

**ANÁLISIS DE LAS EXPERIENCIAS DE SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA  
ANTE INUNDACIONES Y AVENIDAS TORRENCIALES EN RISARALDA:  
CUENCAS DE LOS RÍOS CONSOTA Y SAN EUGENIO, Y LA QUEBRADA  
DOSQUEBRADAS**

**CATALINA BRAVO SALAZAR  
1 088 262 011**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
Administradora Ambiental**

**Director  
Juan Mauricio Castaño Rojas  
Ph. D. en Ingeniería**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES  
PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL  
PEREIRA  
2016**

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

Juan Mauricio Castaño Rojas  
Director

---

Juan Camilo Berrío Carvajal  
Tutor

Pereira, 2016

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco inmensamente a todos los seres que de una u otra manera han acompañado mi proceso de formación como persona: familia, amigos, profesores y compañeros.

Gracias a mi familia, especialmente a mis padres y hermano, por su amor. A mis queridísimos amigos, por compartir tan gratos momentos y enseñanzas. A mis profes del programa de Administración Ambiental, por cada aprendizaje y ejemplo, y particularmente al profesor Héctor Vásquez, por su acompañamiento. A mis compañeros, por sus aportes durante este periodo.

Muchas gracias a mi director, Juan Mauricio Castaño, y a mi tutor, Juan Camilo Berrío, por confiar en mis capacidades, por brindarme tantas oportunidades, por el constante apoyo, paciencia y orientaciones.

Finalmente, gracias a cada uno de los integrantes del grupo de investigación Ecología, Ingeniería y Sociedad, puesto que el ánimo, consejos y espacios ofrecidos hicieron posible la realización de este trabajo de grado.

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>pág.</b>
RESUMEN .....	7
ABSTRACT .....	8
INTRODUCCIÓN .....	9
JUSTIFICACIÓN .....	11
OBJETIVOS .....	13
Objetivo general.....	13
Objetivos específicos.....	13
MARCO REFERENCIA.....	14
Territorios en riesgo de desastres .....	14
Aproximación a la gestión del riesgo de desastres en Colombia.....	16
La gestión del riesgo de desastres: conceptos asociados.....	19
Sistema de Alerta Temprana: herramienta de la gestión del riesgo .....	21
Diseños de SAT en Risaralda: cuencas de los ríos Consota y San Eugenio, y la quebrada Dosquebradas .....	25
MÉTODO.....	29
1.    DIAGNÓSTICO DEL DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA .....	34
1.1 Diagnóstico del SAT para la cuenca del río Consota.....	34
1.2 Diagnóstico del SAT para la cuenca del río San Eugenio.....	44
1.3 Diagnóstico del SAT para la cuenca de la quebrada Dosquebradas.....	54
1.4 Síntesis de los diagnósticos de los SAT .....	65
2.    ANÁLISIS DE LOS DISEÑOS DE LOS SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA .....	70
3.    LINEAMIENTOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL DISEÑO DE SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA.....	78
3.1 Gobernabilidad y arreglos institucionales .....	78
3.2 Conocimiento del riesgo .....	80
3.3 Seguimiento y evaluación .....	83
4.    CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	84
BIBLIOGRAFÍA .....	87
ANEXOS .....	90

## LISTA DE TABLAS

	<b>pág.</b>
Tabla 1. Participación comunitaria en los Sistemas de Alerta Temprana.....	24
Tabla 2. Matriz de los factores internos de los diseños de los SAT. ....	31
Tabla 3. Matriz de los factores externos de los diseños de los SAT. ....	31
Tabla 4. Hoja de trabajo FODA. ....	31
Tabla 5. Matriz FODA.....	31
Tabla 6. Diseño metodológico del análisis de los diseños de SAT.....	32
Tabla 7. Matriz diagnóstica del diseño del SAT para la cuenca del río Consota...	34
Tabla 8. Matriz diagnóstica del diseño del SAT para la cuenca del río San Eugenio. .....	44
Tabla 9. Matriz diagnóstica del diseño del SAT para la cuenca de la quebrada Dosquebradas.....	54
Tabla 10. Evaluación del nivel de progreso de los diseños de SAT.....	65
Tabla 11. Matriz de los factores internos de los diseños de los SAT para las cuenclas de los ríos Consota y San Eugenio, y de la quebrada Dosquebradas. ...	70
Tabla 12. Matriz de los factores externos de los diseños de Sistemas de Alerta Temprana.....	72
Tabla 13. Hoja de trabajo FODA para los diseños de los SAT para las cuencas de los ríos Consota y San Eugenio, y la quebrada Dosquebradas. ....	74
Tabla 14. Matriz FODA para los diseños de los SAT para las cuencas de los ríos Consota y San Eugenio, y la quebrada Dosquebradas.....	77
Tabla 15. Lineamiento de mejoramiento 1, estrategias generales y acciones. ....	79
Tabla 16. Lineamiento de mejoramiento 2, estrategias generales y acciones. ....	82
Tabla 17. Lineamiento de mejoramiento 3, estrategias generales y acciones. ....	83
Tabla 18. Diseño metodológico usado en la formulación de los SAT para las cuenclas de los ríos Consota y San Eugenio, y la quebrada Dosquebradas. ....	93
Tabla 19. Equipos de trabajo de los SAT para las cuencas de los ríos Consota y San Eugenio, y la quebrada Dosquebradas.....	94
Tabla 20. Breve caracterización del riesgo de las cuencas de los ríos Consota y San Eugenio, y la quebrada Dosquebradas.....	95

## LISTA DE FIGURAS

	<b>pág.</b>
Figura 1. Intervención del proceso de construcción del riesgo de desastres. ....	18
Figura 2. Principales elementos de un Sistema de Alerta Temprana. ....	23
Figura 3. Esquema conceptual de los componentes estructurales de los SAT. ....	26
Figura 4. Procesos de la gestión del riesgo en los SAT. ....	27
Figura 5. Localización de los SAT diseñados para las cuencas de los ríos Consota y San Eugenio, y la quebrada Dosquebradas. ....	28
Figura 6. Evaluación de progreso de los diseños de SAT respecto al <i>conocimiento del riesgo</i> . ....	68
Figura 7. Evaluación de progreso de los diseños de SAT respecto a la <i>organización del SAT</i> . ....	68

## LISTA DE ANEXOS

	<b>pág.</b>
Anexo A. Reseña de la Red Hidroclimatológica del Departamento de Risaralda..	90
Anexo B. Breve descripción de los SAT para las cuencas de los ríos Consota y San Eugenio, y la quebrada Dosquebradas. ....	93
Anexo C. Matriz para el diagnóstico de los diseños de los SAT. ....	98
Anexo D. Información documental disponible y utilizada para el diseño de los SAT .....	101

## RESUMEN

Los Sistemas de Alerta Temprana (SAT) son un conjunto de herramientas, capacidades de gestión e instrumentos tecnológicos, fundamentales para la generación y comunicación de información significativa, que permite la preparación y actuación apropiada de las personas expuestas a una amenaza, con la intención de reducir la posibilidad de que se produzcan daños y pérdidas.

El grupo de investigación Ecología, Ingeniería y Sociedad de la Universidad Tecnológica de Pereira, diseñó por medio de la Red Hidroclimatológica del Departamento de Risaralda (REDH), los Sistemas de Alerta Temprana ante inundaciones y avenidas torrenciales para algunas de las cuencas de los municipios en los que tienen lugar las principales actividades económicas del departamento, y en los que reside la mayor cantidad de la población; la cuenca del río Consota en Pereira, la del río San Eugenio en Santa Rosa de Cabal y la de la quebrada Dosquebradas en Dosquebradas.

Teniendo en cuenta la elaboración de dichos planteamientos y la importancia de estos sistemas para la gestión del riesgo, en el presente trabajo se efectúa el análisis y la evaluación del desarrollo de estos diseños de SAT, de acuerdo con los elementos y componentes principales de dichos sistemas, establecidos por las instituciones y organizaciones internacionales y nacionales de la gestión del riesgo.

El análisis incluyó el diagnóstico de los Sistemas de Alerta Temprana para las cuencas de estas tres corrientes, en relación con los criterios de valoración determinados para evaluar la incorporación de los elementos antes mencionados; la identificación de factores internos y externos favorables y desfavorables en la formulación de SAT; y la propuesta de lineamientos generales de mejoramiento de los diseños de estos sistemas, con los que se pretende potencializar los aspectos positivos hallados en este trabajo, así como la minimización de los negativos.

El desarrollo de los diseños fue satisfactorio, aunque se reconoce la presentación limitada de ciertos aspectos de los SAT; finalmente, la revisión y el análisis de las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de estos planteamientos, dieron lugar a la formulación de lineamientos, estrategias y acciones de mejoramiento de los sistemas, en torno a la *governabilidad y arreglos institucionales*, el *conocimiento del riesgo* y el *seguimiento y evaluación* de los Sistemas de Alerta Temprana.

**Palabras clave:** adaptación al cambio climático, amenazas hidroclimatológicas, análisis FODA, conocimiento del riesgo, gestión del riesgo, lineamiento de mejoramiento, manejo del desastre, reducción del riesgo, Sistemas de Alerta Temprana.

## ABSTRACT

Early Warning Systems (EWS) are a set of tools, management capabilities and technological instruments, which are essential for the generation and communication of meaningful information that enables the preparation and appropriate action of people exposed to a threat, with the intention of reducing the possible damages and losses.

The research group Ecología, Ingeniería y Sociedad of the Universidad Tecnológica de Pereira, designed through the Red Hidroclimatológica del Departamento de Risaralda the Early Warning Systems for floods and torrential floods for some of the municipalities basins, where take place the main economic activities of Risaralda, and in which the greater amount of the population resides; the Consota river basin in Pereira, the San Eugenio river in Santa Rosa de Cabal and the Dosquebradas stream in Dosquebradas.

Taking into account the elaboration of these approaches and the importance of these systems for risk management, in the present work is carried out the analysis and the evaluation of the development of these designs of EWS, according to the elements and main components established by international and national risk management institutions and organizations for those systems.

The analysis included the diagnosis of the Early Warning Systems for the three basins, in relation to the assessment criteria determined to evaluate the incorporation of the aforementioned elements; the identification of favorable and unfavorable internal and external factors in the formulation of EWS; and the proposal of general guidelines for the improvement of the designs of these systems, in which it is intended the enhancement of the positive aspects found in this work, as well as the minimization of the negative aspects.

The development of the designs was satisfactory, although the limited presentation of certain aspects of the EWS is recognized; finally, the review and analysis of the strengths, weaknesses, opportunities and threats of these approaches led to the formulation of guidelines, strategies and actions to improve the systems, related to *governance and institutional arrangements, knowledge of risk and monitoring and evaluation* of Early Warning Systems.

**Key words:** Climate Change adaptation, disaster risk management, Early Warning Systems, hydroclimatological hazards, improvement guidelines, risk knowledge, risk management, risk reduction, SWOT Analysis.



## INTRODUCCIÓN

Las diversas condiciones geológicas, geomorfológicas, hidrológicas y climáticas del territorio colombiano, lo exponen a múltiples fenómenos naturales que representan amenazas potenciales para las poblaciones (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres [UNGRD], 2015). A estos peligros latentes se les suman los modelos inapropiados de desarrollo, así como sus consecuentes procesos de degradación ambiental e injustas dinámicas socioeconómicas, que configuran escenarios de riesgo que pueden concretarse en desastres.

A pesar de que “Colombia ha sido pionera en América Latina en el desarrollo de una visión más integral frente al tratamiento de los riesgos y desastres”, las pérdidas y los daños en “la propiedad, la infraestructura y los medios de subsistencia siguen en aumento” (Banco Mundial, 2012).

De acuerdo con el Banco Mundial (2012, citado en la UNGRD, 2015), el 12% del territorio nacional se encuentra en áreas con un alto potencial de inundación, lo cual, sumado a la vulnerabilidad de las comunidades, resulta en la alta exposición del 28% de la población del país; del mismo modo, en Colombia, los fenómenos hidrometeorológicos tienen impactos más localizados que los eventos geológicos, pero al darse con mayor frecuencia, los daños asociados a ellos son mayores. En este sentido, los eventos recurrentes relacionados con el fenómeno El Niño Oscilación del Sur (ENOS), específicamente su fase fría: La Niña, y con los efectos del cambio climático, causan graves estragos que comprometen la estabilidad del país.

En el departamento de Risaralda, este hecho nacional también se manifiesta, pues las inundaciones se presentan con frecuencia debido a las características propias del entorno y a las intervenciones humanas que acentúan este tipo de eventos (Campos, Mossbrucker, & Karremans, 2009). Justamente, la creación de la Corporación Autónoma Regional del Departamento de Risaralda (CARDER) tuvo lugar después del desastre de la ladera norte del río Otún ocasionado por su desbordamiento, con el fin de prevenir futuras eventualidades en la zona (Gómez, 2012).

La CARDER en el cumplimiento de sus funciones ha recolectado información concerniente al riesgo, la cual es punto de partida para la planificación y la elaboración de programas de gestión del riesgo que incluyen la alerta temprana ante eventos peligrosos. Asimismo, desde la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP) se han desarrollado proyectos de investigación en las cuencas hidrográficas del departamento que aporten información al estado del conocimiento científico, dichos proyectos contribuyen al diagnóstico y evaluación del riesgo al que se enfrenta la población.

De la misma manera, la Universidad Tecnológica de Pereira ha cooperado en el avance del conocimiento de las condiciones hidrológicas y climáticas, principalmente, de los municipios de Pereira, Dosquebradas y Santa Rosa de Cabal, por medio de la Red Hidroclimatológica del Departamento de Risaralda (REDH), que ha monitoreado progresivamente dichas variables desde el 2006 (anexo A). Seguidamente, con el planteamiento de la utilización de dicha información en los procesos de la gestión del riesgo, se emprende el diseño de Sistemas de Alerta Temprana (SAT), y en el 2011 se plantea el SAT para el tramo urbano de la cuenca del río Otún, mediante el desarrollo del trabajo de grado de Fernández (2011). A partir de allí la REDH continúa aportando a esta área con el diseño de los SAT para las zonas urbanas de las cuencas de los ríos Consota (Pereira) y San Eugenio (Santa Rosa de Cabal), y la quebrada Dosquebradas (Dosquebradas), en los años 2013, 2014 y 2015, respectivamente.

Los Sistemas de Alerta Temprana son contemplados dentro de las siete metas mundiales del Marco de Sendai para la reducción del riesgo de desastres 2015-2030 (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2015a), como herramientas para la comprensión del riesgo a través del conocimiento y seguimiento de las amenazas, así como la preparación ante la ocurrencia de eventos peligrosos, con las que se busca conducir respuestas rápidas que garanticen el bienestar de la población; asimismo, en el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2015-2025 (Colombia), se incorpora el diseño y la implementación de SAT por medio de la articulación de sus objetivos estratégicos con las metas globales de la gestión del riesgo (UNGRD, 2016b).

Dada la importancia de estas herramientas para la gestión del riesgo (conocimiento del riesgo, su reducción y el manejo de desastres) y la adaptación al cambio climático, el presente trabajo pretende el análisis de los procesos que ha adelantado el grupo de investigación Ecología, Ingeniería y Sociedad (EIS) de la UTP con la REDH, en el diseño de Sistemas de Alerta Temprana ante inundaciones y avenidas torrenciales de cuencas hidrográficas del departamento de Risaralda. Este análisis se efectúa a partir de la evaluación del desarrollo de los SAT, de acuerdo con los elementos y componentes principales establecidos por agencias internacionales e instituciones nacionales, con la intención de proponer lineamientos para el mejoramiento del diseño de estos sistemas, que adopten las orientaciones para la formulación de SAT eficaces.

## JUSTIFICACIÓN

La ocurrencia y los efectos de eventos peligrosos de carácter hidroclimatológico, se han visto incrementados por los procesos de degradación ambiental, que resultan de las dinámicas de los grupos sociales con su entorno. En este orden de ideas, en Colombia, la materialización de los escenarios de riesgo de los últimos años y, especialmente, del fenómeno de La Niña 2010-2011, ha tenido graves consecuencias en términos de daños y pérdidas, que evidencian deficiencias en la gestión del riesgo de desastres del país.

La necesidad de generar acciones para la reducción de las condiciones del riesgo y la adaptación al cambio climático, que contribuyan al bienestar y protección de la población, exhorta la formulación y el fortalecimiento de Sistemas de Alerta Temprana que encaminen procesos hacia la comprensión de las amenazas, la preparación y respuesta adecuada de las comunidades expuestas, y la minimización de los efectos potenciales de los eventos sobre las personas, sus bienes y medios de sustento. Asimismo, el diseño y la implementación de estos sistemas se establecen en las metas del Marco de Sendai 2015-2030 y en los objetivos estratégicos del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2015-2025.

Por consiguiente, en el departamento de Risaralda se han elaborado tres diseños de SAT con los que se pretende integrar esfuerzos institucionales, comunitarios y técnicos, para que los grupos sociales actúen de forma apropiada y oportuna ante las inundaciones y avenidas torrenciales que se producen en las cuencas de los ríos Consota y San Eugenio, y la quebrada Dosquebradas, que se encuentran en los municipios que reúnen a la mayor cantidad de población del departamento y, por ende, escenarios del riesgo de gran importancia: Pereira, Santa Rosa de Cabal y Dosquebradas.

Pese a que el planteamiento de estos sistemas comprende los componentes y los procesos de la gestión del riesgo pertinentes, se propone su análisis y evaluación para determinar el desarrollo de los principales elementos de Sistemas de Alerta Temprana eficaces en estos.

Por lo tanto, con la intención de generar aportes que permitan el ajuste de los próximos diseños de SAT en Risaralda, a las adopciones de la UNGRD (2016a) y algunas organizaciones internacionales<sup>1</sup>, que buscan asegurar que se establezcan los principales elementos de Sistemas de Alerta Temprana; se realiza un análisis que conlleve al mejoramiento del diseño de SAT, por medio de la formulación de lineamientos que orienten su desarrollo.

---

<sup>1</sup> Estrategia Internacional de Reducción de Desastres (EIRD), Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés), Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja (IFRC).

En este sentido, la formación ofrecida en el programa de Administración Ambiental, contribuye a la adquisición y profundización de capacidades basadas en el razonamiento crítico y el enfoque sistémico de la aproximación a la realidad, con las que es posible abordar el objetivo del presente trabajo, con el que se espera estimular la consolidación de procesos sostenibles de la gestión del riesgo a través de los Sistemas de Alerta Temprana.

Del mismo modo, las competencias desarrolladas por el administrador ambiental lo capacitan para el diagnóstico y la evaluación de proyectos de desarrollo ambiental, entre los cuales se encuentran los relacionados con la gestión del riesgo, la cual es concebida desde un enfoque basado en procesos que da cabida a su mejoramiento continuo.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Analizar las experiencias en el diseño de los Sistemas de Alerta Temprana ante inundaciones y avenidas torrenciales para el área urbana de las cuencas del río Consota (Pereira), el río San Eugenio (Santa Rosa de Cabal) y la quebrada Dosquebradas (Dosquebradas) del departamento de Risaralda, como aporte al mejoramiento de herramientas de la gestión del riesgo.

### **Objetivos específicos**

- \* Examinar el desarrollo de los diseños de los Sistemas de Alerta Temprana para las cuencas del río Consota, el río San Eugenio y la quebrada Dosquebradas de acuerdo con sus elementos y componentes principales.
- \* Analizar los diseños de los Sistemas de Alerta Temprana para las cuencas del río Consota, el río San Eugenio y la quebrada Dosquebradas, según los factores internos y externos que los condicionan.
- \* Formular lineamientos generales para el mejoramiento del diseño de Sistemas de Alerta Temprana ante inundaciones y avenidas torrenciales, como herramienta desarrollada por la Red Hidroclimatológica del Departamento de Risaralda para el conocimiento del riesgo, la reducción del riesgo y el manejo de desastres.

## MARCO REFERENCIA

### Territorios en riesgo de desastres

Los fenómenos hidrometeorológicos están relacionados con la gran mayoría de los desastres asociados a eventos naturales en el mundo; las inundaciones<sup>2</sup>, las avenidas torrenciales<sup>3</sup>, los fenómenos de remoción en masa y las sequías son unas de las principales amenazas que enfrentan las poblaciones a nivel mundial, debido a la cantidad de daños y pérdidas que ocasionan. Teniendo en consideración este panorama, las características climáticas, hidrológicas, topográficas y geológicas de Colombia, la hacen propensa a la ocurrencia de estos eventos que pueden comprometer la condición social, económica y ambiental del país (UNGRD, 2015).

El Banco Mundial (2012) señala la susceptibilidad del territorio colombiano ante inundaciones<sup>4</sup> a causa de “la presencia de llanuras bajas y valles aluviales” y “las condiciones de precipitación”. De igual modo, indica factores relacionados con la aplicación de modelos inapropiados de desarrollo, que conllevan a actividades y procesos de intervención humana sobre el territorio que degradan al ambiente y que hacen altamente vulnerable a la población: planificación y ordenamiento territorial inefectivos en el conocimiento y la incorporación de las restricciones ambientales; incapacidad en la satisfacción de las necesidades de vivienda, con la consecuente incrementación de los asentamientos formales e informales en zonas en riesgo; crecimiento de la población y de la concentración urbana sin la disminución de los factores de vulnerabilidad; ocupación y uso inadecuado del suelo; sobreexplotación de los bienes y servicios ambientales; alteración y deterioro de las cuencas y de la dinámica de las corrientes; entre otros. La reunión de estos factores ha resultado en la alta exposición a inundación del 28% de la población nacional.

Asimismo, las fases recurrentes del fenómeno El Niño Oscilación del Sur (ENOS): El Niño y La Niña, alteran fuertemente los regímenes de lluvias en el país, generando la exacerbación de las amenazas anteriormente mencionadas, en periodos de retorno que fluctúan entre los dos y siete años. Por lo tanto, la

---

<sup>2</sup> Una inundación es el anegamiento o cubrimiento con agua de las áreas aledañas a las corrientes, que se genera al sobrepasar la capacidad de retención del suelo y de los cauces como resultado de intensas precipitaciones o continuas lluvias. Según el IDEAM (s.f.), esta puede ser lenta o súbita, de acuerdo con la velocidad con que aumentan los caudales de las corrientes hasta superar su capacidad máxima de almacenamiento.

<sup>3</sup> La avenida torrencial se refiere a un flujo violento de agua en una cuenca, a veces reportado como creciente (súbita o rápida), generado por lluvias, ruptura de represamientos o deslizamientos. Generalmente transporta troncos de árboles y abundantes sedimentos (desde finos hasta bloques de roca) (Banco Mundial, 2012).

<sup>4</sup> Aproximadamente “el 12% del territorio nacional se encuentra localizado en áreas con una mayor susceptibilidad a inundarse” (Banco Mundial, 2012).

variabilidad climática interanual ocasionada por La Niña (episodio frío del ENOS), está relacionada con el incremento considerable de las inundaciones, fenómenos de remoción en masa, avenidas torrenciales y otras amenazas hidrometeorológicas (Banco Mundial, 2012).

La UNGRD (2015) indica que el último episodio de dicho fenómeno (La Niña 2010-2011) motivó la declaración del estado de emergencia económica, social y ecológica por grave calamidad pública nacional (Presidencia de Colombia, 2010) al provocar emergencias en 28 de los 32 departamentos, que dejaron 3 219 239 personas damnificadas y 6925 eventos de inundación reportados entre 2010 y 2012. Los sectores en donde se produjeron la mayor cantidad de daños fueron hábitat (44%) e infraestructura (38%), a los que les siguieron los servicios sociales y de administración pública (11%) y los sectores productivos (7%). Este gran desastre denominado la *Ola invernal 2010-2011*, ha sido el episodio del ENOS más intenso en los últimos 50 años y el que ha ocasionado las mayores afectaciones para el país.

En este orden de ideas, según el estudio del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM] (2009b, citado en Banco Mundial, 2012) “sobre las tendencias de las precipitaciones en los registros desde 1970 al 2000, se puede concluir que en algunas zonas la variabilidad climática tiene efectos importantes sobre las condiciones de amenaza en el país”, no obstante también afirma que esto “no significa que se estén produciendo incrementos generalizados en la intensidad de las precipitaciones y su recurrencia”. Sin embargo, la magnitud de las precipitaciones agudizada por La Niña 2010-2011, abarcó dimensiones extraordinarias que superaban los registros históricos para las temporadas de lluvias (Presidencia de Colombia, 2010). Por ende, los efectos del *cambio climático* en el territorio nacional han revelado su alta vulnerabilidad social, económica, institucional y ecológica, además de los retos que implica enfrentar esta transformación del clima (adaptación con la intención de reducir sus impactos y el aprovechamiento de las oportunidades que ofrece).

Por otra parte, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2012) asegura que las falencias en la adaptación en Colombia no solo corresponden al cambio climático, “sino también a esa condición normal del cambio permanente del clima”. El modelo de desarrollo evidencia entonces las limitaciones que presenta en torno a la relación de las dinámicas sociales con el ambiente, que resulta inefectivo para gestionar las condiciones del riesgo, tanto anormales como normales.

En este sentido, es pertinente prestar atención a los fenómenos hidrometeorológicos en el país, que a diferencia de los geológicos (sismos y erupciones volcánicas), se caracterizan por generar impactos localizados de alta frecuencia (Banco Mundial, 2012) que suelen denominarse como eventos menores. Los efectos acumulados de estos eventos representan daños y pérdidas

en las personas y los bienes (colectivos, de producción y ambientales) equivalentes o mayores a los desastres de gran magnitud (como por ejemplo la erupción del volcán Nevado del Ruiz en 1985 y el terremoto del Eje Cafetero en 1999). Pese a que sus afectaciones son comúnmente subestimadas, su ocurrencia reiterada constituye uno de los principales impedimentos para el desarrollo y bienestar de las poblaciones, especialmente de las más vulnerables (Cardona & Yamín, 2006).

Al igual que a nivel nacional, en el territorio y las comunidades del departamento de *Risaralda*, se encuentran condiciones ambientales y socioeconómicas que lo hacen susceptible a eventos de inundación y avenida torrencial, tales como las características físicas de las cuencas (hidroclimatología, geología y geomorfología); las inadecuadas prácticas productivas, sociales y económicas que degradan al ambiente; las falencias en el ordenamiento territorial por parte de las administraciones municipales; el aumento de la densidad poblacional en el área metropolitana (Pereira, Dosquebradas y La Virginia); la ocupación de zonas con restricciones ambientales, las deficiencias constructivas de las viviendas allí establecidas y su infraestructura sanitaria insuficiente; la laxa percepción del riesgo en las comunidades, entre otros (Asamblea de Risaralda, 2012).

Estas condiciones de riesgo se han concretado en una gran cantidad de eventos menores y de mayor envergadura, que han incrementado progresivamente en el tiempo, más todavía con los efectos del cambio climático<sup>5</sup> y con la variabilidad en la ocurrencia de fenómenos extremos como La Niña. Respecto a esta última, en el episodio de 2010-2011 se vieron afectadas en Risaralda alrededor de 67 681 personas, de las cuales 11 862, correspondieron a habitantes de los municipios de Pereira, Dosquebradas y Santa Rosa de Cabal (Asamblea de Risaralda, 2012).

En síntesis, “el riesgo se está acumulando permanentemente en las ciudades y en las áreas rurales [del país], debido a la falta de aplicación y control de las políticas e instrumentos de ordenamiento territorial municipal y la insuficiencia en el manejo de cuencas hidrográficas” (Banco Mundial, 2012).

### **Aproximación a la gestión del riesgo de desastres en Colombia**

Cardona y Yamín (2006) afirman que “el avance de la gestión de riesgos en el país ha sido notable en concepto y en realizaciones, muchas de ellas puntuales o por lapsos según el nivel de compromiso con el tema de los gobiernos de cada nivel”; los esfuerzos en la formulación y legislación en cuanto a aspectos específicos de la problemática del riesgo y la noción de la relación entre

---

<sup>5</sup> La Asamblea de Risaralda (2012) indica que dentro de los efectos previstos del cambio climático para América Latina, están las alteraciones en la ocurrencia de eventos extremos, es decir, el aumento de su frecuencia y magnitud. De igual modo, los pronósticos para Risaralda muestran una tendencia al incremento de las precipitaciones equivalente a 100 mm/año.



desarrollo, degradación ambiental y riesgo, se han dado en las instancias administrativas, sin embargo, estos logros no han sido uniformemente consolidados en los distintos niveles territoriales, a causa de problemas de desarrollo y desempeño institucional<sup>6</sup>.

Por lo tanto, aunque las orientaciones administrativas y organizacionales para el manejo del riesgo en Colombia han llevado a la disminución de vidas perdidas, todavía persisten y aumentan “los daños en la propiedad, la infraestructura y los medios de subsistencia” (Banco Mundial, 2012), puesto que el entendimiento de estas más allá del monitoreo, las medidas estructurales, la preparación para la respuesta a emergencias y la atención de los desastres, no se ha introducido de manera eficaz e integral en las prácticas de la gestión pública.

Las evidencias dejadas por La Niña 2010-2011 en relación con “la vulnerabilidad del territorio nacional frente a amenazas de origen hidrometeorológico”, enseñan una manera de asumir dicha experiencia y transformarla en una “oportunidad para incorporar más aún la reducción de riesgos en los procesos nacionales y locales de desarrollo” (CEPAL, 2012). Este tipo de replanteamientos no es extraño en el país, ya que la ocurrencia de grandes desastres<sup>7</sup> ha motivado en otros momentos la formulación de normatividad, y lineamientos de políticas y de mecanismos de financiación para la gestión del riesgo (Documentos Conpes [Consejo Nacional de Política Económica y Social], leyes y decretos de la gestión pública, la planificación y el desarrollo, que incorporan elementos de conocimiento del riesgo, su reducción o el manejo de los desastres).

De modo similar, en el departamento de Risaralda la conformación de la Corporación Autónoma (CARDER) en el año de 1981, se inició tras la contemplación de la necesidad de resolver la problemática ambiental asociada a los asentamientos en la ladera norte y el tramo urbano del río Otún (conurbación de Pereira y Dosquebradas), mediante la intervención correctiva para reducir el riesgo que abarcó la reubicación de viviendas, el saneamiento ambiental, la construcción de obras civiles de mitigación, la ejecución de acciones de control y vigilancia, entre otras estrategias (Campos, Mossbrucker, & Karremans, 2009).

Por ello, ante las graves afectaciones del último episodio de La Niña, se modificó el enfoque de prevención, atención y recuperación de desastres en Colombia

---

<sup>6</sup> Conceptualización y concepción de la gestión del riesgo; desarrollo en investigación científica y tecnológica; coordinación y comunicación interinstitucional; cumplimiento de las responsabilidades de los actores de la gestión del riesgo; manejo de los factores de la vulnerabilidad del riesgo; participación comunitaria; institucionalización de la gestión del riesgo en los diferentes niveles territoriales, además de la incorporación del marco conceptual y metodológico de la Ley 1523 de 2012 en esta (por medio de instrumentos normativos, por ejemplo), entre otros.

<sup>7</sup> El Niño entre 1997 y 1998; los terremotos de Tumaco en 1979, Popayán en 1983, Atrato Medio en 1992, Eje Cafetero en 1999; la erupción del volcán Nevado del Ruiz en 1985 y la actividad volcánica del Galeras y del volcán Nevado del Huila en los últimos 10 años (Banco Mundial, 2012).

(Decreto 919 de 1989), al enfoque de procesos en la gestión del riesgo (Narváez, Lavell, & Pérez, 2009), a través de la expedición de la *Ley 1523 de 2012*, “por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres” (Congreso de Colombia, 2012).

Dicha ley establece a la gestión del riesgo como una política de desarrollo que debe asegurar la sostenibilidad y el bienestar de las poblaciones, por lo que vincula los procesos sociales relacionados con la forma de uso, ocupación y transformación del ambiente a la noción del riesgo (construcción social del riesgo<sup>8</sup>), y por tanto se apoya en un marco conceptual y de acción que tiende a incluir las dimensiones sociales, económicas y ambientales del desarrollo en su gestión (Congreso de Colombia, 2012; Narváez, Lavell & Pérez, 2009).

En este orden de ideas, la gestión del riesgo se plantea en función de los procesos de construcción del riesgo-desastre (figura 1), en un esfuerzo por superar el enfoque que tiene por eje de análisis al desastre y que falla en abordar las causas de la manifestación de los mismos.

