



UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

**IDENTIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES NATURALES Y ANTRÓPICAS, QUE
GENERAN RIESGO POR INUNDACIÓN DEL RÍO MOLINO EN EL MUNICIPIO DE
POPAYÁN-COLOMBIA.**

Lorena Villaquirán López

Universidad de Manizales
Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas
Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente
Manizales, Colombia
2017

**IDENTIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES NATURALES Y ANTRÓPICAS, QUE
GENERAN RIESGO POR INUNDACIÓN DEL R ÍO MOLINO EN EL MUNICIPIO DE
POPAYÁN-COLOMBIA.**

Lorena Villaquirán López

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

Director:

Juan Carlos Granobles I.A MSc.

Línea de Investigación:

Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

Universidad de Manizales

Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas

Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

Manizales, Colombia

2017

Nota de aceptación

Director de Tesis

Jurado

Jurado

Manizales, febrero 23 del 2017.

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos.

A mi familia.

Por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor incondicional.

AGRADECIMIENTOS

La autora expresa su agradecimiento a:

Juan Carlos Granobles I.A MSc. Director del trabajo de Tesis, por su gran apoyo y motivación para la culminación de ésta maestría.

A la Universidad de Manizales, con todos sus funcionarios, docentes y compañeros; porque cada uno ha contribuido a mi formación profesional.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	4
2.1 Usos de suelo	4
2.2 Subcuenca río Molino	6
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
3.1 Pregunta de investigación	13
4. HIPÓTESIS	13
5. JUSTIFICACIÓN	14
6. ESTADO DEL ARTE	17
6.1 MARCO TEÓRICO	17
6.1.1 Gestión del riesgo	19
6.1.2 Una visión de futuro: la gestión del riesgo	20
6.1.3 La gestión del riesgo: una aproximación alternativa	20
6.1.4 Incorporando la gestión del riesgo de desastres en la planificación y gestión territorial	21
6.1.5 La vulnerabilidad global	22
6.1.6 Diseño de un sistema de alerta temprana por inundación y deslizamiento en el flanco nororiental de la Sierra Nevada de Santa Marta – Departamento de la Guajira.	25
6.2 ANTECEDENTES.....	26
6.2.1 Internacional	26
6.2.2 Nacional.....	28
6.2.3 Local	29
6.3 MARCO NORMATIVO.....	30
7. OBJETIVOS	32
7.1 Objetivo general.....	32
7.2 Objetivos específicos.....	32
8. METODOLOGÍA	33
8.1 Tipo de investigación	33
8.2 Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	33

8.3 Etapas de la investigación	35
8.4 Fuentes de información	36
8.5 Población y Muestra	36
8.5.1 Población	36
8.5.2 Muestra	36
8.6 Sistematización de la información	38
8.7 Análisis de la información	38
8.8 Instrumentos de recolección de la información	38
8.8.1 Instrumento 1. Encuesta	38
8.8.2 Instrumento 2. Entrevista	38
9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
9.1 Evolución histórica de la ciudad.....	40
9.2 Instrumento. Encuesta	41
9.3 Instrumento. Entrevista	48
9.4 Categoría ambiental y paisajística	52
9.4.1 Susceptibilidad a inundaciones por análisis geomorfológico y geotectónico	52
9.4.2 Diversidad biológica - Fauna	54
9.4.3 Calidad visual	57
9.4.4 Evaluación ambiental.....	59
9.5 Caracterización de la amenaza	61
9.5.1 Susceptibilidad a inundaciones.....	64
9.6 Caracterización de la vulnerabilidad	66
9.7 Matriz DOFA	70
9.8 Condiciones arquitectónicas y recomendaciones prospectivas, enfocadas en la gestión del riesgo, de desastres por inundación	72
9.8.1 Recomendaciones prospectivas	72
9.8.1.1 Medidas estructurales.....	72
9.8.1.2 Medidas no estructurales.....	75
9.8.2 Condiciones arquitectónicas	75
9.9 Resiliencia	78
9.9.1 Resiliencia hídrica.....	78
9.9.2 Resiliencia urbana y territorial.....	79
10. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	81
11. CONCLUSIONES	83
12. RECOMENDACIONES.....	85
REFLEXIÓN FINAL	86
13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
ANEXOS	90

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Áreas proyectadas en el suelo urbano de Popayán	5
Cuadro 2. Áreas proyectadas en el suelo rural de Popayán	6
Cuadro 3. Cantidad de agua río Molino.....	7
Cuadro 4. Eventos por inundación del río Molino	12
Cuadro 5. Componentes de la Gestión del Riesgo de Desastres.....	19
Cuadro 6. Algunos estudios sobre la Gestión del Riesgo de Desastres.....	30
Cuadro 7. Categoría: contexto histórico.....	41
Cuadro 8. Categoría: apoyo de los entes territoriales	42
Cuadro 9. Categoría: condiciones de riesgo.....	43
Cuadro 10. Categoría: percepción del riesgo por inundación	45
Cuadro 11. Categoría: respuesta ante el desastres.....	46
Cuadro 12. Matriz de valoración de impactos ambientales.....	59
Cuadro 13. Matriz DOFA.....	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización de la zona de estudio	4
Figura 2. Zonas de expansión de la ciudad de Popayán.....	5
Figura 3. Subcuenca río Molino	6
Figura 4. Zonas de inundación en el área urbana de Popayán	9
Figura 5. Esquema de crecimiento y desarrollo de la ciudad desde su fundación..	40
Figura 6. Microzonificación sismo geotectónica de Popayán.....	52
Figura 7. Especies rasantes predominantes en la cuenca del río Molino	55
Figura 8. Especies herbáceas predominantes en la cuenca del río Molino	55
Figura 9. Especies arbustivas predominantes en la cuenca del río Molino	56
Figura 10. Especies arbóreas predominantes en la cuenca del río Molino	56
Figura 11. Superposición planos de inundación y deslizamiento.....	61
Figura 12. Superposición planos de inundación y uso de suelo.....	62
Figura 13. Superposición planos comunas y riesgo por inundación.....	63
Figura 14. Zonas de la ciudad sujetas a amenaza por eventos de inundación.....	65
Figura 15. Superposición planos de inundación y vulnerabilidad	67
Figura 16. Planos fragilidad estructural y tipos de coberturas-Diagnostico POT....	68
Figura 17. Muros de contención.....	73
Figura 18. Implementación de la vegetación como purificadores de agua.....	74
Figura 19. Detalle de una cubierta verde.....	75
Figura 20. Propuesta de renovación de la cuenca en la zona urbana.....	77
Figura 21. Perfil de la propuesta.....	77
Figura 22. Proceso en la investigación para alcanzar la resiliencia.....	78

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Inundación sector norte.....	10
Imagen 2. Inundación sector centro.....	10
Imagen 3. Invasión zona de protección (Norte).....	11
Imagen 4. Invasión zona de protección (Centro).....	11
Imagen 5. Arrastre y levantamiento de la cobertura vegetal-Sector hospitalario La Estancia.....	57
Imagen 6. Arrastre y levantamiento de la cobertura vegetal-Sector hospitalario La Estancia.....	57
Imagen 7. Parte alta de la cuenca.....	58
Imagen 8. Sector Pueblillo.....	58
Imagen 9. Sector de la Dian.....	58
Imagen 10. Sector Puente del Humilladero	58
Imagen 11. Invasión zona de protección calle 25N.....	60
Imagen 12. Invasión zona de protección carrera 18.....	60
Imagen 13. Problemas de erosión-Residencias universitarias (Calle 15N).....	64
Imagen 14. Vulnerabilidad sector La Estancia.....	67
Imagen 15. Vulnerabilidad sector Barrio Bolívar	67
Imagen 16. Vulnerabilidad calle 1.....	68
Imagen 17. Vulnerabilidad sector Barrio Cadillal.....	68

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Formato de la encuesta.....	90
Anexo B. Formato de la entrevista.....	95

RESUMEN

La investigación logra identificar las condiciones naturales y antrópicas, que generan riesgo por inundación del río Molino en la zona urbana de Popayán-Colombia. Se identificaron los diferentes factores de riesgo natural y antrópico que potencian los peligros de inundación, por medio de la superposición de planos de fragilidad estructural, tipos de coberturas, uso de suelo, comunas, vulnerabilidad y amenazas de inundación y deslizamiento presentes en la ciudad; además se establecieron los escenarios de riesgo por inundación en la zona urbana con la información recolectada por los diferentes eventos y afectaciones presentados en la historia de Popayán. Se encontró que las condiciones naturales que originan riesgo por inundación del río Molino en la zona urbana de Popayán, son las lluvias torrenciales, las cuales generan fragilidad ante el relieve de la ciudad ocasionando deslizamientos de tierra en gran parte de la cuenca; al mismo tiempo, las condiciones antrópicas que causan riesgo por inundación son la contaminación, y la invasión de las zonas de protección de la fuente hídrica, alterando este sistema natural por el crecimiento descontrolado de la ciudad, así como la ausencia de control y planificación del territorio. A partir de los hallazgos, se generan recomendaciones relacionadas con el manejo, la reducción o la mitigación del riesgo de desastre; que ayuden a alcanzar una ciudad resiliente por inundación del río Molino en Popayán.

Palabras claves: amenaza, vulnerabilidad, riesgo, inundación, desarrollo sostenible, resiliencia.

ABSTRACT

The research gets to identify the natural and anthropogenic conditions, which generates a risk of flood by Molino river in the urban area of Popayan-Colombia. Different natural and anthropogenic risk factors were identified which enhance the hazards of flood, through the overlay of structural fragility plans, types of covers, land use, commune, vulnerability and threats of flood and slip in the city; besides that, the sceneries of risk by flood in the urban area were established with the information collected by the different events and the affectations throughout the history of Popayan. It was found that the natural conditions that generates risk by flood of Molino river in the urban area in Popayan are heavy rains, which originate fragility in the relief of the city by causing landslides in most of the river basin; at the same time, the anthropogenic conditions that cause risk by flood are contamination, and the invasion of protected areas of the water source, by altering this natural system because of the uncontrolled growing of the city, as well as the lack of control and territorial planning. Since the findings some recommendations are made which are related to handle, decrease or reduce the risk of disaster that help to reach a resilient city by flood of Molino river in Popayan.

Keywords: threat, vulnerability, risk, flood, sustainable development, resilience.

1. INTRODUCCIÓN

La ciudad de Popayán fue construida en cercanía de varias fuentes hídricas, esto ha determinado la dinámica de crecimiento de la ciudad y la búsqueda de espacios adecuados para la construcción de la infraestructura necesaria para la población. La zona rural tiene uso ganadero, agrícola e industrial, en donde se implementan técnicas tradicionales que alteran el suelo, además de la deforestación y viviendas sin saneamiento básico, que contribuyen a la problemática de contaminación, inundación y deslizamientos en la zona urbana. Con esta descripción general del contexto se busca demostrar la desarticulación de los procesos de desarrollo sostenible en la ciudad con la gestión de riesgo de desastres, identificando las condiciones de vulnerabilidad y amenaza que están causando riesgo por inundación del río Molino en el sector urbano.

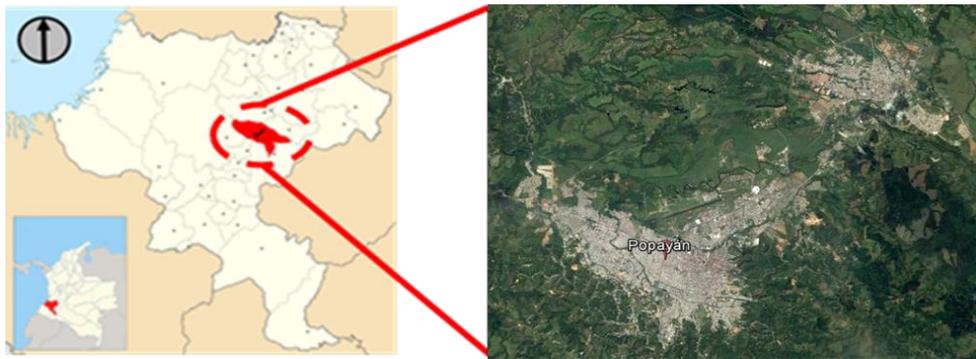
El desarrollo de la investigación, permite identificar las condiciones naturales y antrópicas que generan el riesgo, por medio de una metodología descriptiva, que parte de la interpretación del entorno de la cuenca, a través de las categorías ambiental-paisajística, socioeconómica y físico-cultural; luego se continua con una fase argumentativa en donde se hace un análisis de los lineamientos ambientales y urbanos para el adecuado desarrollo de la cuenca hídrica en la ciudad; y por ultimo está la etapa propositiva, en donde se generan recomendaciones prospectivas que disminuyan el riesgo, ya que es importante anticipar a las situaciones que puedan afectar a una comunidad, ya sea en su tejido social, o en su estructura física funcional, partiendo de la condición de que las inundaciones constituyen un riesgo natural que a lo largo del tiempo han provocado la pérdida de vidas humanas y ha ocasionado costosos daños materiales, por lo que la lucha contra sus efectos negativos no sólo requiere de soluciones estructurales sino también de otras no estructurales como la implementación de sistemas de alerta, la corrección hidrológico-forestal y la correcta aplicación de las medidas de ordenamiento territorial.

2. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Figura 1. Localización de la zona de estudio.

Figura 1.1. Departamento Cauca

Figura 1.2. Ciudad Popayán



FUENTE: Google earth

Popayán, está ubicada al sur occidente colombiano y es la capital del departamento del Cauca; tiene 265.702 habitantes, de acuerdo al último censo del año 2005, realizado por el DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas), tiene una extensión territorial es de 512 km² con altitud media de 1.760 metros sobre el nivel del mar, precipitación media anual de 1.941 mm y su temperatura promedio de 14 a 19 °C. Además, posee un patrimonio cultural tangible representado en los cerros, los ríos y las construcciones coloniales y un patrimonio intangible reflejado en los ritos y ceremonias de gran esplendor, principalmente los de Semana Santa declarada Obra Maestra del Patrimonio Oral e Inmaterial de la Humanidad por la UNESCO en septiembre de 2009.

2.1 Usos de suelo

Dentro del perímetro urbano se la ciudad está zonificada con uso de suelo comercial, residencial, recreacional, de protección ambiental, educativo, Industrial, y de

infraestructura de servicios; en proporciones que garantizan la ubicación de la población esperada en el largo plazo dentro de las zonas no consolidadas.

Cuadro 1. Áreas proyectadas en el suelo urbano de Popayán

USO	ÁREA (Has)
Residencial	1.941
Comercial	15
Infraestructura de servicios	245
Educativo	68
Industrial	11
Recreativo y deportivo	85
Protección	330

FUENTE: Plan de Ordenamiento Territorial de Popayán, (2002).

Las zonas de expansión de la ciudad son tres; Lame, San Bernardino y el Aljibe, las cuales están destinadas para uso residencial.

Figura 2. Zonas de expansión de la ciudad de Popayán.

Figura 2.1. Lame



Figura 2.1. San Bernardino



Figura 2.1. El Aljibe



FUENTE: Plan de Ordenamiento Territorial de Popayán, (2002).

Para clasificar el uso del suelo rural se han tenido en cuenta las unidades de paisaje, el tipo de utilización de la tierra, la aptitud de uso y el uso potencial del suelo.

Cuadro 2. Áreas proyectadas en el suelo rural de Popayán

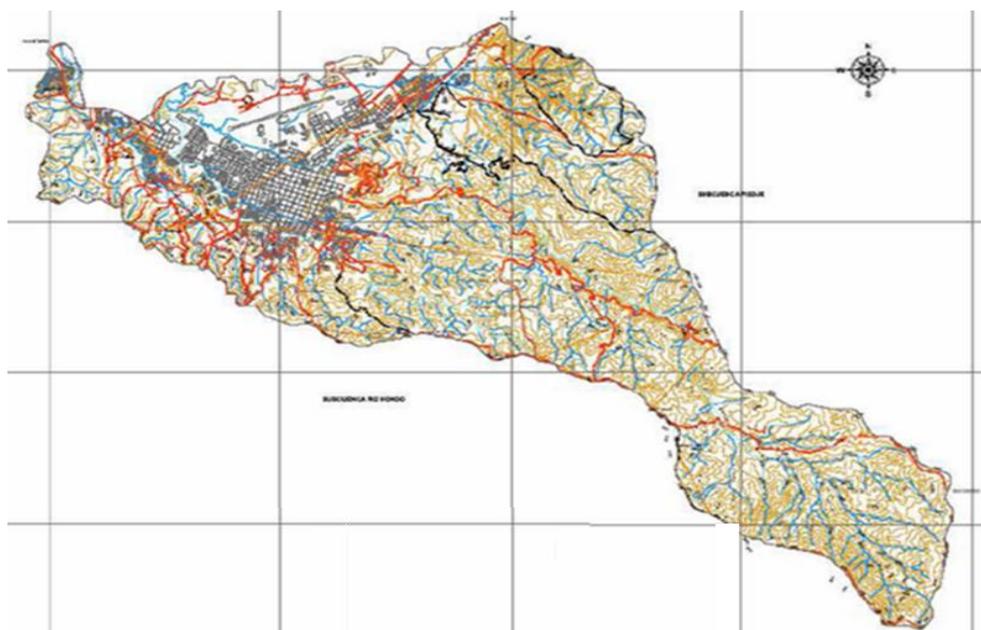
USO	ÁREA (Has)
Parque Industrial	41,10
Relleno Sanitario	314,10
Penitenciaria	178,50

FUENTE: Plan de Ordenamiento Territorial de Popayán, (2002).

2.2 Subcuenca río Molino

La subcuenca es afluente directo del río Cauca, es de forma alargada y estrecha, de relieve montañoso suavizado por cenizas volcánicas, presenta una elevación media de 2.624 MSN en un rango altitudinal entre los 1.700 y los 2.800 MSN, lo cual permite que se diferencien los pisos bioclimáticos subandino, andino y alto andino¹. El nacimiento del río Molino es en el cerro del Canelo, vereda de Santa Elena, corregimiento de Poblazón y desemboca en el río Cauca, tiene una longitud es de 24,5 Km. y una extensión de 4.030 has.

Figura 3. Subcuenca río Molino



FUENTE: Plan de Ordenación y Manejo Subcuenca Río Molino, (2006).

¹ Convenio Fundación Procuencia río Piedras – PNUD. (2011). Programa de integración de ecosistemas y adaptación al cambio climático en el macizo colombiano.

La cota más alta se encuentra en la zona del bosque andino a 2.850 de altitud y la más baja en su desembocadura a los 1.680 de altitud; cuenta con 8 corregimientos, 10 veredas y 4 comunas urbanas; existen diferentes grupos poblacionales asentados entre campesinos e indígenas en la zona rural y comunidades urbanas.

Cuadro 3. Cantidad de agua rio Molino.

Ubicación	Cota de altitud	Caudal L/S
Poblazón	2.130	187,0
Puente carretera vía al Huila	2.020	370,2
Bocatoma de acueducto	1.780	318,3
Puente Yanaconas- Río Molino	1.740	271,5
Puente de obras públicas vía al Huila	1.720	363,1
B/La Sombrilla antes de desembocadura del río Ejido	1.690	609,5
Puente Yanaconas Q. Yambitará	1.740	91,6

FUENTE: Plan de Ordenamiento Territorial-POT, (2002).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La subcuenca del río Molino tiene una extensión de 5.547,28 hectáreas, la cota más alta se encuentra en la zona del bosque andino a 2.850 de altitud y la más baja en su desembocadura a los 1.680 de altitud y aporta el 10% (22.784 personas) del agua del acueducto municipal.²

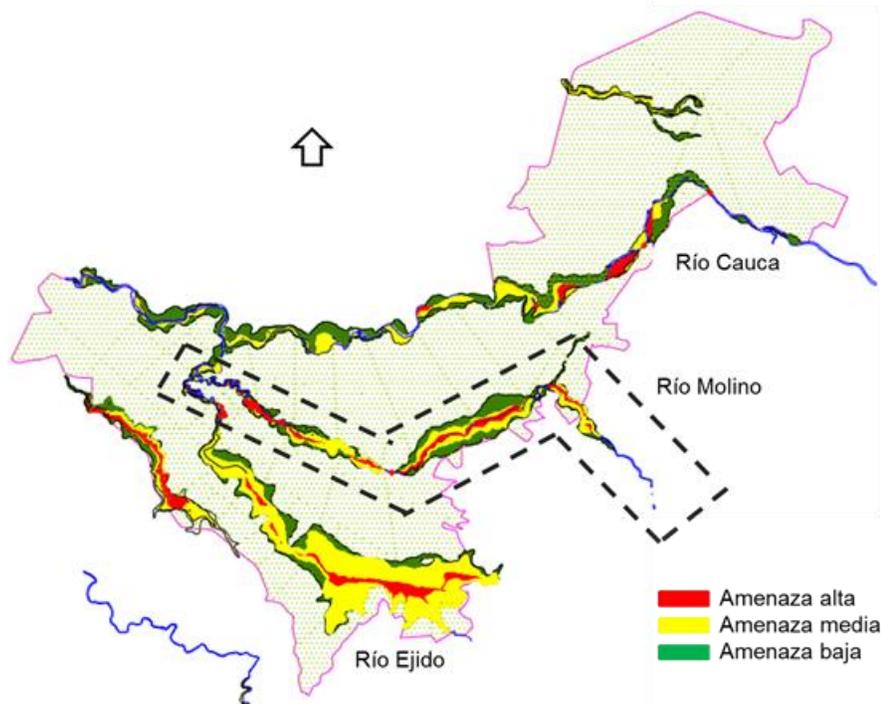
El Plan de Ordenación y Manejo Subcuenca Río Molino-Quebrada Pubús (2006) menciona, que la forma de la subcuenca río Molino, rige el comportamiento del río por cuanto tiene dos características: esto se refiere a una subcuenca alta típica de montaña, con vertientes cortas y altas pendientes que influyen un escurrimiento rápido que forma crecientes súbitas con altos picos en los caudales. Los caudales medios y mínimos son regulados por la composición de los suelos. De otro lado la subcuenca en la parte baja, tienen una gran extensión en la formación geomorfología del Valle de Pubenza, lugar donde el río Molino deja su comportamiento torrencial y pasa a describirse como un río típico de llanura aluvial, es decir, de baja pendiente y formación de meandros entre otras características.

Según datos obtenidos de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A E.S.P (2014) la sub-cuenca río Molino cuenta con 8 corregimientos, 10 veredas y 4 comunas urbanas, en las cuales existen diferentes grupos poblacionales asentados: campesinos e indígenas en la zona rural y comunidades urbanas, estimados en 53.329 habitantes, quienes dependiendo de su sentido de pertenencia y necesidades satisfechas degradan, en mayor o menor medida, los recursos de los que dependen. Por su parte, la zona rural se caracteriza por ser ganadera y agrícola, utilizando técnicas tradicionales sin tener en cuenta la vocación de los suelos, predominio del monocultivo con incorporación

² Alcaldía Municipal de Popayán. (2002). Plan de Ordenamiento Territorial – POT.

de fertilizantes químicos en exceso, deforestación para obtener leña de combustible y viviendas sin saneamiento básico.

Figura 4. Zonas de inundación en el área urbana de Popayán



FUENTE: Villaquirán L., L., adaptada del Plan de Ordenamiento Territorial, (2016).

La Fundación Procuena río las Piedras (2014), afirma que durante décadas esa cuenca con gran variedad en vegetación nativa como acacia (*Acacia sp*), cedro (*Cedrela sp*), chiminango (*Pithecellobium dulce*), roble (*Quercus humboldtii*), encenillo (*Weinmania sp*), aliso (*Inus sp*), guayacán (*Tebuia rosea*), motilón (*Freziera sp*), guamo (*Inga sp*), castañuelo cafeto chachafruto (*Erythrina edulis*), romerillo (*Balsamorhiza hirsuta*), guadua (*Guadua angustifolia*), nacedero (*Trichantera gigantea*), chantre mayo (*Meriania speciosa*), fresno (*Fraxinus sp*), gualanday (*Jacaranda caucana*), ceiba (*Ceiba pentandra*) entre otros, representados en 4.629,1 Has., ha sido deforestada para actividades agropecuarias y mineras, por lo tanto, con el paso del tiempo los suelos se han deteriorado, a tal punto, que en algunos sitios las rocas han empezado a desmoronarse y se presentan deslizamientos constantes.

