resultados según Objetivo 1	110
4.2 Resultados según Objetivo 2	112
4.3 Resultados según Objetivo 3	114
PLAN DE CONTINGENCIA	114
4.3.1. Plan de Propuesta	120
4.3.1 Proposición del Plan de Contingencia.	121

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones	122
5.2 Recomendaciones.	123
BIBLIOGRAFÍA	124
CRONOGRAMA DEL PROYECTO	126
PRESUPUESTO	127
ANEXOS	123

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PÁG.
TABLA N° 1: Unidades y procesos de tratamiento del agua potable	29
TABLA N° 2: Captaciones	36
TABLA N° 3 Resumen de captaciones de la EP-EMAPA-G	36
TABLA N° 4: Conducción	39
TABLA N° 5: Almacenamiento- Tratamiento	41
TABLA N° 6: Consumo	44
TABLA N° 7: Red de Distribución	45
TABLA N° 8: Análisis del Agua Potable parámetros medidos	46
TABLA N° 9: Cobertura Servicio de agua potable/tipos: usuarios activos	47
TABLA N° 10 Tanques de reserva de la ciudad de Guaranda	49
TABLA N° 11: Croquis tanques de Reserva Chaquishca	51
TABLA N° 12: Croquis tanques de reserva Los Trigales	52
TABLA N° 13: Croquis Tanques de Reserva Primero de Mayo	53
TABLA N° 14 Croquis tanques de reserva La Humberdina	54
TABLA N° 15 Croquis tanques de reserva Juan XXIII	55
TABLA N° 16 Croquis tanques de reserva El Camal	56
TABLA N° 17 Croquis tanques de reserva Los Tanques (a)	57
TABLA N° 18 Croquis tanques de reserva Los Tanques (b)	58
TABLA N° 19 Croquis tanques de reserva Los Lirios (1)	59
TABLA N° 20 Croquis tanques de reserva Los Músicos	60
TABLA N° 21 Matriz valoración/estado de tanques de almacenamiento	61
TABLA N° 22: Variable Independiente	67
TABLA N° 23: Variable Dependiente	68
TABLA N° 24 Nivel de Vulnerabilidad	71
TABLA N° 25 Demografía Cantón Guaranda	71
TABLA N° 26 Vulnerabilidad Física– Captaciones.	74
TABLA N° 27: Variables Vulnerabilidad intrínseca– Línea de conducción.	76
TABLA N° 28: Variables de vulnerabilidad intrínseca (a)	78

TABLA N° 29 Verificación de las variables del PNUD	79
TABLA N° 30 Verificación de las variables del OPS	79
TABLA N° 31: Variables de vulnerabilidad Consumo.	83
TABLA N° 32: Suspensión del servicio de agua potable es anticipado	86
TABLA N° 33: Ante daños del servicio a que departamento acudir a	87
TABLA N° 34: Incidencias EP-EMAPA-G actúa eficiencia y rapidez	88
TABLA N° 35 Control de medidores es llevado correctamente	89
TABLA N° 36: Inconvenientes para acercarse a la EP-EMAPA-G	90
TABLA N° 37: Respuesta de EP-EMAPA-G para solucionar problemas	91
TABLA N° 38: Conformidad con el servicio de agua potable	92
TABLA N° 39: Que mejorar para contar un buen servicio de agua	93
TABLA N° 40 Vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable	94
TABLA N° 41: Variables de vulnerabilidad intrínseca (b)	95
TABLA N° 42: Debilidades Organizativas y Administrativas	97
TABLA N° 43: Debilidades en la prestación de los servicios	99
TABLA N° 44: Debilidades de los componentes físicos	101
TABLA N° 45: Medidas de mitigación Vulnerabilidad física	104
TABLA N° 46: Medidas de mitigación Vulnerabilidad – amenazas	105
TABLA N° 47: Debilidades en la prestación de los servicios	106
TABLA N° 48: Medidas de mitigación de la vulnerabilidad operativa	107
TABLA N° 49: Medidas de mitigación vulnerabilidad administrativa	108
TABLA N° 50 Vulnerabilidad – Por departamentos EP-EMAPA-G	109
TABLA N° 51: Sistema funcional de agua potable de la ciudad de Guaranda	110
TABLA N° 52: Debilidades organizativas y administrativas	112
TABLA N° 53: Debilidades de los componentes físicos – amenazas	113
TABLA N° 54: Análisis de Riesgo	115
TABLA N° 55: Plan de Propuesta	120

ÍNDICE DE GRÁFICOS

CONTENIDO	PÁG.
GRÁFICO N° 1: Captaciones	38
GRÁFICO N° 2: Mapa de captaciones y Línea de Conducción	38
GRÁFICO N° 3: Línea de Conducción	40
GRÁFICO N° 4: Red de Distribución	45
GRÁFICO N° 5: Cobertura del sistema de agua potable.	48
GRÁFICO N° 6: Cobertura de Agua Potable.	49
GRÁFICO N° 7: Tanques de Reserva de la ciudad de Guaranda.	62
GRÁFICO N° 8: Red de Distribución de la ciudad de Guaranda.	63
GRÁFICO N° 9: Suspensión servicio de agua potable anticipado por...	86
GRÁFICO N° 10: Ante daños servicio de agua acudir a.....	87
GRÁFICO N° 11: Ante daño EPEMAPA-G actúa: eficiencia y rapidez.	88
GRÁFICO N° 12: Control de medidores son llevados correctamente....	89
GRÁFICO N° 13: Inconvenientes por los que acerca a EP-EMAPA-G .	90
GRÁFICO N° 14: Respuesta EPEMAPAG para solucionar problemas.	91
GRÁFICO N° 15: Está conforme con el servicio de agua potable.....	92
GRÁFICO N° 16: Que mejorar para contar con un buen servicio.....	93

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

CONTENIDO	PÁG.
FOTOGRAFÍA N° 1: Aireador.....	42
FOTOGRAFÍA N° 2: Bandejas de aireador.....	42
FOTOGRAFÍA N° 3: Tanque sedimentador.....	43
FOTOGRAFÍA N° 4: Cámara de contacto de cloro.....	43
FOTOGRAFÍA N° 5: Tanque de reserva 500m ³	51
FOTOGRAFÍA N° 6: Tanque de reserva 800m ³	51
FOTOGRAFÍA N° 7: Tanque de reserva 100m ³	52
FOTOGRAFÍA N° 8: Válvulas.....	52
FOTOGRAFÍA N° 9: Tanque elevado de 500m ³	53
FOTOGRAFÍA N° 10: Presencia de fugas.....	53
FOTOGRAFÍA N° 11: Cerramiento malla.....	54
FOTOGRAFÍA N° 12: Cámara de válvula.....	54
FOTOGRAFÍA N° 13: Tanque de reserva 20 m ³	55
FOTOGRAFÍA N° 14: Falta de mantenimiento.....	55
FOTOGRAFÍA N° 15: Sin cerramiento.....	56
FOTOGRAFÍA N° 16: Seguridad en tapa de tanque.....	56
FOTOGRAFÍA N° 17: Tanque Rectangular 750m ³	57
FOTOGRAFÍA N° 18: Tanque de reservorio 800m ³	57
FOTOGRAFÍA N° 19: Tanque sin seguridad.....	59
FOTOGRAFÍA N° 20: Tanque en abandono.....	59
FOTOGRAFÍA N° 21: Tanque de reserva 20m ³	60
FOTOGRAFÍA N° 22: Tanque sin seguridad.....	60

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

Ing. Ocampo, Carlos, MSc., Director del Proyecto de Investigación:

CERTIFICA:

Que el informe final del Trabajo de Investigación titulado “**ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR, PERIODO 2017**”, elaborado por los autores, Edwin Vidal Del Pozo Chávez y Juan Manuel Castillo García, Egresados de la Carrera de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano, de la Universidad Estatal de Bolívar, ha sido debidamente revisado e incorporado las recomendaciones emitidas en la asesoría en tal virtud autorizo su presentación para su aprobación respectiva.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando a los interesados dar al presente documento el uso legal que estimen conveniente.

Guaranda, 20 de Octubre del 2017

Ing. Ocampo, Carlos, MSc.

Director del Proyecto de Investigación

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente trabajo de investigación titulado análisis de la vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable en el área urbana de Guaranda, hemos encontrado la problemática de la vulnerabilidad funcional, esto debido a que; no existe el mantenimiento periódico y el control adecuado para evitar daños a su infraestructura, por lo que se evidencia la presencia de desechos sólidos, deterioro de las tuberías; las mismas que por encontrarse en zona de suelo arenoso es causal para que exista la presencia de sedimentos en las captaciones.

Mediante un análisis de observación realizado en el sector del arenal, hemos encontrado como primer punto que existen tres grandes conexiones que conducen a los tanques recolectores las captaciones, las que llegan hasta la línea de conducción principal del sistema de agua hasta el sector de las Cochas, donde se encuentra la planta de tratamiento Chaquishca, evidenciándose en este sector la falta de monitoreo al sistema de captación y línea de conducción de agua, además, podemos acotar que existe error (vulnerabilidad) administrativo por la falta de señalamiento y concienciación a los moradores de dicho lugar, para así evitar destrucción del sistema de conducción, a esto agregamos la vulnerabilidad técnica, falta de interés por parte del personal de mantenimiento; como segundo punto de conexión, se evaluó la planta de tratamiento, considerando que su construcción fue en los años de 1988 y 1992, datos que reflejaron el estado de funcionamiento de sus componentes; tales como aireador, desarenador; cámara de contacto de cloro, mismos que deben garantizar el proceso de salida de líquido vital óptimo en la línea de conducción hasta los tanques reservorios, se observó que en su totalidad posee tubería PVC; con estos datos dentro del análisis realizado nos permite evidenciar los siguientes problemas, que en los posterior puede convertirse en una emergencia y/o desastre; por fisura y pérdida de agua, generando futuros colapsos de su infraestructura y saturación del suelo, provocando así una licuefacción, lo cual conlleva a producir pérdida económica, material y social a los moradores que habitan a los alrededores de los tanques en mención.

Con estos datos y de manera general para el efecto de esta investigación surge la preocupación de lograr tomar conciencia del estado de vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable, demostrar las causas y los efectos de la falta de monitoreo y control de este sistema, y buscar una vía de solución de cómo intervenir para mejorar y evitar posibles emergencias y/o desastres.

Es menester argumentar que para un mejor control y monitoreo en el sistema de agua potable de la ciudad de Guaranda se debe manejar un completo control mediante un Plan de Contingencia a base de un cronograma semanal, responsabilizando desde la misma dirección técnica hasta el personal que realiza las actividades de mantenimiento del sistema, esto es, desde su lugar de origen hasta la distribución domiciliaria; que exista mayor conciencia hacia un trabajo continuo y responsable.

INTRODUCCIÓN

La ciudad de Guaranda cuenta con servicio de Agua potable, que suministra a la ciudad mediante el sistema de abastecimiento por gravedad, las mismas que se abastecen por varios afloramientos de aguas subterráneas, estas se encuentran en el sector denominado el Arenal en las estribaciones del Chimborazo.

Dado el crecimiento de la ciudad y la ampliación del sistema de agua potable, el nuevo diseño del sistema de conducción, la falta de líquido vital en algunas sectores de la ciudad, las constantes fugas de agua, hace que sea necesario un **Análisis de la Vulnerabilidad Funcional** del Sistema de Agua Potable de la ciudad, desde un estudio de cada uno de los elementos que componen el sistema de agua hasta llegar a la red de distribución domiciliaria, de manera que se establezcan los parámetros necesarios para poder corregir las falencias que se presentan actualmente.

El presente proyecto se lo realiza sobre la vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de Guaranda. La red de agua potable es una obra de infraestructura esencial para el desenvolvimiento y el desarrollo de la ciudadanía guarandeña, por esta razón, es necesario considerar un análisis de la vulnerabilidad funcional, ya que son elementos que se encuentra expuestos a una amenaza natural, mismas que podría no solo afectar a la infraestructura sino también al suministro normal de agua para la población guarandeña.

El análisis del sistema de agua potable nos permitirá conocer cuál es el nivel de vulnerabilidad al que está expuesto cada componente que conforma la red de agua potable; como la captación, la conducción, y el sistema de distribución. Para ello, para poder hacer la evaluación de la vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable hemos utilizado la matriz que se encuentra en la (Propuesta Metodológica Análisis de vulnerabilidad a Nivel Municipal – (PNUD, OMS/OPS)) las que nos ayudaron a realizar la evaluación del sistema y conocer el nivel de vulnerabilidad a la que está expuesta el sistema de agua potable en la ciudad de Guaranda.

CAPÍTULO 1

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

El sistema de agua potable en la ciudad de Guaranda por reiteradas ocasiones ha presentado fallas en su sistema de conducción, donde se ha visto la presencia de ruptura de la tubería de algunos de sus tramos, la que está expuesta al ingreso de arena a los tanques recolectores, ya que la captación se encuentra en la zona del páramo (Arenal), los mismos que producen sedimentación y la presencia de arena en el agua en sus tanques, a esto se agrega que son tanques en total deterioro ya que existe pérdida de sus tapas de protección rompe presiones, válvulas de aire, válvulas de desfogue, pérdida de válvulas de aire, ruptura de tubería para regar los campos, lo que causa pérdida de líquido vital; también se pudo observar falencia (vulnerabilidad) administrativa y operativa, (Información otorgada por el Departamento de Comercialización) quienes no poseen un manual de procedimientos donde se detalle las acciones que se deben tomar en caso de daños y otros problemas, esta falta de coordinación entre los dos departamentos no lograron mantener la operatividad del sistema de agua potable en caso de emergencia, no cuenta con las directrices a seguir con el fin de solucionar el problema a la mayor brevedad y poder restablecer el servicio de agua lo más rápido posible.

También se analizó que en la planta de tratamiento no se lleva el registro diario de los caudales que entrada y salida, esto debido a la falta de un macromedidor; además la planta cuenta con un aireador, sedimentador y cámara de contacto de cloro, observándose que el agua que es conducida desde la captación tiene la presencia de arena, debido a la falta de mantenimiento y limpieza de las fuentes de agua; arena que, ingresada a las tuberías de los drenes conlleva a la presencia de daños futuros.

La infraestructura de los tanques reservorios que se encuentran en la ciudad tiene la capacidad de almacenamiento desde los 20m³ a 800m³ de capacidad y abastecen de agua potable a cada barrio, estos tanques reservorios se encuentran en diferentes puntos de la ciudad y se denominan: Chaquishca (4 tanques); Primero de Mayo / Los Trigales; La Humberdina; Los Músicos; Los Lirios 1; El Camal; Los Tanques; Juan XXIII; observándose que presentan en su infraestructura condiciones de abandono, no cuentan con un mantenimiento periódico, mismas que presentan fisuras y pérdidas de líquido vital.

Mediante recorridos realizados en la red de distribución se evidencia que presenta daños en el sistema con pérdida del líquido vital, siendo necesario sugerir mayor control y vigilancia del sistema funcional de agua potable.

1.2 Formulación del Problema

¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad funcional al que se encuentra expuesto el funcionamiento del sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de Guaranda?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

- Realizar el análisis de vulnerabilidad funcional al que se encuentra expuesto el funcionamiento sistema de agua potable en el área urbana de la ciudad de Guaranda, Provincia Bolívar, periodo 2017.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar mediante la metodología OPS/OMS - PNUD el grado de vulnerabilidad funcional en el funcionamiento del sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de Guaranda.
- Priorizar los factores de vulnerabilidad funcional del funcionamiento del sistema de agua potable.
- Proponer un plan de contingencia del funcionamiento del sistema de agua potable ante la vulnerabilidad funcional.

1.4 Justificación

El presente trabajo de investigación tiene como **importancia** realizar un análisis para la prevención, mitigación, reconstrucción del sistema funcional de agua potable ya que ésta se encuentra bajo el nivel del suelo y al no estar a la vista reaccionan diferente ante la presencia de posibles amenazas naturales; lo que no sucedería si se encontrase sobre el nivel del suelo.

Este proyecto es **pertinente** porque la ciudadanía debe estar prevenida y empoderada de los conocimientos desde la más sencilla técnica hasta la forma de determinar el riesgo del sistema hidráulico frente a las posibles amenazas naturales y antrópicas; es allí donde realmente se encuentra la garantía de la prevención donde el rol del personal calificado será encargado de prever la seguridad de forma inmediata para evitar daños inminentes.

De existir vulnerabilidad, es fundamental cambios continuos de prevención y mitigación para un mejor manejo del sistema de agua potable; por ello, es **factible** recomendar prevención desde el punto enfocado al conocimiento, planificación y la puesta en acción.

Es **inédito** el presente proyecto por que promueve la prevención, mitigación, reconstrucción del sistema funcional de agua potable ante una amenaza, enfocándose en la herramienta: mejor desempeño y toma de decisiones; que fortalece y desarrollan técnicas aplicables en la que participen todos los entes involucrados.

Este trabajo nos permitirá ir conociendo diferentes características de nuestra área de estudio; convirtiéndose en una **novedad científica**, ya que el ser humano es capaz de poner en práctica los conocimientos adquiridos en planificación y ejecución sobre distintos aspectos a considerar y a tomar en cuenta sobre la vulnerabilidad, la prevención ante una amenaza.

Los **beneficiarios** del presente proyecto son los ciudadanos del área urbana de la ciudad de Guaranda, técnicos y administradores del EP-EMAPA-G, ya que orientados en el problema, tendrán comprensión y empoderamiento de prevención ante la vulnerabilidad en el sistema de agua potable, así se mejoraría el monitoreo y el mantenimiento periódicamente, y estarían capacitados en informar oportunamente cualquier posible amenaza natural y antrópica.

1.5 Limitaciones

Falta de interés en el departamento técnico del EP-EMAPA-G para la facilitación de los documentos necesarios para completar la información y poder realizar la investigación.

Carecer de información digital y cartográfica en formatos CAD, SIG planos del sistema que nos ayuden con la representación espacial de los elementos del sistema.

Desconocimiento del estado actual del sistema de agua potable y las fallas en la red de distribución.

No obtener datos reales del sistema de agua potable, los mismos que ayuden a realizar el análisis de la vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

En el nuevo sistema de agua potable de la ciudad de Guaranda denominado “PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE GUARANDA”, se puede evidenciar que su construcción se realizó siguiendo el trazado antiguo, esta ruta ha soportado diferentes amenazas naturales, y amenazas antrópicas, pudiendo evidenciar que en los tramos del sistema de conducción se aprecia la presencia de daños a la tubería y la presencia de arena que ingresa a los tanques de captación, el caudal de ingreso se presenta de forma irregular, la saturación de agua en el terreno que evidencia que el agua de ingreso a la captación no se encuentra correctamente encausada ocasionando así la pérdida de líquido vital.

Mediante la aplicación de la metodología propuesta por la SNGR-PNUD y la OPS/OMS pudimos determinar el análisis de la vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable.

Dado el crecimiento de la ciudad, las ampliaciones del sistema de agua potable, la falta de líquido vital en algunos sectores de la ciudad y las rupturas de las tuberías de la red de distribución, se hace necesario este análisis de su funcionalidad; que permita la identificación de las zonas que requieren mayor atención y control, ya que se evidencia la carencia de un registro bibliográfico sobre el análisis de vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable en el área urbana de la ciudad de Guaranda.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Análisis de la vulnerabilidad

La vulnerabilidad se define como el proceso analítico para determinar los elementos críticos, débiles o susceptibles a daño, aplicarlo en el sistema de agua y sus instalaciones, ya que permite tomar las medidas de prevención y/o mitigación ante las amenazas.

Mediante la aplicación del análisis de vulnerabilidad funcional se determina las debilidades de los elementos de un sistema frente a una amenaza, el método establecerá las medidas necesarias para corregir esas debilidades, y dar una respuesta a eficiente a futuras emergencias o amenazas.(Bermúdez, 2012)

El análisis de la vulnerabilidad se convierte en un factor importante a ser considerado dentro del manejo de amenazas; en esta investigación en el sistema de agua potable.

El análisis de vulnerabilidad de un sistema de agua potable determina el grado al cual este sistema se encuentra expuesto y puede ser afectado en forma adversa en el cumplimiento de sus funciones por efecto natural y/o antrópico.

El objetivo de este análisis de vulnerabilidad en la funcionalidad del sistema de agua potable es prever y aplicar medidas de mitigación y/o prevención frente amenazas naturales y/o antrópicas

Las amenazas naturales y/o antrópicas pueden ser una probabilidad de que se produzcan dentro de un tiempo y lugar determinado, que se torne peligroso, para el sistema de agua potable y para el medio ambiente.(Salud O. P., 2012)

2.2.1.1 Vulnerabilidad.

Es un factor interno de una comunidad expuesta a una amenaza en función de su predisposición a resultar dañado. Existente en la medida en que se haga o deje de hacer algo la ubicación geográfica de las ciudades de la construcción de las viviendas el nivel de mantenimiento de todo tipo de servicios públicos el tipo de producción económica el grado de organización social la capacidad de gestión etc.

La vulnerabilidad de los sistemas de agua potable pueden ser físicos o estructurales estos deben analizarse para cada componente, subsistema y servicio así como para los sistemas en su conjunto y un requisito básico para el análisis, es conocer el diseño y modos de operación del sistema; así como el funcionamiento tanto administrativo como técnico y logístico (Rodríguez, 2011)

La vulnerabilidad por otro lado es el factor de riesgo interno que tiene una población, infraestructura o sistema que está expuesto a una amenaza y corresponde a su disposición de la vulnerabilidad para lo cual es necesario su análisis.

2.2.1.2 Redes vitales

Las redes vitales como su nombre mismo lo expresa son sistemas indispensables para la vida de la población dentro de un territorio, constituyéndose como componentes indefectibles de este espacio.

Según Lavell Mansilla y Smith (2003), las redes vitales son infraestructuras básicas y esenciales de un territorio, conformándose por los sistemas de agua potable, energía, transporte y comunicación.

Para la secretaria nacional de gestión de riesgos (2012) las redes vitales se constituyen como sistema que son indispensables para la

dinámica normal de la sociedad y el territorio. Además incluye al abastecimiento de agua potable saneamiento y vialidad como principales redes de agua potable.

2.2.1.3 Análisis de la vulnerabilidad funcional de las redes vitales

La funcionalidad de las redes vitales se entiende como la interrelación entre los elementos de los sistemas de servicio que otorga salud bienestar y desarrollo a la población. Cada componente de estas redes, juega un rol fundamental para el funcionamiento del sistema; como un “todo” que garantiza la dotación del servicio

2.2.1.4 Vulnerabilidad

La vulnerabilidad es la predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir en caso que un fenómeno desestabilizador de origen natural o antrópico se manifieste.(Cardona 2001).

Se ha considerado que la vulnerabilidad es también la propensión de un elemento (o conjunto de elementos) a sufrir daños en caso de manifestación o agravamiento de sus efectos.(Bermúdez, 2012)

Es necesario conocer que la vulnerabilidad se hace presente solamente cuando está relacionada directamente con el hombre, los entes a los que se trasmite la vulnerabilidad son los seres humanos o colectividades de ellos y sus medios de vida. Las personas son vulnerables en un sentido físico (propensión a la muerte o enfermedad) o en sentido de susceptibilidad a la pérdida o daño de los satisfactores de su vida materiales o espirituales.(Rodriguez, 2011)

2.2.2 Sistema de agua potable.

Conjunto de componentes de infraestructura que mediante procesos sistemáticos se capta el recurso en forma cruda, que luego es conducida hacia una planta potabilizadora, la cual se encarga de distribuir agua potable a los consumidores.

Según la OPS (2012), la define como:

Conjunto de componentes construidos e instalados para captar, transmitir, tratar, almacenar y distribuir agua a los clientes. Es más amplia aceptación comprende también las cuencas y acuíferos.

2.2.3 Agua potable

Se define como agua potable a aquella sustancia que es apta para el consumo humano y cuya ingestión no tendrá efectos nocivos para la salud. Cada estado, autoridades establecen las especificaciones que debe cumplir este tipo de agua.

La movilidad de agua potable se realiza a través de sistemas diseños con criterios técnicos de ingeniería y con resultados precisos para el nivel de servicio para el cual se ha establecido estos sistemas poseen criterios de ingeniería claramente definidos y tradicionalmente aceptados:

Los mismos se encuentran clasificados de la siguiente manera:

- ✓ Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento (GST)
- ✓ Sistemas de abastecimiento por gravedad con tratamiento(GCT)
- ✓ Sistema de abastecimiento por bombeo sin tratamiento(BST)
- ✓ Sistema de abastecimiento por bombeo con tratamiento (BCT)

2.2.3.1 Componentes del sistema de agua potable

Los componentes del sistema de agua potable son unidades que se ubican de acuerdo con las características de la fuente de abastecimiento y de la población que se va a abastecer, Lompoglia, Agüero, y Barrios (2008).

2.2.3.2 Sistemas de abastecimiento por gravedad con tratamiento (GCT)

Los sistemas de abastecimiento por gravedad con tratamiento son construidos cuando las fuentes de abastecimiento son aguas superficiales captadas en canales, acequias, ríos, etc. y por su calidad requieren ser clasificadas y desinfectadas antes de su distribución las plantas de tratamiento en agua deben ser diseñadas en función de la calidad física, química, bacteriológica del agua cruda.

La principal ventaja es la remoción de la turbidez del agua (Barrios et al 2009)

2.2.3.3 Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento (GST)

Son sistemas donde las fuentes de abastecimiento de agua es buena calidad y no requiere tratamiento complementario previo a su distribución, salvo adicionalmente la cloración. No requiere ningún tipo de bombeo para que el agua llegue hasta los usuarios.

En estos sistemas la desinfección no es muy exigente ya que el agua que ha sido filtrada en los estratos porosos del subsuelo, presenta buena calidad bacteriológica.

Los sistemas sin embargo, requieren un mantenimiento mínimo para garantizar el buen funcionamiento (Ing Carla Lorena

Lopez, 2011) sus componentes del sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento son:

- a. Fuentes de Abastecimiento
- b. Captación.
- c. Línea de Conducción.
- d. Planta de Tratamiento.
- e. Tanques Reservorio de Almacenamiento.
- f. Red de Distribución.
- g. Conexiones Domiciliarias.

a. Fuentes de Abastecimiento

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable, constituye el elemento más importante de todo el sistema, por tanto debe estar lo suficientemente protegida y debe cumplir dos propósitos fundamentales.

Suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el periodo de diseño considerado.

Mantener las condiciones de calidad necesarias para garantizar la potabilidad de la misma.(Salud O. P., 2012)

En los sistemas de agua potable por gravedad, la fuente de agua debe estar ubicada en la parte alta de la población para que el agua fluya a través de tuberías, usando sólo la fuerza de la gravedad. En los sistemas de agua potable. La fuente de agua se encuentra localizada en elevaciones, inferiores a las poblaciones de consumo, siendo necesario transportar el agua a reservorios de almacenamiento ubicados en elevaciones superiores al centro poblado. (Salud O. P., 2012)

b. Captación

La captación consiste en recolectar y almacenar agua proveniente de diversas fuentes de uso benéfico.