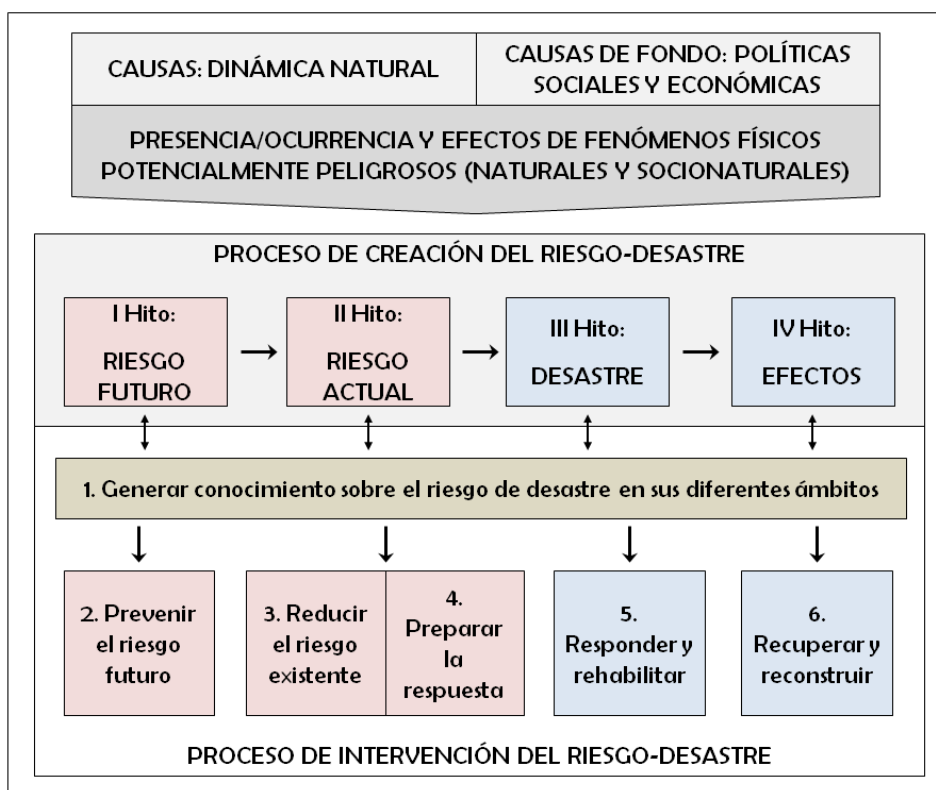


Figura 1. Intervención del proceso de construcción del riesgo de desastres.  
Fuente: (Narváez, Lavell, & Pérez, 2009).

<sup>8</sup> De acuerdo con Narváez, Lavell y Pérez (2009), la noción de la construcción social del riesgo se fundamenta en la *exposición* de elementos socioeconómicos en áreas de potencial afectación de fenómenos físicos peligrosos, y la *generación* de eventos físicos debido a la transformación humana del ambiente o por efecto directo del manejo, producción y/o distribución de materiales peligrosos. Es decir que dicha noción alude a la relación de los eventos con la sociedad.

Asimismo, el reconocimiento y la comprensión del riesgo como resultado de las relaciones entre los grupos sociales y su entorno (reflejo de los modelos de desarrollo), implican un acercamiento a la problemática ambiental y su transformación desde la *gestión ambiental*, con la que se pretende la conservación y el aprovechamiento sostenible de los bienes y servicios ambientales, para prevenir, controlar y mitigar los impactos negativos de las actividades humanas. Por consiguiente, la gestión del riesgo hace parte de la gestión ambiental, en tanto busca resolver de manera integral y sistémica las condiciones que configuran el riesgo de desastres.

Cabe anotar que el desarrollo conceptual y metodológico acerca de la gestión del riesgo, no supone la inmunización frente a los eventos peligrosos o la resolución de los retos que envuelve la manera en que se conciben las problemáticas ambientales y en que se procura su transformación, sin embargo, sí constituye un avance en términos del marco normativo y de las obligaciones que aquel implica, que permitiría su incorporación en la gestión pública y la mejora de la planificación del territorio, con la consecuente reducción de las condiciones de inseguridad e insostenibilidad que en él se presentan.

### **La gestión del riesgo de desastres: conceptos asociados**

Como se indicó anteriormente, la nueva política establece un cambio de paradigma en la forma de enfrentar la problemática asociada a los desastres diferente a la gestión reactiva (atención de desastres y emergencias), en el que la gestión del riesgo de desastres es entendida como un proceso social para el conocimiento del riesgo, la reducción del riesgo y el manejo de desastres, que contribuye a la seguridad territorial, al bienestar social y al desarrollo sostenible (UNGRD, 2016b).

De manera que, según lo estipulado en la Ley 1523 de 2012 (Congreso de Colombia, 2012) y para efectos de este trabajo, la **gestión del riesgo de desastres** se refiere al:

Proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia del mismo, impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, entiéndase: rehabilitación y reconstrucción. Estas acciones tienen el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible.

En este sentido, la gestión del riesgo se compone de tres subprocesos fundamentales: el conocimiento del riesgo, la reducción del riesgo y el manejo de desastres. Los cuales a su vez se subdividen del siguiente modo: el *conocimiento*

*del riesgo* integra: la identificación de escenarios de riesgo, el análisis y la evaluación del riesgo, el monitoreo y seguimiento del riesgo, y la comunicación con fines de información pública, percepción y toma de consciencia. La *reducción del riesgo* comprende: la intervención correctiva del riesgo existente, la intervención prospectiva del nuevo riesgo y la protección financiera. Y el *manejo de desastres* incorpora: la preparación para la respuesta a emergencias y la recuperación posdesastre, la ejecución de la respuesta y la recuperación.

En cuanto a los conceptos asociados a la gestión del riesgo y que hacen parte del desarrollo del presente trabajo, se toman como referente las definiciones de la Ley 1523 de 2012, para mantener la coherencia del lenguaje usado a nivel institucional.

Por lo tanto, la **amenaza** es el peligro latente de que un evento físico de origen natural (*amenaza natural*), o causado (*amenaza antrópica*), o inducido por la acción humana (*amenaza socionatural*) de manera no intencional (accidental o por negligencia), “se presente con una severidad suficiente para causar pérdidas de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales” (Congreso de Colombia, 2012). En caso tal de que se presentara un evento físico que desencadenara una serie o secuencia de dos o más eventos, se hace referencia a una *amenaza concatenada*.

La amenaza es un factor de riesgo<sup>9</sup> físico externo a un elemento o grupo de elementos sociales expuestos<sup>10</sup> (Lavell, 2003). Mientras la **vulnerabilidad** es un factor de riesgo interno, que corresponde a la “susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente”; se trata de “la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos” (Congreso de Colombia, 2012). Además, la vulnerabilidad también representa la *resiliencia* de la población, es decir, su capacidad para absorber, responder, adaptarse y recuperarse autónoma y eficazmente al impacto de un evento físico.

---

<sup>9</sup> Los factores del riesgo derivan de la concepción de que existen condiciones físicas y sociales, que en su interrelación, contribuyen a la configuración del riesgo en la sociedad. Estos factores son interdependientes, pero se definen de manera separada para efectos metodológicos en su intervención (Lavell, 2003).

<sup>10</sup> La exposición (elementos expuestos) “se refiere a la presencia de personas, medios de subsistencia, servicios ambientales y recursos económicos y sociales, bienes culturales e infraestructura que por su localización pueden ser afectados por la manifestación de una amenaza” (Congreso de Colombia, 2012).

Por consiguiente, el **riesgo de desastres** se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad, ya que corresponde a:

Los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos físicos peligrosos de origen natural, socionatural, tecnológico, biosanitario o humano no intencional, en un periodo de tiempo específico y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos (Congreso de Colombia, 2012).

En este orden de ideas, el **desastre** se entiende como la materialización del riesgo, es decir:

El resultado que se desencadena de la manifestación de uno o varios eventos naturales o antropogénicos no intencionales que al encontrar condiciones propias de vulnerabilidad en las personas, los bienes, la infraestructura, los medios de subsistencia, la prestación de servicios o los recursos ambientales, causa daños o pérdidas humanas, materiales, económicas o ambientales, generando una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento de la sociedad, que exige del Estado y del sistema nacional ejecutar acciones de respuesta a emergencia, rehabilitación y reconstrucción (Congreso de Colombia, 2012).

### **Sistema de Alerta Temprana: herramienta de la gestión del riesgo**

Teniendo en cuenta que las inundaciones son amenazas hidrometeorológicas de gran importancia a nivel mundial y nacional, debido a la severidad de sus impactos, y que el cambio climático demanda medidas para disminuir las condiciones del riesgo de desastres y los efectos adversos asociados a la ocurrencia de eventos climáticos y sus concatenados, con posibles incrementos en su intensidad y frecuencia, los *Sistemas de Alerta Temprana* (SAT) se reconocen como una herramienta de reducción del riesgo, que se desarrolla a partir de la conjunción institucional y comunitaria, la integración de esfuerzos organizacionales y la estructuración de redes de observación hidrometeorológicas y sistemas de comunicación, que permite salvar vidas con la actuación pronta y apropiada de las poblaciones ante una amenaza (National Oceanic and Atmospheric Administration [NOAA], 2012).

En el contexto internacional, la necesidad de desarrollar los Sistemas de Alerta Temprana se ha planteado y promovido formalmente desde la década del 70, con diversas declaraciones de la Organización de las Naciones Unidas (ONU): la resolución 2717 de 1970; la resolución 36/225 de 1981; el Decenio Internacional para la Reducción de los “Desastres Naturales” (DIRDN, 1990-1999); la Estrategia y Plan de Acción de Yokohama para un mundo más seguro: directrices para la prevención de los “desastres naturales”, la preparación para casos de desastres y

la mitigación de sus efectos (1994); la resolución 54/219 de 1999; el Marco de Acción para la aplicación de la Estrategia Internacional de Reducción de Desastres (EIRD) de 2001; el Marco de Acción de Hyogo para 2005 - 2015: Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres; y el Marco de Sendai para la reducción del riesgo de desastres 2015-2030.

En cuanto a Colombia, la UNGRD (2016a) señala la implementación de redes de monitoreo hidrometeorológico desde los años 60, mediante la firma de convenios con agencias internacionales. Asimismo, Domínguez-Calle y Lozano-Báez (2014) indican la operación del Servicio Colombiano de Hidrología y Meteorología (SCMH) en 1976 y, en la actualidad, el funcionamiento del sistema nacional de pronósticos hidrológicos y alertas tempranas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), así como el desarrollo de Sistemas de Alerta Temprana regionales y locales, como por ejemplo el Sistema Distrital de Alertas Tempranas (SIDISAT) en Bogotá, D.C., el Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá (SIATA), el Sistema de Alertas Agroclimáticas Tempranas Participativas en la cuenca alta del río Cauca, el SAT para la cuenca del río Combeima en el centro-occidente del departamento de Tolima, el Sistema acústico de alerta temprana en el municipio de Bucaramanga, el Sistema de Alerta Temprana de La Guajira, entre otros.

Del mismo modo, el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (PNGRD 2015 - 2025) (UNGRD, 2016a) se encuentra alineado con las cuatro prioridades suscritas en el Marco de Sendai: (1) comprender el riesgo, (2) fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para gestionar dicho riesgo, (3) invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia y (4) aumentar la preparación para casos de desastres a fin de dar una respuesta eficaz y “reconstruir mejor” en los ámbitos de la recuperación, la rehabilitación y la reconstrucción. Si bien “la reducción sustancial del riesgo de desastres y de las pérdidas ocasionadas por los desastres” es el objetivo principal del Marco antes mencionado, las prioridades (1) y (4) comprenden aspectos relacionados específicamente con los Sistemas de Alerta Temprana: la promoción y potenciación del monitoreo, la evaluación y el seguimiento de los riesgos de desastres, “incluidas hipótesis sobre el cambio climático”; y el desarrollo, mantenimiento y fortalecimiento de SAT (ONU, 2015a).

Por ende, la necesidad de los SAT se reafirma en el PNGRD 2015 - 2025 a través de la articulación de sus objetivos con metas globales (Marco de Sendai y Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible<sup>11</sup>) que propenden por el mejoramiento del conocimiento del riesgo de desastres y el afianzamiento de un oportuno, eficaz y adecuado manejo de desastres (UNGRD, 2016a).

---

<sup>11</sup> Entre las metas del objetivo 13 de la Agenda 2030: adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, se halla el mejoramiento en “la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional en relación con la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana” (ONU, 2015b).

De manera que, los **Sistemas de Alerta Temprana** son el conjunto de herramientas, capacidades de gestión e instrumentos tecnológicos fundamentales para la generación y difusión de información oportuna y efectiva, que permite la preparación y respuesta adecuada de las personas expuestas a una amenaza, con la intención de reducir la posibilidad de que se produzcan lesiones personales, pérdidas de vidas y daños a los bienes (Domínguez-Calle y Lozano-Báez, 2014; PPAT y EIRD/ONU, 2006; UNGRD, 2016a).

A pesar de que los SAT tienen sus propias especificidades con relación a las condiciones en las que se implementan (disponibilidad de recursos, contexto físico y social, capacidades y nivel de organización, entre otros), la PPAT y la EIRD/ONU (2006) exponen los elementos comunes en sistemas eficaces: conocimiento del riesgo, servicio de seguimiento técnico (del riesgo) y de alerta, comunicación y difusión de la información, y capacidad de respuestas comunitarias. En la figura 2 se observan los elementos principales teniendo en cuenta las adaptaciones realizadas por la NOAA (2012) y la UNGRD (2016a).

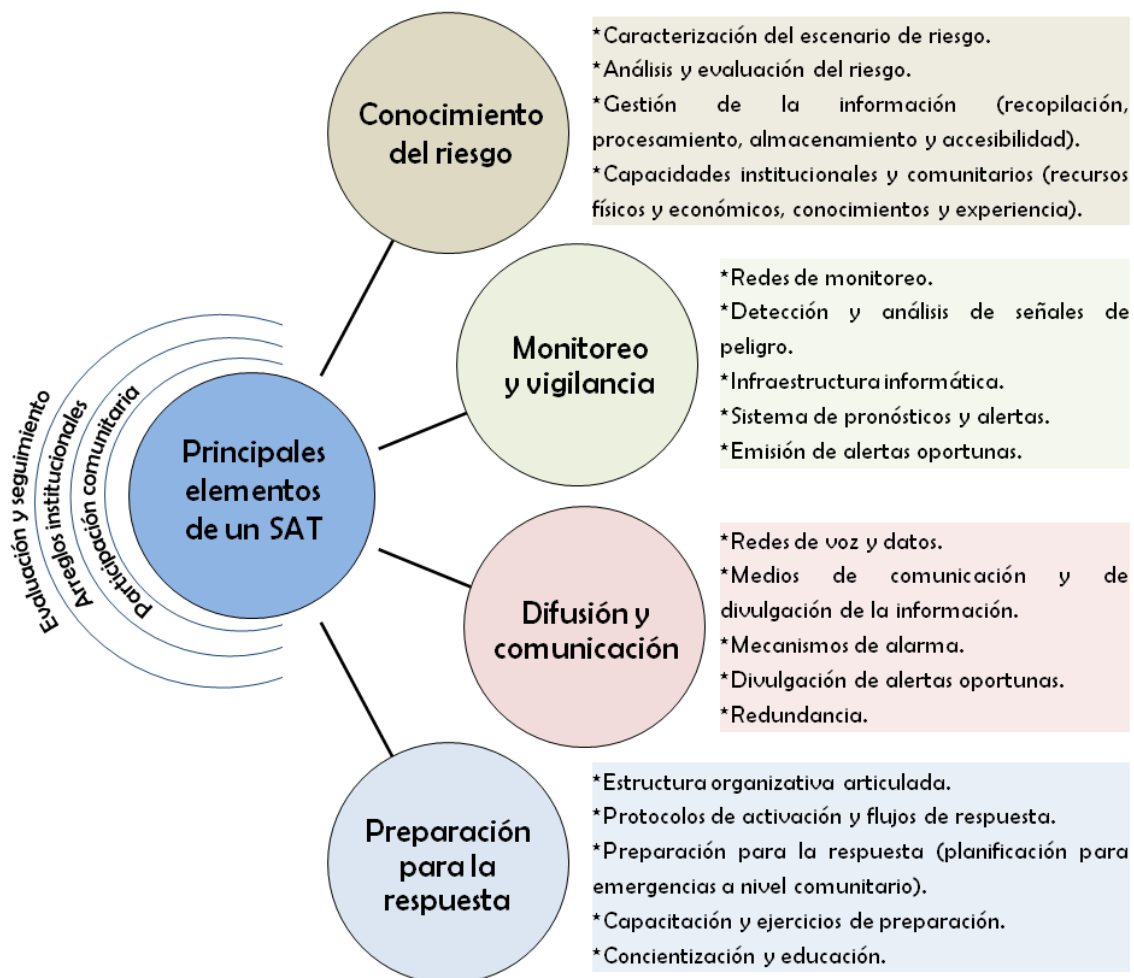


Figura 2. Principales elementos de un Sistema de Alerta Temprana.  
Fuente: elaborado a partir de NOAA (2012), PPAT y EIRD/ONU (2006); UNGRD (2016a).

Además de los elementos principales, la PPAT y la EIRD/ONU (2006) reconocen como aspectos transversales de los SAT a: la participación comunitaria en todos los procesos de su desarrollo, los arreglos institucionales que incluyen los marcos normativos para apoyar la implementación y funcionamiento de los sistemas, y la evaluación y seguimiento de los procesos y las capacidades, para el mejoramiento continuo. De igual forma comprenden el enfoque de amenazas múltiples, es decir la integración de los sistemas para distintas amenazas, la consideración de la perspectiva de género, la diversidad cultural y los grupos vulnerables (social y económicamente), y la articulación con otros sistemas de información y conocimiento.

Acerca de la participación comunitaria (tabla 1), cabe anotar que existen SAT en los que la gestión de los mismos la efectúan actores institucionales con conocimiento técnico especializado en la utilización de tecnología para el monitoreo y análisis de la información, así como para el desarrollo de modelos y pronósticos. Estos sistemas trabajan conjuntamente con las instituciones oficiales de la gestión del riesgo y las comunidades en las etapas de diseño y operación del sistema; de ahí que se denominen SAT basados en la comunidad. Por otra parte, los sistemas manejados por la comunidad, en los que esta se encarga del monitoreo, la comunicación de la alerta, la respuesta e inclusive la realización de obras para la reducción del riesgo, son conocidos como SAT impulsados por la comunidad, los cuales son complementarios a los sistemas con mayor grado de tecnificación; estos SAT suelen caracterizarse por el uso de equipos sencillos y de bajo costo (Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja [IFRC], 2012).

Tabla 1. Participación comunitaria en los Sistemas de Alerta Temprana.

Elementos clave	Comunidad	
	SAT basados en la comunidad	SAT impulsados por la comunidad
Orientación	Con las personas	Por las personas
Carácter	Democrático	Potenciador
Metas	Sugerentes, consultivas	Basado en necesidades, participativo
Pronóstico	Comunidad como socio	Comunidad administra
Visión	La comunidad es organizada	La comunidad es empoderada
Valores	Desarrollo de habilidades de las personas	Confianza en las capacidades de las personas
Resultado/impacto	Inicia la reforma social	Reestructura el tejido social
Actores clave	Emprendedores sociales, trabajadores y líderes comunitarios	Todos en la comunidad
Metodología	Coordinado con apoyo técnico	Gestionado por la comunidad
Componentes activos de la alerta temprana (de los cuatro)	Al menos uno está activo (por ejemplo, capacidad de respuesta)	Todos están activos, especialmente el monitoreo de los indicadores

Fuente: (IFRC, 2012).



## **Diseños de SAT en Risaralda: cuencas de los ríos Consota y San Eugenio, y la quebrada Dosquebradas**

Como se mencionó anteriormente, en Risaralda las inundaciones y avenidas torrenciales son eventos físicos recurrentes que, sumados a las condiciones socioeconómicas y los procesos de ocupación territorial, concentración urbana y degradación ambiental, configuran escenarios de riesgo de desastres. Estos escenarios son de gran preocupación en las zonas urbanas de Pereira, Dosquebradas y Santa Rosa de Cabal (municipios en donde se desarrollan las principales actividades económicas del departamento y en los que reside la mayor cantidad de población) debido a los daños y pérdidas que representan, así como los límites que suponen para el desarrollo local, por lo que se requieren acciones para el mejoramiento del bienestar de las comunidades ubicadas sobre áreas sujetas a la ocurrencia de estos fenómenos, y para las cuales aún no se ha generado una contundente intervención correctiva del riesgo.

En este sentido, los Sistemas de Alerta Temprana se conciben como medidas de preparación para la respuesta alternas a las redes nacionales de monitoreo y pronóstico hidrometeorológico, a causa de las restricciones que estas presentan en cobertura y escala (dificultad para reflejar las condiciones locales), en el ámbito de las cuencas de los ríos Consota (Pereira) y San Eugenio (Santa Rosa de Cabal), y de la quebrada Dosquebradas (Dosquebradas).

La formulación de estos sistemas fue realizada por la Red Hidroclimatológica del Departamento de Risaralda (REDH) y el grupo de investigación Ecología, Ingeniería y Sociedad (EIS) de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP), en el marco de la Alianza CARDER-UTP. Los diseños de los Sistemas de Alerta Temprana ante inundaciones y avenidas torrenciales, fueron elaborados por Catalina Bravo Salazar (autora del presente trabajo), Cristian Camilo Fernández Lopera y Juan Camilo Berrío Carvajal, con la coordinación de Juan Mauricio Castaño Rojas, director del grupo de investigación EIS, y el apoyo del docente en Gestión del Riesgo, Héctor Jaime Vásquez Morales y del administrador ambiental, Felipe Chica Jiménez; así como la colaboración de los estudiantes del pregrado en Administración Ambiental de la UTP e integrantes del semillero de investigación del EIS: Óscar Duque Gómez, Jhon Fredy Echeverry, Alejandro Ospina Aguirre y María Alejandra Santa Valencia (anexo B).

Los SAT para estas cuencas son pensados como un conjunto de mecanismos y procedimientos que, mediante la articulación de componentes comunitarios, institucionales y técnicos, permite la respuesta oportuna ante la ocurrencia de fenómenos naturales, socionaturales y/o antrópicos potencialmente peligrosos para las personas, sus bienes y medios de sustento (Fernández y Sabas, 2012 citado en REDH y EIS, 2015).

Dichos componentes estructurales han de relacionarse de manera sistémica, es decir, de forma interdependiente, para asegurar el adecuado funcionamiento del SAT. Esta relación obedecerá a la comunicación y la retroalimentación de los procesos de cada uno de ellos, la coordinación de sus responsabilidades y funciones con los otros componentes estructurales, y la adaptabilidad a los retos y cambios con que se encuentren, permitiendo tanto la permanencia en el tiempo del sistema como su mejoramiento (REDH y EIS, 2015). En la figura 3 se expone este planteamiento.

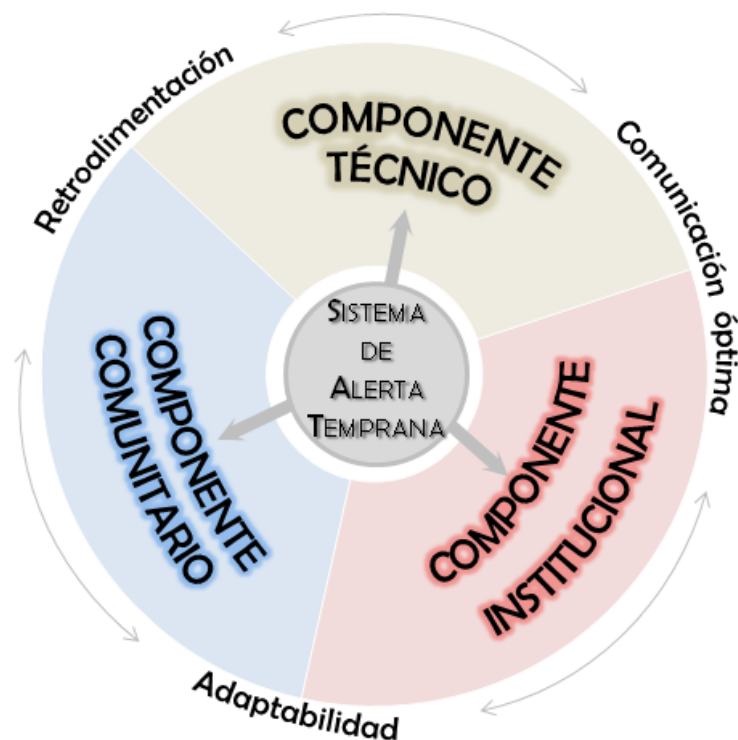


Figura 3. Esquema conceptual de los componentes estructurales de los SAT.  
Fuente: elaborado a partir de REDH (2013).

Las responsabilidades del *componente técnico* se pueden resumir en el monitoreo y seguimiento de las variables hidroclimatológicas de las cuencas a través de la operación y manejo de las estaciones de monitoreo y vigilancia, y la generación y difusión de información respecto a las condiciones del riesgo, que dará las bases para formular las alertas y las respuestas ante una inundación o avenida torrencial. El *componente institucional* se encarga de la coordinación de recursos para la operación, mantenimiento y administración del sistema, además de la articulación de las instituciones y funcionarios públicos de la gestión del riesgo y sus procesos con el SAT. Por último, el *componente comunitario* participa activamente en el monitoreo y la comunicación de las características de las cuencas y sus corrientes, así como de las condiciones de vulnerabilidad de la comunidad; además, en su interacción con los otros componentes del SAT, incorpora procesos de la gestión del riesgo en el desarrollo comunitario.

Por lo tanto, según la REDH y el EIS (2015), los Sistemas de Alerta Temprana pretenden contribuir a la gestión del riesgo de desastres asociados a inundaciones y avenidas torrenciales, por medio de la captura, seguimiento, análisis y comunicación del comportamiento hidrológico de las cuencas (*conocimiento del riesgo*); la minimización de daños y pérdidas ante la incidencia de eventos adversos a través de la disminución de elementos expuestos (*reducción del riesgo*); y la preparación ante la ocurrencia de fenómenos peligrosos, el aumento de la capacidad de respuesta y la resiliencia de las poblaciones involucradas (*manejo del desastre*).

En la figura 4 se visualizan los procesos de la gestión del riesgo antes mencionados, dentro del funcionamiento de un SAT.



Figura 4. Procesos de la gestión del riesgo en los SAT.

Fuente: elaboración propia.

Pese a los logros que se espera alcanzar con estos sistemas en términos de los procesos de la gestión del riesgo, los SAT son una herramienta de preparación para la respuesta, por lo que no son una medida definitiva para solucionar las condiciones del riesgo de las comunidades; sin embargo, su implementación es clave en el cambio de elementos como la exposición y el impacto de eventos peligrosos (UNGRD, 2016a).

Finalmente, la ubicación geográfica de los SAT diseñados para las cuencas de los ríos Consota y San Eugenio, y la quebrada Dosquebradas, puede observarse en la figura 5.

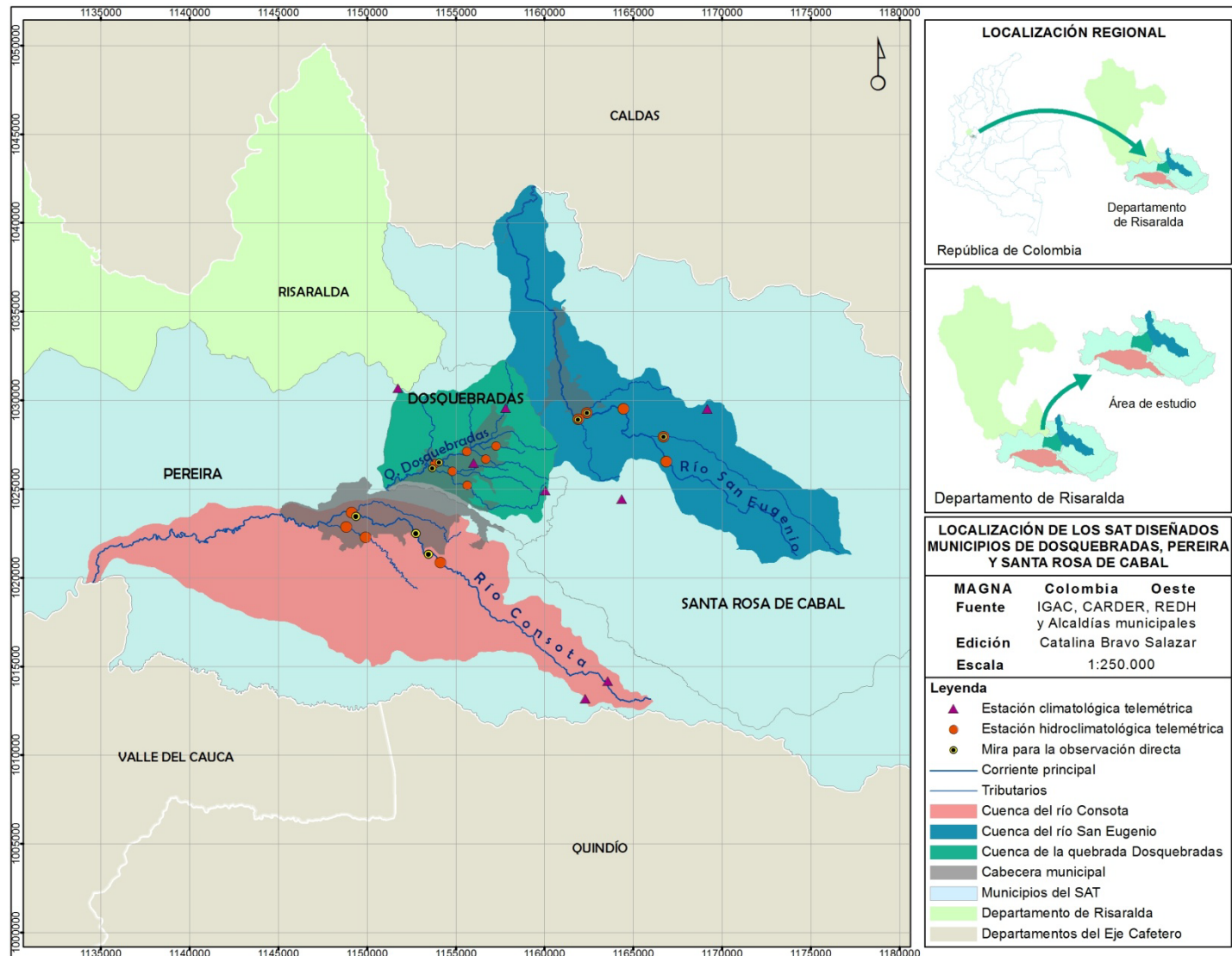


Figura 5. Localización de los SAT diseñados para las cuencas de los ríos Consota y San Eugenio, y la quebrada Dosquebradas.  
Fuente: elaboración propia.

## MÉTODO

El presente trabajo de grado fue elaborado a través de un enfoque primordialmente *analítico* de acuerdo con lo propuesto por Hurtado de Barrera (2000), con el que se pretendió evaluar los diseños de los Sistemas de Alerta Temprana para las cuencas de los ríos Consota y San Eugenio, y la quebrada Dosquebradas; este enfoque contuvo a su vez tres fases que correspondieron al desarrollo de cada uno de los objetivos: *descriptiva, comparativa-analítica y propositiva*.

A continuación se describen las fases del trabajo.

### ***Fase descriptiva***

Se efectuó un diagnóstico de cada uno de los diseños de los SAT para evidenciar su desarrollo en torno a los componentes y elementos planteados por las agencias nacionales e internacionales de la gestión del riesgo. Los criterios de valoración surgieron de la asesoría de expertos<sup>12</sup> y de la revisión de los documentos sobre los Sistemas de Alerta Temprana y la caracterización de sus componentes, a seguir:

- \* Guía para la implementación de sistemas de alerta temprana (UNGRD, 2016a).
- \* Desarrollo de Sistemas de Alerta Temprana: Lista de Verificación (PPAT y EIRD/ONU, 2006).
- \* Los sistemas de alerta temprana (Secretaría de la Estrategia Internacional de las Naciones Unidas para la Reducción de Desastres [EIRD/ONU], 2004).
- \* Guía para la Formulación del Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD, 2012).
- \* Ley 1523 de 2012 (Congreso de Colombia, 2012).

A partir de la definición de los aspectos más significativos de los sistemas, se construyó la *matriz para el diagnóstico de los diseños de los SAT* (anexo C), en la cual se resaltaron los principales elementos de los Sistemas de Alerta Temprana<sup>13</sup>, los componentes de la gestión del riesgo en Colombia<sup>14</sup> y la estructura misma de los diseños de los SAT analizados (anexo B).

---

<sup>12</sup> Docente en gestión del riesgo, Héctor Vásquez Morales; doctor en Ingeniería, Juan Mauricio Castaño Rojas; administradora del medio ambiente y de los recursos naturales, Victoria Gutiérrez Bravo.

<sup>13</sup> Los principales elementos de los SAT según la PPAT y la EIRD/ONU (2006) son: conocimiento de los riesgos, servicio de seguimiento y alerta, difusión y comunicación, y capacidad de respuesta. Estos elementos fueron adaptados por la UNGRD (2016a) como: conocimiento del riesgo, monitoreo y vigilancia, preparación para la respuesta, y difusión y comunicación.

<sup>14</sup> Conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo del desastre.

De igual modo, se utilizó la herramienta de evaluación de cinco niveles (EIRD/ONU, 2008) para la cuantificación y valoración de las variables definidas, en términos de su desarrollo respecto a cada aspecto de la matriz diagnóstica.

Los niveles de progreso fueron los siguientes:

- \* Nivel 5 (muy satisfactorio): los aspectos planteados se tratan en su totalidad.
- \* Nivel 4 (satisfactorio): los aspectos planteados se tratan de manera considerable y significativa, pero se reconocen omisiones para ciertos puntos.
- \* Nivel 3 (aceptable): los aspectos planteados se presentan, pero el progreso no es amplio ni considerable.
- \* Nivel 2 (poco satisfactorio): los aspectos planteados se presentan de forma incompleta y limitada.
- \* Nivel 1 (insatisfactorio): los aspectos planteados no se muestran o su representación es mínima.