Los fuertes aguaceros aceleraran antiguos problemas de erosión que han aumentado los fenómenos de remoción de tierra, que llevan a represamientos en el río, incremento en su caudal y posteriormente afectando a la ciudad con anegamiento de áreas con mínima pendiente, daños en viviendas, equipamientos, zonas comerciales, vías de comunicación, y producción agropecuaria, y en casos catastróficos con pérdida de vidas humanas; ataques del flujo sobre las márgenes del cauce principal lo cual produce cambios de curso permanentes y pérdida de áreas productivas; y por último drenaje lento de las áreas inundadas las cuales se convierten en depósito de aguas estancadas, generando problemas sanitarios sobre la población, así lo afirmó Recaman (2014).

Imagen 1. Inundación sector Norte



FUENTE: Noticias Vanguardia

Imagen 2. Inundación sector centro



FUENTE: Noticias Proclama del Cauca

A esta problemática se le suma que desde la mitad del siglo XX, la ciudad de Popayán ha venido presentando una evolución no controlada, provocada por las escasas oportunidades de desarrollo humano en el área rural, la marginalidad social, y en gran medida, al crecimiento orgánico después del terremoto de 1983, expuso Vargas (2011); sumado a lo anterior, el desplazamiento humano³ que ha vivido el país debido al conflicto armado y en Popayán asciende a 5874 personas, como lo establece SISDHES-CODHES (2014), lo que ha venido ocasionando un proceso de crecimiento urbano no planificado que deteriora las áreas de protección de las cuencas hídricas de la ciudad, como se ve

³ El Cauca en el año 2012 había ocupado el segundo lugar con una escandalosa cifra superior a los 32.500 desplazados, se ubicó en 2013 en quinto lugar con 18.752 nuevas víctimas de este delito. SISDHES- CODHES. (2014).

reflejado desde el año 2010 en el sector rural de la sub-cuenca río Molino donde se han asentado, en la vereda Santa Bárbara, 31 familias provenientes de procesos de reinserción y desplazamiento, equivalentes a 121 personas originarias de los municipios de Ortega, Cajibío, Popayán, El Tambo y el departamento del Putumayo. Corporación Autónoma Regional del Cauca (2012).

Popayán en época de invierno en los meses de febrero a abril y de octubre a diciembre o en periodos de lluvias anormales como durante los fenómenos climatológico de la niña o el niño IDEAM (2013), por las características geográficas, topográficas urbanísticas y de cobertera vegetal en las inmediaciones del río Molino, se produce abundancia de agua desbordándose y ocasionando inundaciones a barrios establecidos normalmente y subnormales, construidos en su ribera y zona de protección, como la ocurrida el 18 de noviembre de 1938, donde perdieron la vida dos personas y hubo numerosas pérdidas materiales. Consejo de Gestión del Riesgo del Municipio de Popayán (2013).

Imagen 3. Invasión zona de protección (Norte)

Imagen 4. Invasión zona de protección (Centro)



FUENTE: Noticias El Pueblo



FUENTE: Noticias Proclama del Cauca

El POT en su componente ambiental (2002), concluye que el río Molino revela un déficit marcado de saturación de oxígeno y los valores de gas carbónico encontrados indican procesos de respiración y oxidación de materia orgánica; además se observaron actividades de extracción de materiales da arrastre, lo que ocasiona un aumento en la concentración de sólidos suspendidos totales y la tasa de sedimentación. Asimismo, muestreos hechos de macroinvertebrados revelaron la presencia de organismos

indicadores de alteración drástica de la calidad del agua, por degradación de materia orgánica. Chilito (2014).

En Popayán, el desbordamiento del río Molino es el resultado del daño que durante muchos años ha tenido esa zona. Existen registros de eventos desde 1928 hasta el evento más reciente, que se presentó el 23 de diciembre de 2013, como se muestra en la siguiente tabla:

Cuadro 4. Eventos por inundación del río Molino-Popayán (Cauca)

FECHA	UBICACIÓN	CAUSA	PROBLEMA	EFEECTO	IMÁGEN
Noviembre 1938.	Barrios aledaños al río Molino Parte alta y media.	Torrenciales por fuertes aguaceros.	Daños y destrucción a las viviendas y otras infraestructuras.	Creciente e inundaciones.	
2000.	Parte alta del río Molino.	Mal manejo de la cuenca.	Deterioro ambiental de la cuenca con ausencia de cobertura vegetal.	Erosión por impacto de gotas de lluvia, escorrentía y movimiento en masa.	
29 abril 2011.	Parte media y alta del río Molino	Lluvias torrenciales.	Deterioro ambiental de la cuenca con ausencia de cobertura vegetal, mal manejo de las basuras en zonas residenciales y comerciales de la ciudad.	Erosión por impacto de gotas de lluvia, escorrentía y movimiento en masa.	
25 diciembre 2013.	Parte baja, media y alta del río Molino	Lluvias torrenciales.	Deterioro ambiental de la cuenca con ausencia de cobertura vegetal, tala indiscriminada de árboles, invasión de zonas de protección por viviendas, mal manejo de las basuras en zonas residenciales y comerciales de la ciudad. Vertimientos de las fincas que habitan la cuenca alta del río.	Erosión por impacto de gotas de lluvia, escorrentía y movimiento en masa, consecuencias ambientales como contaminación y problemas de movilidad y pérdidas económicas.	

FUENTE: Villaquirán L., L. (2015).

La ciudad no está preparada para afrontar diferentes riesgos naturales, dentro de su planificación y desarrollo, no se tiene contemplada la “resiliencia”; que en palabras de Gustavo Wilches Chaux (2010) “es la capacidad de un sistema para recuperarse después de que ha sido afectado por una crisis de cualquier tipo, origen y magnitud”. De lo anterior subyace que este concepto, es acorde para aportar soluciones frente al riesgo de desastres en Popayán.

3.1 Pregunta de investigación

¿Cuáles son las condiciones naturales y antrópicas, que generan riesgo por inundación del río Molino en Popayán-Colombia?

4. HIPÓTESIS

Las principales condiciones naturales y antrópicas que generan riesgo por inundación del río Molino en el área urbana de Popayán son los deslizamientos de tierra, la contaminación e invasión de las zonas de protección a causa de la inadecuada planificación de la ciudad y su desarticulación con la gestión de riesgo de desastres.

5. JUSTIFICACIÓN

La condición de vulnerabilidad de Popayán, lo constituye su semejanza con la historia del desarrollo urbano colombiano, en el que la gestión del riesgo no ha sido un componente suficientemente valorado. En ese sentido, Cardona (2005) establece tres razones principales por las cuales muchas ciudades están construidas sobre o contienen sitios propensos a desastres: la primera es que las ciudades se fundaron en sitios peligrosos porque en esa época las ventajas del sitio valían más que los riesgos; la segunda, el desarrollo de las ciudades no estaba conducido por una cultura de gestión de riesgos; y la tercera, las ciudades traspasaron lo que originalmente fueron los sitios relativamente seguros.

En la actualidad, la edificación del desarrollo sostenible en Popayán, sin considerar que los problemas globales han aumentado en complejidad y conectividad, especialmente los ambientales: crisis del agua, cambio climático, desastres socio-naturales, diferentes formas de expresión de la pobreza, entre otros, lo cual obliga a tratar estos temas interrelacionados e inseparables y a analizar su multi-causalidad.

Las inundaciones son el desastre que ocurre con mayor frecuencia, entre todos los desastres a nivel mundial. Galvis (2013) en su estudio determina que se trata de un fenómeno que provoca una desgracia generalizada, daños económicos, sociales, culturales, deterioro en la salud, pérdida de vidas humanas y riesgos en la producción agrícola y soberanía alimentaria, entre otros. Sólo en 2010, 178 millones de personas se vieron afectadas por las inundaciones. Las pérdidas totales en años excepcionales como 1998 y 2010 superaron los US \$ 40 mil millones.

El cambio climático y los modelos de desarrollo centrados en la acumulación de capital con baja re-inversión en aspectos socio-ambientales, aunados al crecimiento demográfico, cambio y deterioro en el uso del suelo (pérdida en calidad de cuencas y servicios

ecosistémicos), bajos niveles de gobernanza, en gestión de conocimiento y en general, con severos impactos sobre el ciclo hidrológico, favorecen las inundaciones y en especial, las inundaciones urbanas, como un grave y creciente problema.

La inundación urbana es cada vez más costosa y difícil de manejar ante todo en la transición de los países de ingreso bajo y mediano, a sociedades mayoritariamente urbanas; estas últimas con una mayor concentración de personas y bienes en las ciudades. En ellas, la rápida urbanización motivada por la violencia, desplazamiento rural y necesidades básicas insatisfechas, crea asentamientos más pobres carentes de viviendas, infraestructura y servicios adecuados, haciendo que sus pobladores, especialmente mujeres y niños, estén más desvalidos frente a las inundaciones.

Además de los daños económicos directos, estos desastres tienen consecuencias a largo plazo como la pérdida de oportunidades de educación, propagación de enfermedades y alteraciones en la nutrición, ampliando brechas de inequidad social, que limitan el logro de los objetivos de desarrollo del milenio. Las evidencias descritas muestran el incremento de la vulnerabilidad física, técnica, económica y socio-cultural ante eventos naturales potencialmente destructivos, particularmente las inundaciones.

Wilches (1998) afirma, la vulnerabilidad, entendida como debilidad frente a las amenazas y como incapacidad de recuperación después de que ha ocurrido un desastre (o falta de "capacidad de resiliencia"), no sólo depende de la vecindad física de las poblaciones a las fuentes de las amenazas, sino de otros múltiples factores de distinta índole, todos presentes en las comunidades. Por eso se habla de la existencia de una vulnerabilidad global. Se debe lograr una ciudad resiliente, que ante la amenaza de un fenómeno natural o de eventos motorizados por mano humana, tenga la capacidad de resistir, adaptarse y recuperarse eficientemente de los efectos causados por dicho fenómeno. Toro (2012) enuncia, la resiliencia urbana está en estrecha relación con los conceptos dinámicos de desarrollo y de crecimiento urbano.

Para lograr ciudades resilientes debe existir un trabajo de gestión del riesgo de desastres interdisciplinario, que articule a los distintos niveles gubernamentales y a las agrupaciones de la sociedad civil; dicha gestión no es distinta de la gestión del desarrollo sostenible. Contiene temas como la prevención de amenazas, la mitigación de la vulnerabilidad, la

atención a los desastres y las actividades de reconstrucción física y recuperación de ecosistemas y comunidades afectadas por un desastre. De esta manera, la gestión del riesgo se convierte no sólo en un tema de carácter internacional, sino principalmente una tarea local, en el ámbito rural pero principalmente en el urbano, donde se deben aplicar las herramientas e instrumentos para la reducción del riesgo, su mitigación, transferencia, y prevención y manejo de desastres.

6. ESTADO DEL ARTE

6.1 MARCO TEÓRICO

Haciendo una mirada histórica al marco teórico de la gestión de riesgo de desastres, se encuentra que hasta principios de los años 90 las prácticas en el ámbito de los desastres fueron dominadas por las actividades de preparación y la respuesta, mientras que la reducción correctiva y prospectiva del riesgo (prevención y mitigación) no fue una prioridad de las políticas públicas. Tras el aumento de pérdidas asociadas a los desastres se ha reconocido la importancia de promover actividades de prevención y mitigación entendidas como la reducción de riesgos. Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres UNISDR (2010).

Según El Banco Interamericano de Desarrollo (2003), la gestión de riesgos hace alusión a un proceso social cuyo objetivo es la reducción o control del riesgo en la sociedad. La manifestación de desastres es una expresión de la inadecuación del modelo de desarrollo con el medio ambiente, por lo que la gestión del riesgo debe ser un objetivo de la planificación del desarrollo. Por otro lado, dadas las condiciones dinámicas del riesgo, la sociedad requiere de mecanismos diferenciados para manejar las distintas condiciones de riesgo que existen o que pueden llegar a existir. Mediante esta forma de plantear el problema de los desastres, necesariamente la manera en que se considera la intervención de la sociedad cambia de forma importante.

El proceso de gestión de riesgos admite distintos niveles de intervención que van desde lo global, integral, lo sectorial y lo macro-territorial hasta lo local, lo comunitario y lo familiar. Además, requiere de la existencia de sistemas o estructuras organizacionales e institucionales que representan estos niveles y que reúnen bajo modalidades de coordinación establecidas y con roles diferenciados acordados, aquellas instancias colectivas de representación social de los diferentes actores e intereses que juegan un

papel en la construcción de riesgo y en su reducción, previsión y control.

El reconocimiento del dinamismo y cambio que sufre el riesgo de desastre en términos sociales, territoriales y temporales nos permite considerar su existencia en términos de un continuo proceso de riesgo, Lavell (2003). Tal y como plantea este mismo autor, se pueden definir tres grandes conjuntos del riesgo que muestran la continuidad o el proceso del riesgo:

- El riesgo primario o estructural: referente a las condiciones de riesgo existentes en la sociedad en situaciones de normalidad. Esta normalidad es diferenciada según las condiciones de vida de la población, es decir, lo diario para unos es un desastre para otros.
- El riesgo secundario, derivado o coyuntural: comprende las condiciones específicas de riesgo que surgen de manera más o menos repentina con el impacto de un fenómeno físico peligroso en la sociedad. Este riesgo se construye sobre las condiciones de riesgo primario, pero puede llegar a considerarse igualmente primario si esas condiciones de riesgo llegan a ser la normalidad. Se puede hablar de un proceso de acumulación de riesgo que vuelve cada vez más vulnerable a la población.
- El riesgo anticipado o futuro: se refiere a la posibilidad de controlar la generación de condiciones de riesgo a la hora de implementar un proceso de desarrollo en general, o programas y proyectos en particular. Estos procesos se desarrollan bajo determinadas condiciones de riesgo primario y secundario, lo cual influirá de forma directa en las posibilidades de control.

De lo anterior, se puede deducir fácilmente que lo que en otros momentos se ha llamado el ciclo, continuo, administración o manejo de “desastres” podría considerarse, más bien, un proceso continuo y secuenciado de gestión de riesgo Lavell (2003).

Rubiano y Ramírez (2009) sostienen, el riesgo de desastre es un efecto que surge del desarrollo, no es una condición que surge de forma repentina por componentes externos al proceso de desarrollo, sino que es la consecuencia acumulada de los procesos políticos, económicos y sociales que tienen lugar en un territorio. El desarrollo referido

como proceso territorial (uso, ocupación y transformación del territorio) y procesos sectoriales (flujos de bienes y servicios, aprovechamiento de recursos y disposición de residuos) tiene una correlación con la generación y acumulación del riesgo y, por lo tanto, con los desastres. Su resultado tiene que ver tanto con las amenazas naturales y antropogénicas como con las vulnerabilidades de los diferentes elementos o componentes expuestos. Los procesos de desarrollo tienen que ver tanto con las amenazas socio-naturales y antropogénicas como con las vulnerabilidades de los diferentes elementos o componentes expuestos.

6.1.1 Gestión del riesgo

La Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (2010) define, que la Gestión del Riesgo es un componente del sistema social constituido por un proceso eficiente de planificación, organización, dirección y control dirigido al análisis y la reducción de riesgos, el manejo de los eventos adversos y la recuperación ante los ya ocurridos.

Cuadro 5. Componentes de la Gestión del Riesgo de Desastres.

ÁREAS	COMPONENTES
Análisis de riesgos	Estudio de amenazas y
	Vulnerabilidades
Reducción de riesgos	Prevención y mitigación
Manejo de eventos adversos	Preparación
	Alerta
	Respuesta
Recuperación	Rehabilitación
	Reconstrucción

FUENTE: Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional

6.1.2 Una visión de futuro: la gestión del riesgo

Las condiciones existentes de vulnerabilidad de la humanidad, eleva el concepto de riesgo a una posición protagónica en el análisis del desastre y en la exploración de esquemas de intervención y acción que permitan pensar en la reducción de las posibilidades de desastres en el futuro. El desastre se piensa más en términos de la ocurrencia o actualización de condiciones de riesgo preexistentes que como una manifestación de la rabia de la naturaleza y de impactos inevitables. La inquietud en cuanto al riesgo y vulnerabilidad preexistentes se expresa de forma indiscutible en la manifiesta búsqueda de una estrategia de desarrollo basada en procesos de reconstrucción con transformación.

Lavell (1999) afirma Esta idea implica como componente fundamental, la reducción de la vulnerabilidad existente, y la promoción de esquemas de transformación de la sociedad que impiden la construcción en el futuro de nuevas condiciones de vulnerabilidad para la población. La reducción de la vulnerabilidad, riesgo en la sociedad, y la opción de reducir así los futuros daños asociados con el impacto de diversos fenómenos físicos de origen natural o antropogénico, constituye un elemento fundamental, y uno de los factores que deberían de definir el desarrollo.

6.1.3 La gestión del riesgo: una aproximación alternativa

Según Wilches (2010), Si la gestión del riesgo quiere afrontar de las razones por las cuales cada vez en el mundo hay más desastres, y quiere convertirse en una herramienta para contribuir a la permanencia de la especie humana en este planeta necesariamente debe tener en cuenta cuatro preguntas esenciales desde la existencia del hombre: ¿Qué somos? ¿Quiénes somos? ¿Por qué y para qué nos encontramos en la Tierra?

La importancia de tener claridad en conceptos como la resiliencia y la adaptación, para poder entender los mal llamados desastres naturales, y de enfocar el trabajo de las personas que se dedican en este campo hacia el fortalecimiento de la capacidad de resiliencia de los territorios, concebidos a su vez como el producto de la confluencia de sistemas naturales con sistemas sociales.

6.1.4 Incorporando la gestión del riesgo de desastres en la planificación y gestión territorial

PREDECAN, (2009), define que el ordenamiento territorial es un proceso político-técnico a través del cual se organiza el uso y ocupación del territorio en función de sus características biofísicas, socio-económicas, culturales, político-institucionales, sus potencialidades y limitaciones a efectos de generar procesos de desarrollo sostenible. El punto de partida es una reflexión y acuerdo colectivo sobre un escenario futuro deseable, coherente con las posibilidades actuales, para orientar la localización y desarrollo de los asentamientos humanos, de las actividades económicas, sociales y el desarrollo físico espacial.

Con el ordenamiento territorial se busca fundamentalmente:



El ordenamiento territorial desemboca en la adopción colectiva de una serie de decisiones a partir de las cuales una sociedad, a través de sus diferentes formas de organización social, política, administrativa, económica, técnica, ambiental y cultural, da una ocupación ordenada y un uso adecuado y racional al territorio.

Los principios rectores que deben guiar los procesos de ordenamiento territorial, para promover el desarrollo sostenible, son los siguientes:

- La sostenibilidad del uso y la ocupación ordenada del territorio en armonía con las condiciones del ambiente y de seguridad física.

- La integralidad del territorio, teniendo en cuenta todas sus dimensiones biofísicas, económicas, socioculturales, ambientales y político-administrativos, con perspectiva de largo plazo.
- La complementariedad en todos los niveles territoriales, propiciando la articulación de las políticas nacionales, sectoriales, regionales y locales.
- La gobernabilidad, orientada a armonizar políticas, planes, programas, procesos, instrumentos, mecanismos e información; así como al monitoreo del cumplimiento de las normas y regulaciones.
- La subsidiariedad, como un proceso descentralizado con responsabilidades definidas en cada uno de los niveles nacional, regional y local.
- La equidad, orientada a generar condiciones para asegurar mejor correlación de la diversidad territorial en los procesos de toma de decisiones, acceso a recursos productivos, financieros y no financieros, de tal forma que se garanticen las oportunidades, bienes y servicios en todo el territorio, para las generaciones presentes y futuras.
- El respeto de la diversidad cultural, de los conocimientos y prácticas colectivas.⁴

6.1.5 La vulnerabilidad global

El autor Gustavo Wilches (1988), intenta contribuir a la consolidación de una teoría sobre los desastres como fenómeno social; en términos generales, el manejo de los desastres en los países industrializados continúa siendo un problema fundamentalmente logístico; en cambio, para los países en vía de desarrollo como Colombia, si bien la logística constituye un factor esencial para la atención de las emergencias, el problema es mucho más de fondo. Durante los desastres se evidencian y agudizan las amenazas contra la

⁴ PREDECAN. (2010). Guía Técnica para la interpretación y aplicación del análisis de amenazas y riesgos. ISBN: 978-9972-787-87-4. Pull CreativLos.R.L. Lima, Perú.

vida, los bienes y las oportunidades de los miembros de las comunidades afectadas, pero de manera activa o potencial, esas amenazas están siempre presentes en el medio.

Como apoyo a esta teoría, el autor define varios conceptos implícitos en la gestión del riesgo:

Desastre: es el producto de la convergencia, en un momento y lugar determinados, de dos factores: Riesgo y Vulnerabilidad.

Riesgo: cualquier fenómeno de origen natural o humano que signifique un cambio en el medio ambiente que ocupa una comunidad determinada, que sea vulnerable a ese fenómeno. Los riesgos, pueden ser de dos orígenes: los procesos intrínsecos de transformación de la naturaleza (como las erupciones volcánicas, los terremotos y los huracanes) y la actividad humana (como la construcción de presas, el aprovechamiento de la energía nuclear, la utilización de tecnologías obsoletas o contaminantes y el uso inadecuado de los recursos del medio).

Vulnerabilidad: la incapacidad de una comunidad para "absorber", mediante el autoajuste, los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente, o sea su "inflexibilidad" o incapacidad para adaptarse a ese cambio, que para la comunidad constituye, por las razones expuestas, un riesgo. La vulnerabilidad determina la intensidad de los daños que produzca la ocurrencia efectiva del riesgo sobre la comunidad.

Amenaza: la probabilidad de que ocurra un riesgo frente al cual esa comunidad particular es vulnerable.

De la misma manera, los conceptos de vulnerabilidad y riesgo están estrechamente ligados entre sí, debido a que, un fenómeno ya sea de la naturaleza o de origen antrópico, sólo obtendrá la condición de riesgo cuando su ocurrencia se dé o se prevea en un espacio habitado por una comunidad que sea vulnerable frente a dicho fenómeno.

Prevención: decirle "NO" al riesgo. Los desastres son fenómenos eminentemente humanos y sociales y, en consecuencia, se deben dejar de calificar como "naturales".

Mitigación: decirle "NO" a la vulnerabilidad. El término "mitigar" no debe tomarse en el sentido coloquial de "aliviar", sino en el sentido muy concreto y específico que se le da en la administración de desastres: Mitigación equivale en este contexto a reducción de la vulnerabilidad. Existen medidas estructurales y medidas no estructurales de mitigación. Ejemplo de las primeras, son las estructuras sismo-resistentes que reducen la vulnerabilidad de las viviendas a los sismos, los muros de contención que reducen la vulnerabilidad a los deslizamientos, los jarillones y presas que reducen la vulnerabilidad a las inundaciones, y los pararrayos que reducen la vulnerabilidad a las tormentas eléctricas. Las medidas estructurales son obras físicas más que pautas de comportamiento social o individual. Y las medidas no estructurales de mitigación, por el contrario, se materializan en normas reguladoras de conductas. Ejemplo típico de las mismas son los códigos y planes de uso del suelo, que determinan en dónde se puede construir y en dónde no, los códigos de construcción sismo-resistente que hacen obligatoria la adopción de medidas estructurales en las obras, la capacitación de profesionales y trabajadores para la aplicación de tecnologías adecuadas, la educación de la comunidad como medio para reducir la vulnerabilidad cultural y educativa, y la diversificación económica para reducir la vulnerabilidad de una comunidad monocultivadora frente a las sequías. En el capítulo sobre "La Vulnerabilidad Global" podremos profundizar en este punto.

