

**ESTUDIO DE REQUERIMIENTOS DE UNA APLICACIÓN MÓVIL COMO  
APOYO PARA EL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA EN LA ZONA URBANA  
DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN**

**AUTORAS:**

**Ana Yanory Caicedo Arias**

**CODIGO: 103515021249**

**Angela Lorena Gallego Huila**

**CODIGO: 103515020780**



**Universidad  
del Cauca**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y SOCIALES  
PROGRAMA DE GEOGRAFÍA DEL DESARROLLO REGIONAL Y AMBIENTAL  
POPAYÁN  
2024**

**ESTUDIO DE REQUERIMIENTOS DE UNA APLICACIÓN MÓVIL COMO  
APOYO PARA EL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA EN LA ZONA URBANA  
DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN**

**AUTORAS:**

**Ana Yanory Caicedo Arias**

**CODIGO: 103515021249**

**Angela Lorena Gallego Huila**

**CODIGO: 103515020780**

**Proyecto de Trabajo de Grado en la modalidad de Trabajo de Investigación,  
presentado a la Universidad del Cauca como requisito para optar al título de  
Geógrafas**

**Directora:**

**Mg CAROLINA CASTRILLÓN OJEDA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y SOCIALES  
PROGRAMA DE GEOGRAFÍA DEL DESARROLLO REGIONAL Y AMBIENTAL  
POPAYÁN  
2024**

**APROBACION.**

En cumplimiento de uno de los requisitos dispuestos por la Universidad del Cauca, para optar por el Título de Geógrafas, el trabajo de grado (modalidad Trabajo de Investigación) denominado “ESTUDIO DE REQUERIMIENTOS DE UNA APLICACIÓN MÓVIL COMO APOYO PARA EL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN.” desarrollado por los estudiantes Ana Yanory Caicedo Arias y Angela Lorena Gallego Huila, el cual fue aprobado por:

Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

---

---

Firma del director:

---

## **DEDICATORIA:**

Primeramente, agradecida con DIOS por estar presente en cada paso de mi vida, por haber puesto en mi camino a personas maravillosas que me han guiado, aconsejado y brindado su amistad, experiencias y conocimientos. Especialmente dedico este triunfo a mis padres Flor Angela Arias y Silvio Caicedo que han sido el motor de mis sueños, les agradezco el apoyo incondicional en este extraordinario proceso de ser profesional el cual ha sido un trabajo arduo pero satisfactorio. A mis hermanos y familiares que me han brindado su apoyo de seguir adelante con mis propósitos, metas y sueños. Estoy muy emocionada y agradecida de lo que he podido lograr con mi esfuerzo, sacrificio, dedicación, empeño, amor y fe en esta meta que visualice hace muchos años.

ANA YANORY CAICEDO ARIAS

Quiero dedicar este trabajo de investigación a Dios por ser la luz en medio de las dificultades que se me presentaron, a mi hijo Luis Alejandro por emprender este camino conmigo y ser el motor de mi vida, a mis Padres Lorena Huila y Jair Gallego por ser mi voz de fortaleza, motivación, por el amor y apoyo incondicional en mi vida, los amo, a mi hermano Víctor por darme la motivación de seguir con mis sueños, a mis familiares, amigos y a las personas que llegaron a mi vida durante este lindo proceso de la academia que aportaron su granito de arena para que esto hoy fuera posible, son muchas las experiencias y conocimientos adquiridos y doy infinitas gracias por ello.

ANGELA LORENA GALLEGO HUILA

## **AGRADECIMIENTO:**

Agradecimientos especiales a la Magister Carolina Castrillón Ojeda perteneciente a nuestra Alma Mater, por su apoyo incondicional como asesora en nuestro trabajo de grado, además de ser nuestra guía en este proceso y por brindarnos sus conocimientos y experiencias relacionados con la gestión del riesgo de desastre y temas relacionados con la academia.

Agradecemos a la Oficina Asesora de Gestión del Riesgo de Desastres de la Alcaldía de Popayán por darnos un acercamiento e información sobre los procesos que se estaban desarrollando alrededor del Sistema de Alerta Temprana del río Molino.

Igualmente agradecemos la colaboración de los vigías comunitarios adscritos a la secretaria Agroambiental de Desarrollo y Fomento Económico, los cuerpos de socorro del municipio de Popayán por brindar su tiempo, experiencias y conocimientos entorno a los procesos que se han venido desarrollando en la gestión del riesgo sobre la cuenca del río Molino.

Al Ing. Pablo Augusto Magé y al grupo de investigación IDIS de la Universidad del Cauca por el acompañamiento e interdisciplinaridad de conocimientos entre los dos programas.

Muchas gracias a todos.

Ana Yanory Caicedo Arias y Angela Lorena Gallego Huila

## TABLA DE CONTENIDO

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO .....                | 15 |
| 2     | JUSTIFICACIÓN.....                                  | 16 |
| 3     | INTRODUCCIÓN .....                                  | 18 |
| 4     | PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....                    | 19 |
| 5     | OBJETIVOS .....                                     | 20 |
| 5.1   | Objetivo General.....                               | 20 |
| 5.2   | Objetivos Específicos .....                         | 20 |
| 6     | AREA DE ESTUDIO .....                               | 21 |
| 6.1   | Localización y descripción del área de estudio..... | 21 |
| 7     | MARCO TEÓRICO.....                                  | 25 |
| 7.1   | Marco Normativo.....                                | 26 |
| 7.1.1 | Ley 46 de 1988:.....                                | 26 |
| 7.1.2 | Decreto 919 de 1989: .....                          | 26 |
| 7.1.3 | Ley 388 de 1997 .....                               | 27 |
| 7.1.4 | Decreto 93 de 1998: .....                           | 27 |
| 7.1.5 | La Ley 1523 de 2012 .....                           | 28 |
| 7.1.6 | Decreto 2890 de 2013 .....                          | 28 |
| 7.1.7 | Decreto 2434 de 2015 .....                          | 28 |
| 7.2   | Marco Conceptual.....                               | 29 |
| 7.2.1 | Alerta .....  | 29 |
| 7.2.2 | Amenaza .....                                       | 29 |
| 7.2.3 | Aplicación móvil.....                               | 29 |
| 7.2.4 | Requerimiento.....                                  | 30 |
| 7.2.5 | Conocimiento del riesgo.....                        | 30 |
| 7.2.6 | Riesgo.....   | 30 |
| 7.2.7 | Reducción del Riesgo de desastres .....             | 30 |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 7.2.8  | Riesgo de desastres .....  | 30 |
| 7.2.9  | Alerta Temprana.....   | 30 |
| 7.2.10 | Vulnerabilidad .....   | 31 |
| 7.2.11 | Sistemas de Alerta Temprana –SAT.....  | 31 |
| 7.2.12 | Sistemas de Alerta Temprana de Amenazas Múltiples .....  | 31 |
| 7.2.13 | Modelo.....  | 31 |
| 7.2.14 | BPMN.....  | 32 |
| 8      | METODOLOGIA.....   | 33 |
| 8.1    | Proceso metodológico .....   | 34 |
| 8.2    | Proceso construcción bibliográfica .....   | 36 |
| 8.3    | Proceso clasificación de los SAT en tres escalas .....   | 36 |
| 8.4    | Proceso identificación componentes del SAT.....  | 37 |
| 8.5    | Proceso elaboración enfoque cuantitativo.....  | 38 |
| 8.6    | Proceso elaboración enfoque cualitativo .....  | 38 |
| 8.7    | Proceso determinación de los requerimientos para un APP móvil.....   | 39 |
| 8.8    | Actividades del proyecto .....   | 40 |
| 9      | ESTADO DEL ARTE SOBRE SAT A ESCALA GLOBAL, NACIONAL Y LOCAL DIAGNOSTICO DE LOS SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA ..... | 42 |
| 9.1    | Antecedentes de los acuerdos en los SAT .....  | 42 |
| 9.1.1  | Orígenes de la comisión oceanográfica intergubernamental .....   | 42 |
| 9.1.2  | Principios rectores para una alerta temprana eficaz. ....  | 44 |
| 9.1.3  | Primera conferencia internacional sobre SAT(EWC- I).....   | 46 |
| 9.1.4  | La cumbre mundial sobre el desarrollo sostenible .....   | 47 |
| 9.1.5  | La segunda conferencia internacional sobre alerta temprana .....   | 49 |
| 9.1.6  | Plataforma para la promoción de la alerta temprana.....  | 50 |
| 9.1.7  | Marco de acción de hyogo (MAH).....  | 52 |
| 9.1.8  | Tercera conferencia internacional sobre alerta temprana .....  | 55 |
| 9.1.9  | Marco de Sendai para la reducción de riesgo de desastres.....  | 58 |
| 9.1.10 | La primera conferencia de alerta temprana de riesgos múltiples .....   | 60 |
| 9.1.11 | La segunda conferencia de alerta temprana de riesgos múltiples .....   | 62 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 9.2    | Casos de sistemas de alerta temprana a escala global.....  | 66  |
| 9.2.1  | América del norte .....  | 66  |
| 9.2.2  | América central .....  | 68  |
| 9.2.3  | América del sur.....   | 71  |
| 9.2.4  | África.....  | 73  |
| 9.2.5  | Asia .....   | 76  |
| 9.2.6  | Europa.....  | 78  |
| 9.2.7  | Oceanía .....  | 81  |
| 9.3    | Casos de sistemas de alerta temprana a escala nacional.....  | 83  |
| 9.3.1  | Departamento de Tolima .....   | 84  |
| 9.3.2  | Departamento de Santander.....   | 87  |
| 9.3.3  | Departamento de Cundinamarca.....  | 89  |
| 9.3.4  | Departamento del Huila .....   | 95  |
| 9.3.5  | Departamento de Caldas.....  | 97  |
| 9.3.6  | Departamento de Putumayo.....  | 100 |
| 9.3.7  | Departamento de Antioquia.....   | 103 |
| 9.3.8  | Departamento de Boyacá.....  | 108 |
| 9.3.9  | Departamento De San Andrés y Providencia .....   | 109 |
| 9.3.10 | Departamento de Norte de Santander .....   | 111 |
| 9.4    | Casos de sistemas de alerta temprana a escala local.....   | 112 |
| 9.4.1  | Municipio de Popayán .....   | 113 |
| 9.4.2  | Sistema de alertas tempranas para inundación en el río Molino .....  | 113 |
| 9.4.3  | Caracterización del sistema de alerta temprana participativa del río molino, orientado al análisis de datos hidrometereológicos..... | 115 |
| 9.4.4  | Protocolo general del sistema de alerta temprana Rio Molino .....  | 117 |
| 10     | COMPONENTES DE LOS SAT SEGUN LA UNGRD .....  | 119 |
| 10.1   | SAT a Escala Global .....  | 120 |
| 10.1.1 | Componente del conocimiento del riesgo: .....  | 120 |
| 10.1.2 | Componente monitoreo y vigilancia: .....   | 121 |
| 10.1.3 | Componente difusión de alertas: .....  | 121 |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 10.1.4 | Componente capacidad de respuesta:.....   | 122 |
| 10.2   | Procesos SAT a escala global.....   | 122 |
| 10.2.1 | Proceso identificación SAT a escala global de origen hidrometeorológico (Incendios forestales)..... | 122 |
| 10.2.2 | Proceso identificación SAT a escala global de origen hidrometeorológico (Inundación).....           | 124 |
| 10.2.3 | Proceso identificación SAT a escala global de origen geológico (Erupción volcánica).....            | 126 |
| 10.2.4 | Proceso identificación SAT a escala global de origen geológico (Terremoto)                          | 127 |
| 10.2.5 | Proceso identificación SAT a escala global multiamenaza (Varias amenazas)                           | 129 |
| 10.3   | SAT a escala nacional.....  | 129 |
| 10.3.1 | Componente del conocimiento del riesgo:.....  | 130 |
| 10.3.2 | Componente monitoreo y vigilancia:.....   | 130 |
| 10.3.3 | Componente difusión de alertas:.....  | 130 |
| 10.3.4 | Componente capacidad de respuesta:.....   | 131 |
| 10.4   | Procesos SAT a escala nacional.....   | 131 |
| 10.4.1 | Proceso identificación SAT a escala nacional de origen hidrometeorológico (Inundación).....         | 131 |
| 10.4.2 | Proceso identificación SAT a escala nacional de multiamenaza (Varias amenazas).....                 | 136 |
| 10.5   | SAT a escala local.....   | 138 |
| 10.5.1 | Componente del conocimiento del riesgo:.....  | 138 |
| 10.5.2 | Componente monitoreo y vigilancia:.....   | 138 |
| 10.5.3 | Componente difusión de alertas:.....  | 138 |
| 10.5.4 | Componente capacidad de respuesta:.....   | 138 |
| 10.6   | Proceso SAT a escala local.....   | 139 |
| 10.6.1 | Proceso identificación SAT a escala local de origen hidrometeorológico (Inundación).....            | 139 |
| 10.6.2 | Procesos del SAT a nivel local.....   | 141 |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 10.7   | Registro de eventos amenazantes en el municipio de Popayán .....          | 143 |
| 11     | REQUERIMIENTO DE UNA APP PARA UN SAT MULTIAMENAZA .....                   | 145 |
| 11.1   | Uso de Celulares y su sistema operativo .....                             | 145 |
| 11.2   | Aplicaciones móviles en los Sistemas de alerta temprana .....             | 146 |
| 11.2.1 | SATEMóvil: Aplicación de alertas tempranas para telefonía móvil: .....    | 146 |
| 11.2.2 | Aplicación SIATA: .....   | 146 |
| 11.2.3 | Diseño y desarrollo de un APP para un SAT de Arroyos: .....               | 147 |
| 11.3   | Proceso de modelo de aplicación móvil para SAT local multiamenaza .....   | 147 |
| 11.4   | Requerimientos y diagrama de la aplicación móvil .....                    | 149 |
| 11.4.1 | Proceso descripción de requerimientos según conocimiento del riesgo ....  | 150 |
| 11.4.2 | Proceso descripción de requerimientos según monitoreo y vigilancia .....  | 151 |
| 11.4.3 | Proceso descripción de requerimientos según difusión de alerta .....      | 153 |
| 11.4.4 | Proceso descripción de requerimientos según capacidad de respuesta .....  | 154 |
| 11.5   | Requerimientos según organismos de socorro y grupos focales .....         | 154 |
| 11.5.1 | Análisis de resultados de encuesta aplicado a organismos de socorro ..... | 155 |
| 11.5.2 | Proceso especificación de requerimientos según Defensa Civil .....        | 156 |
| 11.5.3 | Proceso especificación de requerimientos según Bomberos .....             | 158 |
| 11.5.4 | Proceso especificación de requerimientos según Cruz Roja .....            | 160 |
| 11.5.5 | Análisis de encuesta aplicada a grupos focales según grupos focales ..... | 162 |
| 11.5.6 | Proceso definición de requerimientos según grupos focales .....           | 164 |
| 12     | Conclusiones .....  | 166 |
| 13     | Recomendaciones .....   | 168 |
| 14     | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....  | 169 |
| 15     | ANEXOS .....  | 176 |

## INDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 1</b> Actividades del proyecto .....                                  | 40 |
| <b>Tabla 2</b> Fortalecimiento de los sistemas de alerta temprana .....        | 48 |
| <b>Tabla 3</b> Programa de trabajo de la PPAT .....                            | 50 |
| <b>Tabla 4</b> Prioridades de acción.....                                      | 53 |
| <b>Tabla 5</b> Elementos principales del SAT .....                             | 56 |
| <b>Tabla 6</b> Oportunidades del Marco de Sendai.....                          | 58 |
| <b>Tabla 7</b> Prioridades de acción.....                                      | 59 |
| <b>Tabla 8</b> Propósitos, metas y desafíos.....                               | 63 |
| <b>Tabla 9</b> ShakeAlert .....  | 66 |
| <b>Tabla 10</b> Sistema de alerta temprana de incendios forestales.....        | 68 |
| <b>Tabla 11</b> Sistema de alerta temprana Río Coyolate.....                   | 69 |
| <b>Tabla 12</b> SAT por inundaciones experiencia Río Lempa en el salvador..... | 70 |
| <b>Tabla 13</b> SAT ante inundaciones en las cuencas binacionales .....        | 71 |
| <b>Tabla 14</b> Sistema de alerta de emergencias (SAE).....                    | 72 |
| <b>Tabla 15</b> El sistema de alerta temprana de ciclones en la práctica.....  | 74 |
| <b>Tabla 16</b> Alerta temprana de fenómenos atmosféricos en África.....       | 75 |
| <b>Tabla 17</b> SAT basados en la evaluación del impacto y el riesgo.....      | 76 |
| <b>Tabla 18</b> Predicción y aviso de crecidas en Bangladesh .....             | 78 |
| <b>Tabla 19</b> Sistema europeo de alerta de inundaciones (EFAS).....          | 79 |
| <b>Tabla 20</b> Sistema de alerta sísmica temprana (alertes).....              | 80 |
| <b>Tabla 21</b> Sistema alerta temprana de erupción volcánica.....             | 81 |
| <b>Tabla 22</b> SAT de inundaciones Papúa Nueva Guinea.....                    | 82 |
| <b>Tabla 23</b> SAT para inundación en Armero Guayabal .....                   | 84 |
| <b>Tabla 24</b> SAT ante amenazas múltiples de Murillo.....                    | 85 |
| <b>Tabla 25</b> Sistema de alerta temprana en el Cañón Combeima .....          | 87 |
| <b>Tabla 26</b> Radar Meteorológico .....                                      | 88 |
| <b>Tabla 27</b> Sistema de alerta temprana para inundaciones de Bogotá.....    | 89 |
| <b>Tabla 28</b> “SAT-P” Valle De Jesús - Junín Cundinamarca .....              | 92 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Tabla 29</b> SAT ante inundaciones de Guaduas .....                    | 93  |
| <b>Tabla 30</b> SAT como plan de contingencia en Utica .....              | 94  |
| <b>Tabla 31</b> SAT del Rio Timana.....                                   | 96  |
| <b>Tabla 32</b> SAT por Inundación de Manizales .....                     | 97  |
| <b>Tabla 33</b> SAT del Rio Magdalena .....                               | 99  |
| <b>Tabla 34</b> SAT para avenidas torrenciales y crecientes súbitas ..... | 101 |
| <b>Tabla 35</b> SAT de Medellín y el Valle de Aburrá.....                 | 104 |
| <b>Tabla 36</b> SAT por inundación en Puerto Berrio .....                 | 105 |
| <b>Tabla 37</b> SAT Quebrada La Liboriana .....                           | 107 |
| <b>Tabla 38</b> Alerta Temprana.....                                      | 108 |
| <b>Tabla 39</b> Protocolo de San Andrés Islas .....                       | 110 |
| <b>Tabla 40</b> SAT de la cuenca Río Zulia y Pamplonita .....             | 111 |
| <b>Tabla 41</b> SAT para inundación en el rio Molino .....                | 113 |
| <b>Tabla 42</b> SATP Rio Molino.....                                      | 115 |
| <b>Tabla 43</b> Protocolo de Activación SAT.....                          | 117 |
| <b>Tabla 44</b> Registros de eventos amenazantes.....                     | 143 |
| <b>Tabla 45</b> Requerimientos según el conocimiento del riesgo .....     | 149 |
| <b>Tabla 46</b> Requerimientos según el monitoreo y vigilancia .....      | 151 |
| <b>Tabla 47</b> Requerimientos según la difusión de alerta.....           | 152 |
| <b>Tabla 48</b> Requerimientos según la capacidad de respuesta .....      | 153 |