### ***Fase comparativa-analítica***

La comparación y el análisis de los diseños de los SAT se efectuaron tanto en la primera como en la segunda fase del presente trabajo, puesto que la identificación de similitudes y diferencias entre los sistemas, así como el examen de sus desarrollos, hicieron parte de sus valoraciones.

A partir de los resultados de la matriz diagnóstica y la evaluación de niveles de progreso, se realizó un análisis de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas (FODA), que permitió el diagnóstico de los factores internos y externos que condicionan el desarrollo de los diseños de los SAT.

Con el análisis FODA<sup>15</sup> se identificaron las fortalezas y debilidades de los diseños de los sistemas (factores internos) que constituyen los atributos positivos y negativos de sus desarrollos, es decir, lo que funciona bien y lo que podría reforzarse. Además, se determinaron las oportunidades y amenazas (factores externos) que incluyen las principales cualidades y procesos del contexto actual y futuro, que podrían afectar de manera positiva o negativa al diseño de los SAT.

Dichos diagnósticos se recopilaron en dos matrices (tablas 2 y 3), en las cuales se hizo una valoración del impacto de los factores en el diseño de los sistemas, así como su condición o posibilidad de presentarse dentro de estos.

Posteriormente se organizaron los resultados de estas matrices en la hoja de trabajo FODA (tabla 4), en orden descendente de acuerdo con la ponderación de sus calificaciones. Y se relacionaron en la matriz FODA (tabla 5) las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas priorizadas, mediante el cruce por pares de los factores internos y externos.

---

<sup>15</sup> Basado en Villasante, Montañés y Martín (2000) y Ruiz Ballén (2012).

Este último ejercicio conllevó a la formulación de las estrategias para perfilar los lineamientos de mejoramiento de los diseños de Sistemas de Alertas Tempranas.

Tabla 2. Matriz de los factores internos de los diseños de los SAT.

Aspecto del diseño del SAT	Factores internos	Fortaleza y debilidad			Impacto	Total
		SAT 1	SAT 2	SAT 3		
Elementos y componentes identificados en la matriz diagnóstica.	Fortalezas (+) y debilidades (-) en el desarrollo de los diseños de los SAT.	Valoración de las fortalezas o debilidades de los diseños de los SAT. Alta: 3; media: 2; baja: 1.			Valoración del impacto de las fortalezas y debilidades en el diseño de los SAT. Alto: 3; medio: 2; bajo: 1.	Sumatoria de las valoraciones de los tres SAT.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Matriz de los factores externos de los diseños de los SAT.

Factores externos	Oportunidad y amenaza	Impacto	Total
Oportunidades (+) y amenazas (-) del contexto actual y futuro.	Valoración de la condición de la oportunidad o amenaza. Alta: 3; media: 2; baja: 1.	Valoración del impacto de las oportunidades y amenazas en el diseño del SAT. Alto: 3; medio: 2; bajo: 1.	Sumatoria de las dos valoraciones.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Hoja de trabajo FODA.

<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Matriz FODA.

Factores	Oportunidades (O)	Amenazas (A)
<b>Fortalezas (F)</b>	<u>Estrategias FO</u> , conducentes al uso y potencialización de las fortalezas para aprovechar las oportunidades.	<u>Estrategias FA</u> , conducentes a prevenir el impacto de las amenazas a partir del uso de las fortalezas.
<b>Debilidades (D)</b>	<u>Estrategias DO</u> , conducentes a mejorar o ajustar positivamente las debilidades, haciendo uso de las oportunidades.	<u>Estrategias DA</u> , conducentes a minimizar los riesgos en el encuentro de las debilidades con las amenazas.

Fuente: con base en Ruiz Ballén (2012).

## ***Fase propositiva***

A partir de los resultados obtenidos mediante el análisis FODA, se construyeron los lineamientos generales que orientarán el mejoramiento de los diseños de Sistemas de Alerta Temprana.

Según las estrategias definidas en la matriz FODA, con las que se buscó maximizar los aspectos positivos de los diseños de los SAT y minimizar sus aspectos negativos, se plantearon las directrices y acciones para favorecer su formulación de acuerdo con las necesidades halladas, y con las cuales se incorporarían los elementos y componentes fundamentales de los SAT tendientes a la eficacia.

Por lo tanto, los lineamientos y sus estrategias se formularon de acuerdo con aspectos representativos de los diseños de los Sistemas de Alerta Temprana, analizados en el presente trabajo.

Por otra parte, el *enfoque temporal* del análisis corresponde a la contemporaneidad y a la época en que fueron efectuados los diseños de los SAT, es decir, los últimos 3 años. Por lo que la valoración del contenido de estos consideró el contexto de aquel momento, en lo que concierne a los avances desarrollados en materia de la gestión del riesgo municipal.

El *manejo de las fuentes* implicó la consulta de fuentes vivas (expertos) y fuentes documentales, tales como instrumentos normativos asociados a los SAT y a la gestión del riesgo nacional e internacional, informes de la gestión del riesgo, trabajos de investigación, entre otros.

Finalmente, en la tabla 6 se compendia el diseño metodológico de este trabajo.

Tabla 6. Diseño metodológico del análisis de los diseños de SAT.

<b>Objetivo general</b>	Analizar las experiencias en el diseño de los Sistemas de Alerta Temprana ante inundaciones y avenidas torrenciales para el área urbana de las cuencas del río Consota (Pereira), el río San Eugenio (Santa Rosa de Cabal) y la quebrada Dosquebradas (Dosquebradas) del departamento de Risaralda, como aporte al mejoramiento de herramientas de la gestión del riesgo			
<b>Objetivo específico 1</b>	Examinar el desarrollo de los diseños de los SAT para las cuencas de los ríos Consota y San Eugenio, y la quebrada Dosquebradas			
<b>Fase</b>	<b>Actividades</b>	<b>Técnicas</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Productos</b>
Descriptiva	* Identificación de los principales componentes y elementos del SAT. * Caracterización del diseño de los SAT.	* Revisión documental. * Asesoría de expertos. * Análisis y síntesis.	* Matriz diagnóstica. * Evaluación de cinco niveles.	Diagnóstico del diseño de los SAT para el área de estudio



<b>Objetivo específico 2</b>	Analizar el diseño de los SAT para las cuencas de los ríos Consota y San Eugenio, y la quebrada Dosquebradas, según los factores internos y externos que los condicionan			
Comparativa-analítica	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Revisión y análisis del diagnóstico.</li> <li>* Contraste de los resultados del análisis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Revisión documental.</li> <li>* Asesoría de expertos.</li> <li>* Análisis y síntesis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Matriz de los aspectos internos.</li> <li>* Matriz de los aspectos externos.</li> <li>* Hoja de trabajo FODA.</li> <li>* Matriz FODA.</li> </ul>	Análisis FODA del diseño de los SAT para el área de estudio
<b>Objetivo específico 3</b>	Formular lineamientos generales para el mejoramiento del diseño de SAT ante inundaciones y avenidas torrenciales, como herramienta de la gestión del riesgo			
Propositiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Revisión del análisis FODA.</li> <li>* Construcción de lineamientos generales para el mejoramiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Revisión documental.</li> <li>* Asesoría de expertos.</li> <li>* Análisis y síntesis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Matriz FODA.</li> </ul>	Lineamientos generales para el mejoramiento del diseño de SAT ante inundaciones y avenidas torrenciales.

Fuente: elaboración propia.

## 1. DIAGNÓSTICO DEL DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA

Los Sistemas de Alerta Temprana requieren en su diseño la consideración de ciertos elementos y componentes para abordar sus objetivos y los procesos de la gestión del riesgo de manera articulada. En el presente capítulo se valora el desarrollo de aquellos aspectos en los SAT planteados, mediante el uso de la matriz diagnóstica (anexo C); en las tablas 7, 8 y 9 se encuentran los diagnósticos de los SAT para las cuencas de los ríos Consota y San Eugenio, y la quebrada Dosquebradas, respectivamente.

### 1.1 Diagnóstico del SAT para la cuenca del río Consota

Tabla 7. Matriz diagnóstica del diseño del SAT para la cuenca del río Consota.

<b>Sistema de Alerta Temprana para la cuenca del río Consota</b>
<b>A. Conocimiento del riesgo</b>
<b>1. Información técnico-científica</b>
<b>1.1 Información documental</b>
<p>La información documental disponible e incluida en el diseño del SAT corresponde a la bibliografía encontrada en la CARDER, la UTP, la Alcaldía municipal, la plataforma DesInventar y el periódico local; las referencias de dichos documentos están en el anexo D.</p> <p>Los documentos que tratan sobre las características físicas abarcan estudios ambientales del municipio de Pereira, la cuenca y el tramo urbano del río Consota; la información acerca de las características socioeconómicas proviene principalmente del diagnóstico y caracterización del tramo urbano. La caracterización del riesgo fue realizada a partir de los estudios de riesgos ambientales del municipio y del tramo urbano, los inventarios de viviendas en zona de riesgo geotécnico e hidrológico de Pereira, el Plan de Ordenamiento Territorial de Pereira (2000) y el inventario histórico de pérdidas del departamento de Risaralda (2013); la información indica el riesgo presente a un nivel territorial de barrio.</p> <p>Los instrumentos normativos tenidos en consideración para el diseño del SAT fueron la Ley 1523 de 2012 (adopción de la Política Nacional de la Gestión del Riesgo de Desastres), el Decreto municipal 605 de 2012 (Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres) y el Decreto municipal 808 de 2011 (Plan Local de Gestión Integral del Riesgo del municipio de Pereira).</p>
<b>1.2 Descripción del área de estudio</b>
<b>1.2.1 Características físicas</b>
<p>La caracterización física de la cuenca incluye aspectos como su geomorfología, geología, cobertura de suelo, morfometría, clima e información fluviométrica. Pese a que se dan a conocer las coberturas y usos del suelo, se establecen de forma generalizada y solamente para la parte alta y media de la cuenca.</p> <p>También cuenta con la elaboración de un mapa de localización de la cuenca del río Consota en el contexto municipal y departamental.</p>

## 1.2 Descripción del área de estudio

### 1.2.2 Características socioeconómicas

La caracterización socioeconómica del tramo urbano del río Consota incluye datos de la población de los asentamientos allí localizados: estratificación, distribución por grupos etarios, uso del agua, NBI (Necesidades Básicas Insatisfechas), morbilidad, cobertura de servicios públicos, distribución poblacional por sectores, tenencia de vivienda y material de construcción de viviendas ilegales. Asimismo, menciona la representación por medio de Juntas de Acción Comunal de los barrios del tramo urbano del río, como parte de la gestión comunitaria del desarrollo y a través de las cuales se articulan procesos con instituciones públicas.

Se resalta el trabajo de la Corporación de Vecinos y Amigos del Río Consota (COVARIC) en torno a la organización de la comunidad y la gestión de la red comunitaria de alerta temprana.

Por otra parte, hay indicios generalizados sobre el crecimiento urbano en la ciudad (marginalización), mas no se refiere a datos específicos sobre el tema del crecimiento de la población, la demanda de vivienda, los procesos de migración y urbanización, la planificación y la ocupación del territorio.

En el mismo sentido, no se hace referencia a los usos del suelo en el tramo urbano ni se consideran factores como el género, grupos étnicos, discapacidad, acceso a los equipamientos colectivos, diversidad económica y puntos sensibles del ambiente, en cuanto al riesgo de desastres y su gestión.

## 1.3 Caracterización de los escenarios de riesgo asociados con fenómenos hidrometeorológicos

### 1.3.1 Situación de desastres o emergencias antecedentes

En el aparte “El riesgo” del documento se hace una mención general de los eventos históricos de inundaciones y avenidas torrenciales del tramo urbano del río Consota. En este se identifican las zonas y los barrios afectados por los fenómenos hidrometeorológicos, así como los cambios en la ocurrencia de los mismos debido a la dinámica de la corriente y las intervenciones para la reducción del riesgo; el número de registros de los eventos en el periodo disponible (1990-2012); los impactos de los eventos (personas damnificadas y evacuadas, y viviendas destruidas y afectadas); las zonas con mayor recurrencia en la manifestación del riesgo (mapa de registro de eventos históricos); los fenómenos naturales y siconaturales detonantes o que favorecen la ocurrencia del evento.

Se nombra a la herramienta DesInventar, a las autoridades locales y a la comunidad como los recopiladores de la información sobre las inundaciones y avenidas torrenciales.

Por otro lado, se hace una descripción general de las principales afectaciones de los barrios priorizados, refiriéndose a los eventos que tuvieron mayor impacto en ellos, por lo cual se abarcan distintas fechas o periodos de tiempo.

El fenómeno de La Niña 2010-2011 es mencionado en varias ocasiones para referirse al cambio de las condiciones de riesgo debido al incremento en la magnitud de los fenómenos detonantes de la amenaza hidrometeorológica y a la ineficacia de las obras de reducción del riesgo implementadas, ya sea porque no mitigaron la amenaza o porque la potenciaron en otros sectores.

<p>1.3.1 Situación de desastres o emergencias antecedentes</p> <p>De igual manera, se exponen de forma general algunas de las afectaciones originadas en dicha estación invernal.</p> <p>Por otra parte, no se hizo una asociación entre la recurrencia de los eventos con el régimen bimodal de precipitación y el fenómeno ENOS, ni una breve caracterización de los factores de amenaza relacionados con lo que se denominó como la <i>Ola invernal 2010-2011</i>.</p> <p>Por último, no se mencionan las actividades realizadas por las instituciones pertinentes en la respuesta y posterior rehabilitación y reconstrucción, ni las implicaciones o acciones originadas a partir del suceso y llevadas a cabo por las autoridades y/o la comunidad.</p>
<p>1.3.2 Escenarios de riesgo por inundación y avenida torrencial</p>
<p>1.3.2.1 Condición de amenaza</p> <p>Además de la descripción de las características físicas de la cuenca en relación con los aspectos naturales y socionaturales detonantes de las inundaciones y avenidas torrenciales, se menciona de manera general las características de la amenaza hidrológica que afecta al tramo urbano del río Consota y los principales factores de amenaza ligados a la ocurrencia e intensificación de dichos eventos, así como algunos actores que con sus acciones han producido cambios en las condiciones de amenaza.</p> <p>Se hace referencia a las zonas en riesgo de inundación de acuerdo con los mapas de amenaza hidrológica del municipio de Pereira (OMPAD, 2003) y la modelación hidráulica del río Consota (Pulecio, 2008 citado en REDH, 2013) que fue efectuada para un periodo de retorno de 100 años y a una escala de 1:2000.</p> <p>También incluye la elaboración de un mapa de amenaza hidrológica del tramo urbano del río, diseñado a partir del documento de Pulecio (2008, citado en REDH, 2013), los inventarios de viviendas en zonas de riesgo (2003 y 2009), el análisis de los eventos históricos y las visitas a campo, en el que se identifican zonas que podrían verse afectadas por las amenazas.</p>
<p>1.3.2.2 Elementos expuestos y su vulnerabilidad</p> <p>En la caracterización socioeconómica se indica, dentro de lo conceptual, la incidencia de los factores de vulnerabilidad en la configuración del riesgo de desastres, sin embargo, posteriormente en el capítulo de “El riesgo” no se realiza una relación o un análisis en el que se evidencie su papel en la conformación de la vulnerabilidad de la población, aunque sí se enuncian las características generales de vulnerabilidad de las viviendas de los barrios en zona de riesgo hidrológico, asociadas principalmente a la localización y la fallas de la infraestructura (vial, de servicios públicos y de mitigación del riesgo).</p> <p>En contraposición, la exposición (elementos expuestos) es mencionada repetidas veces. Se muestran las variaciones en la exposición de los barrios y sitios frente a la amenaza, de acuerdo con los inventarios de viviendas en zona de riesgo (2003 y 2009), documentos como el Plan de Ordenamiento Territorial (2000) y la modelación hidráulica del río (Pulecio, 2008 citado en REDH, 2013), la prensa y las observaciones propias; las causas de estos cambios son la ineficacia de las medidas de reducción del riesgo, el reasentamiento sobre zonas liberadas, el asentamiento sobre zonas de influencia del río y la ocurrencia del fenómeno de La Niña (2010-2011) con dimensiones extraordinarias.</p>

1.3.2.2 Elementos expuestos y su vulnerabilidad
No se expone el estimativo de la población o de las viviendas localizadas en zona de riesgo. Tampoco se hace referencia a la tendencia del crecimiento poblacional o a la planificación inadecuada del territorio, pero sí se hace evidente la expansión de la ocupación de sectores en zona de riesgo.
1.3.2.3 Daños y pérdidas que pueden presentarse
Los daños descritos son aquellos reportados en los registros históricos, al igual que los relacionados con el último fenómeno de gran afectación en el país: La Niña 2010-2011; en cuanto a los daños estimados, se identifican, de forma general, las áreas que podrían peligrar por la manifestación de una amenaza.
Por otra parte, no se hace referencia a la estimación de las pérdidas.
1.3.2.4 Medidas e intervenciones antecedentes
Se mencionan medidas e intervenciones para la reducción del riesgo como los jarillones, los hexápodos, los muros de protección, la canalización de tributarios y la liberación de áreas en algunos sectores.
Se enuncian procesos de reubicación de asentamientos para algunos barrios, sin embargo estos han sido insuficientes puesto que se presentan reasentamientos en zonas en riesgo hidrológico.
<b>1.4 Análisis futuro</b>
1.4.1 Escenario crítico
El objetivo mismo del SAT se muestra como una posibilidad de reducción de los factores del riesgo de desastres asociadas a inundaciones y avenidas torrenciales en el tramo urbano del río Consota, ante una situación que no ha tenido un apropiado proceso de gestión. Sin embargo, no se efectúa una reflexión o discusión que trate la evolución del escenario de riesgo, así como el peor escenario posible según los eventos presentados a través del tiempo.
1.4.2 Medidas de intervención del escenario de riesgo
Se identifican los subprocesos de la gestión del riesgo de desastres en el componente conceptual del documento y en las responsabilidades de los actores que hacen parte del SAT, entre ellos se encuentran:
- Medidas para el conocimiento del riesgo: la elaboración de estudios sobre las condiciones de riesgo y de apoyo para los procesos de la gestión del riesgo mediante la participación de la comunidad, el establecimiento y mejoramiento de un sistema de monitoreo y vigilancia de las condiciones de riesgo, la comunicación y divulgación de la información sobre los escenarios del riesgo y para la preparación para la respuesta a emergencias.
- Medidas tendientes a reducir o controlar las condiciones actuales del riesgo: la implementación del SAT y la inclusión del conocimiento generado en la actualización de los instrumentos de planificación territorial.
- Medidas para el manejo del desastre: la preparación ante la ocurrencia de un evento peligroso, y el aumento de la capacidad de respuesta y capacitación.
Cabe mencionar que estas medidas no están relacionadas propiamente con el escenario crítico del riesgo en el tramo urbano del río, ni se identifica de manera específica los requerimientos para llevarlas a cabo.

<b>2. Monitoreo y vigilancia</b>
2.1 Instrumentación
2.1.1 Equipos o redes existentes
<p>Se enuncia la operación de la red de observadores e informantes comunitarios en el tramo urbano del río Consota a través de COVARIC, su funcionamiento gracias a los saberes de la comunidad, la cadena de llamadas y las alarmas sonoras; además, se señala la necesidad de equipos de monitoreo y vigilancia que apoyen las herramientas con las que funciona (cadena de llamadas).</p> <p>Se mencionan tres estaciones de monitoreo de Cenicafé en el área de influencia de la cuenca: La Catalina, Hiroshima-La Bamba y La Renta. Estas no son incluidas dentro de la propuesta del SAT del río Consota debido a la accesibilidad de los datos y a su disponibilidad en tiempo real; de igual modo, las estaciones que hacen parte de la REDH (Bocatoma acueducto Pérez Alto, Bocatoma acueducto Acuasat Tinajas, Quebrada El Oso, UTP, Mundo Nuevo) no se tienen en consideración en el diseño del SAT, puesto que no son telemétricas.</p> <p>Por otra parte, la estación de la REDH ubicada en el centro de la ciudad y denominada El Lago (climatológica telemétrica), tampoco se incluye en la propuesta a causa de que, según las necesidades iniciales del SAT, el monitoreo de las variables climáticas se hace más relevante en la cuenca alta.</p> <p>De la REDH se indica su competencia en la operación de estaciones de monitoreo, así como del “procesamiento, interpretación y divulgación de la información, infraestructura instalada para tal fin y el conocimiento de la dinámica biofísica de la zona” (REDH, 2013).</p>
2.1.2 Estaciones de monitoreo y vigilancia propuestas
<p>Se plantea la instalación de 6 estaciones de monitoreo y vigilancia, 2 climatológicas y 4 hidroclimatológicas, además de 3 miras para la observación, que permitirán la obtención de datos sobre las características del río Consota en distintas zonas de la cuenca; dichos datos serán recibidos y procesados por la estación Central UTP de la REDH.</p> <p>Además, se sugiere la inclusión de una red de monitoreo de laderas en la cuenca alta, así como la densificación de las estaciones para la vigilancia de variables hidroclimatológicas.</p> <p>El planteamiento incluye la descripción de los equipos de monitoreo y vigilancia, y la elaboración de un mapa de localización de las estaciones en la cuenca del río Consota, que tiene en consideración el contexto de los sectores y los principales tributarios de la corriente.</p>
<b>3. Comunicación y difusión</b>
3.1 Medidas de conocimiento del riesgo
<p>En cuanto al conocimiento del riesgo, se hacen evidentes los desarrollos logrados por COVARIC, como una iniciativa propia de la comunidad que ha contribuido a la identificación y análisis de la problemática ambiental en la cuenca del río Consota, principalmente la relacionada con el riesgo ante inundaciones y avenidas torrenciales. En ese sentido, se establece en la construcción conceptual del SAT, así como en la propuesta de la estructura operativa, la participación de la comunidad en los procesos de la gestión del riesgo.</p>

### 3.1 Medidas de conocimiento del riesgo

Dentro de las funciones de los componentes del SAT se mencionan actividades asociadas al conocimiento del riesgo: identificación de escenarios de riesgo, el análisis, la evaluación y el monitoreo del riesgo, y la educación y comunicación para promover la concientización de la población. Además de la interrelación y retroalimentación permanente entre los actores por medio de óptimos canales de comunicación, para asegurar la permanencia en el tiempo del sistema, así como la revisión y actualización de la información sobre las condiciones del riesgo.

En la propuesta de la estructura operativa se encuentra, para el componente comunitario, el planteamiento de la Red de Observadores Comunitarios del Consota (ROCC), con las capacidades y los equipos requeridos, así como el protocolo de comunicación de la observación y el registro de las características del río. En dicho planteamiento se identifican algunos habitantes e integrantes de la red de informantes de COVARIC que harían parte de la ROCC.

Se señalan algunas estrategias de apropiación social del sistema en su fase de implementación: socialización del diseño del SAT, capacitación de los líderes comunitarios y la inclusión de la ROCC en los procesos de gestión del riesgo del municipio.

De igual forma, se formula el protocolo de comunicación del SAT, en el que las características de la cuenca son monitoreadas por los componentes técnico y comunitario, y se establece el orden en el flujo de la información, que apoyará los procesos de conocimiento del riesgo y manejo de desastres.

Se hace referencia al tratamiento de la información hidroclimatológica, su optimización en el desarrollo de los componentes técnicos de las estaciones y la retroalimentación entre los componentes del SAT durante su operación; los aspectos a tener en cuenta en el registro y análisis de las variables monitoreadas y la intención de efectuar seguimiento en tiempo real del comportamiento hidroclimatológico de la cuenca, como también la comunicación de este a los demás componentes por medio de boletines informativos periódicos.

Pese a esto, no se menciona la página web de la REDH que ha estado disponible al público desde el año 2009, aproximadamente.

### 3.2 Medidas de reducción del riesgo

En la descripción de COVARIC se resalta su trabajo como una red de informantes “que busca alertar a las personas ante eventos de inundaciones o avenidas torrenciales y de cambios en el nivel del río Consota”, así como su labor en la recuperación paisajística y ambiental del río con las jornadas de remoción de residuos sólidos, “con la intención de prevenir represamientos” (REDH, 2013).

Las medidas de reducción del riesgo indicadas se asocian primordialmente a actividades que aumentan la resiliencia de la población, no obstante, la relación en torno a estas y la resiliencia es tácita puesto que, en los momentos en que se hace explícito el concepto, se hace referencia únicamente a la organización y trabajo de la comunidad (JAC), y a la generación de capacidades para la respuesta por medio de la preparación.

### 3.2 Medidas de reducción del riesgo

También se habla de las necesidades de educación, capacitación, concientización y participación de la población sobre los procesos de la gestión del riesgo, las cuales pueden ser consideradas como actividades para el empoderamiento de la comunidad y que, consecuentemente, la hace más resiliente.

Del mismo modo, se hace énfasis en el fomento de la interrelación y la comunicación entre los actores de los componentes del SAT, para el cumplimiento de sus funciones en torno a la gestión del riesgo.

Finalmente, el SAT es entendido como una herramienta que no solo permite el conocimiento del riesgo y el manejo de desastres, sino que igualmente reduce el riesgo al disminuir algunos de sus factores (elementos expuestos).

### 3.3 Medidas de manejo del desastre

Se trata el elemento de comunicación y difusión específicamente en el aparte de la emisión de alertas y alarmas (manejo del desastre), el cual incluye las acciones que implica la declaración de los diferentes niveles de alerta y la comunicación entre los componentes del SAT.

Se formulan los protocolos de activación y comunicación del SAT, en los que se establecen los flujos de información y los pasos para la declaración de la alerta y la emisión de alarmas. Se señalan algunos de los medios a través de los cuales se puede transmitir la información (aplicación móvil, mensaje de texto a celular, llamada telefónica, radioteléfono o correo electrónico), los sistemas acústicos (sirenas) como medida de alarma y los medios de divulgación de la información sobre las condiciones amenazantes de la cuenca (boletín, aviso y alerta).

Este planteamiento se hace de acuerdo con las disposiciones del Sistema Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, para así guardar coherencia entre los instrumentos utilizados en el territorio nacional. Asimismo, se hace referencia a seguir los lineamientos dispuestos en el plan de emergencia para la preparación para la respuesta.

Se resalta la necesidad de generar credibilidad y confianza con la información brindada al público en la emisión de alertas y alarmas, además de procurar la consideración de aspectos técnicos, institucionales y socioculturales.

A pesar de que se trata la retroalimentación y optimización entre los componentes del SAT, no se habla del desarrollo de estudios que verifiquen la accesibilidad y la efectividad de los procesos de comunicación y difusión entre los componente del SAT (solo el análisis de los sistemas acústicos para la emisión de alarmas), ni de sistemas de mantenimiento y apoyo en caso de fallas en el funcionamiento (únicamente los desarrollos tecnológicos en las estaciones para prevenir averías).

Por otro lado, el fomento de la participación social en las medidas de manejo de los desastres, se refiere a la capacitación y preparación de la comunidad frente a la ocurrencia de un evento o de una emergencia. Ahora bien, no se hace énfasis sobre la construcción de dicha preparación mediante la determinación de escenarios de desastres con los actores, es decir, con actividades que respondan específicamente a las condiciones del tramo urbano del río, pese a que dentro de las funciones del componente institucional se indica, de manera general, la retroalimentación y optimización de los procesos para el manejo de desastres en la articulación con los demás componentes.



<b>3.3 Medidas de manejo del desastre</b>
<p>Por último, como se ha mencionado en otros puntos de este diagnóstico, la labor de COVARIC incluye una red de informantes que funciona a través de la observación del comportamiento de la corriente, la emisión de alertas por medio de una cadena de llamadas y la activación de alarmas ubicadas en ciertos barrios del tramo urbano. De igual manera, la ROCC es planteada como “el eje articulador de los procesos de comunicación” entre los componentes del SAT (REDH, 2013), que no solo incluye aspectos del monitoreo de las condiciones del riesgo, sino de la preparación para la respuesta a una emergencia.</p>
<b>B. Organización del SAT</b>
<b>1. Componentes del SAT</b>
<b>1.1 Componente institucional</b>
<p>Se incluye dentro de la propuesta de la estructura operativa del SAT la disposición normativa que organiza al Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres de Pereira (CMGRD), con la que se establecen los actores institucionales que conformarán el sistema; las relaciones con los demás actores de los componentes del SAT se formalizan también de acuerdo con el CMGRD.</p> <p>Se fija a la Dirección Operativa para la Prevención y Atención de Desastres (DOPAD) en la coordinación de este componente y la colaboración de los organismos de protección de la sociedad civil en el cumplimiento de sus funciones.</p> <p>Las funciones del componente abarcan las determinadas en la normatividad y en los objetivos propios de las entidades, así como los expuestos en las estrategias del Plan Local de Gestión Integral del Riesgo del municipio de Pereira (2011).</p> <p>Las capacidades de los actores son aquellas asociadas a sus funciones, pues cada uno de ellos debe estar en competencia de realizarlas; sin embargo, no se menciona el talento humano o los equipamientos con los que se contaba en el momento.</p>
<b>1.2 Componente técnico</b>
<p>Además de los actores dispuestos dentro del CMGRD de Pereira que orientan y apoyan a las funciones técnicas del SAT (Corporación Autónoma y empresa de acueducto y alcantarillado), se propone para la coordinación de este componente a la REDH, la cual cuenta con las capacidades para la operación del sistema de monitoreo y vigilancia, además de instrumentación hidroclimatológica en el municipio.</p> <p>Se definen las funciones y responsabilidades de los actores principales del componente (REDH, CARDER y la empresa Aguas y Aguas de Pereira), según los roles indicados por la normatividad.</p>
<b>1.3 Componente comunitario</b>
<p>La labor de COVARIC es entendida como un esfuerzo sobresaliente de la gestión comunitaria del riesgo y se hace hincapié en el aprovechamiento de esta en el SAT, por lo tanto se propone la conformación de la ROCC, a partir de la red de informantes de dicha organización, para la coordinación del componente comunitario.</p>

## 1. Componentes del SAT

### 1.3 Componente comunitario

Entre las capacidades organizativas de la comunidad se encuentra el trabajo desarrollado a través de las JAC y COVARIC, así como la coordinación entre diferentes actores para la realización de actividades de la gestión del riesgo; el acompañamiento y apoyo lo han logrado obtener de la CARDER, la Alcaldía municipal, la empresa de acueducto y alcantarillado Aguas y Aguas de Pereira, la empresa de aseo Atesa de Occidente, la policía, la Red Juntos, el AMCO, el SENA y la Universidad Católica de Pereira.

Cabe anotar que COVARIC está formada por líderes comunales, integrantes de las JAC y la comunidad de los asentamientos de la ribera del Consota; su red de informantes cuenta con la experiencia en la observación de las características del río y en la comunicación y emisión de alertas, al igual que con unas alarmas sonoras en algunos barrios ribereños.

El funcionamiento de dicha red ha sido útil, no obstante, se indica que ha habido fallas en la cadena de llamadas y por lo tanto en la emisión de alertas.

COVARIC enuncia la necesidad de contar con más equipos de monitoreo y vigilancia, la cual espera resolverse en el desarrollo del SAT.

Respecto al fomento de la participación comunitaria, en la formulación del SAT y de su estructura operativa se señala a la comunidad como uno de los principales componentes del sistema, que debe estar en constante interacción con las otras partes para el desarrollo de los procesos de la gestión del riesgo. Por otro lado, se menciona a la capacitación y la educación de la comunidad como funciones y responsabilidades de los componentes del SAT.

Para finalizar, no se hace referencia a la percepción del riesgo y los desastres por parte de la población, esta solo puede inferirse de la necesidad de considerar las condiciones culturales de los habitantes del tramo urbano en el momento de emitir las alertas y alarmas.

### 1.4 Financiamiento del SAT

En cuanto al tema del financiamiento del sistema, su enunciación se hace de manera general, aunque se podría entender que la institucionalización del SAT a partir de las designaciones normativas municipales (el programa *Instalación y consolidación de redes de procesamiento y sistemas de detección y alertas tempranas para la vigilancia y aviso oportuno a la población* del Plan Local de Gestión Integral del Riesgo del municipio de Pereira), genera un marco desde el cual los actores están en la obligación de cumplir con sus funciones.

De igual forma, dentro de las responsabilidades de los componentes institucional y técnico se hace referencia al apoyo financiero para la operación y mantenimiento de los equipos de la red, y a la garantía de los recursos para la permanencia del sistema en el tiempo.

En otro orden de ideas, no se menciona la posibilidad de generar alianzas de trabajo con el sector privado o de obtener apoyo de agencias internacionales, sin embargo, se señala la contribución de Autopistas del Café en la financiación de una estación para la REDH.