Preparación: reducir los efectos negativos del desastre. Con la prevención y la mitigación se trata de evitar que se produzca un desastre. En el primer caso mediante la eliminación o reducción del riesgo, y en el segundo mediante la eliminación o reducción de la vulnerabilidad. Sin embargo, en la práctica, la mayoría de las veces no será posible obtener ese resultado ideal. En consecuencia, se debe reconocer que, en algún momento, por más medidas que se tomen, es posible que se produzca un desastre y, por consiguiente, es indispensable preparar a la comunidad para afrontarlo.

Aunque existen diferentes tipos de vulnerabilidad como la natural, económica, social, cultural, política, técnica e ideológica es preciso enfocarse para el caso de riesgo de desastres en la vulnerabilidad física; la cual se refiere especialmente a la localización de los asentamientos humanos en zonas de riesgo, y a las deficiencias de sus estructuras físicas para "absorber" los efectos de esos riesgos.

Frente a inundaciones y deslizamientos, la vulnerabilidad física se expresa también en la localización de asentamientos humanos en zonas expuestas a los riesgos citados. Pero quienes deciden levantar sus casas en terrenos urbanos inundables o en laderas deleznales y empinadas, generalmente no lo hacen por amor al río o al paisaje, sino porque carecen de opciones, ya que su capacidad adquisitiva está por debajo del precio de terrenos más seguros y estables. Y llegan allí por medio de "invasiones", promovidas muchas veces en vísperas electorales por los traficantes de votos; a través de "urbanizadores" piratas; o al adquirir sus viviendas a constructores legales, pero carentes de toda responsabilidad frente a sus clientes. El caso de Aguablanca, en Cali; el de los barrios El Dorado y la Botella, en Montería; el de los barrios aledaños al río Combeima, en Ibagué; y el de Villatina, en Medellín, son típicos y vigentes ejemplos de asentamientos en zonas urbanas de inundación (los primeros) y de deslizamiento (el último), que han padecido los desastres descritos. Dichos sectores están habitados por grupos humanos altamente vulnerables desde el punto de vista económico, y a partir de allí, vulnerables desde los demás puntos de vista: el político, el educativo, el tecnológico, el ecológico, etc.

Para concluir en esta conceptualización de la gestión del riesgo de desastres, es importante definir la resiliencia, que en términos del autor es, "La capacidad de una araña para volver a tejer su telaraña después de que esta ha sido desgarrada por un aguacero o por cualquier amenaza"; en otras palabras, según Wilches, se trata de la capacidad de un sistema para recuperarse después de que ha sido afectado por una crisis de cualquier tipo, origen y magnitud.

6.1.6 Diseño de un sistema de alerta temprana por inundación y deslizamiento en el flanco nororiental de la Sierra Nevada de Santa Marta – Departamento de la Guajira.

Las inundaciones fluviales son un proceso natural por el cual el flujo desborda los límites de un cauce⁵ (Tockner et al., 2010). Este proceso ocurre de una forma peligrosa cuando el hombre ocupa zonas inundables, transformando el fenómeno en una amenaza para los

⁵ Tockner K, Pusch M, Borhardt D, Lorang MS. (2010) Múltiple stressors in coupled riverfloodplain ecosystems. *Freshw. Biol.* 55: 135-151.

asentamientos humanos. Al materializarse la amenaza, produce catástrofes o desastres, iniciándose el conflicto entre los sistemas natural y social⁶.

Los factores desencadenantes de inundaciones fluviales pueden estar relacionados con diversas causas tales como: precipitaciones persistentes, lluvias intensas de corta duración, fusión de nieve y hielo, descarga de aguas represadas por glaciares, procesos de remoción en masa, rotura de embalses e infraestructura hidráulica, sismos y crecidas asociadas a erupciones volcánicas (Ollero, 1997; Adhikari et al., 2010).

El aumento de la población desplazada hacia los centros urbanos ha traído como consecuencia, la ocupación acelerada y desordenada de algunas áreas de laderas de los cerros y rondas hidráulicas en la estribación norte de la Sierra Nevada de Santa Marta, generando una alta presión sobre estas áreas, debido a la construcción antitécnica de las viviendas y al mal manejo de las aguas residuales.

Esta medida que se propone forma parte de una serie de medidas que buscan prevenir o mitigar problemas que pueden generar los fenómenos de inundación y deslizamientos de tierra en el área de estudio, y que son detonados principalmente por intensas lluvias y/o actividades antrópicas como la tala y quema de la cobertura de la cuenca, por tanto, la alerta temprana, no representa una solución definitiva a los problemas del sector pero si una primera aproximación, que una vez calibrada permitirá la toma de decisiones oportunas en criterios mejor sustentados.

6.2 ANTECEDENTES

6.2.1 Internacional

Los estudios de gestión de riesgo de desastres, han desarrollado desde varios enfoques metodológicos a nivel internacional. Entre los trabajos más destacables está el de Lavell (1999), que logra construir un marco de análisis muy interesante desde la expresión del riesgo en el ámbito local municipal y comunitario, perfilándolo como el más apropiado

⁶ Rojas, O. y Martínez, C. (2011). Riesgos Naturales: evolución y modelos conceptuales. Revista Universitaria de Geografía, Vol. 20, p. 83-116

para iniciar el proceso de gestión. Y asumiendo desde su investigación una serie de componentes, que los actores sociales deben considerar en su aplicación y que pueden resumirse de la siguiente forma:

- El monitoreo permanente del entorno y del comportamiento de los factores de riesgo.
- La toma de conciencia, la sensibilización y la educación sobre el riesgo.
- El análisis de los factores y las condiciones de riesgo existentes en el entorno bajo consideración o que podrían existir con la promoción de nuevos esquemas, y la construcción de escenarios de riesgo de manera continua y dinámica. Este proceso exige el acceso a información fidedigna, disponible en formatos y a niveles territoriales adecuados a las posibilidades y recursos de los actores sociales involucrados.
- El análisis de los procesos causales del riesgo ya conocido y la identificación de los actores sociales responsables o que contribuyen a la construcción del riesgo.
- La identificación de opciones de reducción del riesgo, de los factores e intereses que obran en contra de la reducción, de los recursos posibles accesibles para la implementación de esquemas de reducción, y de otros factores o limitantes en cuanto a la implementación de soluciones.
- Un proceso de toma de decisiones sobre las soluciones más adecuadas en el contexto económico, social, cultural, y político imperante y la negociación de acuerdos con los actores involucrados.

CEPAL (2007), en la Información para la gestión de riesgo de desastres, realizó un estudio de caso de cinco países, entre los que se encuentra Colombia y demuestra que, en los últimos 15 años, la información disponible sobre las amenazas naturales, el monitoreo de los fenómenos peligrosos, especialmente los hidrometeorológicos y los sistemas de alerta a la población, mejoró en los países estudiados. Sin embargo, la información no siempre está disponible, o no es usada para formular las políticas y diseñan instrumentos para enfrentar la vulnerabilidad, sobre todo de infraestructura crítica, ni para la reducción del riesgo. Se carece por lo general de información sobre el posible

impacto de medidas de mitigación y de reducción del riesgo que podrían llevarse a cabo. Por otra parte, aunque existen normas para la zonificación urbana y el ordenamiento del territorio, no hay mecanismos de seguimiento para conocer su grado de aplicación.

Gisela Gellert (2012), desde su investigación, destaca la importancia de la gestión del riesgo como estrategia fundamental para la adaptación al cambio climático y como asunto emergente se puede mencionar la gobernanza del riesgo para lograr que los territorios sean más seguros, las sociedades menos vulnerables, y que no sigan construyendo nuevos riesgos, primero se necesitan superar las contrariedades existentes.

6.2.2 Nacional

Algunos de los estudios más importantes en Colombia en el tema de la gestión de riesgo de desastres han sido realizados por el Caucano Gustavo Wilches, los cuales han servido como base, para la creación de planes de mitigación y adaptación de ciudades nacionales e internacionales.

Wilches (2010) concluye que para poder lograr la gestión reactiva del riesgo, cuyo objetivo es fortalecer la capacidad de preparación y de respuesta adecuada de las comunidades para el caso de que ocurra un desastre que no haya podido evitarse, resulta necesario que toda la población sea capaz de entender el sentido trascendente del desastre, comprender por qué el territorio que antes ofrecía seguridad, súbitamente se convierte en enemigo y asumir responsabilidades y desarrollar posibilidades frente a la situación que el desastre plantea. Si la raza humana quiere permanecer en este planeta, se deben incluir nuevos sentidos a palabras y a vivencias como felicidad y como éxito.

La población debe renunciar a muchos de los elementos y logros que hoy constituyen, precisamente, las metas y los indicadores de la felicidad y del éxito, y se debe entender y sentir que esas renunciaciones no constituyen sacrificios y derrotas sino, inversiones de Vida tendientes a lograr que exista un futuro posible para la especie humana en el planeta Tierra.

6.2.3 Local

Algunos trabajos realizados en el río Molino, sirven como aporte para el desarrollo de esta tesis.

El grupo de investigación estudios del paisaje-GREP, en su proyecto denominado: “Identificación del riesgo por inundación del río Molino, en la infraestructura física del sector salud - comuna 3 - Popayán, como aporte a la gestión del riesgo municipal” (2013); una vez desarrollado el proceso de identificación del riesgo de desastre, en el área de estudio, precisa que la infraestructura física del sector salud - Comuna 3 de Popayán, no solo se ve afectado por la amenaza de inundación, generada por su cercanía al río Molino, sino también de manera directa por amenaza sísmica ante la existencia de la falla de Popayán Este; es por ello imprescindible adelantar procesos que permitan aplicar de manera directa y real los fundamentos de la gestión del riesgo de desastres en la actualización del Plan de Ordenamiento Territorial, de manera que la normatividad aplicada para el desarrollo urbano y rural del municipio aporte al manejo del riesgo, no a la formación de vulnerabilidades físicas, sociales, económicas e institucionales, como se demuestra con la existencia de edificios construidos en la década de los noventa como las primeras etapas de la Clínica la Estancia o contemporáneos como la ampliación de la misma y el centro de especialista Valle de Pubenza.

Convenio Fundación Procuena río Piedras-PNUD (2011) en el “Programa de integración de ecosistemas y adaptación al cambio climático en el macizo colombiano”; muestra como resultado principal del proyecto el análisis participativo de vulnerabilidad a eventos extremos de cambio climático e implementación de medidas de adaptación con énfasis en conservación y gestión del riesgo en la subcuenca del río Molino (parte alta y media), estableciéndolo como un sistema socioambiental conformado por los distintos ecosistemas y las amenazas naturales que se encuentran a lo largo del río.

Cuadro 6. Algunos estudios sobre la gestión del riesgo de desastres.

Año	Autor	Titulo	Tipo
2013	GREP	Identificación del riesgo por inundación del río Molino, en la infraestructura física del sector salud - comuna 3 - Popayán, como aporte a la gestión del riesgo municipal	Informe técnico
2012	Gellert, G	El cambio de paradigma: de la atención de desastres a la gestión del riesgo.	Artículo
2011	Durán, L.	La reducción del riesgo de desastres: ¿un callejón con salida?	Artículo
2011	Fundación Procuencia río Piedras	Programa de integración de ecosistemas y adaptación al cambio climático en el macizo colombiano	Informe técnico
2006	Gellert, G	De desastre en desastre... ¿cuánto hemos aprendido?	Artículo
2009	Wilches, G	Fundamentos éticos de la gestión del riesgo	Artículo
1999	Lavell, A	Una visión de futuro: la gestión del riesgo	Artículo
1993	Maskrey, A.	Los desastres no son naturales	Libro

FUENTE: Villaquirán L., L. (2015).

6.3 MARCO NORMATIVO

En la presente investigación se tiene en cuenta principalmente, lo contemplado en la Ley 1523 de 2012, por medio de la cual, se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres en Colombia y se establece el Sistema Nacional de Gestión de Desastres, integrada a la normatividad relacionada con la planificación territorial; el decreto 1807 de 2014, que establece las condiciones y escalas de detalle para incorporar de manera gradual la gestión del riesgo en la revisión de los contenidos de mediano y largo plazo de los planes de ordenamiento territorial municipal y distrital o en la expedición de un nuevo plan.

El decreto 1077 de 2015, en su artículo 1.1.1.1. define que El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio tendrá como objetivo primordial lograr, en el marco de la ley y sus competencias, formular, adoptar, dirigir, coordinar y ejecutar la política pública, planes y proyectos en materia del desarrollo territorial y urbano planificado del país, la consolidación del sistema de ciudades, con patrones de uso eficiente y sostenible del suelo, teniendo en cuenta las condiciones de acceso y financiación de vivienda, y de prestación de los servicios públicos de agua potable y saneamiento básico. La ley 1454

de 2011, por la cual se dictan normas orgánicas sobre el ordenamiento territorial, la ley 388 de 1997, direcciona el ordenamiento territorial, la ley 152 de 1994, que tiene como propósito establecer los procedimientos y mecanismos para la elaboración, aprobación, ejecución, seguimiento, evaluación y control de los planes de desarrollo.

El decreto 1640 de 2012, define dentro de las directrices para la ordenación de cuencas la prevención y control de la degradación de los recursos hídricos y demás recursos naturales de la cuenca y el riesgo que pueda afectar las condiciones fisicobióticas y socioeconómicas en la cuenca, incluyendo condiciones de variabilidad climática y eventos hidrometeorológicos extremos; el Plan de Manejo y Ordenamiento de una Cuenca, POMCA, es el planeamiento del uso y manejo sostenible de sus recursos naturales renovables, de manera que se consiga mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de tales recursos y la conservación de la estructura físico-biótica de la cuenca y particularmente de sus recursos hídricos. También es el marco para planificar el uso sostenible de la cuenca y la ejecución de programas y proyectos específicos dirigidos a conservar, preservar, proteger o prevenir el deterioro y/o restaurar la cuenca hidrográfica.

Igualmente, es importante el reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10) y en general las normas y disposiciones que, a nivel nacional e internacional, se relacionan con la gestión del riesgo de desastres y la planificación territorial, como el reciente marco de SENDAI para la reducción del riesgo de desastres (2015-2030) del 18 de marzo de 2015.

En la norma específica de la ciudad se revisa, el POMCH-plan de ordenación y manejo de la subcuenta río Molino, quebrada Pubús de 2006 y el Plan de ordenamiento territorial 2002.

7. OBJETIVOS

7.1 Objetivo general

Identificar las condiciones naturales y antrópicas, que generan riesgo por inundación del río Molino en la zona urbana de Popayán-Colombia.

7.2 Objetivos específicos

- Identificar los diferentes factores de riesgo natural y antrópico que potencian los peligros de inundación en la ciudad y la normatividad inmersa en esta investigación.
- Establecer los escenarios de riesgo por inundación en la zona urbana de la ciudad de Popayán.
- Generar recomendaciones relacionadas con el manejo, la reducción o la mitigación del riesgo de desastre; que ayuden a alcanzar una ciudad resiliente por inundación del río Molino en Popayán.

8. METODOLOGÍA

8.1 Tipo de investigación

El presente estudio es de carácter descriptivo, con diseño de campo. Se realizará un análisis cualitativo de la cuenca del río Molino y una evaluación detallada de los parámetros actuales para la protección de la misma y la implementación de la gestión de riesgo de desastres en la ciudad. La investigación descriptiva permitirá identificar los usos de suelo aledaños a la cuenca del río Molino y su afectación ambiental, física, social y cultural. La investigación tiene un enfoque cualitativo, ya que el proyecto se basa en un estudio de la normativa actual, de las características que constituyen y conforman la cuenca del río Molino, asimismo se hará una recolección de datos, con el fin de establecer las condiciones adecuadas de dicha cuenca para la población caucana.

8.2 Técnicas e instrumentos de recolección de información

Una técnica a utilizar es la observación científica, que se realizará con diario de registros en campo donde se consignará lo observado como producto del contacto directo con los fenómenos objeto de investigación. Para evaluar los efectos de las condiciones antrópicas intencionales y no intencionales que ocasionan impactos ambientales, socioeconómicos, políticos y culturales se tomarán como base El análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia, realizado por El Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial (2012); y la Ley 1523 de abril de 2012, 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.

Los instrumentos y técnicas que se van a utilizar para la recolección de la información son:

- Visitas de campo al río Molino para realizar un registro fotográfico de la zona de estudio, con el objetivo de evidenciar el estado actual de la cuenca y su área de influencia.
- Encuesta, cuyo fin es establecer las condiciones antrópicas y naturales que han generado riesgo por inundación del río Molino de la ciudad de Popayán-Cauca; se encuestarán a las personas que viven y desarrollan actividades en la cuenca río Molino, para conocer qué importancia tiene para ellos el río y como han contribuido al impacto o a la conservación del ecosistema en estudio. Se realizarán preguntas abiertas y cerradas, para obtener mayor profundidad en la información.
- Entrevista semiestructurada, para conocer las visiones diferentes sobre el tema de la cuenca y su actual problemática ambiental que genera riesgo por inundación, permite profundizar al entrevistado en las características específicas logrando mayor libertad y flexibilidad en la obtención de información, la cual será grabada y transcrita en Word, permitiendo generar categorías de estudio.
- Superposición de mapas, en donde están levantados algunos de los componentes ambientales, para esta investigación: hidrología, vegetación, topografía, asentamientos humanos y eventos de riesgo por inundación del río Molino, los cuales, por estar elaborados en una base transparente, pueden superponerse para lograr la caracterización de la zona de influencia del proyecto, la compatibilidad o vulnerabilidad de la zona y la extensión del área afectada.

Se registrarán datos observados, se interpretarán y se elaborarán conclusiones de acuerdo con la metodología planteada en la investigación.

Para el análisis de la normatividad, se tendrán en cuenta el marco ambiental de cuencas hídricas, el marco de gestión del riesgo de desastres y el marco de planificación territorial, frente al crecimiento del proceso de urbanización en zonas de riesgo.

A partir de la identificación de las condiciones naturales y antrópicas, que generan riesgo por inundación del río Molino, se propondrán medidas para el uso adecuado de la cuenca, orientadas a su conservación y restauración, donde el propósito será establecer medidas integrales de manejo, enmarcado por un proceso de planificación que a su vez sea conforme con las características actuales y potenciales de dicho hábitat.

8.3 Etapas de la investigación

La investigación se llevará a cabo en 3 etapas, que componen los capítulos de la investigación:

- Etapa 1. Interpretativa: recolección de información.
 - Categoría ambiental y paisajística: tamaño de la cuenca del río Molino, diversidad biológica (fauna y flora), unidades de paisaje, fragilidad, calidad visual, y patrimonio natural y normatividad.
 - Categoría socioeconómica y físico-cultural: población, hitos, nodos, valores estéticos, culturales, religiosos e históricos, recreación, educación e investigación, bienes y servicios de la cuenca, sistemas productivos, infraestructura y espacio público, vulnerabilidad, conflictos e incompatibilidad de usos de suelo.
- Etapa 2. Argumentativa: análisis de los lineamientos ambientales y urbanos para el adecuado desarrollo de la cuenca hídrica en la ciudad; diagnóstico e identificación de fortalezas y debilidades de la normativa existente y su aplicación en Popayán; análisis de la información recolectada de fuentes primarias y de la información encontrada en la etapa 1.
- Etapa 3. Propositiva: generación de condiciones arquitectónicas y recomendaciones prospectivas, enfocadas en la gestión del riesgo de desastres por inundación.

8.4 Fuentes de información

En la investigación se utilizarán fuentes de información primaria y secundaria:

- Fuentes primarias: se conseguirán datos de forma directa a través de la observación científica y las técnicas e instrumentos diseñados para la recolección de la información (encuestas y entrevistas).
- Fuentes secundarias: se obtendrán como referentes libros especializados, artículos de revistas indexadas, páginas de reconocida trayectoria académica y científica en internet, periódicos, trabajos de grado.

8.5 Población y Muestra

8.5.1 Población

La población de la sub-cuenca río Molino, se estima en 53.329 habitantes distribuidos en la zona urbana y rural. Con relación a la composición por grupos poblacionales, la zona rural de la sub-cuenca está conformada por grupos campesinos e indígenas representada por el Resguardo de Poblazón.

8.5.2 Muestra

Para complementar la parte de diagnóstico del proyecto, se respaldará con la aplicación de técnicas de investigación de campo, utilizando la entrevista y la encuesta, las cuales constituyen una herramienta básica para identificar la percepción, creencias, actitudes y saberes de las personas a quienes se va a analizar y conocer diferentes versiones de la historia, que permitan recoger la opinión de profesionales y líderes comunitarios de una generación de relevo, con trayectorias consolidadas en su campo, cuya perspectiva resulta igualmente enriquecedora.

Para definir la muestra se aplica la siguiente fórmula:

$$n_0 = \frac{P * Q * Z^2 * N}{(N - 1) * E^2 + P * Q * Z^2}$$

La cual permite definir que el número de personas a las que se va a encuestar es de 266 de los 53.329 habitantes distribuidos en la zona urbana y rural de la subcuenca río Molino de la ciudad de Popayán.

Donde:

- n_0 = Tamaño de la muestra.
- N = Total de la población: 53.329 habitantes.
- Z^2 = 1,96 al cuadrado. Nivel de confianza con la que se calcula el tamaño de muestra, tomado de la tabla de la curva normal estándar, en el trabajo se usa 95% lo que equivale en la fórmula a 1,96.
- P = proporción esperada (en este caso 5% = 0,05) Proporción de la población que tiene la característica que se desea estudiar (que sean actores que hayan sido afectados por la actividad acuífera, para el trabajo este valor se desconoce por lo tanto equivale al 50%, debido a que se tiene igual probabilidad de haber sido afectado o no).
- Q = $1 - p$ (en este caso $1 - 0,50 = 0,50$) Proporción de la población que no tiene la característica que se desea estudiar (que hayan sido afectados por la inundación del río Molino en cualquiera parte del municipio).
- E = precisión (en esta investigación se usa un 6%).

$$n_0 = \frac{0,50 * 0,50 * 1,96^2 * 53329}{(53329 - 1) * 0,06^2 + 0,05 * 0,95 * 1,96^2} = 266 \text{ encuestas}$$

8.6 Sistematización de la información

Utilizando el programa Excel, se sistematizarán las encuestas y se graficarán los resultados arrojados.

8.7 Análisis de la información

Con los datos obtenidos en la encuesta se construirá una base de datos en el programa Excel la cual se exportará al software estadístico SPSS (Statistical package for Social Science) y las relaciones entre variables a través de la prueba de Chi Cuadrado al 5%. El análisis cualitativo se realizará utilizando el programa Atlas TI para establecer las relaciones, asociaciones y dependencias entre categorías.

8.8 Instrumentos de recolección de la información

8.8.1 Instrumento 1. Encuesta

Al requerir información de fuentes primarias para el trabajo de investigación, se aplicarán encuestas basadas en objetivos bien definidos del, como, a quien y en donde preguntar, se utilizará como una herramienta de trabajo de campo que ayude al fortalecimiento de ésta investigación, introduciendo opiniones de la población en temas ambientales, sociales, infraestructura y gestión del riesgo en la zona de estudio.

8.8.2 Instrumento 2. Entrevista

Aplicación de entrevistas a personas con visiones diferentes sobre el tema de la cuenca del Río Molino y su actual problemática ambiental que genera riesgo por inundación. Las personas a entrevistar son:

- Cristian Arias Quintana⁷. Geógrafo, especialista en geografía, ordenamiento territorial y gestión del riesgo.
- Luis Gerardo Chilito⁸. Ecólogo y tecnólogo en Control Ambiental.