## INDICE DE FIGURAS

|   |     |
|---|-----|
| <b>Figura 1</b> Mapa localización del área de estudio .....   | 22  |
| <b>Figura 2</b> Encuentros con el grupo IDIS .....  | 34  |
| <b>Figura 3</b> Proceso metodológico .....  | 35  |
| <b>Figura 4</b> Construcción bibliográfica .....  | 36  |
| <b>Figura 5</b> Clasificación de los SAT en tres escalas.....   | 37  |
| <b>Figura 6</b> Identificación componentes del SAT .....  | 37  |
| <b>Figura 7</b> Elaboración enfoque cuantitativo.....   | 38  |
| <b>Figura 8</b> Elaboración enfoque cualitativo.....  | 38  |
| <b>Figura 9</b> Determinación de los requerimientos para un APP móvil.....                                    | 39  |
| <b>Figura 10</b> Principios de SAT a nivel nacional y local .....   | 45  |
| <b>Figura 11</b> Principios de SAT a nivel regional e internacional.....                                      | 46  |
| <i>Figura 12</i> Identificación SAT a escala global de origen hidrometeorológico (incendios forestales) ..... | 123 |
| <i>Figura 13</i> Identificación SAT a escala global de origen hidrometeorológico (inundación) .....           | 125 |
| <b>Figura 14</b> Identificación SAT a escala global de origen geológico (Erupción volcánica) .....            | 126 |
| <b>Figura 15</b> Identificación SAT a escala global de origen geológico (terremoto) .....                     | 128 |
| <b>Figura 16</b> Identificación SAT a escala global multiamenaza (Varias amenazas) .....                      | 129 |
| <b>Figura 17</b> Identificación SAT a escala nacional de origen hidrometeorológico (inundación) .....         | 133 |
| <b>Figura 18</b> SAT identificación a escala nacional de multiamenaza (Varias amenazas) .....                 | 137 |
| <b>Figura 19</b> Identificación SAT a escala local de origen hidrometeorológico (Inundación) .....            | 140 |
| <b>Figura 20</b> Procesos del SAT a nivel local .....   | 142 |
| <b>Figura 21</b> Proceso de modelo de aplicación móvil para SAT local multiamenaza .....                      | 148 |
| <b>Figura 22</b> Descripción de requerimientos según el conocimiento del riesgo .....                         | 150 |
| <b>Figura 23</b> Descripción de requerimientos según el monitoreo y vigilancia .....                          | 152 |
| <b>Figura 24</b> Descripción de requerimientos según difusión de alerta .....                                 | 153 |
| <b>Figura 25</b> Descripción de requerimientos según capacidad de respuesta.....                              | 154 |

|                  |   |     |
|------------------|---|-----|
| <b>Figura 26</b> | Especificación de requerimientos según Defensa Civil..... | 157 |
| <b>Figura 27</b> | Especificación de requerimientos según Bomberos .....     | 159 |
| <b>Figura 28</b> | Especificación de requerimientos según Cruz Roja.....     | 161 |
| <b>Figura 29</b> | Encuentro con los vigías .....                            | 163 |
| <b>Figura 30</b> | Definición de requerimientos según vigías.....            | 165 |

**INDICE DE ANEXOS.**

|   |     |
|---|-----|
| <b>Anexo A</b> Encuesta aplicado a organismos ..... | 176 |
| <b>Anexo B</b> Relatoría entrevista vigías .....    | 182 |

## **1 RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO**

El enfoque principal del estudio es establecer una base de los requerimientos necesarios para el diseño de una aplicación móvil de un sistema de alerta temprana multiamenaza en la zona urbana del municipio de Popayán, cuyo propósito se basa en hacer una revisión bibliográfica de los antecedentes, comprendido en tres componentes. El primero es, el resultado del diagnóstico del estado del arte sobre los Sistemas de Alerta Temprana (SAT) donde se recopila la información existente sobre los marcos, acuerdos, tratados y conferencias que se han determinado a escala global, nacional y local. El segundo es, el modelo de un SAT, en el que se recopilan los elementos de cada caso de éxito de SAT a escala global, nacional y local para incluir en los cuatro componentes de los Sistemas de Alerta Temprana: Conocimiento del riesgo, Monitoreo y vigilancia, Difusión de alerta y Capacidad de respuesta representada en diagramas. Y el tercer componente, es la estructuración de la información establecida para el diseño de App móvil del SAT multiamenaza teniendo en cuenta los anteriores resultados con la finalidad de presentar una herramienta de modelado que integre los requerimientos. La investigación se enfoca en responder a la pregunta fundamental: ¿Cuáles son los requerimientos necesarios de una aplicación móvil para el sistema de alerta temprana en la zona urbana del municipio de Popayán? Para abordar este tema, se empleó una metodología de enfoque mixto. Inicialmente, se aplicó un enfoque cuantitativo mediante encuestas a organismos de socorro, empleando preguntas cerradas. Como complemento, se adoptó un enfoque cualitativo a través de grupos focales con vigías de la cuenca del río Molino, utilizando preguntas abiertas.

Palabras claves: Sistema de Alerta Temprana (SAT), Conocimiento del Riesgo, Monitoreo y vigilancia, Difusión y comunicación, Capacidad de respuesta, Herramienta de modelado, App móvil, Requerimientos.

## 2 JUSTIFICACIÓN

El presente documento se centra en los Sistemas de Alerta Temprana (SAT)<sup>1</sup> que enmarca la política nacional de la gestión del riesgo de desastre, Ley 1523 de 2012, instrumento primordial para salvaguardar la vida y los bienes materiales a nivel nacional, departamental y municipal. De acuerdo con las disposiciones de la ley el Municipio de Popayán desarrollo el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres en el que plantea un aspecto fundamental que es la caracterización de los escenarios de riesgo del municipio en que se evidencia fenómenos amenazantes de mayor frecuencia y relevancia de origen hidrometeorológico, geológico y socio-natural, como son inundaciones, movimientos en masa, avenidas torrenciales, vendavales, sismos e incendios de cobertura vegetal, estos han ocasionado pérdidas de vida como también daños a los bienes materiales.

Teniendo en cuenta el contexto anterior del municipio, es importante resaltar que los SAT están jugando un papel muy importante en la sociedad ya que logran minimizar pérdidas de vidas humanas y bienes materiales, frente a los acontecimientos generados por los fenómenos naturales, por consiguiente la morfología de la cuenca presenta alto nivel de riesgo de desastre, y es en este punto, donde se resalta el proceso que desempeña la gestión del riesgo de desastre, involucrando a los vigías del río Molino, quienes han ido forjando un sentido de pertenecía y responsabilidad al convivir directamente con la cuenca, por esta razón, son los que conocen e identifican los riesgos, alertan , ayudan a preparar a la comunidad, y comunican a los entes institucionales encargados.

---

<sup>1</sup> Por SAT se entiende “Sistema o conjunto de capacidades relacionadas entre sí para la vigilancia, previsión y predicción de amenazas, evaluación de los riesgos de desastres, así como, actividades, sistemas y procesos de comunicación y preparación, que permite proveer y diseminar información oportuna y eficiente a individuos, comunidades expuestas a una amenaza, instituciones y autoridades, para actuar con tiempo suficiente de antelación y de manera oportuna ante un evento peligroso, a fin de reducir la posibilidad de daños y pérdidas sobre las personas, bienes y servicios, infraestructura, sistemas productivos y medio ambiente” Pag 13. UNGRD, Guía para el desarrollo de Sistemas de Alerta Temprana (SAT), 2021. [en línea] disponible: <http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/32749?show=full>. De ahora en adelante se le asignara esta sigla al documento.

La tarea principal del SAT es reducir el riesgo de desastres en nuestros territorios, si bien se considera una herramienta integral, es necesario implementar el uso de las nuevas tecnologías de comunicación, como es el caso del dispositivo móvil de celular, que hoy en día cuenta con muchas funcionalidades, y la aplicación móvil es una de ellas, que contribuye al fácil acceso de enviar la información, de manera oportuna antes los desastres, mejorado así el tiempo en toma de decisiones, en situaciones de riesgo, haciendo eficiente el funcionamiento del SAT.

Por consiguiente, este proyecto tiene como finalidad definir los requerimientos de una aplicación móvil para un SAT multiamenaza en una zona urbana del municipio de Popayán, cuyo propósito se basa en hacer una revisión bibliográfica de los antecedentes sobre el tema a escala global, nacional y local, profundizando en las principales amenazas naturales y antrópicas, los componentes de los SAT y el análisis comunitario e institucional aplicado a vigías y organismo de socorro.

### **3 INTRODUCCIÓN**

El presente documento es el resultado del estudio de los requerimientos de una aplicación móvil como apoyo para el SAT en la zona urbana del municipio de Popayán comprendido en tres componentes, el primero es estado del arte sobre los SAT que recopilan la información existente de los marcos, acuerdos, tratados y conferencias internacionales que se han determinado a escala global, nacional y local; así como también los casos de éxito de SAT que se han desarrollado en los países y regiones del mundo en las tres escalas ya mencionados.

El segundo componente es el modelo de un SAT, en el que se recopilan los elementos de cada caso de éxito de SAT a escala global, nacional y local para incluir en los cuatro componentes de los SAT, representada en diagramas, en este apartado también se realizó un registro de los fenómenos o eventos que han tenido mayor impacto en la zona urbana y rural del municipio de Popayán, teniendo en cuenta el Plan Municipal de gestión del riesgo.

El tercer componente hace referencia a los requerimientos de un SAT para una zona prototipo de la ciudad de Popayán, teniendo en cuenta sus cuatro componentes, los modelos de aplicaciones móviles aplicadas a los SAT, y la articulación de los grupos focales y los organismos de socorro para identificar los requerimientos necesarios de una aplicación móvil.

#### **4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El cambio climático, es uno de los mayores desafíos al que estamos expuestos, a causa de efectos secundarios producidos en su mayoría por las actividades humanas, como es la emisión de gases de efecto invernadero, que trae consigo el calentamiento global referido a los cambios de temperaturas, como lo menciona la (OMM, 2022) en muchas partes del mundo no solamente se genera incendios forestales, olas de calor, sequias intensas, también se genera gran concentración de vapor de agua en la atmosfera que provoca inundaciones mortales y lluvias extremas, las tormentas tropicales y el aumento del nivel del mar son más potentes y acrecientan sus consecuencias.

De igual forma, el municipio de Popayán no es ajena a esta situación, ya que también ha sido escenario de múltiples eventos, siendo los habitantes los más afectados por los estragos del clima, según el documento de historicidad de eventos del municipio de Popayán por la (OAGRD, 2017) los eventos a los que se están expuestos, son los provocados por sismos, movimientos en masa, inundaciones, avenidas torrenciales, vendaval e incendios de cobertura vegetal, y aunque ya se cuenta con el SAT del Rio Molino, cabe mencionar que no se encuentra al alcance de todos los habitantes, lo que dificulta que su funcionamiento sea eficaz y eficiente ante los riesgo.

Entonces es objeto de estudio realizar una investigación, donde se involucre como principal herramienta de apoyo la aplicación de SAT, en el municipio mediante el uso de una aplicación móvil, que en lo posible funcione en tiempo real, de manera oportuna y temprana antes los eventos amenazantes, para proteger y salvar la vida de las personas.

Teniendo en cuenta lo anterior se propone la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los requerimientos necesarios de una aplicación móvil para el Sistema de Alerta Temprana en la zona urbana del municipio de Popayán?

## **5 OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo General**

Establecer los requerimientos necesarios para diseño de una aplicación móvil de un sistema de alerta temprana multiamenaza en la zona urbana del municipio de Popayán

### **5.2 Objetivos Específicos**

- Generar un diagnóstico de los SAT a través de la recopilación y análisis de información documental.
- Identificar el funcionamiento de los SAT según los cuatro componentes propuestos por la UNGRD.
- Estructurar la información requerida para el diseño de una aplicación móvil como apoyo para los sistemas de alerta temprana en la ciudad de Popayán

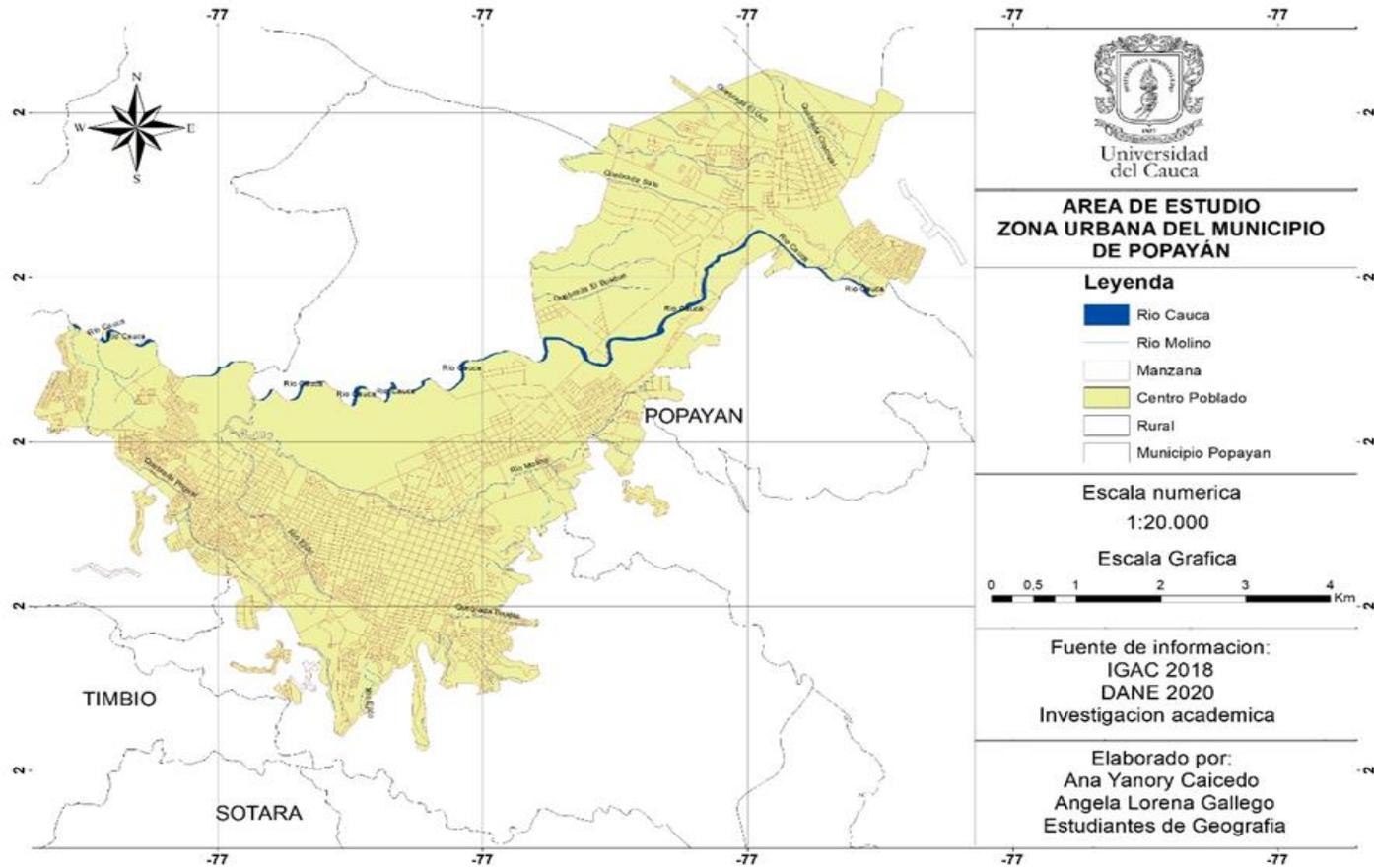
## **6 AREA DE ESTUDIO**

El área de estudio se enmarca en la zona urbana del municipio de Popayán como centro de concurrencia de amenazas de origen hidrometeorológico, geológico y socio-natural, los cuales hacen presencia con mayor frecuencia y relevancia.

### **6.1 Localización y descripción del área de estudio**

En cuanto a la división político administrativa, según (CMGRD; Popayan, 2017) el municipio de Popayán en la zona urbana está dividido por 9 Comunas y 249 barrios y en la zona rural está dividido por 23 Corregimientos.

**Figura 1** Mapa localización del área de estudio



*Nota.* Elaboración propia. Fuentes de información: IGAC (2018), DANE (2020)

Popayán es la capital del departamento del Cauca, se encuentra localizado en el Valle de Pubenza, entre la Cordillera Occidental y Central al suroccidente del país, limita al norte con el municipio de Cajibío, al Nororiente con el municipio de

Totoró, al oriente con Totoró, Puracé y el departamento del Huila, al occidente con el municipio del Tambo y al sur con los municipios de Sotaró, Timbio y Puracé; su coordenada geográfica es 2°27' norte y 76°37'18" de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Su extensión territorial es de 512 km<sup>2</sup>, su altitud media es de 1760 m.s.n.m, su precipitación media anual de 1941 mm, con una temperatura media de 19 °C durante todo el año, alcanzando temperaturas máximas en los meses de Julio, agosto y septiembre en horas del mediodía, hasta 29 °C y mínimas de 10 °C en horas de la madrugada en verano.

Históricamente la zona urbana de Popayán ha presentado desastres naturales, que han ocasionado pérdidas humanas, materiales, ambientales y económicas, según (CMGRD. & Popayan, 2017) el documento de historicidad de eventos del municipio de Popayán indica que la ocurrencia de los fenómenos por inundación, avenida torrencial y vendaval tiene mayor incidencia en la zona urbana del municipio; siendo las inundaciones el suceso de mayor frecuencia con 75 eventos en la zona urbana, seguido de los vendavales con 22 eventos y avenidas torrenciales con 4.

En relación con lo anterior, en la zona urbana se han presentado eventos de inundación en los principales ríos como; el río Hondo, río Molino y el río Ejido que atraviesan la ciudad y luego drenan sus aguas al río Cauca; según la distribución de eventos hidrometeorológicos de la zona urbana durante el periodo de 1928 al 2017, se registraron 53 eventos en el río Ejido y la quebrada Pubús registro 29 eventos, siendo estos los principales afluentes que han tenido mayor incidencia en la ocurrencia de inundaciones en Popayán; el río Molino también ha presentado 2 eventos reportados, en cuanto a los vendavales su frecuencia ha sido relativamente poca, con un comportamiento aleatorio.

Referente a la sismicidad en el municipio, Popayán ha sido gravemente afectada por la ocurrencia de eventos sísmicos en repetidas ocasiones, debido a su ubicación sobre la Falla de Romeral que atraviesa el país de sur a norte en la zona andina, presentando alta actividad

sísmica y dando lugar a varios terremotos como el que sucedió en la mañana del Jueves Santo del 31 de marzo de 1983.

Por lo tanto, es necesario diseñar e implementar una aplicación móvil de un SAT multiamenaza en una zona de prototipo de la ciudad de Popayán como un mecanismo de reacción temprana de la población ante una posible amenaza, con el fin de salvaguardar las vidas humanas y los bienes materiales.

## 7 MARCO TEÓRICO

Colombia no ha sido ajena al incremento de desastres naturales por acciones meteorológicas, la fuerte oleada de invierno, aumenta el riesgo de desastre ya que trae consigo deslizamientos, avenidas torrenciales, inundaciones, crecidas, pérdidas humanas e inmateriales, a raíz de esto es indispensable hacer una mirada al contexto de la gestión de riesgo de desastre y la articulación que generan los SAT para actuar de manera oportuna ante estos eventos.

Ahora bien, desde el enfoque geográfico se puede señalar que la geografía tiene como objeto de estudio el espacio y la relación sociedad - naturaleza, así mismo enfoques y teorías geográficas que nos aproximan al conocimiento integral tanto del espacio como contenedor de fenómenos naturales como también al del tejido social, sus relaciones, comportamientos y vivencias.

Según (Martinez, 2015) la relación sociedad - naturaleza que en términos de la teoría de los riesgos es referente a la interrelación amenaza - vulnerabilidad, la cual define el riesgo como una condición o situación de un proceso en transformación. Este tema de la interrelación sociedad – naturaleza, fundamenta científicamente la disciplina geográfica con una larga tradición en estas explicaciones, porque los geógrafos con su observación integral han brindado los mayores aportes a las teorías del riesgo de desastre.

Por consiguiente, no se puede pasar por alto la importancia de la contribución comunitaria en la configuración del territorio y la satisfacción de sus necesidades. (Alvear & Recaman, 2015) resaltan en el acuerdo de voluntades de la cuenca del río Molino la importancia de establecer criterios y herramientas para coordinar la acción entre las instituciones y la comunidad, especialmente en lo que respecta a la gestión ambiental comunitaria de riesgos y la prevención de desastres en las comunidades de la parte media y alta de la subcuenca del río Molino.