<b>2. Protocolos y procedimientos</b>
<b>2.1 Protocolo de activación, comunicación y emisión de alerta</b>
<p>Se formulan los protocolos de activación y de comunicación de alertas del SAT; en el primero se definen los pasos a seguir por los actores para la activación del sistema según las características y la evolución de las condiciones de amenaza. En el segundo se indican los flujos de información que deben darse entre los actores ante la potencial ocurrencia de un evento y en caso de que se presente una emergencia; la generación y comunicación de las alertas debe involucrar fuentes fidedignas para evitar la pérdida de confianza en el sistema.</p> <p>De igual forma se señalan las características de los distintos niveles de alerta, así como las acciones que implican su declaración. Además, se enuncian algunos de los medios a través de los cuales se transmitiría la información a los distintos actores del sistema (aplicación móvil, mensaje de texto a celular, llamada telefónica, radioteléfono o correo electrónico) y los medios de divulgación de la información con o sin ocurrencia de fenómenos amenazantes (boletín, aviso y alerta). También se menciona a los sistemas acústicos (sirenas) como medida para comunicar la alarma a la población.</p> <p>En cuanto a la generación y difusión de alertas y alarmas, se indica que debe existir conformidad con las disposiciones establecidas por el Sistema Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, para procurar la coherencia de los criterios de emisión en el contexto nacional. Igualmente se debe tener en consideración su efectividad y optimización de acuerdo con las condiciones culturales de las comunidades implicadas.</p> <p>En lo que se refiere a los recursos requeridos para la respuesta, se tratan las necesidades de formación de los actores en su preparación y ejecución, la determinación de los umbrales críticos para la definición de las alertas, y los medios para transmitir la alarma según lo más apropiado para la comunidad y autoridades.</p>
<b>2.1.1 Condiciones de monitoreo para la emisión de alertas</b>
<p>Se mencionan algunos aspectos a tener en cuenta en la determinación de las condiciones para la emisión de alertas (umbrales críticos): la información requerida y las variables analizadas.</p>
<b>2.2 Seguimiento y evaluación de la implementación del SAT</b>
<p>Desde lo conceptual, se señala a la retroalimentación entre los componentes del SAT como un mecanismo clave para la optimización de procesos, también se indica entre las funciones de los componentes la actualización de los procesos de la gestión del riesgo y la garantía de la armonía en su ejercicio y operación; no obstante, el seguimiento y la evaluación no son tratados en el diseño del SAT, ni se hace una breve enunciación para tenerlos en consideración durante la implementación del sistema.</p> <p>Tampoco se indica la necesidad de formular estrategias para el seguimiento y la evaluación de procesos operativos que incluyan el mantenimiento y la modernización de los recursos (únicamente se sugiere el desarrollo tecnológico de los componentes de las estaciones), la participación de la comunidad, la calidad de la información, la efectividad de los procesos comunicativos y de difusión, la realización de pruebas periódicas (simulacros) para comprobar y afianzar la preparación y la capacidad de respuesta, el monitoreo del logro de objetivos en la implementación del SAT, entre otros.</p>

Fuente: elaboración propia.

## 1.2 Diagnóstico del SAT para la cuenca del río San Eugenio

Tabla 8. Matriz diagnóstica del diseño del SAT para la cuenca del río San Eugenio.

<b>Sistema de Alerta Temprana para la cuenca del río San Eugenio</b>
<b>A. Conocimiento del riesgo</b>
<b>1. Información técnico-científica</b>
<b>1.1 Información documental</b>
<p>La información documental disponible e incluida en el diseño del SAT corresponde a la bibliografía encontrada en la CARDER, la oficina de gestión del riesgo municipal, el Consejo Departamental para la Gestión del Riesgo de Desastres (Risaralda), periódicos locales y nacionales y la plataforma DesInventar; las referencias de dichos documentos están en el anexo D.</p> <p>Los documentos que tratan sobre las características físicas y socioeconómicas abarcan estudios ambientales del municipio de Santa Rosa de Cabal y su zona urbana, así como de la cuenca del río San Eugenio. La caracterización del riesgo fue realizada a partir de los estudios ambientales y de riesgos ambientales del municipio y del tramo urbano del río, los inventarios de viviendas en zona de riesgo por inundación y/o deslizamiento de Santa Rosa de Cabal y del tramo urbano del río San Eugenio, el Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio (2000) y el inventario histórico de pérdidas del departamento de Risaralda (2014); la información indica el riesgo presente a un nivel territorial de barrio y vivienda.</p> <p>Los instrumentos normativos tenidos en consideración para el diseño del SAT fueron la Ley 1523 de 2012 (adopción de la Política Nacional de la Gestión del Riesgo de Desastres), el Decreto municipal 173 de 2012 (Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres), el Acuerdo municipal 24 de 2011 (Plan de Gestión Local del Riesgo de Santa Rosa de Cabal) y el Programa “Santa Rosa de Cabal territorio adaptado al cambio climático” del Plan municipal de desarrollo 2012-2015.</p>
<b>1.2 Descripción del área de estudio</b>
<b>1.2.1 Características físicas</b>
<p>La caracterización física de la cuenca incluye aspectos como su geomorfología, geología, procesos erosivos, coberturas y usos del suelo, morfometría, clima e información fluviométrica (tanto de la cuenca como de las principales subcuencas).</p> <p>También cuenta con la elaboración un mapa de localización de la cuenca del río San Eugenio en el contexto municipal y departamental, y un mapa de las subcuencas del tramo urbano (zona de estudio para la modelación hidráulica).</p>
<b>1.2.2 Características socioeconómicas</b>
<p>La caracterización socioeconómica del tramo urbano del río San Eugenio hace referencia a los barrios que fueron incluidos en la actualización del inventario de viviendas en zona de riesgo por inundación (UNAL-CARDER, 2010a citado en REDH y EIS, 2014); dicha descripción proporciona el número de viviendas inventariadas y los datos de la población como la distribución por sexo y grupos etarios, la ocupación laboral, el estado civil, el nivel de ingresos, el nivel educativo, la morbilidad, la estratificación, la tenencia de vivienda, la necesidad de vivienda, el material de construcción de las viviendas y la cobertura de servicios públicos (acueducto y electricidad).</p>

### 1.2.2 Características socioeconómicas

Por otra parte, se hace mención de la tendencia de urbanización de las llanuras de inundación del río y de la constitución legal de los asentamientos, haciendo evidente las falencias en la planificación urbana municipal y la permisividad de la administración local en la ocupación de zonas en riesgo. Sin embargo, no se tiene en cuenta el crecimiento poblacional, la demanda de vivienda y los procesos de migración en el municipio.

En ese orden de ideas, tampoco se hace referencia a los usos del suelo en el tramo urbano ni se consideran factores como grupos étnicos, discapacidad, acceso a los equipamientos colectivos y puntos sensibles del ambiente.

En cuanto a lo organizacional, se señala la interrupción de proyectos en la zona, puesto que no han tenido procesos de apropiación adecuados por parte de los actores involucrados (instituciones y comunidad). Un ejemplo de ello es el grupo Amigos del río San Eugenio, que se constituyó a través del desarrollo de talleres entre la comunidad y la UNAL-CARDER (2010b, citado en REDH y EIS, 2014) para el conocimiento y manejo del riesgo por inundación y avenida torrencial en la cuenca urbana del río; no obstante, una vez terminado el proyecto institucional, el grupo se disolvió.

De igual forma, no se indica la representación de los barrios mediante las JAC, pero sí se trata el tema de su participación en la formulación de la estructura operativa del SAT.

## **1.3 Caracterización de los escenarios de riesgo asociados con fenómenos hidrometeorológicos**

### 1.3.1 Situación de desastres o emergencias antecedentes

En el acápite “El riesgo” del documento se hace una mención general de los eventos históricos de inundaciones y avenidas torrenciales del tramo urbano del río San Eugenio. En este se identifica el número de registros de los eventos en el periodo disponible (1955-2012), y sus impactos (personas damnificadas y evacuadas, y viviendas destruidas y afectadas). Asimismo, se exponen las zonas y los barrios afectados por los fenómenos hidrometeorológicos, los cambios en las condiciones de riesgo debido a las intervenciones humanas en el área ribereña, la variación en el número de viviendas en riesgo registradas y los factores naturales y socionaturales detonantes o que favorecen la ocurrencia del evento.

Se nombra a la herramienta DesInventar, a las autoridades locales y a la prensa, como los recopiladores de la información sobre las inundaciones y avenidas torrenciales.

Se hace referencia al fenómeno de La Niña de manera tácita y explícita. En el primer caso se habla de un suceso que afectó a una zona en fecha posterior al inventario de 2010, es decir, durante la manifestación del fenómeno ENOS; y en el segundo caso, se menciona un evento específico ocasionado por las precipitaciones anormales relacionadas con La Niña y el contexto socioambiental e institucional del municipio, en el que se presentó la concatenación de varios fenómenos peligrosos y que generó preocupación a nivel nacional por su magnitud.

De igual modo, se enuncian las afectaciones originadas en dicha emergencia de la estación invernal.

1.3.1 Situación de desastres o emergencias antecedentes
<p>Por otra parte, no se hizo una asociación entre la recurrencia de los eventos con el régimen bimodal de precipitación y el fenómeno ENOS, ni una breve caracterización de los factores de amenaza relacionados con la <i>Ola invernal 2010-2011</i> (valor de las precipitaciones y caudales en la cuenca).</p> <p>Por último, no se mencionan las actividades llevadas a cabo por las instituciones pertinentes en la respuesta y posterior rehabilitación y reconstrucción, ni las implicaciones o acciones originadas a partir del suceso, tanto por las autoridades como por la comunidad.</p>
1.3.2 Escenarios de riesgo por inundación y avenida torrencial
1.3.2.1 Condición de amenaza
<p>Además de la descripción de las características físicas de la cuenca en relación con los aspectos naturales y siconaturales detonantes de las inundaciones y avenidas torrenciales, se retoma información sobre las altas precipitaciones y caudales de la cuenca, así como procesos de deterioro ambiental asociados al inadecuado uso del suelo y agua, y las inapropiadas modificaciones al paisaje o diseño de obras de infraestructura (puentes y medidas de mitigación del riesgo). Por lo tanto, se mencionan, de manera general, los principales factores de amenaza ligados a la ocurrencia e intensificación de dichos eventos hidrometeorológicos en el tramo urbano del río San Eugenio.</p> <p>Igualmente, se señalan las zonas en riesgo de inundación y avenida torrencial de acuerdo con la actualización del inventario de viviendas (Gobernación de Risaralda, 2010 citado en REDH y EIS, 2014), el POT (Concejo municipal, 2000 citado en REDH y EIS, 2014) y la Base ambiental con énfasis en riesgos del municipio (CARDER y FOREC, 2001 citado en REDH y EIS, 2014).</p> <p>También se incluye la elaboración de un mapa de amenaza hidrológica del tramo urbano del río para un periodo de retorno de 100 años, en el que se identifican zonas que podrían verse afectadas por las inundaciones y avenidas torrenciales. Dicho mapa fue diseñado a partir de los estudios hidrológicos (2006 y 2010), los inventarios de viviendas en zona de riesgo (2010), el estudio de riesgos ambientales (2010), el POT (2000), el análisis de los eventos históricos y las visitas a campo.</p> <p>Aunque no se enuncian explícitamente los actores significativos en la condición de amenaza, se indica la participación de la administración y las autoridades locales en la configuración del riesgo debido a su insuficiente gestión ambiental urbana, así como a quienes realizan actividades mineras en la ribera (extracción de material de arrastre).</p>
1.3.2.2 Elementos expuestos y su vulnerabilidad
<p>Se enuncia la relación entre los factores de vulnerabilidad (física, social, económica) y de exposición en la configuración del riesgo de desastres, tanto en lo conceptual como en la realidad del municipio. Se hace referencia a la vulnerabilidad ecológica al indicar a la degradación ambiental como un factor determinante en la conformación de los escenarios de riesgo, aunque se asocia primordialmente a la amenaza.</p>

<p><b>1.3.2.2 Elementos expuestos y su vulnerabilidad</b></p>
<p>En cuanto a los elementos expuestos, se mencionan las viviendas, los puentes, los potreros, los solares y los equipamientos e infraestructura pública (vías, áreas recreativas y deportivas); por otra parte, algunos puentes y estructuras asociadas a ellos son, a su vez, considerados elementos que intensifican la amenaza.</p> <p>Se muestran las variaciones en la exposición de las viviendas de la zona ribereña frente a la amenaza y las causas de estas: la ineficacia de las medidas de reducción del riesgo, el reasentamiento de población en zonas liberadas y el favorecimiento de las condiciones de amenaza con procesos de deterioro del entorno.</p> <p>De igual manera, se señala el estimativo de la población y de las viviendas localizadas en zona de riesgo según el último inventario realizado. Por otro lado, se hace referencia a la tendencia de ocupación de la ribera, la migración campo-ciudad del municipio y la planificación inadecuada del territorio, aunque no de la demanda de vivienda o crecimiento poblacional.</p>
<p><b>1.3.2.3 Daños y pérdidas que pueden presentarse</b></p>
<p>Los daños descritos son aquellos reportados en los registros históricos, al igual que los mencionados para el último evento de gran afectación detonado con las dimensiones extraordinarias de La Niña 2010-2011; con relación a los daños estimados, se identifican, de forma general, las áreas y elementos que podrían peligrar por la manifestación de una amenaza.</p> <p>Por otra parte, no se hace referencia a la estimación de las pérdidas.</p>
<p><b>1.3.2.4 Medidas e intervenciones antecedentes</b></p>
<p>Se mencionan medidas e intervenciones para la reducción del riesgo como los gaviones, los muros de contención, el dique en concreto, la liberación de algunos sectores y su aprovechamiento a través de la instalación de equipamiento colectivo. No obstante, se indica que las obras con las que se ha pretendido mitigar el riesgo, no han garantizado la seguridad de la comunidad en ciertas zonas debido a su mal estado y fallas en su diseño, al no abarcar los escenarios críticos de la cuenca.</p> <p>Asimismo, se enuncian procesos de reubicación de asentamientos, aunque también la necesidad de generar continuidad en estos y en la recuperación y aprovechamiento de las áreas liberadas, ya que en algunos sectores se presentan nuevamente construcciones.</p>
<p><b>1.4 Análisis futuro</b></p>
<p><b>1.4.1 Escenario crítico</b></p>
<p>Se indica como un escenario crítico el acontecido durante el fenómeno de La Niña, el cual incluyó la concatenación de factores de amenaza de una inmensa magnitud e intensidad. En la descripción de esta emergencia se refleja la interacción entre las condiciones del riesgo, sin embargo no se efectúa una reflexión que trate la evolución del escenario, así como el peor escenario posible según los eventos presentados a través del tiempo.</p> <p>Sobre las posibilidades de reducción de los factores del riesgo del escenario crítico, el SAT, en sí mismo, tiene por objetivo la mitigación de aquellas condiciones en el tramo urbano del río. Empero, no se hace una discusión profunda al respecto, sino enunciaciones de los aspectos involucrados en su ocurrencia y de la necesidad de realizar intervenciones para transformar los escenarios de riesgo de desastres.</p>

#### 1.4.2 Medidas de intervención del escenario de riesgo

Se identifican los subprocesos de la gestión del riesgo de desastres en el componente conceptual del documento y en las responsabilidades de los actores que hacen parte del SAT, entre ellos se encuentran:

- Medidas para el conocimiento del riesgo: la elaboración de estudios sobre las condiciones de riesgo por inundación y avenida torrencial mediante la participación de la comunidad, así como de su posible concatenación con otras amenazas (sísmica, hidrológica y geotécnica) y la manifestación de un desastre complejo. El establecimiento y mejoramiento de un sistema de monitoreo y vigilancia de las condiciones de riesgo, la comunicación y divulgación de la información sobre los escenarios del riesgo y para la preparación para la respuesta a emergencias.
- Medidas tendientes a reducir o controlar las condiciones actuales del riesgo: la implementación del SAT y la inclusión del conocimiento generado en la actualización de los instrumentos de planificación territorial.
- Medidas para el manejo del desastre: la preparación ante la ocurrencia de un evento peligroso, y el aumento de la capacidad de respuesta y capacitación.

Cabe mencionar que estas medidas no están relacionadas propiamente con el escenario crítico del riesgo en la cuenca del río, ni se identifica de manera específica los requerimientos para llevarlas a cabo.

## 2. Monitoreo y vigilancia

### 2.1 Instrumentación

#### 2.1.1 Equipos o redes existentes

Se muestran en los anexos cinco estaciones de monitoreo del IDEAM y Cenicafé en el área de influencia de la cuenca, de acuerdo con el estudio hidrológico del río (UNAL-CARDER, 2010a citado en REDH y EIS, 2014): Planta de tratamiento, La Reina, San Remo, El Cedral y Potreros. Estas no son incluidas dentro de la propuesta del SAT del río San Eugenio debido a la accesibilidad de los datos y a su disponibilidad en tiempo real.

Por otro lado, la estación de la REDH ubicada en el municipio de Santa Rosa de Cabal y denominada San José (climatológica telemétrica), se incluye en la propuesta, ya que sirve de referente del clima de la zona, a pesar de no estar dentro de la cuenca.

De la REDH se indica su competencia en la operación de estaciones de monitoreo, así como del “procesamiento, interpretación y divulgación de la información, infraestructura instalada para tal fin y el conocimiento de la dinámica biofísica de la zona” (REDH y EIS, 2014).

#### 2.1.2 Estaciones de monitoreo y vigilancia propuestas

Se plantea la instalación de 6 estaciones de monitoreo y vigilancia, 1 climatológica y 5 hidroclimatológicas, además de 3 miras para la observación, que permitirán la obtención de datos sobre las características del río San Eugenio en distintas zonas de la cuenca; dichos datos serán recibidos y procesados por la estación Central UTP de la REDH.

Asimismo, se sugiere la inclusión de una red de monitoreo de laderas, así como la densificación de las estaciones para la vigilancia de variables hidroclimatológicas de la cuenca.



### 2.1.2 Estaciones de monitoreo y vigilancia propuestas

El planteamiento incluye la descripción de los equipos de monitoreo y vigilancia, y la elaboración de un mapa de localización de las estaciones en la cuenca del río, que tiene en consideración el contexto de los sectores y los principales tributarios de la corriente.

Además, se anota el desarrollo de un SAT en la cuenca alta del río San Ramón por parte del centro turístico Termales de Santa Rosa de Cabal y la necesidad de integrarlo al SAT del río San Eugenio.

## 3. Comunicación y difusión

### 3.1 Medidas de conocimiento del riesgo

En cuanto al conocimiento del riesgo, se hacen evidentes los desarrollos logrados por la comunidad en compañía de algunas instituciones y organizaciones, que han contribuido a la identificación y análisis de los escenarios de riesgo hidrológico en la cuenca del río San Eugenio; dicho análisis no solo ha incluido al riesgo antecedente y actual, sino al futuro, con la formulación de las necesidades y los compromisos de la población para el mejoramiento de la situación.

En este orden de ideas, se establece en la construcción conceptual del SAT, así como en la propuesta de la estructura operativa, la participación de la comunidad en los procesos de la gestión del riesgo. Dentro de las funciones de los componentes del SAT se mencionan actividades asociadas al conocimiento del riesgo: identificación de escenarios de riesgo, el análisis, la evaluación y el monitoreo del riesgo, y la educación y comunicación para promover la concientización de la población. Además de la interrelación y retroalimentación permanente entre los actores por medio de óptimos canales de comunicación, para asegurar la permanencia en el tiempo del sistema, así como la revisión y actualización de la información sobre las condiciones del riesgo. Por lo tanto, la incorporación de los saberes de la comunidad no es indicada explícitamente, pero sí de manera tácita en la formulación de las responsabilidades de los componentes.

En la propuesta de la estructura operativa se encuentra, para el componente comunitario, el planteamiento de la red de observadores comunitarios con las capacidades y los equipos requeridos, al igual que el protocolo de comunicación de la observación y el registro de las características del río. En dicho planteamiento se identifican algunos habitantes que podrían hacer parte de la red.

Se señala la inclusión de los subprocesos del conocimiento del riesgo dentro de los planes comunitarios de gestión del riesgo, al igual que algunas estrategias de apropiación social del sistema en su fase de implementación: socialización del diseño del SAT, capacitación de los integrantes de la red de observadores y la incorporación de la red en los procesos de gestión del riesgo del municipio.

De igual forma, se formula el protocolo de comunicación del SAT, en el que las características de la cuenca son monitoreadas por los componentes técnico y comunitario, y se establece el orden en el flujo de la información, que apoyará los procesos de conocimiento del riesgo y manejo de desastres.

### 3.1 Medidas de conocimiento del riesgo

Se hace referencia al tratamiento de la información hidroclimatológica, su optimización en el desarrollo de los componentes técnicos de las estaciones y la retroalimentación entre los componentes del SAT durante su operación; los aspectos a tener en cuenta en el registro y análisis de las variables monitoreadas y la intención de efectuar seguimiento en tiempo real del comportamiento hidroclimatológico de la cuenca, como también la comunicación de este a los demás componentes por medio de boletines informativos periódicos.

Pese a esto, no se menciona la página web de la REDH que ha estado disponible al público desde el año 2009, aproximadamente.

### 3.2 Medidas de reducción del riesgo

En la descripción del trabajo desarrollado con las familias de la ribera y las propuestas de mejoramiento formuladas por la comunidad (a través de siete diálogos de saberes en el año 2010), se hace referencia a algunas medidas necesarias para la reducción del riesgo en la cuenca, como por ejemplo la reubicación de la población, la construcción de obras de mitigación, la recuperación paisajística y la recolección de residuos de las márgenes del río, el arreglo del sistema de alcantarillado, entre otras.

Las medidas de reducción del riesgo indicadas se asocian primordialmente a actividades que aumentan la resiliencia de la población, no obstante, la relación en torno a estas y la resiliencia es tácita puesto que, en los momentos en que se hace explícito el concepto, se menciona únicamente a la generación de capacidades para la respuesta por medio de la preparación.

Aun así, también se habla de las necesidades de educación, capacitación y participación de la población en los procesos de la gestión del riesgo, las cuales pueden ser consideradas como actividades para el empoderamiento de la comunidad y que, consecuentemente, la hace más resiliente.

Del mismo modo, se hace énfasis en el fomento de la interrelación y la comunicación entre los actores de los componentes del SAT, para el cumplimiento de sus funciones en torno a la gestión del riesgo.

Finalmente, el SAT es entendido como una herramienta que no solo permite el conocimiento del riesgo y el manejo de desastres, sino que igualmente reduce el riesgo al disminuir algunos de sus factores (elementos expuestos) y por ende, los daños potenciales.

### 3.3 Medidas de manejo del desastre

Se trata el elemento de comunicación y difusión específicamente en el aparte de la emisión de alertas y alarmas (manejo del desastre), el cual incluye las acciones que implica la declaración de los diferentes niveles de alerta y la comunicación entre los componentes del SAT.

Se formulan los protocolos de activación y comunicación del SAT, en los que se establecen los flujos de información y los pasos para la declaración de la alerta y la emisión de alarmas.

### 3.3 Medidas de manejo del desastre

Se señalan algunos de los medios a través de los cuales se puede transmitir la información (aplicación móvil, mensaje de texto a celular, llamadas telefónicas, radioteléfono o correo electrónico), los sistemas acústicos (sirenas y megáfonos) como medida de alarma y los medios de divulgación de la información sobre las condiciones amenazantes de la cuenca (boletín, aviso y alerta).

Este planteamiento se hace de acuerdo con las disposiciones del Sistema Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, para así guardar coherencia entre los instrumentos utilizados en el territorio nacional. Asimismo, se hace referencia a seguir los lineamientos dispuestos en los planes de emergencia, además de la Estrategia Municipal de Respuesta a Emergencias.

Se resalta la necesidad de generar credibilidad y confianza con la información brindada al público en la emisión de alertas y alarmas, además de procurar la consideración de aspectos técnicos, institucionales y socioculturales.

Se trata la retroalimentación y optimización entre los componentes del SAT, la programación de inspecciones y de mantenimiento preventivo de las estaciones y de los equipos usados por la comunidad, y la verificación de la transmisión de los datos de estas a la Central. No obstante, no se habla del desarrollo de estudios que verifiquen la accesibilidad y la efectividad de los procesos de comunicación y difusión entre los componente del SAT, ni de sistemas de apoyo en caso de fallas en el funcionamiento (únicamente los desarrollos tecnológicos en las estaciones para prevenir averías).

Por otro lado, el fomento de la participación social en las medidas de manejo de los desastres, se refiere a la capacitación y preparación de la comunidad frente a la ocurrencia de un evento o de una emergencia, así como a los compromisos adquiridos a través de los Planes Comunitarios de Gestión del Riesgo y los Comités de Emergencia Comunitarios [CEC] (coordinación para el plan de emergencias y el de evacuación, los primeros auxilios y el control de incendios).

En este orden de ideas, la construcción de dichas medidas para el manejo de desastres se ha efectuado mediante la determinación de escenarios de desastres con los actores (UNAL-CARDER, 2010b citado en REDH y EIS, 2014). De igual modo, dentro de las funciones del componente institucional se indica, de manera general, la retroalimentación y optimización de los subprocesos para el manejo de desastres en la interlocución con los demás componentes.

Por último, la red de observadores comunitarios es planteada como el eje articulador de los procesos de comunicación entre los componentes del SAT, que no solo incluye aspectos del monitoreo de las condiciones del riesgo, sino de la preparación para la respuesta a una emergencia.

<b>B. Organización del SAT</b>
<b>1. Componentes del SAT</b>
<b>1.1 Componente institucional</b>
<p>Se incluye dentro de la propuesta de la estructura operativa del SAT la disposición normativa que organiza al Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Santa Rosa de Cabal (CMGR), con la que se establecen los actores institucionales que conformarán el sistema; las relaciones con los demás actores de los componentes del SAT se formalizan también de acuerdo con el CMGR.</p> <p>Se fija a la oficina de gestión del riesgo en la coordinación de este componente y la colaboración de los organismos de protección de la sociedad civil en el cumplimiento de sus funciones.</p> <p>Las funciones del componente abarcan las determinadas en la normatividad y en los objetivos propios de las entidades, así como los expuestos en las estrategias del Plan de Gestión Local del Riesgo de Santa Rosa de Cabal (2011).</p> <p>Las capacidades de los actores son aquellas asociadas a sus funciones, pues cada uno de ellos debe estar en competencia de realizarlas; sin embargo, no se menciona el talento humano o los equipamientos con los que se contaba en el momento.</p>
<b>1.2 Componente técnico</b>
<p>Además de los actores dispuestos dentro del CMGR de Santa Rosa de Cabal que orientan y apoyan a las funciones técnicas del SAT (Corporación Autónoma y empresa de obras sanitarias), se propone para la coordinación de este componente a la REDH, la cual cuenta con las capacidades para la operación del sistema de monitoreo y vigilancia.</p> <p>Se definen las funciones y responsabilidades de los actores principales del componente (REDH, CARDER y EMPOCABAL), según los roles indicados por la normatividad.</p>
<b>1.3 Componente comunitario</b>
<p>Se propone la conformación de la red de observadores comunitarios del río San Eugenio para la coordinación del componente comunitario, a partir de los grupos de personas que han mostrado interés en la gestión del riesgo de la cuenca (Amigos del río, los Comités de Emergencia Comunitarios y las JAC).</p> <p>Cabe anotar que el planteamiento de la red de observadores incluye la participación de un grupo de voluntarios de los principales sectores de la ribera (en relación con las zonas altamente inundables), compuesto por miembros de la comunidad distinguidos por su liderazgo y conocimiento de los escenarios del riesgo y los desastres.</p> <p>Entre las capacidades organizativas de la comunidad se encuentra el trabajo desarrollado a través de los CEC y las JAC, primordialmente de los Barrios Unidos del Sur y San Eugenio, mediante la articulación de la población con actores institucionales para la realización de actividades respecto al conocimiento del riesgo (la percepción de los escenarios del riesgo y los desastres, y la identificación de las necesidades de la población frente a estos) y el manejo de los desastres (preparación para la respuesta a emergencias). Además de la labor adelantada con los Planes Comunitarios de Gestión del Riesgo.</p>

<b>1.3 Componente comunitario</b>
<p>Sin embargo, se enuncia que pese a que se han generado proyectos desde y con la comunidad, su continuidad se ha interrumpido debido a que no hay apropiación de los procesos por parte de los actores involucrados.</p> <p>Respecto al fomento de la participación comunitaria, en la formulación del SAT y de su estructura operativa se señala a la comunidad como uno de los principales componentes del sistema, que debe estar en constante interacción con las otras partes para el desarrollo de los procesos de la gestión del riesgo. Por otro lado, se menciona a la capacitación y la educación de la comunidad como funciones y responsabilidades de los componentes del SAT.</p> <p>Para finalizar, no se hace referencia a la percepción del riesgo y los desastres por parte de la población, esta solo puede inferirse de la necesidad de considerar las condiciones culturales de los habitantes del tramo urbano en el momento de emitir las alertas y alarmas. De igual modo, la referencia a la integración de los saberes de la comunidad en el SAT es tácita, cuando se indica que la red de observadores debe contar con personas que conozcan las condiciones del riesgo de la cuenca.</p>
<b>1.4 Financiamiento del SAT</b>
<p>En cuanto al tema del financiamiento del sistema, su enunciación se hace de manera general, aunque se podría entender que la institucionalización del SAT a partir de las designaciones normativas municipales (los programas del Plan de Gestión Local del Riesgo de Santa Rosa de Cabal), genera un marco desde el cual los actores están en la obligación de cumplir con sus funciones.</p> <p>De igual forma, dentro de las responsabilidades de los componentes institucional y técnico se hace referencia al apoyo financiero para la operación y mantenimiento de los equipos de la red, y a la garantía de los recursos para la permanencia del sistema en el tiempo.</p> <p>En otro orden de ideas, no se menciona la posibilidad de generar alianzas de trabajo con el sector privado o de obtener apoyo de agencias internacionales.</p>
<b>2. Protocolos y procedimientos</b>
<b>2.1 Protocolo de activación, comunicación y emisión de alerta</b>
<p>Se formulan los protocolos de activación y de comunicación de alertas del SAT; en el primero se definen los pasos a seguir por los actores para la activación del sistema según las características y la evolución de las condiciones de amenaza. En el segundo se indican los flujos de información que deben darse entre los actores ante la potencial ocurrencia de un evento y en caso de que se presente una emergencia; la generación y comunicación de las alertas debe involucrar fuentes fidedignas para evitar la pérdida de confianza en el sistema.</p> <p>De igual forma se señalan las características de los distintos niveles de alerta, así como las acciones que implican su declaración. Además, se enuncian algunos de los medios a través de los cuales se transmitiría la información a los distintos actores del sistema (aplicación móvil, mensaje de texto a celular, llamada telefónica, radioteléfono o correo electrónico) y los medios de divulgación de la información con o sin ocurrencia de fenómenos amenazantes (boletín, aviso y alerta). También se menciona a los sistemas acústicos (sirenas y megáfonos) como medida para comunicar la alarma a la población.</p>

<b>2.1 Protocolo de activación, comunicación y emisión de alerta</b>
En cuanto a la generación y difusión de alertas y alarmas, se indica que debe existir conformidad con las disposiciones establecidas por el Sistema Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, para procurar la coherencia de los criterios de emisión en el contexto nacional. Igualmente se debe tener en consideración su efectividad y optimización de acuerdo con las condiciones culturales de las comunidades implicadas.
En lo que se refiere a los recursos requeridos para la respuesta, se tratan las necesidades de formación de los actores en su preparación y ejecución, la determinación de los umbrales críticos para la definición de las alertas, y los medios para transmitir la alarma según lo más apropiado para la comunidad y autoridades.
<b>2.1.1 Condiciones de monitoreo para la emisión de alertas</b>
Se mencionan algunos aspectos a tener en cuenta en la determinación de las condiciones para la emisión de alertas (umbrales críticos): la información requerida y las variables analizadas.
<b>2.2 Seguimiento y evaluación de la implementación del SAT</b>
Desde lo conceptual, se señala a la retroalimentación entre los componentes del SAT como un mecanismo clave para la optimización de procesos, también se indica entre las funciones de los componentes la actualización de los procesos de la gestión del riesgo y la garantía de la armonía en su ejercicio y operación; no obstante, el seguimiento y la evaluación son tratados de manera general en el diseño del SAT, al realizarse una breve enunciación sobre la pertinencia del mantenimiento de las estaciones y los equipos de telecomunicación, la verificación de la efectividad de la transmisión de los datos de las estaciones, y la generación de desarrollos tecnológicos en los componentes de las estaciones.
Sin embargo, no se indica la necesidad de formular estrategias para el seguimiento y la evaluación de la participación de la comunidad, la calidad de la información, la efectividad de los procesos comunicativos y de difusión de la información, la realización de pruebas periódicas (simulacros) para comprobar y afianzar la preparación y la capacidad de respuesta, el monitoreo del logro de objetivos en la implementación del SAT, entre otros.

Fuente: elaboración propia.

### 1.3 Diagnóstico del SAT para la cuenca de la quebrada Dosquebradas

Tabla 9. Matriz diagnóstica del diseño del SAT para la cuenca de la quebrada Dosquebradas.

<b>Sistema de Alerta Temprana para la cuenca de la quebrada Dosquebradas</b>
<b>A. Conocimiento del riesgo</b>
<b>1. Información técnico-científica</b>
<b>1.1 Información documental</b>
La información documental disponible e incluida en el diseño del SAT corresponde a la bibliografía encontrada en la CARDER, la Oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres (OMPADE), el Consejo Departamental para la Gestión del Riesgo de Desastres (Risaralda), la plataforma DesInventar, periódicos locales y nacionales, la UTP y el Instituto de Desarrollo Municipal (IDM); las referencias de dichos documentos están en el anexo D.