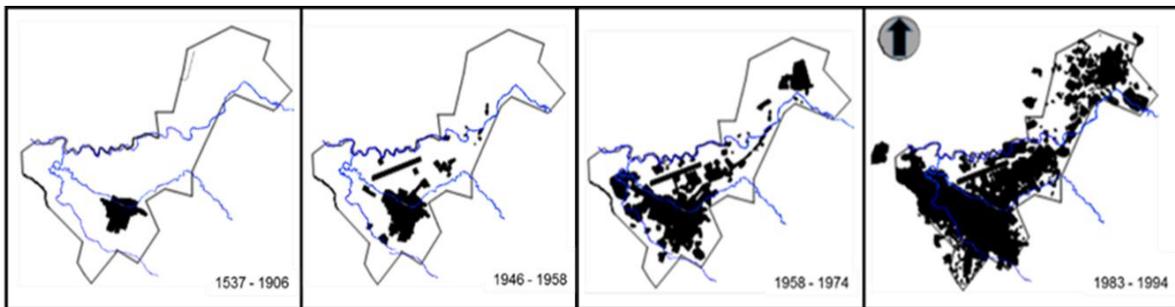
⁷ Coordinación y asesoría en la elaboración de planes de desarrollos municipales, departamentales o nacionales, diseño y desarrollo de programas sobre riesgos ambientales y manejo de desastres y elaboración de investigaciones y planes integrales de manejo de cuencas hidrográficas.

⁸ Integrante del semillero de investigación Serendipias, perteneciente al programa de Ecología de la Fundación Universitaria de Popayán-Cauca.

9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

9.1 Evolución histórica de la ciudad

Figura 5. Esquema de crecimiento y desarrollo de la ciudad desde su fundación



FUENTE: Villaquirán L., L. adaptada del PEMP, (2016).

Los esquemas demuestran cómo el crecimiento de la ciudad se ha dado en gran medida en zonas cercanas al sector histórico en el periodo comprendido entre 1958 y 1974⁹.

Dentro del patrimonio natural se encuentra el río Molino, el cual cumplía un papel importante para supervivencia agrícola, ganadera y residencial, que al pasar del tiempo ha venido siendo transformado y modificado por la invasión y contaminación de la cuenca, ha sido un limitante natural y entorno a él se han generado diferentes intervenciones arquitectónicas como el puente del humilladero, que surge de la necesidad de superar esta barrera natural.¹⁰

A raíz del sismo de 1983, Popayán se convierte en una ciudad caracterizada por su multiculturalidad y esta población exógena que llega al territorio se empieza a establecer en las zonas norte y sur, lo que va generando dos polos de desarrollo diferentes al del

⁹ Castrillón, D. (1994). Muros de bronce. Editorial Universidad del Cauca.

¹⁰ Alcaldía Municipal de Popayán. (2009). Plan Especial de Manejo y Protección del Sector Histórico de Popayán- PEMP.

sector histórico, y con una identidad de uso diferente, que dan soporte a la necesidad de abastecimiento de las zonas de expansión de la ciudad.

9.2 Instrumento. Encuesta

Se encuestó a una muestra de 266 personas en Popayán, con un porcentaje de 56% mujeres y 44% hombres. El mayor porcentaje obtenido por edad, fue del 28% en el grupo de los 31 a los 40 años, equilibrado entre hombres y mujeres, que estuvo más abierto al dar su opinión y respondió la encuesta, sin ningún inconveniente.

El grupo encuestado fue muy variado, hubo desde profesionales muy capacitados hasta personas sin ningún tipo de educación, pero que de una forma muy respetuosa dieron su opinión, respecto al tema del río Molino. El mayor porcentaje fue el de las personas que son profesionales, con un 35%. Asimismo, el 47% corresponde al grupo de personas que viven en la parte media de la cuenca, correspondiente a barrios como Tulcán, Bolívar y Centro.

Cuadro 7. Categoría: contexto histórico

Indicador	Variable	Resultado	
		Número	%
Problemática ambiental actual del río Molino	Deforestación	26	10
	Degradación de la cuenca	72	27
	Contaminación de agua	95	36
	Invasión zonas de protección	40	15
	No sabe	32	12
Eventos por inundación conocidos por la población	Año 2000	16	6
	Año 2011	67	25
	Año 2013	130	49
	No sabe	53	20

FUENTE: Villaquirán L., L., (2016).

El 88% de la población encuestada conoce las problemáticas ambientales que afronta el río Molino, destacando como principal, la contaminación del agua con un 36%, seguido de la degradación de la cuenca, invasión en las zonas de protección y por último la deforestación. Estas problemáticas se reflejan en diferentes zonas de la cuenca, es el caso de la deforestación y contaminación del agua, mayormente presentadas en la zona

rural por la extracción del material para la industrialización y ausencia de sistemas de acueducto y alcantarillado. También se puede evidenciar que el 80% de los encuestados tiene conocimiento de eventos por inundación ocurridos por el río Molino y el que ha tenido mayor recordación ha sido el ocurrido en el año 2013, por los impactos generados en el sector hospitalario más grande de la ciudad y la zona comercial del barrio Bolívar.

Cuadro 8. Categoría: apoyo de los entes territoriales

Indicador	Variable	Resultado	
		Número	%
Razones importantes para recibir apoyo de la administración local en la recuperación de la cuenca	Recuperación patrimonio ambiental	48	18
	Para evitar que se acabe la cuenca	58	22
	Porque la población requiere educación ambiental	40	15
	Disminuir la vulnerabilidad de la población	120	45
	No sabe	0	0
Apoyo recibido después de la ocurrencia de una emergencia	Amigos y vecinos	58	22
	Organizaciones políticas	21	8
	La Iglesia	8	3
	El Estado-Entes territoriales	178	67
Encargados de las respuestas inmediatas y posteriores al evento	Sociedad civil	101	38
	Ente territorial	165	62
Como han sido las respuestas inmediatas y posteriores al evento	Planificada con respuesta al contexto	8	3
	Sin planificar y con poca respuesta al contexto	258	97
Conocimiento de oficina a la que se debe recurrir respecto a riesgo por inundación	Si	80	30
	No	186	70
Pasos que debe seguir el gobierno local para reducir el riesgo de inundación	Educación ambiental y control de construcciones en las zonas de protección	101	38
	Establecer rutas de evacuación, albergues y puntos de encuentro	51	19
	Evitar la alteración del cauce del río y reforestación	40	15
	Incluir a la comunidad en los planes de gestión del riesgo	74	28

FUENTE: Villaquirán L., L., (2016).

Todos los encuestados creen que la administración local debe proporcionar apoyo para la recuperación de la cuenca del río Molino y brindar apoyo a la población que habita la subcuenca. El 45% afirma que es conveniente para disminuir la vulnerabilidad de la población, el 22% asegura que de esta forma se puede evitar que la cuenca se acabe, el 18% dice que así se recuperaría el patrimonio ambiental y el 15% restante define que este apoyo es necesario para la educación ambiental de la población. En los momentos en que

ha ocurrido una emergencia por inundación las principales ayudas se han recibido de los entes territoriales con un 67%, y de vecinos o amigos en un 22%. Igualmente, las respuestas inmediatas y posteriores al evento de inundación según los encuestados dependen en un 62% de los entes territoriales como Alcaldía y Gobernación y en un 38% de la sociedad civil, afirmando que en un 97% las respuestas que se han generado después del evento han sido realizadas sin planificación y con poca respuesta al contexto, sumado al desconocimiento de a donde se debe recurrir cuando se tienen riesgos asociados a dicho fenómeno. Las opiniones generales de los encuestados, sobre los pasos que cada gobierno local puede tomar para reducir el riesgo de inundación en diferentes barrios, se centran en la educación ambiental y control de construcciones en las zonas de amenaza de la cuenca con un 38%, seguido de la inclusión de la población en los planes de gestión del riesgo con 28% y con un menor porcentaje aunque es un paso importante para la disminución de afectación por la ocurrencia de un evento, con un 15% evitar la alteración del cauce del río y la deforestación.

Cuadro 9. Categoría: condiciones de riesgo

Indicador	Variable	Resultado	
		Número	%
Uso dado a la fuente hídrica río Molino	Consumo humano	101	38
	Depósito de aguas negras	40	15
	Industria	59	22
	Contemplación	40	15
	Depósito de basura	27	10
Como se contribuye al deterioro de la cuenca	Contaminación	53	20
	Ignorar la problemática	5	2
	Construcción cercana a la cuenca	37	14
Conocimiento ubicación de viviendas en zonas inundables	No sabe	170	64
	Si	59	22
	No	120	45
Eventos de inundación sufridos por la población	No sabe	88	33
	Si (Año 2000)	16	6
	Si (Año 2011)	27	10
	Si (Año 2013)	85	32
Afectación del evento	No	138	52
	Usted y su familia	37	14
	Su vivienda	74	28
	Su lugar de trabajo	88	33
	Vías de acceso	19	7
	Entorno ambiental	48	18

FUENTE: Villaquirán L., L., (2016).

El 10% del agua del acueducto municipal es contribuido por el río Molino y el acueducto de Poblazón se abastece de la quebrada de la Castellana afluente del río Molino. Según el Plan de manejo de la subcuenca del río Molino, la hidrología está conformada por una red de drenaje, comparativamente eficiente y que viene a constituir las microcuencas de las corrientes principales, como el río Molino, el ejido y los ríos linderos, además el 38% de los encuestados responde que el uso que le da a la cuenca es para consumo humano, el 22% lo usa para la industria, el 25% para depósito de basuras y de aguas negras y por ultimo un 10% de uso contemplativo.

Solo el 36% de las personas encuestadas se hacen responsables de acciones que contribuyen al deterioro de la cuenca en formas como la contaminación 20%, construcciones cercanas a la cuenca 14% o simplemente por ignorar la problemática 2%.

El 45% afirma que su vivienda no está en zona de riesgo por inundación, pero en el caso del sector de Tulcán en la zona media de la subcuenca reconocen el riesgo por deslizamiento; el 22% conoce que su vivienda está en zona de riesgo y el 33% restante en una situación preocupante, no es consciente del riesgo, desconoce si su vivienda puede resultar afectada o no, dejando a un lado su condición de vulnerabilidad.

Al mismo tiempo, el 48% de los encuestados ha sufrido algún evento por inundación del río Molino, presentándose la mayor emergencia en el año 2013 en donde el 32% de esta muestra resultaron perjudicados.

Los eventos por inundación han afectado en un 33% el lugar de trabajo, 28% las viviendas, 18% entorno ambiental, 14% a la población y su familia y en un 7% las vías de acceso; lo cual se refleja, en la alteración social, económica y ambiental de la ciudad, ya que no está preparada, para la ocurrencia de estos fenómenos, lo que aleja a Popayán cada vez más de ser una ciudad resiliente con desarrollo sostenible.

Cuadro 10. Categoría: percepción del riesgo por inundación

Indicador	Variable	Resultado	
		Número	%
Preocupación ante la ocurrencia de un evento de inundación	Extremadamente preocupado	128	48
	Algo preocupado	125	47
	No está preocupado	13	5
Condiciones antrópicas que generan riesgo por inundación	Deforestación	29	11
	Contaminación	85	32
	Invasión de las zonas de protección	51	19
	Cambio del cauce del río	3	1
	Crecimiento urbano no planificado	74	28
Condiciones naturales que generan riesgo por inundación	Deslizamiento de tierra	61	23
	Lluvias torrenciales	168	63
	Sismo	13	5
	Erosión	24	9

FUENTE: Villaquirán L., L., (2016).

El 48% de la muestra se encuentra extremadamente preocupada ante la posibilidad de una nueva ocurrencia de inundación, ya que desde el momento en que sucedió la última emergencia en el año 2013 hasta ahora, no se han realizado las medidas necesarias que preparen a toda la población e infraestructuras ante la ocurrencia de un nuevo evento.

La contaminación en un 32%, según los encuestados es la condición antrópica que más genera riesgo por inundación del río Molino, seguido de un crecimiento urbano no planificado con un 28%, acompañado de un 19% por invasión en las zonas de protección y por ultimo un 21% de deforestación y cambio del cauce del río. En conclusión, la falta de control de la ciudad y abastecimiento de servicios ha logrado que la población de bajos recursos se vaya asentando en zonas de riesgo y cercanas a fuentes hídricas como el río Molino, aumentando sus condiciones de vulnerabilidad y alterando el entorno ambiental.

Por otro lado, la condición natural que más contribuyen al riesgo por inundación son las lluvias torrenciales con un 63%, lo que fortalece más la vulnerabilidad de la población ya que Popayán en los meses de “septiembre las lluvias aumentan paulatinamente y en octubre, noviembre y diciembre se registran las mayores lluvias del año. Los meses de enero a mayo, son de lluvias, aunque no alcanzan la intensidad de los correspondientes al último trimestre del año. En los meses secos llueve alrededor de 10 días al mes. Durante

el primer semestre llueve 16 y 20 días y en los meses más lluviosos, la frecuencia de días con lluvia es de 22 a 27 días”¹¹.

Cuadro 11. Categoría: respuesta ante el desastre

Indicador	Variable	Resultado	
		Número	%
Procesos y medidas que mitiguen el riesgo por inundación	Reforestación	45	17
	Sistema de alerta temprana	13	5
	Conocimiento del riesgo	11	4
	Aumentar las zonas de protección	19	7
	Ninguno	205	77
Cobertura sistema de alerta temprana	Si	40	15
	No	226	85
Por qué participar en procesos que disminuyan el riesgo por inundación	Para no ser vulnerable y estar preparado si ocurre un evento	138	52
	Disminuir el riesgo por inundación	16	6
	Mejorar la cuenca hídrica	59	22
	Para poder aprovechar las zonas de protección	37	14
	No	16	6
Métodos de información efectivos	Periódico	48	18
	Publicidad en los programas de televisión	35	13
	Publicidad en los programas de radio	43	16
	Internet	0	0
	Correo electrónico	93	35
	Correo	16	6
	Talleres/reuniones públicos	32	12
	Reuniones en las escuelas	0	0
Formas de mitigación acordes a cada contexto	Alerta temprana	40	15
	Control en el crecimiento urbano en zonas de riesgo	61	23
	Fortalecimiento de la vegetación	53	20
	Trabajo comunitario participativo	74	28
	Manejo integrado del agua	37	14
Conocimiento de albergues	Si (Equipamientos cercanos)	32	12
	No	234	88

FUENTE: Villaquirán L., L., (2016).

El 77% de la muestra, no tiene conocimiento de medidas implementadas por su comunidad que mitiguen el riesgo por inundación y el 33% restante conoce de medidas como reforestación 17%, aumento de las zonas de protección en zonas rurales 7%, y

¹¹ Ideam. Ciudades principales y municipios turísticos. (2013). Recuperado el 10 de agosto de 2016 de: www.ideam.gov.co/documents/21021/.../cd4106e9-d608-4c29-91cc-16bee9151ddd

sistema de alerta temprana y conocimiento del riesgo 9%. Además, solo el 15% cuenta con un sistema de alerta temprana que ha sido implementada en la zona rural después del evento ocurrido en el año 2013.

El 94% de la población encuestada estaría dispuesta a participar en procesos que disminuyan el riesgo por inundación, para no ser vulnerable y estar preparados ante la ocurrencia de un nuevo evento 52%, mejoraría la fuente hídrica 22%, aprovechamiento de las zonas de protección 14% y por último disminuir el riesgo por inundación 6%. En definitiva, la población tiene claro que la inundación es un riesgo constante en Popayán, y estos procesos son necesarios para una respuesta ante las amenazas naturales y antrópicas que se puedan presentar desencadenadas por la inundación del río Molino.

Una solución importante y que permite a los pobladores estar informados son los medios de comunicación y para los encuestados las formas más efectivas y de mayor uso son: correo electrónico 35%, seguido del periódico 18%, programas de televisión 13% y radio 16% y en última instancia talleres o reuniones públicas 12%.

De acuerdo al lugar en donde viven los encuestados, responden que las formas de mitigación más convenientes son: 28% trabajo comunitario, 23% control en el crecimiento urbano en zonas de riesgo, 23% fortalecimiento de la vegetación y reforestación, 15% alerta temprana y un restante 14% manejo integrado del agua. Todas son formas de mitigación muy acertadas para el contexto de la ciudad y no requieren una inversión mayor, solo se pretende que la población de la subcuenca y los entes territoriales tengan voluntad para disminuir la vulnerabilidad y como resultado el riesgo por inundación.

En el caso de que suceda un evento los equipamientos educativos, deportivos y religiosos son los que por lo general son utilizados como albergues, desafortunadamente solo el 12% de la muestra conoce esta condición. Lo que evidencia, que en el momento del evento la población no conoce de puntos de encuentro o puntos de resguardo que los protejan de las consecuencias del fenómeno.

9.3 Instrumento. Entrevista

La opinión de las personas entrevistadas, permite concluir elementos importantes que resaltan la investigación y aumentan la preocupación por las condiciones naturales y antrópicas que están generando riesgo por inundación del río Molino en Popayán.

De acuerdo a los eventos ambientales que han marcado la historia del río Molino se encuentra una inundación histórica que data del año de 1938, más precisamente en el mes de noviembre, con múltiples afectaciones a la comunidad de la época, especialmente al Hospital San José, hasta el Puente del Humilladero. A causa de la inundación, se realizó una desviación del río en el sector del Barrio Bolívar, algo que en este tiempo se pudo establecer que no fue la mejor opción, ya que éste desvío está causando grandes problemas en la actualidad, ya que la fuente hídrica siempre tiende a retomar su cauce.

En cuanto a las políticas llevadas a cabo en los últimos años que corresponden a la gestión de las fuentes hídricas, la norma se queda muy corta en lo que corresponde a la gestión, protección y conservación de las fuentes hídricas de todo tipo, llámense humedales, ríos, quebradas, lagunas, lagos, etc. Aunque en el año 2010 el Gobierno Nacional en cabeza del Ministerio de Vivienda, Ambiente y Desarrollo territorial crea la Política Nacional para la Gestión del Recurso Hídrico en ésta, se establecen los objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción, para el manejo del recurso hídrico en el país, en un horizonte de 12 años. La Política fue sometida a consideración del Consejo Nacional Ambiental, en sesión número realizada el 14 de diciembre de 2009, en la cual se recomendó su adopción.

Concretamente la Política surge de lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2006-2010 “Estado Comunitario: Desarrollo para Todos”, que en su capítulo 5 “Una gestión ambiental y del riesgo que promueva el desarrollo sostenible” incorporó como una de sus líneas de acción, la denominada gestión integral del recurso hídrico (GIRH). Este componente plantea el reto de garantizar la sostenibilidad del recurso, entendiendo que su gestión se deriva del ciclo hidrológico que vincula una cadena de interrelaciones entre diferentes componentes naturales y antrópicos. El PND estableció además que se requiere abordar el manejo del agua como una estrategia de carácter nacional desde una

perspectiva ambiental e integral que recoja las particularidades de la diversidad regional y las potencialidades de la participación de actores sociales e institucionales.

En primer lugar, con el fin de fortalecerse institucionalmente en este aspecto, se creó al interior del Viceministerio de Ambiente, el Grupo de Recurso Hídrico del MAVDT y bajo su dirección se desarrollaron durante el período 2007–2009 diversos estudios que permitieron consolidar el marco conceptual y la línea base para la gestión integral del recurso hídrico en el país.

Los más relevantes son los siguientes: hoja de ruta para la incorporación de la gestión integrada de recursos hídricos en Colombia; marco lógico del Plan Hídrico Nacional; evaluación ambiental estratégica para la formulación de lineamientos de política para el control de la contaminación hídrica; estimación de costos de la contaminación hídrica en Colombia, encuestas a las autoridades ambientales sobre gestión del recurso hídrico (administración y planificación); cuencas hidrográficas y conflictos por el agua; estudios de evaluación de la implementación de tasas por uso de agua y tasas retributivas; documento de recomendaciones para la incorporación de la equidad de género en la Política Hídrica Nacional; propuesta para la construcción colectiva de una cultura del agua; diagnóstico de la capacidad analítica de los laboratorios de las autoridades ambientales; plan de acción para el mejoramiento de la capacidad analítica de los laboratorios de las corporaciones autónomas regionales y de desarrollo sostenible (CAR); evaluación de experiencias internacionales sobre el recurso de aguas residuales; contaminación de aguas estuarinas y contaminación difusa; consultoría para la reglamentación de los consejos de cuenca; programa para el manejo e identificación de conflictos socio-ambientales con énfasis en agua.

En lo correspondiente a la norma de la temática específica del trabajo investigativo y su aplicación por los entes territoriales: la ley 1523 del 2012 es la nueva ley de gestión del riesgo la cual le da una marcada importancia al tema de la prevención, el conocimiento, los estudios de detalle para saber si un riesgo es mitigable o no y las escalas o niveles de detalle de la cartografía, lo primero que debían hacer los municipios en el momento de la implementación de la ley era la elaboración de los planes municipales de gestión del riesgo los cuales deben tener tres partes que son fundamentales y sin las cuales estaría incompleto, que son: una identificación detallada de los escenarios de riesgo, un plan de

acción donde se consignen los planes, programas y proyectos tendientes a reducir, mitigar o acabar con los riesgos identificados en los escenarios o la primera parte del plan municipal de gestión del riesgo, y por último la cartografía que es la parte más técnica y costosa del proceso dado que se debe implementar un sistema de información geográfica- SIG, de gestión del riesgo y las escalas deben ser: 1:2000 para las cabeceras municipales y centros poblados y 1:15000 para la zona rural lo cual garantice tener un diagnóstico actual y certero sobre el estado que se encuentra el municipio tanto en su zona rural como urbana en el tema de amenazas y riesgos. Para el caso del municipio en el departamento del Cauca este se realizó tanto a nivel municipal como departamental a mediados del año 2012 todo dentro de los plazos establecidos en la ley

Asimismo se identifican algunas problemáticas ambientales y naturales que afectan a la fuente hídrica; unas de las principales de tipo ambiental que salen a relucir sobre la cuenca del río Molino, es el deterioro ambiental, la invasión de la ronda protectora, la ampliación de la frontera agrícola y la presión urbanística, aunque la labor que ejerce la Fundación Río Piedras, adscrita a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, es muy fuerte en la zona rural especialmente en el tema de educación ambiental, capacitación técnica y agropecuaria, forestal, también por parte de la Alcaldía Municipal, desde varios años atrás se han adquirido predios ubicados dentro del área de protección de la cuenca con el fin de declararlos como zonas de reserva estricta.

Diversos factores antrópicos que puedan aumentar el daño, siempre han y con la dinámica urbana, la presión urbanística, el aumento indiscriminado de la población, la falta de un ordenamiento territorial coherente con la realidad del municipio, dichos factores se han agravado sumándose a los problemas de tipo propio de la cuenca como el encañonamiento rocosos que se da entre los kilómetros 5 y 13, la topografía quebrada, los tipos de suelo limo arcilloso hacen que ésta cuenca sea de alto riesgo sobre todo en el sector donde entra a la cabecera municipal.

Desde la percepción de los entrevistados la forma más adecuada de mitigar el riesgo por inundación del río Molino es: primero, un tema de educación ambiental, de crear programas como familias guardabosques y dar incentivos de ley, como descuento en el cobro del impuesto predial a las familias o propietarios de predios que están conservando o reforestando, estos temas son de vital importancia para la mitigación del riesgo, otro

tema clave es el conocimiento del riesgo, capacitar a los pobladores y personas que viven dentro de las zonas de inundación acerca del riesgo como lo pueden mitigar, como se pueden volver resilientes, etc. Y por último un tema importante, para la disminución del riesgo es la parte física, es decir, el diseño y elaboración de obras de tipo civil como son los muros de contención, puentes tanto vehiculares como peatonales, jarillones, reductores de velocidad, etc. Estos son muy importantes porque son un punto culminante en cuanto la disminución de los riesgos y su desventaja es que su costo es muy elevado y por lo general los municipios no cuentan con recursos suficientes para iniciar y terminar obras de este tipo. Otro elemento importante en la gestión del riesgo es el correspondiente al mantenimiento preventivo y monitoreo que se le debe hacer a toda la infraestructura ubicado a lo largo del cauce del río especialmente en la zona rural, es de vital importancia y debe hacerse de forma periódica y no esperar a las temporadas de lluvias para realizarla, lo cual disminuirá notablemente los efectos negativos generados por las crecientes del río Molino.