Con respecto al desarrollo de nuevas tecnologías aplicables en la geografía y en la gestión de riesgo de desastre, cabe mencionar que según (Cuello & Vittone, 2013) las aplicaciones móviles o APP (abreviatura en inglés), son componentes descargados desde el internet para desempeñar una función que el usuario requiera o solicite, actualmente encontramos

aplicaciones de todo tipo, forma y color, ofreciendo una mejor experiencia de uso, evitando tiempos de espera excesivos y logrando una navegación más fluida entre los contenidos.

De esta manera el marco teórico se desarrollará en tres momentos; un marco normativo que puntualice la normatividad existente en nuestro país, un marco conceptual que haga referencia los conceptos claves para el desarrollo del tema y un marco de referencia enfocado en la reducción y prevención de desastre desde una escala global, nacional y local; de la siguiente manera:

## **7.1 Marco Normativo**

En el siguiente marco normativo se presentan las normas, leyes y decretos con los lineamientos necesarios que se establecen a escala nacional para el desarrollo y aplicabilidad de la gestión del riesgo de desastre en el territorio.

### **7.1.1 Ley 46 de 1988:**

El (Congreso de Colombia, 1988) establece la Ley 46 de 1988, por la cual se crea y organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, se otorgan facultades extraordinarias al presidente de la República y se dictan otras disposiciones, que decreta 4 capítulos:

1. Aspectos generales de planeación.
2. Aspectos institucionales y operativos.
3. Manejo de situaciones específicas de desastre.
4. Facultades extraordinarias.

### **7.1.2 Decreto 919 de 1989:**

El (Presidente de la República de Colombia, 1989) instituye el decreto 919 de 1989 por el cual se organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres y se dictan otras disposiciones.” En el Artículo 1 menciona: El Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres está constituido por el conjunto de entidades públicas y privadas que realizan planes, programas, proyectos y acciones específicas, para alcanzar los siguientes objetivos:

- a) Definir las responsabilidades y funciones de todos los organismos y entidades públicas, privadas y comunitarias, en las fases de prevención, manejo, rehabilitación, reconstrucción y desarrollo a que dan lugar las situaciones de desastre o de calamidad;
- b) Integrar los esfuerzos públicos y privados para la adecuada prevención y atención de las situaciones de desastre o de calamidad;
- c) Garantizar un manejo oportuno y eficiente de todos los recursos humanos, técnicos, administrativos, y económicos que sean indispensables para la prevención y atención de las situaciones de desastre o calamidad.

#### **7.1.3 Ley 388 de 1997**

El (Congreso de Colombia, 1997) establece la Ley 388 de 1997 por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989, y la Ley 3ª de 1991 y se dictan otras disposiciones donde se crea el Plan de Ordenamiento Territorial POT como el instrumento básico el cual contiene un conjunto de objetivos, políticas, estrategias, metas, normas, programas y proyectos que orientan el desarrollo físico del territorio.

#### **7.1.4 Decreto 93 de 1998:**

El (Presidente de la República de Colombia, 1998) instaura el Decreto 93 de 1998 por el cual se adopta el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres. El cual debe incluir y determinar todas las políticas, acciones y programas, tanto de carácter sectorial como del orden nacional, regional y local que se refieren, entre otros, a los siguientes aspectos:

- a) Las fases de prevención, atención inmediata, reconstrucción y desarrollo en relación con los diferentes tipos de desastres y calamidades públicas;
- b) Los temas de orden económico, financiero, comunitario, jurídico e institucional;
- c) La educación, capacitación y participación comunitaria;
- d) Los sistemas integrados de información y comunicación a nivel nacional, regional y local;
- e) La coordinación interinstitucional e intersectorial;
- f) La investigación científica y los estudios técnicos necesarios;

g) Los sistemas y procedimientos de control y evaluación de los procesos de prevención y atención.

#### **7.1.5 *La Ley 1523 de 2012***

El (Congreso de Colombia, 2012) constituye la 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.” que define los lineamientos para la actuación a partir del conocimiento, la reducción del riesgo y la respuesta en caso de desastre. Se establece 8 capítulos:

Capítulo 1. Principios y definiciones.

Capítulo 2. Estructura, Organización, dirección y coordinación del SNGRD.

Capítulo 3. Instrumentos de Planificación.

Capítulo 4. Sistemas de Información.

Capítulo 5. Mecanismos de Financiación para la Gestión del Riesgo de Desastres.

Capítulo 6. Declaratoria de desastre, calamidad pública y normalidad.

Capítulo 7. Régimen especial para declaratoria de calamidad pública y normalidad.

Capítulo 8. Disposiciones finales.

#### **7.1.6 *Decreto 2890 de 2013***

El (Presidente de la República de Colombia, 2013) instaura el Decreto 2890 de 2013 por el cual se crea y reglamenta la comisión intersectorial de alertas tempranas- CIAT y se dictan otras disposiciones”, donde se crea la Comisión Intersectorial de Alertas Tempranas (CIAT), como instancia encargada de recomendar al ministro del Interior, la emisión o no de alertas tempranas, la Conformación, funciones y competencias de la Comisión CIAT.

#### **7.1.7 *Decreto 2434 de 2015***

El (Presidente de la República de Colombia, 2015) establece el Decreto 2434 de 2015 por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones; 1078 de 2015, para crearse el Sistema Nacional de

Telecomunicaciones de Emergencias como parte del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres” con el fin de contribuir al logro de los objetivos del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y de fortalecer el desempeño eficiente de sus componentes.

## **7.2 Marco Conceptual**

Se toma con referencia la terminología de la Ley 1523 del 2012, glosario de términos y conceptos de la gestión del riesgo de desastres para los países miembros de la Comunidad Andina, Guía para el desarrollo de sistemas de alerta temprana en Colombia 2021, UNISDR Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres y el Decreto 2890, 2013. A continuación, se menciona los diferentes conceptos relacionados a los sistemas de alerta temprana con su respectiva definición.

### **7.2.1 Alerta**

Según el (Congreso de Colombia, 2012) define “Estado que se declara con anterioridad a la manifestación de un evento peligroso, con base en el monitoreo del comportamiento del respectivo fenómeno, con el fin de que las entidades y la población involucrada activen procedimientos de acción previamente establecidos”.

### **7.2.2 Amenaza**

De acuerdo al (Congreso de la Republica, 2012) define “Peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida 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”.

### **7.2.3 Aplicación móvil**

Según (Victoria, 2018) “ Es un tipo de software diseñado especialmente para dispositivos móviles, constituido por conjuntos de instrucciones lógicas, información, datos, documentación y procedimientos asociadas a estas instrucciones. Este software se desarrolla bajo diferentes lenguajes de programación y funciona exclusivamente en sistemas operativos móviles (plataforma para la gestión de recursos software- hardware de positivos móviles)”.

#### **7.2.4 *Requerimiento***

Según (Gil, 2002) “Es el proceso mediante el cual se intercambian diferentes puntos de vista para recopilar y modelar lo que el sistema va a realizar. Este proceso utiliza una combinación de métodos, herramientas y actores, cuyo producto es un modelo del cual se genera un documento de requerimientos”.

#### **7.2.5 *Conocimiento del riesgo***

Según el (Congreso de la Republica, 2012)“Es el proceso de la gestión del riesgo compuesto por la identificación de escenarios de riesgo, el análisis y evaluación del riesgo, el monitoreo y seguimiento del riesgo y sus componentes y la comunicación para promover una mayor conciencia del mismo que alimenta los procesos de reducción del riesgo y de manejo de desastre”.

#### **7.2.6 *Riesgo***

Según la (UNISDR, 2009) Se entiende como la probabilidad de que ocurra un hecho o evento cuya magnitud desencadena consecuencias negativas.

#### **7.2.7 *Reducción del Riesgo de desastres***

Según la (Comunidad Andina, 2018) Hace referencia a la acción que busca evitar y prevenir nuevos riesgos de desastres que se produzcan en un territorio y a la gestión del riesgo que contribuya a la resiliencia, a la preparación ante eventos adversos y al logro del desarrollo sostenible.

#### **7.2.8 *Riesgo de desastres***

De acuerdo (Comunidad Andina, 2018) Es la posibilidad de ocurrencia de pérdidas humanas o bienes de la comunidad, en un tiempo determinado, en relación a la amenaza, exposición, vulnerabilidad y capacidad de respuesta.

#### **7.2.9 *Alerta Temprana***

El (Presidente de la República de Colombia, 2013)“Se define como Alerta Temprana las recomendaciones de carácter preventivo, que realiza el ministro del Interior a las autoridades competentes a nivel nacional y territorial para la implementación de acciones integrales

frente a la advertencia de un riesgo alto o medio de violación de los derechos a la vida, a la integridad, libertad y seguridad personal e infracciones al Derecho Internacional Humanitario”.

#### **7.2.10 Vulnerabilidad**

Según el (Congreso de la Republica, 2012) 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. Corresponde a 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”.

#### **7.2.11 Sistemas de Alerta Temprana –SAT**

La (UNGRD, 2021) define como un Sistema o conjunto de capacidades relacionadas entre sí para la vigilancia, previsión y predicción de amenazas, evaluación de los riesgos de desastres, así como, actividades, sistemas y procesos de comunicación y preparación, que permite proveer y diseminar información oportuna y eficiente a individuos, comunidades expuestas a una amenaza, instituciones y autoridades, para actuar con antelación y de forma pertinente ante un suceso de amenaza, con el fin de reducir daños a las personas, infraestructura, bienes materiales y medio ambiente.

#### **7.2.12 Sistemas de Alerta Temprana de Amenazas Múltiples**

Según la (Comunidad Andina, 2018) Abordan varios tipos de amenazas o impactos, en diferentes contextos y cuyos sucesos peligrosos puede producirse simultáneamente o de forma acumulativa, con la capacidad de advertir el riesgo y con la intervención de múltiples mecanismos y disciplinas para la vigilancia de amenazas múltiples.

#### **7.2.13 Modelo**

La (RAE, 2008 y REIEC, 2009) En la investigación científica, se emplea la idea de modelo para abarcar un “esquema teórico ya sea de un sistema o de una realidad compleja, que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento”.

#### 7.2.14 *BPMN*

De acuerdo con (Freund et al., 2014) el modelo BPMN es «Un proceso es una concatenación lógica de actividades, a través del tiempo y lugar, impulsadas por eventos y que a través de su proceso de transformación, cumplen un determinado fin»

## **8 METODOLOGIA**

La metodología de investigación será de enfoque mixto, en primera instancia, con enfoque cuantitativo a través, de tipo de investigación de análisis estadístico desde la técnica de encuestas, con el instrumento de cuestionario de encuesta, con tipo de pregunta cerrada, en segunda instancia, enfoque cualitativo a través del tipo de investigación etnográfico, desde la técnica de los grupos focales, con tipo de pregunta abiertas.

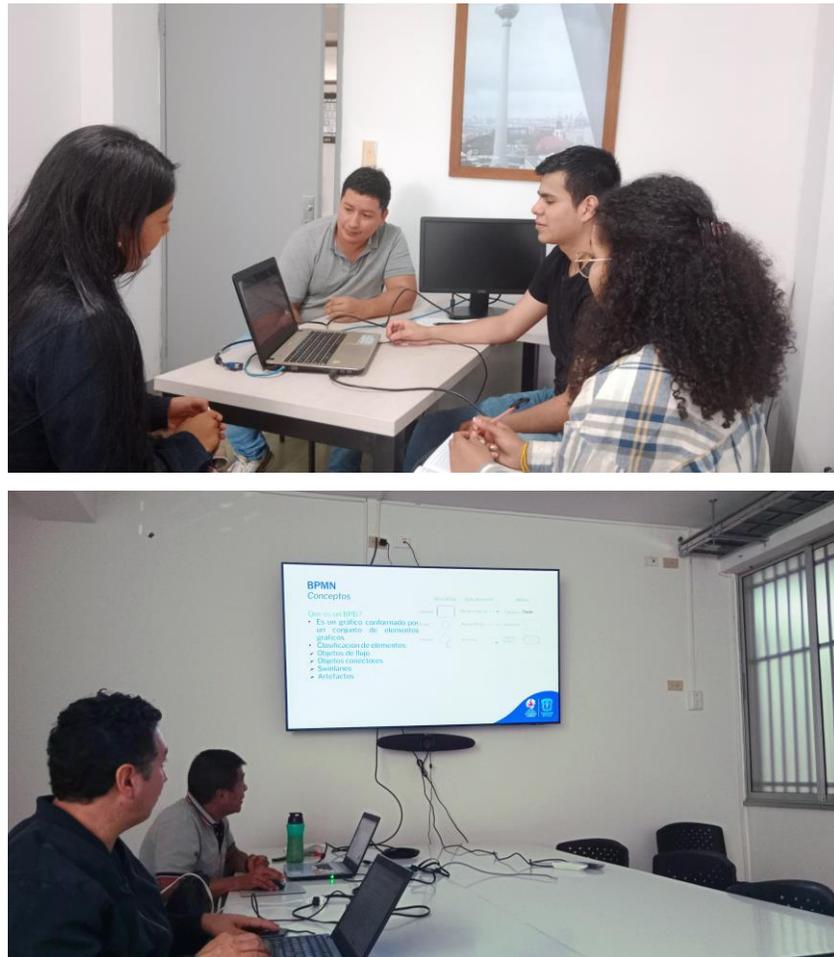
Se recopiló y analizo la información obtenida a través de diversas fuentes, este proceso se llevó a cabo, con la revisión de experiencias cuyo criterio de búsqueda incluyo artículos científicos, informes, documentos institucionales, diarios de web, trabajos de investigación y estadísticas, encontrando documentos pertinentes y relevantes sobre el tema y ayudar a contribuir al funcionamiento de los SAT.

La recolección de información o datos se realizó mediante grupos focales, con tipo de preguntas abiertas, dirigida a los vigías que pertenecen a la Secretaria Agroambiental de Desarrollo y Fomento Económico, porque que son los principales actores que conviven con la subcuenca del Rio Molino, y también se realizó una encuesta vía Google Forms, dirigida a las instituciones que conforman los organismos de socorro, inscritas al Consejo Municipal de Gestión del Riesgo de Desastre con preguntas de tipo cerrada.

También, se implementó la herramienta de modelado, Modelo y Notación de Procesos de Negocio BPMN (por sus siglas en inglés) como herramienta que integra los procesos, las personas y las tecnologías de la información, que aborden de manera más precisa la información recolectada, con el fin de determinar las principales características necesarias para cumplir con el objetivo principal de la investigación.

Para ello se contó con el apoyo del grupo de investigación IDIS, de la facultad de ingeniería electrónica y telecomunicaciones de la universidad del Cauca, quienes brindaron asesorías sobre la forma y manera de realizar las actividades y procesos que se emplearon para nuestro trabajo de investigación.

*Figura 2 Encuentros con el grupo IDIS*

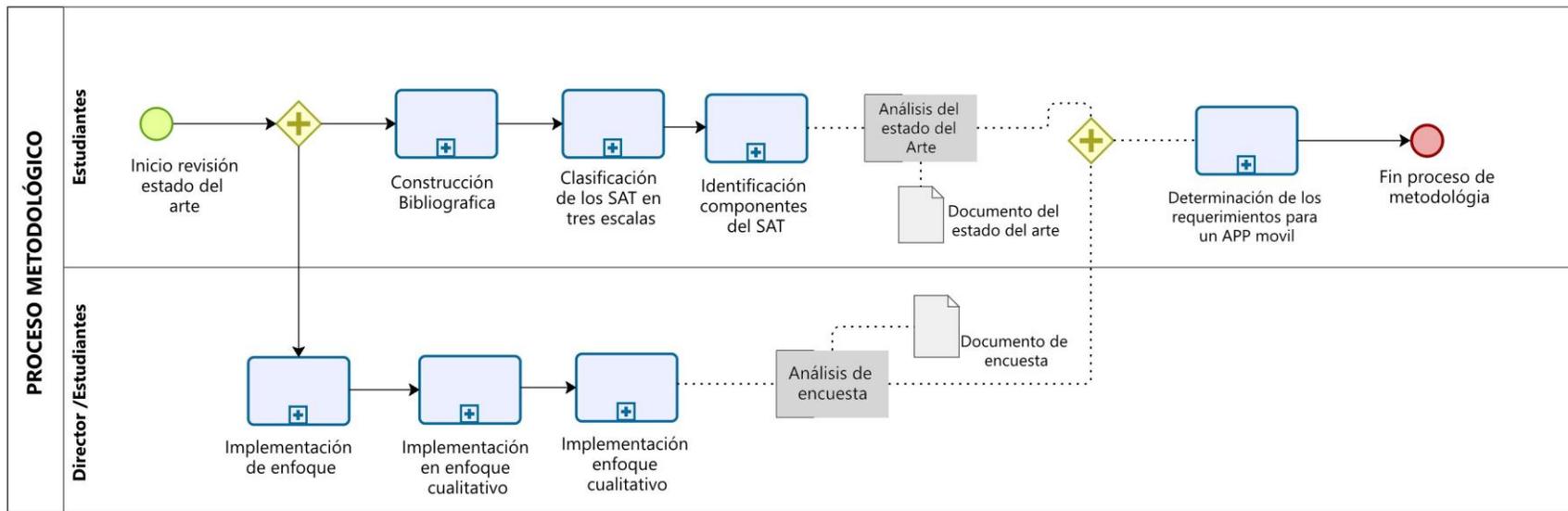


*Nota. Elaboración propia*

## **8.1 Proceso metodológico**

Este proceso nos indica las actividades necesarias para realizar las etapas de la metodología, cuya finalidad es obtener toda la información necesaria para establecer los requerimientos para diseño de una aplicación móvil de un SAT Multiamenaza, en la zona urbana del municipio de Popayán. La Figura 3 muestra el proceso metodológico que indica el desarrollo del trabajo de investigación, por medio de la herramienta de modelado.

Figura 3 Proceso metodológico

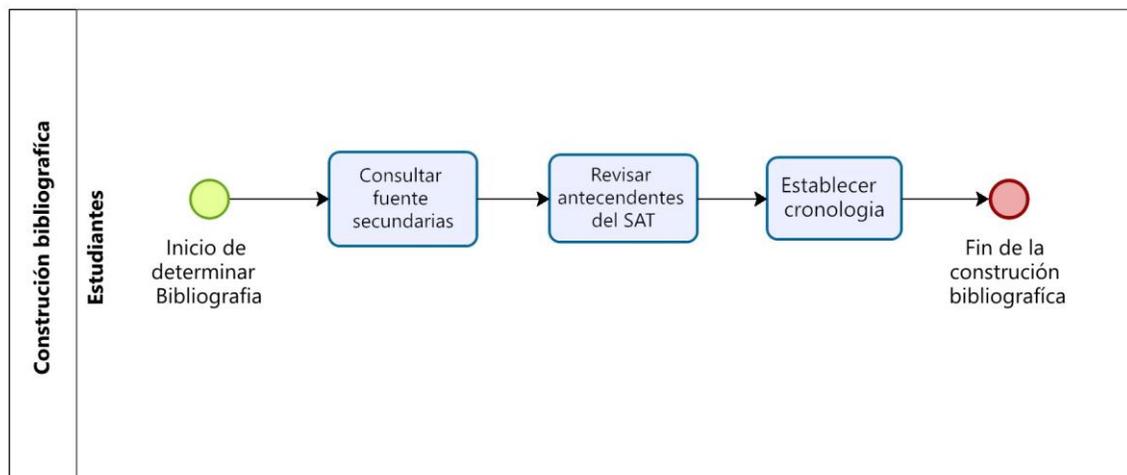


Nota. Elaboración propia.

## 8.2 Proceso construcción bibliográfica

Este proceso nos muestra las actividades requeridas para la recolección de la construcción bibliográfica, que nos deja como resultado el estado del arte. En la Figura 4 muestra la herramienta de modelado del proceso construcción bibliográfica.

