

**Las conexiones ilegales del sistema de acueducto y sus efectos sobre las laderas de los sectores del Aguacate y Barrio Andes de la Ciudad de Manizales**

Ingeniero Civil Darío Alonso Martínez Blandón

Director:

Msc. Rogelio Pineda Murillo

Monografía de estudio de caso presentada como requisito parcial para optar al título de especialista en Prevención, Atención y Reducción de Desastres, EPARD

Universidad Católica de Manizales

Manizales

2017

## Tabla de contenido

Resumen.....	5
1. Introducción .....	6
2. Objetivos .....	8
2.1 Objetivo general.....	8
2.2 Objetivos específicos .....	8
3. Planteamiento del problema.....	9
3.1. Evaluación del riesgo.....	10
3.2. Condiciones estructurales .....	11
3.3. Presiones dinámicas .....	11
3.4. Condiciones inseguras.....	12
4. Características geográficas de la zona de estudio .....	14
4.1. Localización zonas de estudio.....	16
4.1.1. Barrio Andes .....	16
4.1.2. Barrio El Aguacate.....	16
5. Marco Conceptual.....	18
5.1 Marco Legal y Normativo.....	18
5.2 Marco Teórico.....	18
5.2.1 Riesgo .....	18
5.2.2 Amenaza .....	19
5.2.3 Vulnerabilidad.....	19
6. Metodología.....	21
7. Identificación y caracterización de los elementos expuestos en el Sistema de Aguas de Manizales S.A. E.S.P. ....	22
7.1. Sistema de acueducto.....	22
7.2. Red de distribución (secundaria).....	22
7.3. Sistema de alcantarillado .....	23
8. Análisis de la gestión del riesgo de los sectores de El Aguacate y Andes de la ciudad de Manizales a la luz de la normatividad.....	25
8.1. Índice de agua no contabilizada – Desagregado .....	25
8.2. Detección de fugas .....	27
8.3. Mantenimiento de válvulas de control .....	27

8.4.	Consumos no autorizados .....	28
8.5.	Actividades de consumo no autorizado .....	29
8.6.	Identificación de los diferentes tipos de fraude.....	30
8.7.	Medición de zonas con conexión directa .....	30
	.....	31
9.	Plan de acción para la atención de eventos en las laderas a causa de las conexiones irregulares del servicio.....	32
9.1.	Preparación de la respuesta formulación de los planes de emergencia y contingencia .....	32
9.1.1.	Ocurrencia del evento y sus impactos sociales económicos y ambientales. ....	32
9.1.2.	Gestión del riesgo.....	33
9.1.3.	Inventario de amenazas .....	34
9.1.4.	Análisis de riesgo de amenazas naturales .....	35
10.	Resultados y discusiones.....	37
10.1.	Antecedentes y análisis de datos de partida .....	38
11.	Conclusiones y Recomendaciones .....	41
12.	Referencias bibliográficas.....	43
13.	Bibliografía complementaria.....	44

## Lista de figuras

<i>Figura 1.</i> Presión en el modelo PAR. Fuente: Blaikie, 1996. Modificado por el autor. ....	10
<i>Figura 2.</i> Imágenes del deslizamiento en el sector El Aguacate. Fuente: Propia.....	13
<i>Figura 3.</i> Imágenes del deslizamiento en el sector Bajo Andes. Fuente: Propia.....	13
<i>Figura 4.</i> Localización general de Manizales. Fuente: Propia. ....	15
<i>Figura 5.</i> Localización general y barrios beneficiados por el DPS. Fuente: Propia.....	15
<i>Figura 6.</i> Localización zonas de estudio. Fuente: Propia.....	16
<i>Figura 7.</i> Localización Barrio Andes. Fuente: SIG Aguas de Manizales S.A E.S.P. ....	16
<i>Figura 8.</i> Localización Barrio El Aguacate. Fuente: SIG Aguas de Manizales S.A E.S.P.....	17
<i>Figura 9.</i> Representación Concepto de riesgo. Fuente: Guía Municipal para la GDR. ....	19
<i>Figura 10.</i> Clasificación de los fenómenos amenazantes. Fuente: Guía Municipal para la GDR. .....	20
<i>Figura 11.</i> Vulnerabilidad en sus diferentes factores. Fuente: Guía Municipal para la GDR.....	20
<i>Figura 12.</i> Materiales de la red de distribución del acueducto en el Municipio de Manizales. Fuente: SIG Aguas de Manizales S.A E.S.P.....	23
<i>Figura 13.</i> Materiales de la red de distribución del acueducto en la zona urbana de Manizales. Fuente: SIG Aguas de Manizales S.A E.S.P.....	23
<i>Figura 14.</i> Tuberías de concreto y PVC corrugado forman la mayor parte de la red. Fuente: SIG Aguas de Manizales S.A E.S.P. ....	24
<i>Figura 15.</i> Volúmenes de agua suministrados. Fuente: ANC Aguas de Manizales S.A E.S.P....	25
<i>Figura 16.</i> Balance hidráulico del sistema. Fuente: ANC Aguas de Manizales S.A E.S.P.....	26
<i>Figura 17.</i> Índice de pérdidas mensual. ANC Aguas de Manizales S.A E.S.P.....	26
<i>Figura 18.</i> Programa de detección de fugas geofonía. Fuente: ANC Aguas de Manizales S.A E.S.P.....	27
<i>Figura 19.</i> Mantenimiento Válvulas de Control. Fuente: ANC Aguas de Manizales S.A E.S.P. 28	28
<i>Figura 20.</i> Facturación Uso irregular. Fuente: ANC Aguas de Manizales S.A E.S.P. ....	28
<i>Figura 21.</i> Reconexiones. Fuente: ANC Aguas de Manizales S.A E.S.P. ....	29
<i>Figura 22.</i> Actividades por tipo. Fuente: ANC Aguas de Manizales S.A E.S.P.....	29
<i>Figura 23.</i> Tipos de Fraude. Fuente: ANC Aguas de Manizales S.A E.S.P.....	30
<i>Figura 24.</i> Zonas directas con conexión. Fuente: ANC Aguas de Manizales S.A E.S.P.....	31
<i>Figura 25.</i> Consumos por zona. Fuente: ANC Aguas de Manizales S.A E.S.P.....	31
<i>Figura 26.</i> Distribución de consumo por zona. Fuente: ANC Aguas de Manizales S.A E.S.P ...	31
<i>Figura 27.</i> Fuente: ANC Aguas de Manizales S.A E.S.P. Modificada por el Autor.....	35

## Resumen

El presente documento evalúa las conexiones ilegales del sistema de acueducto y sus efectos sobre las laderas de los sectores de El Aguacate y Barrio Andes de la ciudad de Manizales, identificando de manera especial las condiciones de vulnerabilidad, propias de estos sectores.

Se hace hincapié en la importancia de la correcta conceptualización de las definiciones de riesgo, amenaza y vulnerabilidades, porque aunque los conocimientos técnicos o los recursos económicos o físicos que posean una organización o comunidad sean los más adecuados, se requiere de la claridad teórica sobre el propósito de la acción para garantizar el éxito de la misma en términos de incrementar la capacidad de autogestión (Wilches-Chaux, 1993).

Se debe tener en cuenta que la vulnerabilidad no puede ser utilizada solamente en función de los daños físicos que puedan llegar a producirse (Cardona, 2003), sino por el contrario debe ser definida y valorada desde la capacidad de la población para absorber, responder y recuperarse del impacto de un evento externo.

Para el desarrollo de las actividades enmarcadas en el estudio de la presente monografía, se realizaron vistas de campo en los sectores de El Aguacate y Andes, en dónde se identificaron los tipos de conexiones de acueducto y alcantarillado al sistema principal. Con esta información se pudo determinar que existen, no solo en los sectores de El Aguacate y de Andes, conexiones irregulares que afectan la estabilidad de los terrenos por vertimientos inadecuados, que además se dan en zonas de invasión, generando inestabilidad en los terrenos con un alto riesgo de deslizamientos y afectación sobre las viviendas allí construidas.

La empresa prestadora del servicio de acueducto y alcantarillado a través de la UGR de la ciudad realiza visitas permanentemente a estos sitios con el fin de alertar a la comunidad sobre los riesgos posibles que puedan tener. Sin embargo, por ser un tema social que impacta sustancialmente a esta comunidad, no es posible lograr retirarla y desplazarla a otros sitios con menor riesgo.

Por último, se formulan algunas conclusiones de acuerdo con los resultados obtenidos del estudio en los sectores del Barrio El Aguacate y Andes de la ciudad de Manizales.

## 1. Introducción

En la Ley 1523 de 2012, se puede encontrar la siguiente indicación:

**Análisis específicos de riesgo y planes de contingencia.** Todas las entidades públicas o privadas encargadas de la prestación de servicios públicos, que ejecuten obras civiles mayores o que desarrollen actividades industriales o de otro tipo que puedan significar riesgo de desastre para la sociedad, así como las que específicamente determine la Unidad de Gestión de Riesgos de Desastres, deberán realizar un análisis específico de riesgo que considere los posibles efectos de eventos naturales sobre la infraestructura expuesta y aquellos que se deriven de los daños de la misma en su área de influencia, así como los que se deriven de su operación. Con base en éste análisis diseñará e implementará las medidas de reducción del riesgo y planes de emergencia y contingencia que serán de su obligatorio cumplimiento. (Congreso de la República de Colombia, 2012, art. 42)

Muchas de las empresas prestadoras de servicio público en el país no habían implementado un plan de emergencia y contingencia que les permitiera tomar acciones en caso de un evento que pudiera afectar la prestación del servicio. Fue solo hasta el año 2014 en que el Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio expidió la Resolución 1524 de 2015, cuando se establecieron los lineamientos para la formulación de los planes de emergencia y contingencia para el manejo de desastres y emergencias asociados a la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo. En este momento, las empresas se vieron en la obligación de implementar dichos planes. Sin embargo, es preocupante que en algunas de ellas no se ha realizado un análisis real y detallado de los posibles eventos por los que se pudiera ver afectada la prestación del servicio.