La obra de captación consiste en una estructura colocada directamente en la fuente a fin de captar el gasto deseado y conducirlo a la línea de aducción. Para el diseño de obras de captación de fuentes superficiales y subterráneas.

Como es un complejo sistema que recolecta aguas por medio de obras civiles en punto estratégicos influenciados por la pluviosidad que convergen un sitio dado para transportar hacia el tratamiento del recurso.

La captación de manantiales se realiza mediante una estructura de concreto armado, conformado por 2 cajas siendo la primera para el ingreso de agua y la segunda como caja de válvulas ambas deben tener tapas metálicas herméticas.

El ingreso deberá tener orificios que permitan el ingreso del agua a la caja y tener un relleno de grava entre la caja y el terreno donde se ubica el manantial. El objeto es que el agua ingrese a la caja lo más directamente posible sin recibir contaminación del medio ambiente (TRISOLINI, 2013)

La obra de captación conformada de una estructura colocada directamente en la fuente a fin de captar el gasto deseado y conducido a la línea de atracción para abastecer la demanda de agua, presente y futura. Las obras de captación pueden captar el agua dependiendo al tipo de fuente y se puede clasificar en aguas subterráneas, aguas superficiales, (Salud O. P., 2012)

En las aguas subterráneas, parte de la precipitación en las cuencas, donde se infiltra en el suelo hasta la zona de saturación formando así las aguas subterráneas. La explotación de estas depende de las características hidrológicas y de forma geológica del acuífero. La captación de aguas subterráneas se puede realizar a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos.

En las aguas superficiales, por estar constituidas por los arroyos, ríos, lagos, etc., discurren naturalmente en la superficie terrestre. Estas fuentes no son tan deseables, especialmente si existen zonas habitadas o de pastoreo animal, aguas arriba ((OMS), 2006)

c. Líneas de Conducción

Líneas de conducción conjunto integrado por tuberías y dispositivos de control, que permite el transporte del agua en condiciones adecuadas de calidad y cantidad, presión desde la fuente de abastecimiento hasta el sitio donde será distribuida.

Es un tramo de tubería instalada de la captación al tanque de distribución, generalmente es de PVC, aunque en algunos casos es de Fe (Hierro). Sirve para transportar al agua al tanque de distribución.

En la clase de tubería para la línea de conducción se usa tubería de policloruro de vinilo (PVC), en el diseño se debe considerar que el diámetro mínimo para la línea de conducción es de 2 pulgadas (García, 2009.)

Así mismo en sus componentes, la línea de conducción consta de una serie de dispositivos necesarios para su buen funcionamiento, tales como: válvulas de aire, válvulas de purga, tanques rompe presión, válvulas reductoras de presión, codos etc. (Agüero, 2003)

En el tanque rompe presión o cámara de quiebre es una estructura pequeña de concreto armada, que puede ser de metro por cada lado; tiene una tubería de entrada localizadas en la parte superior y una tubería para la salida en la parte inferior el agua al caer en el tanque pierde su presión, por eso se llama cámara de quiebre o tanque rompe presión (CARE Internacional en el Ecuador , 2012).

En su válvula de alivio de la presión, reguladora de presión, se usa para mantener una presión constante y controlada en un valor previamente fijado a la salida de estos aparatos.

Al igual que la cámara se usan para aliviar la presión en las tuberías, protegiendo las instalaciones ubicadas aguas abajo (CARE Internacional en el Ecuador , 2012).

Con respecto a la válvula de aire, son dispositivos que dejan salir el aire para que no impida que el agua siga su curso. A lo largo de los puntos altos de las líneas de conducción suele acumularse aire en la parte superior de la tubería, lo cual cambia la velocidad del agua en el interior del tubo y forma bolsas de aire (CARE Internacional en el Ecuador , 2012).

Por otro lado la válvula de limpieza o de purga, son accesorios que se colocan lateralmente en los puntos más bajos de las redes, para que al abrirlas permitan la salida de los sedimentos acumulados en tuberías.

En otras palabras son dispositivos que se usan para desalojar el material acumulado al interior de las tuberías como tierra, arena e incluso piedras (CARE Internacional en el Ecuador , 2012)

d. Planta de Tratamiento

Unidad destinada a mejorar las cualidades físicas, químicas y biológicas del agua para hacerla apta para su consumo; generalmente incluye filtros de materiales pétreos (arena, grava, gravilla), aunque depende de la cantidad de agua necesaria y calidad que proporciona la fuente, pueden ser necesarios procesos adicionales. Por lo general la cloración es el proceso final a la salida de la planta.(Salud O. P., 2006)

La definimos también como planta de tratamiento al conjunto de estructuras, obras, equipos y materiales que sirven para: someter al agua a diferentes procesos con el fin de purificarla y hacerle apta para el consumo

humano, reduciendo y eliminando impurezas, bacterias sustancias venenosas, turbidez, olor, sabor etc.(CARE Internacional en el Ecuador , 2012).

Las unidades y los procesos de tratamiento necesarios para el tratamiento del agua cruda y adecuarla en agua potable se detallan a continuación.

TABLA 1: Unidades y procesos de tratamiento del agua potable

Procesos	Unidad de tratamiento
Pre filtración	Pre-filtros
Aireación	Aireadores
Pre-sedimentación sedimentador	Tanque pre-sedimentador Tanque sedimentador
Filtración	Tanque de filtración (filtros lentos)
Desinfección	Sistema de cloración

Fuente: Cartilla de operación y mantenimiento de los sistemas rurales de agua potable con captación superficial (MIDUVI, 2006, pág. 5)

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

2.2.4 Procesos de tratamiento del agua potable.

2.2.4.1 Pre- filtración

Este procesos consiste en la eliminación de los sólidos de gran tamaño que pueda contener el agua en el punto de captación por ejemplo hojas ramas de árboles piedras, etc. se utiliza rejillas que retienen estos sólidos.

2.2.4.2 Aireación

La aireación es una operación unitaria poco utilizada en el tratamiento de agua en los sectores comunitarios sin embargo este proceso de tratamiento permite que el agua entre en contacto con el aire, con la finalidad de incrementar su contenido de hidrogeno y el manejo, que afecta el sabor y el olor

del agua; se reduce el contenido de dióxido de carbono del agua y se oxigena los minerales disueltos, como el hierro y el magnesio, para que forme precipitados que se puedan retirar por sedimentación y filtración.

Las normas INEN: 2655, se define a la aireación como uno de los procesos unitarios de la planta cuando se requiere oxidar hierro y manganeso, eliminar malos olores y sabores o remover compuestos orgánicos volátiles en el agua superficial (NTE INEN 2655, 2012)

2.2.4.3 Pre- sedimentador

Se refiere a la decantación (asentamiento) de las partículas en medio líquido que por su peso y tamaño serán aceleradas y precipitadas hacia el fondo de la estructura por acción de la gravedad, con la finalidad de disminuir el desgaste de las estructuras y acciones, además de disminuir las acumulación de depósitos de arena en los siguientes procesos de la planta de tratamiento.

2.2.4.4 Sedimentador

La sedimentación es el proceso por el cual se realiza la separación de los sólidos más densos que el agua por la gravedad y que se depositan en el fondo de una estructura (NTE INEN 2655, 2012)

2.2.4.5 Filtración

Se establece que la filtración es un proceso mediante el cual se remueven las partículas suspendidas y coloidales del agua al hacerlas pasar a través de un medio poroso, la filtración es la operación concluyente de clarificación que se realiza en una planta de tratamiento de agua(NTE INEN 2655, 2012)

2.2.4.6 Desinfección

La desinfección es una de las actividades de purificación más utilizada por las comunidades rurales en los procesos de tratamiento de agua en la norma INEN se determina que la desinfección es un procesos de tratamiento que elimina o reduce el riesgo de enfermedad que pueden presentarse los agentes microbianos patógenos, constituye un medida preventiva esencial para la salud publica (NTE INEN 2655, 2012)

2.2.5 Descripción de las unidades de tratamiento

2.2.5.1 Aireados

Los principales aireadores utilizados para la purificación de agua son bandejas múltiples y de cascada.

- **Aireadores de bandejas múltiples**

Un aireador de bandeja múltiples consiste en una serie de bandejas equipadas con ranuras, fondos perforados o mallas de alambre, sobre las cuales se distribuye el agua y se deja caer a un tanque recolector en la base, generalmente se usan de 3 a 9 bandejas en muchas aireadores de bandeja se colocan medio grueso de 5 a 15 con de espesos para mejorar la eficiencia de intercambio de gas y la distribución de agua (Vera, 2007.)

- **Aireador de cascadas y vertederos**

En este tipo de aireadores el agua se deja caer en láminas o capas delgadas, sobre uno o más escalones de concreto, el aireador de cascada se diseña como una escalera entre más grande sea el área horizontal, más completa es la aireación.

La aireación ocurre en un río turbulento por ellos se acostumbra colocar salientes bloques o verederos en los extremos de los escalones, la aeración en vertedero es factible cuando existe suficiente energía disponible, en ese caso el sistema es económico no se requiere energía adicional y el mantenimiento es sencillo (Vera, 2007.)

2.2.5.2 Tanque pre-sedimentador

Son unidades rectangulares de pre-tratamiento que tiene por objeto separa las partículas sólidas (arena) de un líquido. El pre-sedimentados se refiere normalmente a la remoción de partículas de diámetro que están comprendidas entre los 0,01mm y 0,20mm, pero no deben ser de origen coloidal (Arias, 2011.)

2.2.5.3 Tanque sedimentador

El sedimentador es un dispositivo usado para separar, por gravedad, las partículas en suspensión en una masa de agua. El sedimentador se refiere normalmente a la remoción de partículas inferiores a 0,2mm y superiores a 0,05mm(Salud O. P., 2012)

Según la organización Panamericana de la Salud las estructuras de los sedimentadores podrán ser de concreto simple, concreto reforzado, o mampostería de ladrillo o piedra, con recubrimiento de mortero impermeable.

2.2.5.4 Sistema de filtración - Tanque de filtración

La organización CARE Internacional-Avina alude que desde hace algunos años en el Ecuador se viene utilizando el sistema de tratamiento por medios físicos denominados filtración en Múltiples etapas FIME (CARE Internacional en el Ecuador , 2012).

La tecnología en múltiples etapas (FIME) consiste en la combinación de unidades de pre tratamiento con filtración de graba (FGDiy FG) y unidades de tratamiento con filtración lenta en arena (FLA) con la finalidad de obtener un afluyente de la calidad sin necesidad de la utilización reactivos químicos durante el proceso.

2.2.5.5 Tanques Reservorios de Almacenamiento

Almacena el agua producida por la planta de tratamiento y la distribuye según la demanda de la población.(Salud O. P., 2006)

e. Red de Distribución

Es la tubería que lleva el agua desde el tanque de distribución hasta los diferentes ramales, conducen el agua del reservorio a la población y la distribuyen a las viviendas y conexiones públicas.(Salud O. P., 2006)

f. Conexiones Domiciliarias

La acometida domiciliaria es un conjunto de tuberías y accesorios que llevan al agua desde la red de distribución hasta el punto de registro (medidor) de un usuario o usuaria o casa habitación.

De acuerdo con las normas técnicas las acometidas domiciliarias para viviendas residenciales son de medida pulgada (1/2). No se deben instalar diámetros mayores, a menos que exista alguna justificación técnica (OCSAS) para autorizar sus instalaciones

2.2.6 Captación de la ciudad de Guaranda

Las captaciones de caudales que abastecen a la ciudad de Guaranda se encuentran en las zonas altas al noreste en el sector conocido como el

Arenal, estas vertientes son subterráneas, los diseños de las captaciones están realizados de acuerdo a las normas de construcción para sistemas de agua potable y saneamiento. Las vertientes que abastecen a la ciudad son conocidas como Coandes, Toribio, Pachala, Toro Guañuna, a lo largo del sistema de agua podemos encontrar otras fuentes de abastecimiento de agua como; Lozán, Guacacyacu, Pangua, San Isidro, Sinche Chico, y Tumbuco, la Última fuente fue cedida a la comunidad Arcapamba a cambio de la fuente de Toro Guañuna, esta se encuentra en el sector del Arenal.

Las captaciones que establecen el caudal recolectado es de 45 vertientes; no obstante, se debe señalar que de acuerdo a la información entregada por parte de la EP-EMAPA-G se establece que las actuales fuentes pueden producir un caudal de 101,22 L/s, lo cual demuestra que la cantidad de agua depende de las condiciones climáticas.

2.2.7 Análisis del sistema de agua potable de la ciudad de Guaranda.

La ciudad de Guaranda cuenta con un servicio de agua potable por gravedad, la misma que es abastecida por aguas subterráneas que afloran en distintos sitios del sector el (Arenal), ésta se encuentra ubicada a 20 Km de distancia de la ciudad, el agua captada es conducida hasta la planta de tratamiento Chaquishca en donde procede a recibir el tratamiento de aireación, sedimentación y desinfección, el sistema fue construido por la Cooperativa Interamericano de Salud Pública, en el año de 1959. Ampliaciones a este sistema base fueron construidas por el IEOS en 1968, y 1982 y terminado por el Municipio en 1993.

El sistema estuvo administrado hasta el 30 de abril de 1992 por el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, esta entidad mantuvo al personal y los equipos para la operación y mantenimiento dentro de la dependencia de la Dirección Provincial el IEOS-Bolívar, a partir de esta fecha, la administración del sistema fue transferida al Municipio de Guaranda en el año 2003, mediante Ordenanza del Municipio se creó la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado

de Guaranda EP-EMAPA-G para que se encargue de la administración, operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado de la ciudad.(Fuente: memorias técnicas del proyecto de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Guaranda)

La población es abastecida por medio de una red de distribución la cual cubre el 97% de la ciudad de Guaranda, cuenta con sus respectivos tanques de reserva. Los que se encuentran ubicados unos en la planta de tratamiento y otros en distintos lugares de la ciudad, las mismas que abastecen a diferentes zonas por la red de distribución llegando a los domicilios de la ciudadanía.

2.2.8 Descripción y evaluación del sistema de agua.

2.2.8.1 Captaciones

Las captaciones y la existencia de afloramientos aportantes de líquido vital de abastecimiento de la ciudad de Guaranda se encuentran en las zonas altas denominado el Arenal, la línea de conducción es de tubería de PVC de 90mm y de 63mm de diámetro, el caudal de ingreso a la planta de tratamiento Chaquishca es de 101,22 L/s depende también de las condiciones climáticas.

Durante el recorrido de campo se puede constatar un caudal permanente a pesar que se encontró daños en la línea de conducción hasta los tanque recolectores de agua, donde se reúnen todos los caudales de 45 captaciones para formar un solo caudal, el cual es conducido hasta la planta de tratamiento para ser procesada y poder satisfacer las necesidades de la ciudadanía Guarandeña.

2.2.8.2 Diseño estructural de las captaciones

La estructura de las captaciones se encuentran en buen estado debido a que en el proyecto **Plan Maestro** se diseñó y se construyó nuevas estructuras para recolectar el agua de acuerdo a las condiciones topográficas y cumpliendo las normas técnicas de construcción.

Las paredes y la loza de fondo de hormigón armado y su tapa superior es metálica con su respectiva seguridad.

TABLA N° 2: Captaciones

CAPTACIÓN				
Tipo	Elementos	Equipos	Accesorios	Daños
Vertiente	Tubo PVC 110mm Cajón recolector de hormigón armado	Ninguno	Válvula Tapa	No presenta daños

Fuente: OPS (Organización Panamericana de la Salud)

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

TABLA N°3 Resumen de captaciones de la EP-EMAPA-G

CAPTACIONES DE LA EP-EMAPA-G				
NOMBRE DE LA CAPTACIÓN	COORDENADAS UTM			CAUDAL APROXIMADO
	NORTE	ESTE	ALTITUD	
Captación 1	9839652,1	733963,19	4147,7	(+-) 2L/S
Captación 2	9839467,1	734050,06	4130,37	(+-) 1L/S
Captación 3	9839438,1	734040,04	4131	(+-) 4L/S
Captación 4	9839321,6	734006,62	4121,39	(+-) 3,25L/S
Captación 5	9839175,09	734001,92	412139	(+-) 2,12L/S
Captación 6 Culebrilla	9838708,71	734425,26	4125,71	(+-)2,12 L/S

Captación 7 Culebrilla	9838635,2	734356,96	4117,45	(+-) 3,25L/S
Captación 8 Yunguilla	9837461,1	733576,1	4110,33	(+-) 2,56L/S
Captación 9 Yunguilla	9837258,2	733613,08	4122,62	(+-) 2,85L/S
Captación 10 Yunguilla	9837316,02	733871,21	4157,02	(+-) 1,30L/S
Captación Toribio	9838542,2	733683,64	4071,25	(+-) 3L/S
Captación Corralpamba	9838367	733713,31	409817	(+-) 1,62 L/S
Captación Pachala	9837316,02	733871,21	4157,02	(+-) 2L/S
Captación Torohuañuna 1	9836462,5	734330,08	4183,56	(+-) 2,62L/S
Captación Torohuañuna 2	9836483,4	734341,68	4183,32	(+-) 3L/S
Captación Torohuañuna 3	9836475,7	734343,23	4179,47	(+-) 2,5L/S
Captación Coandes (cruz arenal 1)	9840972,44	732542,57	4193,02	(+-) 3,39L/S
Captación Coandes 2	9840175,78	732875,34	4137,2	(+-)4,25 L/S
Captación Coandes 3	9839916,15	732918,85	4125,7	(+-)2,15 L/S
Captación Coandes 4	9839896,22	732943,88	4126,35	(+-) 1,40L/S
Captación Coandes 5	9839885,49	732951,55	4123,54	(+-)1,60 L/S
Captación Coandes 6	9839872,44	732946,86	4123,42	(+-)1,63 L/S
Captación Coandes 7	9839717,47	732958,07	4128	(+-) 4,31L/S
Captación Coandes 8	9839487,35	733081,08	4115,2	(+-)3,85 L/S
Captación Coandes 9	9839489,10	733072,18	4116,52	(+-)0,54 L/S
Captación Coandes 10	9839333,38	733031,85	4106,1	(+-)0,50 L/S
Captación Coandes 11	9839256,07	733030,55	4098,47	(+-)0,50 L/S
Captación Coandes 12	9839253,93	733069,4	4098,47	(+-)1,5 L/S
Captación Coandes 13	9839230,37	733072,27	4110	(+-) 2 L/S
Captación Lozan 1	9837585,96	730270,45	3783	(+-)1,5 L/S
Captación Lozan 2	9837778,64	730258,83	3813	(+-)1,60 L/S
Captación Lozan 3	9837810,92	73027511	3822	(+-)2 L/S
Capitación Tambuco 1	9835927,13	728964,56	3806	(+-)2 L/S
Capitación Tambuco 2	9836800,64	728282,26	3889	(+-)1 L/S
Captación Guacaryacu 1	9355828,16	728589,25	3750	(+-)3,12 L/S
Captación Guacaryacu 2	9835841,21	728584,25	3750	(+-)3 L/S
Captación Pangua1	9836794,73	726158,92	3628	(+-)2,50 L/S
Captación Pangua2	9836808,46	726147,02	3629	(+-)2,26 L/S
Captación Pangua3	9836809,24	726143,79	3628	(+-)2,52 L/S
Captación Pangua4	9836809,03	726129,88	3630	(+-) 2 L/S
Captación Chaupiyacu	9835969,88	725543,63	3551	(+-)2,24 L/S
CapitaciónPapauco Recolector	9833676,86	724292,21	3373	(+-)3,26 L/S
Capitación el Sinche 1	9833197,44	723424,14	3354	(+-) 1,62 L/S
Capitación el Sinche 2	9833250,31	723538,38	3340	(+-)1 L/S
CAUDAL TOTAL POR SEGUNDO				(+-) 101,22L/S

Fuente: EP-EMAPA-G

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

GRÁFICO N° 1: Captaciones

Fuente: Estudios de Factibilidad y Diseños Definitivos de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado de la Ciudad de Guaranda

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

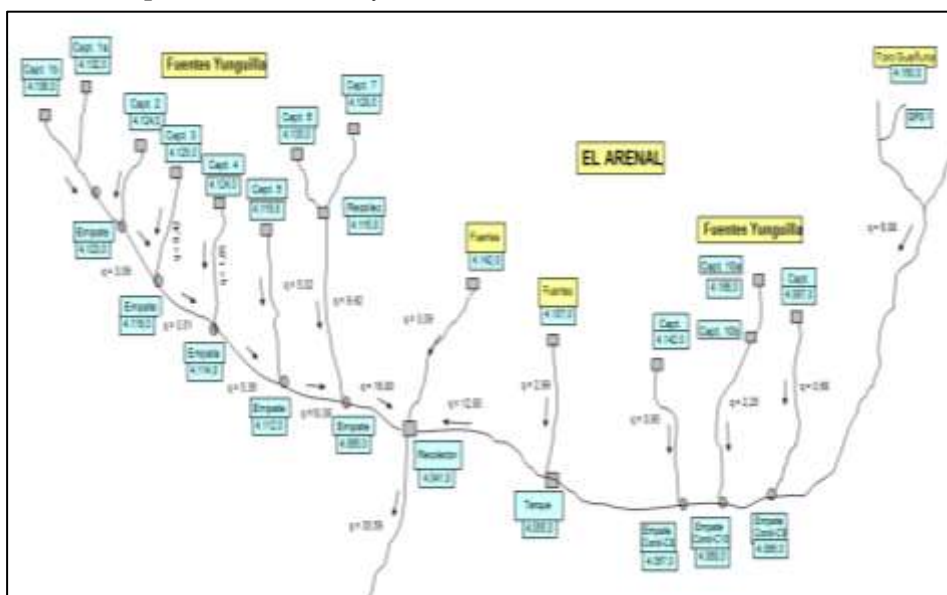
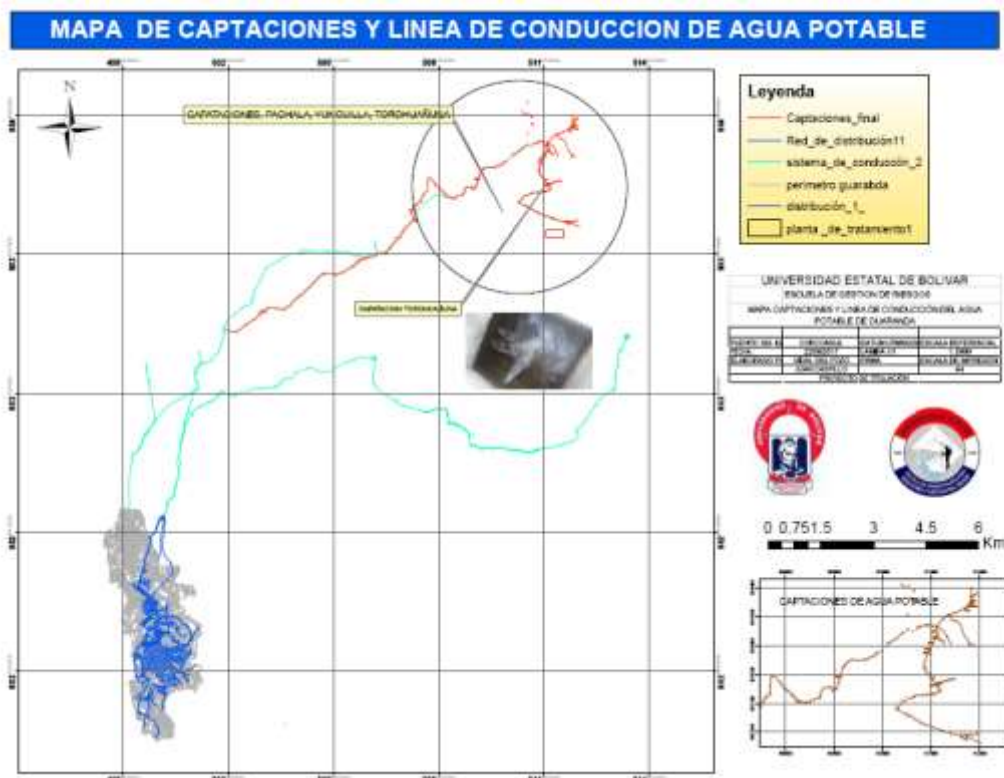


GRÁFICO N° 2: Mapa de captaciones y Línea de Conducción

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo



2.2.9 Conducción

La línea de conducción se inicia en el sector del arenal en donde existen tres ramales que conducen las aguas desde los cajones recolectores de las captaciones hasta la línea principal. La conducción es el conjunto de tuberías destinadas a transportar el caudal necesario para poder satisfacer la demanda de agua para la población, la conducción se lo realiza desde la captación hasta la planta de tratamiento Chaquishca, para la ciudad de Guaranda la conducción es totalmente por gravedad, las características de la zona es totalmente independiente ya que no es necesario ningún accesorio para poder hacer el recorrido del caudal, este es conducido por la tubería con el diámetro necesario que satisface los requerimientos hídricos, el cual permite tener presión y velocidad. La conducción existente es la que se encuentra en el sector El Arenal, y la Quebrada Lozan; las mismas que se unen y se dirigen en una sola línea de conducción.