Los habitantes cercanos al río son los principales afectados, está claro que quizás se hayan asumido muchos riesgos instalando infraestructuras demasiado cerca desde hace mucho tiempo, pero, ante la imposibilidad de trasladarlas a sitios más seguros, es importante realizar un análisis estructural de las viviendas y socioeconómico de toda la población asentada en estas zonas de riesgo con el fin de evaluar de primera mano cuales son las condiciones tanto de las personas y familias como de las viviendas, con el fin de priorizar los casos más críticos y poder reubicarlos, para el resto de la población es importante que conozcan el tipo de riesgo y amenaza con la cual conviven, esto es el fin de que sepan cómo actuar en caso de una creciente repentina del cauce del río.

Para concluir, lastimosamente antes de la ley 1523 del 2012 la política del gobierno nacional era una política de tipo asistencialista, es decir, se esperaba que ocurriera el fenómeno para entrar a actuar con albergues, ayudas humanitarias, etc. por lo tanto la gente del común no tiene mucha idea de lo que es una amenaza, un riesgo, una vulnerabilidad, pero esto cambia en el país a partir de la entrada en vigencia de la ley 1523 la cual le da una importancia marcada al conocimiento del riesgo a todo nivel y en todos los sectores educativos.

El 31 de marzo de 1983 el área urbana de la ciudad de Popayán fue sacudida por un intenso sismo de magnitud $M_b = 5.5$, se catalogó como uno muy pequeño en términos relativos a otros ocurridos en muchas partes en Colombia, pero dicho sismo condujo a una gran preocupación del sector de la construcción del país, al cual le salto la inquietud sobre que podría suceder en otras ciudades en sismos similares o peores.

Como resultado de lo anterior el gobierno nacional encargo a la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), la preparación de un código de construcciones sismo-resistentes.

Causó un impacto en la conciencia de los colombianos en cuanto a amenazas naturales, por primera vez una ciudad de más de cien mil habitantes era duramente golpeada por la naturaleza. Los estudios históricos enfocados a evaluar las amenazas geológicas se iniciaron a raíz del terremoto de Popayán. Fue entonces cuando se empezó a vislumbrar la importancia de los datos históricos en el campo de la prevención de fenómenos naturales.

Teniendo en consideración el recorrido y las características geológicas, geomorfológicas y estructurales del río Molino, este se puede dividir en un tramo fluvial de montaña y en un tramo fluvial en la Meseta de Popayán. Cada uno de estos tramos se caracteriza por una dinámica fluvial, en la que unos procesos sobresalen sobre otros. Su dirección de recorrido general es hacia el occidente (W), buscando entregar sus aguas al río Cauca, que es su nivel base natural.

Desde la década de los años 40, el recorrido del tramo fluvial del río Molino localizado en la unidad geomorfológica de la Meseta de Popayán, se ha venido rectificado y trayectos del río donde el patrón de drenaje era meandriforme¹³ han sido transformados en trayectos con patrones de drenaje recto. También se han hecho rellenos en la margen sur

¹³Cauces meándricos o meandriformes. Un río se puede definir como meándrico cuando su sinuosidad es mayor de 1.5, entendiéndose la sinuosidad (S) como la relación existente entre la longitud del cauce principal (L_r) y la del valle que drena (L_v); entonces: $S = L_r/L_v > 1.5$. Parece existir cierta relación fundamental entre el ancho de un cauce y la longitud del meandro y entre el ancho del cauce y el radio de curvatura. Los lechos meándricos poseen depresiones o pozos bien definidos y barras de sedimentos unidas por rápidos. Dichas barras son más conocidas como barras de punta y constituyen la principal característica de la sedimentación fluvial. Escuela Colombiana de Ingeniería. Centro de Estudios Hidráulicos y Ambientales. Disponible en: http://transportesedimentos.tripod.com/esp/pagina_nueva_16.htm

para resolver las diferencias de niveles con la margen norte; igualmente, se han realizados rellenos de la ronda entre las carreras sexta y octava, creándose una zona verde de espacio público. Estas acciones permitieron que la ciudad se extendiera hacia el norte, ya que la ciudad empezó su expansión hacia el sur, entre las márgenes sur del río Molino y norte del río Ejido y el lado occidental del cerro de la Eme, siendo estas, barreras naturales que impedían el crecimiento de la ciudad hacia el norte. Estas acciones han ampliado el área disponible para el trazado de la zona urbana del municipio de Popayán, pero han cambiado la dinámica natural del río, con sus posteriores consecuencias en el sistema fluvial.

A lo largo del recorrido, el río Molino, está afectado por fallas longitudinales del sistema Romeral (la Pijao-Silvia, la de Las Estrellas, El Crucero y el Crucero Occidental, la de Popayán y la de Piendamó) y fallas transversales como la del río Molino, que se extiende por aproximadamente 18 Km y cruza el sector Norte de la ciudad.

El río Molino desarrolla su dinámica fluvial en una faja de 50 a 60 m de amplitud cerca de su nacimiento, hacia su parte media la faja se va ampliando hasta casi 200 m y en el tramo fluvial de la meseta de Popayán alcanza en algunos sectores hasta 500 m.

9.4.2 Diversidad biológica - Fauna

La vegetación ribereña está compuesta por plantas pioneras en colonización de áreas desprovistas, como especies invasoras y pastos. En el margen del río se encuentran estratos arbustivos y arbóreos, algunos de ellos plantados en la zona urbana, específicamente en el área del Centro Deportivo Universitario y Residencias Femeninas pertenecientes a la Universidad del Cauca, como mecanismo de mitigación frente al riesgo por inundación.

Rasante: escoba (*Hyptis atrorubens*), escobilla (*Sida sp.*), pega pega (*Desmodium incanum*) y ojo de poeta (*Thunbergia alata*).

Figura 7. Especies rasantes predominantes en la cuenca del río Molino

Figura 7.1. Escoba

Figura 7.2. Escobilla

Figura 7.3. Pega pega

Figura 7.4. Ojo de poeta



FUENTE: Villaquirán L., L., (2016).

Herbáceo: helecho común (*Pteridium arachnoideum*), helecho (*Pteris sp*), melao (*Melinis minutiflora*), y lirio de arroyo (*Hedychium coronarium*).

Figura 8. Especies herbáceas predominantes en la cuenca del río Molino

Figura 8.1. Helecho C.

Figura 8.2. Helecho

Figura 8.3 Melao

Figura 8.4 Lirio de arroyo



FUENTE: Villaquirán L., L., (2016).

Arbustivo: Flor de mayo (*Meriania speciosa*), guayabo (*Psidium guajava*), aliso (*Alnus acuminata*), caña brava (*Gynerium sagittatum*), arrayán (*Myrcia popayanensis*), sauce (*Salix alba*) y guadua (*Guadua angustifolia*).

Figura 9. Especies arbustivas predominantes en la cuenca del río Molino

Figura 9.1. Flor de mayo



Figura 9.2. Guayabo



Figura 9.3. Caña brava



Figura 9.4. Guadua



FUENTE: Villaquirán L., L., (2016).

Arbóreo: Roble (*Quercus humboldti*), eucalipto (*Eucalyptus grandis*), guamo (*Inga sp.*), balso (*Heliocarpus americanus*) nacedero (*Trichanthera gigantea*), flor amarilla (*Tecoma stans*), cedro (*Cedrela sp.*), tulipán africano (*Spathodea campanulata*), fresno (*Fraxinus chinensis*), guayacán amarillo (*Handroanthus chrysanthus*) y pino pátula (*Pinus pátula*).

Figura 10. Especies arbóreas predominantes en la cuenca del río Molino

Figura 10.1. Roble



Figura 10.2. Eucalipto



Figura 10.3. Tulipán



Figura 10.4. Pino pátula



FUENTE: Villaquirán L., L., (2016).

La vegetación ribereña y la establecida alrededor del margen del río, se compone principalmente de diversas especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, que producto de las avalanchas, como la ocurrida en el mes de diciembre de 2013, sufrieron un efecto adverso, al causarse un arrastre y levantamiento de la cobertura vegetal en las zonas

aledañas al recorrido de agua, afectando ampliamente la fauna del lugar, incluyendo la comunidad de macroinvertebrados acuáticos.

Imágenes 5 y 6. Arrastre y levantamiento de la cobertura vegetal-Sector hospitalario la estancia



FUENTE: Villaquirán L., L., (2016).

9.4.3 Calidad visual

La variedad en la vegetación existente a lo largo de la cuenca, generan diferentes microclimas que se están deteriorando y a su vez la calidad paisajística. El concepto de calidad de un paisaje, está ligado a esquemas sistemáticos para evitar la subjetividad en la apreciación de dicha calidad; Escribano, M. (1987)¹⁴ incluye tres elementos de valoración:

- La calidad visual intrínseca del punto desde el que se realiza la observación, para el caso de la cuenca se incluyen los valores constituidos por aspectos naturales como la topografía, vegetación, y la presencia de agua.
- La calidad visual del entorno inmediato, definido por las características naturales que se observan hasta una distancia de unos 700 m, señalando la posibilidad de observación de elementos visualmente atractivos. (remates visuales).

¹⁴ Escribano, M. (1987). El paisaje visual o paisaje percibido. Universidad Nacional de Catamarca.

- La calidad del fondo escénico, determina la calidad del fondo visual del paisaje considerando aspectos como intervisibilidad, altitud, vegetación, agua y singularidades geológicas.

A continuación se muestran algunos ejemplos de la degradación de la calidad paisajística en ronda del río Molino:

Imagen 7. Parte alta de la cuenca



FUENTE: periódico La Campana, (2014).

Imagen 8. Sector Pueblillo



FUENTE: Alex Pino, (2013).

Imagen 9. Sector de La Dian



FUENTE: Villaquirán L., L., (2016).

Imagen 10. Sector Puente del humilladero



La calidad que aporta la presencia de los elementos que caracterizan la calidad visual, se ve disminuida en el recorrido de la cuenca por la presencia de elementos negativos que indican degradación, tales como superficies quemadas y deforestadas, zonas fuertemente erosionadas, contaminación del río por aguas negras, por la presencia de infraestructuras de impacto visual negativo y ubicadas en la zona de protección.

9.4.4 Evaluación ambiental

La matriz de Fearo, permite realizar una evaluación ambiental cualitativa, identificando los impactos positivos o negativos que están afectando al ecosistema por parte de las diferentes actividades antrópicas detectadas en la cuenca del río Molino.

Cuadro 12. Matriz de valoración de impactos ambientales

NOMENCLATURA			ACTIVIDADES ANTRÓPICAS						
		No hay impacto	Invasión de riberas	Escombreras	Vertedero de residuos sólidos	Actividades industriales	Verted. aguas residuales	Tala de vegetación	Avalanchas
		Efecto signif. adverso							
		Efecto adverso							
ECOSISTEMA	Suelo	Morfología							
		Erosión							
		Uso							
	Agua	Alteración de calidad							
		Alteración de caudal							
	Fauna	Alteración diversidad macroinvertebrados							
		Alteración hábitat macroinvertebrados							
		Aumento coliformes total							
	Flora	Vegetación ribereña							
		Alteración del paisaje							
	Antróp.	Salud							

FUENTE: Villaquirán L., L., (2016).

Para este caso en particular, las diferentes actividades antrópicas encontradas en el área de estudio arrojan como resultado que existe un impacto significativamente adverso sobre el componente suelo, puesto que son evidentes los avanzados procesos de erosión y alteración morfológica observados, los cuales son causados por el caudal del río, pero también por las diferentes construcciones que están invadiendo las zonas de protección, de acuerdo a lo establecido en el artículo 83 del decreto 2811/74.

Por otra parte, se observa una alteración en la calidad del agua, la cual no sería óptima para consumo humano ni recreativo, entre otros aspectos esto se debe a los “diferentes vertimientos de aguas residuales domésticas y hospitalarias detectadas en la zona, lo cual afecta los diferentes indicadores físico químicos del agua e incrementaría la presencia de coliformes totales y fecales,”¹⁵ siendo estos, un gran factor de riesgo para la salud de las personas que habitan cerca de la cuenca.

Imagen 11. Invasión zona protección calle 25 N

Imagen 12. Invasión zona protección carrera 8



FUENTE: Villaquirán L., L., (2016).

Respecto al componente paisajístico, se observa que ha sufrido una alteración adversa, puesto que cada una de las actividades antrópicas incluida la alteración del cauce, está afectando a los diferentes componentes ambientales, teniendo en cuenta que se espera encontrar un paisaje natural ribereño típico del sector, es de aclarar que no solo son las actividades antrópicas las que han generado esta problemática, puesto que también se

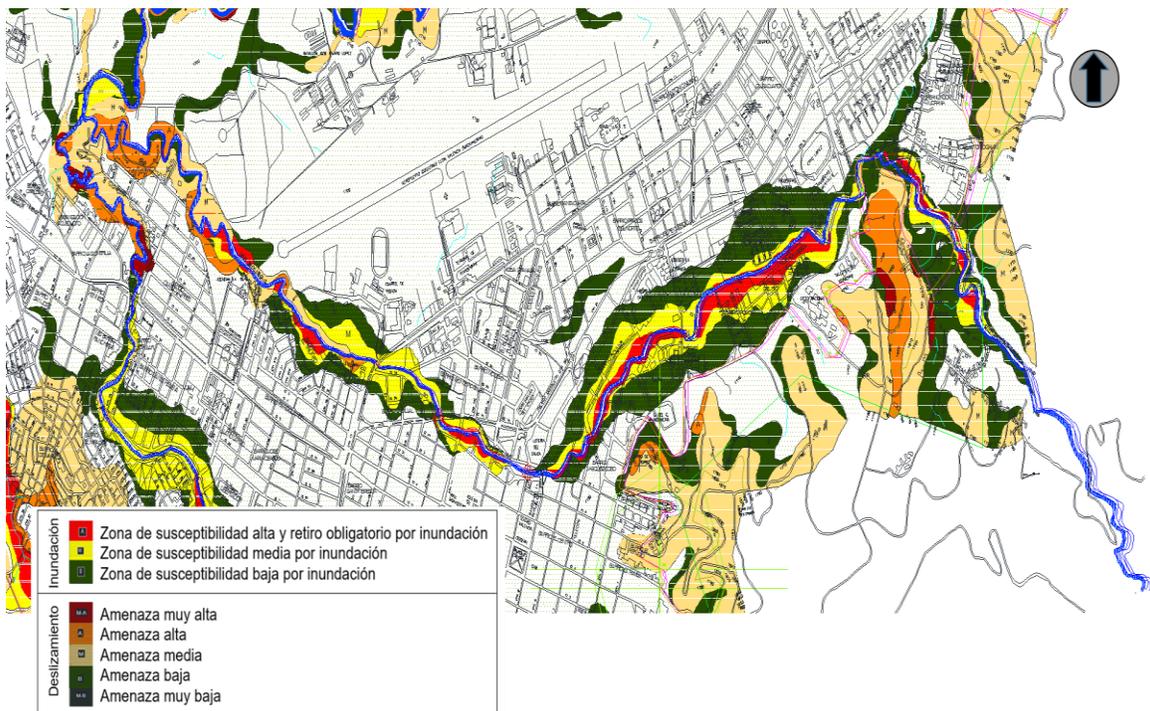
¹⁵ Chilito, L, Peralta, Y, Arias, A. (2014). Análisis ambiental y de riesgo río molino. sector la estancia Popayán-Colombia. 17 Convención científica de ingeniería y arquitectura, CUJAE, Cuba.

presentan en la región eventuales procesos de contaminación natural como lo son las avalanchas, procesos que por alteración en la parte alta de la cuenca genera factores de riesgo alto en la parte baja de la cuenca.

Finalmente se puede decir que los impactos negativos identificados en cada uno de los componentes del ecosistema en el río Molino y su área de influencia son el reflejo de un ecosistema que poco a poco se ha ido degradando, debido a una serie de actividades antrópicas que en el momento benefician al hombre, pero a largo plazo han ido desequilibrándolo. En la medida en que desaparezcan o minimicen las actividades antrópicas que se realizan en el área de influencia de río Molino, así mismo se notara la reversibilidad de muchos impactos que están afectando a diferentes componentes del ecosistema.

9.5 Caracterización de la amenaza

Figura 11. Superposición planos de Inundación y deslizamientos



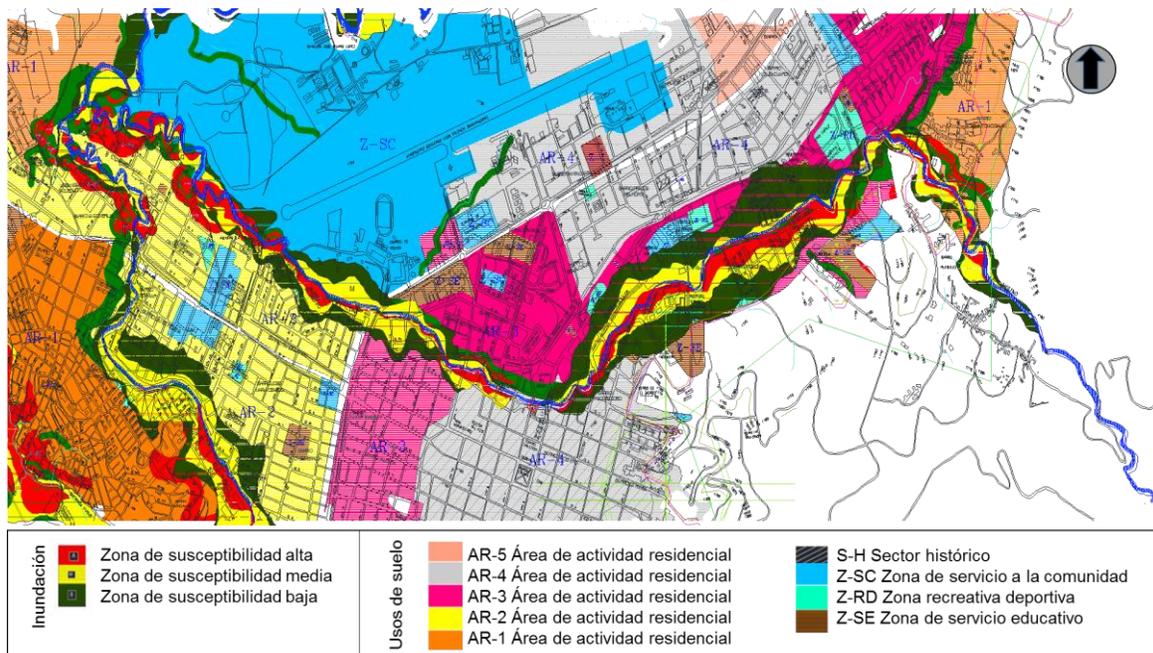
FUENTE: Villaquirán L., L. adaptada del POT, (2016).

Se han presentado varios eventos por inundación del río Molino en los últimos años, lo que ha dejado sedimentos en el río, además que la cuenca presenta problemas de

deforestación, erosión, contaminación e invasión de la zona de protección, lo que ocasiona un desorden hidrológico manifestado por las inundaciones en la zona media de la cuenca, esto es importante tenerlo en cuenta para la proyección de las futuras zonas inundables.

Al cruzar las variables de inundación y uso de suelo, se demuestra que es una problemática que afecta a varias zonas residenciales de estratos variados desde el AR-1 al AR-3, asimismo, involucra equipamientos comunales y urbanos. Cabe resaltar, que el mapa de amenazas, es un instrumento de planificación orientado a identificar zonas, donde existe la probabilidad de ocurrencia de inundación y por ende es el instrumento que restringe los procesos de urbanización y construcción. Pero como se ha podido mostrar, no es una herramienta aplicada en todos los procesos de planificación urbana que se llevan a cabo en Popayán. En la zona urbana la amenaza por inundación que predomina es alta, sumado a esto el porcentaje de construcciones existentes en las comunas 1, 3, 4 y 8 generan condiciones de vulnerabilidad y aumentan el riesgo por inundación del río Molino. Contrario a esto la amenaza en la zona rural es baja, ya que no existen tantos asentamientos en las zonas de protección de la cuenca.

Figura 12. Superposición planos de Inundación y usos de suelo.

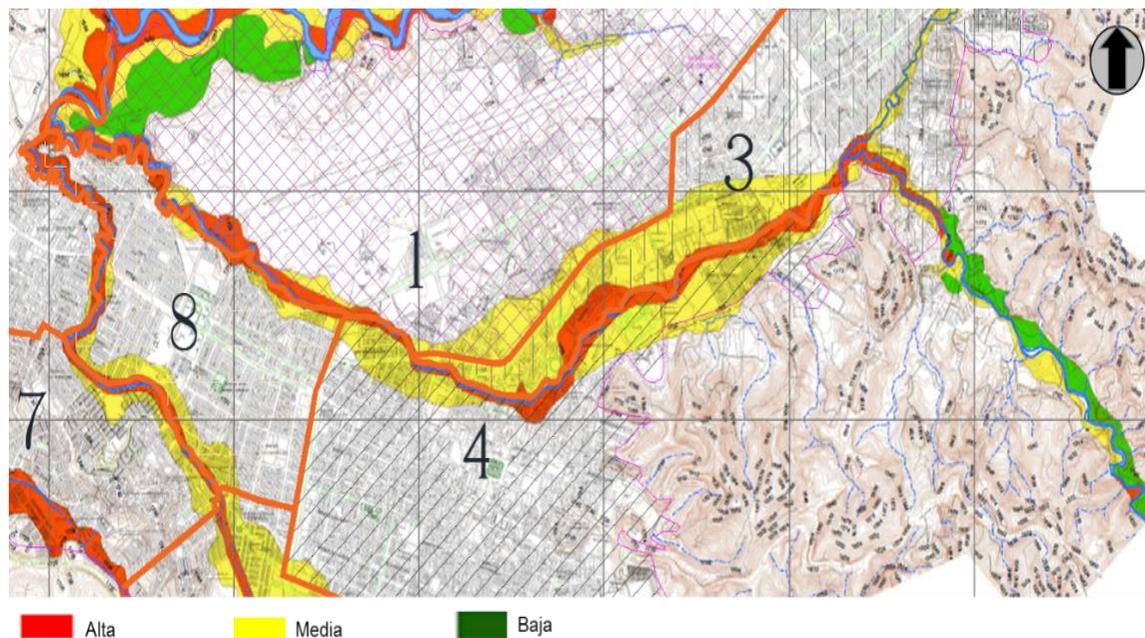


FUENTE: Villaquirán L., L. adaptada del POT, (2016).

Al cruzar el plano de comunas y riesgo por inundación es evidente el riesgo que se presentan en todos los sectores de la ciudad y sus distintas vocaciones:

- Comuna 1. Vocación de equipamientos urbanos, en esta comuna se encuentran la terminal de transportes, el aeropuerto Guillermo León Valencia, el Batallón José Hilario López, Departamento de Policía-Cauca, centro comercial Campanario y varias instituciones educativas, incluyendo la subcentralidad Catay, definida como un nuevo polo de desarrollo de la ciudad que incluya el uso comercial.
- Comuna 3. Vocación residencial, en donde predominan los estratos 3 y 4.
- Comuna 4. Vocación Institucional, esta es la comuna del sector centro histórico, en donde predomina el uso institucional gubernamental, bancario, comercial y educativo de las principales sedes universitarias.
- Comuna 8. Vocación residencial, estratos 1, 2 Y 3.