*Figura 4 Construcción bibliográfica*



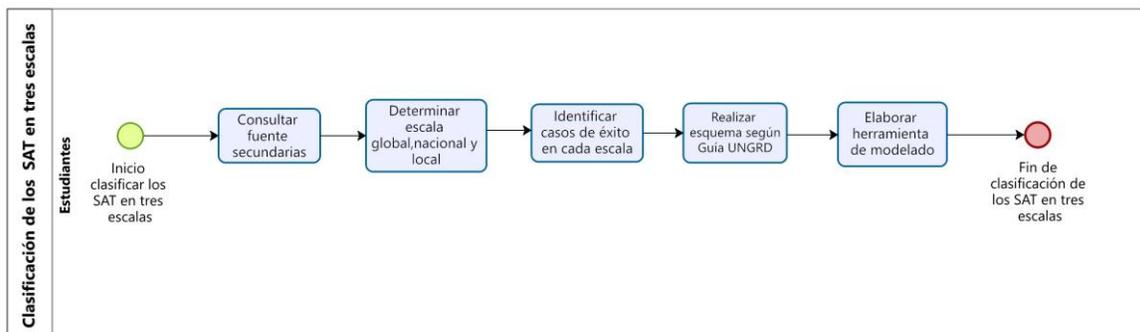
Powered by  
bizagi  
Modeler

*Nota.* Elaboración propia

## 8.3 Proceso clasificación de los SAT en tres escalas

Este proceso nos muestra las actividades requeridas para la clasificación de los SAT a escala global, nacional y local, que muestra como resultado la identificación de los casos de éxito con sus respectivos aspectos específicos. En la Figura 5 se presenta la herramienta de modelado para el proceso clasificación de los SAT en tres escalas.

**Figura 5** Clasificación de los SAT en tres escalas



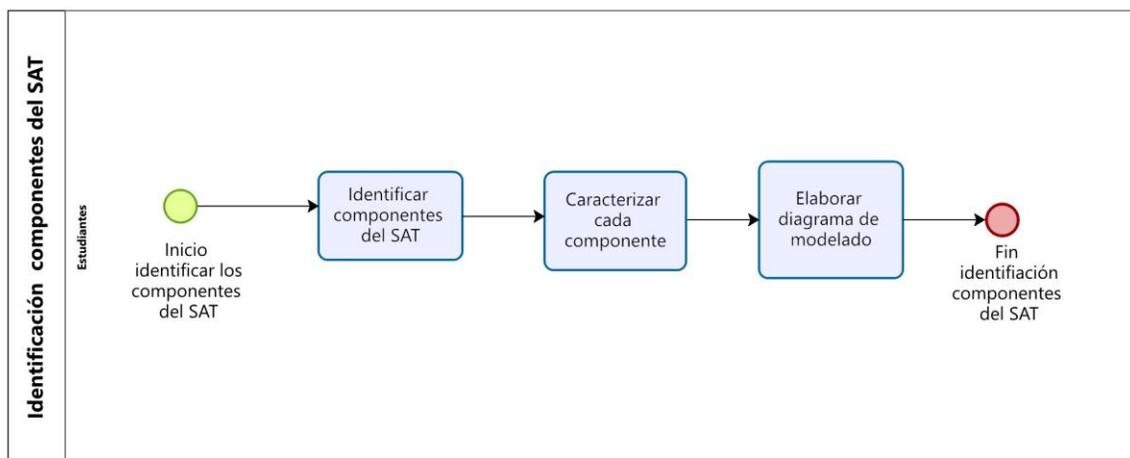
Powered by  
bragi  
Modeler

*Nota.* Elaboración propia

#### 8.4 Proceso identificación componentes del SAT

Este proceso nos señala las actividades requeridas para la identificación de los componentes del SAT, indica el resultado de las características de cada componente, con su respectiva herramienta de modelado. En la Figura 6 muestra la herramienta de modelado para proceso identificación componentes del SAT.

**Figura 6** Identificación componentes del SAT



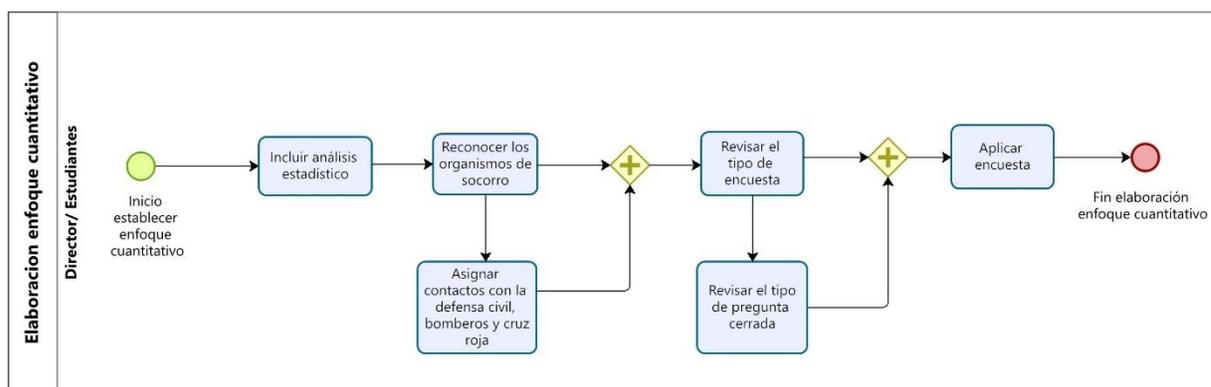
Powered by  
bragi  
Modeler

*Nota.* Elaboración propia

## 8.5 Proceso elaboración enfoque cuantitativo

Este proceso nos muestra las actividades necesarias para elaboración del enfoque cuantitativo. Permite definir el tipo de investigación, la técnica y actores involucrados que este caso son los organismos de socorro, logrando como resultado, la elaboración del enfoque cuantitativo. En la Figura 7 muestra la herramienta de modelado para proceso enfoque cuantitativo.

*Figura 7* Elaboración enfoque cuantitativo



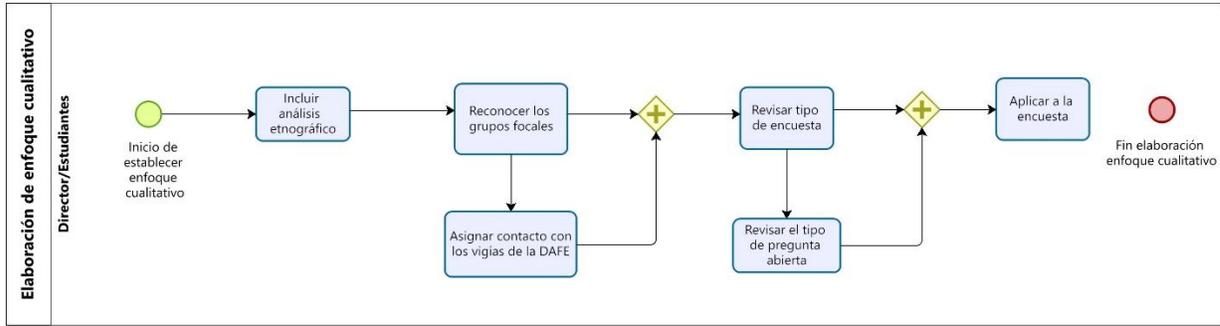
Powered by  
biologi  
Modeler

*Nota.* Elaboración propia.

## 8.6 Proceso elaboración enfoque cualitativo

Este proceso nos muestra las actividades necesarias para la elaboración del enfoque cualitativo. Permite definir el tipo de investigación, la técnica y grupos focales, nos deja como resultado la elaboración enfoque cualitativo. En la Figura 8 muestra la herramienta de modelado para proceso elaboración enfoque cualitativo.

*Figura 8* Elaboración enfoque cualitativo



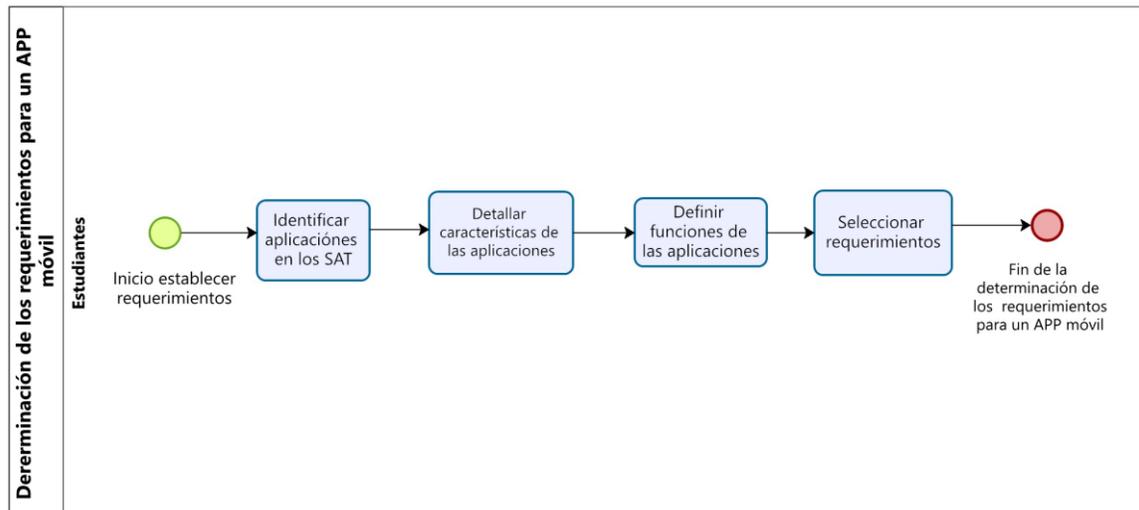
Powered by  
 Modeller

*Nota.* Elaboración propia

### 8.7 Proceso determinación de los requerimientos para un APP móvil

Este proceso nos indica las actividades necesarias para la determinación de los requerimientos de un APP móvil, establece ejemplos de aplicaciones móviles en los SAT, como sus funciones y características. El resultado arroja la determinación de los requerimientos. En la Figura 9 muestra la herramienta de modelado para el proceso determinación de los requerimientos para un APP móvil.

**Figura 9** Determinación de los requerimientos para un APP móvil



Powered by  
 Modeller

*Nota.* Elaboración propia

## 8.8 Actividades del proyecto

En el siguiente esquema, se establece la relación entre objetivos, componentes y actividades, que se tendrán en cuenta medir el progreso del proyecto:

**Tabla 1** *Actividades del proyecto*

| <b>Componentes del proyecto</b>                | <b>Actividades</b>  | <b>Resultados esperados</b>  |
|--|---|--|
| Diagnóstico de los Sistemas de alerta temprana | <ul style="list-style-type: none"><li>-Recolectar información sobre los acuerdos, tratados y conferencias que relacionen el origen del SAT.</li><li>-Investigar con ejemplos el funcionamiento de SAT a escala global, nacional y local.</li></ul>  | Capítulo de informe de trabajo de investigación:<br><br>Diagnóstico de los Sistemas de alerta temprana |
| Componentes de los Sistemas de alerta temprana | <ul style="list-style-type: none"><li>-Revisión de elementos a incluir según los componentes del SAT a escala global, nacional y local.</li><li>-Categorizar las amenazas según el fenómeno monitoreado.</li><li>-Identificar las amenazas que han ocurrido con mayor relevancia en la ciudad de Popayán.</li></ul> | Capítulo de informe de trabajo de investigación: Componentes de los Sistemas de alerta temprana        |

|  |  |  |
|--|--|--|
| <p>Requerimientos para el diseño de App móvil para el SAT multiamenaza</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Determinar la importancia de las TIC, en la actualidad.</li> <li>-Identificar modelos de aplicaciones móviles en los SAT.</li> <li>- Establecer los requerimientos de una app multiamenaza para la zona urbana del municipio de Popayán.</li> <li>- Realizar una encuesta vía online a los comités que integran el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo.</li> </ul> | <p>Capítulo de informe de trabajo de investigación:</p> <p>Requerimientos para el diseño de App móvil para el SAT multiamenaza</p> |
|--|--|--|

*Nota.* Elaboración propia.

## **9 ESTADO DEL ARTE SOBRE SAT A ESCALA GLOBAL, NACIONAL Y LOCAL DIAGNOSTICO DE LOS SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA**

En el siguiente capítulo, se pretende dar a conocer los primeros resultados que responden al diagnóstico que de los SAT, como es el caso de los marcos, acuerdos, tratados y conferencias internacionales que sea han establecido a escala global, nacional y local; entendido que uno de los principales objetivos de la alerta temprana es la reducción de riesgos de desastres para evitar la pérdida de vidas humanas y a su vez disminuir los impactos en los bienes económicos, materiales así como también los casos de éxito que se han implementado en los países y regiones del mundo en los tres niveles ya mencionados.

### **9.1 Antecedentes de los acuerdos en los SAT**

Para abordar un contexto más específico sobre la importancia de implementar SAT, a nivel mundial se han establecido importantes criterios que han surgido a partir de las grandes amenazas y eventos que han ocasionado pérdidas y daños tanto de bienes humanos, naturales y materiales los cuales han sido motivo de análisis y estudio para la toma de decisiones, el conocimiento del riesgo, monitoreo y vigilancia, difusión de la alerta y la capacidad de respuesta.

En este apartado se menciona los marcos, acuerdos, tratados y conferencias internacionales necesarias que deben tener en cuenta los territorios para preservar la vida, los bienes y actuar de manera anticipada ante la emergencia.

#### ***9.1.1 Orígenes de la comisión oceanográfica intergubernamental***

Después de la Segunda Guerra Mundial (1939 - 1945); surgió la necesidad de algunos países por compartir los conocimientos oceanográficos del mundo, junto con los desastres naturales mortales que azotaron países e islas, con el fin de crear el primer órgano encargado de reforzar la cooperación en el ámbito de las ciencias del mar: la Comisión Oceanográfica Intergubernamental COI de la UNESCO.

Según la (UNESCO, 2021) en 1946 la India propuso la creación de un instituto de oceanografía y pesca dedicado a estudiar el Océano Índico, luego Japón en 1952 presentó un

proyecto de decisión para que la Organización se comprometiera a promover la cooperación internacional en el ámbito de la oceanografía y en 1954 volvió a proponer el lanzamiento de un programa de ciencias del mar; surgiendo en 1959 a 1965 una expedición de navíos, cuyo propósito fueron los conocimientos geológicos, geofísicos y biológicos que se tenían sobre este océanos.

En julio de 1960, la UNESCO organizó una conferencia oceanográfica en Copenhague, Dinamarca recomendaron la creación de un nuevo órgano intergubernamental para fomentar la investigación científica de los océanos. En diciembre de 1960 la propuesta fue aprobada por la Conferencia General en la que se planteó que “El objetivo de la COI es promover la cooperación internacional y coordinar programas de sistemas de observación, mitigación de riesgo y desarrollo de capacidades con la finalidad de interpretar mejor los recursos del océano y zonas costeras”(COI, 2019).

La primera creación de la COI se llevó a cabo 1961 en el Intercambio Internacional de Datos e Información Oceanográficos, desde este inicio empezaron a desarrollar consecutivamente programas y actividades como, por ejemplo el centro de Alerta de Tsunami del Pacífico (PTWC) que fue creado en 1949 en respuesta al tsunami originado en las islas Aleutianas que desbastó Hilo, Hawái (Norambuena C, 2011), este centro sirve como sede de advertencia operativa para el sistema de alerta y mitigación de tsunamis del Pacífico unas de sus funciones es analizar rápidamente los datos sísmicos, el nivel del mar, pronostica las alturas de las olas de tsunami y difunde sus evaluaciones. Por otra parte, se encuentra el Sistema de Alerta contra los Tsunamis y Atenuación de sus Efectos en el Pacífico (PTWS), creado 1965 con el fin de salvar vidas, este sistema se estableció en respuesta al terremoto M9.5 de 1960 frente al centro- sur de Chile que desencadenó un tsunami que cruzó el Pacífico provocando muertes a cientos de personas en Hawái, Japón y Filipinas(ITIC, 2021).Y por último según la (COI, 2019) se encuentra el Grupo Intergubernamental de Coordinación del Sistema de Alerta contra Tsunamis y otras Amenazas Costeras en el Caribe y Regiones Adyacentes (ICG/CARIBE-EWS), que fue establecido en el año 2005, este grupo está dividido en 4 grupos de trabajo los cuales son: Monitoreo y Detección de la Alerta, Evaluación del Riesgo, Difusión y Comunicación de la Alerta, y el grupo de Preparación, Capacidad Operacional y Recuperación.

### 9.1.2 *Principios rectores para una alerta temprana eficaz.*

A finales de 1980 la Organización de Naciones Unidas impulso el Decenio Internacional para Reducción de Desastres Naturales, en él se incorporó el Programa de Alerta Temprana con el fin de seguir promoviendo el tema de alerta temprana a nivel mundial. De ahí se inició la primera sistematización a escala mundial sobre el sistema de alerta temprana para diferentes amenazas, como resultado se logró la publicación de los Principios Rectores para una Alerta Temprana Eficaz en el año de 1997, este documento se consolido gracias a la articulación que hubo por parte de diferentes grupos de expertos en alerta temprana.

Además, (IDNDR, 1997) ratifica que “el objetivo de la alerta temprana es empoderar a las personas y comunidades, amenazadas por peligros naturales o similares, para que actúen con tiempo suficiente y de manera apropiada a fin de reducir la posibilidad de lesiones personales, pérdida de vidas y daños a la propiedad, o entornos cercanos y frágiles” (p.2). Al mismo tiempo enfatizan que la evaluación del riesgo como elemento primordial del conocimiento del riesgo pues se evidencia que es la base de un sistema de alerta eficaz en cualquier nivel de responsabilidad como es en el caso de las decisiones políticas. Es así que su proceso se centra según en “identificar las amenazas potenciales de los peligros y establecer el grado de exposición local o vulnerabilidad a condiciones peligrosas” (p.2).

A continuación, se mencionan los principios que se deben tener en cuenta a la hora de aplicar la alerta temprana frente a los peligros potenciales que están expuesto las comunidades amenazantes. Las disposiciones que se mencionaran más adelante deben estar presentes para todos los actores que integren el nivel local, regional, nacional e internacional como son las comunidades locales, los gobiernos nacionales, las instituciones regionales, las organizaciones regionales y los organismos internacionales pues son ellos los responsables de tomar las medidas preventivas, la (IDNDR, 1997) señala los siguientes principios a aplicar según el nivel correspondiente como lo podemos ver en la figuras 10 y 11:

**Figura 10** Principios de SAT a nivel nacional y local

**Recuadro 5.35**  
**Principios para la aplicación de sistemas de alerta temprana**

La aplicación del alerta temprana a nivel local y nacional requiere prestar atención a los siguientes principios:

- Las prácticas de alerta temprana deben abarcar un conjunto coherente de responsabilidades operativas de la administración pública y las autoridades vinculadas entre sí, establecidas a nivel nacional y local. Para que puedan ser efectivos, los sistemas de alerta temprana deberían ser componentes de un programa de mitigación de peligros y reducción de la vulnerabilidad.
- Dentro de cada país, la única responsabilidad por la emisión de alertas anticipadas por desastres naturales y similares debe ser asumida por una o varias agencias, diseñadas por el gobierno.
- La decisión de las autoridades de actuar apenas recibida la información de alerta es de naturaleza política. Se deben identificar las autoridades y reconocerles la responsabilidad política a nivel local. Normalmente, la acción que resulta de las alertas debería basarse en procedimientos bien estructurados de organizaciones de gestión de desastres a escala nacional y local.
- En la cadena de responsabilidad política, la información inicial sobre el peligro es a menudo técnicamente especializada o específica a un sólo tipo de autoridad encargada. Para aplicarlas efectivamente, las alertas derivadas de esta información tienen que ser claramente comprensibles y operativamente relevantes para las agencias locales que deben actuar sobre ellas.
- Los sistemas de alerta deben basarse en el análisis de riesgos que incluya la evaluación de la ocurrencia de las amenazas, la naturaleza de sus efectos y los tipos actuales de vulnerabilidad, con una responsabilidad a escala nacional y local
- Si se desea que la alerta temprana sea pertinente con respecto a las prácticas de reducción de riesgos, se deben incorporar los tipos y modelos predominantes de peligros a nivel local, incluyendo los de tipo hidro meteorológico a escala menor relativos a los modelos de explotación económica o ambiental.
- El proceso de alerta debería incluir prácticas demostradas que puedan comunicar información consultiva a los grupos vulnerables de personas de tal suerte que puedan realizar acciones apropiadas para mitigar la pérdida y el daño.
- Existe la necesidad constante de supervisar y predecir los cambios en los modelos de vulnerabilidad, particularmente a nivel local, incluyendo aquellos que surgen de los proyectos de desarrollo social como la urbanización, la migración abrupta, los cambios económicos, el conflicto civil u otros elementos similares.
- Gran parte de la responsabilidad de producir información detallada sobre riesgos y facilitar acciones comunitarias apropiadas para prevenir pérdidas y daños reposa sobre los niveles locales y opera sobre la base de alertas y avisos a las personas en situación de riesgo. Ello requiere un conocimiento y experiencia detallados de los factores y riesgos locales, los procedimientos de toma de decisión, las funciones y mandatos de las autoridades, los medios de comunicación pública y las estrategias establecidas para enfrentar estas situaciones. A nivel local se requiere proporcionar una gama de métodos de comunicación y producir múltiples estrategias para la protección y la reducción de riesgos.
- Para ser sostenibles, todos los aspectos del diseño y puesta en práctica de los sistemas de alerta temprana requieren el compromiso sostenible de los participantes a escala local y nacional. Esto incluye el compromiso en la producción y verificación de la información sobre riesgos percibidos, un acuerdo acerca de los procesos de toma de decisión comprometidos, la formulación de protocolos operativos y especialmente la selección de medios de comunicación apropiados y la difusión de estrategias para las personas en situación de riesgo.