Las prestaciones de los servicios públicos de agua potable en los asentamientos subnormales ha propiciado la pregunta por sí su incidencia ha sido en la consolidación o en la expansión urbanística de estos asentamientos.

En Colombia, en muchos de éstos sectores subnormales es común encontrar conexiones fraudulentas para lograr el abastecimiento de agua, sin importar los riesgos asociados a esta irregularidad. El rol de las empresas prestadoras de servicios públicos en la expansión urbana y en el proceso y evolución del proceso de suministro de servicios públicos domiciliarios de agua y saneamiento, es proteger el recurso hídrico desde la perspectiva ambiental. Desde allí, la disminución de las pérdidas de agua representa una reducción en la tasa de explotación del recurso hídrico, que se refleja en un esfuerzo menor para recuperar el ecosistema que produce el agua cruda. Desde el punto de vista económico, el control de las pérdidas permite disminuir los costos de producción, aumentar los ingresos a la empresa, incrementar la vida útil de la infraestructura y, como parte fundamental, mitigar el riesgo en las zonas de alta vulnerabilidad.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo general**

Determinar la realidad del efecto que tienen las conexiones ilegales en los sistemas de acueducto y alcantarillado, frente al riesgo asociado en las laderas ubicadas en las zonas de alto riesgo.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Identificar las conexiones ilegales del sistema de acueducto y sus efectos en las laderas ubicadas en los sectores de los barrios El Aguacate y el Barrio Andes de la ciudad de Manizales.
- Generar alertas sobre los riesgos asociados a causa de las conexiones irregulares o ilegales en los sectores El Aguacate y Barrio Andes de la ciudad de Manizales.
- Indicar acciones a la comunidad para mitigar los riesgos asociados por causa de las conexiones ilegales.

### 3. Planteamiento del problema

Las empresas prestadoras de servicios públicos son altamente vulnerables a las conexiones de uso irregular en las zonas subnormales, lo que ocasiona grandes pérdidas en los sistemas de acueducto y que a su vez genera vulnerabilidad en las zonas de ubicación de éstos asentamientos por las características del terreno. Para el caso de estudio, en los sectores de El Aguacate y Barrio Andes de la Ciudad de Manizales, se han detectado 937 y 2.295 conexiones irregulares respectivamente. Aunque es un porcentaje bajo en relación al número total de suscriptores de la ciudad, es un zona altamente poblada y con alto riesgo de deslizamiento.

Para las alcaldías municipales es un tema de alta importancia, ya que de acuerdo con la Ley 1523 de 2012, se debe integrar la gestión del riesgo en la planificación territorial y del desarrollo.

Allan Lavell (s.f.) plantea que el riesgo, producto de la interrelación de amenazas y vulnerabilidades es, al final de cuentas, una construcción social, dinámica y cambiante, diferenciada en términos territoriales y sociales. Aun cuando los factores que explican su existencia pueden encontrar su origen en distintos procesos sociales y en distintos territorios, su expresión más nítida es en el nivel micro-social y territorial o local.

Lo anterior, se convierte en un reto para la Gestión del Riesgo, entendiendo que éste es un proceso que implica comprender a éstas comunidades desde el punto de vista social, económico y político, además de las condiciones de subsistencia.

En muchas regiones del país las empresas de servicio público se ven afectadas por la llegada de población a zonas de alto riesgo, las cuales por una necesidad natural buscan de alguna manera contar con un sistema que les permita mantener su sanidad. Manizales no es ajena a este tipo de situaciones, por lo que el enfoque de la Monografía se centrará en dos sectores que por su topografía y por su estilo de vida, son altamente vulnerables a los efectos que se puedan presentar por un uso inadecuado del sistema de acueducto.

Las empresas prestadoras del servicio de acueducto deben implementar dentro de su plan de emergencias las acciones a tomar para mitigar los posibles eventos que se puedan presentar en estas zonas, las cuales son de difícil control por parte de las autoridades municipales.

Con base en lo expuesto en la Ley 1523 de 2012, donde se presentan los análisis específicos de riesgo y planes de contingencia, se diseñarán e implementarán las medidas de reducción del riesgo y planes de emergencia y contingencia que serán de obligatorio cumplimiento.

### 3.1. Evaluación del riesgo

Para analizar las condiciones de vulnerabilidad en los sectores de El Aguacate y Andes, se tomó el modelo **PAR**. En él se explica el desastre como la intersección de dos fuerzas opuestas: aquellos procesos que generan vulnerabilidad por un lado y la exposición física a una amenaza por el otro. La idea de la liberación se incorpora para conceptualizar la reducción del desastre y atenuar la presión supone que tiene que reducirse la vulnerabilidad (Blaikie, *et al.*, 1996). En este modelo se identifican tres niveles en el concepto de vulnerabilidad:

- Causas de fondo. Estructuras sociales, políticas y económicas.
- Presiones dinámicas. Procesos intermedios que articulan las causas de fondo con las inseguras.
- Condiciones inseguras. Manifestaciones específicas y concretas de la vulnerabilidad (Torrice, *et al.* 2008).

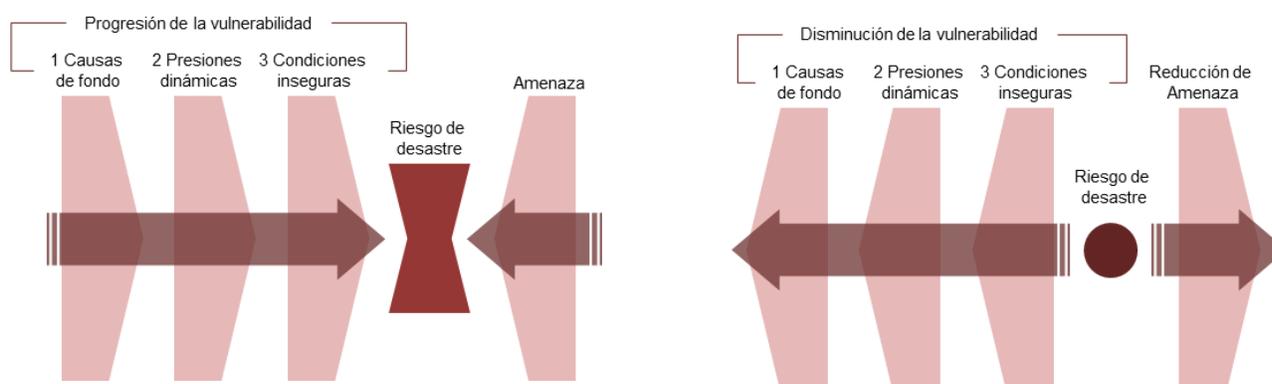


Figura 1. Presión en el modelo PAR. Fuente: Blaikie, 1996. Modificado por el autor.

Como se puede observar en el modelo gráfico, los factores de riesgo de desastre son en su gran mayoría de origen político, social y económico, sin negar que es necesario que sean evaluados

sobre la existencia o la definición de un fenómeno amenazante específico, que para este caso se debe a las afectaciones en las laderas, a causa de las conexiones ilegales del sistema de acueducto.

### **3.2. Condiciones estructurales**

Las causas de fondo (conocidas también como subyacentes o estructurales) más importantes, que generan vulnerabilidad y la reproducen están relacionadas con procesos económicos y políticos (Torrico, *et al.*, 2008). Son procesos bien establecidos, en los que tiene origen la construcción social de la vulnerabilidad y en los que se refleja la distribución de los recursos.

La crisis económica, política y social resultante de este modelo económico se hace evidente durante el gobierno de Andrés Pastrana (1998-2002), en el que el PIB decreció en un 4% respecto al PIB de 1990, el ingreso per cápita de los colombianos resulta inferior al registrado para 1998 y la pobreza aumenta de un 50% al 62% de la población, las clases pobres se ven obligadas a emigrar de zonas rurales a las urbanas y a poblar en áreas no adecuadas y de maneras poco técnicas.

La ciudad de Manizales por supuesto no ha sido ajena a estos impactos sociales y económicos, reflejados en el aumento de su población y de zonas urbanizadas en condiciones y zonas inadecuadas técnicamente. Según estadísticas del DANE, en 2016, Manizales registró una población de 397 mil 466 habitantes, de los cuales el 93% reside en área urbana y el restante 7% en zona rural. Esto refleja que muchos de los habitantes se asienta en zonas vulnerables como lo son los barrio de Andes y El Aguacate, que por su condición socio-económica, agrupa comunidades de recursos económicos escasos, con un nivel socio-cultural bajo, lo que implica buscar de cualquier forma la subsistencia para cada uno de los integrantes de las familias, sin importar los riesgos a los que se encuentran sometidos.

### **3.3. Presiones dinámicas**

Las presiones dinámicas son procesos y actividades que canalizan las causas de fondo hacia condiciones inseguras de la población: degradación ambiental, crecimiento de la población, bajos ingresos y bajo nivel de nutrición de la población, falta de inversión en desarrollo sostenible, procesos acelerados de deforestación regional, baja productividad del suelo, emigración, entre otras (Torrice, *et al.*, 2008).

Es así como los barrios Andes y El Aguacate tienen un asentamiento espontáneo en el cual se presenta un aumento poblacional en un sitio con problemas viales, de infraestructura y de legalidad.