Figura 13. Superposición planos de comunas y riesgo por inundación.



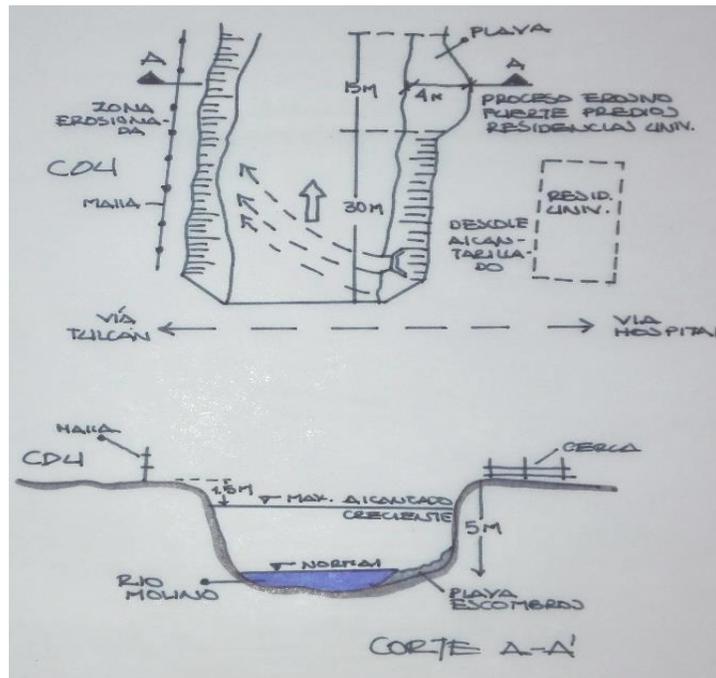
FUENTE: Villaquirán L., L. adaptada del POT, (2016).

9.5.1 Susceptibilidad a inundaciones

El río Molino en su curso alto, que prácticamente llega a las puertas de la ciudad por el nor-oriente. Son propios de estos tramos los valles profundos, en forma de "V", laderas empinadas con probabilidades elevadas de colapso y deslizamientos en masa sobre el cauce del río (corrientes controladas para migración lateral); de esta manera, los procesos de ajuste se presentan en el fondo del cauce modificando la pendiente. Asociado a estos procesos se puede presentar inestabilidad de orillas y deslizamiento.

La dinámica morfológica actual en el río Molino, en sectores de altas pendientes presenta procesos de erosión del cauce y transporte aguas abajo de este material, para ser depositados en las partes planas, cuando el río al entrar en la siguiente etapa de su desarrollo, disminuye su pendiente, para formar sus terrazas aluviales y valles de inundación. Tales planicies son utilizadas por el río para atenuar sus crecientes periódicas; son zonas en donde el río necesariamente se exploya, por tanto, se consideran sectores en permanente amenaza de inundación lenta o súbita; pero de esta forma también se caracterizan las zonas de amenaza.

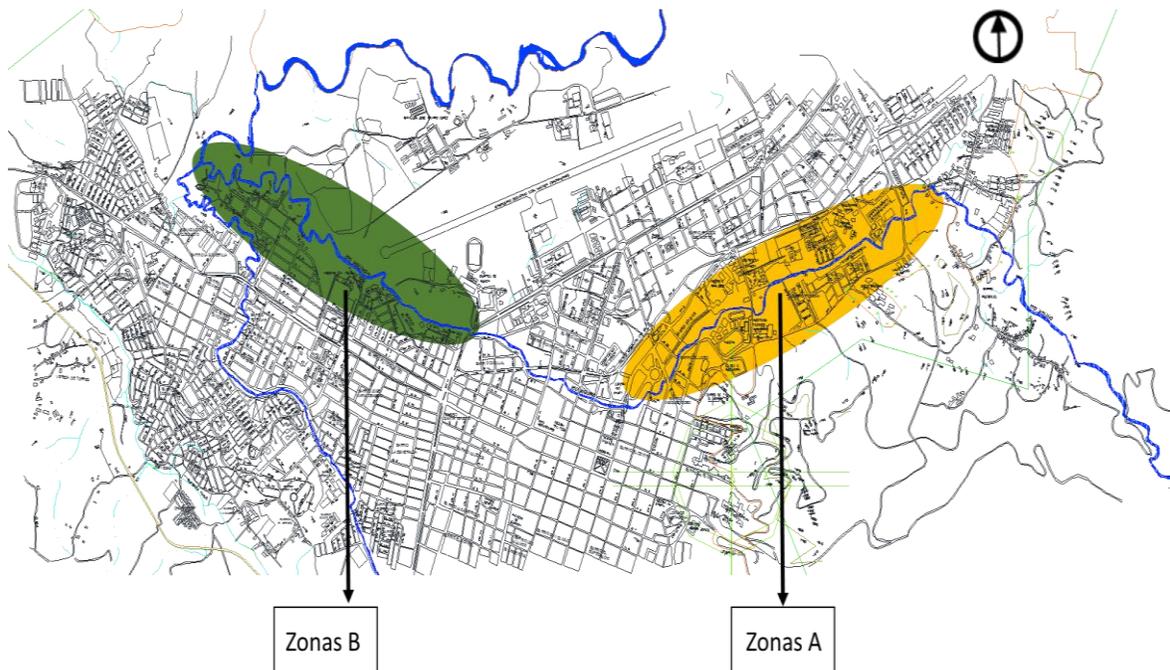
Imagen 13. Problemas de erosión-Residencias universitarias (Calle 15N)



FUENTE: Villaquirán L., L., (2016).

El tramo del río Molino comprendido entre la vía al Huila y el parque Mosquera evidencia condiciones de terraza aluvial inundable. Aguas abajo, a partir de la carrera 17 (avenida Panamericana) en dirección occidente, el río Molino incrementa su pendiente respecto del tramo anterior, para ir al encuentro con el río Cauca. En tales condiciones, el río se profundiza y encañona formando orillas empinadas con alto grado de inestabilidad y riesgos de represamientos menores del río.

Figura 14. Zonas de la ciudad sujetas a amenazas por eventos de inundación



FUENTE: Villaquirán L., L., (2016).

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, es posible identificar dos zonas de la ciudad sujetas a amenazas por eventos de carácter natural:

- Zona A. Una de ellas es la situada directamente sobre las planicies de inundación y zonas aledañas (es una superficie que se puede establecer entre la vía al Huila y el parque Mosquera). Sobre ella existe una amenaza latente, permanente, natural de inundaciones provocadas básicamente en este sector por avalanchas que se originan en el curso alto del río Molino, por deslizamientos en masa sobre su cauce, de suelos

que conforman laderas empinadas y que pierden estabilidad por saturación de agua en épocas lluviosas.

- Zona B. En el sector comprendido entre la carrera 17 y el río Cauca, la amenaza de inundación en asentamientos humanos se reduce. En esta parte la amenaza se configura por la probabilidad de formación de embalses por represamientos en este sector encañonado del río, que podrían eventualmente originar niveles de agua elevados capaces de generar daños aguas arriba.

Es importante resaltar que, en la zona de color amarillo, se encuentran equipamientos importantes urbanos como colegios, universidades, espacios deportivos y principalmente la zona hospitalaria más grande de la ciudad, lo que despierta la preocupación, ya que éstos espacios deben mantenerse y abastecer a la población en caso de alguna emergencia y están implantados sobre la zona de amenaza pro inundación del río Molino.

Asimismo, en la zona verde, se encuentran asentamientos con calidad estructural baja en sus viviendas, lo que refuerza su vulnerabilidad ante la inundación.

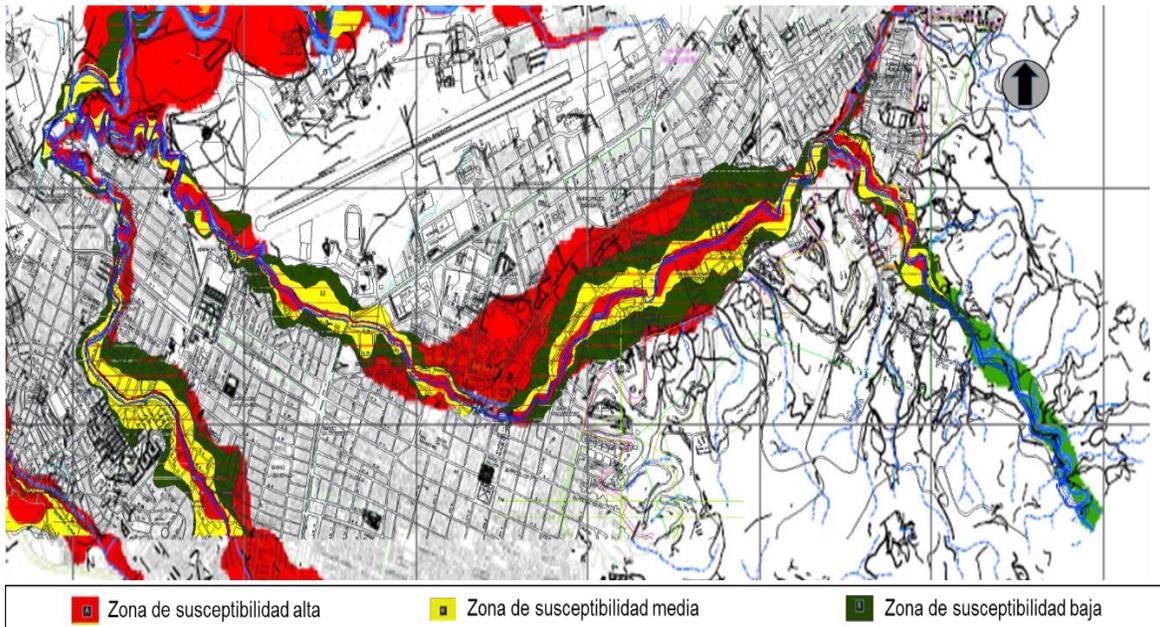
9.6 Caracterización de la vulnerabilidad

Partiendo de la información de amenazas, se definieron las diferentes variables para determinar la vulnerabilidad física de la comunidad.

Estas variables son:

- Características de cobertura y uso del suelo.
- Densidad de predios construidos, puesto que a mayor área construida mayor exposición.
- Distancia de las áreas construidas a las fuentes hídricas. Dado que a menor distancia mayor posibilidad de recibir impacto por inundación.

Figura 15. Superposición planos de Inundación y vulnerabilidad



FUENTE: Villaquirán L., L. adaptada del POT, (2016).

Al cruzar las zonas de susceptibilidad de inundación y la vulnerabilidad, se demuestra que el riesgo es latente a lo largo de la cuenca del río Molino. La vulnerabilidad, se orienta a identificar en dónde hay comunidades con menores capacidades de hacer frente a una inundación. Asimismo, se hace una aproximación de un mapa de riesgo, orientado de acuerdo al literal a) del artículo 6 de la ley 1523 de 2012, a ofrecer escenarios de riesgo para priorizar estudios con mayor detalle y generar recursos para la intervención en la reducción o mitigación.

Imagen 14. Vulnerabilidad-Sector La Estancia

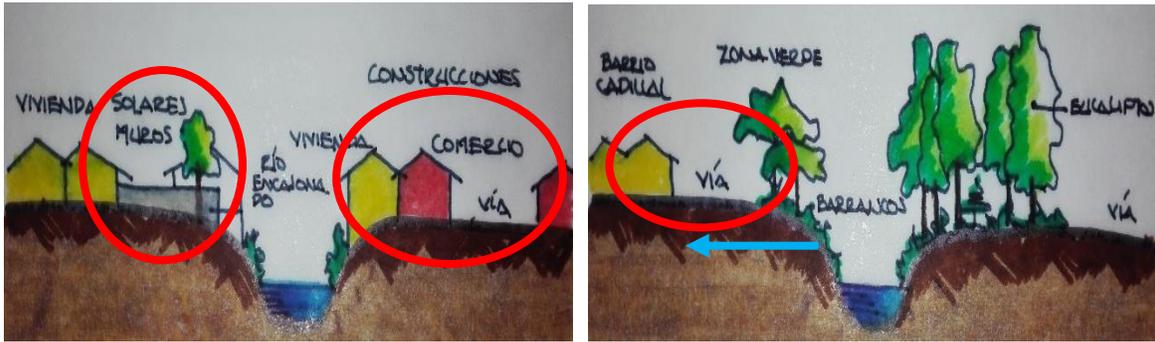
Imagen 15. Vulnerabilidad-Sector Barrio Bolivar



FUENTE: Villaquirán L., L. (2016).

Imagen 16. Vulnerabilidad-Calle 1

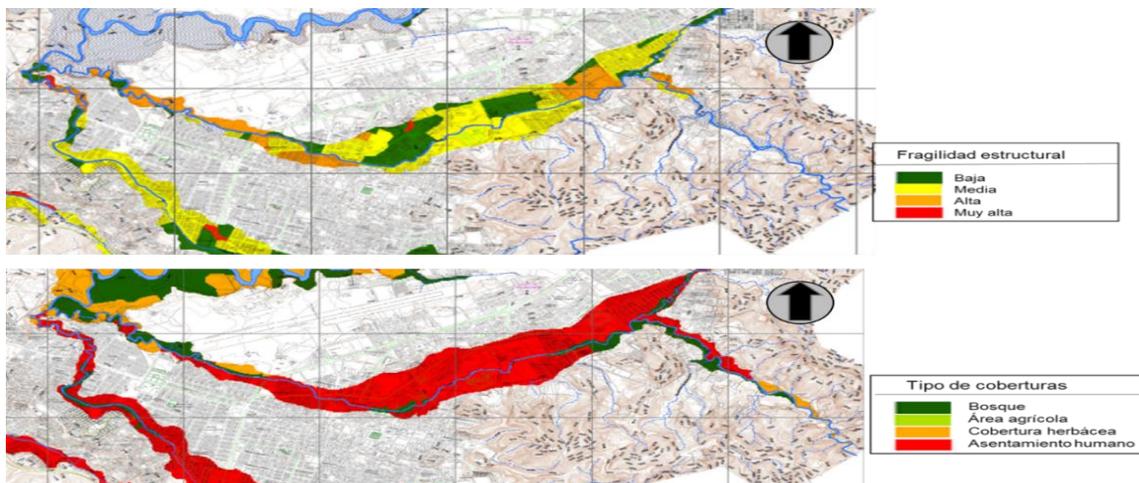
Imagen 17. Vulnerabilidad-Sector Barrio Cadillal



FUENTE: Villaquirán L., L., (2016).

El área del río Molino presenta varias áreas de riesgo alto, sobre las cuales es prioritario el desarrollo de acciones de gestión del riesgo. Es importante resaltar que el área colindante al río presenta riesgo alto con posible afectación sobre los meandros del barrio Pueblillo, Yambitará, Provitec, el estadio Ciro López, Obras Públicas departamentales. Parte de los barrios Rincón de la Estancia, Bosques de Pomona, Rincón del Río, Pomona, el Instituto Técnico Industrial, Clínicas La Estancia y Valle de Pubenza, el área del Centro Deportivo Tulcán de la Universidad del Cauca, el Hospital San José; El barrio Bolívar, parte de los barrios El Liceo, Vásquez Cobo. Desde la Lotería del Cauca hasta la parte baja del barrio el Cadillal. Desde la carrera 17 hasta la carrera 19 en el sector de la calle 1ª y 2ª; barrio El Triunfo, barrio La Isla, calle 1ª entre carreras 27 y 28 y entre 29 y 31.

Figura 16. Planos de fragilidad estructural y tipos de coberturas Diagnostico POT 2015.



FUENTE: Diagnóstico POT, (2015).

Tomando como base el Estudio de Microzonificación Sísmica, realizado por la Universidad de los Andes y el Diagnostico POT 2015, y partiendo de que las condiciones estructurales de una construcción corresponden a la fragilidad y capacidad que tiene su propietario, ocupante o arrendatario, de recuperarse frente a una inundación, se identifican unas zonas con mayor o menor fragilidad estructural, de acuerdo a las categorías de estructuras, establecidas en el Estudio de Microzonificación Sísmica, las cuales son: en adobe, en adobe reforzado, bodegas, mampostería, mampostería reforzada, mampostería estructural, no tecnificada y mampostería simple.

Las zonas rojas son las que tienen una mayor debilidad estructural y las verdes las que tienen menor fragilidad. Las áreas rayadas en gris es donde no se cuenta con información de edificaciones.

- Baja. Combinación mayor de viviendas en: mampostería reforzada, mampostería con pórticos y mampostería confinada.
- Media. Combinación mayor de presencia de viviendas: aporricadas; en mampostería confinada y en mampostería simple.
- Alta. Combinación mayor de presencia de viviendas en: mampostería simple y adobe reforzado.
- Muy alta. Combinación mayor de presencia de viviendas en: adobe simple y no - tecnificadas.¹⁶

En cuanto a la distribución de cobertura del suelo, el mayor porcentaje tal como se observa, en el plano, corresponde al área en asentamientos humanos, seguida por el área en bosques, mientras que las áreas con cobertura escasa o sin cobertura y el área agrícola, son mínimas.

- Área sin cobertura. Se ve afectada por la inundación aunque no tiene uso.

¹⁶ Alcaldía Municipal de Popayán y Fundación Universitaria de Popayán. (2015). Diagnostico POT. Capítulo 7: Estudio de Vulnerabilidad a inundaciones para las principales corrientes del municipio de Popayán, Numeral 7.6.4. Popayán-Colombia.

- Bosque. Se ve afectada por inundaciones desde súbitas hasta lentas de baja magnitud. Cuenta con un poder de resiliencia alto.
- Áreas agrícolas. En el momento de la inundación son afectadas; pero también, la inundación genera condiciones de fertilidad para su proceso de recuperación.
- Cobertura herbácea. Se ve afectada totalmente ante una inundación. En muchas oportunidades se presenta regeneración vegetal.
- Asentamiento humano. Requiere de acciones para la recuperación del daño. Se ve sometida al daño de infraestructura habitacional, muebles y enseres, parte de los cuales pueden no ser recuperables.

9.7 Matriz DOFA

El diagnóstico DOFA, concluye pautas importantes después de la realización del análisis, desde varias categorías de la cuenca del río Molino en la ciudad de Popayán, permitiendo establecer las principales condiciones que causan riesgo por inundación.

Cuadro 13. Matriz DOFA

CATEGORÍAS	DEBILIDADES	OPORTUNIDADES	FORTALEZAS	AMENAZAS
AMBIENTAL	La tala indiscriminada de árboles para la construcción de viviendas sobre la ladera del río ha causado que la protección contra deslizamientos disminuya, ya que cambia las condiciones naturales de la zona de protección del río. El vertimiento de aguas negras y basuras al río produce una contaminación a gran escala.	Inversión por parte de los organismos competentes para devolverle la protección natural al río, con planes que ayuden a mejorar la seguridad ante eventos naturales y disminuyan la vulnerabilidad de la población que bordea estas zonas.	Ya que la ciudad tiene condición patrimonial y turística, y el río atraviesa en su totalidad a la misma, éste podría convertirse en un atractivo más para la población endógena y exógena.	La poca atención al criterio ambiental por parte de las autoridades municipales, permite que cada día las riberas del Molino, se vean afectadas por la contaminación, deforestación y construcciones en la zona de protección, que no ayudan a su conservación.

MORFOLOGÍA	Dado el continuo crecimiento de la ciudad sin un orden planificado y que ésta ha quedado pequeña ante agentes urbanos externos, están provocando que las zonas hídricas de la ciudad, se vean constantemente afectadas por la contaminación y construcción de edificaciones que atentan con los planes urbanos propuestos.	El POT es un instrumento importante que establece la planificación y protección ante condiciones que deterioran la cuenca, y su articulación con otro tipo de normas como ambientales y urbanas, deben lograr un equilibrio entre la ciudad y el medio ambiente.	La tipología de manzanas y su adaptación a la topografía de la ciudad. La disponibilidad de presupuesto por parte del municipio para la generación de proyectos para el desarrollo del sector.	Aprobaciones y licencias de construcción que se expiden a diario, en zonas de protección de la cuenca, contribuyendo a su deterioro. Un ejemplo de esto es la construcción del edificio de la DIAN, el cual no cumple con las condiciones de aislamiento de la fuente hídrica.
USOS DE SUELO	Se están cambiando los usos de suelo propuestos por las entidades municipales, para beneficio de terceros, atentando contra la planificación urbana de Popayán.	La zona de estudio se encuentra dentro de los planes urbanos del POT, los cuales regulan los usos de suelo para cada sector, generando un orden progresivo y protegido de la zona de protección de las cuencas hídricas.	Con los nuevos cambios planteados para el uso del suelo, promovidos por las entidades municipales, se busca lograr una planificación ordenada de la cuenca del río Molino, ya que han visto su potencial como un elemento protagónico en el desarrollo de la ciudad.	La falta de control al uso de suelo propuesto por el POT, está provocando constantemente el deterioro del río y aumenta la condición de vulnerabilidad de la población.
ESPACIO PÚBLICO	La construcción de parqueaderos en las zonas de protección del río, atentan contra el poco espacio público que tiene la ciudad, ya que se está permitiendo que deterioren y disminuyan las áreas destinadas para espacios de recreación activa y pasiva.	El sector de estudio, cuenta con zonas sin consolidar, que pueden ser parte del espacio público de la ciudad, integrando franjas para el transporte alternativo y donde se destaque al peatón, buscando un desarrollo sostenible en Popayán.	Las nuevas políticas de espacio público, buscan alcanzar los índices establecidos a nivel mundial para lograr condiciones de calidad de acuerdo a las necesidades de la población payanesa.	No existe una gestión política ni comunitaria en la consolidación de las nuevas políticas de espacio público, que ayuden a poner en práctica dichas normas para alcanzar un espacio público que responda a todas las necesidades de la población.
INFRAESTRUCTURA	Las viviendas construidas en la ribera del río, no están utilizando la infraestructura sanitaria de la ciudad, ya que están vertiendo las aguas negras a la fuente hídrica, provocando una contaminación masiva de la misma.	La nueva infraestructura vial a la que está siendo sometida la ciudad y el sector con el cambio de la malla vial, está permitiendo generar planes que ayuden a que las personas utilicen las redes sanitarias del sector.	Se pueden desarrollar mejores vías (perfiles adecuados que incluyan al vehículo, la bicicleta y el peatón), mejorando el desplazamiento en toda la ciudad.	Carencia de nuevos planes de movilidad que generen desarrollo y permitan la adecuada comunicación entre todas las comunas de la ciudad.
EQUIPAMIENTOS	La construcción de equipamientos sobre las zonas de protección del río molino como La Policía Nacional, la galería del Barrio Bolívar, La DIAN aumentan la vulnerabilidad de la población e infraestructuras de la ciudad.	Los nuevos equipamientos pensados para el malecón del río Molino, ayudarán a que la movilidad y las zonas definidas para cada tipo de población, integren a la misma con la fuente hídrica y contribuyan a su conservación.	Nuevos planteamientos y diagnósticos para la ciudad, quienes establecer zonas adecuadas para los equipamientos planteados.	Equipamientos con licencias de construcción, expedidas por las curadurías, en los bordes de la ribera del río, agreden directamente el recurso ambiental.

FUENTE: Villaquirán L., L., (2016).

Desde las categorías de ambiente, morfología, usos de suelo, espacio público, infraestructura y equipamientos, se evidencia como Popayán cuenta con varias fortalezas que pueden ser aprovechadas para resaltar a la ciudad desde una característica diferente al patrimonio arquitectónico por la que ya es conocida, su patrimonio ambiental el cual incluye al río Molino, también es de resaltar y tiene un potencial, ya que se puede contemplar en varias comunas, incluyendo usos compatibles que resalten la importancia de este recorrido de agua, no solo como un recurso, sino también como un aporte en el espacio público, para lograr un equilibrio entre su índice requerido y la necesidad de la población.