<b>1.1 Información documental</b>
<p>Los documentos que tratan sobre las características físicas abarcan estudios ambientales y de riesgos ambientales del municipio de Dosquebradas, de la cuenca del río Otún y de la subcuenca de la quebrada Dosquebradas; la información acerca de las características socioeconómicas proviene del proyecto de revisión del Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Dosquebradas, estudios de riesgos ambientales municipales y del Plan de Emergencias y Contingencias de Dosquebradas.</p> <p>La caracterización del riesgo fue realizada a partir de los estudios ambientales y de riesgos ambientales del municipio y de su zona urbana, el POT (2000) y la revisión del POT (2015), el plan municipal de gestión del riesgo, el plan de emergencias, los inventarios de viviendas en zona de riesgo por inundación y deslizamiento de Dosquebradas y el inventario histórico de pérdidas del departamento de Risaralda (2015); la información indica el riesgo presente a un nivel territorial de barrio y vivienda.</p> <p>Los instrumentos normativos tenidos en consideración para el diseño del SAT fueron la Ley 1523 de 2012 (adopción de la Política Nacional de la Gestión del Riesgo de Desastres), el Decreto municipal 223 de 2012 (Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo), el Plan Municipal de Gestión del Riesgo del Municipio de Dosquebradas y el Plan de Emergencias y Contingencias del municipio (2011).</p>
<b>1.2 Descripción del área de estudio</b>
<b>1.2.1 Características físicas</b>
<p>La caracterización física de la cuenca incluye aspectos como su clima, morfometría e información fluviométrica (tanto de la cuenca como de sus principales microcuencas), geomorfología, geología, procesos erosivos, coberturas y usos del suelo.</p> <p>También cuenta con la elaboración un mapa de las microcuencas del municipio y de la localización de la cuenca de la quebrada Dosquebradas.</p>
<b>1.2.2 Características socioeconómicas</b>
<p>La caracterización socioeconómica del diseño del SAT se realiza para el área urbana del municipio, debido a la distribución territorial de la población, la cual está en su mayoría en la cabecera municipal (95,59%) y la disponibilidad de información específica de los asentamientos del tramo.</p> <p>Dicha caracterización incluye datos e información acerca de la división política urbana, el número de viviendas inventariadas en zona de riesgo, los grupos etarios, la distribución por sexo, la estratificación, el NBI, la demanda de vivienda, la cobertura de servicios públicos, los usos del suelo (áreas de actividad), la población en edad de trabajar, la tasa de desempleo, el nivel de ingreso, la tasa de alfabetización, el nivel educativo y la morbilidad. De igual forma, se hace una referencia general del material de las viviendas de los asentamientos subnormales en las zonas de riesgo.</p> <p>Se señala la relación entre la parte urbana y rural del municipio, además de la conurbación Pereira-Dosquebradas, los procesos de migración y desplazamiento de la población que dan lugar a la ocupación y urbanización de zonas en amenaza por fenómenos hidrológicos y geotécnicos; así como su incidencia en la configuración del riesgo, sumados a las falencias en la planificación urbana local.</p>

<p><b>1.2.2 Características socioeconómicas</b></p> <p>Asimismo, se indica la representación de la población en las JAC, al igual que algunos procesos llevados a cabo en favor de la comunidad y su ambiente, y que han tenido impacto sobre la gestión del riesgo; además de la participación de otras organizaciones e instituciones educativas y su articulación con instituciones públicas y privadas.</p> <p>Por otro lado, aunque se mencionan la cantidad de equipamientos colectivos de educación, no se enuncian otros (salud, seguridad, recreación, etc.), ni se consideran factores como el género, grupos étnicos, discapacidad y puntos sensibles del ambiente.</p>
<p align="center"><b>1.3 Caracterización de los escenarios de riesgo asociados con fenómenos hidrometeorológicos</b></p>
<p><b>1.3.1 Situación de desastres o emergencias antecedentes</b></p> <p>Se hace mención de los eventos históricos de inundación y avenida torrencial que han acontecido en el área urbana del municipio; igualmente se identifican las zonas y barrios afectados por los fenómenos hidrometeorológicos, los cambios en la ocurrencia de los mismos debido principalmente a factores socionaturales, el número de registros de los eventos en el periodo disponible (1976-2012) y los impactos asociados (personas afectadas, damnificadas y evacuadas, y viviendas afectadas), las comunas con mayor recurrencia en la manifestación del riesgo, los factores naturales y socionaturales involucrados en la generación y favorecimiento del riesgo.</p> <p>Solamente se nombra a DesInventar como plataforma de recopilación de la información, sin embargo se enuncian estudios de riesgos ambientales realizados por las entidades públicas del municipio y la región: Alcaldía municipal y CARDER.</p> <p>Por otro lado, se hace referencia a un evento de gran afectación para el municipio en el año de 1996, su principal fenómeno detonante, los daños y afectaciones que ocasionó, así como los barrios perjudicados.</p> <p>En cuanto al fenómeno de La Niña 2010-2011, se indican los primordiales factores del riesgo relacionados con los escenarios de desastre, los daños producidos, las zonas afectadas reportadas y las corrientes que se desbordaron.</p> <p>Del mismo, se anota la superación de los impactos potenciales pronosticados durante dicho fenómeno; además, se resalta la incidencia de los factores socionaturales en las dimensiones alcanzadas por los desastres. Por otra parte, no se hizo una asociación entre la recurrencia de los eventos con el régimen bimodal de precipitación y el fenómeno ENOS.</p> <p>Por último, no se mencionan las actividades llevadas a cabo por las instituciones pertinentes en la respuesta y posterior rehabilitación y reconstrucción, ni las implicaciones o acciones originadas a partir del suceso, tanto de las autoridades como de la comunidad.</p>
<p align="center"><b>1.3.2 Escenarios de riesgo por inundación y avenida torrencial</b></p>
<p><b>1.3.2.1 Condición de amenaza</b></p> <p>Aparte de la descripción de las características físicas de la cuenca en cuanto a los aspectos naturales y socionaturales detonantes de los fenómenos peligrosos, se analiza dicha información en relación con los factores de amenaza y las actividades socioeconómicas ligadas a la ocurrencia e intensificación de los eventos en el área urbana de la cuenca de la quebrada Dosquebradas.</p>



<p>1.3.2.1 Condición de amenaza</p>
<p>De igual manera, se señala la distinción y priorización determinada por la OMPADE (2011, citado en REDH y EIS, 2015) con respecto a los tipos de amenaza por inundación del municipio: lenta y súbita. Así como se identifican las principales corrientes de la cuenca asociadas a los eventos y algunos actores que con sus acciones han producido cambios en sus condiciones de amenaza.</p>
<p>Por otra parte, se indican las zonas en riesgo de inundación y avenida torrencial de acuerdo con el POT y su revisión (2000 y 2015), los inventarios de viviendas en zona de riesgo (2004 y 2009), los estudios de riesgos ambientales, la prensa local y nacional, y la modelación hidráulica de las quebradas de la cuenca; esta última muestra la posible ocurrencia de eventos en periodos de retorno menores a 5 años.</p>
<p>Asimismo, incluye la elaboración de los mapas de riesgo hidrológico en la cabecera del municipio, diseñados con una franja de inundación de 100 años y teniendo en cuenta los barrios inventariados y en los que se han reportado eventos. Dichos mapas se realizaron a partir del inventario de viviendas en zona de riesgo (2009), el mapa de riesgo del POT (2015), las visitas a campo y el análisis de los eventos históricos.</p>
<p>1.3.2.2 Elementos expuestos y su vulnerabilidad</p>
<p>Se señala la relación entre los factores de vulnerabilidad (física, social, económica e institucional) y de exposición en la configuración del riesgo de desastres, tanto en lo conceptual como en la realidad del municipio. Se hace referencia a la vulnerabilidad ecológica al tratar la degradación ambiental como un factor determinante en la conformación de los escenarios de riesgo, aunque se asocia primordialmente a la amenaza.</p>
<p>En cuanto a los elementos expuestos en la ciudad, se mencionan las viviendas (constituidas legal e ilegalmente), las edificaciones, la infraestructura vial, y el sistema de acueducto y alcantarillado; las deficiencias en este último también representan un factor de amenaza al aumentar las condiciones de riesgo por inundación. Por otro lado, en la zona rural se hace énfasis en la exposición de las viviendas y los sistemas de captación de agua.</p>
<p>Se indican las variaciones en la exposición de los barrios, equipamientos colectivos (educativo y salud) y establecimientos de las comunas en las llanuras de inundación y cerca de los taludes de las márgenes de las quebradas, además de las causas asociadas a estas transformaciones: el crecimiento urbano acelerado y descontrolado, la ineficacia de las medidas de reducción del riesgo, el reasentamiento de población en zonas liberadas y el favorecimiento de las condiciones de amenaza con procesos de deterioro del entorno.</p>
<p>Del mismo modo, se enuncia el estimativo de las viviendas localizadas en zona de riesgo, aunque no la población presente en ellas. Por último, se hace referencia a la tendencia de crecimiento y ocupación urbana, la demanda de vivienda y los procesos migratorios de la población.</p>
<p>1.3.2.3 Daños y pérdidas que pueden presentarse</p>
<p>Los daños descritos son aquellos reportados en los registros históricos, al igual que los mencionados para el evento de 1996 y La Niña 2010-2011.</p>

1.3.2.3 Daños y pérdidas que pueden presentarse
Con relación a los daños estimados, se identifican, de forma general, las áreas y elementos que podrían peligrar por la manifestación de una amenaza. Por otra parte, no se hace referencia a la estimación de las pérdidas.
1.3.2.4 Medidas e intervenciones antecedentes
Se mencionan medidas e intervenciones para la reducción del riesgo como la reubicación de viviendas; la estabilización de taludes (muros de contención y pantallas de anclaje); los jarillones; los colectores de aguas residuales domésticas e interceptores de las quebradas; las obras para el manejo de aguas lluvia; el aprovechamiento y recuperación de áreas liberadas por medio de huertas comunitarias, reforestación, cerramiento y demarcación de los predios para la protección del recurso hídrico; y la restricción de la extracción de material de arrastre en el casco urbano del municipio.  En este orden de ideas, las dificultades o falencias de aquellas medidas son señaladas: el diseño de obras de mitigación del riesgo y canalizaciones de las quebradas sin tener en consideración los impactos en otras secciones de las corrientes; la persistencia de la actividad minera debido a la ineficacia de los programas de reconversión; la lenta adecuación y recuperación de las áreas liberadas; los procesos de reubicación inadecuados y que no se ajustan a las necesidades de la población; entre otros.  También se indican algunos de los actores involucrados en las intervenciones: la CARDER y el IDM. Así como las fuentes de financiación de las viviendas para las familias reubicadas (Gobierno Nacional, Fondo Adaptación, IDM y las mismas familias).
<b>1.4 Análisis futuro</b>
1.4.1 Escenario crítico
Se indica como un escenario crítico el acontecido durante el fenómeno de La Niña, el cual incluyó factores de amenaza de una inmensa magnitud e intensidad. En la descripción de las afectaciones de la <i>Ola invernal</i> se refleja la interacción entre las condiciones del riesgo, sin embargo no se efectúa una reflexión que trate la evolución del escenario, así como el peor escenario posible según los eventos presentados a través del tiempo.  Sobre las posibilidades de reducción de los factores del riesgo del escenario crítico, el SAT, en sí mismo, tiene por objetivo la mitigación de aquellas condiciones en la cuenca de la quebrada Dosquebradas. No obstante, no se hace una discusión profunda al respecto, sino enunciaciones de los aspectos involucrados en su ocurrencia y de la necesidad de realizar intervenciones para transformar los escenarios de riesgo de desastres.
1.4.2 Medidas de intervención del escenario de riesgo
Se identifican los subprocesos de la gestión del riesgo de desastres en el componente conceptual del documento y en las responsabilidades de los actores que hacen parte del SAT, entre ellos se encuentran: - Medidas para el conocimiento del riesgo: la actualización y revisión de los estudios sobre las condiciones de riesgo y de apoyo para los procesos de la gestión del riesgo, mediante la participación de la comunidad; el establecimiento y mejoramiento de un sistema de monitoreo y vigilancia de las condiciones de riesgo; la comunicación y divulgación de la información sobre los escenarios del riesgo y para la preparación para la respuesta a emergencias.

<p>1.4.2 Medidas de intervención del escenario de riesgo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Medidas tendientes a reducir o controlar las condiciones actuales del riesgo: la implementación del SAT y la inclusión del conocimiento generado en la actualización de los instrumentos de planificación territorial.</li> <li>- Medidas para el manejo del desastre: la preparación ante la ocurrencia de un evento peligroso, y el aumento de la capacidad de respuesta y capacitación.</li> </ul> <p>Se resalta el hecho de que la gestión del riesgo del municipio ha estado enfocada principalmente en el manejo de los desastres, por lo cual es pertinente afianzar actividades con respecto a los otros procesos.</p> <p>Cabe mencionar que estas medidas no están relacionadas propiamente con el escenario crítico del riesgo en la cuenca de la quebrada, ni se identifica de manera específica los requerimientos para llevarlas a cabo.</p>
<p><b>2. Monitoreo y vigilancia</b></p>
<p>2.1 Instrumentación</p>
<p>2.1.1 Equipos o redes existentes</p> <p>Se muestran los datos de algunas estaciones del IDEAM en la cuenca de la quebrada Dosquebradas (Campestres) y del río Otún (La Bananera), mas no se hace una descripción de ellas (localización, tipo, periodo de funcionamiento), ni se incluyen dentro de la propuesta del SAT debido a la accesibilidad de los datos y a su disponibilidad en tiempo real.</p> <p>Por otra parte, las estaciones climatológicas telemétricas de la REDH ubicadas en el Distrito de Conservación de Suelos Alto del Nudo, la Planta de Tratamiento de Agua de Acuaseo y el Centro Administrativo Municipal (CAM), se consideran en la propuesta puesto que se hallan dentro de la cuenca.</p> <p>De la REDH se indica su competencia en la operación de estaciones de monitoreo de variables hidroclimáticas, así como del “procesamiento, interpretación y divulgación de la información, e infraestructura instalada para tal fin” (REDH y EIS, 2015).</p>
<p>2.1.2 Estaciones de monitoreo y vigilancia propuestas</p> <p>Se plantea la instalación de 7 estaciones de monitoreo y vigilancia, 1 climatológica y 6 hidroclimáticas, además de 2 miras para la observación, que permitirán la obtención de datos sobre las características de la cuenca de la quebrada Dosquebradas; dichos datos serán recibidos y procesados por la estación Central UTP de la REDH.</p> <p>El planteamiento incluye la descripción de los equipos de monitoreo y vigilancia, y la elaboración de un mapa de localización de las estaciones en la cuenca de la quebrada Dosquebradas, que tiene en consideración el contexto de los sectores y los tributarios principales de la corriente.</p> <p>Por último, se hace la aclaración de que se trata de una propuesta preliminar, debido a la cantidad de corrientes inundables de la cuenca que es pertinente monitorear.</p>

### 3. Comunicación y difusión

#### 3.1 Medidas de conocimiento del riesgo

En cuanto al conocimiento del riesgo, se hacen evidentes los desarrollos logrados por la comunidad y sus organizaciones, así como las actividades realizadas con la asistencia de instituciones públicas y privadas, que han incluido jornadas educativas y de sensibilización ambiental, la formación de capacidades de la población en la gestión ambiental y del riesgo, el fortalecimiento organizacional e institucional del municipio, la dotación institucional de equipos para el conocimiento del riesgo (una estación meteorológica, equipos de comunicación y computadoras), el inicio del proyecto Escuela Nacional de Formación en Gestión del Riesgo (dirigido a autoridades locales y departamentales), la creación y el fortalecimiento de los Comités Comunitarios y Escolares en Gestión Local del Riesgo y Atención de Desastres, y la elaboración de Planes Comunitarios de Gestión del Riesgo en algunos barrios.

Por otra parte, se establece en la construcción conceptual del SAT, al igual que en la propuesta de la estructura operativa, la participación de la comunidad en los procesos de la gestión del riesgo. Por lo tanto, la incorporación de los saberes de la comunidad no es indicada explícitamente, pero sí de manera tácita en la formulación de las responsabilidades de los componentes.

Dentro de las funciones de los componentes del SAT se mencionan actividades asociadas al conocimiento del riesgo: identificación de escenarios de riesgo, el análisis, la evaluación y el monitoreo del riesgo, y la educación, comunicación y divulgación para promover la concientización de la población. Además de la interrelación y retroalimentación permanente entre los actores por medio de óptimos canales de comunicación, para asegurar la permanencia en el tiempo del sistema, así como la revisión y actualización de la información sobre las condiciones del riesgo.

Respecto a lo último, se hace anotación de las fallas en la coordinación interinstitucional del municipio: las dificultades en los canales de información y comunicación, y el conocimiento de las responsabilidades de los funcionarios de la gestión del riesgo municipal de acuerdo con la Ley 1523 de 2012.

En la propuesta de la estructura operativa se encuentra, para el componente comunitario, el planteamiento de la red de observadores comunitarios de las quebradas de Dosquebradas con las capacidades y los equipos requeridos, además del protocolo de comunicación de la observación y el registro de las características de las corrientes. En dicho planteamiento se identifican algunos habitantes que podrían hacer parte de la red.

Se señalan algunas actividades de apropiación social y legitimación del sistema en su fase de implementación: la socialización del diseño del SAT, la capacitación de los futuros miembros de la red de observadores y la inclusión de la red en los procesos de gestión del riesgo del municipio.

De igual forma, se formula el protocolo de comunicación del SAT, en el que las características de la cuenca son monitoreadas por los componentes técnico y comunitario, y se establece el orden en el flujo de la información, que apoyará los procesos de conocimiento del riesgo y manejo de desastres.

### 3.1 Medidas de conocimiento del riesgo

Se hace referencia al tratamiento de la información hidroclimatológica, su optimización en el desarrollo de los componentes técnicos de las estaciones y la retroalimentación entre los componentes del SAT durante su operación; los aspectos a tener en cuenta en el registro y análisis de las variables monitoreadas y la intención de efectuar seguimiento en tiempo real del comportamiento hidroclimatológico de la cuenca, como también la comunicación de este a los demás componentes por medio de boletines informativos periódicos.

Pese a esto, no se menciona la página web de la REDH que ha estado disponible al público desde el año 2009, aproximadamente.

### 3.2 Medidas de reducción del riesgo

Se resalta el trabajo desarrollado por la comunidad, organizaciones e instituciones en torno a la reducción del riesgo, entre las que se encuentra la participación de la población en jornadas de educación ambiental y de recolección de residuos en las márgenes de las quebradas y áreas públicas del municipio.

Las medidas de reducción del riesgo indicadas se asocian primordialmente a actividades que aumentan la resiliencia de la población, no obstante, la relación en torno a estas y la resiliencia es tácita puesto que, en los momentos en que se hace explícito el concepto, se hace referencia únicamente a la generación de capacidades para la respuesta por medio de la preparación.

En este orden de ideas, se exponen las labores llevadas a cabo por Ecopetrol con la comunidad de Villa Carola (tanto de responsabilidad social como parte de los acuerdos conciliatorios por la tragedia de diciembre de 2011), con relación al fortalecimiento de sus capacidades y la realización de procesos formativos con jóvenes y adultos. También se habla de las necesidades de educación, capacitación, concienciación y participación de la población en los procesos de la gestión del riesgo, las cuales pueden ser consideradas como actividades para el empoderamiento de la comunidad y que, consecuentemente, la hace más resiliente.

Del mismo modo, se hace énfasis en el fomento de la interrelación y la comunicación entre los actores de los componentes del SAT, para el cumplimiento de sus funciones en torno a la gestión del riesgo.

Finalmente, el SAT es entendido como una herramienta que no solo permite el conocimiento del riesgo y el manejo de desastres, sino que igualmente reduce el riesgo al disminuir algunos de sus factores (elementos expuestos) y por ende, los daños potenciales.

### 3.3 Medidas de manejo del desastre

Se trata el elemento de comunicación y difusión específicamente en el aparte de la emisión de alertas y alarmas (manejo del desastre), el cual incluye las acciones que implica la declaración de los diferentes niveles de alerta y la comunicación entre los componentes del SAT.

### 3.3 Medidas de manejo del desastre

Se formulan los protocolos de activación y comunicación del SAT, en los que se establecen los flujos de información y los pasos para la declaración de la alerta y la emisión de alarmas. Se señalan algunos de los medios a través de los cuales se puede transmitir la información (aplicación móvil, mensaje de texto a celular, llamada telefónica, radioteléfono o correo electrónico), los sistemas acústicos (sirenas y megáfonos) y visuales como medidas de alarma y los medios de divulgación de la información sobre las condiciones amenazantes de la cuenca (boletín, aviso y alerta).

Este planteamiento se hace de acuerdo con las disposiciones del Sistema Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, para así guardar coherencia entre los instrumentos utilizados en el territorio nacional. Asimismo, se hace referencia a seguir los lineamientos dispuestos en el Plan de Emergencias y Contingencias del municipio y la Estrategia Municipal de Atención de Emergencias y Desastres, para la preparación para la respuesta.

Se resalta la necesidad de generar credibilidad y confianza con la información brindada al público en la emisión de alertas y alarmas, además de procurar la consideración de aspectos técnicos, institucionales y socioculturales.

Se trata la retroalimentación y optimización entre los componentes del SAT, la programación de inspecciones y de mantenimiento preventivo de las estaciones y de los equipos usados por la comunidad, y la verificación de la transmisión de los datos de estas a la Central. No obstante, no se habla del desarrollo de estudios que verifiquen la accesibilidad y la efectividad de los procesos de comunicación y difusión entre los componente del SAT, ni de sistemas de apoyo en caso de fallas en el funcionamiento (únicamente los desarrollos tecnológicos en las estaciones para prevenir averías).

Por otro lado, el fomento de la participación social en las medidas de manejo de los desastres, se refiere a la capacitación y preparación de la comunidad frente a la ocurrencia de un evento o de una emergencia; respecto a esto, entre los procesos adelantados con la comunidad se encuentran las capacitaciones dadas por los organismos de socorro, “acerca de temas como los primeros auxilios, la bomberotecnia y los mapas de riesgo” (REDH y EIS, 2015), y la preparación y atención de emergencias; al igual que la realización de simulacros de emergencias por derrame de hidrocarburos.

Ahora bien, no se hace énfasis sobre la construcción de dicha preparación mediante la determinación de escenarios de desastres con los actores, es decir, con actividades que respondan específicamente a las condiciones de la cuenca, pese a que dentro de las funciones del componente institucional se indica, de manera general, la retroalimentación y optimización de los procesos para el manejo de desastres en la interlocución con los demás componentes.

Por último, la red de observadores comunitarios es planteada como el eje articulador de los procesos de comunicación entre los componentes del SAT, que no solo incluye aspectos del monitoreo de las condiciones del riesgo, sino de la preparación para la respuesta a una emergencia.

<b>B. Organización del SAT</b>
<b>1. Componentes del SAT</b>
<b>1.1 Componente institucional</b>
<p>Se incluye dentro de la propuesta de la estructura operativa del SAT la disposición normativa que organiza al Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Dosquebradas (CMGR), con la que se establecen los actores institucionales que conformarán el sistema; las relaciones con los demás actores de los componentes del SAT se formalizan también de acuerdo con el CMGR.</p> <p>Se fija a la OMPADE en la coordinación de este componente y la colaboración de los organismos de protección de la sociedad civil en el cumplimiento de sus funciones. Las funciones del componente abarcan las determinadas en la normatividad y en los objetivos propios de las entidades, así como los expuestos en las estrategias del Plan Municipal para la Gestión del Riesgo de Dosquebradas (2012).</p> <p>Las capacidades de los actores son aquellas asociadas a sus funciones, pues cada uno de ellos debe estar en competencia de realizarlas; por otra parte, aunque no se menciona el talento humano o los equipamientos con los que se contaba en el momento, sí se enuncian algunas de las fortalezas y debilidades de la Gestión Local del Riesgo del municipio.</p>
<b>1.2 Componente técnico</b>
<p>Además de los actores dispuestos dentro del CMGR de Dosquebradas que orientan y apoyan a las funciones técnicas del SAT (Corporación Autónoma y empresas de acueducto y alcantarillado), se propone para la coordinación de este componente a la REDH, la cual cuenta con las capacidades para la operación del sistema de monitoreo y vigilancia, además de instrumentación hidroclimatológica en el municipio.</p> <p>Se definen las funciones y responsabilidades de los actores principales del componente (REDH, CARDER, Aguas y Aguas de Pereira, Acuaseo y SerVICIUDAD), según los roles indicados por la normatividad.</p>
<b>1.3 Componente comunitario</b>
<p>La labor de la AMAC y las JAC es entendida como un esfuerzo sobresaliente de la gestión ambiental comunitaria y se hace hincapié en el aprovechamiento de esta en el SAT, por lo tanto se propone la conformación de la red de observadores comunitarios de las quebradas de Dosquebradas para la coordinación del componente comunitario, a partir de aquellas personas interesadas en la gestión local del riesgo, distinguidas por su liderazgo y conocimiento de los escenarios del riesgo y los desastres.</p> <p>Entre las capacidades organizativas de la comunidad se encuentra el trabajo desarrollado por los grupos antes mencionados, al igual que algunas Instituciones Educativas y asociaciones de padres de familia. Estas han coordinado la realización de actividades para la gestión del riesgo con diferentes actores, las cuales incluyen jornadas educativas y de sensibilización ambiental; recolección y manejo de residuos; preparación y atención de emergencias. El acompañamiento y apoyo lo han obtenido de la CARDER, la Alcaldía municipal, las empresas de servicios públicos, la Policía Nacional, la Cruz Roja, el Comité de Cafeteros, la Corporación para la Gestión de Riesgos (CorpoRiesgos), la Asociación de Recuperadores de Residuos Sólidos de Dosquebradas (Asored) y Ecopetrol.</p>

### 1.3 Componente comunitario

No obstante, se enuncia que a pesar de que la comunidad ha llevado a cabo actividades o que distintas instituciones públicas y privadas las han asistido en estas, algunas se han limitado a ciertos grupos, han sido esporádicas y han estado enfocadas en la gestión reactiva del riesgo.

Respecto al fomento de la participación comunitaria, en la formulación del SAT y de su estructura operativa se señala a la comunidad como uno de los principales componentes del sistema, que debe estar en constante interacción con las otras partes para el desarrollo de los procesos de la gestión del riesgo. Por otro lado, se menciona a la capacitación y la educación de la comunidad como funciones y responsabilidades de los componentes del SAT.

Para finalizar, no se hace referencia a la percepción del riesgo y los desastres por parte de la población, esta solo puede inferirse de la necesidad de considerar las condiciones culturales de los habitantes del tramo urbano en el momento de emitir las alertas y alarmas.

### 1.4 Financiamiento del SAT

En cuanto al tema del financiamiento del sistema, su enunciación se hace de manera general, aunque se podría entender que la institucionalización del SAT a partir de las designaciones normativas municipales (los programas del Plan Municipal para la Gestión del Riesgo de Dosquebradas), genera un marco desde el cual los actores están en la obligación de cumplir con sus funciones.

De igual forma, dentro de las responsabilidades de los componentes institucional y técnico se hace referencia al apoyo financiero para la operación y mantenimiento de los equipos de la red, y a la garantía de los recursos para la permanencia del sistema en el tiempo.

En otro orden de ideas, no se menciona la posibilidad de generar alianzas de trabajo con el sector privado o de obtener apoyo de agencias internacionales, sin embargo, se señala la necesidad de viabilizar articulaciones y colaboraciones con Ecopetrol y CorpoRiesgos, en relación con el proyecto de alertas tempranas por derrame de hidrocarburos.

## 2. Protocolos y procedimientos

### 2.1 Protocolo de activación, comunicación y emisión de alerta

Se formulan los protocolos de activación y de comunicación de alertas del SAT; en el primero se definen los pasos a seguir por los actores para la activación del sistema según las características y la evolución de las condiciones de amenaza. En el segundo se indican los flujos de información que deben darse entre los actores ante la potencial ocurrencia de un evento y en caso de que se presente una emergencia; la generación y comunicación de las alertas debe involucrar fuentes fidedignas para evitar la pérdida de confianza en el sistema.

De igual forma se señalan las características de los distintos niveles de alerta, así como las acciones que implican su declaración. Además, se enuncian algunos de los medios a través de los cuales se transmitiría la información a los distintos actores del sistema (aplicación móvil, mensaje de texto a celular, llamada telefónica, radioteléfono o correo electrónico) y los medios de divulgación de la información con o sin ocurrencia de fenómenos amenazantes (boletín, aviso y alerta).



## 2.1 Protocolo de activación, comunicación y emisión de alerta

También se menciona a los sistemas acústicos (sirenas y megáfonos) y visuales como medidas para comunicar la alarma a la población.

En cuanto a la generación y difusión de alertas y alarmas, se indica que debe existir conformidad con las disposiciones establecidas por el Sistema Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, para procurar la coherencia de los criterios de emisión en el contexto nacional. Igualmente se debe tener en consideración su efectividad y optimización de acuerdo con las condiciones culturales de las comunidades implicadas.

En lo que se refiere a los recursos requeridos para la respuesta, se tratan las necesidades de formación de los actores en su preparación y ejecución, la determinación de los umbrales críticos para la definición de las alertas, y los medios para transmitir la alarma según lo más apropiado para la comunidad y autoridades.

### 2.1.1 Condiciones de monitoreo para la emisión de alertas

Se mencionan algunos aspectos a tener en cuenta en la determinación de las condiciones para la emisión de alertas (umbrales críticos): la información requerida y las variables analizadas.

## 2.2 Seguimiento y evaluación de la implementación del SAT

Desde lo conceptual, se señala a la retroalimentación entre los componentes del SAT como un mecanismo clave para la optimización de procesos, también se indica entre las funciones de los componentes la actualización de los procesos de la gestión del riesgo y la garantía de la armonía en su ejercicio y operación; no obstante, el seguimiento y la evaluación son tratados de manera general en el diseño del SAT, al realizarse una breve enunciación sobre la pertinencia del mantenimiento de las estaciones y los equipos de telecomunicación, la verificación de la efectividad de la transmisión de los datos de las estaciones, y la generación de desarrollos tecnológicos en los componentes de las estaciones.

Sin embargo, no se indica la necesidad de formular estrategias para el seguimiento y la evaluación de la participación de la comunidad, la calidad de la información, la efectividad de los procesos comunicativos y de difusión de la información, la realización de pruebas periódicas (simulacros) para comprobar y afianzar la preparación y la capacidad de respuesta, el monitoreo del logro de objetivos en la implementación del SAT, entre otros.

Fuente: elaboración propia.

## 1.4 Síntesis de los diagnósticos de los SAT

En términos generales y de acuerdo con la evaluación de niveles de progreso, los diseños de los SAT fueron desarrollados *satisfactoriamente*, tal como se puede ver en la tabla 10, puesto que los aspectos principales se tratan de manera considerable, pero se reconocen omisiones para ciertos puntos.

Tabla 10. Evaluación del nivel de progreso de los diseños de SAT.

Aspecto del diseño	SAT Consota	SAT San Eugenio	SAT Dosquebradas
Información técnico-científica	3,3	3,6	4,1
Monitoreo y vigilancia	4,5	4,5	4,5
Comunicación y difusión	4	4	4

Aspecto del diseño	SAT Consota	SAT San Eugenio	SAT Dosquebradas
<b>Conocimiento del riesgo</b>	<b>3,9</b>	<b>4</b>	<b>4,2</b>
Componentes del SAT	3,8	3,5	3,8
Protocolos y procedimientos	4,2	4,4	4,4
<b>Organización del SAT</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4,1</b>
<b>Valoración general del diseño</b>	<b>Satisfactorio</b>	<b>Satisfactorio</b>	<b>Satisfactorio</b>

Fuente: elaboración propia.

Con relación al **conocimiento del riesgo** y al aspecto principal: *información técnico-científica*, se tiene que la información documental revisada y utilizada para los diseños de los SAT es coherente con la resolución de sus objetivos y corresponde con la información que estaba disponible en cada uno de los contextos.

Esta se refiere primordialmente al nivel territorial municipal, al de las cuencas y al de los tramos urbanos de las corrientes; sin embargo, para la cuenca de la quebrada Dosquebradas las investigaciones disponibles pertenecieron al nivel municipal (urbano), lo cual no se consideró un impedimento en el diseño puesto que la ciudad ocupa gran parte de la superficie de la cuenca.

Respecto a la temporalidad, la información es, en su mayoría, de los últimos 15 años, además corresponde a las últimas investigaciones (o actualizaciones) relacionadas con el riesgo de desastres de las áreas de estudio. Cabe anotar la necesidad de que la autoridad ambiental y las administraciones municipales realicen revisiones y actualizaciones de ellas, más aún cuando los escenarios han sufrido transformaciones y se han presentado situaciones de emergencia y calamidad pública importantes (fenómeno de La Niña 2010-2011).