Nota. Tomado de “Una selección de aplicaciones para la reducción de desastres” (p. 402), por EIRD, 2004, Vivir con el riesgo: Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres.

**Figura 11** *Principios de SAT a nivel regional e internacional*

| Recuadro 5.41   |
|---|
| Principios para la aplicación de los sistemas de alerta temprana a nivel regional e internacional   |
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Los países tecnológicamente avanzados pueden jugar un papel principal en la reducción de los efectos adversos de los desastres, mediante el fomento y apoyo de las prácticas perfeccionadas de alerta temprana en los países en desarrollo, en los pequeños estados islas en desarrollo, las economías en transición y los países proclives a los desastres con circunstancias especiales.</li><li>2. Los países afectados por desastres tienen una responsabilidad primaria en la identificación de sus necesidades de alerta y la revisión y auditoría de la efectividad de sus capacidades de alerta. Después de ocurrido un desastre, es particularmente importante llevar a cabo una evaluación de las capacidades de los sistemas nacionales y regionales de alerta temprana.</li><li>3. Los centros mundiales y regionales especializados comprometidos en la preparación y difusión de alertas, tales como los Centros meteorológicos especializados y los Centros de monitoreo de las sequías de la OMM proporcionan vínculos importantes con los sistemas nacionales de alerta temprana. La aplicación de sus capacidades técnicas y la utilidad de sus productos debería ser integrada cuidadosamente a las necesidades de los países servidos, incluyendo cualquier clarificación de las responsabilidades existentes entre estos centros y las agencias nacionales de la misma región.</li><li>4. En el interés de proteger a las personas del riesgo de las amenazas naturales, es esencial que la formulación y presentación de alertas se base en el mejor conocimiento científico y técnico disponible, libre de toda distorsión y manipulación de carácter político.</li><li>5. Las entidades internacionales y las organizaciones regionales deben trabajar para mantener el intercambio oportuno y el acceso irrestricto a la información observada y a otros tipos de información entre los países, particularmente en los casos en que las condiciones peligrosas afecten a los países vecinos.</li><li>6. Los sistemas de alerta temprana deben integrarse al contexto de las normas de aceptación común, a la nomenclatura, a los protocolos y a los procedimientos para informes. Se deberían emplear los medios de comunicación establecidos o internacionalmente acordados para la difusión internacional y regional de toda información de alerta a las autoridades específicas designadas en cada país.</li><li>7. La colaboración y coordinación es esencial, entre las instituciones científicas, las agencias de alerta temprana, las autoridades públicas, el sector privado, los medios de comunicación y los líderes de la comunidad local, para asegurarse de que las alertas sean precisas, oportunas y significativas, y den lugar también a una acción apropiada por parte de una población bien informada.</li></ol> |

Nota. Adaptado de “Una selección de aplicaciones para la reducción de desastres” (p. 408), por EIRD, 2004, Vivir con el riesgo: Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres.

### 9.1.3 *Primera conferencia internacional sobre SAT(EWC- I)*

De acuerdo con la (EIRD, 2003) , la primera Conferencia sobre Alerta Temprana se realizó en 1998 en Potsdam, Alemania, constituyendo el primer evento de este tipo, el cual logró el establecimiento de una amplia coalición de 370 expertos cuyo campo específico lo representan precisamente las alertas tempranas y los casos de desastres naturales y desastres similares.

Así mismo las Naciones Unidas (UN, 1997) en el informe de medio ambiente y desarrollo sostenible expreso que el Gobierno de Alemania patrocino esta conferencia científica y

técnica, con la colaboración de los organismos de las Naciones Unidas y las organizaciones científicas internacionales como evento destacado del Marco Internacional de Acción para el Decenio (1990-1999), cuyo principal fundamento fue corroborar que el golpe de los desastres naturales constituye un retraso en el desarrollo de los territorios y una obligación demasiado grande para los países más vulnerables y pobres. Además, es reconocer que existe el conocimiento, la tecnología y las experiencias acumuladas, para reducir tanto la vulnerabilidad ante los desastres como los riesgos, vigilando y monitoreando las amenazas y de esta manera contribuir al debate sobre los mecanismos más adecuados de las Naciones Unidas para mejorar la alerta temprana de los desastres naturales para el próximo siglo XXI.

Por último la Naciones Unidas en la asamblea general consejo económico y social(UN, 1999), establece que un resultado fundamental de las actividades de seguimiento de la conferencia de Potsdam (EWC -I) fue la elaboración de un plan de acción y de directrices específicas que establecieron un proceso integrado, interdisciplinario y multisectorial, en el que se integraron los componentes sociológico, económico, político, organizacional, científico y técnico.

#### ***9.1.4 La cumbre mundial sobre el desarrollo sostenible***

Con respecto a este apartado las Naciones Unidas fue la delegada de organizar la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible en Johannesburgo (Sudáfrica) celebrada del 26 de agosto al 4 de septiembre de 2002. En ella se enmarcó el compromiso por parte de los diferentes actores participantes en trabajar a favor del desarrollo sostenible y a si mismo recalcó el deber de construir una sociedad mundial humanitaria equitativa y generosa. Por esta razón (Unidas, 2002) insta en el deber de construir un mundo desde “la responsabilidad colectiva de promover y fortalecer, en los planos local, nacional, regional y mundial, el desarrollo económico, desarrollo social y la protección ambiental, pilares interdependientes y sinérgicos del desarrollo sostenible” (p.1). Es así que la cumbre forma un instrumento completo pues abordan componentes indispensables para un desarrollo sostenible ya que existe una interrelación entre el crecimiento económico, el desarrollo social y la protección del medio ambiente esto con el fin de asegurar el hoy y el de las generaciones futuras.

En cuanto a los sistemas de alerta temprana la Cumbre hizo un llamado al desarrollo y fortalecimiento de los sistemas y redes de alerta temprana dentro de las políticas y planes de desarrollo sostenible. Además, de tener también presente la aplicación en temas relacionados con vulnerabilidad a los desastres, la evaluación de riesgos y la gestión de desastres con un enfoque integrado e inclusivo que tenga en cuenta peligros múltiples, esto con el propósito de implementar medidas de prevención, mitigación, preparación, respuesta y recuperación para asegurar un mundo seguro. Siguiendo con el objetivo del proyecto damos mención a la información consultada en el Informe de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, a continuación, podemos ver en la Figura 3 como (Unidas, 2002) menciona los siguientes ítems relacionados con los sistemas de alerta temprana los cuales son:

**Tabla 2** *Fortalecimiento de los sistemas de alerta temprana*

- Establecer sistemas de alerta temprana y redes de información para la gestión de desastres que tengan en cuenta la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres y fortalecer los existentes.
- Fomentar y mejorar la capacidad en todos los niveles para reunir y difundir información científica y técnica, incluido el mejoramiento de los sistemas de alarma temprana para prever fenómenos climáticos extremos, especialmente El Niño/La Niña, mediante la prestación de asistencia a instituciones que se ocupan de los problemas causados por esos fenómenos.
- Brindar, a nivel local y a un costo razonable, acceso a la información necesaria para mejorar la vigilancia y la alerta temprana en materia de desertificación y sequía.
- Promover el acceso y la transferencia de tecnología relacionada con los sistemas de alerta temprana y los programas de mitigación para los países en desarrollo afectados por desastres naturales.
- Ofrecer fácil acceso a la información relativa a los desastres a los efectos de la alerta temprana.
- Reforzar la capacidad de alerta temprana ante los desastres naturales, en especial a los países en desarrollo.

*Nota.* Adaptado de “Informe de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible” (p.11,30, 35, 64, 70, 103), por Naciones Unidas, 2002. Elaboración propia

#### ***9.1.5 La segunda conferencia internacional sobre alerta temprana***

La Plataforma de promoción de alerta temprana enuncia que la segunda Conferencia Internacional sobre Alerta Temprana se llevó a cabo en Bonn, Alemania, del 16 al 18 de octubre del año 2003 cuyo propósito enfatizó la concientización pública y el compromiso de los encargados de formular políticas, para reducir el impacto negativo de los desastres mediante sistemas de alerta temprana. La Conferencia se fundó en el consistente conocimiento que se generó durante la Primera Conferencia sobre Alerta Temprana (EWC’98), celebrada en Potsdam, Alemania.

Las medidas de reducción de desastres deben integrarse a las políticas y planes de acción del desarrollo sostenible, abarcando todas las dimensiones sociales, económicas y ambientales, teniendo en cuenta la alerta temprana como un elemento esencial para la reducción de desastres. También se formaron sesiones adicionales para discutir los temas sobre las inundaciones, el uso de mapas de amenazas para la efectividad de la alerta temprana, los enfoques integrales para reducir la vulnerabilidad frente a las sequías, y nuevas tecnologías y redes científicas.

Se desarrollaron diversas apreciables recomendaciones, las cuales se incluyeron en el documento que surgió como resultado de la conferencia, titulado “Una Alerta Temprana Eficaz para Reducir Desastres: La Necesidad de una Acción Internacional más Coherente”. Así como lo señala el título, una de las recomendaciones principales fue la necesidad de contar con una mayor intervención de los entes internacionales, también se dio la idea de que se había logrado un limitado avance en la implementación de los sistemas de alerta temprana desde la Conferencia de Postdam, y de que se debía en parte al resultado de actividades y diálogos inadecuados a nivel internacional. Los participantes manifestaron la necesidad de mantener el impulso que se inició en Postdam y en Bonn, con el fin de facilitar, mantener y nutrir los esfuerzos de todos para lograr que las alertas tempranas sean más efectivas (EIRD, 2004c).

A su vez, como resultado de esta conferencia se estableció la Plataforma Mundial para la Promoción de Alerta Temprana (PPEW por sus siglas en inglés), que comenzó a funcionar en el año 2004, cuyo principal objetivo es “La Reducción de los crecientes impactos de los desastres, mediante el desarrollo de enfoques más sistemáticos para el uso de la alerta temprana sobre las condiciones que conducen a un desastre” (EIRD, 2004a).

### ***9.1.6 Plataforma para la promoción de la alerta temprana***

La Plataforma para la Promoción de Alerta temprana (PPAT o bien PPEW por sus siglas en inglés) se estableció en el 2004 a raíz de la Segunda Conferencia internacional sobre Alerta Temprana (EWC-II) celebrada 16 al 18 octubre 2003, Bonn, Alemania, en ella se verificó el estado de los sistemas de alerta temprana y se fijó una serie de prioridades para el futuro. Además, surgieron varias propuestas como por ejemplo, la necesidad de crear “una plataforma con capacidad institucional esto con el objetivo de fomentar y apoyar el desarrollo de los sistemas de alerta temprana”(EIRD, 2004). Para su desarrollo se realizó un programa de trabajo para organizar la PPAT mediante la realización de tres tareas principales las cuales se pueden apreciar en la Tabla 3 y en donde se consolidaron en el 2005.

**Tabla 3** Programa de trabajo de la PPAT

|  |
|--|
| Tarea 1: Establecer las capacidades operativas de la Plataforma e instaurar las bases para el reconocimiento internacional.  |
| Tarea 2: Promover la reducción del riesgo y la alerta temprana, al igual que su integración, en los procesos claves de políticas internacionales, particularmente los relacionados con la Conferencia Mundial sobre la Reducción de Desastres.             |
| Tarea 3: Estimular el diálogo y la innovación en torno a la alerta temprana, mediante el establecimiento de redes y la generación de información y alianzas de trabajo, y movilizar recursos para ampliar la cantidad de programas existentes.(EIRD, 2004) |

*Nota.* Adaptado de “La Plataforma para la Promoción de Alerta Temprana”, por EIRD, 2004, (<https://www.eird.org/ppew/hacerca-ppew/programa-trabajo.htm>). Elaboración propia

Ya establecidas dichas tareas se fijaron los productos y las actividades que iban a integrar a la plataforma, dentro de sus características se informa que no emite alertas tempranas. En otras palabras, “promueve y difunde todo el trabajo que realizan los encargados de operar y desarrollar los sistemas de alerta temprana” (EIRD, 2005). Así mismo la plataforma sirve como un referente para que los expertos, profesionales, activista y comunidades locales puedan indagar en el campo de los sistemas de alerta temprana. Y a su vez pueden compartir sus ideas y preocupaciones en torno a las experiencias, esta articulación permite que haiga un trabajo conjunto en pro de mejorar los sistemas de alerta temprana y nutrir la plataforma.

Es primordial recalcar que la finalidad de la plataforma es “La Reducción de los crecientes impactos de los desastres, mediante el desarrollo de enfoques más sistemáticos para el uso de la alerta temprana sobre las condiciones que conducen a un desastre” (EIRD, 2004). Y en cuanto a su trabajo, la plataforma se orienta por medio de los aportes y resultados logrados de la Segunda Conferencia Internacional sobre Alertas Tempranas. Y a su vez aborda las partes que integran el proceso de alertas, como lo expresa (EIRD, 2004):

1. La capacidad de comprender, gestionar y reducir el riesgo,
2. La emisión de alerta temprana,
3. La comunicación de alertas tempranas a las partes afectadas,
4. La capacidad de las partes afectadas de responder ante tales alertas.

Como hemos mencionado la PPAT está conformada por actividades dentro de estas se incluye varios tipos como; “la elaboración de productos informativos, información sobre prácticas adecuadas, bases de datos y una página de Internet, actividades de promoción y cabildeo en reuniones internacionales, la organización de talleres y estudios sobre temas críticos, el desarrollo de documentos y herramientas en materia de políticas tales como referencias y metas, el establecimiento de redes y el desarrollo de alianzas de trabajo” (EIRD, 2004).

De las actividades mencionadas anteriormente, se puede evidenciar en la plataforma que cuenta con un inventario, el cual está conformado por unas bases de datos y formularios de

información sobre los Sistemas efectivos de Alerta Temprana en donde nos permite acceder e indagar la información a través del internet, este inventario suministra información y a tiempo brinda apoyo a los encargados de formular políticas, a expertos interesados en el desarrollo y funcionamiento de los sistemas de alerta temprana como también a comunidades, autoridades locales, gobierno nacional, instituciones e organizaciones que se interesan y participan en este campo. Este inventario contiene registros de unos 55 sistemas, pero cabe aclarar que se encuentra en las primeras etapas de desarrollo.

Y a su vez es importante destacar la articulación que existen entre la plataforma y los diferentes actores, sectores, instituciones, organizaciones y agencias de las Naciones Unidas como, por ejemplo, la OMM, PNUMA, UNESCO, CNUCLD, CMNUCC, UNU/SAH, FAO, OMS y OCHA los cuales están relacionados en el campo de la alerta temprana, la gestión de riesgo, la reducción del riesgo y la predicción de amenazas. Por último, cabe resaltar el apoyo que recibió la plataforma para su desarrollo por parte de Departamento de Ayuda Humanitaria de la Oficina Extranjera Federal Alemana, referente al aporte monetario el cual va destinado actividades para la reducción de desastres.

Para finalizar la PPAT contribuye al desarrollo de los sistemas de alerta temprana y preparativos mediante unas funciones, como lo indica (EIRD, 2004):

- La promoción de mejores sistemas de alerta temprana, especialmente en políticas y programas de asistencia al desarrollo.
- La recopilación y diseminación de información en relación con las mejores prácticas.
- El fomento de la cooperación entre los actores involucrados en los procesos de alerta temprana y el desarrollo de nuevas formas para mejorar los sistemas de estas.

#### ***9.1.7 Marco de acción de hyogo (MAH)***

De acuerdo con el informe de la conferencia mundial sobre la reducción de los desastres la (UN, 2005) señala que:

Se celebró en Kobe, Hyogo (Japón), del 18 al 22 de enero de 2005 y aprobó el presente Marco de Acción para 2005-2015: Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres. La Conferencia constituyó una oportunidad excepcional para promover un enfoque estratégico y sistemático de reducción de la vulnerabilidad a las amenazas/peligros y los riesgos que éstos conllevan y señaló los medios de aumentar la resiliencia de las naciones.

Por otra parte la (EIRD, 2007) en el marco de acción de Hyogo, instauró cinco áreas primordiales para la toma de decisiones, al igual que principios rectores y medios prácticos para aumentar la resiliencia de las comunidades vulnerables a los desastres:

**Tabla 4** *Prioridades de acción.*

- 1. Lograr que la reducción del riesgo de desastres sea una prioridad,** garantizar que la reducción del riesgo de desastres (RRD) sea una prioridad nacional y local con una sólida base institucional para su implementación. Esto incluye lo siguiente:
  - Crear plataformas nacionales multisectoriales y efectivas para orientar los procesos de formulación de políticas y para coordinar las diversas actividades;
  - Integrar la reducción del riesgo de desastres a las políticas y la planificación del desarrollo, tales como las Estrategias para la Reducción de la Pobreza; y,
  - Garantizar la participación comunitaria, con el fin de que se satisfagan las necesidades locales.

- 2. Conocer el riesgo y tomar medidas,** identificar, evaluar y observar de cerca los riesgos de los desastres, y mejorar las alertas tempranas.

Con el propósito de reducir sus vulnerabilidades frente a las amenazas naturales, los países y las comunidades deben conocer el riesgo que están enfrentando y tomar medidas con base en tal conocimiento. En ese sentido, son esenciales la información estadística en torno a los desastres, los mapas de riesgos y los indicadores de vulnerabilidad para desarrollar efectivos sistemas de alerta temprana, adecuadamente a las circunstancias singulares de la gente que enfrenta los riesgos.

Se ha aceptado ampliamente que la alerta temprana es un componente vital de la reducción del riesgo de desastres. Si los sistemas de alerta temprana son efectivos, se brinda información a la población vulnerable sobre una amenaza y se ponen en marcha los planes necesarios para tomar medidas, se podrán salvar miles de vidas.

- 3. Desarrollar una mayor comprensión y concientización,** Utilizar el conocimiento, la innovación y la educación para crear una cultura de seguridad y resiliencia a todo nivel.

Las principales actividades dirigidas a desarrollar una mayor concientización sobre la prevención de desastres incluyen las siguientes:

- Brindar información relevante sobre el riesgo de desastres y medios de protección, en particular para aquellos ciudadanos que habitan en zonas de alto riesgo;
- Fortalecer las redes y promover el diálogo y la cooperación entre los expertos en desastres, los especialistas técnicos y científicos, los encargados de la planificación y otros actores;
- Incluir el tema de la reducción del riesgo de desastres en la educación formal y no formal, al igual que en actividades de capacitación;
- Desarrollar o fortalecer los programas de base para la gestión del riesgo de desastres; y,
- Trabajar conjuntamente con los medios de comunicación en actividades dirigidas a la concientización sobre la reducción del riesgo de desastres.

- 4. Reducir el riesgo,** reducir los factores fundamentales del riesgo.

Los países pueden desarrollar su resiliencia ante los desastres al invertir en medidas simples y muy bien conocidas para reducir el riesgo y la vulnerabilidad.