Asimismo, es evidente como las condiciones antrópicas como la deforestación en la zona rural y la contaminación e implantación de edificaciones en las zonas de protección del río en la zona urbana, están deteriorando la cuenca, acompañado de políticas públicas sin control de cumplimiento por los entes gubernamentales o creación de las mismas a beneficios de terceros, para alterar la adecuada planificación del territorio, como una condición principal para alcanzar una ciudad resiliente, enmarcada en el desarrollo sostenible.

9.8 Condiciones arquitectónicas y recomendaciones prospectivas, enfocadas en la gestión del riesgo, de desastres por inundación

9.8.1 Recomendaciones prospectivas

9.8.1.1 Medidas estructurales

Las medidas estructurales engloban todas aquellas construcciones que reducen o evitan el posible impacto de la inundación.

Estructuras de protección. Estas estructuras protegen la zona urbana de forma directa, evitando la entrada del agua en la ciudad. Para ello se emplean estructuras como diques, simples muros verticales, se fuerza al flujo a discurrir por un determinado lugar (encauzamientos). También se establecen medidas de protección en edificios e

infraestructuras, como, por ejemplo, el empleo de materiales de construcción impermeables, la mejora de la configuración del edificio o la fortificación de los sótanos y la modificación del uso del suelo en plantas bajas de edificios para reducir las consecuencias por inundación.

Figura 17. Muros de contención

Figura 17.1. Muro a gravedad

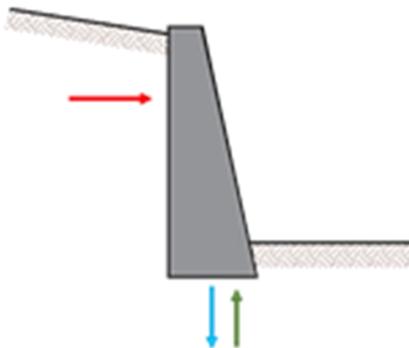


Figura 17.2. Muro hincado

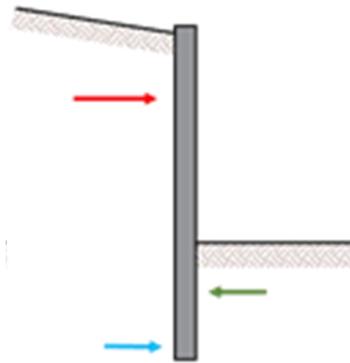


Figura 17.3. Muro a gravedad armado

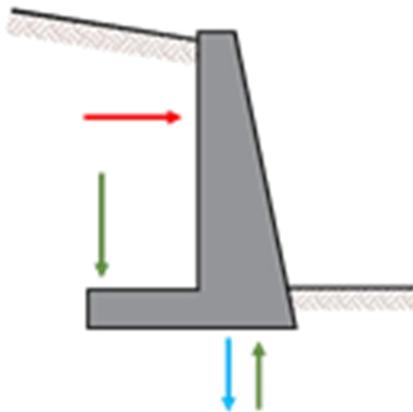
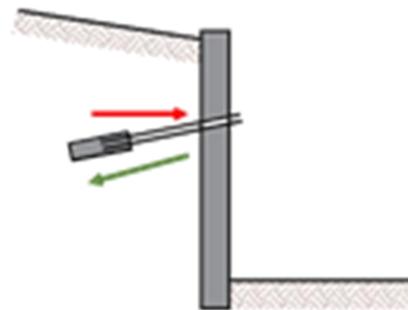


Figura 17.4. Muro de contención anclado

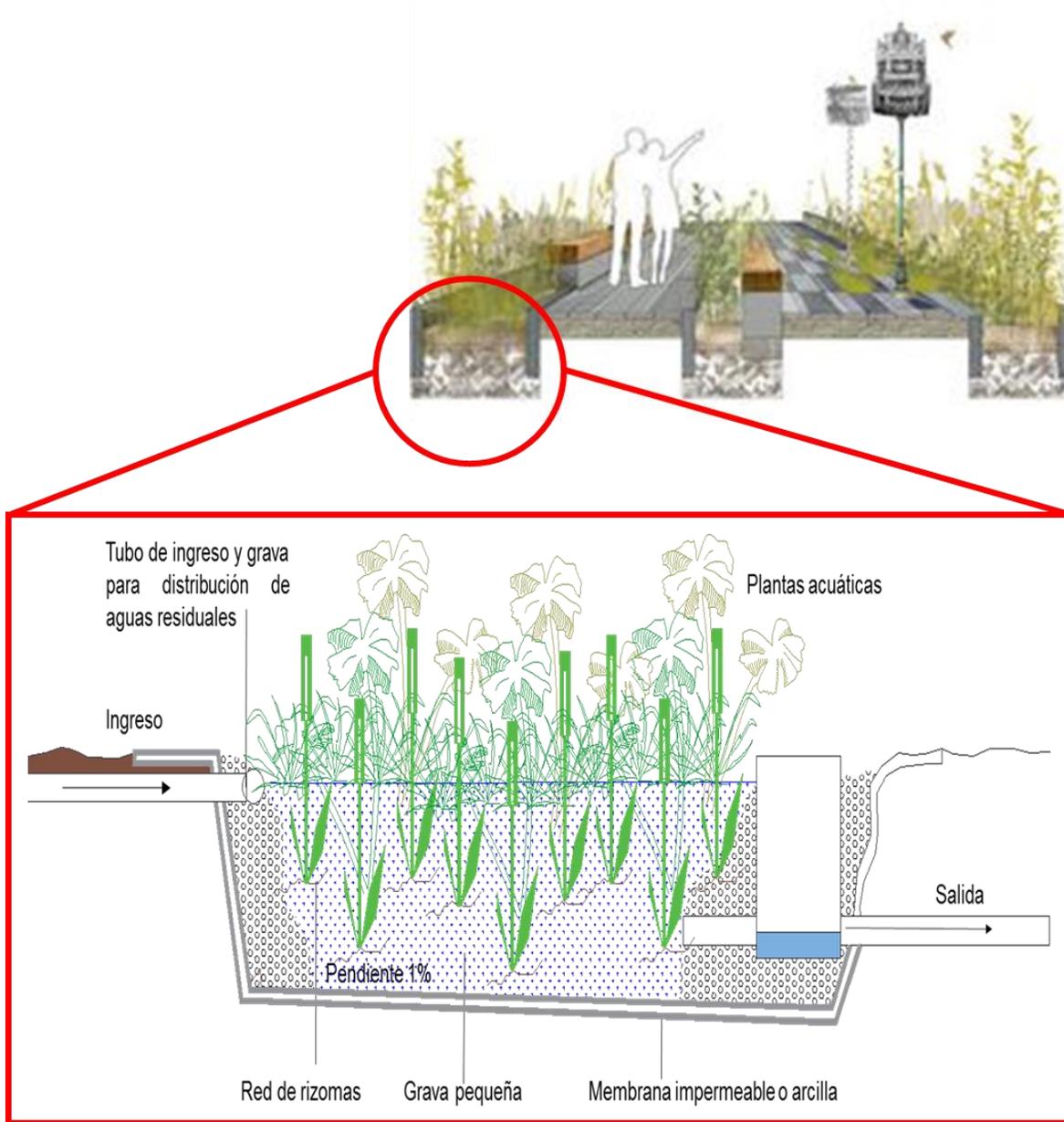


FUENTE: Villaquirán L., L, (2016).

Sistemas de drenaje sostenibles, que buscan contribuir a la mejora del medio ambiente, buscando minimizar los impactos de la escorrentía generada, tanto en cantidad como en calidad, y maximizar las oportunidades de servicio y biodiversidad, tratando de simular el drenaje natural del lugar con anterioridad al desarrollo urbanístico: cubiertas ajardinadas,

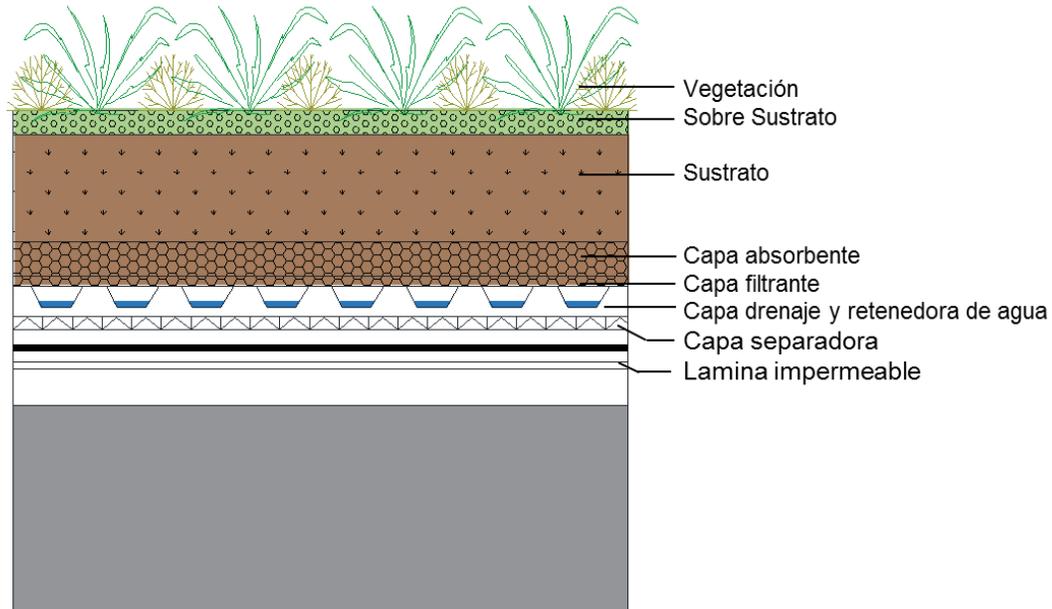
áreas de bioretención, franjas filtrantes, mejora de cunetas, filtros de arena, balsas de retención y detención, estructuras de retención subterráneas, zanjas de infiltración.

Figura 18. Implementación de la vegetación como purificadores de agua



FUENTE: Villaquirán L., L., (2016).

Figura 19. Detalle de una cubierta verde



FUENTE: Villaquirán L., L., (2016).

9.8.1.2 Medidas no estructurales

Las medidas no estructurales incluyen políticas, concienciación, desarrollo del conocimiento, reglas de operación, así como mecanismos de participación pública e información a la población, de modo que puede reducirse el riesgo existente y los impactos derivados de la inundación. Buscan la reducción de la vulnerabilidad de la población en riesgo a partir del planeamiento y la gestión llevados a cabo antes, durante y después de la catástrofe, se clasifican en seis grupos: política y planeamiento urbano, predicción de inundaciones, comunicación, movilización, coordinación y procedimientos de operación, y por último seguros e indemnizaciones.

9.8.2 Condiciones arquitectónicas

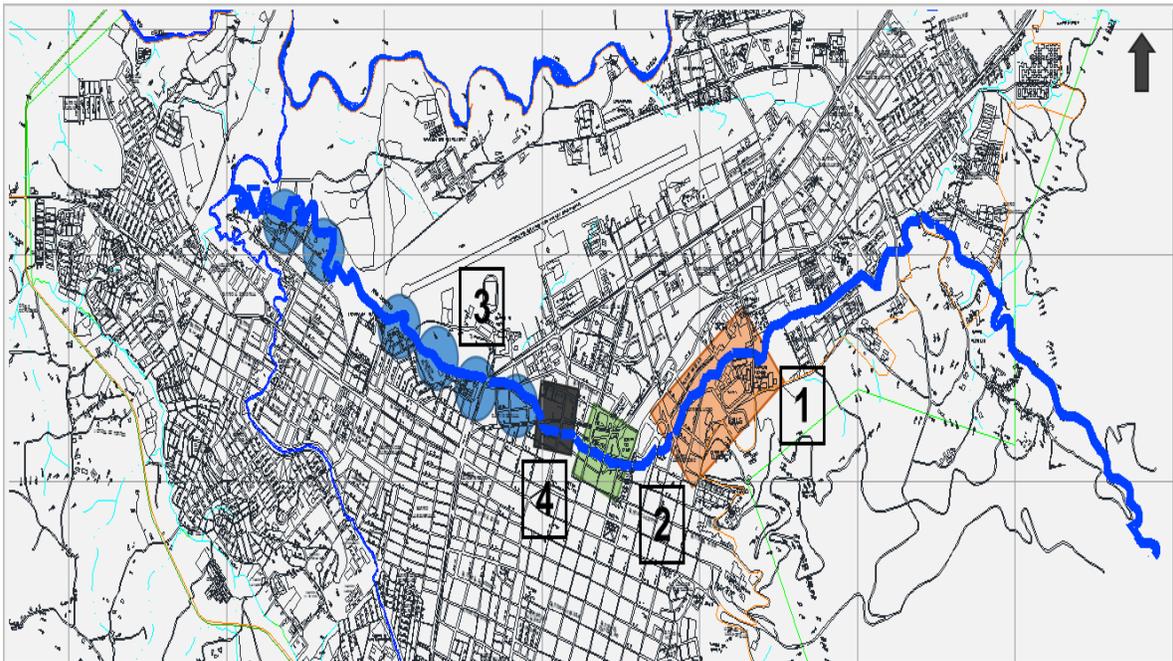
Una línea estratégica para la ciudad es el reequilibrio de usos, plantando un tratamiento de renovación urbana en la Unidad de Gestión Urbanística UGU El Molino, con el objetivo de recuperar para Popayán, este corredor hídrico, transformándolo en un borde natural, apreciable y habitable que enmarque el sector y actúe como punto articulador entre la

consolidación urbana y el eje ambiental. Para ello es necesario desarrollar proyectos específicos a lo largo de la cuenca que permitan su recuperación integral.

Para crear el corredor hídrico del río Molino, es necesario hacer una serie de intervenciones urbanas, la sumatoria de ellas conformarían un proyecto integral que permita la recuperación de espacios invadidos y abandonados, para integrarlos a otros espacios protagónicos en la cuenca ya que en su estado actual no satisfacen las necesidades de la ciudadanía en materia de cantidad y calidad del espacio público.

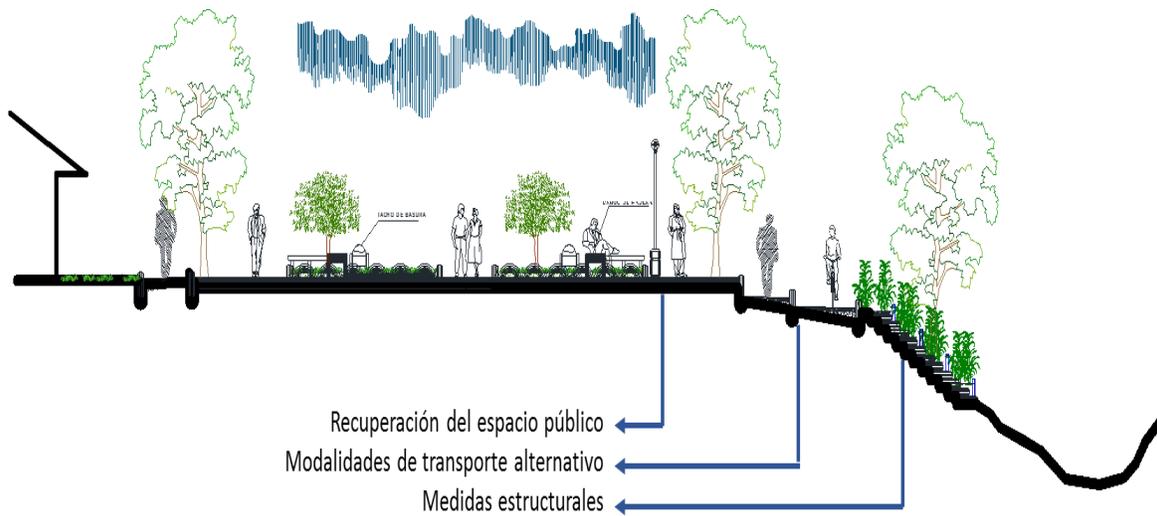
- **Punto 1.** Efectuar renovación urbana y generación de espacio público en las dos manzanas comprendidas entre el río Molino, la carrera 6 y la avenida Vásquez Cobo, con el fin de conectar el parque del Barrio Bolívar (Carlos Albán) con el corredor hídrico y el parque Mosquera, conformando una gran zona de amortiguamiento entre los sectores antiguo y moderno, logrando un pulmón para la ciudad.
- **Punto 2.** Mejoramiento integral que incluye la conservación del parque Mosquera, la conectividad con la Avenida de Los Estudiantes y la movilidad con el corredor hídrico del río Molino, y la valoración de los puentes de La Custodia y el Humilladero.
- **Punto 3.** Tratamiento de la ronda, eliminación de construcciones de uso residencial, institucional y comercial que invaden totalmente el área de protección, además no presentan calidad arquitectónica. En su reemplazo se dará tratamiento paisajístico a la recuperación de dichas zonas de protección.
- **Punto 4.** Adquisición de predios para desarrollar un parque que resalte la cobertura vegetal (eucaliptos) que queda entre la carrera 11 y calle 1, generando tratamiento paisajístico y dotándolo de mobiliario acorde a la necesidad del lugar.

Figura 20. Propuesta de renovación de la cuenca en la zona urbana



FUENTE: Villaquirán L., L., (2016).

Figura 21. Perfil de la propuesta

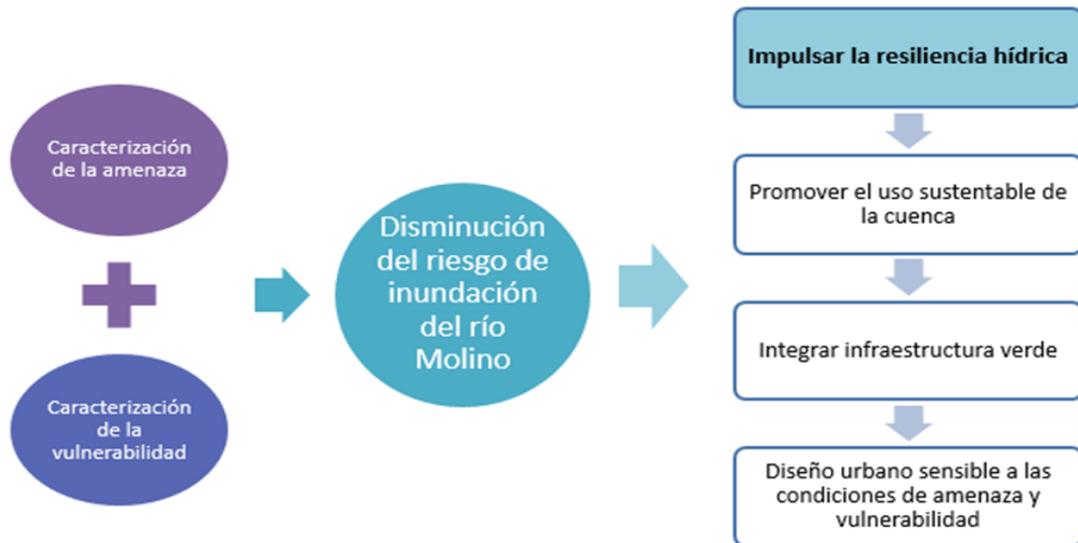


FUENTE: Villaquirán L., L., (2016).

9.9 Resiliencia

La ciudad de Popayán debe buscar crear una sociedad equitativa a través de la inclusión, donde todos los actores promueven una transformación adaptativa ante los principales retos económicos, ambientales y sociales de éste siglo.

Figura 22. Proceso en la investigación para alcanzar la resiliencia



FUENTE: Villaquirán L., L., (2016).

9.9.1 Resiliencia hídrica

Uno de los temas primordiales asociado con la resiliencia está ligado con el futuro abastecimiento y la gestión del recurso hídrico. Existe una fuerte sobreexplotación de la fuente hídrica, que amenaza el abastecimiento futuro del recurso para la zona urbana, (el río Molino abastece a un 10% de la población urbana), lo cual se puede empeorar por el cambio climático, ya que es posible que se presente una sequía prolongada. Por otra parte, la presencia de lluvias extremas puede producir inundaciones que afecten el funcionamiento de la ciudad lo que afectarían, la movilidad, el uso residencial y el adecuado funcionamiento de los equipamientos urbanos como, por ejemplo, la red hospitalaria.

La ciudad debe estar preparada para responder a los riesgos e impactos asociados con el cambio climático y presiones socio-ambientales y, asimismo, asegurar la equidad en el acceso, y garantizar la seguridad hídrica de todos los habitantes.

Estrategias que se pueden implementar para alcanzar la resiliencia hídrica:

- Integrar a la mayoría de la población que carece del servicio de manera regular y continua al sistema de abastecimiento de agua potable.
- Promover el establecimiento temporal de esquemas de captación de agua de lluvia. Asimismo, innovar en el mantenimiento y renovación de la red de agua y alcantarillado, así como en el reúso y tratamiento.
- Identificar las oportunidades y los impactos de grandes proyectos de infraestructura sobre la seguridad hídrica.
- Incrementar la educación en todos los niveles sobre el uso responsable del agua.
- Implementar el programa de rescate y restauración integral del río Molino y continuar con los ríos Ejido y Cauca y la Quebrada Pubús.
- Buscar alternativas para la captación, retención, regulación e infiltración de agua de lluvia y prevención de inundaciones.
- Implementar infraestructura estratégica para la captación y retención de agua y mitigación de inundaciones como plazas de agua y zonas verdes.

9.9.2 Resiliencia urbana y territorial

La planeación urbana y territorial desempeña un papel fundamental en la construcción de resiliencia, buscando que toda la población tenga un acceso equitativo a los equipamientos urbanos, vivienda, áreas verdes y espacios públicos, mejorando el entorno y mitigando los riesgos a través del manejo sostenible de los recursos naturales. La

planeación es una herramienta imprescindible tanto para mantener una visión de largo plazo, como para atender los retos presentes en temas como la desigualdad, e incrementar la resiliencia frente a nuevos retos generados por procesos dinámicos como el cambio climático.

Estrategias que se pueden implementar para alcanzar la resiliencia urbana y territorial:

- Diseñar y construir proyectos representativos de infraestructura verde que impulsen la restauración hídrica, partiendo de la conservación y recuperación de las áreas verdes existentes en la ciudad.
- Diseñar y desarrollar proyectos de espacio público en toda la ciudad, incluidas las zonas de estratos bajos, que incluyan la recuperación del patrimonio ambiental y mecanismos de protección del suelo de conservación.
- Aumentar la red de equipamientos urbanos, para que integren elementos de resiliencia.
- Implementar los bordes o límites para el control de la expansión del área urbana y en zonas críticas de ocupación en el suelo de conservación.
- Incentivar la correlación institucional e incorporar los principios de resiliencia en los diferentes niveles de planeación.
- Invertir en áreas y proyectos de regeneración urbana que reduzcan el riesgo y promuevan el manejo sustentable de los recursos económicos, ambientales y sociales.
- Implementar medidas de adaptación, mitigación y resiliencia para comunidades y viviendas en zonas de alto riesgo. También es importante, mejorar el acceso a la vivienda de interés social en zonas con acceso a la red de transporte público y fuentes de empleo.

10. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La capacidad natural de resiliencia del ecosistema “su sistema inmunológico” produce una respuesta directa, que, en el corto, mediano o largo plazo puede generar un desastre. Tal es el caso de la inundación o del deslizamiento que tiene como causa el manejo inapropiado de una cuenca hidrográfica, la deforestación de sus laderas, la ocupación de las zonas que el río tiene reservadas para su expansión en temporada de lluvias, Wilches (2010).