Materiales con la que se encuentra construido la línea de conducción:

- Tubería de PVC 160mm
- Tubería de PVC 250mm
- Tanque válvula de aire cajón hormigón armado con tapa metálica
- Tanque rompe presión

TABLA N° 4: Conducción

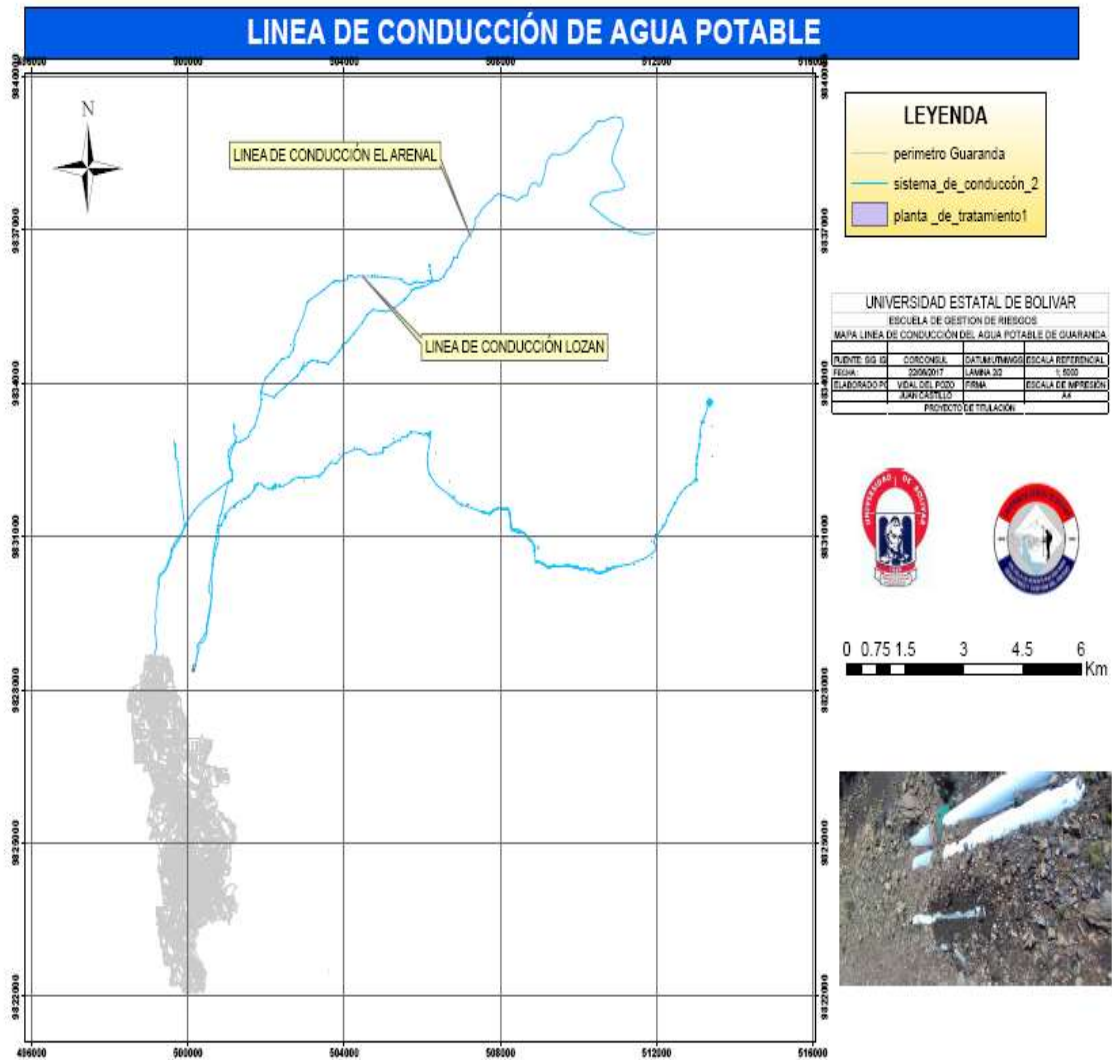
CONDUCCIÓN				
Tubería	Tanques	Accesorios	Paso de quebradas/ ríos	Daños
PVC 160mm Hierro 160mm 250 mm	Rompe presión en diferentes tramos de la tubería	Válvulas de aire Tapas válvulas rompe presión	Hierro sin anclajes estructura de hormigón para sostener el paso de la tubería	Presenta daños en diferentes tramos

Fuente: OPS (Organización Panamericana de la Salud)

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

GRÁFICO N° 3: Línea de Conducción

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo



2.2.10 Planta de tratamiento y distribución

La planta de tratamiento de la ciudad de Guaranda se encuentra funcionando normalmente a pesar que su vida útil ya terminó, según datos bibliográficos de la EP-EMAPA-G fue construida entre los años 1988 y 1992 con una cota de elevación de 2.920 msnm.

TABLA N° 5: Almacenamiento- Tratamiento

ALMACENAMIENTO TRATAMIENTO			
Elementos	Equipos	Accesorios	Daños observados
1 tanque de forma rectangular de hormigón armado sedimentador Cámara de contacto de cloro 4 tanques de almacenamiento de forma circular De Hormigón armado	Ninguno	Válvula Tapa Codos Sedimentador Aireador Cámara de cloro Tubería de desfogue	Presencia de daños (fisura de tanques reservorios y aireador sin funcionamiento)

Fuente: OPS (Organización Panamericana de la Salud)

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

Por la presencia de componentes Físicos- Químicos – Bacteriológicos que se presentan en el agua cruda provenientes de las diferentes captaciones la planta contempla tres unidades independientes que se encuentran conectadas en serie siendo así el orden de conexión:

- Aireador
- Sedimentador
- Cámara de contacto de cloro

2.2.10.1 Aireador

El sistema de aireación está conformado por una torre de bandejas, la misma que cumple con la función de eliminar el exceso de CO₂, el agua que ingresa al aireador viene desde la línea de conducción por medio de tubería PVC de 200mm de diámetro.

Después de esta fase de aireación el agua procede a salir por una tubería de 200mm, la misma que cuenta con un tramo considerado by pass que ingresa al tanque de sedimentación y el by pass conduce el agua hacia la red de distribución sin ser desinfectada.

El aireador presenta daños actuales por sedimentación en su tubería de ingreso a las bandejas,

	
Aireador	Bandejas de aireador
Fotografía #1	Fotografía #2
Recorrido de observación en la planta de tratamiento.	

La planta de tratamiento se alimenta directamente de la línea de conducción, ingresando un caudal al tanque sedimentador donde recibe la primera fase de tratamiento.

2.2.10.2 Tanque sedimentador

El tanque sedimentador separa la arena que ingresa junto con el agua desde las captaciones, misma que está conformado por un tanque de hormigón armado de forma rectangular con capacidad de 1.100 m³, una vez realizado este proceso el agua se conduce a la cámara de contacto de cloro mediante una tubería de 250mm de PVC.



Fotografía #3
Tanque Sedimentador
Recorrido de observación

2.2.10.3 Cámara de contacto de cloro

La cámara de contacto de cloro es la que permite la desinfección del agua proveniente de la línea de conducción, ésta después de pasar por el proceso de la sedimentación ingresa al tanque de hormigón armado de forma rectangular con capacidad de almacenamiento de agua de 220m³ en el cual se inyecta cloro con un dosificador, el periodo de contacto con el agua es de 30 minutos lo que permite una concentración de 1.25mg/l de cloro residual.

De la cámara de contacto sale una tubería de 250mm la que divide en el primer tramo de tubería, ésta conduce el agua al primer tanque de 500m³o tanque reservorio N° 1 y el segundo tramo lo conduce hasta el tanque N° 4 con capacidad de 800m³



Fotografía #4
Cámara de contacto de cloro
Recorrido de observación Planta de Tratamiento

2.2.11 Consumo

TABLA N° 6: Consumo

Consumo	
Cantidad	El agua recolectada de los afloramientos en las estribaciones del Volcán Chimborazo que ingresa a la planta de tratamiento Chaquishca es de 101,22 L/s. La EP-EMAPA-G no cuenta con un sistema de Macromedición que permita cuantificar de manera cierta la cantidad de agua captada, producida y distribuida, que a su vez permita determinar las pérdidas, las cuales pueden suceder tanto por problemas en las la red, en el agua que se consume pero no es facturado, como no se tiene datos precisos, operativos, flujos y volúmenes precisos y niveles en sistemas de abastecimiento de agua potable; presuntivamente se establece que se produce alrededor de 97 l/s lo que significa que al mes se producirá un promedio de 250 l/s
Calidad	Para obtener el resultado de calidad del agua se obtiene varias muestras en diversas zonas de la ciudad y su estudio se lo realizó en el laboratorio de la empresa, obteniendo como resultado que ningún parámetro esta fuera de lugar ni sobrepasa el límite, se la puede considerar aceptable para consumo de los habitantes, cumple con todos los requerimientos la normas técnicas estipuladas, en el INEN 1108 requerimientos de calidad que se requiere para ser considerada como agua potable para consumo.
Cobertura	La ciudad de Guaranda cuenta con una cobertura de agua potable en un 97%, generando un promedio de usuarios por conexión de 4.31 habitantes, este valor se lo obtiene de la población servida y las conexiones domiciliarias, un déficit de un 3% de la ciudadanía que no cuenta con el servicio debido al crecimiento de la ciudad con nuevas urbanizaciones.
Continuidad	La EP-EMAPA-G realiza el abastecimiento de agua potable a la ciudadanía las 24 horas del día.

Fuente: Investigadores

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

RED DE DISTRIBUCIÓN

TABLA N° 7: Red de Distribución

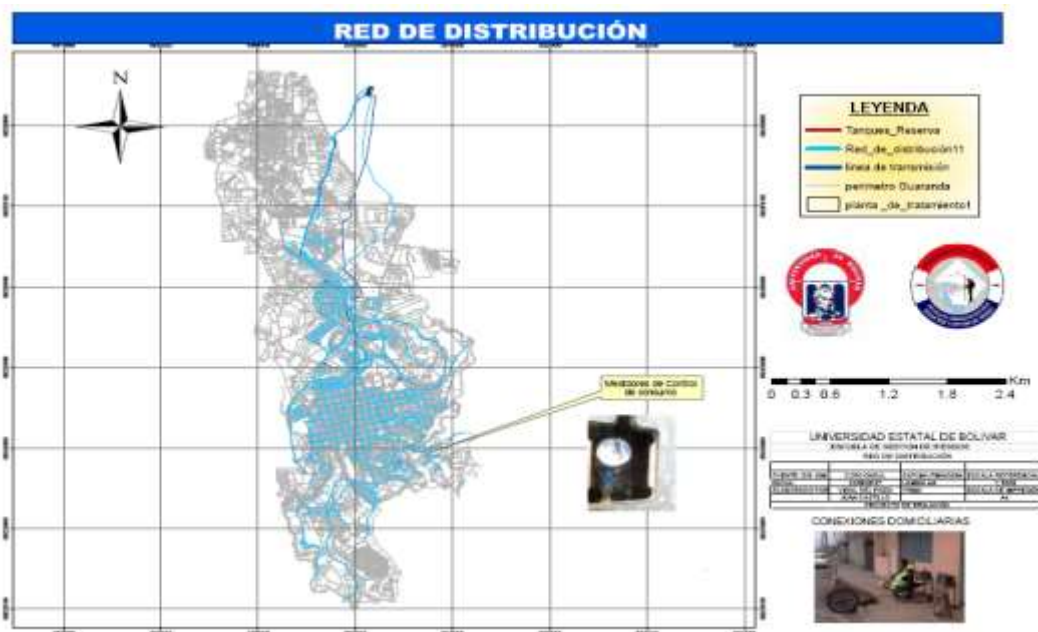
RED DE DISTRIBUCIÓN				
Tubería	Tanques	Pasos de quebradas/ríos	Conexiones domiciliarias	Daños observados
PVC 160mm	13	Dos pasos de ríos, tubería de hierro, sin anclaje estructura de hormigón para conducir hacia los tanques reservorios.	6952	Presencia de daños en tuberías PVC 160mm en diferentes sectores de la ciudad.

Fuente: OPS (Organización Panamericana de la Salud)

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

GRÁFICO N° 4: Red de Distribución

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo



2.2.12 Análisis de agua potable especificaciones técnicas de laboratorio

Mediante el estudio de la calidad de agua que se obtiene de las zonas de la ciudad y analizados en el laboratorio que se encuentra en la planta de tratamiento Chaquishca de la EP-EMAPA-G se obtiene los siguientes resultados:

TABLA N° 8: Análisis del Agua Potable parámetros medidos

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	LIM. MAX. PER. NORMA INEN 1108
PARÁMETROS FÍSICOS			
Color	UTC (Pt-Co)	1	15
Turbiedad	NTU	0.60	5
ph	.....	7.02	6.5- 8.5
Conductividad	Us/cm	92.70	.....
Temperatura	°C	4.16	5
Sólidos totales	mg/L	41.5	.....
PARÁMETROS QUÍMICOS			
Nitratos (N-NO ₃)	mg/L	4.10	50
Nitritos (N-NO ₂)	mg/L	0.08	3,0
Fosfatos (P-PO ₄ ³⁻)	mg/L	0.12	.....
Nitrato amoniacal(NH ₃ -N)	mg/L	0.06	.....
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg/L	1	.....
Fluoruros (F)	mg/L	0.35	1,5
Hierro total (Fe)	mg/L	0.07	.....
Manganeso (Mn ²⁺)	mg/L	0.45	.....
Cromo (Cr ⁺⁶)	mg/L	0.008	.....
Cromo total (Cr)	mg/L	0.009	0,05
Cloro residual	mg/L	1.25	0,3 a 1,5
Cobre (Cu)	mg/L	0.01	2,0
Dureza total (CaCO ₃)	mg/L	14.0	.....
Aluminio (Al ³⁺)	mg/L	0.007	.....
Cloruros (Cl)	mg/L	0.15	.....
Níquel	mg/L	0.008	0,07
Cobalto(Co)	mg/L	0.005	.....
Plomo (Pb ²⁺)	mg/L	0.006	0,01
Zinc (Zn ²⁺)	mg/L	0.006	.....
Plata (Ag ⁺)	mg/L	0.005	.....
Cianuro (CN ⁻)	mg/L	0.006	0,07
Bario (Ba ²⁺)	mg/L	0.12	0,7
Bromo (Br)	mg/L	0.05	2,4
Molibdeno (Mo ⁶⁺)	mg/L	0.07	.....
Oxígeno disuelto (O ₂)	mg/L	6.10	.....
Trihalometanos	mg/L	0.22	0,5
PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS			
Coliformes fecales	NMP/100mL	<1	<1
Coliformes totales	NMP/100mL	<1	<1

Fuente: Laboratorio Control de Calidad EMAPA-G

Norma NTE INEN: 1108 Aguas Potable para consumo humano - Norma Técnica

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

Mediante entrevista realizada al Ing. Raúl Allan se constata la calidad de agua que consume la ciudadanía guarandeña, en la que nos indica que se realiza la toma de muestras en distintos puntos para ser analizadas; siguiendo este proceso: agua cruda, tanques de almacenamiento de la planta Chaquishca,

tanques de distribución de la ciudad, conexiones domiciliarias, en total 22 muestras con una referencia de 2 litros por cada una, para hacer el análisis de la calidad de agua se utiliza los parámetros permitidos por la Norma INEN 1108 Quinta Revisión Año 2014-01, los resultado arrojan que ninguno de los parámetros medidos superan los parámetros permitidos, lo que hace de buena calidad para el consumo.

Consideramos que la calidad de agua que poseemos en la ciudad es totalmente apta para el consumo, ya que esta no presenta parámetros de contaminación porque nace de las estribaciones del Chimborazo, donde esta agua cruda no necesita de mucho tratamiento para poder ser tratada.

2.2.13 Cobertura del sistema de agua potable y tipos de usuarios

La ciudad de Guaranda cuenta con una cobertura de servicio de agua potable del 97%, según información proporcionada por la EP-EMAPA-G. En la Dirección Comercial y Catastros de las cuentas y los planos de distribución estas cuentas de usuarios se encuentran subdivididos en categorías de servicio por la EP-EMAPA-G para la facturación y cobros; para ello se establece los tipos de usuarios, teniendo así un 3% de la ciudad que no cuenta con servicio de agua potable debido a las urbanizaciones de zonas aledañas y al crecimiento de la ciudad.

TABLA N° 9: Cobertura Servicio de agua potable/tipos: usuarios activos

Reporte general por mes (Referencia mes de junio)			
Tarifas	Abonados	Consumo (m³)	Total (\$)
Domestica	5345	86587	38676.71
Especial descuento	75	1563	584.33
GAD Guaranda	46	5542	1901.56
Oficial	105	28180	9160.37
Oficial descuento	1	181	40.19
Productivo	875	28345	16039.83
Tercera edad	505	9776	3461.04
Medidores no contabilizados	219	0	0
TOTAL	6952	160174	69,864.03

Fuente: EP-EMAPA-G

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

2.2.13.1 Clientes por disponibilidad de agua potable

- **Activos**

Son aquellos que han pagado la acometida domiciliaria y que disponen del servicio de agua potable.

- **Inactivos**

Son aquellos clientes que ya no disponen del servicio de agua potable.

GRÁFICO N° 5: Cobertura del sistema de agua potable.

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

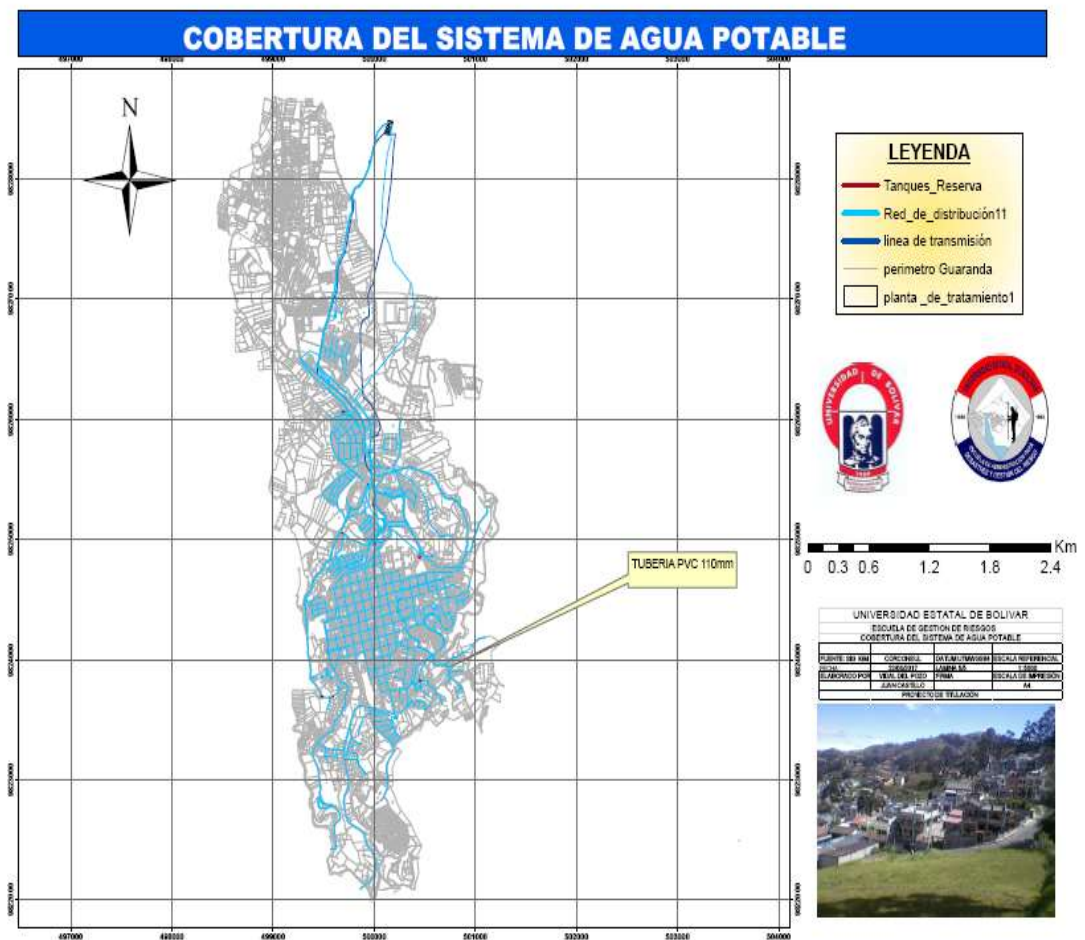
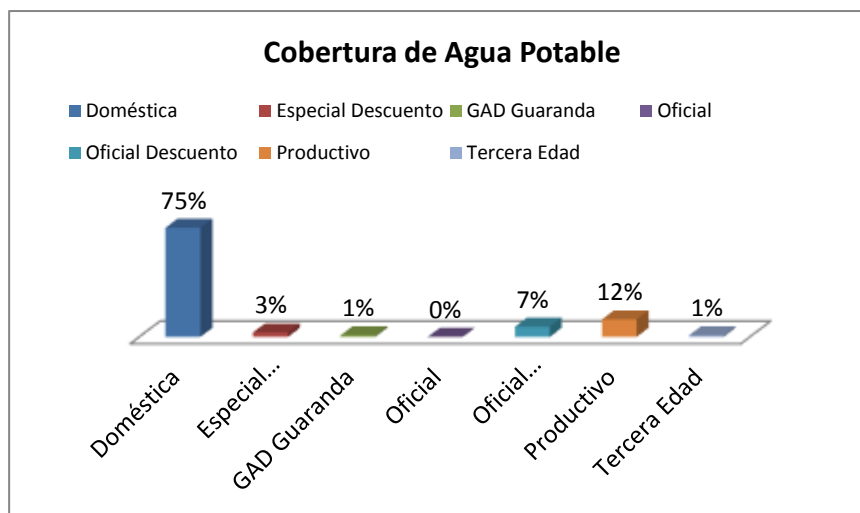


GRÁFICO N° 6: Cobertura de Agua Potable.

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo



2.2.14 Tanques de reserva

La ciudad de Guaranda cuenta con tanques de reserva los cuales mantiene una reserva de 4.535 m³ considerando los tanques que se han construido en diferentes puntos de la ciudad para la distribución los mismos que abastecen cuando se realiza cortes para mantenimiento del sistema se encuentran distribuidos de la siguiente manera

TABLA N° 10 Tanques de reserva de la ciudad de Guaranda

Ubicación	Tanque	Tipo	Capacidad (m ³)
Chaquishca	N° 1	Bajo circular	500
	N° 2	Bajo circular	500
	N° 3	Bajo circular	800
	N° 4	Bajo circular	800
1° de Mayo- Los Triguales	N° 1	Bajo circular	80
1° de Mayo- Los Triguales	N° 1	Bajo circular	100
La Humberdina	N° 1	Bajo circular	90
De Los Músicos	N° 1	Bajo circular	20
Lirios 1	N° 1	Bajo circular	25
El Camal	N° 1	Bajo circular	50
Los Tanques	N° 1	Bajo circular	800
	N° 2	Bajo rectangular	750
Juan XXIII	N° 1	Bajo rectangular	20
Total Reserva			4535

Fuente: EP-EMAPAG

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

2.2.14.1 Tanques de Reserva Chaquishca



Este tanque cuenta con una cámara de válvula que es compartida con el tanque N° 2, las válvulas y accesorios se encuentran en buen estado.

Poseen dos reboses; el uno es de 160mm que envía el agua rebosada a la red de salida de 200mm, que va hasta la cámara de desagüe, las tuberías son de PVC de 20 mm al igual que las de desagüe.

El tanque No, 2 tiene una capacidad de 500m³ está conectado con el tanque N° 1 con tubería de PVC de 160mm, con una capacidad de 500m³ la misma que es utilizada para alimentar al tanque de reserva No 1 de La Humberdina, se encuentra en estado malo por la presencia de fisuras y pérdida de agua.

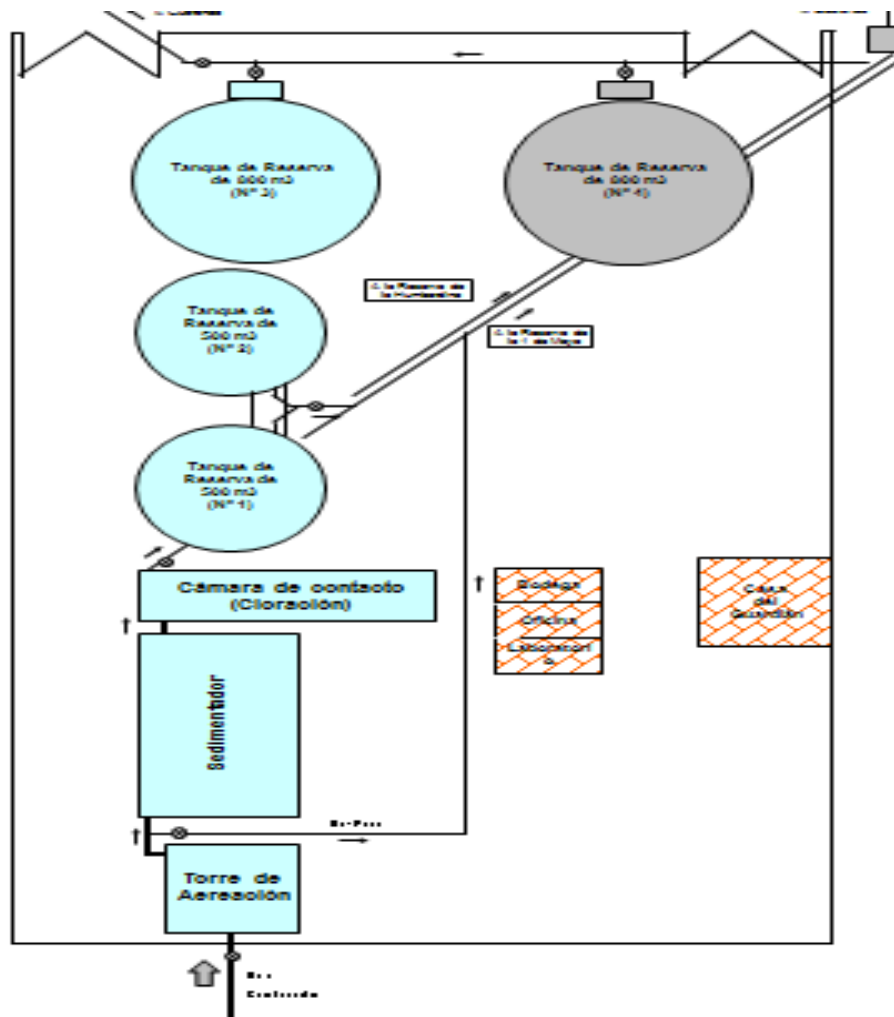
El tanque de reserva N° 3 con capacidad de 800m³ encuentra interconectado con el tanque N° 4 mediante una tubería de PVC de 250mm, se encuentra en estado regular, por la presencia fisuras en su estructura, ésta es utilizada para el abastecimiento del tanque de la Humberdina, se encuentra en buen estado, tiene una capacidad de almacenamiento de 90 m³

El tanque N° 4 con capacidad de 800m³ al igual que el tanque N° 3 sirve para alimentar al tanque N° 1 de La Humberdina, y al tanque de reserva de la ciudadela Los Tanques.