La vulnerabilidad frente a las amenazas naturales se incrementa de muchas formas, por ejemplo:

- Al ubicar a las comunidades en zonas propensas a estas amenazas, tales como las planicies aluviales;
- Al destruir los bosques y los humedales, con lo cual se daña la del medio ambiente de hacerle frente a las amenazas; y,
- Al no contar con mecanismos de seguridad social y financiera.

- 5. Esté preparado(a) y listo(a) para actuar,** fortalecer la preparación en desastres para una respuesta eficaz a todo nivel.

El hecho de estar preparados, lo que incluye la conducción de evaluaciones del riesgo, antes de invertir en el desarrollo a todo nivel de la sociedad, le permitirá a la gente ser más resistente a las amenazas naturales. La preparación implica diferentes tipos de actividades, entre las que se encuentran:

- El desarrollo y puesta a prueba con frecuencia de los planes de contingencia;
- El establecimiento de fondos de emergencia para brindarle apoyo a las actividades de preparación, respuesta y recuperación;
- El desarrollo de enfoques regionales coordinados para una efectiva respuesta ante un desastre; y,
- Un diálogo continuo entre las agencias encargadas de las actividades de respuesta, los responsables de la planificación y los gestores de políticas, y las organizaciones de desarrollo.

Las amenazas naturales no pueden prevenirse, pero sí es posible disminuir su impacto al reducir la vulnerabilidad de la gente y de sus fuentes de sustento. Asimismo, los ejercicios frecuentes de preparación en desastres, incluyendo los simulacros de evacuación, también son esenciales para garantizar una rápida y eficaz respuesta ante los desastres.

*Nota.* Adaptado de Marco de Acción de Hyogo 2005-2015: Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres (p.2,3.4), por EIRD, 2007. Elaboración propia.

#### ***9.1.8 Tercera conferencia internacional sobre alerta temprana***

Esta Conferencia sobre Alerta Temprana fue desarrollada los días 27 al 29 de marzo de año 2006 en Bonn, Alemania, esta conferencia brindó la oportunidad de fortalecer los sistemas de alerta temprana mediante la articulación de nuevos e innovadores proyectos de alerta temprana centradas en la población, ayudando a contrarrestar los impactos generados por los desastres.

El documento elaborado en la conferencia se titula “Desarrollo de Sistemas de Alerta Temprana: Lista de Comprobación” (ISDR, 2006). Esta lista está constituida por cuatro elementos principales los cuales son primordiales para obtener sistemas eficaces de alerta temprana, y a su vez tiene un orden sencillo, que permite a los actores involucrados de los diferentes entes territoriales ya sean el gobierno nacional, instituciones, organizaciones, autoridades o comunidades locales, acceder e implementar este referente practico para los actuales desarrollos de sistema de alerta temprana.

Esta lista indica unos parámetros que se deben de tener en cuenta a la hora de utilizarla, es decir el documento está dividido en dos partes las cuales están interrelacionadas. A continuación, se menciona sus apartes:

La primera parte brinda información valiosa en la que ella indica, “los antecedentes y asuntos de carácter general que son importantes para la alerta temprana” (ISDR, 2006). Este apartado está conformado por los principales elementos de la alerta temprana e incluye temas transversales y actores participantes. A continuación, se describe cada uno de los ítems mencionados por, (ISDR, 2006):

- A. Los cuatro elementos principales de los sistemas de alerta temprana que todo diseño de SAT debe componer (ver tabla 5).

**Tabla 5** *Elementos principales del SAT*

- Conocimiento de los riesgos: Se define como la recopilación sistemática de información, y su vez se realiza la evaluación del riesgo mediante recolección y análisis de los datos. En este apartado se hace una serie de cuestionamientos, por ejemplo: ¿Conoce los peligros y las vulnerabilidades?, ¿Cuáles son sus patrones y tendencias que presenta? o ¿Disponen de mapas de riesgo e información de riesgos?
- Servicio de seguimiento y alerta: Se basa en desarrollar servicios de seguimiento de eventos y servicios de alerta temprana para todo tipo de amenazas. Y se hace el siguiente tipo de preguntas: ¿están vigilando los parámetros correctos?, ¿cuenta con una base científica sólida para realizar pronósticos? y ¿se puede notificar alertas oportunas y a tiempo?
- Comunicación y difusión de la alerta: Es indispensable contar con diferentes canales de comunicación para informar sobre los riesgos y poder difundir las alertas tempranas. Se manifiesta las siguientes preguntas: ¿las alertas llegan a tiempo a todas las personas en riesgo?, ¿se entiende los riesgos y las alertas? y ¿es entendible la información suministrada y es utilizable?
- Capacidad de respuestas comunitarias: Desarrollar capacidad de respuesta a escala nacional y comunitaria. Se plantean las siguientes preguntas: ¿se verifica los planes de respuesta y para que estén al día?, ¿se emplea la

capacidad y el conocimiento local? y ¿la población está preparada y lista para responder ante las alertas?

*Nota.* Adaptado de “Tercera Conferencia Internacional sobre Alerta Temprana” (p.2) por ISDR, 2006. Elaboración propia

- B. Al mismo tiempo que se mencionan los cuatro elementos, se describen los temas transversales los cuales son esenciales al momento de diseñar y mantener los sistemas eficaces de alerta temprana, ya que ellos cumplen un papel fundamental para su funcionamiento. Entre los temas transversales esta una gobernabilidad adecuada, arreglos institucionales, como también el enfoque de amenazas múltiples para la alerta temprana, además aborda la participación de las comunidades locales y tener en cuenta la perspectiva de género y de la diversidad cultural.
- C. Y por último es indispensable contar con la participación de actores principales en las actividades de alerta temprana. Dentro de los actores se encuentran las comunidades, las autoridades locales, los gobiernos nacionales, las instituciones y organizaciones regionales, los organismos internacionales, las organizaciones no gubernamentales, el sector privado y la comunidad científica y académica. La articulación de estos actores es una contribución y coordinación muy importante en el campo de los sistemas de alerta temprana.

En cuanto a la segunda parte del documento se encuentra una “serie de listas prácticas de comprobación de acciones e iniciativas que deben tomarse en consideración al momento de desarrollar o evaluar sistemas de alerta temprana” (ISDR, 2006). Esta lista de comprobación está diseñada para acciones prácticas y a su vez ofrece asistencia en el desarrollo, evaluación y mejoramiento de un sistema de alerta temprana esto con el propósito de facilitar su utilización. La estructura de la lista de comprobación está elaborada para cada uno de los cuatro elementos de la alerta temprana. Esos elementos claves están conformados con su respectivo objetivo y con los diferentes actores participantes que integren el elemento. Y en cada una los elementos de la lista de comprobación se agrupan en torno a una serie de temas principales. Se resalta que esta lista es sencilla de aplicarse y proporciona una base sólida para crear y evaluar un sistema de alerta temprana en un territorio.

Del mismo modo, se ha elaborado una lista complementaria de comprobación sobre el tema transversal de una gobernabilidad adecuada y los arreglos institucionales existentes, debido

a la importancia que reviste este contenido para la sostenibilidad y para un sistema eficaz de alerta temprana.

#### 9.1.9 *Marco de Sendai para la reducción de riesgo de desastres*

El Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 se aprobó en la Tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre la Reducción del Riesgo de Desastres, celebrada del 14 al 18 de marzo de 2015 en Sendai (Miyagi, Japón), según (Naciones Unidas, 2015b) brindó a los países las siguientes oportunidades:

**Tabla 6** *Oportunidades del Marco de Sendai*

|  |
|--|
| a) Aprobar un marco para la reducción del riesgo de desastres después de 2015 conciso, específico, preparado con visión de futuro y orientado a la acción;   |
| b) Concluir la evaluación y el examen de la aplicación del Marco de Acción de Hyogo para 2005-2015: Aumento de la Resiliencia de las Naciones y las Comunidades ante los Desastres;  |
| c) Examinar la experiencia adquirida mediante las estrategias, instituciones y planes regionales y nacionales para la reducción del riesgo de desastres y sus recomendaciones, así como los acuerdos regionales pertinentes para la aplicación del Marco de Acción de Hyogo; |
| d) Determinar las modalidades de cooperación basada en los compromisos para la aplicación de un marco para la reducción del riesgo de desastres después de 2015;   |
| e) Determinar las modalidades para el examen periódico de la aplicación de un marco para la reducción del riesgo de desastres después de 2015.   |

*Nota.* Adaptado de Marco de Sendai para la reducción de riesgo de desastre 2015-2030. (p.9) por UNISDR, 2015. Elaboración propia.

En la conferencia mundial, los Estados también insistieron en la importancia de afrontar la reducción del riesgo de desastres y el aumento de la resiliencia para darle vía al desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza, aumentando las políticas, los planes, programas y presupuestos a todos los niveles, así como ratifica (Naciones Unidas, 2015b) la meta G “Incrementar considerablemente la disponibilidad de los sistemas de alerta temprana sobre amenazas múltiples y de la información y las evaluaciones sobre el riesgo de desastres transmitidas a las personas, y el acceso a ellos, para 2030” (p,9).

Teniendo en cuenta la práctica adquirida con la aplicación del Marco de Acción de Hyogo, y en aras del resultado esperado y del objetivo del proyecto, los Estados deben adoptar medidas específicas en todos los sectores, en los planos local, nacional, regional y mundial, las (Naciones Unidas, 2015a) establecen las siguientes cuatro esferas prioritarias:

**Tabla 7** *Prioridades de acción*

|  |
|--|
| <b>Prioridad 1. Comprender el riesgo de desastres</b>  |
| Las políticas y las prácticas para la gestión del riesgo de desastres deben basarse en una comprensión del riesgo de desastres en todas sus dimensiones de vulnerabilidad, capacidad, grado de exposición de las personas y los bienes, las características de las amenazas y el entorno. Ese conocimiento se puede aprovechar para la evaluación, la prevención y la mitigación del riesgo, así como para la preparación y la respuesta en caso de desastres. |
| <b>Prioridad 2. Fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para gestionarla</b>  |
| La gobernanza del riesgo de desastres en los planos nacional, regional y mundial es de gran importancia para la prevención, la mitigación, la preparación, la respuesta, la recuperación y la rehabilitación. Se fomenta la colaboración y la formación de alianzas.   |
| <b>Prioridad 3. Invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia</b>   |

Las inversiones públicas y privadas para la prevención y la reducción del riesgo de desastres mediante medidas estructurales y no estructurales son esenciales para aumentar la resiliencia, económica, social, sanitaria y cultural de las personas, las comunidades, los países y sus bienes, así como del medio ambiente.

**Prioridad 4. Aumentar la preparación para casos de desastre a fin de dar una respuesta eficaz y “reconstruir mejor” en los ámbitos de la recuperación, la rehabilitación y la reconstrucción**

El crecimiento constante del riesgo de desastres pone de manifiesto la necesidad de fortalecer aún más la preparación para casos de desastres, adoptar medidas con anticipación a los acontecimientos y asegurar que se cuente con la capacidad suficiente para una respuesta y una recuperación eficaces a todo nivel. La fase de recuperación, rehabilitación y reconstrucción es una oportunidad fundamental para reconstruir mejor, entre otras cosas mediante la integración de la reducción del riesgo de desastres en las medidas de desarrollo.

*Nota.* Adaptado de Tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre la Reducción del Riesgo de Desastres. (p. 10,13,15,18) por UNISDR, 2015. Elaboración propia.

**9.1.10 La primera conferencia de alerta temprana de riesgos múltiples**

La Primera conferencia de Alerta Temprana de Riesgos Múltiples (MHEWC-I con sus siglas en inglés): Salvando vidas, reduciendo pérdidas, que fue realizada en Cancún, México, los días 22 y 23 de mayo de 2017, en ella se reunieron expertos y partes interesadas en la que se hizo balances de los avances recientes a sistemas de alerta temprana multirriesgo. El resultado de esta conferencia fue la publicación del documento “Sistemas de Alerta Temprana Multirriesgo: Lista de verificación” (OMM, 2018).

En síntesis, para su elaboración esta lista de verificación toma como referente el documento original de la Tercera Conferencia Internacional sobre Alerta Temprana, denominado Desarrollo de Sistemas de Alerta temprana: Lista de comprobación. Esta lista de comprobación tuvo ajustes por parte de la Red internacional de sistemas de alerta temprana multirriesgo en donde se perfeccionó y dio origen a la lista de verificación. De esta manera

se constituyó la lista de verificación, es decir su estructura gira en torno a los principales componentes del SAT en los que se encuentra los cuatro elementos de los sistemas de alerta temprana, las cuestiones transversales y los actores claves el cual están compuestos por todas las partes interesadas que se clasifica así: el primero está denominado a nivel local este lo integran las comunidades vulnerables y los gobiernos locales, el siguiente es el nivel nacional está compuesto por los gobiernos nacionales, el tercer actor es el nivel regional el cual lo conforman las instituciones y organizaciones regionales, a nivel internacional se sitúan las organizaciones internacionales y por último se encuentra otros actores clave como son las organizaciones no gubernamentales, los medios de comunicación, el sector privado y la comunidad académica. Además, como señala (OMM, 2018): “La Lista no tiene por objeto constituir un manual de diseño completo, sino una herramienta de referencia práctica y no técnica para comprobar que se cuenta con los principales elementos de un sistema de alerta temprana eficaz” (p,2). Es decir, se emplea la lista con los cuatro elementos del SAT y cada uno de estos integra una serie de temas fundamentales y una lista de medidas que se deben aplicar para proveer una base que permita establecer y evaluar los SAT en los territorios.

A si mismo menciona que los sistemas de alerta temprana multirriesgo de extremo a extremo, centrados en la población brinda la posibilidad de capacitar a las personas amenazadas por peligros, esto para que puedan actuar con anticipación y de manera adecuada con el fin de reducir riesgos, logrando así disminuir las pérdidas de vidas, daños a la infraestructura y al medio ambiente. La (OMM, 2018) define lo siguiente:

Los sistemas de alerta temprana de amenazas múltiples abordan varias amenazas o varios impactos de tipos similares o diferentes en contextos en los que los sucesos peligrosos pueden producirse de uno en uno, simultáneamente, en cascada o de forma acumulativa con el tiempo, y teniendo en cuenta los posibles efectos relacionados entre sí. Un sistema de alerta temprana de amenazas múltiples con capacidad para advertir de una o más amenazas aumenta la eficiencia y coherencia de las alertas mediante mecanismos y capacidades coordinados y compatibles, en los que intervienen múltiples disciplinas para una identificación de amenazas actualizada y precisa y para la vigilancia de amenazas múltiples. (p.3)

### *9.1.11 La segunda conferencia de alerta temprana de riesgos múltiples*

La Segunda Conferencia de Alerta Temprana de Riesgos Múltiples (MHEWC-II con sus siglas en inglés): Alerta temprana y acción temprana hacia sociedades sostenibles, resilientes e inclusivas fue celebrada los días 13 al 14 de mayo del 2019, en Ginebra, Suiza, fue organizada por la Red Internacional de Sistemas de Alerta Temprana multi-peligro (IN-MHEWS con sus siglas en inglés) en donde su objetivo se basa en “ facilitar el intercambio de conocimientos y buenas prácticas para los sistemas de alerta temprana multirriesgo como estrategia nacional para la reducción del riesgo de desastres, la adaptación al cambio climático y la creación de resiliencia” (WMO, 2019a). Asimismo, tiene como finalidad orientar, fomentar, y mejorar la implementación de los sistemas de alerta temprana multirriesgo.

A partir de la primera conferencia continuaron los esfuerzos por parte de Red internacional de sistemas de alerta temprana de peligros múltiples (IN-MHEWS) con articulación de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y la Plataforma Global para la Reducción del Riesgo de Desastres (2019), organizaron la Segunda Conferencia de Alerta Temprana de Riesgos Múltiples (MHEWC-II): Alerta y acción tempranas hacia sociedades sostenibles, resilientes e inclusivas. La conferencia tuvo como finalidad demostrar cómo se puede mejorar la disponibilidad y el acceso a la información sobre riesgos y sistemas de alerta temprana multirriesgo. Como también indagar los avances recientes sobre los sistemas de alerta temprana multirriesgo y las prioridades futuras. Al mismo tiempo ratificó su propósito, meta y objetivos.

Dentro este orden de ideas, el propósito de la MHEWC-II, según la (WMO, 2019b): “es destacar el papel que desempeña la gobernanza nacional en la implementación y el mantenimiento de sistemas de alerta temprana multirriesgo, teniendo en cuenta la información fundamental sobre todas las dimensiones del riesgo (peligro, exposición, vulnerabilidad y capacidad de adaptación / afrontamiento), marcos regulatorios y políticas, asociaciones institucionales, y garantizar que las advertencias se reciban, se comprendan y se procesable por la audiencia destinataria” (p.2). Al mismo tiempo planteó los objetivos a seguir esto con el fin de respaldar la implementación y mejora de sistemas de alerta temprana

multirriesgo en todo el mundo, los objetivos planteados por (WMO, 2019b) los podemos ver tabla 8.

**Tabla 8** *Propósitos, metas y desafíos*

|   |
|---|
| <p><b>Destacar y promover:</b></p> <p>a. Un enfoque integral de amenazas múltiples para la gobernanza de alerta temprana que se basa en una legislación nacional eficaz, un marco regulatorio y asociaciones institucionales que se benefician de los mecanismos de apoyo regionales y mundiales y que abarca a las poblaciones urbanas y rurales, mujeres y hombres, personas mayores y jóvenes, personas con discapacidad, etc. Políticas y marcos regulatorios.</p> <p>b. El desarrollo, acceso y uso de la mejor ciencia y nuevas tecnologías para sustentar todos los componentes de un sistema de alerta temprana multirriesgo;</p> <p>c. Co-diseño de sistemas de alerta temprana y la generación y uso de información sólida sobre riesgos y mensajes de advertencia y alerta adaptados a las diferentes necesidades de grupos específicos, incluyendo mecanismos para integrar el conocimiento local e indígena y proporcionar retroalimentación para el mejoramiento del sistema;</p> <p>d. Aprender de las buenas prácticas en materia de alerta temprana, incluso en áreas como el monitoreo, la previsión y la comunicación de riesgos, que aprovechan las últimas tecnologías y estándares (por ejemplo, las tecnologías de la comunicación y la información, soluciones de telefonía móvil, redes sociales, estándares como el Protocolo de Alerta Común (CAP siglas en ingles) para todas las alertas de peligros);</p> <p>e. Fortalecimiento de la cadena de Alerta Temprana y Acción Temprana, adoptando un enfoque de pronóstico basado en el impacto en la alerta temprana para que las organizaciones y comunidades puedan formular mensajes comprensibles y procesables y tomen las respectivas medidas de preparación y respuesta.</p> <p><b>Hacer un balance de los avances realizados por los gobiernos con:</b></p> |
|---|

- a. Integración y sinergia de sistemas de alerta temprana de peligros únicos en sus países hacia un enfoque más amplio de peligros múltiples;
- b. Implementar la lista de verificación de sistemas de alerta temprana de peligros múltiples como un marco estándar, adoptando un pensamiento basado en el sistema;
- c. Evaluar la eficacia de los sistemas de alerta temprana multirriesgo y el rendimiento de la inversión;
- d. Informar / Alcanzar el Objetivo (g) del Marco de Sendai y los enfoques y desafíos relacionados, utilizando el Monitor de Sendai y guiado por la Guía Técnica para el Monitoreo y la Presentación de Informes sobre el Progreso en el Logro de los Objetivos Mundiales del Marco de Sendai;
- e. Involucrar al sector privado y la sociedad civil como socios en el funcionamiento de los sistemas de alerta temprana multirriesgo como una forma de asegurar su sostenibilidad a largo plazo.