Existen factores asociados a las políticas, la planificación del territorio y los mecanismos de control que están incidiendo en la manera como en la historia de las ciudades del país se ha configurado el riesgo, y se han presentado situaciones de emergencias y desastres. Banco mundial de Colombia (2012). En la evaluación de los riesgos urbanos de Popayán es importante aclarar que la ciudad está construida sobre una zona propensa a riesgos por inundación, deslizamiento y sismo; ya que su desarrollo inicial es enmarcado por ríos, con una topografía de pendientes mínimas y visuales cercanas a los cerros tutelares, además de un desarrollo que no estaba enfocado en la construcción de una cultura de gestión de riesgos. La situación actual de la ciudad está relacionada con los problemas que conlleva el acelerado proceso de urbanización, producto de un desequilibrio de carácter socio-económico que se ha venido presentando a través de la historia. La relación de la distribución de la población y su tendencia a una mayor concentración en el casco urbano, exige una rápida y eficaz solución de los problemas ambientales urbanos, por ser allí donde está ubicada la mayor parte de la población y donde se producen grandes impactos ambientales que trascienden los límites de la ciudad, aumentando la vulnerabilidad de la población.

Rubiano y Ramírez (2009) afirman que en la medida en que se ordena el territorio y se inducen nuevos desarrollos, es posible incorporar criterios de reducción de riesgo de desastre que, en concordancia con otros objetivos ambientales, económicos y sociales,

permiten identificar alternativas de uso y ocupación del territorio más seguras y sostenibles. La planeación en Popayán enfrenta el reto de articular los diferentes instrumentos existentes, en especial aquellos relacionados con la gestión ambiental y territorial como el POMCA del río Molino (inexistente a la fecha), Plan de Ordenamiento Territorial (año 2002) y el Plan de Desarrollo a nivel municipal y departamental. Disponer de un diagnóstico coherente al contexto actual, e información sobre condiciones específicas de riesgo, es el punto de partida para el proceso de planificación en el que se debe enmarcar la ciudad además de dar cumplimiento al decreto 1807 de 2014.

La ambigüedad en las competencias regionales para la planeación y el ordenamiento territorial aumenta el riesgo GFDRR (2012), a partir de esto, debe haber una integración de la gestión del riesgo con las demás dimensiones de desarrollo, definiendo políticas, estrategias y, en especial, programas priorizados dentro de los planes anuales de inversión, además de garantizar la definición de metas e indicadores que faciliten su monitoreo y seguimiento. Esos elementos deben ser incorporados en el POMCA del río Molino, como instrumento de mayor jerarquía y escala en las cuencas hidrográficas, tratarse de manera más específica en el POT y agregarse en los PD para asegurar las inversiones. Por lo tanto, superar la actual desarticulación de instrumentos de planificación es un paso crítico para la gestión del riesgo de desastres. Ello permitiría la unificación de políticas, la priorización de inversiones y el fortalecimiento de los mecanismos de seguimiento y control.

Popayán se encuentra en un contexto expuesto a diferentes fenómenos potencialmente peligrosos, donde progresivamente se ha avanzado en la ocupación de zonas no aptas para garantizar un proceso sostenible del territorio, condicionando a la población a altos niveles de amenaza. No obstante, adicional a los factores de exclusión espacial, también se reconocen factores de exclusión económica y social, encontrando una correlación con la concentración de las condiciones de riesgo; es el caso del sector comprendido entre la carrera 17 y el río Cauca, en donde se identifica una vulnerabilidad alta por las condiciones socio-económicas de la población. Los entes territoriales municipales deben responder a diferenciales en la calidad de vida, tanto en las zonas urbanas como en las rurales. Muchos de ellos no se encuentran preparados para atender las necesidades básicas de sus habitantes, en temas como vivienda, empleo, cobertura de servicios públicos, educación, salud y transporte. Díaz (2007).

11. CONCLUSIONES

- Las condiciones naturales que originan riesgo por inundación del río Molino en la zona urbana de Popayán, son las lluvias torrenciales, las cuales generan fragilidad ante el relieve de la ciudad y ocasionan deslizamientos de tierra en gran parte de la cuenca.
- Las condiciones antrópicas que causan riesgo por inundación del río Molino son la contaminación, y la invasión de las zonas de protección de la fuente hídrica, alterando este sistema natural por el crecimiento descontrolado de la ciudad, y la ausencia de control y planificación del territorio.
- Los payaneses deben estar dispuestos a ver las oportunidades y gestionar los riesgos con una información confiable sobre la situación actual del riesgo por inundación del río Molino estableciendo conexiones entre la visión a largo plazo y acciones a corto plazo, de esta manera se contribuye a la disminución de la vulnerabilidad activamente La ciudad debe alcanzar un desarrollo sostenible de manera ordenada, en donde se coordinan esfuerzos y se establece un objetivo, que se construye de forma colectiva, de esta manera se podrá mejorar la habitabilidad y la equidad en toda la ciudad por medio de una planificación constructiva.
- El medio rural de la ciudad de Popayán, encierra una enorme riqueza, sin embargo, su territorio y población siguen expuestos a fuertes desigualdades y desequilibrios con respecto al medio urbano, principalmente porque se han priorizado los aspectos económicos y sociales frente a los ambientales, que es donde reside su principal recurso.
- Desde la gestión del riesgo de desastres se establece que debe ser un proceso continuo, comunitario y equitativo, además debe anticiparse al futuro para estar mejor preparados, integrando a toda la comunidad y a los entes territoriales. Dicha gestión

debe estar encaminada al desarrollo sostenible, haciendo un llamado a equilibrar los componentes social, ambiental, político y económico. Cuando se habla de la parte social en el modelo de desarrollo de la ciudad, debe darse de forma real esta condición, en donde se involucre a la población en la construcción de su territorio y no se limite simplemente en la generación de proyectos que son para la comunidad, pero en el fondo no tienen ningún contexto y respuesta a sus necesidades.

- El déficit de vivienda en la ciudad por las diferentes problemáticas sociales que afronta Popayán como el desplazamiento, generan condiciones de vulnerabilidad en las zonas de protección ambiental; es por esto que la vivienda, el empleo, la accesibilidad y la seguridad son las principales preocupaciones de los habitantes en la ciudad y es necesario que las políticas adecuadas sobre densidad, uso del suelo, espacio público, diseño de infraestructura y servicios pueden hacer una diferencia en la entrega de calidad de vida de los pobladores, asimismo, el diseño de un modelo espacial que responda a las preocupaciones de los ciudadanos, generaría apropiación y de esta manera se encaminan todos los esfuerzos hacia la construcción de un mejor territorio.
- Incorporar la variable ambiental a los instrumentos de gestión, supone adoptar el concepto de desarrollo sostenible como marco para el diseño e implementación de las políticas urbanas. El desarrollo sostenible es uno de los mayores desafíos a los que se debe enfrentar la ciudad alcanzando una estrecha relación entre ambiente, planificación y gestión del riesgo de desastres, el objetivo a alcanzar es que a pesar de muchas limitaciones los planes de urbanismo están gradualmente introduciendo las condiciones ambientales y el respeto al entorno y al paisaje urbano en las estrategias de desarrollo territorial. Resaltar un territorio auténtico con un paisaje urbano y rural delimitado, que genera identidad de la ciudad, destacando su propia diversidad.
- Los procesos de transformación urbana experimentados en la ciudad, han venido degradando el componente ambiental, en Popayán es necesaria una caracterización y aprovechamiento del suelo de una forma planificada, pensar en la reutilización intensiva de zonas ya urbanizadas y un mayor control del uso del suelo, enmarcado en una lucha por el ahorro del recurso hídrico y la conservación del patrimonio natural.

12. RECOMENDACIONES

Se deben implementar estrategias para el conocimiento del riesgo y ser acorde con el nivel educativo y las distintas necesidades en todos los grupos poblacionales; para que, de esta manera, toda la ciudad esté preparada para dar repuesta ante la ocurrencia de los eventos de amenaza por inundación del río Molino.

Los principios de equidad y participación en la gestión del riesgo de desastre no dependen exclusivamente de una reforma de la normativa actual. Se puede alcanzar una buena gobernabilidad más allá de las leyes establecidas. Por eso es importante alentar una toma de decisiones participativa, con el fin de integrar las opiniones y los conocimientos de todos los protagonistas en las esferas del desarrollo y de la gestión del riesgo.

Tener en cuenta los aportes de diferentes procesos investigativos para el mejoramiento de la normativa local y planes de gestión del riesgo de desastres, incluido los POMCA de todas las fuentes hidrias de la ciudad.

Se recomienda establecer mecanismos de compensación como: la fiscalidad verde, los pagos por servicios ambientales, la custodia del territorio y otros como una alternativa para la recuperación y conservación del componente ambiental de Popayán; además de una buena gestión, bajo los principios de buena gobernanza que implican transparencia, voluntad política e inclusión de todos los agentes implicados, aplicando instrumentos adecuados y adaptados a la escala local.

REFLEXIÓN FINAL

Conocimiento, reducción y manejo de desastres: son tres elementos claves que en Popayán se deben implementar, a fin de contribuir a la disminución del riesgo por inundación del río Molino y contribuir al desarrollo sostenible del territorio, teniendo en cuenta los escenarios de riesgo y la vulnerabilidad de la población que han sido identificados por los antecedentes del evento que se han presentado en la ciudad a lo largo de su historia.

Bajo esta perspectiva se resalta la importancia de la planificación y la implementación de medidas prospectivas para la conformación de una ciudad resiliente.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. (2010). Bases Administrativas para la Gestión de Riesgos (BAGER). Estados Unidos.

Cardona, O. (2005). La Gestión del Riesgo Colectivo. Recuperado el 20 marzo 2015 de: http://www.desenredando.org/public/articulos/2007/articulos_omar/Gestion_Riesgo_Ciudad_Laboratorio21-09-05LaRED.pdf

Cardona, O.D. y otros. (2003). La noción de riesgo desde la perspectiva de los desastres: Marco conceptual para la Gestión Integral del Riesgo. IDB/IDEA Program of Indicators for Disaster Risk Management, National University of Colombia, Manizales. Recuperado el 20 de febrero de 2016 de <http://idea.unalmz.edu.co>.

Chilito, L, Peralta, Y, Arias, A. (2014). Análisis ambiental y de riesgo río molino. Sector la estancia Popayán-Colombia. 17 Convención científica de ingeniería y arquitectura, CUJAE, Cuba.

Concejo Municipal de Popayán. (2002). Plan de Ordenamiento Territorial. Documento técnico. Capítulo I. Dimensión Ambiental Popayán

Corporación autónoma regional del Cauca CRC-Fundación pro cuenca Río las Piedras (2006). Plan de Ordenación y Manejo Subcuenca Río Molino-Quebrada Pubús. Popayán.
Wilches, G. (2005). Fundamentos éticos de la gestión del riesgo. Nómadas (Col), núm. 22, abril, 2005, pp. 48-61. Universidad Central. Colombia

Durán Vargas, L. R. (2011). La reducción del riesgo de desastres: ¿un callejón con salida? Revista EIRD informa Las Américas, 17. Recuperado el 10 de agosto de 2013 de: http://www.eird.org/esp/revista/no_17_2010/pdf/voces-eideas.pdf.

Escribano, M. (1987). El paisaje visual o paisaje percibido. Universidad Nacional de Catamarca. Recuperado el 23 de octubre de 2016 de: <http://www.editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/Ecologia/imagenes/pdf/005-elpaisajepersibido-2.pdf>

Galvis, A. (2012). Seminario Internacional Gestión Integral de Inundaciones en zonas urbanas. Cali Colombia.

Gellert, G. (2012). El cambio de paradigma: de la atención de desastres a la gestión del riesgo. Boletín Científico Sapiens Research. Vol. 2(1)-2012 / pp: 13-17 / ISSN-e: 2215-9312. Sapiens Research Group.

Gellert, G (2006). De desastre en desastre ¿cuánto hemos aprendido? Diálogo Nueva época, 46. Guatemala: FLACSO. Recuperado el 15 de septiembre de 2013 de <http://www.flacso.edu.gt/dialogo/46/46.htm>.

Gellert, G y Gamarra, L. (2003). La trama y el drama de los riesgos a desastres: Dos estudios a diferente escala sobre la problemática en Guatemala. Guatemala: FLACSO.

Grupo S.I.G.-Corpogujaira (2011). Diseño de un sistema de alerta temprana por inundación y deslizamiento en el flanco nororiental de la Sierra Nevada de Santa Marta – Departamento de la Guajira. Recuperado el 20 de enero de 2017 de http://www.corpogujaira.gov.co/web/attachments_Joom/category/105/SAT.pdf

Instituto Nacional de Defensa Civil. (2011). Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales. Editorial Litigraf EIRL. Lima, Perú.

Lavell, A (2007). Apuntes para una reflexión institucional en países de la Subregión Andina sobre el enfoque de la Gestión del Riesgo. Lima: PREDECAN. Recuperado el 20 de febrero de 2014 de <http://www.comunidadandina.org/predecan/doc/r1/docAllan2.pdf>.

Lavell, A. (2004). La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, LA RED: antecedentes, formación y contribución al desarrollo de los conceptos, estudios y la práctica en el tema de los riesgos y desastres en América Latina: 1980-2004. San José de Costa Rica: FLACSO-LA RED. Recuperado el 5 de diciembre de 2013 de <http://www.desenredando.org/public/varios/2004/LAREDAFCDCPEPTRDAM/>

Lavell, A (2000). Desastres durante una década: Lecciones y avances conceptuales y prácticos en América Latina (1990-1999). Anuario Social y Político de América Latina y El Caribe, 3. San José de Costa Rica: Secretaría General de FLACSO.

Mansilla, E. (2000). Riesgo y Ciudad. México: Universidad Nacional Autónoma de México, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Arquitectura. Recuperado el 15 de mayo de 2014 de <http://www.desenredando.org/public/libros/2000/ryc/RiesgoYCiudad-1.0.1.pdf>.

Maskrey, A. (Ed.) (1998). El riesgo. Navegando entre brumas. La aplicación de los sistemas de información geográfica al análisis de riesgos en América Latina (pp. 9-34). ITDG-LA RED. Bogotá.

Maskrey, A. (comp.) (1993). Los desastres no son naturales. Tercer Mundo Editores. LA RED, ITDG. Bogotá.

Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2013). Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas –POMCA. Recuperado el 14 de septiembre de 2016 de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/536-plantilla-gestion-integral-del-recurso-hidrico-23>

Observatorio de la sostenibilidad en España. (2012). Patrimonio natural, cultural y paisajístico. Recuperado el 24 de octubre de 2016 de <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0556177.pdf>

PREDECAN. (2010). Guía Técnica para la interpretación y aplicación del análisis de amenazas y riesgos. ISBN: 978-9972-787-87-4. Pull Creativos.R.L. Lima, Perú.

Recaman, L. (2014). Entrevista. Fundación Río Piedras. Acueducto y alcantarillado de Popayán.

Rojas, O. y Martínez, C. (2011). Riesgos Naturales: evolución y modelos conceptuales. *Revista Universitaria de Geografía*, Vol. 20, p. 83-116

Rubiano, D. y Ramírez, F. (2009). Incorporando la gestión del riesgo de desastres en la planificación y gestión territorial, Lineamientos generales para la formulación de planes a nivel local. Proyecto Apoyo a la Prevención de desastres en la comunidad Andina – PREDECAN. ISBN: 978-9972-787-86-7. Biblioteca Nacional del Perú.

Sanahuja, H. (1999). El daño y la evaluación del riesgo en América Central: Una propuesta metodológica, tomando como caso de estudio a Costa Rica. San José de Costa Rica: Tesis de Postgrado. Recuperado el 25 de agosto de 2014 de <http://www.desenredando.org/public/libros/1999/haris/EvaluacionRiesgoAmericaCentral-1.0.1.pdf>.

Tockner K, Pusch M, Borchardt D, Lorang MS. (2010) Multiple stressors in coupled riverfloodplain ecosystems. *Freshw. Biol.* 55: 135-151.

Toro, J. (2012). La importante diferencia entre desastres y riesgos. Recuperado el 10 de septiembre de 2014 de <http://www.ecapra.org/es/la-importante-diferencia-entre-desastres-y-riesgos>

Vargas, L. (2011). Control físico urbano para la gestión del riesgo, Caso de estudio Popayán, Cauca Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. *Revista Bitacora*. ISSN: 0124-7913. Volumen 19 (2) 2011: pp.111 – 122.

Wilches. G. (1998). Auge, caída y levantada de Felipe Pinillo, mecánico y soldador o yo voy a correr el riesgo. Guía de la red para la gestión local del riesgo. *Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina*.

Wilches. G. (1988). Vulnerabilidad global. Recuperado el 20 de enero de 2017 de <http://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/html/cap2.htm>

ANEXOS

Anexo A. Formato de la encuesta

UNIVERSIDAD DE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES, ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS,
MAESTRIA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE



Proyecto: IDENTIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES NATURALES Y ANTRÓPICAS, QUE GENERAN RIESGO POR INUNDACIÓN DEL RÍO MOLINO EN EL MUNICIPIO DE POPAYÁN-CAUCA.

ENCUESTA DIRIGIDA A LA POBLACIÓN DE LA SUBCUENCA RÍO MOLINO

Objetivo: Establecer las condiciones antrópicas y naturales que han generado riesgo por inundación del río Molino de la ciudad de Popayán-Cauca.

CATEGORÍA: INFORMACIÓN GENERAL

Género (Marque con una X) Femenino _____ Masculino _____

Edad _____ años.

Ocupación:

Profesional ____ Estudiante ____ Ama de casa ____ Independiente ____

¿En qué sector de Popayán vive? Especifique

- a. Parte alta de la cuenca _____
- b. Parte media de la cuenca _____
- c. Parte baja de la cuenca _____

CATEGORÍA: CONTEXTO HISTÓRICO

1. ¿Conoce la problemática ambiental por la que atraviesa el río Molino?

- a. Si _____
- b. No _____
- c. ¿Cuál? _____

2. ¿Sabe usted de eventos por inundación del Río Molino?

- a. Si _____
- b. No _____
- c. ¿En qué fecha? _____

CATEGORÍA: APOYO DE LOS ENTES TERRITORIALES

3. ¿Cree usted que la administración local debe proporcionar apoyo para la recuperación de la cuenca del río Molino y brindar apoyo a la población que habita la subcuenca?

- a. Si _____
- b. No _____
- c. ¿Por qué? _____

4. Cuando ha ocurrido una emergencia en su territorio han recibido ayudas de:

- a. Amigos y vecinos _____
- b. Organizaciones políticas _____
- c. La Iglesia _____
- d. El Estado-Entes territoriales _____

5. De quienes dependen las respuestas inmediatas y posteriores al evento de inundación

Sociedad civil _____ Ente territorial _____

6. Las respuestas inmediatas y posteriores a la inundación fueron realizadas de forma:
- a. Planificada con respuesta al contexto _____
 - b. Sin planificar y con poca respuesta al contexto _____
7. ¿Sabe usted qué oficina debe de contactar con respecto a los riesgos asociados con las inundaciones?
- Sí _____ No _____
8. En su opinión, ¿cuáles son algunos pasos que su gobierno local puede tomar para reducir el riesgo de inundación en su vecindario?

CATEGORÍA: CONDICIONES DE RIESGO

9. ¿Qué uso le da a la fuente hídrica río Molino?
- a. Consumo humano _____
 - b. Depósito de aguas negras _____
 - c. Industria _____
 - d. Otros _____ ¿Cuáles? _____
10. ¿Contribuye al deterioro de la cuenca de alguna forma?
- a. Si _____
 - b. No _____
 - c. ¿Cómo? _____
11. ¿Está su propiedad ubicada en una zona de inundación?
- Sí _____ No _____ No se _____
12. ¿Ha sufrido algún evento por inundación del Río Molino?
- a. Si _____
 - b. No _____
 - c. ¿En qué fecha? _____

13. El evento ha afectado a:
- a. Usted y su familia _____
 - b. Su vivienda _____
 - c. Su lugar de trabajo _____
 - d. Vías de acceso _____
 - e. Entorno ambiental _____

CATEGORÍA: PERCEPCIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN

14. ¿Qué tan preocupado está usted sobre la posibilidad de que la comunidad se vea afectada por inundaciones?
- a. Extremadamente preocupado _____
 - b. Algo preocupado _____
 - c. No está preocupado _____
15. ¿Cuál cree que es la condición antrópica, que para usted contribuye al riesgo por inundación del río Molino? (Respuesta múltiple)
- a. Deforestación _____
 - b. Contaminación _____
 - c. Invasión de las zonas de protección _____
 - d. Cambio del cauce del río _____
 - e. Crecimiento urbano no planificado _____
16. ¿Cuál cree que es la condición natural, que para usted contribuye al riesgo por inundación del río Molino? (Respuesta múltiple)
- a. Deslizamiento de tierra _____
 - b. Lluvias torrenciales _____
 - c. Sismo _____
 - d. Erosión _____

CATEGORÍA: RESPUESTA ANTE EL DESASTRE

17. ¿Sabe si en su comunidad se han implementado procesos y medidas que mitiguen el riesgo por inundación?
- a. Si _____
 - b. No _____
 - c. ¿Cuáles? _____
18. ¿Su comunidad cuenta con sistema de alerta temprana cuando hay creciente del río?
- a. Si _____
 - b. No _____
 - c. ¿Desde hace cuánto? _____
19. ¿Estaría dispuesto(a) a participar en procesos que disminuyan el riesgo por inundación del río Molino?
- a. Si _____
 - b. No _____
 - c. ¿Por qué? _____
20. ¿Cuál es la manera más efectiva para que usted reciba información sobre cómo hacer que su propiedad, barrio, o familia sean más resistentes a los daños de inundación?
(Respuesta múltiple)
- a. Periódico _____
 - b. Publicidad en los programas de televisión _____
 - c. Publicidad en los programas de radio _____
 - d. Internet _____
 - e. Correo electrónico _____
 - f. Correo _____
 - g. Talleres/reuniones públicas _____
 - h. Reuniones en las escuelas _____
 - i. Otra razón _____ Especifique _____

21. ¿Cuál(es) cree que es la forma de mitigación más acorde a su lugar de residencia?

(Respuesta múltiple)

- a. Alerta temprana _____
- b. Control en el crecimiento urbano en zonas de riesgo _____
- c. Fortalecimiento de la vegetación _____
- d. Trabajo comunitario participativo _____
- e. Manejo integrado del agua _____

22. ¿Sabe si existen albergues a los que pueda acceder en caso de emergencia?

- a. Si _____
- b. No _____
- c. ¿En qué sitio? _____

Anexo B. Formato de la entrevista

- ¿Cuáles han sido los eventos ambientales que han marcado la historia del río Molino y que consecuencias han generado para la ciudad?
- ¿Qué opinión tiene sobre las políticas llevadas a cabo en los últimos años en cuanto a la gestión de las fuentes hídricas?
- Sabe usted ¿qué han hecho los entes territoriales para hacer cumplir las políticas públicas relacionadas con el recurso hídrico incluyendo la ley 1523 de 2012, por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres?
- ¿Cuáles son las principales problemáticas ambientales y naturales que afectan a la cuenca del río Molino, y desde su labor (arquitectura, Fundación río las Piedras, ecología, academia) que se ha hecho para disminuirlas?
- En la actualidad, ¿existen en la cuenca del río Molino diversos factores antrópicos que puedan aumentar el daño provocado por las inundaciones?
- Desde su percepción, ¿cuál cree que es la forma más adecuada de mitigar el riesgo por inundación del río Molino?

- Cuando hay crecida en el río Molino, automáticamente se habla de la contaminación que tiene la fuente hídrica y de la necesidad de dragar, limpiar y construir barreras. ¿Qué opina al respecto? ¿es beneficioso o perjudicial?, ¿qué implicaciones tiene esto ambiental, económica y socialmente?
- Los habitantes cercanos al río son los principales afectados, está claro que quizás se hayan asumido muchos riesgos instalando infraestructuras demasiado cerca desde hace mucho tiempo, pero, ante la imposibilidad de trasladarlas a sitios más seguros ¿que se podría hacer para minimizar sus perjuicios? ¿qué mensaje le podría dar a estas poblaciones?
- ¿Cree que existe suficiente información en la población sobre estos fenómenos?