	
Fotografía #5	Fotografía #6
Tanque de Reserva 500 m ³	Tanque de Reserva 800 m ³
Recorrido de observación	

CROQUIS TANQUES DE RESERVA CHAQUISHCA



TABLA N° 11: Croquis tanques de Reserva Chaquishca



Fuente: EP-EMAPA-G, CORPCONSUL
 Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

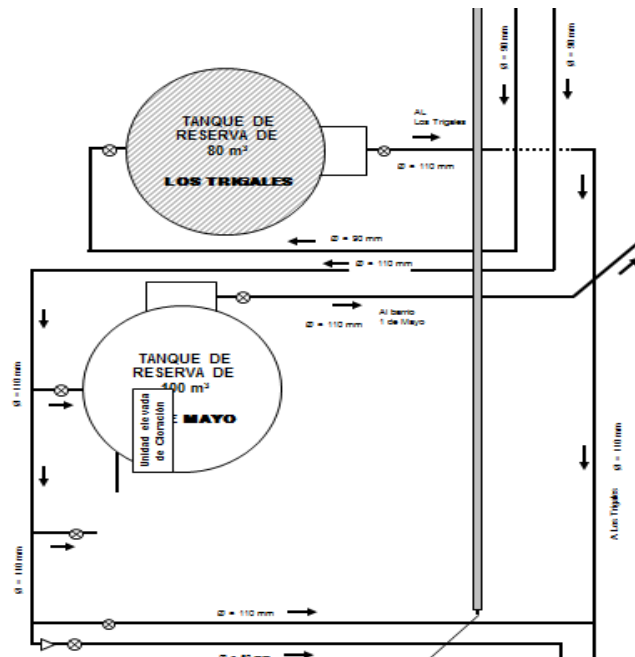
2.2.14.2 Tanques de Reserva Los Trigales

Esta se encuentra en la Ciudadela Primero de Mayo en mal estado, lo que genera fugas de agua, posee una cámara de válvulas, un rebose de 4" de hierro, la tubería que alimenta al tanque es de hierro de 3" y la tubería de salida es de 110 mm de PVC. Se puede evidenciar deterioro en la infraestructura por la falta de mantenimiento.

	
Tanque de Reserva 100 m ³	Válvulas
Fotografía # 7	Fotografía # 8
Recorrido de observación	

CROQUIS DE TANQUE DE RESERVA LOS TRIGALES

TABLA N° 12: Croquis tanques de reserva Los Trigales



Fuente: EP-EMAPA-G, CORPCONSUL

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

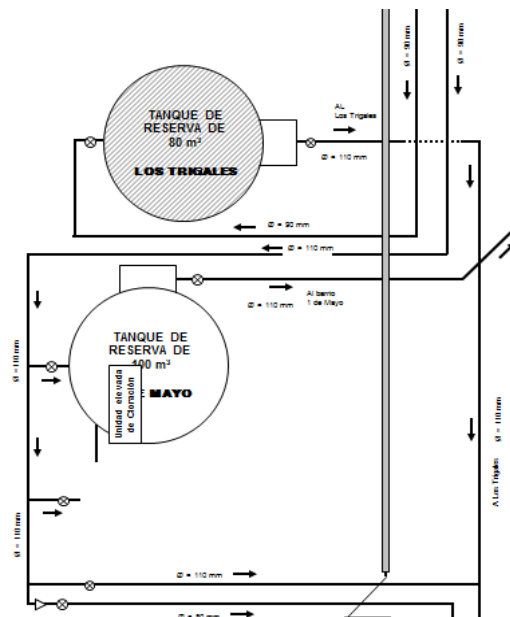
2.2.14.3 Tanque de Reserva Primero de Mayo

Este tanque se encuentra sobre la Ciudadela, junto al tanque de reserva de Los Trigales, alimentado por el tanque de reserva Chaquishca, con una tubería de 110mm PVC, la tubería de entrada es de hierro de 4" y la tubería de salida para Ciudadela Primero de Mayo es de 110mm, posee una unidad elevada en la misma que se puede evidenciar la falta de mantenimiento, se encuentra en estado regular.

	
Tanque de reserva elevado 500 m ³	Presencia de fugas
Fotografía # 9	Fotografía # 10
Recorrido de observación	

CROQUIS TANQUE DE RESERVA 1° de Mayo

TABLA N° 13: Croquis Tanques de Reserva Primero de Mayo



Fuente: EP-EMAPA-G, CORPCONSUL
Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

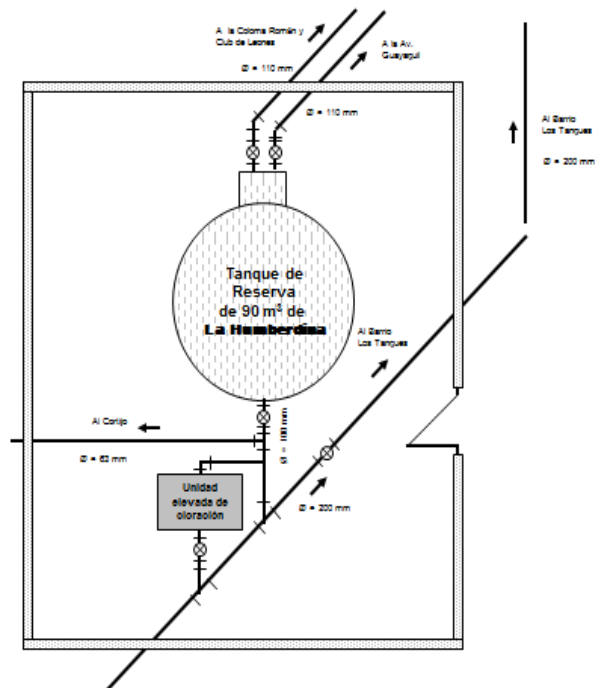
2.2.14.4 Tanques de Reserva La Humberdina

Se encuentra en el Barrio del mismo nombre, con una capacidad de 90m³, este tanque es alimentado con una tubería PVC de 200mm a través de los tanque de Chaquishca N° 2,3,4, el tanque está en buen estado, posee una cámara de válvulas, y accesorios, con un rebose de 110mm de PVC. Con cerramiento de malla que se encuentra en buen estado.



CROQUIS DE TANQUE DE RESERVA LA HUMBERDINA



TABLA N° 14 Croquis tanques de reserva La Humberdina



Fuente: EP-EMAPA-G, CORPCONSUL
Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

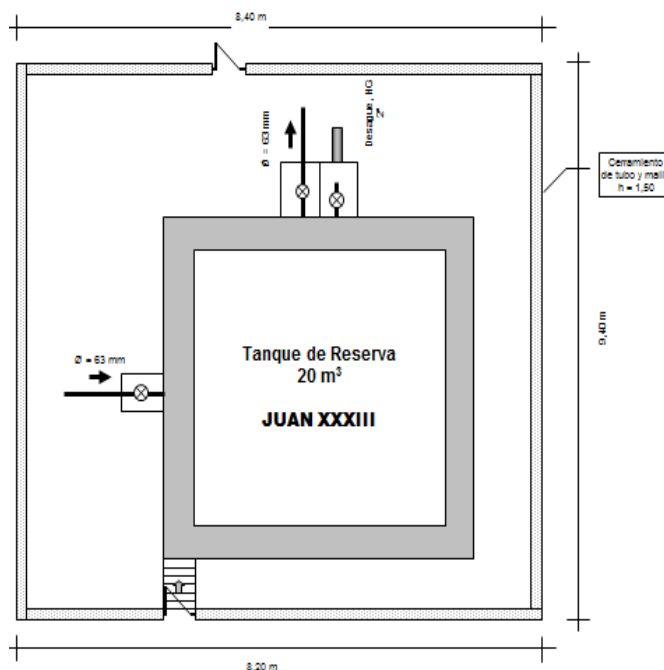
2.2.14.5 Tanque de Reserva Juan XXIII

Se localiza este tanque en la Ciudadela del mismo nombre con una capacidad de 20m³, es alimentado a través de una tubería de PVC de 63mm desde los tanque de los Trigales y la Humberdina, en tubería de PVC de 110 mm, se encuentra en mal estado posee cámara de válvulas y accesorios. Se sugiere que es necesario realizar mantenimiento, dispone de una malla que se encuentra en estado regular.

	
Fotografía # 13	Fotografía # 14
Tanque de reserva 20m³	Falta de mantenimiento
Recorrido de observación	

CROQUIS DEL TANQUE DE RESERVA JUAN XXIII

TABLA N° 15 Croquis tanques de reserva Juan XXIII



Fuente: EP-EMAPA-G, CORPCONSUL
Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

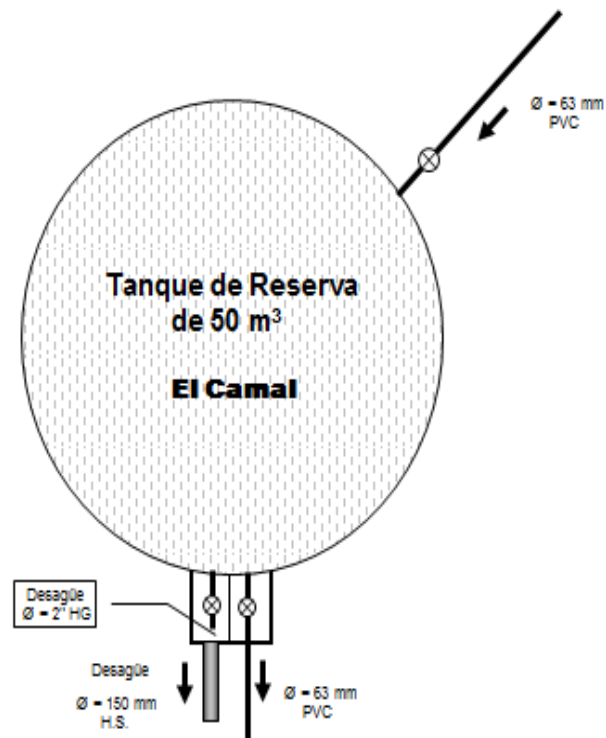
2.2.14.6 Tanque de Reserva El Camal

Se localiza al sureste de la ciudad, cuenta con una capacidad de 50 m³, se encuentra en estado regular, posee una cámara de válvulas y accesorios, alimentado con tubería de PVC de 63mm, este tanque no dispone de cerramiento encontrándose en estado regular.

	
Sin cerramiento	Seguridad en tapa del tanque
Fotografía # 15	Fotografía # 16
Recorrido de observación	

CROQUIS TANQUE DE RESERVA EL CAMAL


TABLA N° 16 Croquis tanques de reserva El Camal



Fuente: EP-EMAPA-G, CORPCONSUL
Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

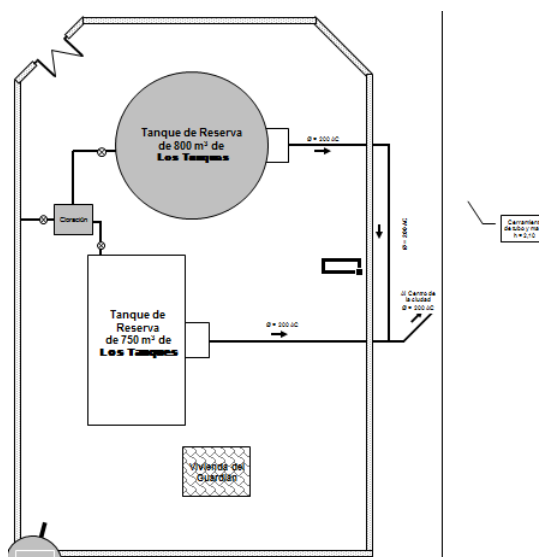
2.2.14.7 Tanque de Reserva Los Tanques

Se localiza en la Ciudadela del mismo nombre y abastece al centro de la ciudad, los tanques existentes son alimentados a través del taque N° 4 de la planta de tratamiento Chaquishca mediante una tubería de 250mm de PVC. Tanto el tanque N° 1 como en el tanque N° 2 cuenta con cámara de válvulas y accesorios en buen estado, cada uno de ellas posee un rebose de desagüe de 8” de hierro, en tanto que la entrada es de PVC de 160mm y la salida de hierro-Ac de 8”, el predio posee cerramiento en buen estado al igual que los tanques.

	
Tanque Rectangular 750m³	Tanque 800m³
Fotografía # 17	Fotografía # 18
Recorrido de observación	

CROQUIS RESERVA LOS TANQUES 800m³

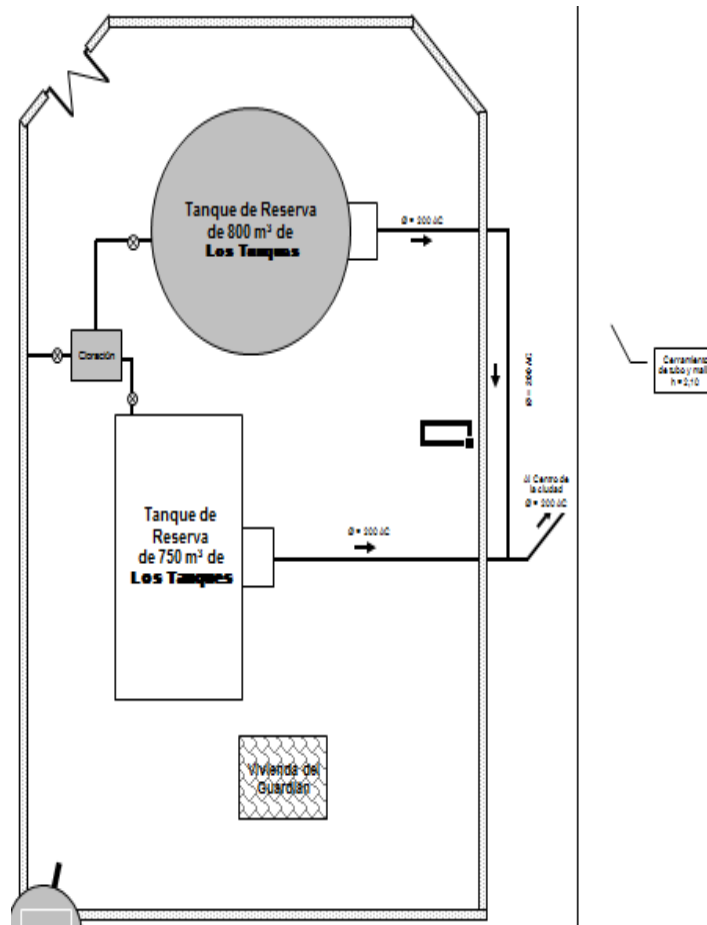
TABLA N° 17 Croquis tanques de reserva Los Tanques (a)



Fuente: EP-EMAPA-G, CORPCONSUL
Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

CROQUIS RESERVA LOS TANQUES 750m³

TABLA N° 18 Croquis tanques de reserva Los Tanques (b)




Fuente: EP-EMAPA-G, CORPCONSUL

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

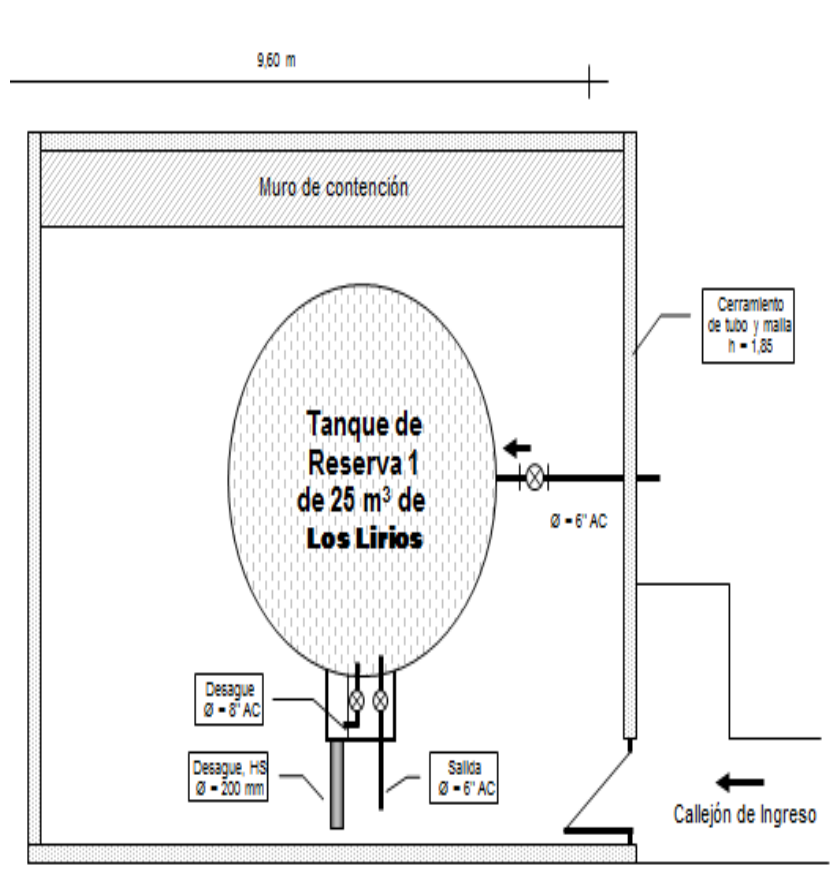
2.2.14.8 Tanque de Reservoirio Los Lirios “1”

Este tanque se localiza en el Barrio del mismo nombre, es abastecido a través de la red del tanque de la Ciudadela Juan XXIII mediante tubería de Ac de 6”, tanque se encuentra en mal estado, brindaba servicio a una sola manzana del Barrio, pero en la actualidad se encuentra sin dar servicio, por lo que está en abandono y no recibe la atención necesaria por parte de la EP-EMAPA-G, el predio donde se localiza presenta cerramiento pero no tiene la seguridad necesaria y es utilizada por los moradores como bodega de almacenamiento.

	
Tanque sin seguridad	Tanque en abandono
Fotografía # 19	Fotografía # 20
Recorrido de observación	

CROQUIS TANQUE DE RESERVA LOS LIRIOS

TABLA N° 19 Croquis tanques de reserva Los Lirios (1)



Fuente: EP-EMAPA-G, CORPCONSUL
Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

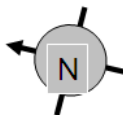
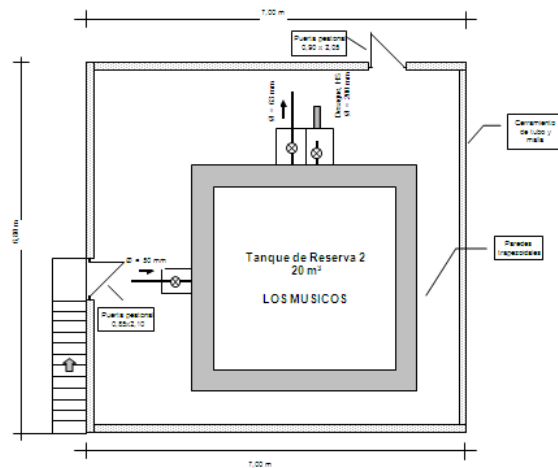
2.2.14.9 Tanque de Reserva de Los Músicos

Se localiza en el Barrio La Merced, es alimentado a través de las redes de conducción que provienen de los tanques de La Humberdina y de la reserva de Los Trigales mediante una tubería de PVC de 50 mm. Este tanque cuenta con una cámara de válvulas y accesorios en mal estado.

	
Reservorio 20m ³	Tanque sin seguridad
Fotografía # 21	Fotografía # 22
Recorrido de observación	

CROQUIS TANQUE DE RESERVA LOS MÚSICOS

TABLA N° 20 Croquis tanques de reserva Los Músicos



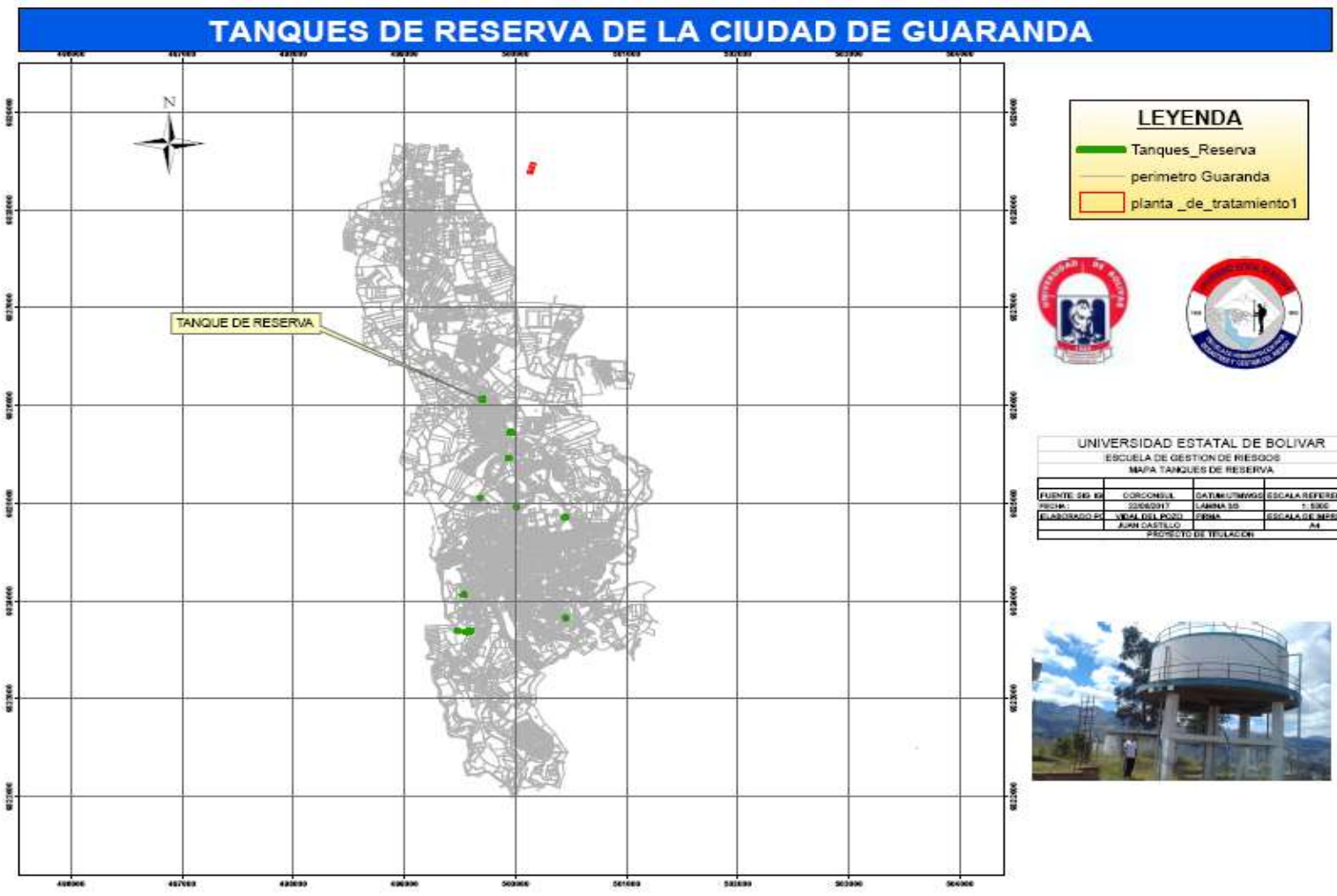
Fuente: EP-EMAPA-G, CORPCONSUL
 Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

**TABLA N° 21 MATRIZ VALORACIÓN/ESTADO DE
TANQUES DE ALMACENAMIENTO**

Ubicación	Tanques	Estado / Indicadores	Ponderación	Nivel de vulnerabilidad	Rango	Nivel
Chaquishca	N° 1	Malo	3	Alto	1	Bajo
	N° 2	Regular	2	Medio	2	Medio
	N° 3	Regular	2	Medio	3	Alto
	N° 4	regular	2	Medio		
1° de Mayo / Los Trigales	N° 1	Malo	3	Alto		
1° de Mayo / Los Trigales	N° 1	Regular	2	Medio		
La Humberdina	N° 1	Bueno	1	Bajo		
Los Músicos	N° 1	Malo	3	Alto		
Lirios 1	N° 1	Malo	3	Alto		
El Camal	N° 1	Regular	2	Medio		
Los Tanques	N° 2	Bueno	1	Bajo		
Juan XXIII	N° 1	Regular	2	Medio		

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

GRÁFICO N° 7: Tanques de Reserva de la ciudad de Guaranda.

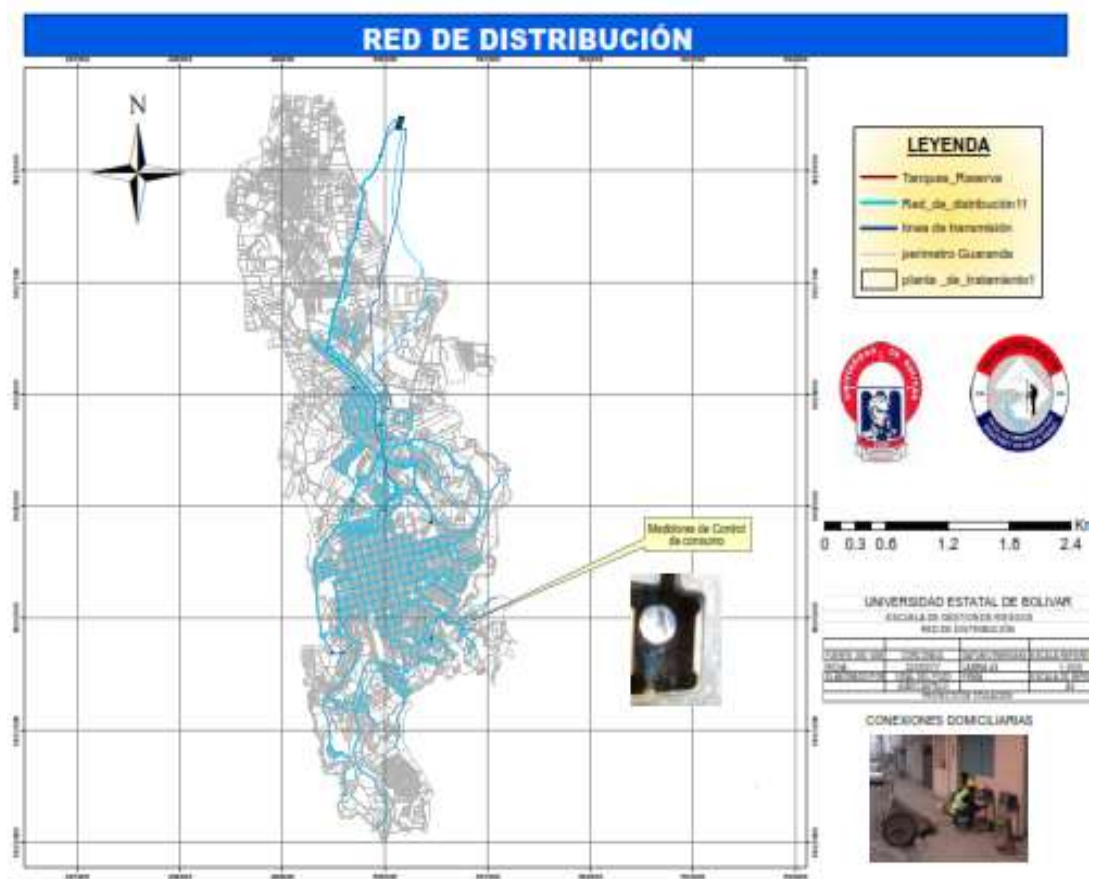


Fuente: Argis 10.2
 Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

2.2.15 Conexiones domiciliarias

Por información de la EP-EMAPA-G, atiende alrededor de 30 mil habitantes a través de 6.952 cuentas con un promedio de 4,31 personas, el proceso de la lectura se lo realiza todos los meses, del 12 al 23 de cada mes, utilizando la herramienta de lecto-facturación; de las 6.952 cuentas, existe presencia de problemas; según datos observados, que el lector registra 219 casos que no se lleva el registro por encontrarse puerta cerrada, sin medidor o medidor nuevo, con una cobertura del área urbana de la ciudad del 97% de líquido vital; y un 3% sin servicio.