Este tipo de desarrollos crean condiciones de mayor vulnerabilidad, que acentúan negativamente las realidades socioeconómicas. En definitiva, se trastorna negativamente el sistema de subsistencia de cada familia afectada, motivados por actos políticos y condiciones de poder desiguales.

### **3.4. Condiciones inseguras**

Las condiciones inseguras son formas concretas en que la vulnerabilidad de la población en el área se expresa junto a la amenaza. Es decir, la población de las comunidades es vulnerable, porque sus actividades diarias (de trabajo y vivienda) se desarrollan en condiciones de inseguridad (Torrice, *et al.*, 2008).

Estas condiciones son socialmente construidas, resultado de las causas de fondo y de las presiones dinámicas y se expresan en el entorno (tiempo y espacio) propio de la comunidad.

Retomando el caso de los asentamientos de Andes y El Aguacate, según el POT de Manizales, se encuentran en zonas de alto riesgo por movimiento en masa, traducido en una localización peligrosa. Así mismo, las edificaciones no cumplen con las normas técnicas de construcción, causando unas condiciones inseguras. La gran mayoría de las conexiones al sistema de acueducto son ilegales

En materia de afectación a los elementos físicos expuestos frente a los movimientos en masa, se consideran de mayor riesgo las viviendas asentadas en ese territorio.



*Figura 2.* Imágenes del deslizamiento en el sector El Aguacate. Fuente: Propia.



*Figura 3.* Imágenes del deslizamiento en el sector Bajo Andes. Fuente: Propia.

#### 4. Características geográficas de la zona de estudio

La ciudad de Manizales, situada a una altura de 2.153 msnm, está localizada en la región central del occidente colombiano, sobre la prolongación de la cordillera de los Andes. El relieve de la ciudad es especialmente montañoso. Cerca de Manizales, se encuentra el nevado del Ruiz con una altura de 5.800 msnm. Por su ubicación geográfica, en Manizales se pueden disfrutar diversos paisajes, tales como: nevados, bosques, montañas y valles. La superficie del municipio es de 508 km<sup>2</sup>.

Los alrededores de la ciudad ofrecen gran diversidad climática, desde las nieves perpetuas del nevado del Ruiz con sus paisajes de páramo y aguas termales, hasta el valle de la vereda Kilómetro 41, con paisajes de clima cálido, variada vegetación, ríos y quebradas. Una particularidad de Manizales es que posee 8 microclimas dentro de su zona urbana. La temperatura promedio de la ciudad es de 16,7 °C (62 °F). La vegetación local es típica del bosque húmedo tropical. El clima en la zona cafetera, y por lo tanto en Caldas, Risaralda y Quindío, es bimodal. Las dos temporadas anuales de verano se inician con los solsticios el 22 de junio y el 21 de diciembre, y las dos de invierno con los equinoccios el 21 de marzo y el 22 de septiembre. La influencia de fenómenos climáticos como El Niño y las temporadas de invierno y verano resultan más intensas. En el caso de La Niña, ambas temporadas resultan más húmedas.

Para los meses más lluviosos, el promedio de lluvias alcanza valores entre 270 y 210 mm; para los meses más secos, el promedio varía desde 140 mm hasta 80 mm. Gracias al establecimiento de una red de monitoreo de lluvias, después de octubre y de abril —que son los meses más lluviosos del año, cuando las lluvias acumuladas de los últimos 25 días alcanzan los niveles críticos de 200 y 300 mm— las autoridades decretan la alerta en la ciudad. Los deslizamientos suelen darse en noviembre y mayo, en especial durante los años de “La Niña”.

En los alrededores de la ciudad de Manizales se pueden encontrar pisos térmicos y variadas formaciones de relieve, que dan lugar a gran cantidad de recursos naturales. Hacia el oeste, se encuentra el valle del río Cauca, que da lugar a los climas cálidos. Hacia el este y el sur, aparecen los páramos y las nieves perpetuas del Parque Nacional Natural Los Nevados.

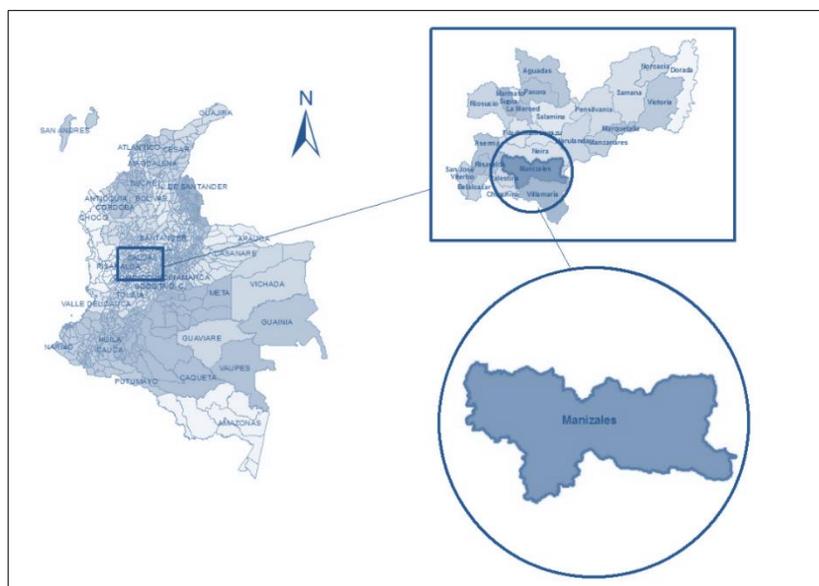


Figura 4. Localización general de Manizales. Fuente: Propia.

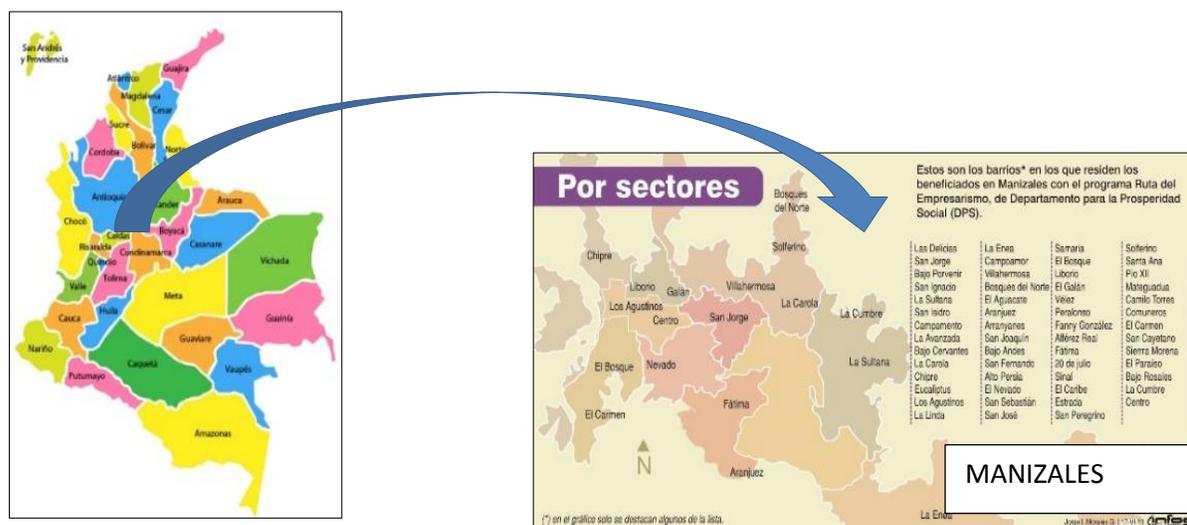


Figura 5. Localización general y barrios beneficiados por el DPS. Fuente: Propia.

#### 4.1. Localización zonas de estudio

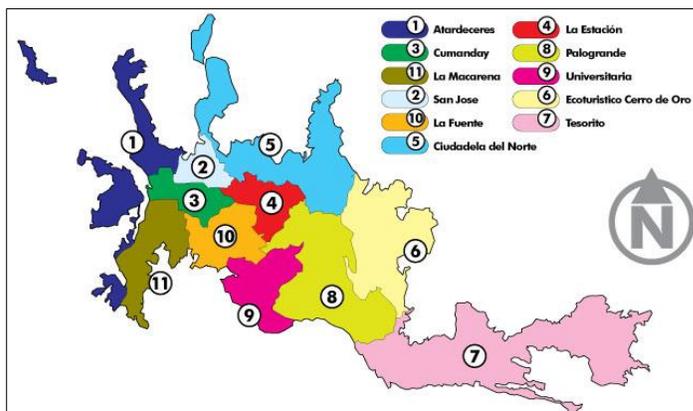


Figura 6. Localización zonas de estudio. Fuente: Propia.

##### 4.1.1. Barrio Andes

Ubicado en la Comuna La Fuente y con un estrato predominante 1 y 2



Figura 7. Localización Barrio Andes. Fuente: SIG Aguas de Manizales S.A E.S.P.

##### 4.1.2. Barrio El Aguacate

Ubicado en la comuna Universitaria y con un estrato predominante 1 y 2



*Figura 8.* Localización Barrio El Aguacate. Fuente: SIG Aguas de Manizales S.A E.S.P.

## 5. Marco Conceptual

### 5.1 Marco Legal y Normativo

Congreso de la República de Colombia (1997). *Ley 388. Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones.* Diario Oficial No. 43.127. Bogotá, Colombia

(2012). *Ley 1523. Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones.* Diario Oficial No. 48.411. Bogotá, Colombia.