Las descripciones de las generalidades de las áreas de estudio presentan los temas más relevantes, aunque en la caracterización socioeconómica podría brindársele mayor atención a los procesos de migración y desplazamiento de la población, a la tendencia de crecimiento urbano y poblacional, a los usos del suelo predominantes de las áreas estudiadas y a las estadísticas de la población vulnerable.

Por otro lado, las caracterizaciones de los escenarios de riesgo de los SAT de los ríos Consota y San Eugenio contienen los temas indicados y la del SAT de la quebrada Dosquebradas los trata en su totalidad o de manera satisfactoria; sin embargo estos podrían ampliarse, sobre todo en la descripción de las situaciones de desastres antecedentes y de los daños y las pérdidas posibles.

Ahora bien, el análisis futuro de todos los diseños de SAT requiere un mayor desarrollo, pues, a pesar de que se exponen los caudales máximos de algunas secciones de las corrientes, los escenarios críticos no son planteados y según ellos se han de generar las orientaciones para la preparación de la respuesta.

En contraste, los aspectos relacionados con el *monitoreo y vigilancia* de los diseños son tenidos en cuenta a cabalidad, más aún cuando uno de ellos se refiere a uno de los objetivos específicos de los SAT: la propuesta de los equipos y los sitios para la ubicación de las estaciones de monitoreo y vigilancia.

En cuanto al último aspecto principal en el **conocimiento del riesgo**, las medidas existentes y propuestas para la *comunicación y difusión* de la gestión del riesgo son mencionadas significativamente. La *comunicación y difusión* son entendidas como parte de la relación sistémica de los componentes del SAT, la interrelación continua entre los actores, la participación de la comunidad y la retroalimentación de los procesos.

La educación, capacitación y participación de la comunidad y de los demás componentes estructurales del SAT, son tenidas en consideración como elementos transversales de los procesos de la gestión del riesgo, aunque solo de manera tácita. Los avances en estos aspectos son resaltados expresamente en el SAT del río Consota, debido a que en dicha cuenca la comunidad ha tenido un papel bastante activo y, por la misma iniciativa de los habitantes de la ribera, hoy día funciona la red de informantes de COVARIC.

En los SAT para las cuencas del río San Eugenio y de la quebrada Dosquebradas, también se han generado procesos para que la comunidad esté al tanto y haga parte de la gestión del riesgo, pero estos han sido esporádicos y limitados a ciertos grupos. Del mismo modo, es pertinente que la inclusión de los saberes de la comunidad en el conocimiento del riesgo, la reducción del riesgo y el manejo de los desastres, supere lo tácito para que no se invisibilice en la transversalidad.

Por otra parte, en relación con la **organización del SAT**, la estructura operativa de los sistemas, es decir, sus *componentes estructurales* (institucional, técnico y comunitario) son definidos en los puntos más representativos: actores clave en el funcionamiento del SAT, sus responsabilidades y la institucionalización de sus relaciones y obligaciones. Cabe mencionar que no estaría de más efectuar una breve descripción de los actores, en lo que concierne a sus funciones y capacidades actuales.

El aspecto del financiamiento de los SAT es referido dentro de las funciones de los componentes institucional y técnico, y podría entenderse de la institucionalización del SAT por medio de los instrumentos normativos de la gestión del riesgo; sin embargo, es necesario que su señalamiento en los diseños sea explícito y se resalte su importancia.

Finalmente, los *protocolos y procedimientos* son resueltos casi en su totalidad, no obstante los diseños de los SAT incluyen de mínima manera el seguimiento y la evaluación de sus procesos, pese a que el mejoramiento continuo está incluido en la conceptualización de los mismos.

En las figuras 6 y 7 se resumen los resultados de la evaluación de niveles de progreso de cada uno de los aspectos del diseño del SAT, en torno a dos grandes categorías: el conocimiento del riesgo y la organización del SAT, respectivamente.

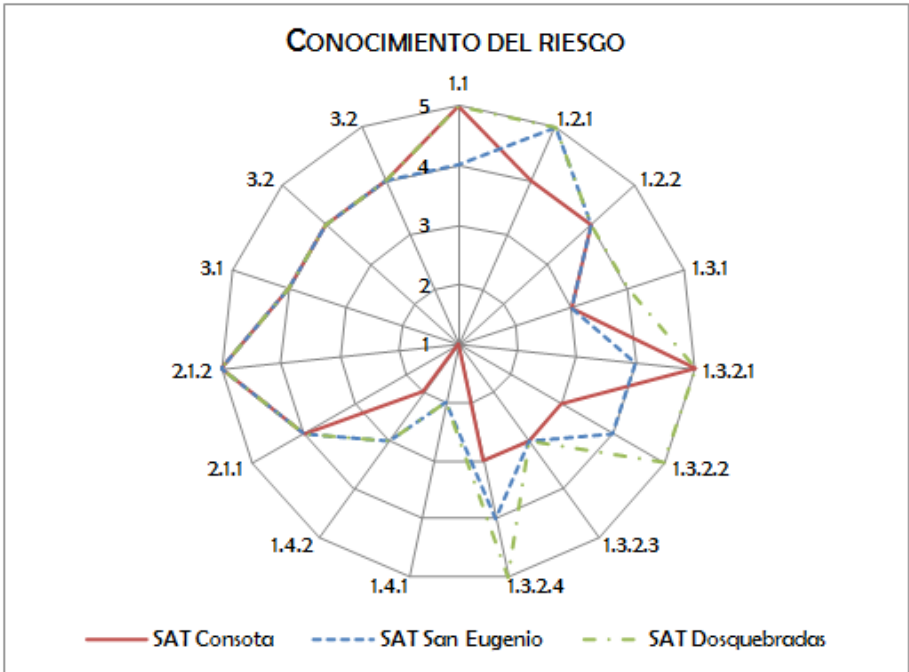


Figura 6. Evaluación de progreso de los diseños de SAT respecto al *conocimiento del riesgo*. Fuente: elaboración propia.

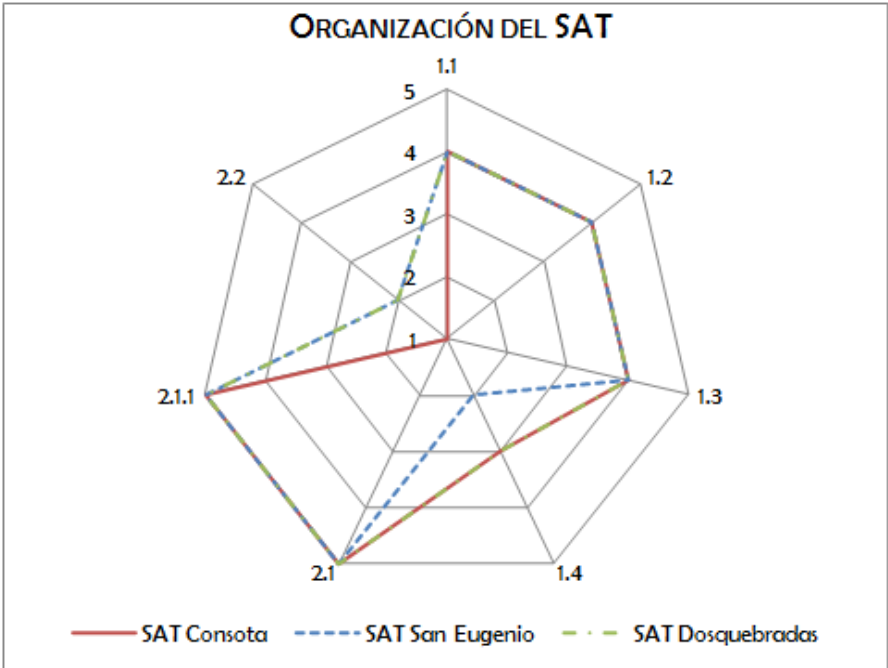


Figura 7. Evaluación de progreso de los diseños de SAT respecto a la *organización del SAT*. Fuente: elaboración propia.

En otro orden de ideas, se evidencia la necesidad de hacer un refuerzo en el planteamiento de los procesos de dirección y apoyo (seguimiento y evaluación, financiación, educación, comunicación y difusión), para visibilizarlos aún más en el diseño del SAT.

De igual forma, aunque la resiliencia se refleja en los procesos referentes a las capacidades de la comunidad para sustentar el sistema y la gestión del riesgo, su conceptualización no es desarrollada en los diseños de los SAT en términos de lo institucional, ambiental, económico y social.

Por último, la institucionalización de los SAT en los municipios se ajusta a partir de los ya consolidados consejos municipales de la gestión del riesgo, así como de las disposiciones y el marco legal establecidos por la Ley 1523 de 2012. Pese a que algunos de los instrumentos normativos requieren de revisión y actualización, su incorporación en los diseños de los sistemas garantizaría su funcionamiento y sostenibilidad, puesto que articula las responsabilidades y actividades de los actores de los SAT con los compromisos adquiridos en los planes (PMGRD, planes comunitarios para la gestión del riesgo, PLEC, EMRE, POT, planes de desarrollo, etc.) y proyectos de la gestión del riesgo (por ejemplo, la Escuela Nacional de Formación en Gestión del Riesgo localizada en Dosquebradas).

## 2. ANÁLISIS DE LOS DISEÑOS DE LOS SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA

Siguiendo el ejercicio de evaluación de los diseños de los Sistemas de Alerta Temprana para las cuencas de los ríos Consota y San Eugenio, y la quebrada Dosquebradas, se realiza el análisis de los factores internos y externos que condicionan el desarrollo de los mismos (análisis FODA).

El análisis FODA reúne los aspectos más relevantes de los diseños de los SAT de acuerdo con los resultados del capítulo anterior, los cuales dieron una orientación acerca de los temas positivos y negativos que afectan la elaboración de estos. En este análisis se identifican las fortalezas y debilidades (factores internos) según el grado de ejecución de los elementos y componentes del diseño definidos en la matriz diagnóstica: conocimiento del riesgo (información técnico-científica, monitoreo y vigilancia, comunicación y difusión) y organización del SAT (componentes del SAT, protocolos y procedimientos); es decir, los atributos propios de los diseños de los SAT (Consota, San Eugenio y Dosquebradas) que fueron desarrollados o que necesitan desarrollarse.

Por otra parte, se identifican las oportunidades y amenazas (factores externos) que benefician o limitan el diseño e implementación de un SAT; estos factores incluyen tanto las situaciones actuales del contexto, como las potenciales o futuras. Los aspectos considerados abarcan atributos de los actores (capacidades, relaciones, actitudes), de la institucionalidad de actividades, del ambiente y del contexto socioeconómico.

A continuación se consignan las valoraciones de los factores internos y externos de los diseños de los SAT en las tablas 11 y 12, respectivamente.

Tabla 11. Matriz de los factores internos de los diseños de los SAT para las cuencas de los ríos Consota y San Eugenio, y de la quebrada Dosquebradas.

Aspecto del diseño del SAT	Factores internos: Fortaleza (+) Debilidad (-)	Fortalezas y debilidades			I	T
		SAT Consota	SAT San Eugenio	SAT Dosquebradas		
Información técnico-científica	+Información documental coherente con la resolución de los objetivos.	3	3	3	3	12
	+Caracterización física y socioeconómica idónea.	3	3	3	3	12
	+Caracterización del escenario de riesgo satisfactoria.	2	2	3	3	10
	+Descripción de las medidas e intervenciones antecedentes apropiada.		2	3	2	7
	+Revisión del diseño preliminar del SAT a través de un taller institucional.	3	3		2	8

Aspecto del diseño del SAT	Factores internos: Fortaleza (+) Debilidad (-)	Fortalezas y debilidades			I	T
		SAT Consota	SAT San Eugenio	SAT Dosquebradas		
Información técnico-científica	+Desarrollo de entrevistas a actores de los componentes del SAT.	3	2	2	3	10
	-Descripción de los desastres antecedentes limitada en: los factores de amenaza y los actores involucrados en ellos, y las acciones de los actores de la gestión del riesgo.	1	1		2	4
	-Estimación de pérdidas nula.	1	1	1	1	4
	-Reducido análisis futuro del escenario del riesgo.	3	2	2	2	9
	-Falta el desarrollo del concepto de resiliencia institucional y comunitaria.	1	1	1	2	5
Monitoreo y vigilancia	+Enunciación de la instrumentación existente en la cuenca.	2	3	2	3	10
	+Propuesta de la instrumentación necesaria para el SAT.	3	3	3	3	12
	-Omisión de los recursos y la capacidad institucional y comunitaria existente.		1	1	1	3
Comunicación y difusión	+Integración de la comunicación y difusión de la gestión del riesgo en la conceptualización del SAT.	2	2	2	2	8
	+Transversalidad de las medidas existentes y propuestas para la comunicación y difusión de la gestión del riesgo en la estructura y los componentes del diseño del SAT.	2	2	2	2	8
	-Inclusión explícita de la comunicación y difusión de la gestión del riesgo únicamente en la emisión de alertas y alarmas.	2	2	2	2	8
	-Inclusión tácita de la necesidad de considerar los saberes de la comunidad en los procesos de la gestión del riesgo.	2	2	2	2	8
Componentes del SAT	+Definición de la estructura operativa del SAT.	3	3	3	3	12
	+Incorporación de los instrumentos normativos que permiten la institucionalización del SAT.	2	2	2	3	9
	+Financiamiento del sistema como responsabilidad de los componentes institucional y técnico.	2	2	2	3	9
	-Ausencia de una breve descripción de los actores principales del SAT (roles, competencias y responsabilidades en torno a la gestión del riesgo).	3	3	3	1	10

Aspecto del diseño del SAT	Factores internos: Fortaleza (+) Debilidad (-)	Fortalezas y debilidades			I	T
		SAT Consota	SAT San Eugenio	SAT Dosquebradas		
Componentes del SAT	-Omisión de una breve descripción del talento humano y equipamientos de los actores principales del SAT.	1	2	2	2	7
	-Falta de una enunciación de las posibilidades de financiamiento del SAT.	1	2	1	2	6
Protocolos y procedimientos	+Formulación de los protocolos de activación y de comunicación del SAT.	3	3	3	3	12
	+Enunciación de la información requerida y de las variables a analizar en la determinación de las condiciones para la emisión de alertas.	3	3	3	3	12
	+Inclusión del mejoramiento continuo y retroalimentación en la conceptualización del SAT.	3	3	3	3	12
	-Omisión de la necesidad de formular estrategias o procedimientos para el seguimiento y evaluación de los procesos y las actividades del SAT.	3	3	3	3	12

Fuente: elaboración propia.

I: impacto; T: total.

Tabla 12. Matriz de los factores externos de los diseños de Sistemas de Alerta Temprana.

Factores externos: Oportunidad (+) Amenaza (-)	Oportunidades y amenazas	I	T
+Desarrollo de estudios relacionados con las condiciones del riesgo, la gestión ambiental y la gestión del riesgo en las cuencas y sus tramos urbanos.	3	3	6
+Instrumentos normativos fortalecidos por el marco legal y el enfoque conceptual y metodológico de la Ley 1523 de 2012 (PMGRD, planes comunitarios para la gestión del riesgo, PLEC, EMRE, POT, planes de desarrollo).	3	3	6
+Articulación con organizaciones ambientalistas, grupos juveniles, instituciones y empresas que adelantan procesos de gestión ambiental y del riesgo, y particularmente las que han realizado labores en el tema de las alertas tempranas (COVARIC, Termales Santa Rosa de Cabal y Ecopetrol).	2	3	5
+Experiencia comunitaria en el diseño y manejo de un sistema de alerta temprana (red de informantes de COVARIC).	2	3	5
+Voluntad y disposición de los funcionarios en mejorar los procesos de la gestión ambiental y del riesgo.	2	2	4
+Compromisos institucionales en la consolidación de los sistemas de alerta temprana.	2	3	5



<b>Factores externos:</b> Oportunidad (+) Amenaza (-)	<b>Oportunidades y amenazas</b>	<b>I</b>	<b>T</b>
+Capacidades de los funcionarios y la comunidad académica idóneas para la gestión ambiental y del riesgo.	1	3	4
+Vinculación a iniciativas y estrategias internacionales para la gestión del riesgo.	2	2	4
+Financiación y cooperación técnica de agencias internacionales en los procesos de la gestión del riesgo.	1	3	4
+Financiación de instituciones o empresas locales o regionales.	2	3	5
+Áreas protegidas en las cuencas altas de las corrientes (distritos de conservación de suelos: Barbas-Bremen, Alto del Nudo, La Marcada, Campoalegre).	2	3	5
+Áreas liberadas con posibilidades de aprovechamiento para el espacio público.	1	2	3
+Obras civiles para mitigar el riesgo en las cuencas y sus tramos urbanos.	1	3	4
-Estudios sobre las condiciones del riesgo que requieren revisión y actualización.	2	3	5
-Instrumentos normativos que requieren revisión y actualización.	2	3	5
-Orientación de la gestión del riesgo primordialmente al manejo de desastres.	2	3	5
-Alta rotación de los funcionarios de la gestión ambiental y del riesgo.	3	3	6
-Cortoplacismo en los procesos de la gestión del riesgo que entorpece su continuidad.	3	3	6
-Desarticulación en la coordinación de las funciones de las instituciones del CMGRD.	3	3	6
-Procesos de gestión documental inefectivos que conllevan al desconocimiento e inaccesibilidad de la información y normatividad relacionada con la gestión del riesgo.	2	3	5
-Problemas de comunicación entre los funcionarios acerca de los procesos de la gestión del riesgo.	2	3	5
-Planificación territorial ineficaz para manejar la alta recepción de población en la subregión I (Pereira, Dosquebradas, Santa Rosa de Cabal y Marsella) y la demanda de vivienda en la región.	3	3	6
-Nuevos asentamientos y edificaciones sobre el área ribereña y las zonas protectoras de las corrientes.	3	3	6
-Realización de actividades socioeconómicas y productivas que aumentan las condiciones del riesgo y los factores de degradación ambiental en la cuenca y en su tramo urbano (minería ilegal, deforestación, inadecuada disposición de residuos sólidos, inapropiado manejo de aguas residuales y pluviales, banqueos o cortes, obras civiles de mitigación inefectivas, entre otros).	3	3	6

<b>Factores externos:</b> Oportunidad (+) Amenaza (-)	<b>Oportunidades y amenazas</b>	<b>I</b>	<b>T</b>
-Exacerbación de las condiciones del riesgo por la transformación de las variables climáticas.	3	3	<b>6</b>
-Amenaza compleja generada en la concatenación de fenómenos naturales, socionaturales y antrópicos (fenómenos de remoción en masa, derrame de hidrocarburos, sismos).	2	3	<b>5</b>

Fuente: elaboración propia.  
I: impacto; T: total.

Con base en la valoración dada a cada uno de los factores, se organizan en la hoja de trabajo FODA (tabla 13) los resultados de las dos matrices anteriores en orden descendente.

Tabla 13. Hoja de trabajo FODA para los diseños de los SAT para las cuencas de los ríos Consota y San Eugenio, y la quebrada Dosquebradas.

<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Información documental coherente con la resolución de los objetivos.</li> <li>* Caracterización física y socioeconómica idónea.</li> <li>* Propuesta de la instrumentación necesaria para el SAT.</li> <li>* Definición de la estructura operativa del SAT.</li> <li>* Formulación de los protocolos de activación y de comunicación del SAT.</li> <li>* Enunciación de la información requerida y de las variables a analizar en la determinación de las condiciones para la emisión de alertas.</li> <li>* Inclusión del mejoramiento continuo y retroalimentación en la conceptualización del SAT.</li> <li>* Caracterización del escenario de riesgo satisfactoria.</li> <li>* Desarrollo de entrevistas a actores de los componentes del SAT.</li> <li>* Enunciación de la instrumentación existente en la cuenca.</li> <li>* Incorporación de los instrumentos normativos que permiten la institucionalización del SAT.</li> <li>* Financiamiento del sistema como responsabilidad de los componentes institucional y técnico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Omisión de la necesidad de formular estrategias o procedimientos para el seguimiento y evaluación de los procesos y las actividades del SAT.</li> <li>* Ausencia de una breve descripción de los actores principales del SAT (roles, competencias y responsabilidades en torno a la gestión del riesgo).</li> <li>* Análisis futuro del escenario del riesgo reducido.</li> <li>* Inclusión explícita de la comunicación y difusión de la gestión del riesgo, únicamente en la emisión de alertas y alarmas.</li> <li>* Inclusión tácita de la necesidad de considerar los saberes de la comunidad en los procesos de la gestión del riesgo.</li> <li>* Omisión de una breve descripción del talento humano y equipamientos de los actores principales del SAT.</li> <li>* Falta de una enunciación de las posibilidades de financiamiento del SAT.</li> <li>* Falta el desarrollo del concepto de resiliencia institucional y comunitaria.</li> <li>* Descripción de los desastres antecedentes limitada en: los factores de amenaza y los actores involucrados en ellos, y las acciones de los actores de la gestión del riesgo.</li> <li>* Estimación de pérdidas nula.</li> </ul>

<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Revisión del diseño preliminar del SAT a través de un taller institucional.</li> <li>* Integración de la comunicación y difusión de la gestión del riesgo en la conceptualización del SAT.</li> <li>* Transversalidad de las medidas existentes y propuestas para la comunicación y difusión de la gestión del riesgo en la estructura y los componentes del diseño del SAT.</li> <li>* Descripción de las medidas e intervenciones antecedentes apropiada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Omisión de los recursos y la capacidad institucional y comunitaria existente.</li> </ul>
<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Desarrollo de estudios relacionados con las condiciones del riesgo, la gestión ambiental y la gestión del riesgo en las cuencas y sus tramos urbanos.</li> <li>* Instrumentos normativos fortalecidos por el marco legal y el enfoque conceptual y metodológico de la Ley 1523 de 2012 (PMGRD, planes comunitarios para la gestión del riesgo, PLEC, EMRE, POT, planes de desarrollo).</li> <li>* Articulación con organizaciones ambientalistas, grupos juveniles, instituciones y empresas que adelantan procesos de gestión ambiental y del riesgo, y particularmente las que han realizado labores en el tema de las alertas tempranas (COVARIC, Termales Santa Rosa de Cabal y Ecopetrol).</li> <li>* Experiencia comunitaria en el diseño y manejo de un sistema de alerta temprana (red de informantes de COVARIC).</li> <li>* Compromisos institucionales en la consolidación de los sistemas de alerta temprana.</li> <li>* Financiación de instituciones o empresas locales o regionales.</li> <li>* Áreas protegidas en las cuencas altas de las corrientes (distritos de conservación de suelos: Barbas-Bremen, Alto del Nudo, La Marcada, Campoalegre).</li> <li>* Voluntad y disposición de los funcionarios en mejorar los procesos de la gestión ambiental y del riesgo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Alta rotación de los funcionarios de la gestión ambiental y del riesgo.</li> <li>* Cortoplacismo en los procesos de la gestión del riesgo que entorpece su continuidad.</li> <li>* Desarticulación en la coordinación de las funciones de las instituciones del CMGRD.</li> <li>* Planificación territorial ineficaz para manejar la alta recepción de población en la subregión I (Pereira, Dosquebradas, Santa Rosa de Cabal y Marsella) y la demanda de vivienda en la región.</li> <li>* Nuevos asentamientos y edificaciones sobre el área ribereña y las zonas protectoras de las corrientes.</li> <li>* Realización de actividades socioeconómicas y productivas que aumentan las condiciones del riesgo y los factores de degradación ambiental en la cuenca y en su tramo urbano (minería ilegal, deforestación, inadecuada disposición de residuos sólidos, inapropiado manejo de aguas residuales y pluviales, banqueos o cortes, obras civiles de mitigación inefectivas, entre otros).</li> <li>* Exacerbación de las condiciones del riesgo por la transformación de las variables climáticas.</li> <li>* Estudios sobre las condiciones del riesgo que requieren revisión y actualización.</li> <li>* Instrumentos normativos que requieren revisión y actualización.</li> </ul>

<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Capacidades de los funcionarios y la comunidad académica idóneas para la gestión ambiental y del riesgo.</li> <li>* Vinculación a iniciativas y estrategias internacionales para la gestión del riesgo (por ejemplo, Ciudades Resilientes de las Naciones Unidas).</li> <li>* Financiación y cooperación técnica de agencias internacionales en los procesos de la gestión del riesgo.</li> <li>* Obras civiles para mitigar el riesgo en las cuencas y sus tramos urbanos.</li> <li>* Áreas liberadas con posibilidades de aprovechamiento para el espacio público.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Amenaza compleja generada en la concatenación de fenómenos naturales, siconaturales y antrópicos (fenómenos de remoción en masa, derrame de hidrocarburos, sismos).</li> <li>* Entendimiento de la gestión del riesgo solamente como el manejo de desastres.</li> <li>* Procesos de gestión documental inefectivos que conllevan al desconocimiento e inaccesibilidad de la información y normatividad relacionada con la gestión del riesgo.</li> <li>* Problemas de comunicación entre los funcionarios acerca de los procesos de la gestión del riesgo.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

Por último, se relacionan en la matriz FODA (tabla 14) los factores internos y externos priorizados, para la formulación de estrategias que permitan definir los lineamientos generales de mejoramiento de los diseños de Sistemas de Alerta Temprana.

Las estrategias se plantean con la intención de potencializar las fortalezas, prevenir o minimizar el impacto de las amenazas, ajustar positivamente las debilidades y aprovechar las oportunidades.

Tabla 14. Matriz FODA para los diseños de los SAT para las cuencas de los ríos Consota y San Eugenio, y la quebrada Dosquebradas.

<b>Factores</b>	<b>Oportunidades (O)</b>	<b>Amenazas (A)</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Desarrollo de estudios relacionados con las condiciones del riesgo, la gestión ambiental y la gestión del riesgo en las cuencas y sus tramos urbanos.</li> <li>* Instrumentos normativos fortalecidos por el marco legal y el enfoque conceptual y metodológico de la Ley 1523 de 2012 (PMGRD, planes comunitarios para la gestión del riesgo, PLEC, EMRE, POT, planes de desarrollo).</li> <li>* Articulación con organizaciones ambientalistas, grupos juveniles, instituciones y empresas que adelantan procesos de gestión ambiental y del riesgo, y particularmente las que han realizado labores en el tema de las alertas tempranas (COVARIC, Termales Santa Rosa de Cabal y Ecopetrol).</li> <li>* Experiencia comunitaria en el diseño y manejo de un sistema de alerta temprana (red de informantes de COVARIC).</li> <li>* Compromisos institucionales en la consolidación de los sistemas de alerta temprana.</li> <li>* Financiación de instituciones o empresas locales o regionales.</li> <li>* Áreas protegidas en las cuencas altas de las corrientes (distritos de conservación de suelos: Barbas-Bremen, Alto del Nudo, La Marcada, Campoalegre).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Alta rotación de los funcionarios de la gestión ambiental y del riesgo.</li> <li>* Cortoplacismo en los procesos de la gestión del riesgo que entorpece su continuidad.</li> <li>* Desarticulación en la coordinación de las funciones de las instituciones del CMGRD.</li> <li>* Planificación territorial ineficaz para manejar la alta recepción de población en la subregión I (Pereira, Dosquebradas, Santa Rosa de Cabal y Marsella) y la demanda de vivienda en la región.</li> <li>* Nuevos asentamientos y edificaciones sobre el área ribereña y las zonas protectoras de las corrientes.</li> <li>* Realización de actividades socioeconómicas y productivas que aumentan las condiciones del riesgo y los factores de degradación ambiental en la cuenca y en su tramo urbano (minería ilegal, deforestación, inadecuada disposición de residuos sólidos, inapropiado manejo de aguas residuales y pluviales, banqueros o cortes, obras civiles de mitigación inefectivas, entre otros).</li> <li>* Exacerbación de las condiciones del riesgo por la transformación de las variables climáticas.</li> </ul>
<b>Fortalezas (F)</b>	<b>Estrategias FO</b>	<b>Estrategias FA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Información documental coherente con la resolución de los objetivos.</li> <li>* Caracterización física y socioeconómica idónea.</li> <li>* Propuesta de la instrumentación necesaria para el SAT.</li> <li>* Definición de la estructura operativa del SAT.</li> <li>* Formulación de los protocolos de activación y de comunicación del SAT.</li> <li>* Enunciación de la información requerida y de las variables a analizar en la determinación de las condiciones para la emisión de alertas.</li> <li>* Inclusión del mejoramiento continuo y retroalimentación en la conceptualización del SAT.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Participación comunitaria e institucional en el diseño e implementación del SAT.</li> <li>* Aprovechamiento de los instrumentos normativos municipales y departamentales para la implementación y funcionamiento del SAT.</li> <li>* Fomento y fortalecimiento de las capacidades de la población en torno a los procesos de la gestión del riesgo que se acoplan al SAT.</li> <li>* Fortalecimiento de las capacidades de los componentes institucional y técnico en cuanto a sus responsabilidades dentro del SAT.</li> <li>* Movilización de actividades y proyectos con relación a la implementación del SAT y los procesos de gestión del riesgo asociados, que incluya a cada uno de los componentes estructurales del sistema.</li> <li>* Integración de las redes de estaciones hidrometeorológicas, tanto públicas como privadas, al SAT.</li> <li>* Articulación del SAT al Sistema Nacional de Información de Gestión del Riesgo de Desastres.</li> <li>* Aprovechamiento de la voluntad y compromisos de gestión ambiental de instituciones o empresas para la realización de convenios que permitan la financiación de estaciones o de otros procedimientos para implementar y mantener el SAT.</li> <li>* Articulación de los programas y estrategias de la administración municipal con los aspectos de formulación, implementación y funcionamiento del SAT.</li> <li>* Articulación de procesos de investigación y otros proyectos académicos al funcionamiento del SAT, ya sea para apoyar sus procesos o para formular nuevos estudios a partir de ellos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Actualización de datos e información para las caracterizaciones de las zonas en riesgo de inundación y avenida torrencial.</li> <li>* Comunicación y divulgación oportuna y clara sobre el diseño del SAT y su funcionamiento a los componentes estructurales, con especial énfasis en las funciones de cada uno de ellos.</li> <li>* Fomento de la cooperación e integración de los componentes estructurales del SAT.</li> <li>* Comunicación y divulgación de las condiciones del riesgo a las instancias administrativas y las autoridades encargadas de la planificación territorial, para la toma de decisiones.</li> </ul>
<b>Debilidades (D)</b>	<b>Estrategias DO</b>	<b>Estrategias DA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Omisión de la necesidad de formular estrategias o procedimientos para el seguimiento y evaluación de los procesos y las actividades del SAT.</li> <li>* Ausencia de una breve descripción de los actores principales del SAT (roles, competencias y responsabilidades en torno a la gestión del riesgo).</li> <li>* Reducido análisis futuro del escenario del riesgo.</li> <li>* Inclusión explícita de la comunicación y difusión de la gestión del riesgo, únicamente en la emisión de alertas y alarmas.</li> <li>* Inclusión tácita de la necesidad de considerar los saberes de la comunidad en los procesos de la gestión del riesgo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Articulación de procesos de investigación y otros proyectos académicos en el conocimiento del riesgo, que permitan la exploración de los saberes de la comunidad.</li> <li>* Canalización de la participación activa y organizada de las comunidades en los procesos de la gestión del riesgo: identificación, evaluación, monitoreo y comunicación del riesgo, preparación para la respuesta ante emergencias, además de las actividades que se adelanten para la reducción del riesgo.</li> <li>* Aprovechamiento de la comunidad educativa para ejercicios de comunicación y difusión de las condiciones del riesgo, así como de medidas y herramientas para reducirlo (p.e. los SAT).</li> <li>* Articulación del SAT con los proyectos para la conformación de la red nacional de telecomunicaciones de emergencia.</li> <li>* Concientización de la población e instituciones, de la importancia de la conservación y el manejo adecuado de los ecosistemas, en la gestión del riesgo de desastres.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Establecimiento de acuerdos y compromisos entre los componentes estructurales en relación con sus funciones, que incluyan actualizaciones frecuentes para garantizar su ejecución, además de la interlocución y coordinación entre los actores.</li> <li>* Formulación de canales de comunicación y de manejo de la información claros y accesibles entre los actores involucrados en los SAT.</li> <li>* Incorporación de los pronósticos del cambio climático en el análisis de los escenarios críticos del riesgo.</li> <li>* Incorporación de los resultados obtenidos en proyectos e investigaciones sobre variables hidroclimáticas, obras civiles de mitigación del riesgo, inventarios de viviendas en riesgo, amenazas hidrológicas, características físicas de la cuenca, etc., al SAT y los medios de difusión de este.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

### **3. LINEAMIENTOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL DISEÑO DE SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA**

Con el ánimo de contribuir al mejoramiento de los diseños de los Sistemas de Alerta Temprana planteados por la REDH, se presentan a continuación los lineamientos generales que incorporen adecuadamente los elementos y componentes que las agencias internacionales y las instituciones nacionales de la gestión del riesgo, han determinado como pertinentes y necesarios para formular y orientar la implementación de SAT eficaces, de acuerdo con las experiencias obtenidas a nivel mundial.

Los lineamientos de mejoramiento se desarrollan a partir de la revisión de los resultados del análisis de los diseños de SAT, es decir, las estrategias con las que se pretende maximizar sus aspectos positivos, al igual que minimizar sus aspectos negativos. Del mismo modo, se tienen en cuenta las necesidades identificadas en el diagnóstico y en el análisis FODA, para el ajuste de las estrategias generales y de las acciones planteadas en los lineamientos.