GRÁFICO N° 8: Red de Distribución de la ciudad de Guaranda.



Fuente: Argis 10.2

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

2.3 MARCO CONCEPTUAL

Afloramiento: Fuente de agua subterránea que sale a la superficie.

Aforos: Medición de la cantidad de agua por la unidad de tiempo.

Agua cruda: Agua que no ha sido sometida a ningún tipo de tratamiento.

Análisis de Vulnerabilidad. Proceso para determinar los componentes críticos, débiles o susceptibles de daño o interrupción, de edificaciones instalaciones y sistemas o de grupo humanos, y las medidas de emergencia y mitigación a tomarse ante las amenazas.

Azud. Muro grueso generalmente más pequeño que una presa construida para conducir el agua hacia un canal.

CARE: internacional en el Ecuador.

Caudal: Cantidad de un flujo que corre en un lapso de tiempo determinado.

Control de calidad: Comprobación, Inspección, revisión y/o examen para determinar la calidad de material.

FIME: Filtración en Múltiples Etapas.

GCT: Sistema de abastecimiento con tratamiento.

GST: Sistema de abastecimiento sin tratamiento.

IEOS: Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias.

IGM: Instituto Geográfico Militar.

INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

NTE INEN 1108: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

NTE INEN 2655: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

OCSAS. Organización Comunitaria de Servicios de Agua y Saneamiento.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

OPS: Organización Panamericana de la Salud.

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

PVC: Policloruro de Vinilo.

Redundancia.- Alternativas fundamentales de funcionamiento.

Sistema de agua potable. Conjunto de componentes construidos e instalados para captar, conducir, almacenar y distribuir a los usuarios. En su más amplia acepción comprende también las cuencas y acuíferos.

Vulnerabilidad. Es el grado de daños susceptibles de experimentar por las personas edificaciones, instalaciones, sistemas cuando esta expuestos a la ocurrencia de un fenómeno natural o antrópico.

2.4 Variables

Para el análisis de la vulnerabilidad en el sistema de agua potable de la ciudad de Guaranda se han definido dos tipos de variables:

2.4.1 Variable independiente: Vulnerabilidad funcional

2.4.2 Variable dependiente: Funcionamiento del Sistema de Agua Potable.

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

TABLA N° 22: Variable Independiente

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

VARIABLE INDEPENDIENTE	DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	FUENTE
Vulnerabilidad Funcional	Potenciales disfuncionalidades del sistema que acarrearían problemas de cobertura y garantía del servicio hacia la población	Cobertura del servicio	>80%	OPS,OMS, PNUD Matriz de recolección de datos
			50 al 80%	
			<50% Sin servicio	
		Dependencia	Sin Dependencia	OPS,OMS, PNUD Matriz de recolección de datos
			Con Dependencia	
		Redundancia	Más de una	Una Ninguna
		Capacidad de intervención	Personal Calificado	Sin Equipamiento Sin Personal ni Equipamiento

TABLA N° 23: Variable Dependiente

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

VARIABLES	DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	FUENTE
Funcionamiento del Sistema del agua potable	Consiste en un conjunto de obras necesarias para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua desde las fuentes naturales ya sean subterráneas o superficiales hasta las viviendas, Es aquella que es apta para el consumo humano y cuya ingestión no tendrá efectos nocivos para la salud.	Captación	Estado actual	OPS,OMS, PNUD Matriz de recolección de datos
			Tipo	
			Elementos	
			Antigüedad	
			Mantenimiento	
			Material de construcción	
			Estándares de diseño	
			Daños	
		Conducción	Estado actual	OPS,OMS,PNUD Matriz de recolección de datos
			Tubería	
			Tanque	
			Antigüedad	
			Mantenimiento	
			Material de construcción	
			Estándares de diseño	
			Daños	
		Tratamiento	Estado actual	OPS,OMS,PNUD Matriz de recolección de datos
			Equipo	
			Elementos	
			Antigüedad	
	Mantenimiento			
	Material de construcción			
	Estándares de diseño			
	Daños			
Consumo	Cantidad	Matriz de recolección de datos		
	Calidad			
	Cobertura			
	Continuidad			

CAPÍTULO 3

MARCO METODOLÓGICO.

3.1 Nivel de Investigación

El enfoque de la investigación se basa en un modelo:

Descriptiva. Para describir la problemática planteada dentro del problema: vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable en el área urbana de la ciudad de Guaranda.

Explorativa. Permitirá recoger e identificar antecedentes generales, número y cuantificaciones, temas tópicos respecto del problema investigado.

Cualitativa. Porque se analizará e interpretará los resultados obtenidos en la matriz de valoración de la metodología (OPS)

Observación. Para registrar la vulnerabilidad existente; tanto, en el área administrativa y en los componentes del sistema de agua potable.

Diseño Bibliográfico. Que permitirá recabar y analizar datos obtenidos por otros investigadores o tratadistas conocedores de la temática a investigar, para lo cual se acudirá a fuentes bibliográficas confiables y seguras.

Diseño Documental. Son datos secundarios para desarrollar el marco científico de esta investigación, apoyo en fuentes bibliográficas acordes al tema como:

Libros, revistas, e internet y EP - EMAPAG.

3.2 Diseño

La metodología que se utilizará para realizar este proyecto de investigación se basará en tres fases; la *primera fase*: investigación de campo, la *segunda fase*: digitalización de la información obtenida; y, la *tercera fase*: elaboración de matrices de las vulnerabilidades física del sistema; operativa y administrativa; además características del sistema de agua, medidas de mitigación de la vulnerabilidad física, medidas de mitigación de la vulnerabilidad operativa medidas de mitigación de la vulnerabilidad administrativa representada en sus diferentes matrices.

La metodología a utilizar para el análisis y evaluación de la vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable en el área urbana de la ciudad de Guaranda se lo hará mediante la adaptación de las siguientes metodologías:

Metodología planteada por la organización panamericana de la salud (OPS); Manual de Mitigación de Desastres Naturales en Sistemas Rurales de Agua Potable, utilizando los indicadores: tipo, elemento, estándar de diseño y daños, y Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en sistemas de abastecimiento de agua potable.

Propuesta metodológica para el estudio de vulnerabilidades ante amenazas sísmicas, volcánicas y climáticas para municipalidades medianas y pequeñas del Ecuador, (SNGR); y, metodología planteada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) utilizando los indicadores para poder medir el estado en que se encuentra el sistema de agua potable con sus dimensiones: captación, conducción, tratamiento y consumo, e indicadores: estado actual, antigüedad, mantenimiento, materiales de construcción, cantidad, calidad, cobertura, continuidad; y medir el nivel de vulnerabilidad funcional con sus dimensiones: cobertura de servicio, dependencia, redundancia y capacidad de intervención, con sus respectivos indicadores.

La interpretación de la vulnerabilidad a la que está expuesto el funcionamiento del sistema de agua potable, se detalla en la siguiente matriz.

Tabla N° 24 Nivel de Vulnerabilidad

Ponderación	Nivel	Simbología
1	Bajo	
2	Medio	
3	Alto	

Elaborado por: Vidal del Pozo – Juan Castillo

Aplicación de entrevistas al Departamento Técnico y Departamento de Comercialización, Departamento de Laboratorio, el software Argis 10.2 para elaboración de mapas de la línea de conducción y sistema de cobertura.

3.3 Población y Muestra.

Determinamos la población del área urbana de Guaranda según el último censo poblacional de los datos del INEC 2010, encontrando que la ciudad de Guaranda cuenta con 11.091 hombres que representa el 46%; y, 12.783 mujeres que representa 54%, dándonos un total poblacional en el casco urbano de la ciudad de Guaranda de 23.874 habitantes. En el área urbana de la ciudad de Guaranda la cobertura de agua es aproximadamente el 97%.

TABLA N° 25 Demografía Cantón Guaranda

Nivel territorial	Población por sexo				Total	%
	Hombres	%	Mujeres	%		
Cantonal	44353	48	47524	52	91877	100
Parroquias urbanas						
Parroquia Veintimilla, Chávez, Guanujo	26.155	47	29.219	53	55.374	34
Periferia (Guaranda)	15.064	48	16.436	52	31.500	26
Casco urbano (Guaranda)	11.091	46	12.783	54	23.874	26
Parroquias rurales						
Facundo vela	1.712	52	1.607	48	3.319	4
Julio Moreno	1.443	49	1.505	51	2.948	3
Salinas	2944	51	2877	49	5821	6
Santa Fe	822	47	930	53	1752	2
San Lorenzo	929	50	928	50	1957	2
San Luis de pambil	2.779	52	1.607	48	5.357	6
San Simón	2048	49	2.155	51	4.203	5
Simiatug	5.521	49	5.725	51	11.246	12

Fuente: INEC 2010

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

Para obtener la muestra se utilizó el número de medidores de control de consumo de agua de 6.952 usuarios más el personal Administrativo, Técnico, Mantenimiento y Comercialización, con un margen de error cual obtenemos la muestra con la siguiente ecuación

Donde la simbología de la ecuación es la siguiente

n=tamaño de la muestra

N= tamaño de la población

e2 error máximo admitido al (0.05%)

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

$$n = \frac{6952}{0.05^2(6952-1)+1}$$

$$n = \frac{6952}{0,0025 (6951)+1}$$

$$n = \frac{6952}{17.37+1}$$

$$n = \frac{6952}{17.38}$$

$$n = 377$$

3.4 Técnicas e Instrumentos

El presente proyecto se refiere exclusivamente a los mecanismos que vamos a utilizar como instrumentos de logística para viabilizar la tarea de la investigación.

Para realizar la investigación, hemos tomado muy en cuenta una serie de métodos y técnicas; entre las que nos ayudarán a solucionar el problema y a cumplir con los objetivos trazados.

Matriz de la SGR: Para poder realizar el análisis de la vulnerabilidad en el sistema de agua potable del área urbana de la ciudad de Guaranda se utiliza la metodología Análisis de vulnerabilidad a nivel municipal.

PNUD Matriz de Valoración: Metodología planteada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, matriz de vulnerabilidad funcional.

OPS/MSP: Matriz de Diagnostico. Herramienta que facilitará poder evaluar la calidad del sistema funcional de agua potable de la ciudad de Guaranda.

Entrevista: Donde se obtuvo los datos referentes al desconocimiento sobre la vulnerabilidad funcional a la que se encuentra expuesto el sistema de agua potable, tema de nuestra investigación, a los Ingenieros de los Departamentos Técnico.

Encuestas: Realizadas a la ciudadanía guarandeña obteniendo la información necesaria para la investigación.

Revisión de documentos. Información entregada por los técnicos de la EP-EMAPA-G de gran ayuda para nuestra investigación

Levantamiento de información de campo: Se realizó el recorrido del sistema de agua potable de la ciudad empezando desde la zona del arenal y terminando en la planta de tratamiento en Chaquishca.

3.5 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

3.5.1 Análisis de vulnerabilidad en el sistema funcional de agua potable

Realizado el análisis en las captaciones; línea de conducción; planta de tratamiento y distribución; sistema funcional de agua potable; departamento administrativo, operativo y de los componentes físicos mediante el sistema PNUD se encuentra los siguientes datos:

3.5.1.1 Vulnerabilidad Física– Captaciones

TABLA N° 26 Vulnerabilidad Física– Captaciones.

Variables de vulnerabilidad intrínseca	Descripción	Indicador	Ponderación
Estado actual	El sistema de captación se encuentra en buen estado, cumple con las normas y las especificaciones técnicas para desempeñar un correcto funcionamiento.	Bueno	1
Tipo	Vertiente.	Bueno	1
Elemento	Tubo PVC 110mm cajón de recolección de hormigón armado.	Bueno	1
Antigüedad	El sistema es nuevo, este fue construido con el proyecto Plan Maestro hace 9 años, con un nuevo rediseño y cambio de todos sus elementos.	0 a 25 años	1

Mantenimiento	Esta actividad se lo realiza ocasionalmente, comúnmente cuando el sistema lo necesita, o cuando se evidencia pérdida de caudal, no posee un plan estratégico de mantenimiento.	Ocasional mente	3
Material de construcción	La estructura es de hormigón armado, para darle la capacidad de soportar el caudal suficiente.	Hormigón armado	1
Estándares de diseño y construcción	El sistema cuenta con las normas actuales para el sistema de agua potable, por su renovación y rediseño, cumpliendo así con las normas del Ex IEOS – INEN.	Normas actuales , NTE INEN 2655, Ex IEOS	1
Daños	presenta daños en su tubería	Malo	3
TOTAL			12
Nivel Vulnerabilidad Media			2

Fuente: PNUD, OPS/OMS

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

En el área urbana de Guaranda la cobertura de agua potable es del 97%, donde el análisis refleja un 3% de población que no cuenta con servicio en sus viviendas, debido al incremento demográfico y nuevas infraestructuras en la ciudad.

Mediante el estudio realizado a los afloramientos de las captaciones, se pudo evidenciar su estado actual utilizando la combinación de las dos matrices del PNUD y OPS/OMS con una ponderación de 1 (Baja); 2 (Media) y 3 (Alto).

3.5.1.2 Vulnerabilidad física - Línea de conducción

TABLA N° 27: Variables de vulnerabilidad intrínseca- Línea de conducción.

Variables de vulnerabilidad intrínseca	Descripción	Indicador	Ponderación
Estado actual	El sistema se encuentra en estado regular, presenta daños en diferentes tramos, cumple con las normas y las especificaciones técnicas para desempeñar un correcto funcionamiento.	Regular	2
Tubería	PVC 160 mm 250 mm Hierro 160 mm,250 mm	Regular	2
Tanque	Rompe presión en diferentes tramos de la tubería y válvulas de aire en abandono	Malo	3
Antigüedad	El sistema es nuevo, construido con el proyecto Plan Maestro hace 9 años, se la realizó con un nuevo rediseño y cambio de todos sus elementos.	0 a 25 años	1
Mantenimiento	Esta actividad es ocasionalmente, se lo realiza comúnmente cuando el sistema lo necesita, o cuando se evidencia perdida de caudal no posee un plan estratégico de mantenimiento.	Ocasional mente	3

Material de construcción	Cuenta con tubería PVC de 160 mm, válvulas de aire, tanque rompe presión para minimizar la velocidad del caudal conducido.	PVC Hormigón armado	1
Estándares de diseño y construcción	El sistema cumple con las normas técnicas de construcción INEN 2655 propuestas por el Ex IEOS para sistemas de agua potable.	NTE INEN 1108, IEOS y normas actuales.	1
Daños	Ciertos tramos presentan taponamiento en los tanques rompe presión (vandalismo) y ruptura de la tubería.	Malo	3
TOTAL			16
Nivel Vulnerabilidad Media			2

Fuente: OPS (Organización Panamericana de la Salud) - PNUD

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

Mediante un recorrido a la Línea de Conducción se pudo evidenciar la falta de monitoreo y seguimiento, donde se determina su estado actual utilizando la matriz del OPS/PNUD con una ponderación de 1 (Baja); 2 (Media) y 3 (Alto).

3.5.1.3 Vulnerabilidad física - Planta de Tratamiento y Distribución

TABLA N° 28: Variables de vulnerabilidad intrínseca (a)

Variables de vulnerabilidad intrínseca	Descripción	Indicador	Ponderación
Estado actual	El sistema se encuentra en estado, regular cumple con las normas y las especificaciones técnicas para desempeñar un correcto funcionamiento.	Regular	2
Elementos	Tanque de forma rectangular de hormigón armado Cámara de contacto de cloro 4 tanques de almacenamiento.	Regular	2
Accesorios	Válvula, tapa, codos, aireador, cámara de contacto de cloro, tubería de desfogue.	Regular	2
Antigüedad	A pesar de las necesidades de la población con el fin de dotar de agua potable la planta ya terminó con su vida útil.	Malo Mayor a 50	3
Mantenimiento	El mantenimiento es planificado, ocasionalmente se lo realiza cuando el sistema lo amerita, no posee un manual de operación y mantenimiento.	Planificado	2
Material de construcción	Los tanques específicamente son de hormigón armado, lo que le hace estructura fuerte.	Hormigón armado	1
Estándares de diseño y construcción	Cuenta con las normas propuestas por el NTE INEN 2655,(Ex IEOS) para sistemas de agua potable. A	Normas actuales NTE INEN 2655 (Ex IEOS)	2
Daños	Presenta fisuras en los tanques reservorios Aireador sin mantenimiento.	Malo	3
TOTAL			17
Nivel Vulnerabilidad Media			2

Fuente: OPS (Organización Panamericana de la Salud) - PNUD

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

Mediante un recorrido a la planta de tratamiento y distribución se pudo comprobar fisuras en los tanques reservorios y aireador sin mantenimiento, donde se determina su estado actual utilizando la matriz del OPS/PNUD con una ponderación 1 (Baja); 2 (Media) y 3 (Alto).

TABLA N° 29 Verificación de las variables del PNUD

FACTOR DE VULNERABILIDAD	VARIABLE DE VULNERABILIDAD	INDICADORES	Ponderación	Rangos	Nivel de vulnerabilidad
Agua Potable	Estado actual	Bueno	1	1	Bajo
		Regular	2	2	Medio
		Malo	3	3	Alto
	Antigüedad	0 a 25 años	2		
		25 a 50 años	3		
		mayor a 50 años	3		
	Mantenimiento	Planificado	1		
		Esporádico	2		
		Ninguna	3		
	Material de construcción	PVC	1		
		Hormigón armado	1		
		Asbesto cemento	2		
		Tierra	3		
	Estándares de diseño y construcción	antes de IEOS	1		
		Entre el IEOS y la norma local	2		
		luego de la norma local	3		

RED	SISTEMA	VULNERABILIDAD FÍSICA
Agua potable	Captación	Media
	Conducción	Media
	Planta de Tratamiento y	Media
	Consumo	Baja

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

TABLA N° 30 Verificación de las variables del OPS

Captación	Estado actual
	Tipo
	Elementos
	Daños
Conducción	Estado actual
	Tubería
	Tanque
	Daños
Tratamiento	Estado actual
	Elementos
	Accesorios
	Daños

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

3.5.1 Análisis de la Entrevista realizada al Departamento Técnico

Pregunta N° 1. ¿Cuál es el material de construcción de las tuberías del sistema de agua potable?

Según la respuesta del Técnico, el material utilizado en las tuberías del sistema de agua potable es PVC, se puede manifestar que es un material ideal, muy resistente y duradero, esta específicamente señalado para ser aplicado en las instalaciones hidráulicas. Además resiste golpes, presión y corrosión con la alternativa que presenta riesgos muy bajos y/o nulos.

Pregunta N° 2 ¿En qué año se actualizó el nuevo sistema de agua potable?

Nos manifiesta que según los datos obtenidos en archivos fue en el año 2008, porque se determinó que el material utilizado termino con su vida útil así se empezó el remplazo del sistema de agua tomando como nombre al nuevo proyecto como plan maestro,

Este proyecto remplazo toda su tubería de hierro a tubería PVC en la ciudad, dando así una mejor cobertura, calidad de agua y continuidad,

Pregunta N° 3 ¿Cuenta el departamento con una planificación para el mantenimiento y recorrido del sistema?

La respuesta del Técnico fue de que casi siempre siguen una planificación para dar mantenimiento y vigilar el sistema de agua potable, por lo que se prevé un error, ya que se debe realizar siempre un análisis constante para identificar fenómenos naturales y estimar la probabilidad de que ocurran en un tiempo y área específica; además una planificación brinda una mayor concienciación y empoderamiento de la cultura de prevención, además es necesario que esta planificación se realice de forma participativa con los todos los departamentos de la EP-EMAPA-G.

Pregunta N° 4 ¿Indique cada qué tiempo se realiza el mantenimiento y recorrido en cada elemento del sistema?

Su respuesta fue de 3 veces al mes, o cuando se produce alguna pérdida de agua en la ciudad; algo incomprensible, ya que subrayamos que el tiempo debe ser el menor posible para poder analizar el nivel de exposición de sufrir daños ante la ocurrencia de un desastre, ya que desde el punto de vista de la prevención, un continuo recorrido y mantenimiento preverá la vulnerabilidad, este manejo adecuado representaría evitar gastos mayores o innecesarios; así como también que la ciudadanía cuente con un sistema en perfectas condiciones que garanticen agua de calidad y constancia para la ciudadanía

Pregunta N° 5 ¿Cree usted que contamos con un sistema de agua potable sin problemas y pérdida de caudal?

En base a su respuesta negativa, estimamos que no existe concientización ni empoderamiento de lo importante que es contar con un sistema y funcionalidad de agua potable libre de vulnerabilidad, porque prevenir es un trabajo conjunto de cada departamento, es una misión importante para realizar un manejo adecuado de los efectos negativos a ser considerados y que puedan ocasionar daños o pérdida en los sistemas de agua potable.

Pregunta N° 6 ¿Cuenta con materiales necesarios para atender cualquier emergencia en caso de daños en la red?

La respuesta fue que no cuentan con materiales para posibles emergencias, destacando que esto es una falencia más, porque si no cuentan con herramientas ni materiales que ayuden a prevenir o reparar daños, estamos con un organismo o un personal no apto ni capacitado para manejar un sistema funcional de agua potable.

Pregunta N° 7 ¿Conoce el caudal de ingreso a la planta de tratamiento y el caudal de salida a la red de distribución?

La respuesta fue que se conoce el caudal de ingreso y el caudal e salida pero no cuentan con un macromedidor ya que no conoce, ni se lleva este conteo, para poder conocer la pérdida de agua en la ciudad algo por lo demás negativo, puesto que es una institución comprometida a brindar de manera oportuna y constante el suministro de agua potable, mismo que debe ser contemplado y analizado técnicamente para evitar futura escases, por lo que reiteramos que no existe un plan de contingencia cuyo contenido y seguimiento evite futuros impactos, implemente medidas de mitigación que disminuyan la vulnerabilidad y permita así reducir el riesgo, de esta manera garantizar la sostenibilidad del sistema y su funcionalidad del agua en la ciudad de Guaranda.

3.5.1.4 Vulnerabilidad Consumo / Cantidad – Calidad – Cobertura – Continuidad

TABLA N° 31: Variables de vulnerabilidad Consumo.

Variables de vulnerabilidad intrínseca	Descripción	Indicador	Ponderación
Cantidad	El agua recolectada de afloramientos que ingresa a la planta de tratamiento no cuenta con un sistema de Macromedición que permita cuantificar de manera cierta la cantidad de agua captada, producida y distribuida, no se puede determinar pérdidas, problemas en la red, en el agua que se consume, no se tiene datos precisos, operativos, flujos y volúmenes precisos y niveles en sistemas de abastecimiento de agua potable.	Regular	2
Calidad	Según estudios en el laboratorio de la empresa, se obtiene como resultado que ningún parámetro se encuentra fuera de lugar, se puede considerar aceptable, cumple con todos los requerimientos de las normas técnicas estipuladas en el INEN1108 para calidad de agua potable para consumo.	Buena	1
Cobertura	La cobertura de agua potable es del 97%, genera un promedio de usuarios por conexión de 4.31 habitantes, teniendo así un déficit del 3% de la ciudadanía que no	Bueno	1

	cuenta con el servicio debido al crecimiento demográfico.		
Continuidad	EP-EMAPA-G garantiza abastecimiento de agua potable durante las 24 horas del día.	Bueno	1
TOTAL			5
Nivel Vulnerabilidad Baja			1

Fuente: PNUD, OPS, OMS

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

En cuanto a la cantidad de agua recolectada que ingresa a la planta de tratamiento podemos observar que no cuenta con un Macromedidor que permita cuantificar de manera cierta la cantidad de agua cruda para ser analizada, la cual pasa por distintos procedimientos para su consumo.

En referencia a la calidad se puede evidenciar que cumple con los parámetros que la consideran aceptable para consumo.

La cobertura de agua abastece al 97% de la ciudadanía, es decir un promedio de usuarios por conexión de 4.31 habitantes.

Así mismo con respecto a la continuidad la empresa garantiza abastecimiento las 24 horas del día.

A continuación se detalle el análisis de las encuestas aplicadas a la ciudadanía del área urbana.

3.5.1.4.1 Análisis de las entrevistas realizadas al personal del Departamento de Laboratorio.

Pregunta 1.- ¿Cuántas muestras de agua se recolecta para hacer el análisis de la calidad de agua?

Según la respuesta del Ingeniero Raúl Allán, Técnico de Laboratorio indica que se recolecta 22 muestras, con una capacidad por muestra de 2 litros, porque lo que se puede reiterar que este proceso se rige a las normas INEN 1108 establecidas para tal estudio y como requisito necesario para comprobar la calidad de agua de consumo.

Pregunta 2.- ¿En qué lugares se recolectan las muestras?

Las muestras son recolectadas en las captaciones, línea de conducción, tanque de almacenamiento, tanques de distribución y conexiones domiciliarias, según nuestra observación, la toma de las 22 muestras son acordes a lo que rigen los procesos para verificar la calidad del agua para consumo.

Pregunta 3.- ¿Cómo se realiza la clorificación del agua?

Se lo realiza mediante inyección de cloro gas de 1.25 Mg/l, donde el proceso dura 30 minutos; con estos datos podemos decir que el agua que ingresa a la planta de tratamiento cumplen las normas INEN 1108 para brindar así una buena calidad de agua a la ciudadanía guarandeña.

Pregunta 4.- ¿Cuáles son los parámetros del agua que son analizados según la norma INEN 1108?

Los parámetros que deben cumplirse para determinar la calidad del agua, son físicos, químicos, microbiológicos, por lo que podemos decir que el Laboratorio cumple con los parámetros establecidos.

3.5.1.4.2 Análisis de las encuestas realizadas a la ciudadanía del área urbana de Guaranda.

Pregunta N° 1 ¿Previa a una suspensión del servicio de agua potable ésta fue anticipada oportunamente, por qué medio?