(2014). *Resolución 154. Por la cual se adoptan los lineamientos para la formulación de los Planes de Emergencia y Contingencia para el manejo de desastres y emergencias asociados a la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto alcantarillado y aseo y se dictan otras disposiciones.*

### 5.2 Marco Teórico

#### 5.2.1 Riesgo

Se entiende como riesgo el conjunto de daños y/o pérdidas sociales, económicas y ambientales que pueden presentarse dentro de un territorio en un periodo de tiempo determinado. El riesgo es una condición real y actual del municipio, es una situación de tiempo presente, ya que hoy se puede estimar cuáles serán los daños y las pérdidas que podrán ocurrir en el futuro; es como tener una deuda que en algún momento se pagará con vidas, bienes tanto privados como públicos y patrimonio ecológico, entre otros.

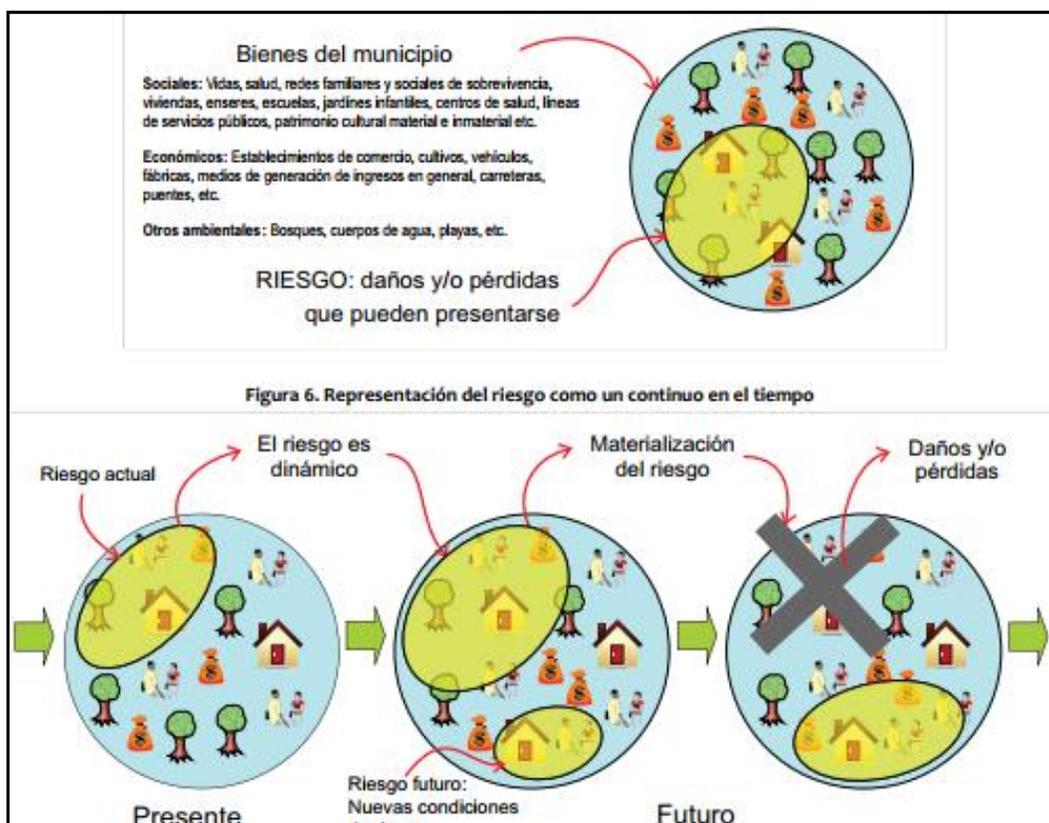


Figura 9. Representación Concepto de riesgo. Fuente: Guía Municipal para la GDR.

## 5.2.2 Amenaza

Es la probabilidad de que se presente un fenómeno superando una cierta magnitud, en un lugar específico y dentro de un periodo de tiempo definido.

## 5.2.3 Vulnerabilidad

Propensión de los bienes sociales, económicos y ambientales a sufrir daño por la ocurrencia de un fenómeno amenazante específico.

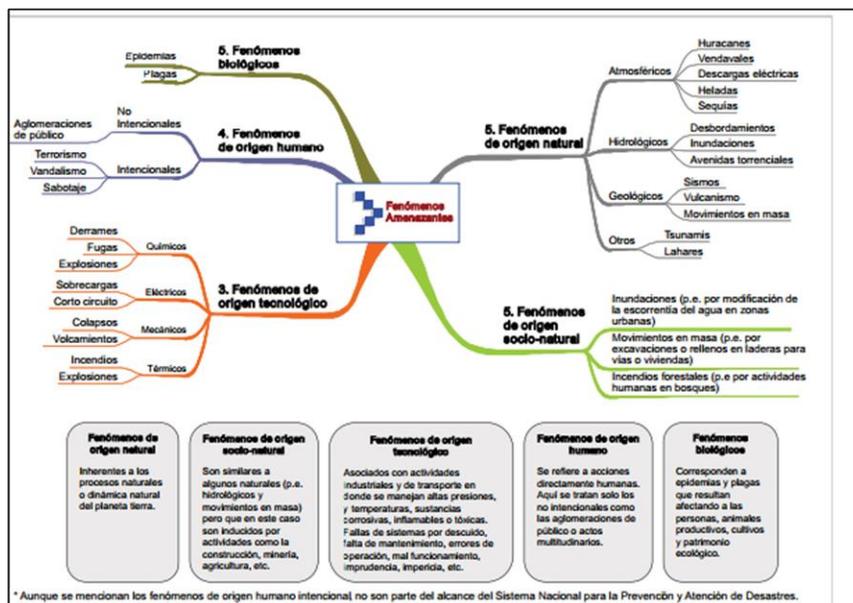


Figura 10. Clasificación de los fenómenos amenazantes. Fuente: Guía Municipal para la GDR.

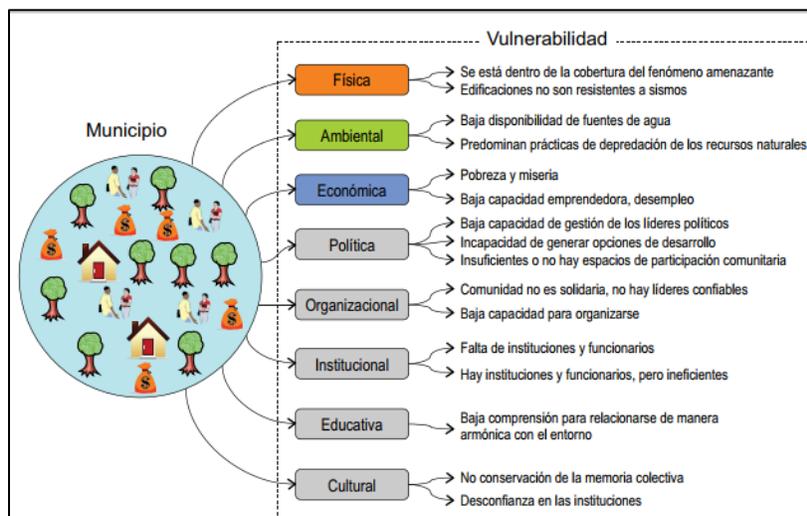


Figura 11. Vulnerabilidad en sus diferentes factores. Fuente: Guía Municipal para la GDR.

## 6. Metodología

Para el desarrollo de la presente monografía se recopiló información existente en la zona, de acuerdo con información existente en la empresa *Aguas de Manizales S.A. E.S.P.* Adicionalmente, se tomó información en campo y en el sistema de información geográfica de la empresa *Aguas de Manizales S.A. E.S.P.*, determinando el número total de usuarios que se encuentran conectados en forma irregular al sistema, dato que sirvió de base para el análisis del problema.

## **7. Identificación y caracterización de los elementos expuestos en el Sistema de Aguas de Manizales S.A. E.S.P.**

Para la evaluación probabilística del riesgo sísmico se requiere la organización y clasificación de los diferentes elementos que se encuentran expuestos a la amenaza que se está analizando, la definición de la base de datos se encuentra clasificada en dos etapas: una primera de identificación y localización geográfica de los elementos expuestos y una segunda de caracterización, donde se asignan, a cada uno de ellos, las características principales, para este caso en términos estructurales de materiales y su resistencia para la correspondiente asignación de las funciones de vulnerabilidad.

### **7.1. Sistema de acueducto**

El sistema de acueducto (agua potable) de *Aguas de Manizales S.A. E.S.P.* está conformado por tres sub-sistemas de tuberías: el sistema de aducción, el de conducción que forma la red matriz, y el de distribución que corresponde a la red secundaria.

### **7.2. Red de distribución (secundaria)**

La red de distribución del acueducto está formada por las tuberías de menor tamaño que forman las líneas de distribución del sistema, con diámetros que varían entre 13 mm y 500 mm. Esta red está compuesta por tuberías de los mismos materiales que la red primaria.

Como se puede ver en la Figura 6, las tuberías de PVC y polietileno forman la mayor parte de la red.

La Figura 7 presenta la distribución de diámetros en esta red.