Por lo tanto, se definen tres lineamientos generales para el mejoramiento de los diseños de los Sistemas de Alerta Temprana:

- \* Gobernabilidad y arreglos institucionales.
- \* Conocimiento del riesgo.
- \* Seguimiento y evaluación.

#### **3.1 Gobernabilidad y arreglos institucionales**

La gobernabilidad<sup>16</sup> es entendida como un aspecto transversal esencial para el desarrollo y la sostenibilidad de Sistemas de Alerta Temprana eficaces, puesto que integra de manera sistémica asuntos primordiales para el desarrollo de la gestión del riesgo, además de reforzar y mantener los elementos principales de los SAT (PPAT y EIRD/ONU, 2006).

En este sentido, la gobernabilidad implica el reconocimiento y la constitución de la gestión del riesgo como política pública, el establecimiento de marcos institucionales y normativos que soporten la gestión del riesgo y estén vinculados a las políticas de desarrollo, el fortalecimiento de las capacidades locales, la

---

<sup>16</sup> El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD] (2010) define gobernabilidad como el “ejercicio de la autoridad política, económica y administrativa en la gestión de los asuntos de un país en todos los niveles, comprendiendo los mecanismos, procesos e instituciones a través de los cuáles [sic] ciudadanos y grupos sociales articulan sus intereses, median sus diferencias y ejercitan sus derechos y obligaciones legales. La gobernabilidad incluye al Estado pero lo trasciende, abarcando a todos los sectores de la sociedad, incluidos el sector privado y las organizaciones de la sociedad civil”.

definición de las responsabilidades de los sectores de la sociedad, la asignación de recursos, la articulación y coordinación entre los actores de la gestión del riesgo y la participación comunitaria (Banco Mundial, 2012; Twigg, 2007).

Por consiguiente, y de acuerdo con la PPAT y la EIRD/ONU (2006), la gobernabilidad en los Sistemas de Alerta Temprana contribuiría a su institucionalización y fortalecimiento, por medio de la incorporación de los procesos del SAT a los marcos normativos territoriales, así como a las prácticas y acuerdos institucionales y organizacionales locales; el mejoramiento de las capacidades de los grupos de interés o de los actores de la gestión del riesgo; y la garantía de recursos financieros del SAT y sus procesos.

Así pues, a continuación se plantean, para el primer lineamiento de mejoramiento, cuatro estrategias generales para incorporar aspectos de la gobernabilidad a los diseños de los SAT, a seguir:

- \* Articulación del SAT a los marcos institucionales y normativos.
- \* Participación comunitaria.
- \* Concertación de alianzas.
- \* Capacidad y coordinación organizacional e institucional.

Las acciones asociadas a estas estrategias se enuncian en la tabla 15.

Tabla 15. Lineamiento de mejoramiento 1, estrategias generales y acciones.

<b>Lineamiento de mejoramiento 1: gobernabilidad y arreglos institucionales</b>
<i>Estrategia general 1: articulación del SAT a los marcos institucionales y normativos</i>
Acciones
Integrar los aspectos y las actividades para la formulación, implementación y funcionamiento del SAT a los instrumentos normativos municipales y departamentales (planes, programas, proyectos, acuerdos, convenios, etc.).
Vincular aspectos y actividades de la formulación, implementación y funcionamiento del SAT a los sistemas nacionales, regionales, municipales y sectoriales de información (p.e. al Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres -SNGRD-, el Sistema de Información Ambiental y Estadístico del departamento de Risaralda –SIAE-, entre otros).
Articular aspectos y actividades de la formulación, implementación y funcionamiento del SAT a la Red Nacional de Telecomunicaciones de Emergencia.
<i>Estrategia general 2: participación comunitaria</i>
Acciones
Promover la participación activa y organizada de las comunidades en la formulación y funcionamiento del SAT, lo cual incluye procesos de la gestión del riesgo como la identificación, evaluación, monitoreo y comunicación del riesgo, la preparación para la respuesta ante emergencias, entre otros.
Fomentar el desarrollo de las capacidades de las comunidades en torno a los procesos de la gestión del riesgo que se acoplan al SAT.

<b>Lineamiento de mejoramiento 1: gobernabilidad y arreglos institucionales</b>
<i>Estrategia general 2: participación comunitaria</i>
Abordar las necesidades de los grupos poblacionales y vulnerables en el diseño e implementación del SAT.
<i>Estrategia general 3: concertación de alianzas</i>
Acciones
Articular la voluntad y compromisos de gestión ambiental de instituciones o empresas para la realización de convenios que permitan la financiación de procedimientos para implementar y mantener el SAT.
Promover la cooperación y los convenios entre Entidades Territoriales para optimizar los recursos para la gestión ambiental y del riesgo, de acuerdo con necesidades compartidas.
Impulsar procesos de gestión ambiental y del riesgo con organizaciones ambientalistas y asociaciones comunitarias.
<i>Estrategia general 4: capacidad y coordinación organizacional e institucional</i>
Acciones
Promover el desarrollo de las capacidades de los componentes institucional y técnico en cuanto a sus responsabilidades dentro del SAT.
Fomentar la comprensión de las responsabilidades y de los procesos llevados a cabo en la implementación del SAT, por parte de los actores de los componentes estructurales.
Promover la cooperación e integración de las funciones y actividades desarrolladas por los componentes estructurales del SAT.
Impulsar acuerdos y compromisos entre los componentes estructurales del SAT en relación con sus funciones, que incluyan actualizaciones periódicas, además de la interlocución frecuente entre los actores.
Fomentar el reconocimiento y fortalecimiento de los saberes y prácticas de las comunidades en relación con la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático.

Fuente: elaboración propia.

### 3.2 Conocimiento del riesgo

El conocimiento del riesgo es uno de los principales elementos de los Sistemas de Alerta Temprana, al igual que uno de los procesos de la gestión del riesgo que además engloba todos los demás procesos (reducción del riesgo y manejo del desastre); sin embargo, pese a que el conocimiento del riesgo es tratado de manera satisfactoria en los diseños de los SAT, se formulan tres estrategias que favorecerían su planteamiento en los sistemas:

- \* Identificación y análisis del riesgo.
- \* Monitoreo y vigilancia de las condiciones del riesgo.
- \* Comunicación y difusión.

Con estas estrategias se estimula el desarrollo de proyectos educativos y de investigación locales (institucionales y comunitarios) en torno al conocimiento y monitoreo de las condiciones del riesgo ante inundaciones y avenidas torrenciales, así como la articulación del SAT a aquellos procesos que ya se están efectuando.



De la misma forma, se aborda el reconocimiento y la incorporación de los saberes y las prácticas de la comunidad, en relación con la gestión del riesgo, en el diseño e implementación del sistema.

Por otra parte, se plantea la articulación e integración del SAT con sistemas de información de instituciones públicas y otros actores de la gestión del riesgo, en diferentes niveles territoriales. De igual modo, se considera importante la conectividad y vinculación del sistema con otras redes de monitoreo, para promover el enfoque de amenazas múltiples y amenaza compleja; este enfoque representaría beneficios para el SAT, en términos de recursos y, por tanto, de su sostenibilidad.

La comunicación es entendida como un proceso de interlocución entre los actores de los componentes estructurales del SAT, que incluye además, actividades educativas y de capacitación. Asimismo, se considera a la difusión, como un proceso en el que se hace pública la información del SAT, desde las funciones de sus componentes, hasta los datos obtenidos mediante el monitoreo.

El intercambio de información tiene prevista la sensibilización de los diferentes actores de la gestión del riesgo respecto al Sistema de Alerta Temprana, al igual que establecer espacios para compartir experiencias y conocimientos de otros sistemas de monitoreo y de alerta temprana, que produzcan aportes y lecciones para los sistemas.

Con relación a la participación de la comunidad, esta es concebida tanto en los procesos de generación de información y construcción del conocimiento del riesgo, como en el acceso a este conocimiento, a partir de las medidas y medios utilizados para su comunicación y difusión.

Por otro lado, las actividades propias de una gestión de la información adecuada (obtención, análisis, manejo, almacenamiento y distribución de la información) dan cabida a la identificación de las necesidades de conocimiento del SAT, así como de la gestión del riesgo, y por tanto permite que se impulsen acciones para resolverlas (actualización de datos e información; accesibilidad y disponibilidad de estos; entendimiento de la información; entre otros).

Por último, cabe mencionar la necesidad de desarrollar e incorporar los pronósticos y las variables relacionadas con el cambio climático al análisis del riesgo del SAT, que permitan la formulación de acciones para la respuesta ante eventos peligrosos, y aportes para la toma de decisiones en otros ámbitos de la planificación y desarrollo local, que fomenten la articulación entre la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático.

En la tabla 16 se observan las estrategias generales y las acciones propuestas para el presente lineamiento.

Tabla 16. Lineamiento de mejoramiento 2, estrategias generales y acciones.

<b>Lineamiento de mejoramiento 2: conocimiento del riesgo</b>
<i>Estrategia general 1: identificación y análisis del riesgo</i>
Acciones
Articular procesos de investigación y otros proyectos académicos al conocimiento de las condiciones de riesgo, que permitan la exploración de los saberes y prácticas de la comunidad.
Integrar procesos de investigación y otros proyectos académicos al funcionamiento del SAT, ya sea para apoyar sus procesos o para formular nuevos estudios a partir de ellos.
Promover el establecimiento de compromisos en relación con la actualización de las caracterizaciones y análisis del riesgo, por parte de la administración municipal y de la autoridad ambiental.
Impulsar la incorporación de los pronósticos y variables relacionadas con el cambio climático al análisis de los escenarios críticos del riesgo.
Fomentar el fortalecimiento del conocimiento de las comunidades acerca de los riesgos que pueden afectarlos.
<i>Estrategia general 2: monitoreo y vigilancia de las condiciones del riesgo</i>
Acciones
Promover la integración de redes de estaciones hidrometeorológicas, tanto públicas como privadas, al SAT.
Fomentar la articulación del SAT con redes de monitoreo de diferentes amenazas.
Impulsar el desarrollo y la integración de proyectos comunitarios e institucionales al SAT, con relación al monitoreo del riesgo.
<i>Estrategia general 3: comunicación y difusión</i>
Acciones
Fomentar la articulación del SAT al Sistema Nacional de Información de Gestión del Riesgo de Desastres.
Impulsar la articulación del SAT a la Red Nacional de Telecomunicaciones de Emergencia.
Promover el aprovechamiento de la comunidad educativa y de los medios de comunicación, para la realización de ejercicios de comunicación y difusión de las condiciones del riesgo, así como de medidas y herramientas para reducirlo y responder ante la ocurrencia de un desastre.
Fomentar procesos que permitan compartir las experiencias y los conocimientos de otros sistemas de monitoreo y alerta temprana en el país.
Formular canales de comunicación y de manejo de la información claros y accesibles entre los componentes estructurales y otros actores involucrados en el SAT.
Plantear la incorporación de los resultados obtenidos en proyectos e investigaciones sobre variables hidroclimatológicas, obras civiles de mitigación del riesgo, inventarios de viviendas en riesgo, amenazas hidrológicas, características físicas de la cuenca, etc., a los procesos de comunicación y difusión del SAT.
Promover la concientización de la población e instituciones, respecto a la importancia de la conservación y el manejo adecuado de los ecosistemas de la cuenca, en la gestión del riesgo de desastres.

Fuente: elaboración propia.

### 3.3 Seguimiento y evaluación

El seguimiento y evaluación del SAT incluye la profundización del conocimiento sobre el funcionamiento, arreglos y capacidades institucionales, estructura organizacional, entre otros aspectos del sistema, para la determinación de elementos y condiciones a fortalecer y mejorar, en lo que respecta al conocimiento del riesgo (actualización y revisión de la información, efectividad de los procesos formativos y comunicativos, etc.) y el manejo del desastre (preparación para la respuesta y respuesta); así como lo correspondiente al cumplimiento de las funciones de los componentes estructurales y el impacto de los procesos llevados a cabo con el SAT.

Las estrategias generales planteadas son: *seguimiento del SAT* y *evaluación del SAT*. En la tabla 17 se muestran las acciones relacionadas con la formulación de estos procesos.

Tabla 17. Lineamiento de mejoramiento 3, estrategias generales y acciones.

<b>Lineamiento de mejoramiento 3: seguimiento y evaluación</b>
<i>Estrategia general 1: seguimiento del SAT</i>
Acciones
Plantear la construcción de la estrategia de seguimiento de acuerdo con la formulación de un plan de funcionamiento del SAT; el establecimiento de responsabilidades y relaciones, así como de los mecanismos de coordinación; la determinación de indicadores y de los instrumentos de registro de información; la definición de protocolos y flujos de procedimientos; y la enunciación de los productos del seguimiento (informes, balances de resultados, tableros de control).
Proponer la determinación de las actividades del proceso de seguimiento, teniendo en consideración el registro de la información, el establecimiento de rutinas de seguimiento, la revisión, el ajuste y divulgación de la información de este proceso.
Promover la realización de ejercicios de simulación y simulacros institucionales y comunitarios, que permitan la distinción de aspectos que funcionan bien o que requieren mejora en el funcionamiento del SAT.
<i>Estrategia general 2: evaluación del SAT</i>
Acciones
Plantear la construcción de la estrategia de evaluación de acuerdo con los problemas y las necesidades asociados a los procesos, productos, resultados, estructura organizacional y otras actividades del SAT.
Proponer posibles actividades, instrumentos y medios de comunicación para socializar y divulgar los resultados de la evaluación a los componentes estructurales del SAT, principalmente a los coordinadores de estos.

Fuente: elaboración propia.

#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los Sistemas de Alerta Temprana ante inundaciones y avenidas torrenciales para las cuencas de los ríos Consota (Pereira) y San Eugenio (Santa Rosa de Cabal), y la quebrada Dosquebradas (Dosquebradas) del departamento de Risaralda, son herramientas de la gestión del riesgo diseñadas con la intención de integrar componentes técnicos, comunitarios e institucionales, para el desarrollo de procesos de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres, mediante el análisis, monitoreo y comunicación del riesgo; la disminución de daños y pérdidas a través de la minimización de la exposición; y el incremento de la capacidad de respuesta por medio de la preparación ante la ocurrencia de un evento físico peligroso.

Con la examinación y evaluación de las tres experiencias en el diseño de SAT, se evidenciaron los desarrollos de estas en torno a los procesos de la gestión del riesgo, los elementos principales de Sistemas de Alerta Temprana eficaces y la estructura misma de los sistemas analizados. En términos generales, el nivel de progreso de cada uno de los SAT fue *satisfactorio*, con algunas variaciones y avances a medida que se ha ganado experiencia en su formulación, a través de los años; por ende, el Sistema de Alerta Temprana de la cuenca de la quebrada Dosquebradas (2015) obtuvo una puntuación más favorable en relación con los aspectos del diseño, en comparación con los de los ríos Consota (2013) y San Eugenio (2014).

En este orden de ideas, los aspectos principales que tuvieron valoraciones más altas en el diagnóstico fueron *monitoreo y vigilancia*, y *protocolos y procedimientos*. Asimismo, entre los puntos con mayores niveles de progreso se encontró a la información documental; la descripción del área de estudio; la caracterización de los escenarios de riesgo por inundación y avenida torrencial; la instrumentación (equipos o redes existentes y propuestos); y el protocolo de activación, comunicación y emisión de alertas. Mientras que, los puntos con menores valores de progreso debido a su limitado tratamiento en los diseños, fueron el análisis futuro del riesgo, y el seguimiento y evaluación de la implementación del SAT.

Por otra parte, se identificaron algunos aspectos que, aunque estuvieron presentes en los diseños, pudieron desarrollarse de manera más amplia, como por ejemplo la *comunicación y difusión* y el *financiamiento del SAT*.

En cuanto a la determinación de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas para el análisis de los diseños de los Sistemas de Alerta Temprana, se encontró que las principales fortalezas se relacionaron con los atributos primordiales de la estructura de estos sistemas, es decir, los puntos ligados directamente con la resolución de los objetivos del diseño (anexo B). Por otro lado,

las principales debilidades se asociaron a los procesos de apoyo y dirección de la gestión del riesgo (seguimiento y evaluación, comunicación y difusión).

En lo que se refiere a las principales oportunidades, estas trataron aspectos de la gobernabilidad (institucionalización por medio de los marcos normativos, la articulación e integración de actores, y el financiamiento) y el desarrollo del conocimiento científico y de saberes comunitarios. En contraste, las principales amenazas tuvieron en cuenta el funcionamiento y la coordinación de las instituciones locales, las intervenciones humanas en las condiciones del riesgo y el cambio climático.

De manera que, los lineamientos generales para el mejoramiento de los diseños de Sistemas de Alerta Temprana, buscaron incorporar las estrategias que se construyeron a partir del cruce de los aspectos antes mencionados, los cuales se sintetizaron en las siguientes directrices: *governabilidad y arreglos institucionales; conocimiento del riesgo; seguimiento y evaluación.*

El aporte al mejoramiento de los SAT se logró entonces, por medio del hallazgo de necesidades y puntos clave con posibilidades de un mayor desarrollo, con relación a su diseño, y el planteamiento de orientaciones con las que se pretende la integración y adopción de los elementos y componentes primordiales de los Sistemas de Alerta Temprana.

Además de los lineamientos generales de mejoramiento, la matriz para el diagnóstico de los diseños de los SAT (anexo C) se percibe como una contribución para el ajuste y la formulación de Sistemas de Alerta Temprana por parte de la REDH. De modo similar, la Guía para la implementación de sistemas de alerta temprana comunitarios (UNGRD, 2016a) y el documento Desarrollo de Sistemas de Alerta Temprana (PPAT y EIRD/ONU, 2006), ofrecen herramientas (preguntas orientadoras y lista de verificación) para el desarrollo adecuado de SAT; sin embargo, estas herramientas están enfocadas no solamente en el diseño, sino en la implementación y operación de los sistemas.

Aunque el presente trabajo abarcó algunos aspectos de la implementación de los Sistemas de Alerta Temprana, su alcance y énfasis se halló en el diseño, debido a que esa es la etapa en la que actualmente se encuentran los SAT estudiados.

Por otra parte, se sugiere la exploración de experiencias de Sistemas de Alertas Tempranas en América Latina, la cual permitiría la identificación de los componentes pertinentes para el funcionamiento de estos sistemas, así como la contemplación de las dificultades y retos que estos acarrearán. Igualmente, en Colombia se han conformado SAT que pueden dar diversas enseñanzas a la REDH (Timaná, Santa María, Tolima, Cauca, entre otros [Soluciones Prácticas, 2016]).

En este sentido, también cabe considerar los desarrollos metodológicos y tecnológicos de proyectos e iniciativas sobre la gestión del riesgo, realizados por organizaciones internacionales. Especialmente aquellos de libre acceso o gratuitos, como por ejemplo el programa de Evaluación Probabilística de Riesgos CAPRA (Domínguez-Calle & Lozano-Báez, 2014).

De la misma forma, hay que prestar atención a los avances que se generen en el ámbito nacional, en cuanto a metodologías y herramientas para llevar a cabo programas y proyectos relacionados con los procesos de la gestión del riesgo; como por ejemplo la consolidación del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y la Red Nacional de Telecomunicaciones de Emergencia, para determinar las condiciones que permitan la articulación y adaptación de los Sistemas de Alerta Temprana a estos.

Por otro lado, se recomienda el aprovechamiento de los espacios provistos por las Instituciones Educativas, al igual que de sus proyectos pedagógicos e instrumentos normativos (p.e. los Proyectos Ambientales Escolares), para la sensibilización y concientización de la población respecto a la gestión del riesgo.

Asimismo, se anota la importancia de explorar la formulación de Sistemas de Alerta Temprana Comunitarios en Risaralda como estrategia para el fortalecimiento de las capacidades de las comunidades, que complemente la operación de los Sistemas de Alerta Temprana del departamento. Esta exploración podría efectuarse a través de proyectos e investigaciones promovidas en los cursos del programa de Administración Ambiental de la UTP, o en grupos y semilleros de investigación de la Facultad de Ciencias Ambientales, como el EIS.

Por último, es necesario construir los SAT desde la comprensión sistémica del ambiente, con la que se hace un reconocimiento de las dinámicas sociales y ecosistémicas que se producen en los territorios, dando lugar así a una concepción del riesgo en la que su configuración es consecuencia de las interacciones de las poblaciones con su entorno, y que por lo tanto se puede transformar desde los mismos procesos sociales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Asamblea del departamento de Risaralda [Asamblea de Risaralda]. (2012). Diagnóstico de Risaralda. En *Plan Departamental de Desarrollo 2012-2015: Risaralda: unida, incluyente y con resultados*. Pereira.
- Banco Mundial. (2012). *Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas públicas*. Bogotá, D.C.
- Campos, A., Mossbrucker, H., & Karremans, J. (2009). El conocimiento como hilo conductor en la gestión ambiental del riesgo en el departamento de Risaralda. *Serie: experiencias significativas de desarrollo local frente a los riesgos de desastres*. Lima, Perú: Secretaría General de la Comunidad Andina.
- Cardona, O. D., & Yamín, L. E. (2006). *Información sobre el riesgo de desastre a través del estudio de casos piloto. Estudio nacional de Colombia*. Bogotá, D.C.: BID - CEPAL - IDEA.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2012). *Valoración de daños y pérdidas. Ola invernal en Colombia, 2010-2011*. Bogotá, D.C.: Misión BID - CEPAL.
- Congreso de la República de Colombia [Congreso de Colombia]. (24 de Abril de 2012). Ley 1523 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 y se dictan otras disposiciones*. Bogotá, D.C., Colombia.
- Domínguez-Calle, E., & Lozano-Báez, S. (2014). Estado del arte de los sistemas de alerta temprana en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 38(148), 321-332.
- Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja [IFRC]. (2012). *Sistemas comunitarios de alerta temprana: principios rectores*. Ginebra, Suiza.
- Fernández, C. C. (2011). Diseño de un Sistema de Alerta Temprana centrado en la población ante inundaciones y deslizamientos en la cuenca media del río Otún. *Trabajo de grado para optar al título de Administrador Ambiental*. Pereira, Colombia: UTP.
- Gómez, C. (2012). CARDER: 30 años de historia. Trabajando por el Desarrollo Sostenible en el Departamento de Risaralda. *Tomo I 1981-2001*. Pereira, Colombia: CARDER.
- Hurtado de Barrera, J. (2000). *Metodología de la Investigación Holística* (Tercera edición ed.). Caracas, Venezuela: Fundación Sypal.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Colombia) [IDEAM]. (s.f.). *Glosario*. Recuperado el 27 de julio de 2016, del sitio web del IDEAM: <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/glosario>

- Lavell, A. (2003). *La gestión local del riesgo: nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica*. CEPREDENAC - PNUD.
- Narváez, L., Lavell, A., & Pérez, G. (2009). *La gestión del riesgo de desastres. Un enfoque basado en procesos*. Lima, Perú: Secretaría General de la Comunidad Andina.
- National Oceanic and Atmospheric Administration [NOAA]. (2012). *Guía de referencia para sistemas de alerta temprana de crecidas repentinas*. EE.UU.: National Weather Service International Activities Office.
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2015a). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015 - 2030*. Ginebra, Suiza: UNISDR.
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (25 de septiembre de 2015b). Resolución 70/1. Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Asamblea General de las Naciones Unidas.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]. (octubre de 2010). *Reducción del Riesgo de Desastres, Gobernabilidad y Transversalización*. Recuperado el 25 de julio de 2016, del sitio web de *United Nations Development Programme*:  
<http://www.undp.org/content/dam/undp/library/crisis%20prevention/disaster/Reduccion-Gobernabilidad%20y%20Transversalizacion.pdf>
- Plataforma para la Promoción de Alerta Temprana y Secretaría de la Estrategia Internacional de las Naciones Unidas para la Reducción de Desastres [PPAT y EIRD/ONU]. (2006). Desarrollo de Sistemas de Alerta Temprana: Lista de Verificación. *Tercera Conferencia Internacional sobre Alerta Temprana. Del concepto a la acción*. Bonn, Alemania.
- Presidencia de la República de Colombia [Presidencia de Colombia]. (7 de Diciembre de 2010). Decreto 4580 de 2010. *Por el cual se declara el estado de emergencia económica, social y ecológica por razón de grave calamidad pública*. Bogotá, D.C., Colombia.
- Red Hidroclimatológica del Departamento de Risaralda [REDH]. (2013). *Sistema de Alerta Temprana para la cuenca del río Consota*. Pereira.
- Red Hidroclimatológica del Departamento de Risaralda y grupo de investigación Ecología, Ingeniería y Sociedad [REDH y EIS]. (2014). *Sistema de Alerta Temprana para la cuenca del río San Eugenio*. Pereira.
- Red Hidroclimatológica del Departamento de Risaralda y grupo de investigación Ecología, Ingeniería y Sociedad [REDH y EIS]. (2015). *Sistema de Alerta Temprana para la cuenca de la quebrada Dosquebradas*. Pereira.
- Ruiz Ballén, X. (Julio de 2012). *Guía análisis DOFA*. Recuperado el 22 de julio de 2016, de [http://www.bogota.unal.edu.co/planeacion/download/herramientas-metodologia/Guia\\_Analisis\\_DOFA.pdf](http://www.bogota.unal.edu.co/planeacion/download/herramientas-metodologia/Guia_Analisis_DOFA.pdf)



- Secretaría de la Estrategia Internacional de las Naciones Unidas para la Reducción de Desastres [EIRD/ONU]. (2004). Los sistemas de alerta temprana. En *Vivir con el riesgo. Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres* (págs. 397-425). Ginebra, Suiza: Publicaciones de Naciones Unidas.
- Secretaría de la Estrategia Internacional de las Naciones Unidas para la Reducción de Desastres [EIRD/ONU]. (2008). *Indicadores del Progreso: Guía para medir la Reducción del Riesgo de Desastres y la Implementación del Marco de Acción de Hyogo*. Ginebra, Suiza.
- Soluciones Prácticas. (2016). 21 experiencias de Sistemas de Alerta Temprana en América Latina. Lima, Perú: Grupo Zurich.
- Twigg, J. (2007). *Características de una Comunidad Resiliente ante los Desastres. Nota Guía*. (D. Bunge, Trad.) Londres, Reino Unido.
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (Colombia) [UNGRD]. (2012). *Guía para la Formulación del Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres*. Bogotá, D.C.
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (Colombia) [UNGRD]. (2015). *Implementación de los procesos de gestión del riesgo de desastres, para transferir al FNGRD, a nivel nacional*. Resumen ejecutivo, Bogotá, D.C.
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (Colombia) [UNGRD]. (2016a). *Guía para la implementación de sistemas de alerta temprana comunitarios*. Bogotá, D.C.
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (Colombia) [UNGRD]. (2016b). *Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. Una estrategia de desarrollo 2015 - 2025*. Bogotá, D.C.
- Villasante, T., Montañés, M., & Martín, P. (Coords.) (2000). *Prácticas locales de creatividad social. Construyendo ciudadanía/2*. España: El Viejo Topo.

## ANEXOS

### **Anexo A. Reseña de la Red Hidroclimatológica del Departamento de Risaralda**

(La reseña fue efectuada a partir de la entrevista realizada a Juan Camilo Berrío Carvajal, coordinador de la REDH, el 17 de agosto de 2016).

La Red Hidroclimatológica del Departamento de Risaralda (REDH) nació en el año 2005 mediante un convenio entre la CARDER, la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP), la Alcaldía de Pereira y la Universidad Nacional sede Manizales.

El objetivo de dicho convenio fue el monitoreo de las condiciones climáticas de la ciudad, debido a que había una necesidad de información local de las características climáticas; la información disponible en ese momento correspondía a la de la estación del Aeropuerto Matecaña (IDEAM), la cual mostraba las condiciones de su zona de influencia, mas no de otros sectores del municipio como Cuba, el centro y la UTP. Asimismo, el acceso a dicha información se dificultaba, pues en ese entonces la solicitud tenía un costo y, además, en muchas ocasiones, la entrega era incompleta.

Por lo tanto, aquellas circunstancias permitieron la creación de un convenio en el que el manejo de los datos se podía efectuar desde la UTP. El convenio dio como resultado la instalación de la estación telemétrica El Lago (Unidad Administrativa El Lago en el centro de Pereira) y de la estación Central en la UTP, cuyo funcionamiento inició en el año 2006.

En el 2008, gracias a un proyecto de la UTP y a unos acuerdos rurales, se logró la obtención de recursos y la adquisición de dos nuevas estaciones sin telemetría que se ubicaron en la Planta de Tratamiento de Aguas de la vereda Mundo Nuevo (Pereira) y en la Planta de Tratamiento de Agua de la Compañía de Servicios Públicos Domiciliarios Acuaseo (Dosquebradas); en ese mismo año, la UTP instaló una estación climatológica no telemétrica con recursos propios.

La información que se empezó a generar, obtuvo reconocimiento por parte de otras entidades y por ende, los actores de la REDH se aumentaron. En el 2009, se generó un convenio con la empresa de acueducto y alcantarillado Aguas y Aguas de Pereira para la instrumentación de la cuenca del río Otún (fuente de abastecimiento de Pereira y Dosquebradas), que ha continuado hasta el presente.

Para el año 2010 se instalaron dos estaciones hidroclimatológicas telemétricas, una en El Cedral (cuenca media-alta del río) y otra en el río San Juan (tributario del río Otún en la cuenca media) en el corregimiento La Florida; así como dos estaciones climatológicas telemétricas: Cortaderal (cuenca alta del río, Parque Nacional Natural Los Nevados) y San José (finca en Santa Rosa de Cabal). Adicionalmente, se instalaron seis sensores de nivel para así hacer seguimiento

de los cambios de nivel en los principales tributarios del río Otún: río Barbo y quebradas El Manzano, Negra, San Eustaquio, Volcanes y Dalí; el séptimo sensor fue instalado en la quebrada El Oso (cuenca del Consota).

Desde ese entonces se han hecho múltiples convenios con entidades tanto públicas como privadas, en los cuales ha participado la Alcaldía de Pereira y la Corporación Autónoma Regional de Risaralda<sup>17</sup>. En cuanto a la CARDER, su apoyo ha direccionado las inversiones de otras entidades hacia la REDH, como por ejemplo la necesidad del registro de las variables climatológicas de la empresa minera Seafield (Quinchía, Risaralda) y la empresa hidroeléctrica Morro Azul (Anserma, Caldas y Belén de Umbría, Risaralda).

De igual modo, las alcaldías de Dosquebradas y Santa Rosa de Cabal han participado en la instalación de estaciones.

Además del monitoreo hidroclimatológico, la REDH ha realizado monitoreo hidrológico por medio de los datos reportados por los sensores de nivel y su correlación con los datos obtenidos mediante aforos. En lo que respecta a los aforos, estos también son efectuados a través de órdenes de trabajo, como por ejemplo la de Aguas y Aguas de Pereira en la captación del acueducto.

En síntesis, para el año 2016 la REDH cuenta con 64 puntos de monitoreo teniendo en consideración las estaciones, los pluviómetros, los sensores de nivel y los puntos de aforo.

Con relación a los equipos, la REDH posee estaciones telemétricas y sin telemetría, pluviómetros y sensores de nivel.

Las *estaciones hidroclimatológicas* miden principalmente tres variables: temperatura, precipitación y nivel en una fuente superficial.

Las *estaciones climatológicas* miden siete variables: precipitación, temperatura, humedad relativa, radiación solar, evapotranspiración, velocidad y dirección del viento; y una octava variable es calculada por la consola: la presión barométrica.

Los *pluviómetros* registran la precipitación y se encuentran distribuidos primordialmente en Pereira, Santa Rosa de Cabal y Dosquebradas (zona urbana y rural). Así como las estaciones sin telemetría, los datos de los pluviómetros hay que descargarlos en el sitio; para las estaciones climatológicas la descarga se realiza cada 15 días, en cambio, en el caso de los pluviómetros, se hace cada mes.

Los *sensores de nivel* están localizados en las quebradas anteriormente mencionadas. Al hallarse sumergidos en la corriente tienen un alto riesgo de

---

<sup>17</sup> La CARDER estuvo en el convenio inicial de 2005 y luego retomó su participación en el 2010; desde entonces ha apoyando constantemente con recursos la operación de la red.

pérdida por las crecientes. La información también se recolecta en el sitio cada mes.

Acerca del monitoreo hidrológico por medio de aforos, estos son efectuados de acuerdo con las metodologías dispuestas por el IDEAM: aforo por vadeo y por bote de cautivo. La frecuencia de estos procedimientos depende de las necesidades del contratante, por ejemplo, Aguas y Aguas de Pereira requiere aforos semanales, Acuseo aforos quincenales y otros aforos una vez al mes.

Por otra parte, la estación Central UTP de la REDH está compuesta por dos equipos de cómputo que contienen las bases de datos y el software que controla la consulta de las estaciones telemétricas.

En dichos equipos se adquiere, verifica y procesa la información registrada por las estaciones. La verificación de la información se realiza en términos de su calidad y el procesamiento se efectúa con la herramienta MATLAB, la cual permite elaborar los boletines de las estaciones; a través del equipo hay una comunicación con el proveedor web, donde es posible cargar diariamente los boletines en formato PDF, además, el público con acceso a internet puede visualizar la información contenida en la página web (mapeo de las estaciones de la REDH, históricos de boletines, datos en tiempo real de las estaciones [la actualización se da cada 5 minutos]). Asimismo, la página permite hacer análisis básicos del mapa por medio de filtros de variables, equipos, zonas, etc.