**Identificar:**

- a. Requisitos y desafíos que tienen los gobiernos en el desarrollo e implementación de sistemas de alerta temprana centrados en las personas, de extremo a extremo y de múltiples peligros (incluida la captura de efectos en cascada de peligros / desastres) que garanticen la interoperabilidad con escalas locales a nacionales, así como escalas regionales transfronterizas;
- b. Oportunidades y limitaciones actuales para la investigación transdisciplinaria (por ejemplo, nuevos desarrollos en el área de socio- hidrología) para avanzar en el desarrollo de sistemas de observación y monitoreo, el uso de Big Data, incluidos datos basados en satélites, modelos basados en datos y el fortalecimiento de capacidades para aprovechar las últimas tecnologías de la información y la comunicación (por ejemplo, redes sociales) en particular para los

países menos adelantados, los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países en desarrollo sin litoral;

c. Cómo los gobiernos financian la implementación o el fortalecimiento de sistemas de alerta temprana multirriesgo como una forma de alcanzar la Meta (g) del Marco de Sendai;

d. Asesoramiento en materia de políticas sobre la incorporación de conceptos de sistemas de alerta temprana multirriesgo en las estrategias nacionales y locales de reducción del riesgo de desastres para contribuir a la implementación de la Meta (e) del Marco de Sendai. (p.2,3)

*Nota.* Adaptado de “La Segunda Conferencia de Alerta Temprana de Riesgos Múltiples (MHEWC-II) Alerta temprana y acción temprana hacia sociedades sostenibles, resilientes e inclusivas” (p.2,3) por WMO, 2019. Elaboración propia

Definidos sus objetivos, se encaminó organizar la conferencia por sesiones, en ella se abordaron temas como llegar hasta la última milla, mejorar el vínculo entre Alerta temprana y Acción temprana, ciencia, tecnología e innovación, evaluación de los beneficios socioeconómicos de las amenazas múltiples, crear los sistemas de alerta temprana que sean multirriesgo y de gobernanza. Por último, los resultados esperados son destacar estrategias y acciones para construir, promover y fortalecer sistemas de alerta temprana de peligros múltiples, especialmente abordar la brecha que existe dentro de las comunidades en riesgo y afectadas por fenómenos relacionados con el agua, el tiempo y el clima, que por su ubicación remota y condiciones geográficas no han sido beneficiados con un sistema de alerta temprana multirriesgo. Esta es una de las razones de garantizar el acceso de las advertencias a quienes más lo necesite, la adopción de medidas eficaces en el terreno, la calidad de la información y la evaluación del riesgo. Cabe aclarar que el documento final está próximo hacer publicado, dentro de su componente incluirá resultados, recomendaciones para los países como también influir en las inversiones de los sistemas de alerta temprana multirriesgo.

## 9.2 Casos de sistemas de alerta temprana a escala global

A través de los tiempos, el mundo ha sido escenario de múltiples acontecimientos de desastres naturales como inundaciones, deslizamientos de tierras, terremotos, vendavales, tsunami, incendios forestales y sequías es así como los países han tomado medidas preventivas para contrarrestar pérdidas humanas, económicas, ambientales, y sociales.

A sí mismo es indispensable conocer las diferentes prácticas o métodos sobre los SAT que se utilizan a escala global esto con el fin de reducir el riesgo de desastre, es decir que por medio de sus experiencias en los SAT, se puede identificar o establecer cuál sería el más ideal para su posible implementación.

A continuación, se muestra un análisis detallado de cada uno de los SAT, implementados en los continentes los cuales se dividen en subcontinentes con su respectiva amenaza.

Teniendo en cuenta la guía para el desarrollo de Sistemas de Alerta temprana, de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de desastres y su más reciente actualización del año 2021, en los siguientes cuadros se presentan los casos de éxito más representativos en cada uno de los continentes y una breve descripción de cada uno de ellos.

### 9.2.1 América del norte

En este apartado se describe información recopilada sobre los SAT, que se implementan en los siguientes países con su respectivo funcionamiento, en el caso de Estados Unidos cuenta con un sistema denominado ShakeAlert cuyo objetivo es informar de terremotos y con respecto a México su sistema se centra en detectar incendios forestales.

#### **ShakeAlert**

Este es un SAT, de terremotos el cual es operado por Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) cuya finalidad es informar de los terremotos por medio de la ciencia y tecnología, además de que este sistema es asequible para todas personas, plataformas y entornos. En cuanto a una descripción más precisa de las características del sistema se contempla en la Tabla 9.

**Tabla 9** *ShakeAlert*

|  |
|--|
| América del Norte  |
| <b>Lugar:</b> Costa oeste de los Estados Unidos  |
| <b>Amenaza:</b> Terremoto  |
| <b>SAT:</b> ShakeAlert   |
| <b>Tipos de SAT según la amenaza:</b> Geológico  |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Institucional  |
| <p><b>Operación del sistema:</b> Este sistema funciona mediante la USGS el cual emite mensajes a ShakeAlert esto se consigue con la participación de entes públicos y privados, ya que por intermedio de ellos envía mensajes a las personas que se encuentran en el perímetro del epicentro como por ejemplo los hospitales, los sistemas de transporte, centros educativos, servicios públicos, centros de recreación y hogares, esta difusión de alerta se logra a través de los canales de comunicación como internet, televisión, radio y por último dispositivos móviles.</p> <p>El mensaje que reciben indica que ha comenzado un terremoto y que el temblor es inminente, es ahí donde debe de adoptar medidas de protección, como lo expresa (OEM, 2021) “AGÁCHESE-CÚBRASE-SUJÉTESE, porque cada segunda cuenta” (párr.3).</p> <p>Otra particularidad del sistema es que aparte de que es automático, identifica y caracteriza un terremoto en unos segundos después de que inicie.</p> <p>Para poder detectar el evento y emitir una advertencia de un terremoto depende de varios factores, como lo señala (USGS, 2021):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Distancia entre la fuente del terremoto y el sismómetro de red sísmica más cercano (estación).</li> <li>• Transferencia de información a las redes regionales.</li> <li>• Detección y caracterización de un terremoto</li> <li>• Umbral de intensidad de agitación utilizado para emitir una alerta.</li> </ul> |

*Nota:* Adaptado de ¿Está listo para el próximo terremoto? (párr.3). por OEM, 2021, OREGON.GOV. Elaboración propia.

## Sistema de alerta temprana de incendios forestales

En 1998 fue el año en que México registró el mayor incendio forestal de la historia en la que llevo afectar según CONAFOR un numero de 14,445 incendios forestales. Debido a estos sucesos se creó SAT para incendios forestales. En la Tabla 10 se menciona más detalladamente como está integrado el sistema.

**Tabla 10** *Sistema de alerta temprana de incendios forestales*

|   |
|---|
| América del Norte   |
| <b>Lugar:</b> México  |
| <b>Amenaza:</b> Incendios Forestales  |
| <b>SAT:</b> Sistema de alerta temprana de incendios forestales  |
| <b>Tipos de SAT según la amenaza:</b> Hidrometeorológicos   |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Institucional   |
| <b>Operación del sistema:</b> Se basa mediante la utilización de varios insumos, pero especialmente se destaca el uso de datos satelitales como elemento primordial para identificar la amenaza. Luego de contar con los elementos se inicia a implementar las tres fases que integra el sistema las cuales son: El antes integrada por la alerta temprana, el durante conformada por monitoreo de puntos de calor y el después apunta a la identificación de áreas quemadas. |

*Nota:* Adaptado de Sistema de Alerta Temprana de Incendios Forestales en México (p. 6808). por CRUZ, 2013, Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – Brasil. Elaboración propia

### 9.2.2 *América central*

Para los SAT, en América central se identificaron dos casos de éxito, uno implementado en Guatemala denominado Sistema de alerta temprana Rio Coyolate con un mecanismo de funcionamiento comunitario y el Sistema de alerta temprana por inundaciones experiencia Río Lempa en El Salvador con un funcionamiento de tipo comunitario e institucional y que a continuación se dan a conocer.

### ***Sistema de alerta temprana Río Coyolate - Guatemala***

En la cuenca del río Coyolate ubicado en la vertiente del Océano Pacífico de Guatemala para el 1997, fue instalado el sistema de alerta temprana ante inundaciones y desde entonces ha operado de manera adecuada y ha servido de base para otros sistemas instalados en la región centroamericana. En la siguiente Tabla 11 se expresa la información más relevante del sistema.

**Tabla 11** *Sistema de alerta temprana Río Coyolate*

|   |
|---|
| América Central   |
| <b>Lugar:</b> Guatemala   |
| <b>Amenaza:</b> Inundaciones  |
| <b>SAT:</b> SAT Río Coyolate  |
| <b>Tipo de SAT según amenaza:</b> Hidrometeorológico  |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Comunitario   |
| <b>Operación del sistema:</b> Cuenta con una red de observadores voluntarios situados en la cuenca media y la cuenca alta que miden condiciones hidrometeorológicas de la zona, precipitación y nivel de río. La información es transmitida a la Coordinadora Regional para la Reducción de Desastres CONRED, por una red de radiocomunicación, así como a estaciones situadas en comunidades que típicamente se inundan, así como a otras entidades que conforman el sistema, en el 2010 se instalaron sensores electrónicos en diferentes puntos del río que registran los cambios de nivel y envían mensajes de texto a los celulares de las personas que se encuentran dentro del área de riesgo. |

*Nota:* Adaptado de Registro De Sistema De Alerta Temprana SAT – Río Coyolate (p.1,2) por J. Villagran, 2003, Centro de Investigación y Mitigación de Desastres Naturales (CIMDEN). Elaboración propia.

## SAT por inundaciones experiencia Río Lempa en el salvador

El Salvador es un país con practica y experiencia reciente en Sistemas de Alerta Temprana (SAT) por Inundaciones. Posteriormente del fenómeno del Huracán Mitch (1998) fue reconocida la vulnerabilidad del país ante las amenazas hidrometeorológicas y la carencia de un adecuado monitoreo de estas amenazas. De acuerdo con el informe de la experiencia de SAT por inundación en El Salvador (A. D. Lopez, 2004) a continuación se da a conocer el diseño del sistema y su funcionamiento en la Tabla 12.

**Tabla 12** SAT por inundaciones experiencia Río Lempa en el salvador

|   |
|---|
| América Central   |
| <b>Lugar:</b> El Salvador   |
| <b>Amenaza:</b> Inundaciones  |
| <b>SAT:</b> SAT por inundaciones Río Lempa.   |
| <b>Tipo de SAT según amenaza:</b> Hidrometeorológico  |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Mixto   |
| <b>Operación del sistema:</b> A través de la conformación de la Red de monitoreo local y del levantamiento de información en campo, las comunidades ubicadas en zonas susceptibles a inundación han sido clasificadas de acuerdo con la frecuencia de sufrir inundaciones en ROJA (anual), AMARILLO (2 a 5 años) y VERDE (5 y más). Adicionalmente al estado de monitoreo que se tenga en el Centro de Pronóstico, el aviso también dependerá del tipo de evento , la comunicación se da directamente del Centro de Pronóstico hacia comunidad en riesgo (y paralelamente a los Comités de Emergencia Locales y Departamentales) también es factible comunicarse con la población vía teléfono celular (aun en la más remota casa de la zona rural, ellos tienen teléfono celular porque en la mayoría de los casos, sus parientes en Estados Unidos los pagan para estar comunicados con ellos), o vía radio (parte del SAT local o comunitario) en los sitios en los cuales no hay teléfonos celulares. |

*Nota:* Adaptado de Sistema De Alerta Temprana Por Inundaciones Experiencia En El Salvador – SNET (p.6,7) por A. Lopez, 2004, Servicio Nacional de estudios territoriales. Elaboración propia.

### 9.2.3 América del sur

En esta sección se menciona dos SAT, el primero es la implementación de SAT ante inundaciones en las cuencas binacionales en los países de Perú, Bolivia y Ecuador estos tres países comparte una amenaza en común lo que permitió diseñar en conjunto el SAT y en cuanto al segundo se localiza en Chile este se denomina Sistema de alerta de emergencias (SAE) este sistema es único pues opera a través del uso de los teléfonos móviles además su servicio es utilizado para difundir las alertas de todo tipo de amenaza.

#### **SAT ante inundaciones en las cuencas binacionales**

Con respecto a este sistema se puede evidenciar que en la Tabla 13 los países de Perú, Bolivia y Ecuador comparte una similitud en cuanto a la amenaza especialmente relacionados a eventos hidrometeorológicos y diseño del SAT, esta articulación busco contribuir a la reducción de la vulnerabilidad por peligrosos relacionados con los fenómenos atmosféricos.

**Tabla 13** SAT ante inundaciones en las cuencas binacionales

|  |
|--|
| América del Sur  |
| <b>Lugar:</b> Perú, Bolivia y Ecuador  |
| <b>Amenaza:</b> Inundación   |
| <b>SAT:</b> Implementación de SAT ante inundaciones en las cuencas binacionales  |
| <b>Tipos de SAT según la amenaza:</b> Hidrometeorológicos  |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Institucional  |
| <b>Operación del sistema:</b> En cuanto a este sistema obedece a cuatro criterios centrales para su elaboración e implementación del SAT, el primero se basa en una concepción centrada en las personas, el segundo en una construcción participativa entre las autoridades, organismos y poblaciones locales, el tercero en un apoyo logístico y técnico de las entidades nacionales competentes y por último la utilización de herramientas tecnológicas para su funcionamiento adecuado y sostenibilidad. Con relación a su implementación se toma como base dos enfoques metodológicos el primero es de la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción de Riesgos de Desastres (UNISDR) que está integrado el SAT por los componentes como monitoreo y pronóstico, conocimiento del riesgo y vulnerabilidad, comunicación y difusión; y capacidad de respuesta. |

El segundo es el de Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos (OEA) el cual se basa en diseñar e implementar el SAT en cuencas menores con enfoque participativo por parte de la comunidad, para su implementación se toma como base estos cinco pasos el primero es la organización comunitaria, el segundo reconocimiento de la cuenca menor, el tercero la medición de lluvia y nivel de los ríos, el cuarto el funcionamiento del sistema de alerta y por último la evaluación de la situación, difusión de alerta y plan de respuesta.

Para finalizar el PRASDES toma como base los dos enfoques mencionados anteriormente, con ellos formula un procedimiento que combina una perspectiva comunitaria y una tecnológica dando como efecto un enfoque resultante. Este enfoque quiere decir que para implementar el SAT ante inundaciones debe de haber una participación activa de la comunidad en de la fase de diseño e implementación, como también el manejo de los medios y herramientas tecnológicos.

Nota. Adaptado de Implementación de Sistemas de Alerta Temprana (SAT) en las cuencas binacionales Suches-Titicaca y Catamayo-Chira por Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN), 2017, Elaboración propia.

### **Sistema de alerta de emergencias (SAE)**

Este sistema inicio sus operaciones en el año 2014 a raíz de que el 1 de abril del 2014 Chile sufrió un terremoto de 8,2 grados el cual puso como evidencia la falencia que había a la hora de difundir las alertas en caso de amenazas por terremoto, tsunamis, erupciones volcánicas e incendios forestales. Es así como en la Tabla 14 se puede observar cómo opera el sistema para múltiples amenazas.

**Tabla 14** *Sistema de alerta de emergencias (SAE)*

|   |
|---|
| América del Sur   |
| <b>Lugar:</b> Chile   |
| <b>Amenaza:</b> Terremoto, tsunamis, erupciones volcánicas e incendios forestales |
| <b>SAT:</b> Sistema de alerta de emergencias (SAE)                                |

|   |
|---|
| <b>Tipos de SAT según la amenaza:</b> Multiamenaza  |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Institucional   |
| <b>Operación del sistema:</b> Es una herramienta exclusivamente para teléfonos móviles, porque permite enviar mensajes de texto de forma masiva, es decir despacha automáticamente los mensajes y lo más importantes para evitar la afectación por congestiones de las redes telefónicas, además de enviar textos sus otras funciones son enviar audios y por último emite una señal con vibración a los teléfonos con un sonido distinto a las notificaciones. Además, los objetivos del SAE que se deben seguir para su funcionamiento e implementación están en tener un difusión masiva y localizada de la alerta, un funcionamiento 24/7, una capacidad de integración de múltiples plataformas de difusión y por último un confiable, de amplia cobertura y penetración masiva. |

*Nota.* Adaptado de Sistema de Alerta de Emergencias (SAE) por La Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública (ONEMI), (2016). Elaboración propia.

#### 9.2.4 África

En el continente africano se resaltan los SAT de inundación, uno en Mozambique enfocado en los ciclones en la cuenca del río Limpopo y el otro en El lago Victoria, situado en la zona centro-oriental de África, rodeado por Uganda, Tanzania y Kenia denominado Alerta Temprana De Fenómenos Atmosféricos Salva Vidas En África y que se presentan.

**El sistema de alerta temprana de ciclones en la práctica.** Según la (Federación Internacional de Sociedades de La Cruz Roja y de la Media Luna Roja, 2007), el año 2000, la atención mundial se fijó en Mozambique por fuertes crecidas que inundaron la cuenca del Limpopo, y se destaca el funcionamiento del SAT en la siguiente Tabla 15.

**Tabla 15** *El sistema de alerta temprana de ciclones en la práctica*

|   |
|---|
| África  |
| <b>Lugar:</b> Mozambique  |
| <b>Amenaza:</b> Inundaciones  |
| <b>SAT:</b> SAT de ciclones   |
| <b>Tipo de SAT según amenaza:</b> Hidrometeorológico  |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Comunitario   |
| <b>Operación del sistema:</b> Los comités locales de desastres, con el apoyo de voluntarios comunitarios de la Cruz Roja de Mozambique, trabajan con las comunidades para cartografiar los recursos locales e identificar los riesgos reales y percibidos y los mecanismos tradicionales para superarlos y a su vez son responsables de alertar y preparar a las comunidades para afrontar condiciones meteorológicas peligrosas mediante un sistema de alerta temprana. El SAT consiste en una serie de tres colores para indicar la proximidad de los ciclones: Azul: si se prevé que tardará entre 24 y 48 horas en llegar; Amarillo, si va a hacerlo en las siguientes 24 horas; y Rojo si llegará en menos de 6 horas. Existen carteles para aconsejar a los miembros del comité cómo difundir con éxito las alertas meteorológicas a un público amplio. Además, se disponen en las comunidades, equipos de respuesta de emergencia consistentes en silbatos, megáfonos, chalecos salvavidas (para casos de inundaciones) y otros elementos básicos de intervención de urgencia. |

*Nota:* Adaptado de Mozambique: el sistema de alerta temprana de ciclones en la práctica por la Federación Internacional de Sociedades de La Cruz Roja y de la Media Luna. (2007). Elaboración propia.

**Alerta Temprana de Fenómenos Atmosféricos Salva Vidas en África.** La Organización Meteorológica Mundial (WMO), publicó los detalles del proyecto Sistema de lagos meteorológicos de alto impacto (High Impact Weather Lake System HIGHWAY), desde su inicio en 2017 estableció un sistema piloto regional de alerta temprana, para comunicar a los pescadores y a otras partes interesadas locales, sobre los eventos climáticos de alto impacto

en el lago Victoria, en el este africano. Es así como la tabla 16 se describe como está conformado.

**Tabla 16** *Alerta temprana de fenómenos atmosféricos en África*

|   |
|---|
| África  |
| <b>Lugar:</b> Zona centro oriental de África  |
| <b>Amenaza:</b> Inundaciones  |
| <b>SAT:</b> Alerta Temprana De Fenómenos Atmosféricos Salva Vidas   |
| <b>Tipo de SAT según amenaza:</b> Hidrometeorológico  |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Institucional   |
| <p><b>Operación del sistema:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Se desarrollaron pronósticos, diseñados conjunta y especialmente por los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN) y las comunidades pesqueras, para satisfacer las necesidades de los pescadores y garantizar la seguridad antes de salir al lago.</li> <li>● Se realiza difusión sobre los avisos meteorológicos de alto impacto por parte de los SMHN a las comunidades pesqueras, a través de radios, banderas, tabloneros de anuncios y aplicaciones de mensajería social.</li> <li>● Se estableció un centro regional del Sistema Mundial Integrado de Observación de la WMO (WIGOS), para supervisar la calidad de los datos meteorológicos en África Oriental, administrado conjuntamente por el Departamento Meteorológico de Kenia y la Autoridad Meteorológica de Tanzani</li> <li>● Se lograron perfeccionar los datos meteorológicos mediante herramientas de observación mejoradas en la cuenca del lago Victoria, en particular mediante la reactivación de estaciones meteorológicas de altura en la región.</li> <li>● Gracias a HIGHWAY, la pérdida de vidas se redujo al mínimo, mediante una mejor cooperación regional entre los SMHN de Kenia, Ruanda, Tanzania y Uganda. Esto dió como resultado un conjunto de pronósticos marinos armonizados a nivel regional, que cubren todo el lago Victoria, emitidos dos veces al día (en inglés y en los idiomas locales).</li> </ul> |

*Nota:* Adaptado de Las alertas tempranas salvan vidas en el lago Victoria por El Ágora diario del agua, 2021. Elaboración propia.