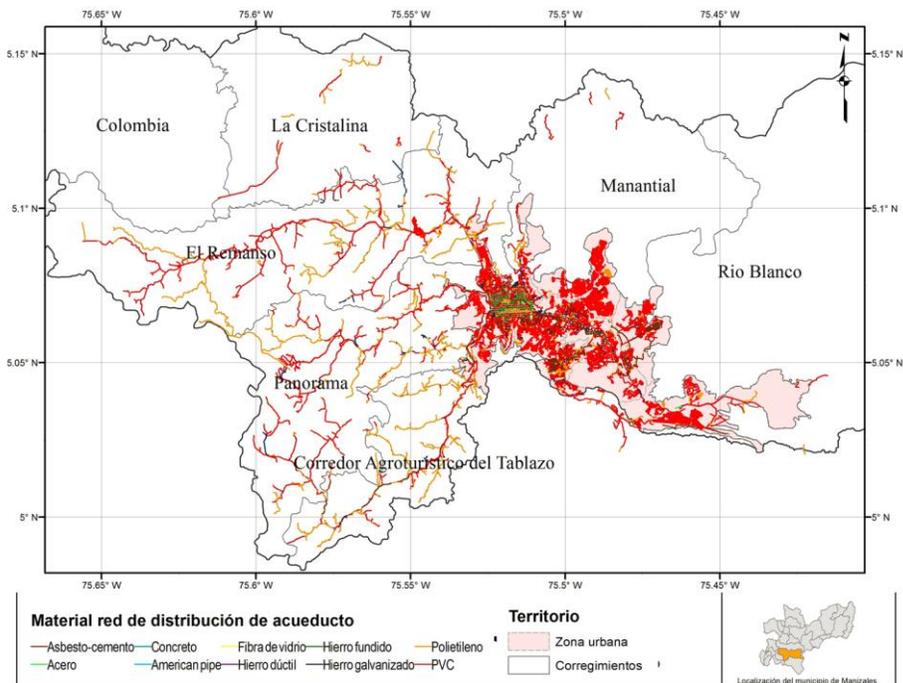


Figura 12. Materiales de la red de distribución del acueducto en el Municipio de Manizales. Fuente: SIG Aguas de Manizales S.A E.S.P.

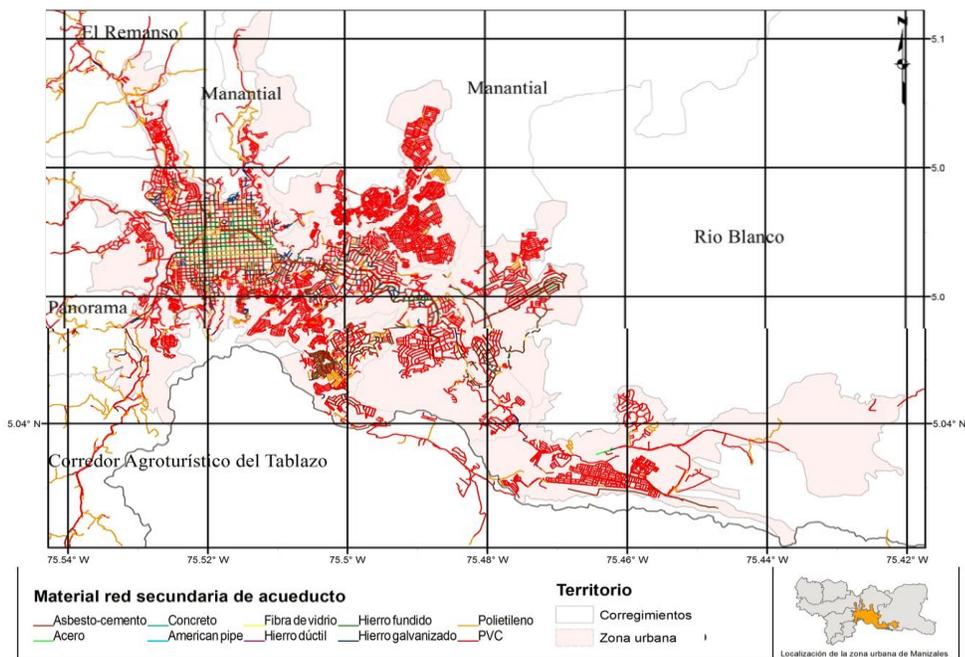
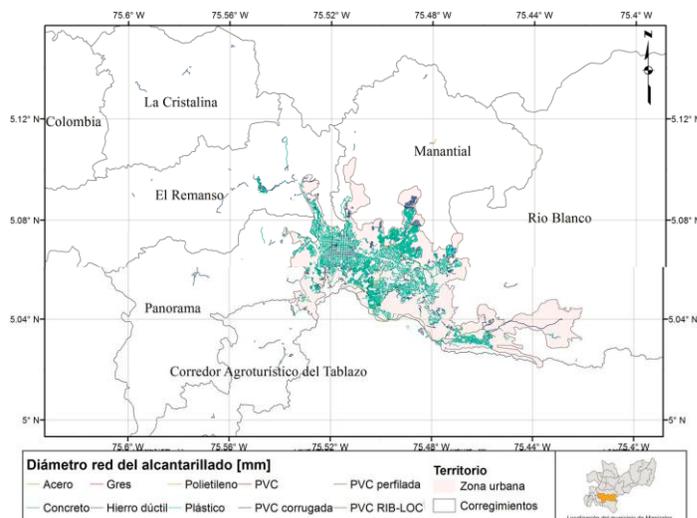


Figura 13. Materiales de la red de distribución del acueducto en la zona urbana de Manizales. Fuente: SIG Aguas de Manizales S.A E.S.P.

### 7.3. Sistema de alcantarillado

El sistema de alcantarillado de *Aguas de Manizales S.A. E.S.P.*, a diferencia del sistema de acueducto, no se encuentra dividido en sub-sistemas. La red del alcantarillado está formada por tuberías con diámetros que varían entre 110 mm y 2.286 mm. Esta red está compuesta por tuberías de acero, concreto, gres, hierro dúctil, polietileno, plástico, PVC, PVC corrugado, PVC perfilado y PVC RIB-LOC. Como se muestra en la Figura 8, las tuberías de concreto y PVC corrugado forman la mayor parte de la red. (E.S.P, 2017)



*Figura 14.* Tuberías de concreto y PVC corrugado forman la mayor parte de la red. Fuente: SIG Aguas de Manizales S.A E.S.P.

## 8. Análisis de la gestión del riesgo de los sectores de El Aguacate y Andes de la ciudad de Manizales a la luz de la normatividad

Como punto de partida se presenta un análisis de pérdidas en el sistema de acueducto general para la ciudad, en la cual los barrios de El Aguacate y Andes, que por su ubicación geográfica contribuyen en ésta pérdida:

### 8.1. Índice de agua no contabilizada – Desagregado

Se muestra un análisis desagregado del indicador de pérdidas del sistema, en el que se pueden identificar los volúmenes de agua perdida por fraudes que generan pérdida y riesgo en el sistema y los volúmenes de agua suministrados por el sistema.

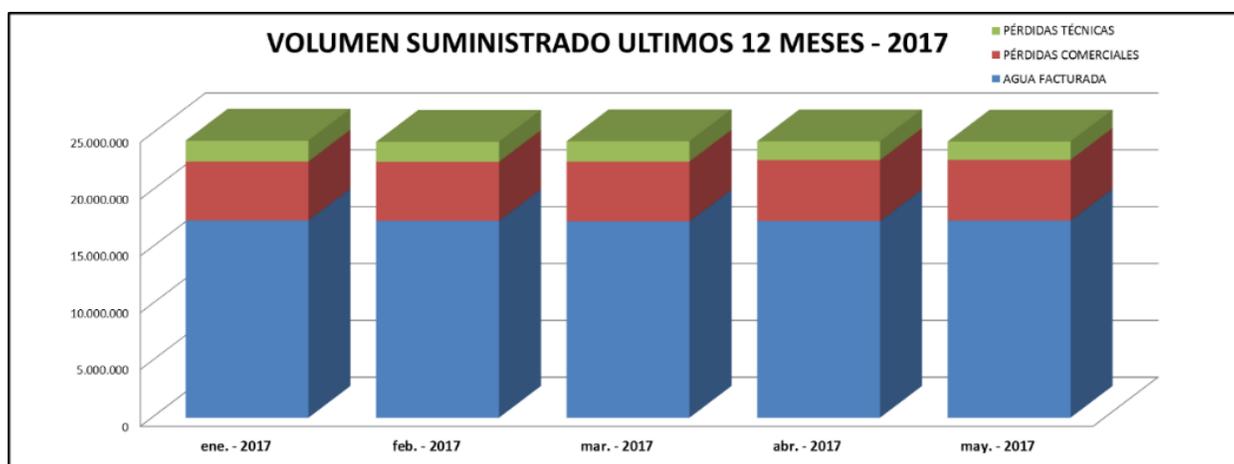


Figura 15. Volúmenes de agua suministrados. Fuente: ANC Aguas de Manizales S.A E.S.P.



## 8.2. Detección de fugas

PROGRAMA DETECCIÓN DE FUGAS CON GEOFONÍA							
	TOTAL 2016	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	TOTAL 2017
Longitud de red principal inspeccionada (m)	171.061	21.347	18.933	26.135	15.406	12.346	94.167
N° acometidas inspeccionada	29.388	4.696	1.768	3.373	2.602	1.858	14.297
N° Fugas encontradas en red Principal	0	0	5	0	8	5	18
N° Fugas encontradas en Acometida	179	4	10	11	9	9	43
N° Incidencias Comerciales encontradas	18	0	2	0	0	0	2
Fugas por km de red	1,04	0,19	0,79	0,42	1,10	1,13	0,73

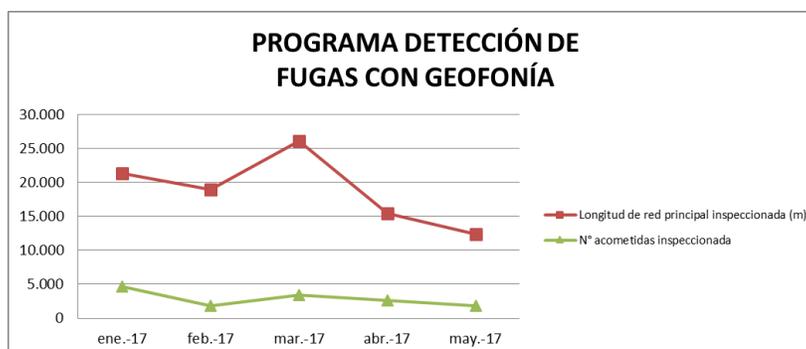


Figura 18. Programa de detección de fugas geofonía. Fuente: ANC Aguas de Manizales S.A E.S.P.