En ese orden de ideas, la Central UTP funciona 24 horas al día, 7 días a la semana. Sin embargo, la estación es operada por una persona 8 horas diarias, 5 días a la semana; en caso tal de que el sistema de monitoreo migrase a un Sistema de Alerta Temprana, habría que extender los horarios del personal para así garantizar el soporte las 24 horas del día, además de hacer una labor de automatización de las alertas.

Actualmente la REDH cuenta con un equipo de trabajo de seis personas, que incluyen el director, el coordinador y los auxiliares de campo.

Como se enunció anteriormente, la difusión de la información se efectúa mediante la página web (<http://redhidro.org/home/>), la cual es revisada regularmente por las entidades que hacen parte de la REDH, las emisoras de radio, la comunidad académica y el público en general, con fines como la consulta misma de variables climáticas e hidrológicas, la verificación de las variaciones en las precipitaciones y posibles consecuencias sobre el caudal (inundaciones o disponibilidad de agua), entre otros. Dado el caso de que se requiera información adicional a la que está publicada, el equipo se encargaría de suplir la necesidad específica.

Por último, el trabajo educativo, propiamente de la REDH, se ha desarrollado con aquellos estudiantes que han mostrado interés en los procedimientos de monitoreo y el manejo de los datos.

## Anexo B. Breve descripción de los SAT para las cuencas de los ríos Consota y San Eugenio, y la quebrada Dosquebradas

Los diseños tuvieron por objetivo principal la formulación de los Sistemas de Alerta Temprana ante inundaciones y avenidas torrenciales en los tramos urbanos de las cuencas de tres corrientes: Consota, San Eugenio y Dosquebradas.

Para la ejecución de dicho fin, se siguió en ellos la siguiente estructura:

1. Desarrollo conceptual sobre la gestión del riesgo y los Sistemas de Alerta Temprana.
2. Diagnóstico de las características físicas y socioeconómicas del área de estudio.
3. Análisis del riesgo (eventos antecedentes de inundación y avenida torrencial, e identificación de las zonas de riesgo hidrológico reciente).
4. Propuesta de la estructura operativa del SAT (funciones de los componentes y organigrama) y del protocolo de activación, comunicación y emisión de alertas y alarmas.
5. Propuesta de las estaciones de monitoreo y vigilancia de las amenazas (sitios para su ubicación y descripción de los equipos).
6. Pautas para la emisión de alertas y alarmas (variables a tener en cuenta en la determinación de umbrales críticos y medios de divulgación de la información).

En la tabla 18 se resume el diseño metodológico utilizado en los tres documentos de acuerdo con sus objetivos específicos.

Tabla 18. Diseño metodológico usado en la formulación de los SAT para las cuencas de los ríos Consota y San Eugenio, y la quebrada Dosquebradas.

Objetivo 1	Realizar un diagnóstico de las características hidrológicas y de riesgos de desastres en la cuenca		
PRODUCTO	ACTIVIDADES	TÉCNICAS	HERRAMIENTAS
<b>Caracterización del área de estudio y análisis del riesgo ante inundaciones y avenidas torrenciales</b>	Identificación y compilación de estudios sobre la dinámica hidrológica de la corriente y de los eventos de inundación y avenida torrencial en el área de estudio.	* Revisión documental. * Entrevista.	Guía de entrevista semi-estructurada.
	Descripción de las generalidades del área de estudio.	* Observación. * Revisión documental. * Entrevista. * Análisis y síntesis.	* Programa ArcGis 9.3. * Guía de entrevista semi-estructurada. * Fotografía
	Análisis de las condiciones del riesgo en el área de estudio.	* Entrevista. * Observación. * Revisión documental.	* Guía de entrevista semi-estructurada. * Fotografía. * Plataforma DesInverntar.

PRODUCTO	ACTIVIDADES	TÉCNICAS	HERRAMIENTAS
		* Análisis y síntesis.	* Guía para la Formulación del PMGRD. * Programa ArcGis 9.3.
<b>Objetivo 2.</b>	<b>Proponer la estructura operativa del Sistema de Alerta Temprana de la cuenca</b>		
<b>Estructura Operativa del SAT y protocolo de activación, comunicación y emisión de alertas y alarmas</b>	Reconocimiento de las responsabilidades de los componentes del SAT en su operación.	* Revisión documental. * Entrevista.	Guía de entrevista semi-estructurada.
	Planteamiento de la estructura operativa del SAT.	* Revisión documental. * Análisis de funciones y responsabilidades.	
	Planteamiento del protocolo de activación, comunicación y emisión de alertas y alarmas.	* Revisión documental. * Asesoría.	* Lluvia de ideas. * Taller institucional.
<b>Objetivo 3.</b>	<b>Seleccionar los equipos y los sitios adecuados para la ubicación de las estaciones de monitoreo, vigilancia y comunicación que harán parte del Sistema de Alerta Temprana</b>		
<b>Propuesta de los equipos de las estaciones de monitoreo y vigilancia, y de su ubicación</b>	Localización y definición de los sitios en el tramo urbano de la corriente para la ubicación de los equipos de monitoreo.	* Revisión documental. * Observación. * Entrevista. * Asesoría.	* Programa ArcGis 9.3. * Street View de Google Maps. * Fotografía. * GPS.
	Selección de los equipos de monitoreo y comunicación.	* Entrevista. * Revisión documental.	

Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, en la tabla 19 se enuncian los equipos de trabajo para el desarrollo de cada uno de los Sistemas de Alerta Temprana.

Tabla 19. Equipos de trabajo de los SAT para las cuencas de los ríos Consota y San Eugenio, y la quebrada Dosquebradas.

SAT	Autores principales	Coordinadores	Asesores y colaboradores	Colaboradores del semillero de investigación
<b>SAT Consota</b>	* Cristian Camilo Fernández Lopera. * Catalina Bravo Salazar. * Juan Camilo Berrío Carvajal.	* Juan Camilo Berrío Carvajal. * Juan Mauricio Castaño Rojas.	Héctor Jaime Vásquez Morales.	

SAT	Autores principales	Coordinadores	Asesores y colaboradores	Colaboradores del semillero de investigación
<b>SAT San Eugenio</b>	* Catalina Bravo Salazar. * Juan Camilo Berrío Carvajal.	* Juan Camilo Berrío Carvajal. * Juan Mauricio Castaño Rojas.	* Felipe Chica Jiménez. * Héctor Jaime Vásquez Morales.	* Óscar Duque Gómez. * Jhon Fredy Echeverry. * María Alejandra Santa Valencia.
<b>SAT Dosquebradas</b>	* Catalina Bravo Salazar. * Juan Camilo Berrío Carvajal.	* Juan Camilo Berrío Carvajal. * Juan Mauricio Castaño Rojas.		* Alejandro Ospina Aguirre. * Óscar Duque Gómez. * María Alejandra Santa Valencia.

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, en la tabla 20 se hace una breve descripción de los puntos más representativos en la caracterización de las cuencas efectuada en cada uno de los diseños de SAT.

Tabla 20. Breve caracterización del riesgo de las cuencas de los ríos Consota y San Eugenio, y la quebrada Dosquebradas.

Ítem	Cuenca del río Consota	Cuenca del río San Eugenio	Cuenca de la quebrada Dosquebradas
<b>Superficie de la cuenca (km<sup>2</sup>)</b>	163,86	124,6	58,47
<b>Precipitación (mm/año)</b>	2053,1	2700-3100	2300-3100
<b>Caudal medio anual (m<sup>3</sup>/s)</b>	5,01	4,48	2,64
<b>Caudal máximo (m<sup>3</sup>/s)</b>	19,34	223,9 (Tr=25 años)	51,43 (Tr=25 años)
<b>Principales tributarios considerados en el diseño del SAT</b>	2	3	6
<b>Sectores o barrios en zona de riesgo hidrológico o combinado</b>	9	15	78
<b>Viviendas en riesgo hidrológico y/o combinado</b>	925 (año 2007)	265 (año 2010)	2754 (año 2009)
<b>Factores de amenaza</b>	* Precipitaciones altas y prolongadas. * Procesos de erosión hídrica. * Modificación del cauce del río.	* Alto régimen de precipitación. * Composición erodable del suelo. * Procesos de erosión hídrica.	* Alto régimen de precipitación. * Morfometría de la cuenca. * Procesos de erosión hídrica.

Ítem	Cuenca del río Consota	Cuenca del río San Eugenio	Cuenca de la quebrada Dosquebradas
<b>Factores de amenaza</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Susceptibilidad de las laderas a fenómenos de remoción en masa.</li> <li>* Insuficiencias en el sistema de alcantarillado (diseño).</li> <li>* Puentes con restricción hidráulica.</li> <li>* Disposición de residuos sólidos en el cauce.</li> <li>* Obras civiles para la mitigación del riesgo inefectivas.</li> <li>* Inadecuado uso de suelo en la cuenca alta de la corriente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Susceptibilidad de las laderas a fenómenos de remoción en masa.</li> <li>* Insuficiencias en el sistema de alcantarillado (diseño y deterioro).</li> <li>* Puentes con restricción hidráulica.</li> <li>* Deforestación de zonas protectoras de las fuentes hídricas.</li> <li>* Obras civiles para la mitigación del riesgo inefectivas.</li> <li>* Explotación indiscriminada de material de arrastre del río.</li> <li>* Vertimientos de aguas residuales.</li> <li>* Intervención de los taludes de las márgenes de las corrientes.</li> <li>* Inadecuado uso de suelo en la cuenca alta de la corriente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Composición erodable del suelo.</li> <li>* Intervención de las llanuras de inundación de las quebradas.</li> <li>* Intervención de los taludes de las márgenes de las corrientes.</li> <li>* Modificación del cauce de las quebradas.</li> <li>* Disposición de residuos sólidos en los cauces.</li> <li>* Vertimiento de aguas residuales.</li> <li>* Puentes con restricción hidráulica.</li> <li>* Insuficiencias en el sistema de alcantarillado y acueducto (diseño y deterioro).</li> <li>* Deforestación de zonas protectoras de las fuentes hídricas.</li> </ul>
<b>Factores de vulnerabilidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Localización de las viviendas y los equipamientos en las llanuras de inundación de la corriente y cerca de los taludes de la ribera.</li> <li>* Calidad baja de algunas viviendas y puentes (tipología de construcción y estado de deterioro).</li> <li>* Recursos limitados de algunos sectores de la población.</li> <li>* Planificación del desarrollo municipal ineficaz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Localización de las viviendas y los equipamientos en las llanuras de inundación de la corriente y cerca de los taludes de la ribera.</li> <li>* Calidad baja de algunas viviendas y puentes (tipología de construcción y estado de deterioro).</li> <li>* Recursos limitados de algunos sectores de la población.</li> <li>* Planificación del desarrollo municipal ineficaz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Localización de las viviendas y los equipamientos en las llanuras de inundación de las corrientes y cerca de los taludes inestables de las riberas.</li> <li>* Calidad baja de algunas viviendas y puentes (tipología de construcción y estado de deterioro).</li> <li>* Susceptibilidad de los canales de los drenajes al taponamiento con residuos.</li> </ul>



Ítem	Cuenca del río Consota	Cuenca del río San Eugenio	Cuenca de la quebrada Dosquebradas
<b>Factores de vulnerabilidad</b>	* Permisividad de la administración municipal para la construcción de asentamientos en zonas en riesgo.	* Permisividad de la administración municipal para la construcción de asentamientos en zonas en riesgo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Actividad laboral inestable y recursos limitados de algunos sectores de la población.</li> <li>* Planificación del desarrollo municipal ineficaz.</li> <li>* Permisividad de la administración municipal para la construcción de asentamientos en zonas en riesgo.</li> <li>* Desconocimiento de las normas por parte de algunos funcionarios.</li> <li>* Hacinamiento.</li> <li>* Falta de organizaciones comunitarias para la gestión del riesgo.</li> </ul>
<b>Actores más representativos</b>	COVARIC, CARDER y DOPAD.	CARDER y oficina de gestión del riesgo (Alcaldía municipal)	OMPADE y Ecopetrol.

Fuente: elaborado a partir de REDH (2013) y REDH y EIS (2014 y 2015).

## Anexo C. Matriz para el diagnóstico de los diseños de los SAT

<b>Sistema de Alerta Temprana</b>	
<b>A. Conocimiento del riesgo</b>	
<b>1. Información técnico-científica</b>	
1.1 Información documental	<p>Información documental disponible y utilizada para la elaboración del diseño del SAT, las fuentes de las que se obtuvieron, y su dimensión espacial y temporal; en lo que respecta a los temas más relevantes para el sistema:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Caracterización física del área de estudio.</li> <li>* Caracterización socioeconómica del área de estudio.</li> <li>* Caracterización del riesgo hidrológico.</li> <li>* Instrumentos normativos.</li> </ul>
<b>1.2 Descripción del área de estudio</b>	
1.2.1 Características físicas	<p>Aspectos de la caracterización física incluidos en el diseño del SAT: geomorfología, geología, clima, morfometría de la cuenca e información fluviométrica, coberturas y usos del suelo, entre otros. Así como la elaboración de mapas para la descripción física del área de estudio.</p>
1.2.2 Características socioeconómicas	<p>Datos e información socioeconómica abarcados en el diseño del SAT: estadísticas demográficas y socioeconómicas, tendencia del crecimiento y ocupación urbana, procesos de migración y desplazamiento, organización comunitaria con énfasis en la gestión ambiental y del riesgo, usos del suelo urbano, entre otros.</p>
<b>1.3 Caracterización de los escenarios de riesgo asociados con fenómenos hidrometeorológicos</b>	
1.3.1 Situación de desastres o emergencias antecedentes	<p>Aspectos de la descripción de los desastres o emergencias antecedentes en el diseño del SAT:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Fenómenos asociados con la situación.</li> <li>* Factores que favorecieron la ocurrencia del fenómeno.</li> <li>* Actores involucrados en las causas del fenómeno.</li> <li>* Daños presentados.</li> <li>* Crisis social ocurrida.</li> <li>* Desempeño institucional en la respuesta y posteriores procesos.</li> </ul>
<b>1.3.2 Escenarios de riesgo por inundación y avenida torrencial</b>	
1.3.2.1 Condición de amenaza	<p>Aspectos relacionados con los factores de amenaza enunciados en el diseño del SAT:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Descripción del fenómeno amenazante.</li> <li>* Causas del fenómeno y factores que favorecen la amenaza.</li> <li>* Actores involucrados en la configuración de las condiciones de amenaza.</li> </ul> <p>Además de la elaboración de mapas de amenazas.</p>

1.3.2 Escenarios de riesgo por inundación y avenida torrencial	
1.3.2.2 Elementos expuestos y su vulnerabilidad	<p>Aspectos asociados a la descripción de la vulnerabilidad y los elementos expuestos en el diseño del SAT:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Factores de vulnerabilidad física, económica, social, política, cultural, institucional, ecológica, etc.</li> <li>* Elementos expuestos: población, viviendas, equipamientos, bienes económicos de producción, bienes ambientales.</li> <li>* Descripción de la población vulnerable (cantidad, caracterización socioeconómica, tendencia de crecimiento poblacional, entre otros)</li> </ul>
1.3.2.3 Daños y pérdidas que pueden presentarse	<p>Descripción cualitativa o cuantitativa de los daños que se pueden presentar en el área de estudio: personas, bienes particulares, colectivos, de producción, ambientales, etc.</p> <p>Así como la estimación de pérdidas (flujos afectados por las emergencias y desastres) en la producción, el transporte, la energía y los servicios públicos y sociales.</p>
1.3.2.4 Medidas e intervenciones antecedentes	Medidas de reducción del riesgo implementadas, que fueron mencionadas en el diseño del SAT (descripción, época, actores, financiamiento).
1.4 Análisis futuro	
1.4.1 Escenario crítico	Reflexión o discusión sobre el escenario crítico (peor escenario posible), la zona a afectarse, los efectos esperados, las posibilidades de reducir los factores de riesgo, el tiempo de actuación y la evolución del escenario en el caso de no hacer nada.
1.4.2 Medidas de intervención del escenario del riesgo	Medidas de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo del desastre identificadas y planteadas en el diseño del SAT.
2. Monitoreo y vigilancia	
2.1 Instrumentación	
2.1.1 Equipos o redes existentes	Instrumentación y capacidad institucional y comunitaria existente.
2.1.2 Estaciones de monitoreo y vigilancia propuestas	Instrumentación propuesta para el SAT.
3. Comunicación y difusión	
Estrategias y actividades utilizadas para la comunicación y difusión de las medidas de los procesos de la gestión del riesgo, así como las usadas en estos procesos dentro del SAT; teniendo en cuenta la participación de los componentes, la claridad y accesibilidad de la información, la efectividad de los medios de comunicación utilizados, entre otros.	
3.1 Medidas de conocimiento del riesgo	Medidas existentes y propuestas para la comunicación, difusión y participación de los componentes en el conocimiento del riesgo: inclusión de saberes, educación, medios de comunicación, entre otros.

<b>3. Comunicación y difusión</b>	
3.2 Medidas de reducción del riesgo	Medidas existentes y propuestas para la comunicación, difusión y participación de los componentes en la reducción del riesgo: desarrollo y avance de actividades para disminuir el riesgo, resiliencia, entre otros.
3.3 Medidas de manejo de desastre	Medidas existentes y propuestas para la comunicación, difusión y participación de los componentes en el manejo de desastres: preparación para la respuesta, inclusión de saberes, educación, medios de comunicación, entre otros.
<b>B. Organización del SAT</b>	
<b>1. Componentes del SAT</b>	
1.1 Componente institucional	Planteamiento de los actores que conformarán la estructura operativa del SAT, sus funciones, responsabilidades y capacidades, además de la institucionalización de las relaciones entre los componentes del SAT (establecimiento obligatorio de los mecanismos de coordinación).
1.2 Componente técnico	
1.3 Componente comunitario	Además de lo indicado en 1.1 y 1.2 (organización del SAT), incluye los planteamientos en torno a la participación comunitaria y los procesos educativos y de capacitación de la población.
1.4 Financiamiento del SAT	Descripción de las fuentes de financiamiento y los actores involucrados, al igual que las posibilidades de acceso a colaboraciones del sector privado o agencias internacionales.
<b>2. Protocolos y procedimientos</b>	
2.1 Protocolo de activación, comunicación y emisión de alertas	Definición de los protocolos de activación y comunicación de alertas: actividades, responsabilidades y flujos de la información; la claridad, accesibilidad y efectividad de los medios de comunicación usados, además de su coherencia con el lenguaje institucionalizado por las autoridades de la gestión del riesgo; los recursos y procesos de formación requeridos para la preparación para la respuesta; entre otros.
2.1.1 Condiciones de monitoreo para la emisión de alertas	Orientaciones para la determinación de las condiciones de monitoreo para la emisión de alertas: información requerida y variables analizadas.
2.2 Seguimiento y evaluación de la implementación del SAT	Indicaciones acerca de las actividades de seguimiento y evaluación de los procesos llevados a cabo en el SAT en cuanto a conocimiento del riesgo (actualización y revisión de la información, efectividad de los procesos comunicativos, etc.) y manejo del desastre (preparación para la respuesta y respuesta), así como lo correspondiente al cumplimiento de las funciones de los componentes de la estructura operativa.

Fuente: diseñado por la autora a partir de: Congreso de Colombia (2012), EIRD/ONU (2004), PPAT y EIRD/ONU (2006) y UNGRD (2012 y 2016a).

## Anexo D. Información documental disponible y utilizada para el diseño de los SAT

SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DEL RÍO CONSOTA			
Tema	Autor	Fecha	Título
Caracterización física	Bernal	1989	Dinámica antrópica en el tramo urbano del río Consota
	CARDER*	1991	Zonificación geológica de terrenos de Pereira y Dosquebradas en función de la aptitud para su uso
	CARDER	1997	Actualización de viviendas ubicadas en zonas de riesgo geotécnico e hidrológico en el municipio de Pereira
	CARDER*	2000	Base ambiental con énfasis en riesgos municipio de Pereira
	CARDER*	2007	Balance hídrico (en: Plan de Manejo Integrado de Aguas Subterráneas en Pereira)
	CARDER y UCPR	2003	Diagnóstico y caracterización del tramo urbano del río Consota
	CARDER y Univalle	1993	Aspectos biofísicos del río Consota
	CARDER y UTP*	2008	Reglamentación del uso de las aguas del río Barbas (Cuenca del río La Vieja). Convenio Interadministrativos No 040, Alianza CARDER-UTP.
	Franco y Restrepo	2010	Diagnóstico arqueológico en el tramo tres del Anillo longitudinal
	Pulecio	2008	Modelación hidráulica del río Consota sector "La Curva" y "Mercasa-Galicia"
	UTP	2006	Estudios limnológicos de los ríos Otún, Consota y quebradas urbanas de la ciudad de Pereira
Caracterización socioeconómica	CARDER y UCPR	2003	Diagnóstico y caracterización del tramo urbano del río Consota
Caracterización del riesgo	AMCO*	1989	Inventario de Viviendas en Zona de Riesgo
	Alcaldía municipal*	2000	Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Pereira
	CARDER	2004	Diagnóstico de riesgos ambientales del municipio de Pereira
	CARDER*	2010	Diagnóstico de riesgos ambientales del municipio de Pereira (actualización)
	CARDER y UCPR	2003	Diagnóstico y caracterización del tramo urbano del río Consota
	DesInventar	2013	Inventario histórico de pérdidas del departamento de Risaralda (1990-2012)
	OMPAD*	2003	Inventario de Viviendas en Zona de Riesgo geotécnico e hidrológico del municipio de Pereira (IVZR, 2003)
	Secretaría de Gobierno y DOPAD*	2009	Inventario ZERO: inventario de viviendas en zona de riesgo del municipio de Pereira
	Secretaría de Gobierno y OMPAD*	2003	Mapas de amenaza hidrológica y clasificación del riesgo (IVZR, 2003)

<b>SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DEL RÍO CONSOTA</b>			
<b>Tema</b>	<b>Autor</b>	<b>Fecha</b>	<b>Título</b>
Instrumentos normativos	Alcaldía municipal*	2011	Decreto 808 de 2011 (adopción del Plan Local de Gestión Integral del riesgo de Pereira)
	Alcaldía municipal*	2012	Decreto 605 de 2012 (conformación del CMGRD de Pereira)
	Congreso de Colombia*	2012	Ley 1523 de 2012 (adopción de la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres)
<b>SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DEL RÍO SAN EUGENIO</b>			
<b>Tema</b>	<b>Autor</b>	<b>Fecha</b>	<b>Título</b>
Caracterización física	CARDER	1995	Evaluación geológica y geomorfológica de la cuenca del río San Eugenio
	CARDER	2005	Agenda Ambiental del Municipio de Santa Rosa de Cabal 2005-2012
	CARDER	2010	Diagnóstico de riesgos ambientales municipio Santa Rosa de Cabal Risaralda
	Gobernación	2010	Actualización del inventario de viviendas localizadas en zonas de alto riesgo por inundaciones y fenómenos de remoción en masa y del mapa de aptitud del suelo en la zona urbana del municipio de Santa Rosa de Cabal
	Hurtado Bedoya	2011	Propuesta de planificación y ordenamiento territorial de la estructura físico biótica del río San Eugenio de Santa Rosa de Cabal Risaralda
	Narváez Osorio	2002	Diagnóstico de la vulnerabilidad física y funcional del sistema de acueducto y alcantarillado de Santa Rosa de Cabal, Risaralda
	Pineda Arboleda	2008	Ajustes a los diseños de consultoría del proyecto: Diagnóstico, evaluación y diseño del interceptor margen derecha del río San Eugenio Santa Rosa de Cabal, Risaralda
	UNAL-CARDER	2006	Estudio hidrológico e hidráulico de la cuenca del río San Eugenio para generar una información básica para la intervención de la cuenca en su tramo urbano. Fase 1
	UNAL-CARDER	2010a	Informe hidrológico e hidráulico (en: Estudio hidrológico e hidráulico de la cuenca del río San Eugenio y actualización del inventario de viviendas sobre el tramo urbano del río)
Caracterización socioeconómica	Gobernación de Risaralda	2010	Actualización del inventario de viviendas localizadas en zonas de alto riesgo por inundaciones y fenómenos de remoción en masa y del mapa de aptitud del suelo en la zona urbana del municipio de Santa Rosa de Cabal
	Hurtado Bedoya	2011	Propuesta de planificación y ordenamiento territorial de la estructura físico biótica del río San Eugenio de Santa Rosa de Cabal Risaralda
	UNAL-CARDER	2010b	Caracterización socioeconómica del área urbana del río San Eugenio
	UNAL-CARDER	2010c	Viviendas ubicadas sobre el tramo urbano del río San Eugenio

<b>SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DEL RÍO SAN EUGENIO</b>			
<b>Tema</b>	<b>Autor</b>	<b>Fecha</b>	<b>Título</b>
Caracterización del riesgo	CARDER	1995	Evaluación geológica y geomorfológica de la cuenca del río San Eugenio
	CARDER	2008	Plan de Gestión Ambiental Regional PGAR 2008-2019. Risaralda Bosque Modelo para el Mundo
	CARDER	2010	Diagnóstico de riesgos ambientales municipio Santa Rosa de Cabal Risaralda
	CARDER y FOREC	2001	Base ambiental con énfasis en riesgos, municipio de Santa Rosa de Cabal
	Concejo municipal	2000	Acuerdo 028 de 2000 (adopción del PBOT del municipio de Santa Rosa de Cabal)
	Des-Inventar*	2014	Colombia - Inventario histórico de pérdidas del departamento de Risaralda (1955-2012)
	Gobernación	2010	Actualización del inventario de viviendas localizadas en zonas de alto riesgo por inundaciones y fenómenos de remoción en masa y del mapa de aptitud del suelo en la zona urbana del municipio de Santa Rosa de Cabal
	Hurtado Bedoya	2011	Propuesta de planificación y ordenamiento territorial de la estructura físico biótica del río San Eugenio de Santa Rosa de Cabal Risaralda
	Pineda Arboleda	2008	Ajustes a los diseños de consultoría del proyecto: Diagnóstico, evaluación y diseño del interceptor margen derecha del río San Eugenio Santa Rosa de Cabal, Risaralda
	Secretaría de Planeación Municipal	2012	Informe Secretaría de Planeación 2012
	UNAL-CARDER	2006	Estudio hidrológico e hidráulico de la cuenca del río San Eugenio para generar una información básica para la intervención de la cuenca en su tramo urbano. Fase 1
	UNAL-CARDER	2010a	Informe hidrológico e hidráulico
	UNAL-CARDER	2010b	Caracterización socioeconómica del área urbana del río San Eugenio
	UNAL-CARDER	2010c	Viviendas ubicadas sobre el tramo urbano del río San Eugenio
Instrumentos normativos	Alcaldía municipal	2012	Decreto 173 de 2012 (conformación del CMGR de Santa Rosa de Cabal)
	Alcaldía municipal*	2014	Programa Santa Rosa de Cabal territorio adaptado al cambio climático (en: Plan de acción, vigencia 2014, del Plan municipal de desarrollo de Santa Rosa de Cabal 2012-2015)
	Concejo municipal	2011	Acuerdo 24 de 2011 (adopción del Plan de Gestión Local del Riesgo de Santa Rosa de Cabal)
	Congreso de Colombia	2012	Ley 1523 de 2012 (adopción de la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres)
		2014	Estrategia municipal de respuesta de emergencia*

<b>SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DE LA QUEBRADA DOSQUEBRADAS</b>			
<b>Tema</b>	<b>Autor</b>	<b>Fecha</b>	<b>Título</b>
Caracterización física	Alcaldía municipal	2013a	Análisis de la situación de salud del municipio en el modelo de determinantes sociales
	Alcaldía municipal	2015b	Resumen Ejecutivo – Diagnósticos Sectoriales
	CARDER y UAESPNN	2012	Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Otún
	Escobar	2009	Análisis del tramo del río Otún entre la Vidriera Otún y la Estación Eléctrica Belmonte No. 2 del municipio de Pereira
	Guzmán y Osorio	2009	Diagnóstico de riesgos ambientales: municipio de Dosquebradas, Risaralda
	Holguín y Vásquez	2000	Base Ambiental para la formulación del Plan de Atención y Prevención de Desastres del municipio de Dosquebradas, con énfasis en riesgos de origen natural y antrópico
	López	2005	Modelación hidráulica de la cuenca de la quebrada Dosquebradas. Fase I (quebradas Dosquebradas, Frailes y La Víbora)
	Pulecio	2006	Modelación hidráulica de la quebrada Dosquebradas. Fase II (quebradas Dosquebradas, Molinos, La Soledad y Manizales)
	UNALMED y A&A	2009	Actualización del Balance Hídrico de los municipios de Pereira, Dosquebradas, La Virginia, Santa Rosa de Cabal y Cartago
Caracterización socioeconómica	Alcaldía municipal	2013a	Análisis de la situación de salud del municipio en el modelo de determinantes sociales
	Alcaldía municipal	2015b	Resumen Ejecutivo – Diagnósticos Sectoriales (en: Proyecto de revisión del POT del municipio de Dosquebradas)
	Camacho et al.	2009	Identificación y evaluación de riesgos en la zona urbana del municipio de Dosquebradas
	CARDER	2009	Plan de Gestión Ambiental Regional PGAR 2008-2019. Risaralda Bosque Modelo para el Mundo
	Guzmán y Osorio	2009	Diagnóstico de riesgos ambientales: municipio de Dosquebradas, Risaralda
	OMPADE	2011	Plan de Emergencias y Contingencias municipio de Dosquebradas 2011
	Restrepo	2014	Lineamientos estratégicos para la Gestión Ambiental del Recurso Hídrico subterráneo en el municipio de Dosquebradas (Risaralda), con base en el concepto de vulnerabilidad global y Gestión del Riesgo
		s.f.	Caso de emergencia Villa Carola*
Caracterización del riesgo	Alcaldía municipal	2012b	Plan Municipal de Gestión del Riesgo del Municipio de Dosquebradas
	Alcaldía municipal	2012c	Plan Territorial de Salud 2012-2015. Decreto 3039 (10 de agosto de 2007)
	Alcaldía municipal	2013a	Análisis de la situación de salud del municipio en el modelo de determinantes sociales
	Alcaldía municipal	2015a	Documento Técnico de Soporte (en: Proyecto de revisión del POT del municipio de Dosquebradas)



<b>SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DE LA QUEBRADA DOSQUEBRADAS</b>			
<b>Tema</b>	<b>Autor</b>	<b>Fecha</b>	<b>Título</b>
	Alcaldía municipal	2015b	Resumen Ejecutivo -Diagnósticos Sectoriales (en: Proyecto de revisión del POT del municipio de Dosquebradas)
	Asamblea de Risaralda	2012	Diagnóstico Risaralda 2012
	Camacho et al.	2009	Identificación y evaluación de riesgos en la zona urbana del municipio de Dosquebradas
	CARDER y UAESPNN	2012	Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Otún
	Concejo municipal	2000	Acuerdo 014 de junio 29 de 2000, por medio del cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial para el municipio de Dosquebradas 2000-2006
	DesInventar*	2015	Colombia - Inventario histórico de pérdidas del departamento de Risaralda (1976-2012)
	Estratificación <sup>+</sup>	2002	Estratificación socioeconómica de la cabecera municipal de Dosquebradas
	Guzmán y Osorio	2009	Diagnóstico de riesgos ambientales: municipio de Dosquebradas, Risaralda
	Hans Lamprea	2011	Obras de mitigación, evitarán inundaciones en Dosquebradas
	Holguín y Vásquez	2000	Base Ambiental para la formulación del Plan de Atención y Prevención de Desastres del municipio de Dosquebradas, con énfasis en riesgos de origen natural y antrópico
	Hoyos	2013	Se buscan soluciones a tantos problemas del Campestre B
	Llanos	2015	Más de 4000 familias están en riesgo
	López	2005	Modelación hidráulica de la cuenca de la quebrada Dosquebradas
	López	2015a	Carder interviene predios de invasiones en Pereira y Dosquebradas
	López	2015b	Avanzan obras de construcción del colector en quebrada Molinos
	OMPADE	2011	Plan de Emergencias y Contingencias municipio de Dosquebradas 2011
	Pulecio	2006	Modelación hidráulica de la quebrada Dosquebradas
	Redacción Pereira	2014	Dosquebradas ya cuenta con su nueva Agenda Ambiental
	Rendón	2011	La quebrada Aguazul será intervenida
	Serviciudad	s.f.	Más de \$18 mil millones invertidos durante esta administración
Instrumentos normativos	Alcaldía municipal	2012a	Decreto 223 de 2012 (adopción del CMGR de Dosquebradas)
	Alcaldía municipal	2012b	Plan Municipal de Gestión del Riesgo del Municipio de Dosquebradas
	Congreso de Colombia	2012	Ley 1523 de 2012 (adopción de la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres)
	OMPADE	2011	Plan de Emergencias y Contingencias municipio de Dosquebradas 2011

\* No referenciado.

<sup>+</sup> Referencia en pie de página.