TABLA N° 32

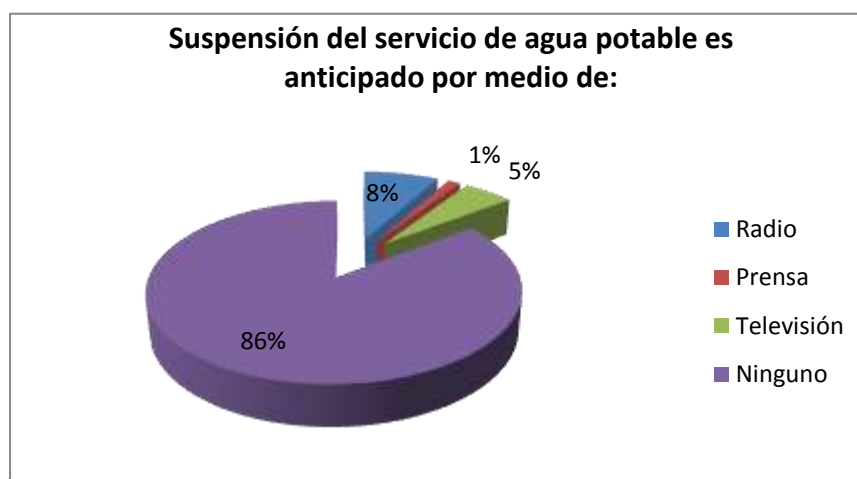
VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Radio	30	7,95
Prensa	5	1,33
Televisión	20	5,31
Ninguno	322	85,41
Total	377	100

Fuente: Encuesta aplicada a la ciudadanía del área urbana de Guaranda

Elaborado: Vidal Del Pozo – Juan Castillo

Fecha: 2017

GRÁFICO N° 9



Los encuestados en un 1,33 son anticipados por medio de la prensa escrita; el 5,31% por medio de la televisión local; el 7,95% por medio de la radio y el 86% por ningún medio local.

Interpretación

Por lo que se puede apreciar que existe falencia en informar a la ciudadanía tiempo ante posibles suspensiones, considerándose que esta falla se debe a que la empresa misma no posee una planificación adecuada o no cuenta con un personal calificado que sepa prever a tiempo posibles o eventuales daños que ocasionen suspensión de agua potable, afectando de esta manera su imagen y el buen servicio que debe brindar a la ciudadanía.

Pregunta N° 2 ¿Ante un daño interno de su vivienda del servicio de agua potable, conoce usted a que departamento acudir?

TABLA N° 33

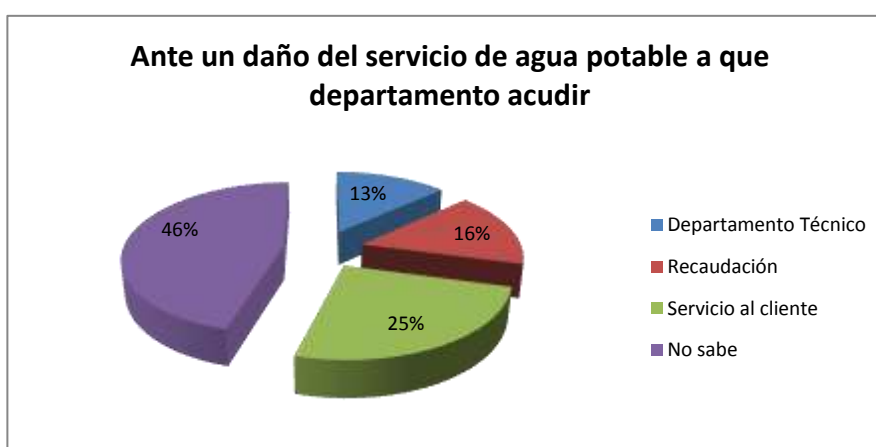
VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Departamento Técnico	50	13,26
Recaudación	60	15,91
Servicio al cliente	95	25,19
No sabe	172	45,62
Total	377	100

Fuente: Encuesta aplicada a la ciudadanía del área urbana de Guaranda

Elaborado: Vidal Del Pozo – Juan Castillo

Fecha: 2017

GRÁFICO N° 10



Análisis.

Los usuarios en un 13,26% se dirige al Departamento Técnico; el 15,91% a Recaudación; el 25,19% a Servicio al Cliente y el 45,62% no sabe a dónde dirigirse.

Interpretación.

Podemos advertir que la ciudadanía no tiene una relación directa con la EP-EMAPA-G, por cuanto en su mayoría desconoce o no sabe la opción correcta para solicitar una reparación interna del servicio de agua potable en su vivienda; lo que implica una falta de planificación de comunicación e información a los usuarios; como también falta de acercamiento con la ciudadanía para brindarles una información veraz y sobre todo sepan a donde deben dirigirse según sus requerimientos.

Pregunta N° 3 ¿Ante una incidencia o daños del suministro de agua potable a nivel general, cree que el EP-EMAPA-G actúa con eficiencia y rapidez?

TABLA N° 34

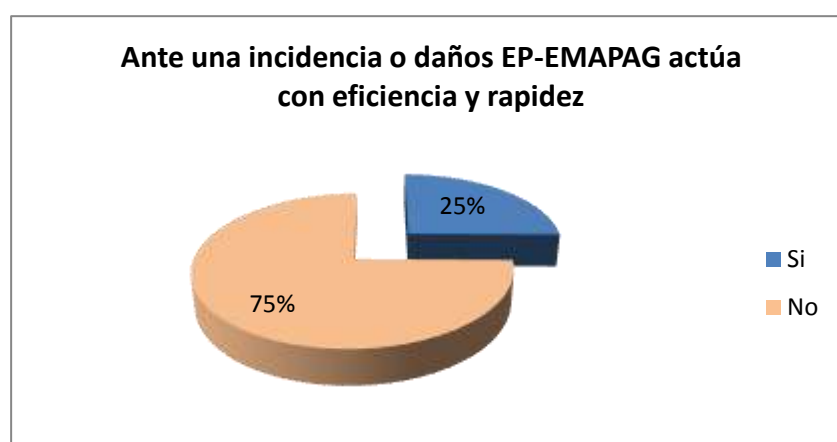
VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	95	25,19
No	282	74,80
Total	377	100

Fuente: Encuesta aplicada a la ciudadanía del área urbana de Guaranda

Elaborado: Vidal Del Pozo – Juan Castillo

Fecha: 2017

GRÁFICO N° 11



Análisis.

Los usuarios encuestados dicen en un 25,19% que ante una incidencia o daños la EP-EMAPA-G si actúa con eficiencia y rapidez mientras que el 74,80% dice que no actúa así.

Interpretación.

Estos datos que nos ayudan analizar de mejor manera el malestar que ocasiona la Empresa y todos sus departamentos que no están coordinados ni trabajen conjuntamente para responder con eficiencia y rapidez ante un daño el cual representa perdida de líquido vital y daños a la red de distribución, para el servicio de los usuarios.

Pregunta N° 4 ¿Considera usted que el control de medidores realizados por los trabajadores del EP-EMAPA-G es llevado correctamente?

TABLA N° 35

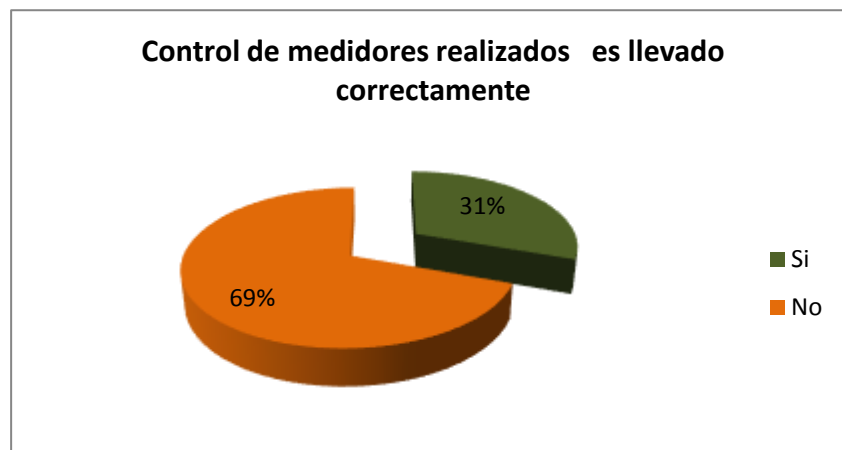
VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	115	30,50
No	262	69,49
Total	377	100

Fuente: Encuesta aplicada a la ciudadanía del área urbana de Guaranda

Elaborado: Vidal Del Pozo – Juan Castillo

Fecha: 2017

GRÁFICO N° 12



Análisis.

Los usuarios responden en un 30,50% que el control de medidores si es llevado correctamente; a diferencia del 69,490% dice que no es llevado correctamente.

Interpretación.

Fundamentado estas respuestas, podemos decir que la ciudadanía no tiene total confianza al servicio interno o externo que brinda la EP-EMAPA-G, lo que demuestra que existe una falencia en no capacitar a los trabajadores en la forma o en la toma correcta de datos de las cuentas para trabajar con datos exactos y así no vulnerar la verdad, caso contrario ocasiona inconvenientes cada vez que un usuario se acerca a cumplir con sus obligaciones con esta empresa, lo que se evitaría si se toma en cuenta mejorar la eficiencia en el servicio externo.

Pregunta N° 5 ¿Cuál ha sido los inconvenientes por los cuales ha tenido que acercarse a la EP-EMAPA-G?

TABLA N° 36

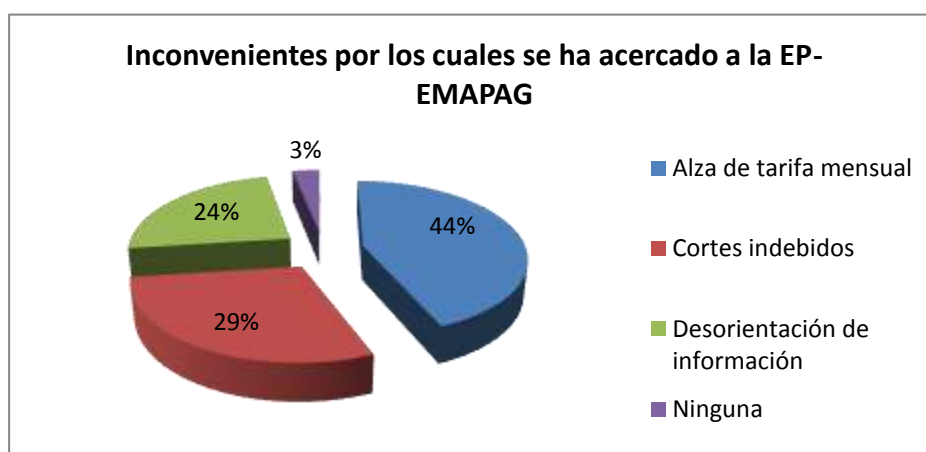
VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Alza de tarifa mensual	165	43,76
Cortes indebidos	110	29,17
Desorientación de información	90	23,87
Ninguna	12	3,18
Total	377	100

Fuente: Encuesta aplicada a la ciudadanía del área urbana de Guaranda

Elaborado: Vidal Del Pozo – Juan Castillo

Fecha: 2017

GRÁFICO N° 13



Análisis.

Los usuarios reconocen en un 3,18% que por ningún inconveniente se ha acercado a la EP-EMAPA-G; a diferencia del 23,87% que dice que se ha acercado por alguna desorientación en la información; el 29,17% por cortes indebidos y el 43,76% por alza de tarifa mensual.

Interpretación.

Con los datos de estas respuestas, se puede deducir que la EP-EMAPA-G es una empresa que debe suministrar un servicio de calidad y eficiencia a cada usuario, los ítems consultados son referentes para demostrar que lo ejecutado con todos sus requerimientos técnicos - administrativos podrá evitar tales falencias, lo que garantizaría que esta empresa está comprometida y trabaja para la ciudadanía guarandeña en mejorar cada vez más.

Pregunta N° 6 ¿Cuál ha sido la respuesta de la EP-EMAPA-G para solucionar sus problemas ante tarifas altas o cortes indebidos?

TABLA N° 37

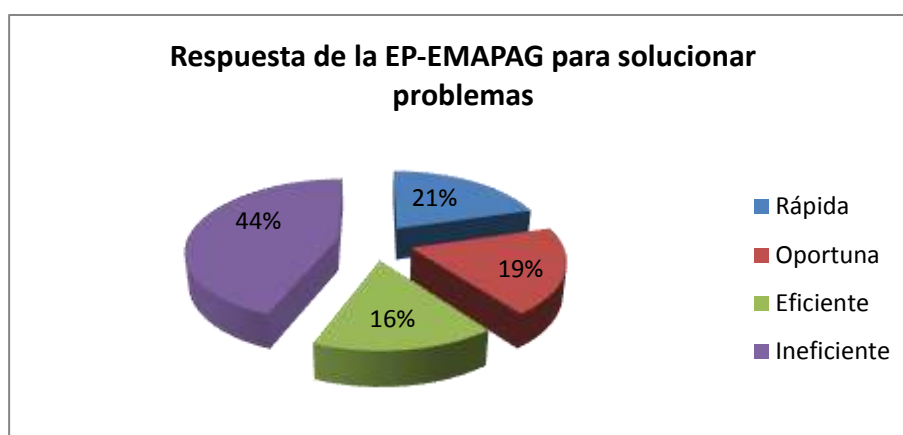
VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Rápida	77	20,42
Oportuna	73	19,36
Eficiente	61	16,18
Ineficiente	166	44,03
Total	377	100

Fuente: Encuesta aplicada a la del área urbana de Guaranda

Elaborado: Vidal Del Pozo – Juan Castillo

Fecha: 2017

GRÁFICO N° 14



Análisis.

Las personas encuestadas manifiestan que en un 16,18% la respuesta de la EP-EMAPA-G ha sido eficiente; el 19,36% que esta respuesta es oportuna; mientras que el 20,42% dice que tal respuesta es rápida a diferencia del 44,03% que dice que la respuesta es ineficiente.

Interpretación.

Basados en estas respuestas muy diferenciadas, advertimos que la EP-EMAPA-G como empresa pública aún no está preparada para responder eficientemente a sus usuarios en sus distintos requerimientos, por lo que demostramos una vez más que se debe contar con datos reales que garanticen la lectura de agua potable, lo que quiere decir que solo habrá éxito de control y calidad si se realiza mantenimiento, seguimiento y monitoreo constante en el sistema de agua potable.

Pregunta N° 7 ¿Está conforme con el servicio de agua potable en la ciudad de Guaranda?

TABLA N° 38

VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	119	31,56
No	258	68,43
Total	377	100

Fuente: Encuesta aplicada a la ciudadanía del área urbana de Guaranda

Elaborado: Vidal Del Pozo – Juan Castillo

Fecha: 2017

GRÁFICO N° 15



Análisis.

Las encuestadas revelan que en un 31,56% si está conforme con el servicio de agua potable; mientras que el 68,43% dice no estar conforme con este servicio.

Interpretación.

Se establece que con esta diferencia la EP-EMAPA-G, empresa pública, aún brinda un servicio de agua potable en forma eficiente a sus usuarios, debemos decir que hay que poner énfasis en la el tratamiento del agua, permitiendo definir así la calidad del agua y la constancia se podrá dar a la ciudadanía un servicio eficiente

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

TABLA N° 39

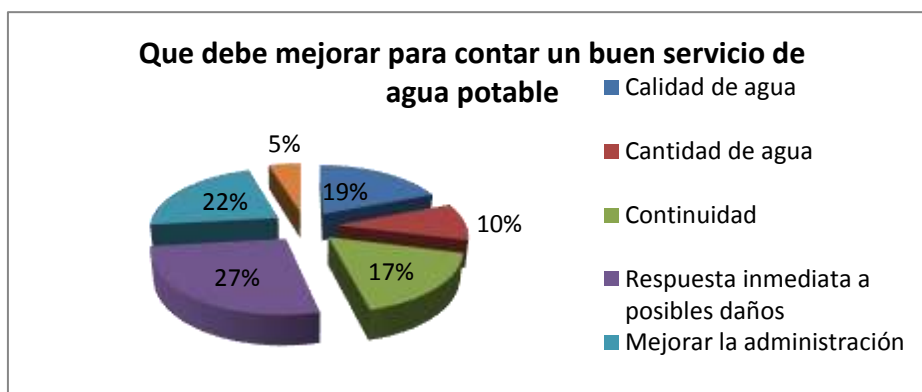
VARIABLES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Calidad de agua	72	19,09
Cantidad de agua	37	9,81
Continuidad	65	17,24
Respuesta inmediata a posibles daños	102	27,05
Mejorar la administración	83	22,01
Atención al cliente	18	4,77
Total	377	100

Fuente: Encuesta aplicada a la ciudadanía del área urbana de Guaranda

Elaborado: Vidal Del Pozo – Juan Castillo

Fecha: 2017

GRÁFICO N° 16



Análisis.

Los datos dejan ver que en un 4,77% dice que debe mejorar la atención al cliente para contar con un buen servicio de agua potable; el 9,81% dice que un buen servicio es contar con calidad de agua; el 17,24% dice que para un buen servicio debe haber continuidad; el 19,09% que debe mejorar para la calidad de agua; un 22,01% dice que debe mejorarse la administración; a diferencia del 27,05% que señala que debe haber una respuesta inmediata a posibles daños.

Interpretación.

Mediante esta información podemos determinar cuál es la mejora que debe tener la empresa siendo esta el mantenimiento a daños que se producen al exterior de las viviendas evitando así molestias a los ciudadanos y evitando pérdida de líquido en el sistema funcional de agua potable.

3.5.1.5 Vulnerabilidad funcional Sistema de agua potable

TABLA N° 40 Vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable

Factor de vulnerabilidad funcional	Variable de vulnerabilidad	Indicadores	Ponderación funcionamiento	Rangos	Vulnerabilidad funcional
AGUA POTABLE	Cobertura de servicios	>80%	1	1	Baja
		50 al 80%	1	2	Media
		< 50%	3	3	Alta
		Sin servicio	3		
	Dependencia	Sin dependencia	1		
		Con dependencia	2		
	Redundancia	Más de una	1		
		Una	2		
		Ninguna	3		
	Capacidad de intervención	Personal calificado y equipamiento	1		
		Personal calificado sin equipamiento	2		
		Sin personal ni equipamiento	3		

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

RED	SISTEMA	Vulnerabilidad funcional
Agua potable	Cobertura del servicio	Media
	Dependencia	
	Redundancia (alternativas de Funcionamiento)	
	Capacidad de intervención	

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

TABLA N° 41: Variables de vulnerabilidad intrínseca (b)

Variables de vulnerabilidad intrínseca	Descripción	Indicador	Ponderación
Cobertura del servicio	La población y vivienda de la ciudad de Guaranda posee una cobertura del servicio de agua potable del 97% a su domicilio.	80%	1
Dependencia	La red de agua potable de Guaranda no depende de ningún sistema, ésta se encuentra en las zonas altas, su conducción es por gravedad.	Sin dependencia	1
Redundancia (alternativas de funcionamiento)	El sistema presenta alternativa de redundancia en los sistemas de captación y tratamiento en el sistema de distribución, cuenta con una serie de llaves y válvulas, mismas que controlan el flujo de agua y en caso de daños o emergencia ayuda a crear una redundancia en el servicio.	Un sistema	2
Capacidad de intervención	El EP-EMAPA-G cuenta con el personal adecuado para una intervención y mantenimiento continuo de las redes, además existe falta de equipamiento,	Personal calificado sin equipamiento	2

	deficiencia y desinterés a daños que presenta el sistema, no cuenta con macro-medidores para poder controlar la cantidad de agua de ingreso y de salida a cada sector y determinar la cantidad de agua de consumo y pérdida por causas de fugas y conexiones clandestinas.		
TOTAL			6
Nivel VULNERABILIDAD MEDIA			2

Fuente: OPS, OMS

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

Mediante un recorrido al Sistema funcional de agua potable se pudo comprobar fisuras en los tanques reservorios y aireador sin mantenimiento, donde se pudo determinar que la planta de tratamiento ya cumplió su vida útil pero aún sigue en funcionamiento, su estado actual según la matriz del OMS/OPS refleja indicadores y niveles de vulnerabilidad Media 1 (Baja); 2 (Media) y 3 (Alto).

Se recomienda la planificación de un nuevo proyecto para la planta de tratamiento, las mismas que cumplan las normas técnicas de construcción, para así evitar desabastecimiento de agua potable.

3.5.1.5 Vulnerabilidad Administrativa

(Debilidades Organizativas y Administrativas)

TABLA N° 42: Debilidades Organizativas y Administrativas

Organización y Administración
Falta de capacitaciones, en concientización en emergencias Falta de recursos económicos falta de concientización en servicios para los usuarios falta de cumplimiento al reglamento funcional para la prevención y mitigación de desastres Falta de capacitaciones para los funcionarios de la empresa No disponen de fondos necesarios para mitigar un desastre

Recursos materiales disponibles	
Cantidad	Materiales y características
	Tubería PVC de 160mm 250mm Collarines Codos Herramientas

Recursos financieros Actuales			
Tarifa mensual	Ingreso neto	Egreso neto	Cuentas por cobrar
0,18	69,864,03	-	72,181 (554 usuarios)
Cuentas por pagar	Saldo real	Fondo de capitalización	
Ninguna			

Fuente: OPS (Organización Panamericana de la Salud)

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

La EP-EMAPA-Gal no contar con una planificación en el área administrativa, presenta falencia, ya que no cuenta con un plan de mejoramiento y capacitación del personal, lo cual repercute en la ejecución de obras y controlar el déficit actual de cartera vencida; además de brindar cobertura y la calidad en el servicio a los usuarios, por lo que se debe realizar de inmediato los planes y capacitaciones correspondientes.

Debilidades organizativas y administrativas

Áreas	Ponderación	Medidas de mitigación	Capacidad de respuesta
Mantenimiento y operación	3	<p>Contratar con capacitadores dictar charlas en temas de utilización del manual de mantenimiento y operación</p> <p>Revisar y registrar periódicamente el estado de conservación y funcionamiento de los elementos e informar a la administración</p> <p>Adquisición de uniformes (EPP) adecuados para realizar trabajos sin daños al personal.</p>	<p>Personal capacitado en eficiencia de respuesta de emergencia</p> <p>Realizar recorridos periódicos del sistema Registrar los lugares donde presentan daños</p> <p>Personal con EPP apropiados para eficiencia en la respuesta de daños</p>

Ponderación, Nivel 1 (Baja); 2 (Media) y 3 (Alto).

Fuente: OPS (Organización Panamericana de la Salud)

Mediante un análisis en su estado organizativo y administrativo se comprueba como debilidad la falta de revisión y registro periódico del estado de conservación y funcionamiento de los elementos, falta de información al departamento técnico y de administración, que según la matriz del OPS refleja la ponderación 1 (Baja;) 2 (Medio) y 3 (Alto).

3.5.1.6 Vulnerabilidad Operativa

DEPARTAMENTO OPERATIVO

(Debilidades en la prestación de los servicios)

TABLA N° 43: Debilidades en la prestación de los servicios

Cantidad, continuidad y calidad del agua			
No. Cuentas	Componentes	Capacidad componentes	Requerimiento actual
6952	Medidores		
Déficit(-) superávit (+)	Continuidad (periodos)		Calidad de Agua
-	En épocas de verano falta de presión en la red de distribución		INEN 1108

Operación y mantenimiento
Rutina operación y mantenimiento
<ul style="list-style-type: none"> - Toma de lecturas de consumo de los medidores periódicas - Ausencia en el control de medidores y reparaciones de redes de abastecimiento en la ciudad - Desinterés en el registro de caudal de ingresos a los tanques de almacenamiento y de monitoreo del sistema de agua para verificar posibles daños y pérdida de caudal

Capacitación del personal		
Personal	Cursos de capacitación	Último entrenamiento
Cuadrillas de mantenimiento	Cada vez que se hace la adquisición de nuevos suministros para reparaciones de acometidas y tubería principal	-

Fuente: OPS (Organización Panamericana de la Salud)

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

No existe planes de operación y mantenimiento para reducir el déficit existente de agua, por la falta de macro medidores en las zonas de cobertura de la ciudad se desconoce la cantidad de agua de ingreso a cada sector; imposibilitando llevar un conteo real del consumo de agua, y obtener el porcentaje de déficit, datos que ayudara a obtener información de daños y acometidas clandestinas.

Dentro de la rutina del Operador se debe realizar labores de limpieza, es responsabilidad del operador informar al Jefe de Mantenimiento y designar al personal de reparaciones en caso de emergencia.

Datos obtenidos según la matriz OPS (Organización Panamericana de la Salud).

3.5.1.7 Vulnerabilidad física - Componentes físicos

(Debilidades de los componentes físicos)

TABLA N° 44: Debilidades de los componentes físicos

Amenaza en estación seca o de estiaje			
Componentes Elementos /equipos expuestos	Estado actual (condiciones desfavorables)	Daños estimados (tipo y numero)	Ponderación
Captación			
Vertiente Tapa Hormigón armado Tubería PVC 110mm	Captación sin protección y limpieza, falta de captar en su totalidad la vertiente	Pérdida de caudal y desabastecimiento en la ciudad Racionamientos en sectores pérdida económica en sectores productivos La ciudadanía debe proveerse de agua en las vertiente de agua de la ciudad sector la pila	3

Ponderación 1 (Bajo); 2 (Medio) y 3 (Alto.)

Fuente: OPS (Organización Panamericana de la Salud)

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

Amenaza sequia			
Componentes Elementos /equipos expuestos	Estado actual (condiciones desfavorables)	Daños estimados (tipo y numero)	Ponderación
Captación			
Vertiente Tapa Hormigón armado Tubería PVC 110mm	Captación sin protección y limpieza, falta de captar en su totalidad la vertiente	Perdida de caudal y desabastecimiento en la ciudad Racionamientos en sectores pérdida económica en sectores productivos la ciudadanía debe proveerse de agua en las vertiente de agua de la ciudad sector la pila	3

Fuente: OPS (Organización Panamericana de la Salud)

Análisis de la forma de operación del sistema de agua potable

Operador	Contratado	voluntario	Tiempo completo	Tiempo parcial	ocasional
1	X	-	X	-	-

Responsabilidad

Operador	Responsabilidad
Agustín Patín	Hacer el recorrido Verificar los daños del sistema Informar de daños existentes Solicitar asesoramiento al jefe de mantenimiento Solicitar material personal para hacer reparaciones Informar de la culminación de la reparación

Observados los datos se pudo concretar que el operador no utiliza gráfico actual del sistema de agua, a esto se agrega que el operador para hacer el recorrido no lleva ningún gráfico del diseño del sistema de agua, quien afirma que conoce muy bien y que estuvo en la construcción del sistema, lo que constituye un falencia, se observa además que no utiliza un manual reglamentario de operación y mantenimiento, porque desconoce de la existencia de un manual de mantenimiento esto por falta de interés por parte de la EP-EMAPA-G por obtener un manual de mantenimiento, además durante el análisis se pudo observar que el operador no mantiene un libro de vida del sistema, esto debido a que el operador desconoce de un libro de vida del sistema existente en la EP-EMAPA-G, con el consiguiente desconocimiento del contenido del documento; en cuanto a la rutina de operación y mantenimiento actual del sistema, este recorrido se lo hace por los diferentes componentes cada 3 meses, se informa al departamento de mantenimiento que daños presenta el sistema y si se debe hacer una reparación de la tubería en sectores que presenten daños.