## 8.3. Mantenimiento de válvulas de control

SUB-INDICADOR	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17
MANTENIMIENTO ZONA URBANA	40	60	91	50	58
MANTENIMIENTO ZONA RURAL	51	47	53	48	58

Con el fin de poder garantizar una presión óptima en el sistema, se busca a través de esta actividad disminuir las presiones y evitar daños en la red con el fin de mitigar los posibles riesgos por daño en la red, que pudieran afectar y desestabilizar los terrenos en las zonas de invasión y de ubicación de viviendas en laderas.

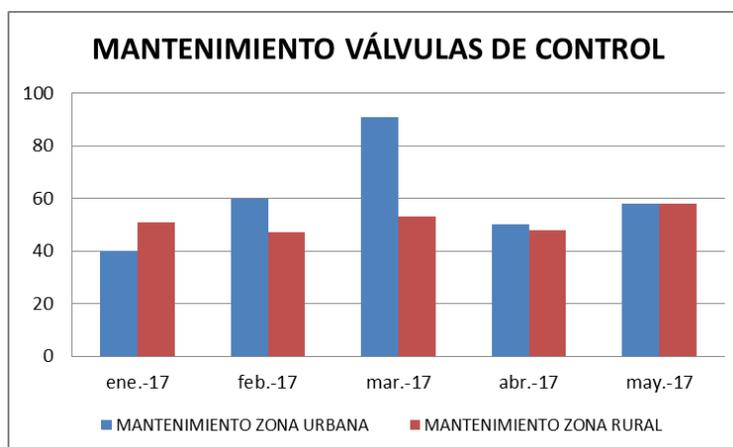


Figura 19. Mantenimiento Válvulas de Control. Fuente: ANC Aguas de Manizales S.A E.S.P

#### 8.4. Consumos no autorizados

Es común encontrar en muchas zonas de la ciudad consumos no autorizados, lo cual está generando grandes dificultades para controlar y disminuir los riesgos sobre las zonas de ubicación. Es así como en la zona de estudio las conexiones irregulares tienen una gran variación en su número. Sin embargo, a raíz de las campañas con la comunidad se logra restablecer la facturación en usos irregulares en algunos sectores, logrando hacerlas de forma adecuada con el fin de evitar riesgos en las áreas de construcción. En las siguientes gráficas es posible observar la variación porcentual de la legalización de usuarios.

INDICADOR	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17
Porcentaje de restablecimiento de la facturación en usos irregulares detectados	67%	65%	71%	67%	65%
Suscriptores restablecidos	41	15	77	11	45
Suscriptores con UIS taponados	85	28	68	36	85
Sumatoria Número de suscriptores restablecidos ultimos 12 meses	359	345	392	377	382
Sumatoria Número de suscriptores con UIS taponados ultimos 12 meses	535	530	555	560	589
<b>META</b>	<b>50%</b>	<b>50%</b>	<b>50%</b>	<b>50%</b>	<b>50%</b>

Figura 20. Facturación Uso irregular. Fuente: ANC Aguas de Manizales S.A E.S.P

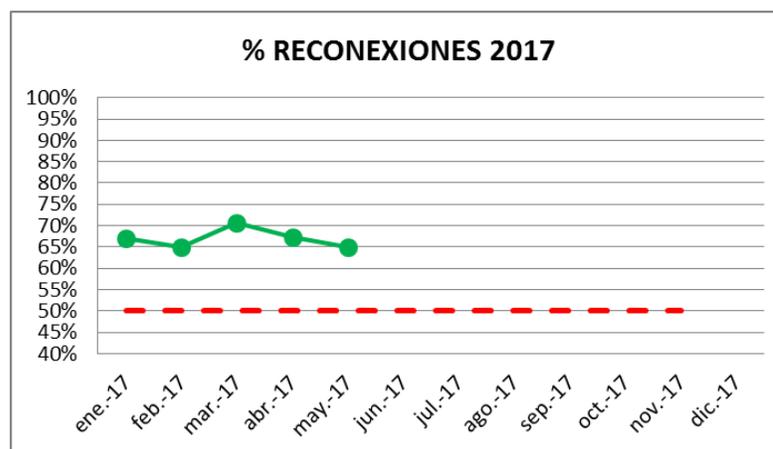


Figura 21. Reconexiones. Fuente: ANC Aguas de Manizales S.A E.S.P.

### 8.5. Actividades de consumo no autorizado

Dentro de los consumos no autorizados o ilegales se pueden observar los diferentes tipos de conexiones detectados según las visitas de campo realizadas.

	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	TOTAL AÑO 2017
<b>Baja</b>	287	676	589	555	473	2.580
<b>Construcción</b>	19	6	0	29	12	66
<b>Corte y Reconexión</b>	188	30	135	62	220	635
<b>Denuncia</b>	6	24	22	10	37	99
<b>TOTAL VISITAS EFECTUADAS</b>	<b>500</b>	<b>736</b>	<b>746</b>	<b>656</b>	<b>742</b>	<b>3.380</b>

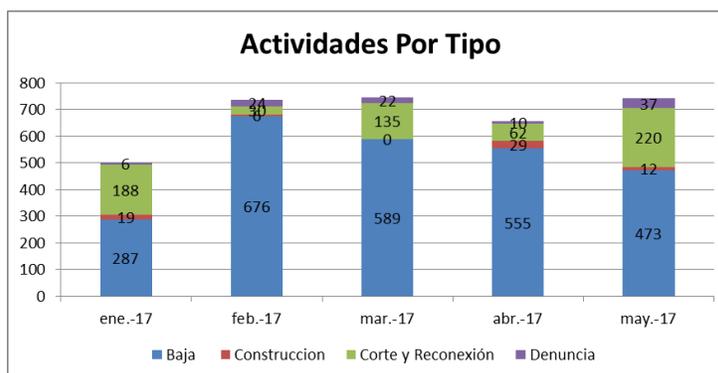


Figura 22. Actividades por tipo. Fuente: ANC Aguas de Manizales S.A E.S.P

## 8.6. Identificación de los diferentes tipos de fraude

En la figura siguiente se pueden observar los diferentes tipos de fraude usuales en el sistema, de acuerdo con las visitas de campo realizadas

	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	TOTAL AÑO 2017
Anomalia en Medidor	0	0	2	1	0	3
Tipos de Directo	4	2	3	0	3	12
Fraude Reconexion no Autorizada	22	7	15	7	41	92
Baja con Medidor	1	2	1	2	0	6
<b>TOTAL FRAUDES DETECTADOS</b>	<b>27</b>	<b>11</b>	<b>21</b>	<b>10</b>	<b>44</b>	<b>113</b>



Figura 23. Tipos de Fraude. Fuente: ANC Aguas de Manizales S.A E.S.P

## 8.7. Medición de zonas con conexión directa

Teniendo en cuenta que en la ciudad existen zonas vulnerables ante eventos de deslizamiento, en el cuadro siguiente se pueden observar, para los meses de enero a mayo del presente año, las conexiones directas por barrio y específicamente en los sectores de Andes y El Aguacate, el cual tiene un total de 33,9% y 3,886%, respectivamente, del total de las conexiones irregulares en la ciudad. Así mismo, pueden observarse los consumos que por sector se presentan en forma ilegal, dentro de los cuales el barrio Andes representa el 35% del total del consumo directo y el barrio El Aguacate el 5%

ZONAS DIRECTAS - CON MEDICION								
SECTOR	dic - 2016	ene - 2017	feb - 2017	mar - 2017	abr - 2017	may - 2017	TOTAL	
El Zafiro	1.243	20,00	11,00	0,00	21,00	10,00	62	0,1%
Castilla Caserío	9.644	826,00	678,00	635,00	596,00	668,00	3.403	4,3%
La Paz	13.269	1455,00	1572,00	1296,00	500,00	598,00	5.421	6,8%
San Luis	405	0,00	40,00	3,00	0,00	9,00	52	0,1%
Persia-Jabonerías Hada	1.258	0,00	92,00	37,00	0,00	0,00	129	0,2%
Andes Cr 35A	11.438	1090,00	1120,00	1048,00	1475,00	1125,00	5.858	7,4%
Andes Cr 37	32.185	5227,00	5277,00	4869,00	6871,00	5898,00	28.142	35,4%
Sauces	934	0,00	38,00	0,00	19,00	325,00	382	0,5%
Aguacate	6.576	803,00	885,00	785,00	641,00	772,00	3.886	4,9%
El Guamo	3.225	786,00	751,00	838,00	864,00	653,00	3.892	4,9%
El Aguila	2.336	593,00	617,00	699,00	671,00	613,00	3.193	4,0%
El Kumis	2.005	1602,00	1466,00	1370,00	1463,00	1626,00	7.527	9,5%
Nevado CII 25	349	301,00	418,00	520,00	415,00	364,00	2.018	2,5%
Nevado CII 26	255	226,00	200,00	220,00	196,00	199,00	1.041	1,3%
La Playita	1.699	2061,00	2527,00	2934,00	2920,00	3042,00	13.484	17,0%
Granjas y Viviendas			283,00	192,00	170,00	335,00	980	1,2%
<b>TOTAL</b>	<b>86.821</b>	<b>14.990</b>	<b>15.975</b>	<b>15.446</b>	<b>16.822</b>	<b>16.237</b>	<b>79.470</b>	<b>100%</b>

Figura 24. Zonas directas con conexión. Fuente: ANC Aguas de Manizales S.A E.S.P.

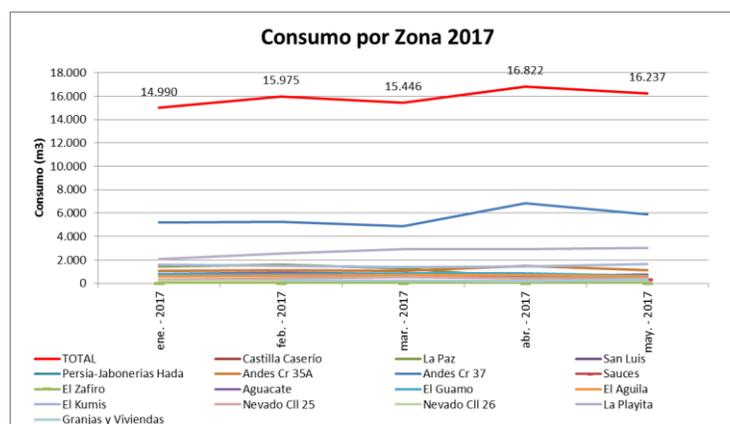


Figura 25. Consumos por zona. Fuente: ANC Aguas de Manizales S.A E.S.P.

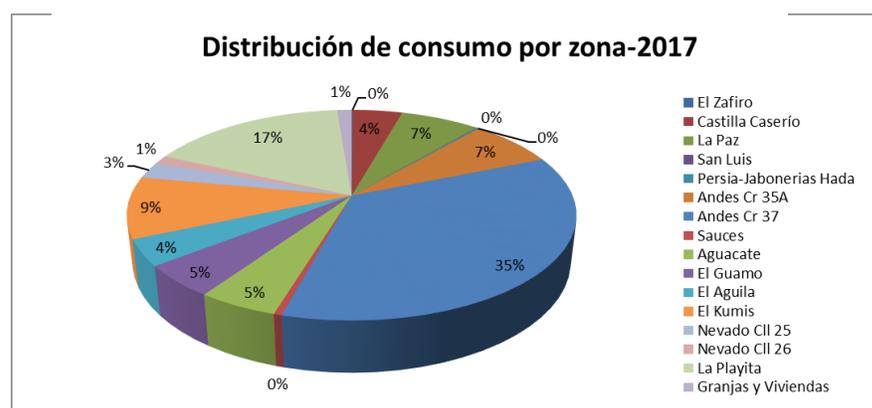


Figura 26. Distribución de consumo por zona. Fuente: ANC Aguas de Manizales S.A E.S.P.

## **9. Plan de acción para la atención de eventos en las laderas a causa de las conexiones irregulares del servicio**

La empresa prestadora, dando cumplimiento a la Resolución 154 de 2014, frente a la imposibilidad de eliminar por completo la probabilidad de ocurrencia de una situación de emergencia, ha establecido un proceso que permite contrarrestar y minimizar las consecuencias adversas que se presentan en una situación de crisis. Este proceso es conocido en las organizaciones como “plan de preparación para emergencia y contingencias”, entendiéndose como la sumatoria de fuerzas aportadas por diferentes disciplinas, gobiernos, estrategias, recursos técnicos y por supuesto el talento humano, para prevenir y controlar aquellos eventos que puedan catalogarse como emergencias en una organización.

Teniendo en cuenta que para la organización es prioridad la protección del medio ambiente e infraestructura y continuidad en el servicio se requiere fomentar la adopción y mantenimiento de actitudes de auto-cuidado y solidaridad, mediante el desarrollo conjunto de actividades de previsión, prevención y control de las emergencias, a través de la elaboración y puesta en marcha del Plan de Emergencias Empresarial.

Es por ello que dentro de los objetivos específicos se ha buscado identificar las amenazas, determinar la vulnerabilidad y definir niveles de riesgo en las zonas en el sistema de acueducto, involucrando no solo el personal interno si no el externo, buscando fortalecer la capacidad de respuesta de *Aguas de Manizales S.A E.S.P.* en caso de desastre y minimizar los daños a las personas, los recursos materiales, medio ambiente y bienes materiales, de las eventuales emergencias. (E.S.P A. d., 2017)

### **9.1. Preparación de la respuesta formulación de los planes de emergencia y contingencia**

9.1.1. Ocurrencia del evento y sus impactos sociales económicos y ambientales.

#### **Procedimiento para actuar en caso de deslizamientos**

**Antes:**

- 1.: Efectúe monitoreo permanente a las laderas.
2. Mantenga en perfecto estado las cunetas de las vías.
3. Mantenga limpios los sistemas de transporte de aguas como cunetas y obras.

**Durante:**

1. De presentarse algún deslizamiento, notifique inmediatamente al cuerpo Oficial de Bomberos.
2. Si el deslizamiento represa alguna quebrada o pone en riesgo a la comunidad, notifique inmediatamente cuerpo Oficial de Bomberos.

**Después:**

1. Se determinarán cuáles fueron las causas que generaron el deslizamiento.

## 9.1.2. Gestión del riesgo

Con el fin de mitigar los riesgos a causa de las conexiones irregulares, es necesario realizar identificación de las posibles amenazas.

Identificadas las amenazas, se requiere la valoración que permita cuantificar el riesgo de acuerdo a las siguientes variables

<b>Probabilidad (Nivel)</b>	<b>Concepto</b>
Imposible	Muy difícil que ocurra; podría presentarse, una vez cada 20 años.
Improbable	Muy baja probabilidad; ocurrirá de 11 a 20 años.

Remoto	Limitada posibilidad de ocurrencia; podría ocurrir entre 5 y 10 años.
Ocasional	Ha ocurrido pocas veces; podría ocurrir entre 1 y 5 años.
Moderado	Ha ocurrido varias veces; podría ocurrir entre 3 y 12 meses.
Frecuente	Alta probabilidad de ocurrencia; podría presentarse una vez cada 3 meses.

Fuente: PEC Aguas de Manizales S.A E.S.P.

Para evaluar la vulnerabilidad del sistema, la intensidad de las posibles consecuencias de un siniestro de deben clasificar mediante una escala relativa como por ejemplo:

<b>Gravedad (categoría)</b>	<b>Conceptos</b>
Insignificante	Las consecuencias no afectan el funcionamiento del sistema. Pérdidas o daños despreciables.
Marginal	Las consecuencias afectan en forma leve al sistema. Pérdidas o daños moderados.
Crítico	Las consecuencias afectan parcialmente al sistema. Pérdidas o daños considerables.
Catastrófico	Las consecuencias podrían afectar en forma total al sistema. Pérdidas o daños de gran magnitud.

Fuente: PEC Aguas de Manizales S.A E.S.P.

### 9.1.3. Inventario de amenazas

INVENTARIO DE AMENAZAS.			
AMENAZA	CLASIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	
Sismo	NATURALES	Probable	2
Inundaciones		Probable	2
Tormenta Eléctrica		Posible	1
Vendaval		Posible	1
Erupciones Volcánicas		Posible	1
Deslizamiento de tierra		Probable	2
Fallas de equipos y sistemas	TÉCNICAS	Probable	2
Accidentes de Personas		Inminente	3
Explosión accidental		Posible	1
Colapso por falla estructural		Probable	2
Incendios		Probable	2
Emergencias Ambientales (Contaminación ambiental, Escape de vapores tóxicos, Derrames químicos)		Probable	2
Suspensión del suministro de agua		Probable	2
Enfermedad repentina (física y mental)		Posible	2
Atentados, Terrorismo, Amenaza de bomba		Posible	2
Incursión guerrillera, Asonada, Disturbios Civiles		Posible	2
Sobrecupo en espacios de concentración masiva	SOCIALES	Posible	2
Asaltos y Robos		Posible	2

Figura 27. Fuente: ANC Aguas de Manizales S.A E.S.P. Modificada por el Autor.

#### 9.1.4. Análisis de riesgo de amenazas naturales

Amenaza	Probabilidad
Sismo	Probable
Inundaciones	Probable
Tormenta eléctrica	Probable
Vendaval	Probable
Erupciones volcánicas	Posible
Deslizamiento de tierra	Posible

#### Vulnerabilidad

Calificación	Rango
0,0 - 1,0	Bajo
1,1 - 2,0	Medio
2,1 - 3,0	Alto

Fuente: PEC Aguas de Manizales S.A E.S.P. Modificada por el Autor

De manera general, se plantean las siguientes alternativas para la intervención acertada del riesgo en las comunidades:

- Desarrollar el concepto de la gestión del riesgo respetuoso con las comunidades vulnerables.
- Empoderamiento y autonomía de los actores sociales para la construcción de la gestión local del riesgo.
- Integración de la gestión del riesgo a los procesos de desarrollo sostenible.