Datos obtenidos según la matriz OPS (Organización Panamericana de la Salud).

3.5.1.8 Medidas de mitigación vulnerabilidad física

TABLA N° 45: Medidas de mitigación Vulnerabilidad física

Amenaza estación seca o de estiaje			
Componente (Elemento/ Equipo)	Ponderación	Medidas de mitigación	Capacidad de respuesta
Captación			
Vertientes Tapa Hormigón armado Tubería PVC 110mm	3	<ul style="list-style-type: none"> - Implementar la forma de captar toda la fuente de agua para aumentar el caudal de agua - Realizar recorrido a las fuentes una vez por semana para verificar que no exista pérdidas de agua en la captación 	Disponer de un fondo emergente para la limpieza ampliación y mejoramiento de las fuentes de agua

Ponderación 1 (Bajo); 2 (Medio) y 3 (Alto.)

Fuente: OPS (Organización Panamericana de la Salud)

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

Según los datos obtenidos de la matriz OPS se hace necesario implementar un plan de manejo de afloramientos para aumentar el caudal de agua, además un recorrido a las fuentes una vez por semana para verificar que no exista pérdidas en las fuentes y línea de conducción.

3.5.1.9 Medidas de mitigación vulnerabilidad amenazas

TABLA N° 46: Medidas de mitigación Vulnerabilidad - amenazas

Amenaza Invierno prioridad 1			
Componente (Elemento/ Equipo)	Ponderación	Medidas de mitigación	Capacidad de respuesta
Captación			
Vertientes	2	Realizar recorrido a los afloramientos y línea de conducción para evitar colapsos por saturación de suelo y garantizar la continuidad de agua a la ciudadanía.	Contar con un fondo emergente para la limpieza ampliación y mejoramiento de las fuentes de agua

Ponderación 1 (Baja; 2 (Media) y 3 (Alto)

Fuente: OPS (Organización Panamericana de la Salud)

Según los datos obtenidos de la matriz OPS se hace necesario implementar efectuar recorridos a los afloramientos y línea de conducción para prever colapsos por saturación de suelo y garantizar la continuidad del líquido vital.

3.5.1.10 Vulnerabilidad Operativa

TABLA N° 47: Debilidades en la prestación de los servicios

Cantidad, continuidad y calidad del agua			
No. Usuarios	Componentes	Capacidad componentes	Requerimiento actual
6952	Captación almacenamiento	-	-
Déficit(-) superávit (+)	Continuidad (periodos)		Calidad de Agua
-	En épocas de verano falta en la red de distribución		INEN 1108

Operación y mantenimiento
Rutina operación y mantenimiento
<ul style="list-style-type: none"> - Toma de lecturas de consumo de los medidores periódicas - Ausencia en el control de medidores y reparaciones de las mismas - Desinterés en el registro de caudal de ingresos a los tanques de almacenamiento y de monitoreo del sistema de agua para verificar posibles daños y pérdida de caudal

Fuente: OPS (Organización Panamericana de la Salud)

Según los datos obtenidos de la matriz OPS se evidencia que no cuenta con un sistema de macromedición que permita cuantificar de manera cierta la cantidad de agua captada, producida y distribuida, desconociéndose el déficit y superávit que permita determinar las pérdidas en las la red, en el agua de consumo, la facturación, datos precisos, operativos, flujos, volúmenes precisos y niveles en sistemas de abastecimiento de agua potable.

3.5.1.11 Medidas de mitigación de la vulnerabilidad Operativa

TABLA N° 48: Medidas de mitigación de la vulnerabilidad operativa

Áreas	Ponderación	Medidas de mitigación	Capacidad de respuesta
Mantenimiento y operación	3	<p>Contratar con capacitadores dictar charlas en temas de utilización del manual de mantenimiento y operación</p> <p>Revisar y registrar periódicamente el estado de conservación y funcionamiento de los elementos e informar a la administración</p> <p>Adquisición de uniformes (EPP) adecuados para realizar trabajos sin daños al personal</p>	<p>Personal capacitado en eficiencia de respuesta de emergencia</p> <p>Realizar recorridos periódicos del sistema Registrar los lugares donde presentan daños</p> <p>Personal con EPP apropiados para eficiencia en la respuesta de daños</p>

Ponderación 1 (Bajo); 2 (Medio) y 3 (Alto)

Fuente: OPS (Organización Panamericana de la Salud)

Según los datos obtenidos de la matriz OPS se demuestra la falta de capacitación, charlas en temas de utilización del manual de mantenimiento y operación, así como la falta de revisión y registro periódica del estado de conservación y funcionamiento de los elementos, datos que además desconoce la administración, produciéndose así daños y pérdidas sociales.

3.5.1.12 Medidas de mitigación Vulnerabilidad Administrativa

TABLA N° 49: Medidas de mitigación vulnerabilidad administrativa

Áreas	Ponderación	Medidas de mitigación	Capacidad de respuesta
Administrativa	2	Adquisición y cumplimiento de Leyes, Normas y Reglamentos	Inmediato en ámbito de la EP-EMAPA-G De las normas
	3	Capacitación al personal técnico y administrativo	Inmediata realizar las capacitaciones
	3	Se requiere un fondos de emergencia apartado del presupuesto anual	Cuotas adicionales en el servicio cada año
		Se debe garantizar la asignación de los recursos financieros y la aplicación de medidas de mitigación como parte de los proyectos de desarrollo en ejecución o a ejecutarse	Control de consumo real de los usuarios
Total	8		
2.6		Nivel vulnerabilidad Media	

Prioridades: 1 (Bajo); 2 (Media) y 3 (Alto)

Fuente: OPS (Organización Panamericana de la Salud)

Según los datos obtenidos de la matriz OPS se evidencia cumplimiento de leyes, normas y reglamentos, pero falta de capacitación al personal técnico y administrativo, no cuenta con un fondo de emergencia apartado del presupuesto anual, se recomienda que dentro de la planificación de proyectos a ejecutarse se maneje también un plan de contingencia.

TABLA N° 50 Vulnerabilidad – Por departamentos EP-EMAPA-G

Red	Sistema	Ponderación	Vulnerabilidad funcional
Agua potable	Debilidades organizativas y administrativas	3	Alto
	Debilidades de los componentes físicos	3	Alto
	Medidas de mitigación estación seca o estiaje	3	Alto
	Medidas de mitigación estación invernal	2	Medio
	Medidas de mitigación vulnerabilidad operativa	3	Alto
	Medidas de mitigación vulnerabilidad administrativa	3	Alto

Elaborado por: Vidal Del Pozo y Juan Castillo

CAPÍTULO 4

RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS

4.1 Resultados según Objetivo 1

Tomar los problemas del sistema de agua potable como elementos a ser tratados en el plan de contingencia.

Promovida la perspectiva de la prevención, mitigación y proceso de estudio del sistema de agua potable en la ciudad de Guaranda, los primeros resultados del análisis constituyen factores de vulnerabilidad funcional a la que se encuentra expuesta el sistema de agua, resultados que requieren cambios oportunos, criterios acertados para la toma de decisiones; es decir contrarrestar lo vulnerable, ante posibles eventos naturales y eventos antrópicos; fortaleciendo así la prevención y mitigación; no solo contando con una sola fuente de captación, sino con varias fuentes de aguas esto proporcionaría a la ciudad de Guaranda tener mayor nivel de resiliencia ante la necesidad e interés de fortalecer el sistema de agua potable en la ciudad de Guaranda.

TABLA N° 51: Sistema funcional de agua potable de la ciudad de Guaranda

Fecha:	22/06/2017		
Nombre del sistema	Plan maestro de agua potable de Guaranda		
Tipo de sistema	Gravedad X	Bombero	Mixto
Tiempo de funcionamiento	9 años		
Ubicación del sistema	El sistema de agua potable empieza a 20 km de distancia de la ciudad de Guaranda, hacia el norte, desde la zona del páramo conocido como el Arenal.		
Vías de acceso	A pie X	Vehículo	Otros
Ciudad Beneficiaria	Guaranda		

Descripción del sistema y sus componentes

CAPTACIÓN				
Tipo	Elementos	Equipos	Accesorios	Daños presentados
Vertiente	Tubo PVC 110 mm Cajón recolector de hormigón armado	Ninguno	Válvula Tapa	No presenta daños

CONDUCCIÓN				
Tubería	Tanques	Accesorios	Paso de quebradas/ríos	Daños presentados
PVC 160 mm Hierro 160 mm	Rompe presión en diferentes tramos de la tubería	Válvulas de aire Tapas válvulas rompe presión	Hierro sin anclajes estructura de hormigón para sostener el paso de la tubería	Presencia de daños en diferentes sectores

ALMACENAMIENTO TRATAMIENTO				
Elementos	Equipos	Accesorios	Daños presentados	
1 tanque de forma rectangular de hormigón armado sedimentador 3 tanque de almacenamiento de forma circular De Hormigón armado	Ninguno	Válvula tapa codos Tubería de desfogue	Presencia de fisuras	

RED DE DISTRIBUCIÓN				
Tubería	Tanques	Pasos de quebradas/ríos	Conexiones domiciliarias	Daños presentados
PVC 160 mm	13	2 pasos de ríos tubería de hierro sin anclaje estructura de hormigón para conducir a los tanques reservorios	6952	Presencia de fugas en diferentes sectores de la ciudad

Fuente: OPS (Organización Panamericana de la Salud)

4.2 Resultados según Objetivo 2

Concientizar en el personal de los Departamentos Administrativo, Técnico Mantenimiento y Comercialización en el mejoramiento y continuidad del sistema de agua potable.

Una capacitación efectiva y de calidad que permita el empoderamiento de los temas en amenaza, vulnerabilidad, riesgo, capacidades, recursos, prevención y mitigación en el sistema funcional de agua potable; cuya información sea integral y eminentemente participativa con los ciudadanos, aplicando un rol fundamental de información para poder cumplir estos propósitos, lo que posiblemente beneficiará al sistema de agua potable, mismo que concientizada la EP-EMAPA-G darán seguridad, confianza al personal; de esta manera cumple con el principio de reducción de riesgos.

TABLA N° 52: Debilidades organizativas y administrativas

Áreas	Ponderación	Medidas de mitigación	Capacidad de respuesta
Mantenimiento y operación	2	<p>Contratar con Capacitadores, dictar charlas en temas de utilización del manual de mantenimiento y operación</p> <p>Revisar y registrar periódicamente el estado de conservación y funcionamiento de los elementos e informar a la administración</p> <p>Adquisición de uniformes (EPP) adecuados para realizar trabajos sin daños al personal</p>	<p>Personal capacitado, eficiencia en respuesta de emergencia</p> <p>Realizar recorridos periódicos del sistema Registrar los lugares donde presentan daños</p> <p>Personal con EPP apropiados eficiencia en la respuesta de daños</p>

Fuente: OPS (Organización Panamericana de la Salud)

TABLA N° 53: Debilidades de los componentes físicos – amenazas

Amenaza sequia Prioridad 1			
Componentes Elementos /equipos expuestos	Estado actual (condiciones desfavorables)	Daños estimados (tipo y numero)	Valor actual del componente
Captación			
vertiente	Captación sin protección y limpieza, falta de captar en su totalidad la vertiente	Perdida de caudal y desabastecimiento en la ciudad, racionamientos en sectores, pérdida económica en sectores productivos la ciudadanía debe proveerse de agua en la vertiente de agua de la ciudad sector la pila	

Fuente: OPS (Organización Panamericana de la Salud)

Análisis de la forma de operación del sistema de agua potable

Operador	Contratado	Voluntario	Tiempo completo	Tiempo parcial	Ocasional
1	X	-	X		-

Responsabilidad

Operador	Responsabilidad
Agustín Patín	Hacer el recorrido, Verificar los daños del sistema, Informar de daños existentes, Solicitar asesoramiento al jefe de mantenimiento. Solicitar material y personal para hacer reparaciones. Informar de la culminación de la reparación.

4.3 Resultados según Objetivo 3

Plantear un plan de contingencia del sistema de agua potable ante posibles amenazas.

Empoderar y aplicar un plan de contingencia con actualización y capacitación constante para que contribuya de mejor manera la reducción de riesgo del sistema funcional de agua potable; cabe indicar que si no se implanta prevención en el momento oportuno, esto podría generar una posible emergencia, en el sistema de agua potable con sus eventuales consecuencias.

PLAN DE CONTINGENCIA PARA LA FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE GUARANDA PROVINCIA BOLÍVAR, PERIODO 2017.

El presente plan de contingencia del sistema de agua potable de la ciudad de Guaranda indica los recursos humanos y materiales necesarios para controlar los factores de riesgo más relevantes que pueden comprometer la calidad y continuidad, para facilitar la puesta en disposición de los recursos que han de intervenir para garantizar la operación.

OBJETIVOS:

Objetivo General:

- Prevenir futuras amenazas que proyectan vulnerabilidad al sistema de agua potable en el área urbana de la ciudad de Guaranda.

Objetivos Específicos:

- Implementar y coordinar un manejo técnico, monitoreo y control eficiente para prevenir amenazas en el sistema funcional de agua potable del área urbana de la ciudad de Guaranda.
- Tomar acciones a largo plazo como capacitaciones para mantener un manejo técnico, monitoreo y control en el sistema funcional de agua potable.

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

IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS Y VULNERABILIDADES

TABLA N° 54: Análisis de Riesgo

Amenaza	vulnerabilidad	Elementos expuestos	Riesgos
Vandalismo	Destrucción de tanques rompe presión,	Tanques rompe presión, de caudal, tuberías,	Suelo saturado posible licuefacción,
Movimiento en masa	taponamiento de tubería de conducción	válvulas de aire ,	destrucción del sistema

Disposiciones

Para la correcta ejecución del plan de contingencia en caso que la emergencia no pueda ser solventada por la EP-EMAPA-G esta deberá trabajar conjuntamente con la coordinación de instituciones las cuales prestaran su ayuda y participación. (OPS 2004)

Instituciones

- ✓ Cuerpo de Bomberos
- ✓ Municipio de Guaranda
- ✓ Concejo provincial
- ✓ Policía Nacional
- ✓ Cruz Roja

Responsabilidades:

Cuerpo de Bomberos, SGR. Manejo del contingente

Municipio de Guaranda. Recurso maquinaria si la emergencia lo amerita

Consejo Provincial. Abastecimiento de agua a la ciudadanía colaboración con maquinaria.

Policía Nacional. Mantener el orden y la seguridad de la ciudadanía durante los eventos del contingente.

Cruz Roja. Brindar Primeros Auxilios

La Gerencia de la EP-EMAPA-G deberá coordinar con las instituciones antes mencionadas para poder ejecutar el plan de contingencia favorablemente y así obtener una recuperación inmediata. (OPS 2004)

Funciones y Responsabilidades

Jefe sobre el Terreno de la Emergencia.

El Gerente de la EP-EMAPA-G será el que haga de jefe sobre el terreno, se establecerá en el lugar del siniestro y asumirá la dirección de la operación, el número de ayudantes que disponga estarán sujetos a la complejidad de la contingencia a ser atendida.

Supervisor de Operaciones.

El jefe de operaciones lo hará el Jefe de los Bomberos quien a su vez será el encargado de planificar y ejecutar la operación a enfrentar la contingencia.

Supervisor de Apoyo Logístico y Comunicaciones.

La EP-EMAPA-G nombrará al supervisor de apoyo logístico y comunicaciones, quien será el responsable de coordinar:

El apoyo logístico de equipos y personal.

Manejo y coordinación de las comunicaciones.

Supervisor Administración y Financiero

Se deberá nombrar entre todos los funcionarios financieros de la EP-EMAPA-G a uno de ellos como Supervisor Administrativo y Financiero, el que estará a cargo de:

Manejo de control de fondos.

Administración del personal.

Archivo y documentación.

Supervisor de Relaciones Públicas y Asuntos Legales.

La EP-EMAPA-G designara al responsable y encargado de suministrar al público, y a quien sea necesario la información suficiente y exacta sobre la contingencia.

Organización del Plan de Contingencia.

El jefe sobre el terreno será el encargado de asumir la cobertura de la dirección de la situación de la emergencia siendo las siguientes sus funciones:

- ✓ Evaluar el evento de la contingencia con el fin de determinar la posibilidad de solicitar apoyo a las instituciones anteriormente mencionadas, la cual dependerá de la magnitud de la contingencia y la capacidad de respuesta de la EP-EMAPA-G para atender sin el apoyo externo.
- ✓ Disponer la actividad del Plan de Contingencia, con una respuesta eficaz en caso de una emergencia.
- ✓ Coordinar con las demás instituciones involucradas las acciones del plan de contingencia a fin de permitir un ágil y eficiente en la toma de decisiones tanto en l zona de peligro como fuera de ella.
- ✓ Coordinar la mitigación en forma eficaz de los daños físicos. Económicos y sociales que pudieran ocasionar los eventos en el contingente o emergencia
- ✓ Informar al GAD Municipal sobre la naturaleza de la emergencia y las medidas de control a implementarse. (OPS 2004)

Procedimientos de la Emergencia

La secuencia a tomar las acciones para desarrolla y poder enfrentar una contingencia de debe conformar las siguientes brigadas.

Brigada de Respuesta

Esta brigada estará conformada por personal de la EP-EMAPA-G y el Cuerpo de Bomberos, SGR, Cruz Roja, será necesario la participación de estas entidades de ser así se debe conformar el sistema de comando de incidentes (SCI) y desarrollar un manual de procedimiento en el caso de que la contingencia pueda ser atendida únicamente por la EP-EMAPA-G, el jefe sobre el terreno será quien dirija, en el área de emergencia la Brigada de Respuesta a fin de iniciar las operaciones para controlar la contingencia.

De no estar presente el Jefe sobre el Terreno, será el Supervisor de Operaciones el que dirija la operación. (OPS 2004)

Procedimiento de Notificación

Detectada la presencia de un evento de contingencia la empresa a través de los trabajadores deberá comunicar del evento al Jefe sobre el Terreno, quien a su vez éste deberá informar del evento al Alcalde de la ciudad, dependiendo de la gravedad y las circunstancias del contingente.

Reporte

Jefe Sobre el Terreno

El jefe sobre el terreno conjuntamente con la brigada de respuesta deberá prepara un informe inicial de la contingencia el cual contara lo siguiente:

- ✓ Fecha del evento contingente
- ✓ Hora aproximada
- ✓ Tipo de evento contingente.
- ✓ Causa y descripción inicial del tipo de evento contingente, informar si el evento se encuentra bajo control o no.
- ✓ Efectos producidos por el evento, contingente y su descripción inicial.
 - En los moradores del sector
 - En el áreas adyacentes

- En el medio ambiente
- En los sistemas de conducción de agua.

Brigada de control

- ✓ Evaluación inicial por la brigada de control y obtener respuestas.
- ✓ Tiempo transcurrido entre la identificación del evento y la actividad de la brigada de control.
- ✓ Tiempo transcurrido en el control del evento
- ✓ Tiempo transcurrido para el despliegue de equipos y materiales para el control del evento, contingente
- ✓ Nombre y actividad de las personas que envían el reporte inicial

Responsabilidad

- ✓ Jefe sobre el terreno reporta al alcalde.
- ✓ Acciones a su cargo.
- ✓ Evaluación del incidente.
- ✓ Definir estrategias de respuesta.
- ✓ Coordinar acciones.
- ✓ Supervisar y evaluar la efectividad de la respuesta.
- ✓ Mantener comunicaciones con las entidades de apoyo solicitadas.
- ✓ Elaboración de reporte.

Supervisor de Operaciones reporta a Jefe sobre el Terreno.

Acciones a su cargo:

- ✓ Asegurar la eficiencia de las operaciones de respuesta
- ✓ Elaborar reporte

Supervisor de apoyo y Logística y Comunicaciones reporta a Gente de EP-EMAPA-G.

Acciones a su cargo:

- ✓ Notifica acerca del incidente a los medios de comunicación
- ✓ Mantener relaciones constante con los medios de comunicación y prepara las comunicaciones oficiales de la empresa
- ✓ Elaborar reportes (OPS 2004)

4.3.1. Plan de Propuesta

Se propone a los técnicos, trabajadores y personal administrativo de la EP-EMAPA-G, trabajen en conjunto, para lo cual se anexa un modelo de Plan de Propuesta, mejorar la calidad de respuesta ante una emergencia en el sistema de agua potable

TABLA N° 55: Plan de Propuesta

Actividades	Contenido	Objetivo	Fecha		Responsable	Beneficiarios
			Inicio	Final		
1. Presentación del Plan de Contingencia	Demostrar que un plan es una herramienta que otorga funciones a seguir en caso de una emergencia, estrategias técnicas operativas que tiene la finalidad de mejorar la calidad de respuesta en el sistema funcional de agua potable, para lo cual se acompaña guías, mapas para mejor comprensión	Mejorar los criterios de desempeño de los técnicos, trabajadores y personal administrativo	-	-	Juan Castillo Vidal Del Pozo	Área urbana de Guaranda técnicos, trabajadores y personal administrativo
1. Capacitación y socialización del Plan de Contingencia	Se dio a conocer por medio de charla el efecto positivo, del beneficio de contar con un plan de contingencia.	Capacitar y socializar, tanto a técnicos, trabajadores como al personal administrativo	-	-	Juan Castillo Vidal Del Pozo	
2. Implementación del Plan de contingencia.	Prevenir futuras amenazas que proyectan vulnerabilidad al sistema de agua potable en el área urbana de la ciudad de Guaranda.	Ejecutar simulacros y evaluación funciones de cada brigada	-	-	Juan Castillo Vidal Del Pozo	

4.3.1 Proposición del Plan de Contingencia.

Que los técnicos, trabajadores y personal administrativo desarrollen a través de charlas participativas habilidades y destrezas a través del Plan de Contingencia, con la ayuda de simulacros.

Antes de la aplicación de la propuesta que los técnicos, trabajadores y personal administrativo conozcan a ciencia cierta que deben saber manejar un plan de contingencia, que es base para estar preparados ante daños, sobre todo prevenir vulnerabilidad en el sistema funcional de agua potable, luego de la capacitación o charlas se obtengan los siguientes resultados:

Se logre que tomen conciencia y den mayor importancia a los problemas de amenaza y riesgo que puede suscitarse en el sistema funcional de agua potable.

Los técnicos, trabajadores y personal administrativo, se motiven con la socialización de la propuesta puesto que muchos desconocen de la aplicación de un plan para mejorar la calidad de respuesta ante una emergencia.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El realizar un análisis de vulnerabilidad del sistema de agua potable en el área urbana de la ciudad de Guaranda Provincia Bolívar, se la considera oportuna desde una etapa retrospectiva; es decir, desde sus estructuras, fuente de captación, línea de conducción hasta los tanques reservorios, permiten la identificación de una probabilidad de amenazas o problemas de vulnerabilidad, los cuales pueden ocurrir en un tiempo y área específica.

Priorizar los problemas es tomar una mayor concientización y empoderamiento de la prevención, era necesario levantar esta información para conocer de cerca los problemas de la vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable.

Entender la importancia de un plan de contingencia realizado en forma participativa para evitar y prever amenazas del sistema de agua potable, no contar con un plan, es una falencia que se la debe corregir, como así lo reconocen, la EP-EMAPA-G debe utilizar como una de las herramientas más importante para realizar un manejo técnico adecuado desde el punto de vista de la prevención y el análisis de la vulnerabilidad.

5.2 Recomendaciones.

Incrementar acciones de prevención para el sistema de agua potable en el área urbana de la ciudad de Guaranda Provincia Bolívar, con la planificación y ejecución de un Plan de Contingencia, un trabajo conjunto, en la que la EP-EMAPA-G pueda con mayor eficiencia estimar el grado de afectación en los componentes del sistema de agua potable para poder prever futuras amenazas, implementando medidas de mitigación que disminuyan cualquier vulnerabilidad y permitan reducir el riesgo, de esta manera garantizar, en primer lugar, la sostenibilidad de los sistemas de funcionalidad del agua potable como también el suministro de agua de calidad para las viviendas del casco urbano de la ciudad de Guaranda.

Promover acciones para empoderar y concientizar a la EP-EMAPA-G, en la utilización de un Plan de Contingencia, como herramienta de refuerzo técnico, la que contenga estrategias para alcanzar, estimar y valorar el riesgo, lo cual consiste en estimar las pérdidas probables en los diferentes eventos peligrosos posibles.

Ejecutar un Plan de Contingencia, es relacionar los peligros y las vulnerabilidades con el fin de determinar el nivel de riesgo, amenaza y prevención ante un evento, en ese sentido, las amenazas se determinan de manera cualitativa o cuantitativa, se prevé el nivel de riesgo, variando desde riesgo bajo hasta riesgo muy alto, y se ven medidas de mitigación y/o prevención; planteamos esto, porque cada departamento tiene la responsabilidad de participar en él, conocerlo, y contar con una capacitación constante como principal objetivo en la educación de la prevención.

BIBLIOGRAFÍA.

Análisis de vulnerabilidad del sistema de agua potable de la ciudad de Huaraz (Perú)

Bartam, Jaime Dr.(2006) “Guía para la calidad de agua potable”

Care, Internacional del Ecuador (.....) “Operación y mantenimiento en sistemas de agua potable”

Gómez, M. Patricia Ing. (2012) “Mitigación de desastres en sistema de agua potable y saneamiento” Lima Perú. Pág. 6

INEC (2010) “VII censo de población y vivienda Instituto de Estadísticas y Censo”

ITDG. (2013).Estudio de amenazas y vulnerabilidad de los distritos de Yungay, Huaraz, Ranrairca. Independencia.

Lompoglia, Agüero Barrios. (2008) “Organización panamericana de la salud mitigación de desastres naturales en sistemas de agua potable y alcantarillado”.

Nieto, J.; Fernández, J.(2012) “Propuesta Metodológica Análisis de Vulnerabilidad a Nivel Municipal”

NTN, INEN 1108 (2014) “Norma técnica Ecuatoriana requisitos para un sistema de agua potable quinta revisión”

NTN, INEN 2655 (2013) “Implementación de Plantas potabilizadoras preferidas en sistemas públicos de agua potable “

Obando, R. Tupak Dr. (2011) “Geología, Geomorfología y Movimientos de Laderas en el área de sub cuencas Hidrográfica del Rio Mayales (Chontales Nicaragua)” Nicaragua.

Ofda/Aid “Mitigación de desastres en sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario OPS/ OMS

PDVSA. – Criterios para el análisis cuantitativo de riesgos. – En: Manual de ingeniería de riesgos, vol. 1. – Caracas, mayo 2013. – 92 p.

Potosmer, E. Ing. (2010) “Metodología para el análisis y manejo de los riesgos naturales (MET-ALARN)” Managua, Nicaragua.

Rodríguez, Claudia Catalina rieto. (2002 “Metodología para la evaluación de riesgos por deslizamientos en líneas de conducción de hidrocarburos”.