## 10. Resultados y discusiones

La delimitación del área urbana depende en gran medida de la disponibilidad de servicios públicos básicos y de la clasificación de los usos del suelo de carácter urbano. Por lo tanto, los servicios públicos se constituyen en una herramienta para la conservación, la protección y el adecuado manejo de los recursos naturales. Con base en esto, la Ley 388 de 1997 define entre las acciones urbanísticas:

- La localización y el señalamiento de las características de la infraestructura para el transporte.
- Los servicios públicos domiciliarios, la disposición y tratamiento de los residuos sólidos, líquidos, tóxicos y peligrosos y
- Los equipamientos de servicios de interés público y social, tales como centros docentes y hospitalarios, aeropuertos y lugares análogos. (Congreso de la República de Colombia, 1997, art. 8)

Así mismo, existe en la normativa vigente como determinantes a ser incorporados en infraestructura, el señalamiento y localización de sistemas de abastecimiento de agua, saneamiento y suministro de energía, así como las directrices de ordenamientos para sus áreas de influencia.

En consideración a lo anterior, es importante que el municipio desarrolle dentro de su plan de ordenamiento los siguientes aspectos:

- Áreas de reserva para proyectos de prestación de los Servicios Públicos Domiciliarios.
- En el suelo urbano es importante que el POT identifique y defina claramente la cota de prestación de servicios, específicamente la del alcantarillado, toda vez que esta es determinante en la clasificación del suelo urbano, y de expansión urbana. De igual manera, es importante que desde el POT se priorice la implementación del plan de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV).
- En el suelo rural es necesario que se realice un inventario de acueductos veredales y áreas aferentes a estos, con el fin de que se defina un plan de acción para dichas áreas, así como es importante que se defina el tratamiento de aguas residuales.

Por último, es importante que en la revisión del Plan se tenga presente el Decreto 3600 de 2007, en el artículo 4, en lo relacionado con las áreas del sistema de servicios públicos domiciliarios, dentro de los cuales se deberán localizar las zonas de utilidad pública, para la ubicación de infraestructuras primarias, para la provisión de servicios públicos domiciliarios, con la definición de las directrices de ordenamiento para sus zonas de influencia, que forman parte de las categorías de protección en el suelo rural y donde se deberán señalar las áreas para la realización de actividades referidas al manejo, tratamiento y/o disposición final de residuos sólidos o líquidos, tales como rellenos sanitarios, estaciones de transferencia, plantas incineradoras de residuos, planta de tratamiento de aguas residuales, y/o estaciones de bombeo necesarias para resolver los requerimientos del municipio, que se definan de conformidad con la normativa vigente.

### **10.1. Antecedentes y análisis de datos de partida**

Según el POT proyectado para el año 2017 en sus componentes de Servicios Públicos y en su plan para la prestación de los servicios públicos urbanos, y como acciones complementarias o componentes del desarrollo de los distintos programas y proyectos, se adelantarán las siguientes acciones estratégicas enfocadas en la gestión del riesgo y con la coordinación del municipio. Bajo el esquema de coordinación interinstitucional se tienen proyectadas las siguientes acciones:

- Construcción de estructuras hidráulicas para el control y prevención de riesgos por inundaciones y deslizamientos.
- Los planes de obras e inversiones, como instrumentos económicos, deberán tener concordancia con el Plan de Ordenamiento Territorial POT, los planes de Gobierno de los alcaldes, entre otros, a fin de garantizar el desarrollo de los territorios. Además, deben garantizar el cumplimiento de cobertura, calidad y continuidad, garantizar la prestación del servicio a todos los habitantes que se asientan dentro de un área de prestación del servicio, la eficiencia en la prestación (cumplimiento del RAS) y la reducción del riesgo.
- Las áreas destinadas a la ejecución de proyectos y obras de infraestructura y redes de servicios públicos, deben aislarse y señalizarse convenientemente, de manera que se eviten riesgos para la vida, salud y tranquilidad de la comunidad. La administración

y mantenimiento de estas zonas estará a cargo de las entidades que presten los respectivos servicios.

Adicionalmente, dentro del proyecto de acuerdo POT para los años 2017 al 2019 se tiene establecido lo siguiente:

- Artículo 61. Criterios Generales de Actuación. En materia de servicios públicos domiciliarios, el presente Plan de Ordenamiento Territorial se centra en articular los procesos de fortalecimiento y consolidación de la red de servicios públicos domiciliarios, en concordancia con los Modelos de Ocupación Territorial propuestos en el Municipio de Manizales, así como con las estrategias de redensificación y los requerimientos en materia de gestión del riesgo.

- Artículo 62. Acciones Estratégicas para la dotación de servicios públicos domiciliarios. Con el propósito de garantizar el acceso a todos los habitantes a los servicios públicos domiciliarios, se adoptan las siguientes acciones estratégicas:

1. Coordinar las acciones del municipio con los prestadores de servicios públicos para completar el sistema de servicios públicos en los sectores carentes de los mismos, siempre y cuando ellos no estén localizados en suelos de protección o áreas de riesgo no mitigable (Caso de los barrios El Aguacate y Bajo Andes).

2. Contemplar las determinantes ambientales y de gestión del riesgo como pilares fundamentales en el ordenamiento, mantenimiento y operación de los servicios públicos.

3. Promover la incorporación de tecnologías y mecanismos de mitigación o de bajo impacto ambiental.

5. La ejecución de las obras para la instalación, modificación, reposición o reparaciones de todas las redes de servicios públicos, se debe programar de manera simultánea con las obras públicas que adelanta el municipio de Manizales.

- Artículo 87. Suelo de Protección Urbano. El suelo de protección urbano está constituido por las zonas y áreas de terreno localizadas dentro del área urbana de Manizales, definidas en el presente plan y que por sus características geográficas, paisajísticas, o ambientales, o por formar parte de las zonas de utilidad pública para la

ubicación de infraestructura para la provisión de servicios públicos domiciliarios o por ser zonas de riesgo no mitigable para la ubicación de asentamientos humanos, son objeto de reglamentación en el presente Plan. Se establecen como áreas de intervención restringida a fin de asegurar su protección, preservación y aprovechamiento sostenible.

- Artículo 88. Las categorías del suelo de protección en suelo urbano son:
  1. Áreas de conservación y protección ambiental.
  2. Áreas del sistema de servicios públicos domiciliarios.
  3. Áreas de amenaza y riesgo.
  4. Áreas e inmuebles considerados patrimonio cultural. (Alcaldía de Manizales, 2017).

## 11. Conclusiones y recomendaciones

- La gestión del riesgo en Colombia, aunque ha tenido un avance significativo, aún no es interiorizada por gran parte de la población.
- Las empresas pequeñas de Servicio Público en Colombia no cuentan con una buena infraestructura para implementar y mantener un sistema de gestión del riesgo enfocado en sus sistemas y sus usuarios.
- Las personas que habitan en zonas de bajos recursos económicos o por su condición social, se ven obligadas a ubicarse en zona de alto riesgo con consecuencias fatales para ellos y sus familias, tal como se ve en los barrios de El Aguacate y Andes de la Ciudad de Manizales.
- Las empresas de servicios públicos no cuentan con mecanismos legales que ayuden a evitar los consumos ilegales, en zonas similares a las que tienen los sectores de El Aguacate y Andes.
- No existe una cultura en torno a los riesgos que se asocian por un uso inadecuado de los servicios públicos.
- Las empresas de servicios públicos se ven afectadas ante los eventos que se presenten en las zonas de asentamientos ilegales a causa de un mal manejo por parte de los habitantes del sector de las aguas residuales, las cuales son vertidas sin control por las laderas, como se ha podido determinar para el caso de los barrios de El Aguacate y Andes
- Las empresas de servicio público, a pesar de las campañas educativas llevadas a las escuelas y colegios públicos cercanos a los barrios de El Aguacate y Andes, no han logrado la consciencia entre los diferentes pobladores de las zonas de asentamientos ilegales.

- Las empresas de servicios públicos tienen un gran porcentaje de pérdidas de agua, afectando de manera considerable el indicador de ley que regula estos servicios.
- El Estado debe incorporar sistemas que logren tener mayor impacto en aquellos sitios de invasión en zona de inestabilidad, con el fin de mitigar los riesgos asociados.

## 12. Referencias bibliográficas

- Alcaldía de Manizales (2017). *Plan de Ordenamiento Territorial de Manizales 2017-2031*.  
Disponible en  
<https://drive.google.com/drive/folders/0B6lnuUKu3ht6d3hKMnRHdWN2b0E>
- Blaikie, P. et al (1996). *Vulnerabilidad: El Entorno Social, Político y Económico de los Desastres*. Tercer Mundo Editores. Bogotá, Colombia.
- Cardona, O. (2003). *La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. Una crítica y una revisión necesaria para la gestión*. Cederi. Bogotá, Colombia.
- Congreso de la República de Colombia (1997). *Ley 388. Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones*. Diario Oficial No. 43.127. Bogotá, Colombia
- (2012). *Ley 1523. Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones*. Diario Oficial No. 48.411. Bogotá, Colombia.
- Lavell, A. (s.f.). *Sobre la Gestión del Riesgo: Apuntes hacia una Definición* [Monografía].  
Disponible en <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd29/riesgo-apuntes.pdf>
- Torrice, G. et al (2008). *Los enfoques teóricos del desastre y la gestión local del riesgo (construcción crítica del concepto)*. NCCR / OXFAM / FUNDEPCO. La Paz, Bolivia.
- Wilches-Chaux, G. (1993). La vulnerabilidad global. En: Maskrey, Andrew (1993). *Los desastres no son naturales*. La Red, Colombia.

### 13. Bibliografía complementaria

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2014). Resolución 0154. *Por la cual se adoptan los lineamientos para la formulación de los Planes de Emergencia y Contingencia*. 19 de marzo. Disponible en <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/0154%20-%202014.pdf>

Red De Observatorios Regionales Del Mercado De Trabajo (2012). *Diagnóstico socioeconómico y del mercado de trabajo, área metropolitana Manizales-Villamaría*. Manizales, Caldas.