Salomón, M. Cesar, Ing. (2002) “La Gestión de riesgos y los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento” CISMID

Trisolini, Ing. Eduardo García, (2003) “Manual de proyectos de agua potable en poblaciones rurales “

Yépez, H. Plaza, G “Manual para la mitigación de desastres naturales en sistemas rurales de agua potable” OPS/ OMS

OPS (2004) “Emergencia y Desastres en sistemas de agua potable y saneamiento” Guía para una respuesta eficaz.

CRONOGRAMA DEL PROYECTO

CRONOGRAMA PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO																				
ACTIVIDADES	ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	
CAPITULO1																				
1.1. Planteamiento del Problema																				
1.2. Formulación del Problema																				
1.3. Objetivos																				
1.4. Justificación de la Investigación																				
1.5. Limitaciones																				
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO																				
2.1. Antecedentes de la Investigación																				
2.2. Bases Teóricas																				
2.3. Definición de Términos (Glosario)																				
CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO																				
3.1. Nivel de Investigación																				
3.2. Diseño																				
3.3. Población y muestra																				
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos																				
3.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos																				
CAPITULO 4: RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS																				
4.1 Resultados según objetivo 1																				
4.2 Resultados según objetivo 2																				
4.3 Resultados según objetivo 3																				
4.4 Resultados según objetivo 4																				
CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES																				
5.1 Conclusiones																				
5.2 Recomendaciones																				
BIBLIOGRAFÍA																				
ANEXOS																				
RESUMEN EJECUTIVO																				
INTRODUCCIÓN																				
PRESENTACIÓN DEL PRIMER BORRADOR																				
DEFENSA DEL PROYECTO																				

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

PRESUPUESTO GENERAL			
TEMA:			
ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE GUARANDA PROVINCIA BOLÍVAR PERIODO 2017.			
CANTIDAD	CONCEPTO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Alquiler de Gps	50 \$	50 \$
1	Trasporte a las diferentes sectores del recorrido	100\$	100 \$
1	Transportes a recorrido captaciones	100	100
1	Material para aplicación de encuestas	45\$	45\$
6	Entrevistas	20 \$	120 \$
3	Impresiones del documentos borradores	22 \$	66\$
3	Anillados	2.50 \$	7.50 \$
TOTAL			488,50 \$

ANEEXOS

Anexo N° 1



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y EL SER HUMANO
ESCUELA DE GESTIÓN Y RIESGOS**

ENTREVISTA REALIZADA AL PERSONAL DEL DEPARTAMENTO TÉCNICO

Estimado Señor: Con el fin de analizarla vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable en el área urbana de la ciudad de Guaranda provincia Bolívar periodo 2017.", le solicitamos muy comedidamente, se digne responder el presente cuestionario de una manera confiable. Los resultados ayudarán a la elaboración de una propuesta en beneficio de la institución.

1. ¿Cuál es el material de construcción de las tuberías del sistema de agua potable?
2. ¿En qué año se actualizó el nuevo sistema de agua potable?
3. ¿Cuenta el departamento con una planificación para el mantenimiento y recorrido del sistema?
4. ¿Indique cada qué tiempo se realiza el mantenimiento y recorrido en cada elemento del sistema?
5. ¿Cree usted que contamos con un sistema de agua potable sin problemas y pérdida de caudal?
6. ¿Cuenta con materiales necesarios para atender cualquier emergencia en caso de daños en la red?
7. ¿Conoce el caudal de ingreso a la planta de tratamiento y el caudal de salida a la red de distribución?

Gracias por su gentil colaboración

Anexo N° 2



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y EL SER HUMANO
ESCUELA DE GESTIÓN Y RIESGOS**

ENTREVISTA REALIZADA AL PERSONAL DEL DEPARTAMENTO DE LABORATORIO

Estimado Señor: Con el fin de analizarla vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable en el área urbana de la ciudad de Guaranda provincia Bolívar periodo 2017.", le solicitamos muy comedidamente, se digne responder el presente cuestionario de una manera confiable. Los resultados ayudarán a la elaboración de una propuesta en beneficio de la institución.

1. ¿Cuántas muestras de agua se recolecta para hacer el análisis de la calidad de agua?
2. ¿En qué lugares se recolectada las muestras?
3. Cómo se realiza la clorificación del agua?
4. ¿Cuáles son los parámetros del agua que son analizados según la norma INEN 1108?

Gracias por su gentil colaboración

Anexo N° 3



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y EL SER HUMANO
ESCUELA DE GESTIÓN Y RIESGOS

ENCUESTAS REALIZADAS A LA CIUDADANÍA DEL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE GUARANDA

Estimado Ciudadano/a: Con el fin de analizar la vulnerabilidad funcional del sistema de agua potable en el área urbana de la ciudad de Guaranda provincia Bolívar periodo 2017.", le solicitamos muy comedidamente, se digne contestar el presente cuestionario de una manera confiable. Los resultados ayudarán a la elaboración de una propuesta en beneficio de la institución.

Instrucción: Sírvase colocar una X en la opción de la respuesta que Usted esté de acuerdo

CUESTIONARIO

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

Radio () Prensa ()

Televisión () Ninguno ()

2. **¿Ante un daño interno de su vivienda del servicio de agua potable, conoce usted a que departamento acudir?**

Departamento Técnico () Recaudación ()

Servicio al cliente () No sabe ()

3. **¿Ante una incidencia o daños en el suministro de agua potable a nivel general, cree que el EP-EMAPA-G actúa con eficiencia y rapidez?**

Si () No ()

4. ¿Considera usted que el control de medidores realizados por los trabajadores del EP-EMAPA-G es llevado correctamente?

Si () No ()

5. ¿Cuál han sido los inconvenientes por los cuales ha tenido que acercarse a la EP-EMAPA-G?

Alza de tarifa mensual () Cortes indebidos ()

Desorientación de información () Ninguno ()

6. ¿Cuál ha sido la respuesta de la EP-EMAPA-G para solucionar sus problemas ante tarifas altas o cortes indebidos?

Rápida () Oportuna ()

Eficiente () Ineficiente ()

7. ¿Está conforme con el servicio de agua potable en la ciudad de Guaranda?

Si () No ()

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

Calidad de agua () Cantidad de agua ()

Continuidad () Respuesta inmediata
a posibles daños ()

Mejorar la administración () Atención al cliente. ()

Gracias por su gentil colaboración

Anexo N° 4

CERTIFICADO




CERTIFICADO:

A quien interese certifico que, los señores EDWIN VIDAL DEL POZO CHÁVEZ y JUAN MANUEL CASTILLO GARCÍA estudiantes de la Universidad Estatal de Bolívar, han realizado diferentes actividades dentro del proyecto de investigación en la EMPRESA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE GUARANDA, con el tema: **ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE GUARANDA PROVINCIA BOLÍVAR PERÍODO 2017**, desde Mayo del 2017 hasta la presente fecha.

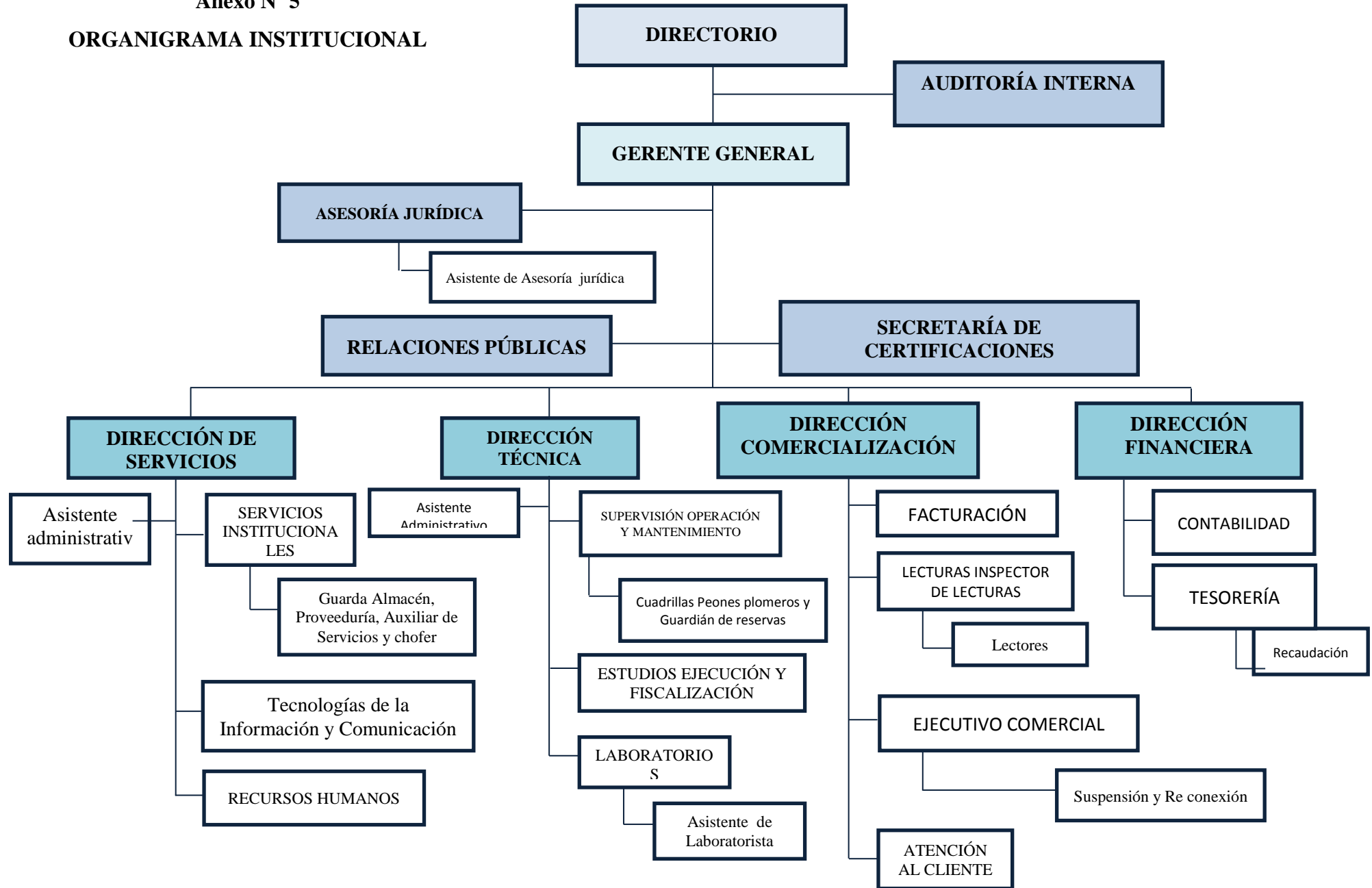
Es todo cuanto puedo certificar.


Ing. Gustavo Noboa
DIRECTOR TÉCNICO DE LA E-P EMAPA-G.


EMPRESA MUNICIPAL
DE AGUA POTABLE Y
ALCANTARILLADO DE
GUARANDA
DIRECCIÓN TÉCNICA

Guaranda, 19 de Octubre del 2017

Anexo N° 5
ORGANIGRAMA INSTITUCIONAL



Anexo N° 6

Fotografía Evidencias

Entrevista Departamento Técnico –Laboratorio



Anexo N° 7

Fotografías Evidencia

Encuesta a la ciudadanía del área urbana de Guaranda



Anexo N° 8

IDENTIFICACIÓN DE LA FORMA DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

Operador	Contratado	Voluntario	Tiempo completo	Tiempo parcial	Ocasional
1	X	-	X	-	-

RESPONSABILIDAD

Operador	Responsabilidad
Agustín Patín	Hacer el recorrido Verificar los daños del sistema Informar de daños existentes Solicitar asesoramiento al jefe de mantenimiento Solicitar material personal para hacer reparaciones Informar de la culminación de la reparación

¿El operador utiliza gráfico actual del sistema de agua?

Si..... NO.....

¿Porque?

¿El operador utiliza un manual reglamentario de operación y mantenimiento?

Si..... NO.....

¿Porque?

¿El operador mantiene un libro de vida del sistema?

Si NO.....

¿Porque?

Anexo N° 9

Vulnerabilidad Línea de conducción.

Variables de vulnerabilidad intrínseca	Descripción	Indicador	ponderación
Estado actual	El sistema se encuentra en estado regular, presenta daños en diferentes tramos, cumple con las normas y las especificaciones técnicas para desempeñar un correcto funcionamiento.	Regular	2
Tubería	PVC 160 mm 250 mm Hierro 160 mm,250 mm	Regular	2
Tanque	Rompe presión en diferentes tramos de la tubería y válvulas de aire.	Regular	2
Antigüedad	El sistema es nuevo, construido con el proyecto Plan Maestro hace 9 años, se la realizó con un nuevo rediseño y cambio de todos sus elementos.	0 a 25 años	1
Mantenimiento	Esta actividad es ocasionalmente, se lo realiza comúnmente cuando el sistema lo necesita, o cuando se evidencia perdida de caudal no posee un plan estratégico de mantenimiento.	Ocasional mente	3
Material de construcción	Cuenta con tubería PVC de 160mm, válvulas de aire, tanque rompe presión para minimizar la velocidad del caudal conducido.	PVC Hormigón armado	1
Estándares de diseño y construcción	El sistema cumple con las normas técnicas de construcción INEN 2655 propuestas por el Ex IEOS para sistemas de agua potable.	NTE INEN 1108, IEOS y normas actuales.	1
Daños	Ciertos tramos presentan taponamiento en los tanques rompe presión (vandalismo) y ruptura de la tubería.	Regular	2
TOTAL			14
Vulnerabilidad Baja			1.75

Anexo N° 10

Características del sistema de agua de la ciudad de Guaranda

Fecha:	22/06/2017		
Nombre del sistema	Plan maestro de agua potable de Guaranda		
Tipo de sistema	Gravedad X	Bombeo	Mixto
Tiempo de funcionamiento	9 años		
Ubicación del sistema	El sistema de agua potable empieza a los a 20 km de distancia de la ciudad de Guaranda, desde la zona del páramo considerado como el Arenal		
Vías de acceso	A pie X otros	vehículo	
Ciudad Beneficiaria	Ciudad de Guaranda		

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA Y SUS COMPONENTES

CAPTACIÓN				
Tipo	Elementos	Equipos	Accesorios	Daños presentados
Vertiente	Tubo PVC 110mm Cajón recolector de hormigón armado	Ninguno	Válvula Tapa	No presenta daños

CONDUCCIÓN				
Tubería	Tanques	Accesorios	Paso de quebradas/ríos	Daños presentados
PVC 160mm Hierro 160mm	Rompe presión en diferentes tramos de la tubería	Válvulas de aire Tapas válvulas rompe presión	Hierro sin anclajes estructura de hormigón para sostener el paso de la tubería	Presenta daños en diferentes tramos.

ALMACENAMIENTO TRATAMIENTO			
Elementos	Equipos	Accesorios	Daños presentados
1 tanque de forma rectangular de hormigón armado sedimentador 3 tanque de almacenamiento de forma circular De Hormigón armado	Ninguno	Válvula tapa codos Tubería de desfogue	Presenta fisuras en tanques de almacenamiento

RED DE DISTRIBUCIÓN				
Tubería	Tanques	Pasos de quebradas/ríos	Conexiones domiciliarias	Daños presentados
PVC 160mm	13	2 paso de ríos tubería de hierro sin anclaje estructura de hormigón para conducir los tanques reservorios	6952	Presenta daños en diferentes zonas de la ciudad.

Fuente: OPS (Organización Panamericana de la Salud)

Anexo N° 11

Matriz de valoración de tanques de reserva de Agua Potable

DATOS GENERALES			
TANQUE DE RESERVA DE :	<u>GUARANDA</u>		
PLANOS EXISTENTES :	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
UBICACIÓN DE LA UNIDAD :	<u>Planta de Tratamiento de Chaquishca</u>		
FORMA :	CIRCULAR <input checked="" type="checkbox"/>	CUADRANGULAR <input type="checkbox"/>	RECTANGULAR <input type="checkbox"/>
	OTRO (DESCRIPCIÓN) _____		
DIMENSIONES :	D = <u>15.90</u>	L = _____	a = _____ h = <u>4.10</u>
VOLUMEN :	<u>814.1</u> = <u>800</u> m ³	AÑO DE CONSTRUCCIÓN : <u>1.994</u>	
OBSERVACIONES :	<u>El volumen corresponde al utilizable, sin incluir la altura de la cámara de aire.</u>		
COORDENADAS DE UBICACIÓN (UTM) :	<u>17 722 769</u>	E	<u>9 828 278</u> N
COTA DEL TERRENO :	<u>2,946.0</u> msnm		
AREA DE SERVICIO :	<u>Almacena el agua tratada para conducir al Tanque de Reserva de La Humbertina.</u>		
	PRESIÓN SECTOR ALTO :	<u>15</u> PSI	PRESIÓN SECTOR BAJO : _____
ESTADO DE LAS OBRAS CIVILES DE LA RESERVA :			
	BUENO <input checked="" type="checkbox"/>	REGULAR <input type="checkbox"/>	MALO <input type="checkbox"/>
MEJORAS :	<u>La altura del rebose es tal que al llegar a los 3,10 metros, el agua ya desborda, desperdiando volumen del tanque. Se desperdicia el 24% de la capacidad del tanque.</u>		
CERRAMIENTO :			
	SI <input checked="" type="checkbox"/>	ESTADO :	BUENO <input checked="" type="checkbox"/> REGULAR <input type="checkbox"/> MALO <input type="checkbox"/>
	NO <input type="checkbox"/>	TIPO (DESCRIP)	_____
DIMENSIONES :	L = _____	a = _____	h = _____
MEJORAS :	<u>Es un solo cerramiento para toda la planta de tratamiento.</u>		
TUBERÍAS / MATERIAL :			
	Ø entrada = <u>200 PVC</u>	Ø salida = <u>250 PVC</u>	
	Ø desague = <u>250 PVC</u>	Ø rebose = <u>250 PVC</u>	
ESTADO DE VÁLVULAS Y ACCESORIOS :			
	BUENO <input checked="" type="checkbox"/>	REGULAR <input type="checkbox"/>	MALO <input type="checkbox"/>
MEJORAS :	_____		
OBSERVACIONES :	<u>- Reparar rebose a la altura de diseño de la unidad fisuras en la parte superior del tanque</u>		

Fuente: CORPCONSUL Cía. Ltda.

Anexo N° 12

Fotografía de evidencias

Recorrido del sistema de agua potable (Captación y Conducción)

	
Tanque de captación	Tanque de captación
	
Línea de conducción	Línea de conducción

Anexo N° 13

Fotografía de evidencias

Daños en el sistema de Agua

	
Captación cubierta	Tubería de captación colapsada
	
Tanque rompe presión taponado perdida de caudal	Tubería colapsada en tanque de recolector de caudal

Anexo N° 14

TANQUES DE RESERVORIO

Chaquishca (4 tanques)	Primero de Mayo
	
Los Trigales	La Humberdina
	
Los Músicos	Los Lirios 1
	
El Camal	Los Tanques
	
Juan XXIII	
	

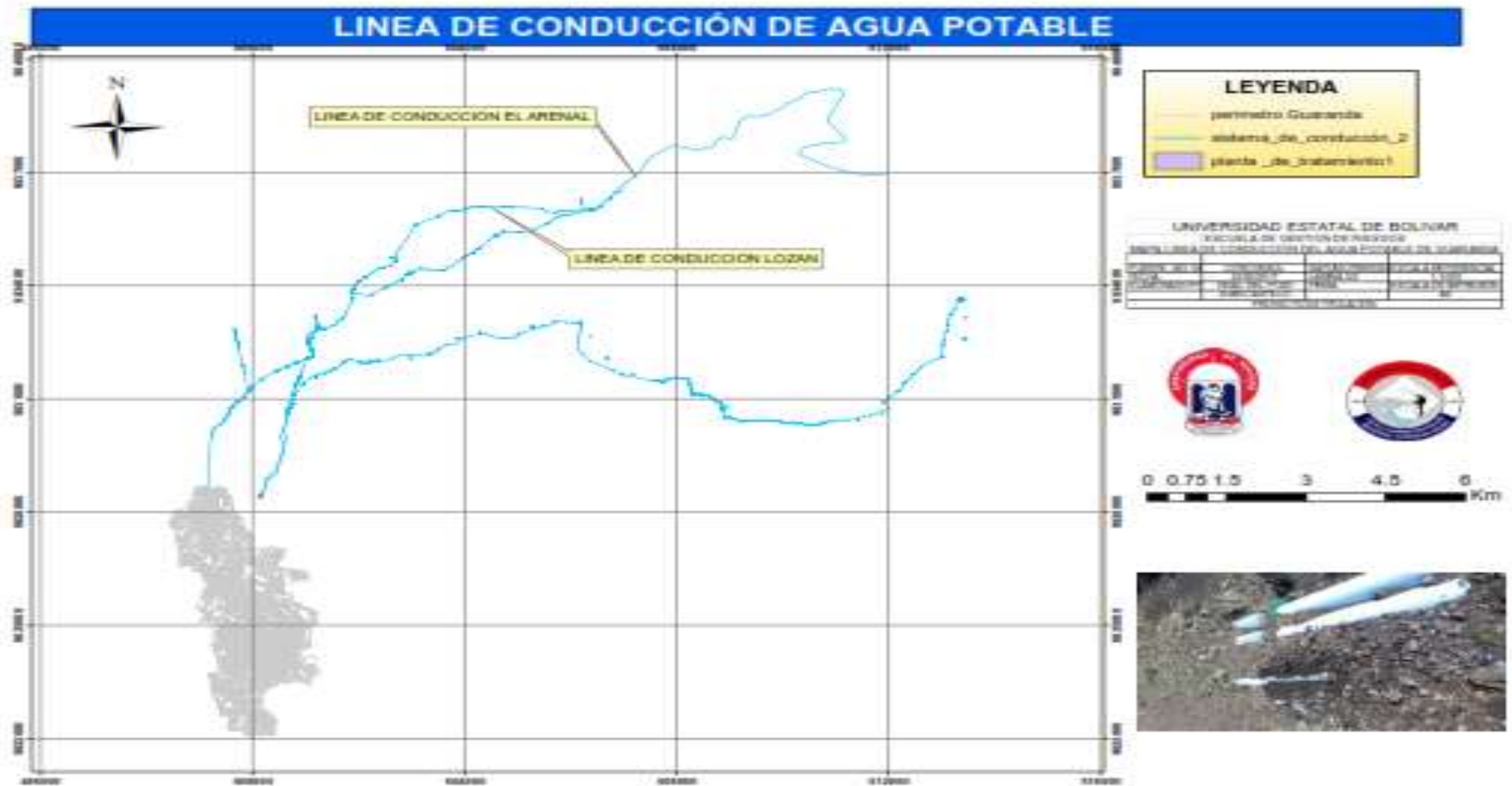
Anexo N° 15

MAPA DE CAPTACIONES Y LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE



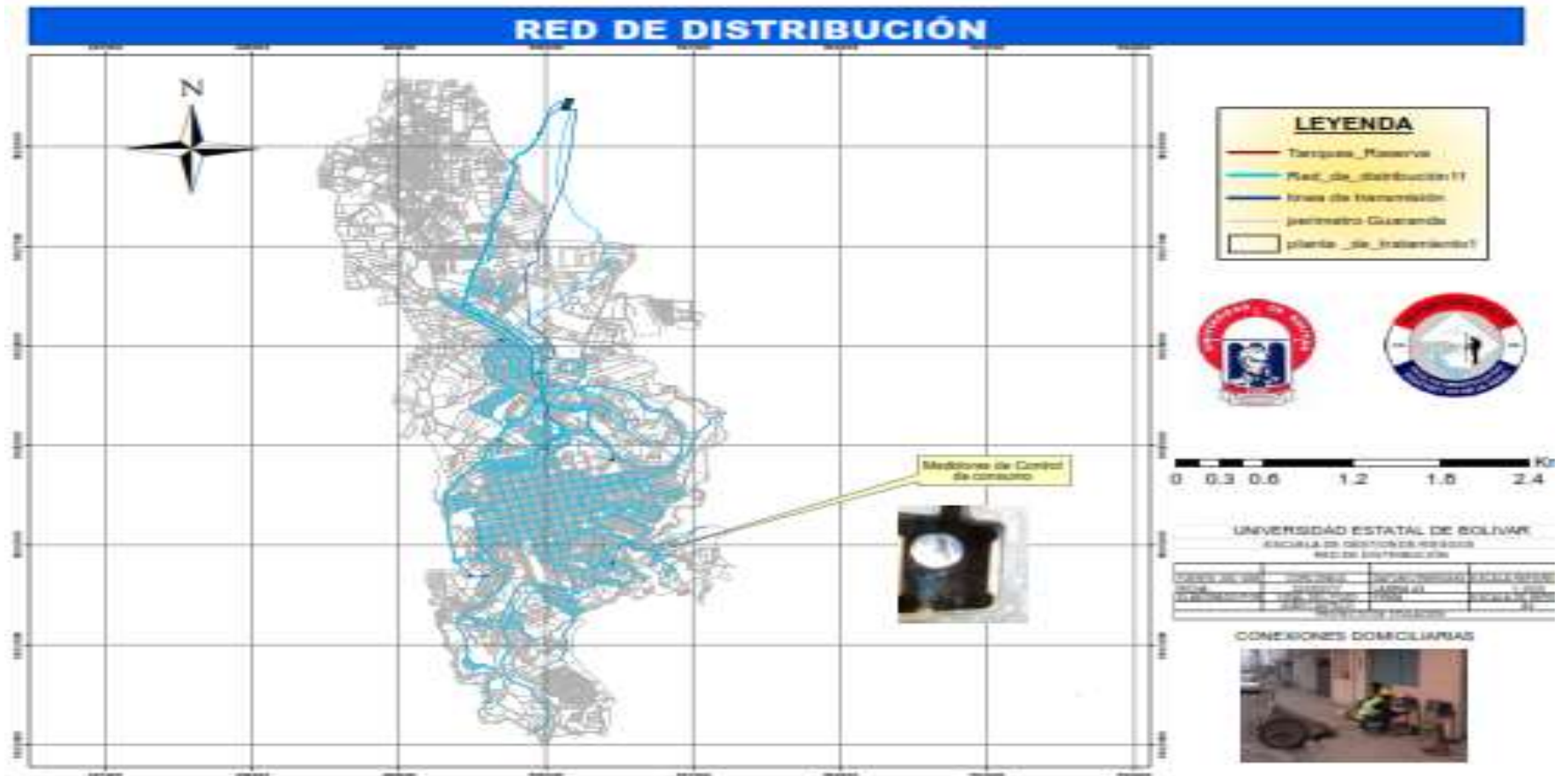
Anexo N° 16

LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE



Anexo N° 17

RED DE DISTRIBUCIÓN



Anexo N° 18

COBERTURA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