### 9.2.5 Asia

En cuanto a este ítem se puede observar que en China cuenta con un SAT, centrada en la evaluación del impacto y el riesgo esta implementación permite transformar las predicciones meteorológicas. Y con respecto al sistema Bangladés se titula predicción y aviso de crecidas este partiendo del uso de las medidas no estructurales como eje primordial para la reducción del riesgo.

#### **Sistema de alerta temprana basados en la evaluación del impacto y el riesgo.**

En la Tabla 17 destaca la importancia de incorporar la evaluación del impacto y el riesgo en la implementación del SAT para amenaza hidrometeorológicas pues permite gestionar y reducir los riesgos.

**Tabla 17** SAT basados en la evaluación del impacto y el riesgo.

|  |
|--|
| Asia   |
| <b>Lugar:</b> China  |
| <b>Amenaza:</b> Inundaciones, sequía, heladas, incendios de la cobertura vegetal, deslizamiento de tierra, entre otros   |
| <b>SAT:</b> Sistema de alerta temprana basados en la evaluación del impacto y el riesgo.   |
| <b>Tipos de SAT según la amenaza:</b> Hidrometeorológicos  |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Institucional  |
| <b>Operación del sistema:</b> Se centra en cuatro procedimientos, el primero lo integra la encuesta sobre riesgos, el segundo los umbrales de parámetros inductores de desastres, por ejemplo, la (Meiyan et al., 2015) describe que “la emisión de un aviso azul señala o indica los niveles de agua capaces de producir inundaciones fluviales, mientras que las inundaciones urbanas y las riadas de montaña tiene sus propios niveles característicos” (p.10)., el tercero la estimación y predicción cuantitativa de precipitación y el cuarto la evaluación de riesgo. Este procedimiento permite transformar las predicciones meteorológicas generales en servicios de alerta temprana basados en el riesgo. Y por último cabe resaltar que este sistema recalca la importancia de la difusión como elemento central del servicio de alerta temprana. |

*Nota.* Adaptado de China's Implementation of Impact and Risk-based Early Warning por Meiyan, J., Lianchun, S., Tong, J., Di, Z., y Jianqing, Z. (2015), World Meteorological Organization. Elaboración propia.

### **Predicción y aviso de crecidas en Bangladesh**

Bangladesh es un país sudasiático que se caracteriza por tener numerosos caudales como son las tres grandes cuencas fluviales de los ríos Ganges, Brahmaputra y Meghna. En épocas de lluvias el país sufre inundaciones que ocasionan pérdidas humanas y materiales. Debido a esto se inició a desarrollar sistemas de predicción y aviso de crecidas centrado en medidas no estructurales como se indica en la Tabla 18.

**Tabla 18** *Predicción y aviso de crecidas en Bangladesh*

|  |
|--|
| Asia   |
| <b>Lugar:</b> Bangladesh   |
| <b>Amenaza:</b> Inundaciones   |
| <b>SAT:</b> Predicción y aviso de crecidas en Bangladesh   |
| <b>Tipos de SAT según la amenaza:</b> Hidrometeorológicos  |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Institucional  |
| <b>Operación del sistema:</b> Este sistema surgió a raíz de que anteriormente la implementación se basaba en medidas estructurales como técnica para reducir posibles impactos de amenazas, debido a los resultados de las medidas estructurales, evidenciaba que no podían proteger totalmente a las personas ni a las infraestructuras de las inundaciones, por esta razón se repensó y se incluyó en la predicción y aviso de crecidas centrado en las medidas no estructurales para la gestión de inundaciones, el cual consiste en capacitar a las personas, comunidades, agencias y organizaciones para que estén preparadas frente a las crecidas y así tomar medidas. Los productos disponibles que se obtiene del sistema de predicción y aviso de crecida son los informes diarios de situación del nivel del agua y de la precipitación, resumen de las condiciones de inundación, boletines de predicción para 24, 48, 72, 96 y 120 horas, mapa de precipitación en superficie y de inundación por crecidas, respuesta de voz interactiva a través del mensaje móvil de voz, pronósticos especiales y por último la exposición a los medios como por ejemplo vía Internet, fax, teléfono, mensajería móvil SMS, y la página web. |

Nota. Adaptado de Predicción y aviso de crecidas en Bangladesh por S. Hossain, 2018, Organización Meteorológica Mundial, Elaboración propia.

### 9.2.6 *Europa*

Los casos de éxito de SAT que se han puesto en marcha en Europa son el Sistema Europeo de Alerta de Inundaciones (EFAS) que cuenta con un sistema operativo que monitorea y pronostica inundaciones en toda Europa y el Sistema de alerta sísmica temprana (alertes) para

amenazas de origen geológicas como lo son los sismos desarrollados más específicamente en el sur de España en la zona Cabo San Vicente y Golfo de Cádiz.

### **Sistema europeo de alerta de inundaciones (EFAS)**

El programa de observación de la tierra de la unión europea (Copernicus, n.d.) ha desarrollado El Sistema Europeo de Alerta de Inundaciones (EFAS), con el fin de ofrecer una visión general de las inundaciones que se generan y las previstas en Europa con incluso diez días de antelación, ayuda a una mejor protección de los pobladores, el medio ambiente, los bienes y el patrimonio cultural europeo. A continuación, se muestra en la Tabla 19 como es la operación del sistema.

**Tabla 19** Sistema europeo de alerta de inundaciones (EFAS)

|   |
|---|
| Europa  |
| <b>Lugar:</b> Continente Europeo  |
| <b>Amenaza:</b> Inundaciones  |
| <b>SAT:</b> Sistema Europeo de Alerta de Inundaciones (EFAS)  |
| <b>Tipo de SAT según amenaza:</b> Hidrometeorológico  |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Institucional   |
| <p><b>Operación del sistema:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Actualmente incorpora múltiples pronósticos de tres servicios meteorológicos diferentes, así como observaciones meteorológicas en tiempo real de más de 5.000 estaciones en Europa e información hidrológica en tiempo real de más de 500 estaciones.</li> <li>● EFAS muestra la información a través de mapas de resumen con códigos de colores y como información de series temporales en los puntos de control. Todos los mapas de salida tienen una leyenda que explica los detalles asociados que se pueden ver. Este sistema permite también enviar correos electrónicos de advertencia.</li> <li>● Mejorar la preparación en todo el continente europeo frente a las inundaciones.</li> <li>● EFAS es el primer sistema operativo europeo que monitorea y pronostica inundaciones en toda Europa.</li> </ul> |

*Nota:* Adaptado de Sistema Europeo de Alerta de Inundaciones, Copernicus ([https://publicaciones.defensa.gob.es/media/downloadable/files/links/b/o/bol\\_roa\\_1\\_becalvargonzalez-2015.pdf](https://publicaciones.defensa.gob.es/media/downloadable/files/links/b/o/bol_roa_1_becalvargonzalez-2015.pdf)).Elaboracion propia.

### **Sistema de alerta sísmica temprana (alertes)**

De acuerdo con (M. Lopez, 2015) en el Boletín ROA No.1/2015 se estima que en el año 2011 se crea un prototipo de sistema de alerta sísmica temprana denominado ALERT-ES que se presenta como un estudio de viabilidad de un sistema SAST (sistema de alerta sísmica temprana) para sismos en el sur de España en la zona Cabo San Vicente y Golfo de Cádiz. Este prototipo llevaría consigo el desarrollo de algoritmos para la estimación rápida de la magnitud y la generación de alertas en estaciones concretas a partir de parámetros obtenidos de los primeros segundos de registro de las ondas P. En sentido en la Tabla 20 se dan las especificaciones de sus funciones:

**Tabla 20** *Sistema de alerta sísmica temprana (alertes)*

|  |
|--|
| Europa   |
| <b>Lugar:</b> Sur de España en la zona Cabo San Vicente y Golfo de Cádiz.  |
| <b>Amenaza:</b> Sismo  |
| <b>SAT:</b> Sistema de alerta sísmica temprana (ALERTES)   |
| <b>Tipo de SAT según amenaza:</b> Geológico  |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Institucional  |
| <p><b>Operación del sistema:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtener una localización del terremoto muy rápida, en tan sólo unos segundos después de la llegada de la onda P. Es decir que en los primeros segundos del registro de la onda P, en la primera onda generada por el terremoto, ya hay información suficiente para poder determinar su tamaño.</li> <li>• Estimar la magnitud desde los primeros segundos de la onda P.</li> <li>• Estimar el tiempo de respuesta de las ciudades objetivos seleccionados por el usuario y el PGV asociado a las mismas.</li> <li>• Emitir una alerta rápida.</li> </ul> |

*Nota:* Adaptado de Sistema de Alerta Sísmica Temprana (ALERTES), Universidad Complutense de Madrid. Elaboración propia.

### 9.2.7 *Oceanía*

En Oceanía se han implementado dos SAT, el primero en Nueva Zelanda donde científicos desarrollaron algoritmos y patrones para predecir amenazas de origen geológicas especialmente las de erupción volcánica este sistema es manejado por el equipo de la universidad de Auckland que realizan el monitoreo y el segundo Papúa Nueva Guinea en él se puede evidenciar que existe una articulación entre el trabajo en conjunto con las comunidades y las instituciones en el uso de la tecnología esta combinación logra fortalecer la resiliencia de las comunidades.

#### **Científicos neozelandeses crean sistema alerta temprana de erupción volcánica**

El nuevo sistema, desarrollado por un equipo de la Universidad de Auckland, utiliza sofisticados algoritmos e inteligencia artificial para “aprender” los patrones generados por los datos y predecir las futuras erupciones. En la Tabla 21 se expresa la operación del sistema:

**Tabla 21** *Sistema alerta temprana de erupción volcánica*

|  |
|--|
| Oceanía  |
| <b>Lugar:</b> Nueva Zelanda  |
| <b>Amenaza:</b> Actividad Volcánica  |
| <b>SAT:</b> Sistema de alerta temprana de erupción volcánica   |
| <b>Tipo de SAT según amenaza:</b> Geológico  |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Institucional  |
| <p><b>Operación del sistema:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliza sofisticados algoritmos e inteligencia artificial para “aprender” los patrones generados por los datos y predecir las futuras erupciones.</li> <li>• El equipo de científicos ha refinado el umbral a partir del cual se dispara una alerta, que en la actualidad es de un 8,5 % de probabilidad para que una erupción sea inminente.</li> </ul> |

- “Este sistema detecta los tipos de erupción que tienen más probabilidades de ser mortales”, subrayó el profesor Shane Cronin, quien trabajó en este proyecto con Kempa-Liehr y David Dempsey.

*Nota:* Adaptado de Científicos neozelandeses crean sistema alerta temprana de erupción volcánica, EFE:VERDE (2020). Elaboracion propia.

### **Sistema de alerta temprana de inundaciones Papúa Nueva Guinea**

Este sistema implementado en Papúa Nueva Guinea se caracteriza por desarrollar resiliencia a las comunidades ante las inundaciones, es así como se puede apreciar en la Tabla 22 el trabajo en conjunto que existe entre la comunidad y las instituciones para lograr un funcionamiento eficiente en el sistema de alerta temprana ante inundaciones.

**Tabla 22** SAT de inundaciones Papúa Nueva Guinea

|  |
|--|
| Oceanía  |
| <b>Lugar:</b> Papúa Nueva Guinea   |
| <b>Amenaza:</b> Inundación   |
| <b>SAT:</b> Sistema de alerta temprana de inundaciones   |
| <b>Tipos de SAT según la amenaza:</b> Hidrometeorológicos  |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Mixto  |
| <b>Operación del sistema:</b> Está conformada por una red de monitoreo hidrometeorológico que la integra tres estaciones de nivel del agua fluvial y cinco pluviómetros automáticos en la cuenca, estos instrumentos permiten monitoria casi en tiempo real la cuenca. Además, el sistema de monitoreo del rio de Bumbu cuenta con parámetros los cuales se deben tener en cuenta en tiempo real a la hora de informar sobre las operaciones de pronóstico y advertencia sobre las inundaciones, es decir se obtienen los informes de los pronósticos y advertencias, así mismo describe los pasos que integran el marco de operaciones en otras palabras se muestra el pronóstico y el seguimiento con su respectiva respuesta.<br>Ejemplo: |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Pronostico y seguimiento</b></li> <li>A. La lluvia pronosticada excede los 100 mm / 24 hrs.</li> </ul>   |

B. Decisión del pronosticador Naranja- Advertencia de lluvia intensa

✓ **Respuesta:**

- a. Advertencia de lluvia intensa difundida utilizando protocolos existentes
- b. Informe de asesoramiento - CEPA se moviliza al centro de operaciones para ayudar con el pronóstico de inundaciones (RIMES / NWS)
- c. PDC, NDC en espera para respuesta

Cabe destacar que para su elaboración cuenta con el apoyo de diferentes entes desde agencias gubernamentales, nacionales, provinciales y la más importante la de comunidad local.

*Nota.* Adaptado de Flood and climate early warning systems development in Papua New Guinea por Williams, S., Gomoga, J., Porteous, A., Maiha, S., y Elley, G., 2018. Elaboración propia.

### **9.3 Casos de sistemas de alerta temprana a escala nacional**

Históricamente el país ha sido de escenario de desastres naturales debido a su ubicación geográfica como también a los procesos geológicos, geomorfológicos, hidrológico y climáticos que se presentan en el territorio debido a estos factores se han registrado desastres que han marcado la historia del país; dentro de los eventos que se han presentado en el país están asociados al fenómeno de origen natural como es el caso de los terremotos, erupciones volcánicas, inundaciones, deslizamientos y avenidas torrenciales estos eventos han generado pérdidas de vidas como lo sucedido en el terremoto de Popayán de 1983, la erupción volcánica del Nevado del Ruiz de 1985, la avalancha de Páez en departamento del Cauca de 1994, el terremoto del Eje Cafetero de 1999 y la avenida torrencial de Mocoa del 2017. A causa de estos sucesos el país ha evolucionado en las políticas nacionales de la gestión del riesgo desastres dejando consolidada la Ley 1523 de 2012 como principal política nacional de gestión del riesgo de desastres y a su vez establece el sistema nacional de gestión del riesgo de desastres en el país, a partir de esta normativa surge necesidad de implementar los Sistemas de Alertas Tempranas como eje primordial para salvar vidas.

A continuación, teniendo en cuenta la guía para el desarrollo de sistemas de alerta temprana de la UNGR y su más reciente actualización del año 2021, en los siguientes cuadros se describe los departamentos que cuenta con un sistema de alerta temprana y su respectivo funcionamiento como herramienta principal para la reducción de los riesgos.

### 9.3.1 *Departamento de Tolima*

El departamento cuenta con tres municipios que presentan un SAT, el primero es Armero Guayabal el cual propone un SAT para inundaciones como una medida de intervención, el segundo es Murillo que plantea dentro del plan local de emergencia y contingencias (PLEC'S) el SAT ante amenazas múltiples como un trabajo en conjunto y por último Ibagué con el SAT del Cañón Combeima que se caracteriza por tener una respuesta oportuna.

#### **Sistema de alerta temprana para inundación propuesto por Armero Guayabal**

El siguiente sistema es una propuesta plantea en el plan municipal de gestión de riesgo de desastres del municipio de Armero Guayabal por los integrantes de CMGRD, este surge debido a que el municipio se encuentra expuesto amenazas por inundación. En la Tabla 23 se detalla como estará conformado el SAT.

**Tabla 23** SAT para inundación en Armero Guayabal

|   |
|---|
| Tolima  |
| <b>Lugar:</b> Armero Guayabal   |
| <b>Amenaza:</b> Inundación  |
| <b>SAT:</b> Sistema de alerta temprana para inundación propuesto por Armero Guayabal  |
| <b>Tipos de SAT según la amenaza:</b> Hidrometeorológicos   |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Institucional   |
| <p><b>Operación del sistema:</b> Según el CMGRD el sistema estará conformado por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Redes de monitoreo para definir acciones de prevención y alertas tempranas.</li> <li>• Sistema de observación por parte de la comunidad</li> <li>• Comunicación permanente entre los líderes veredales, Administración Municipal y Organismos de Socorro.</li> <li>• Puesta en marcha de observatorios conformados por las juntas de acción comunal.</li> <li>• Implementar bajo la coordinación del CMGRD las acciones para: crear redes de monitoreo para definir acciones de prevención y alertas tempranas</li> <li>• Aumentar las estaciones locales del IDEAM</li> </ul> |

El sistema está conformado por un monitoreo técnico hidroclimatológico, monitoreo técnico hidroclimatológico detallado y monitoreo del Sistema de Alerta Temprana con la asesoría de la Corporación Autónoma Regional del Tolima. Asimismo, están presentes las estaciones del IDEAM como estación la esmeralda, estación pluviométrica y estación climatológica.

*Nota.* Adaptado de Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres Municipio Armero Guayabal por CMGRD Guayabal, Armero, 2021. Elaboración Propia.

### **Sistema de alerta temprana ante amenazas múltiples de Murillo**

En el plan local de emergencia y contingencias (PLEC'S) del municipio de Murillo se planteó un sistema de alerta temprana debido a que se encuentra expuesto a múltiples amenazas en la Tabla 24 se describe como está conformado el sistema indicando su respectivo nivel de alerta, parámetro y respuesta, con el fin de actuar con antelación ante posible desastre.

**Tabla 24** SAT ante amenazas múltiples de Murillo

|   |
|---|
| Tolima  |
| <b>Lugar:</b> Murillo   |
| <b>Amenaza:</b> Remoción en masa, incendios forestales, erupción volcánica, inundaciones, sequía, sismos y tormenta eléctrica,  |
| <b>SAT:</b> Sistema de alerta temprana ante amenazas múltiples de Murillo   |
| <b>Tipos de SAT según la amenaza:</b> Multiamenaza  |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Institucional   |
| <b>Operación del sistema:</b><br>El plan local de emergencia y contingencias está conformado por un comité local que lo integran miembros de Bomberos, Policía, Defensa civil, Hospital, Alcaldía, Empresa de servicios público y juntas acción comunal, estos miembros son los encargados de alertar, alarma y activar las precauciones frente a cualquier evento previsto. A continuación, se |

describe como está constituido el sistema de alerta temprana con su respectivo nivel de alerta, parámetro y respuesta.

- Alerta verde: Se declara carácter preventivo con su respectiva respuesta el cual indica a las personas que deben estar atentas a cualquier emergencia y a las indicaciones de las instituciones.
- Alerta Amarilla: Se declara prevención contra un posible riesgo cuando se mantiene el desarrollo de una amenaza y se encuentre en el 50% de probabilidad, la respuesta a este nivel hace referencia a los informes técnicos los cuales son cruciales para conocer cómo evoluciona un evento.
- Alerta naranja: Se activará ante el hecho que se intensifique el riesgo inminente el cual ha alcanzado un nivel crítico mayor del 75% de la posibilidad de producir daños. Su respuesta es aplicar las recomendaciones entregadas previamente por los organismos de Socorro.
- Alerta Roja: Se activará cuando la magnitud del evento ha superado los niveles críticos y ha impactado de forma severa ocasionando afectaciones. En cuanto a su respuesta indican mantener la calma y no entorpecer las labores de rescate que deberán realizar los cuerpos de socorro.
- Las difusiones de las alertas están a cargo de los miembros de CLOPAD son ellos los quienes comunican e informan por medio de canales radiales a las comunidades en riesgo.
- La acción de contingencia dirigidas a la comunidad se maneja por medio de la metodología de las capacitaciones y charlas puerta a puerta el cual cubren toda la cabecera municipal.

*Nota.* Adaptado de Plan Local De Emergencias Y Contingencias PLEC'S de Municipio de Murillo Tolima por CLOPAD, Murillo, 2008, Elaboración propia.

### **Sistema de alerta temprana del Cañón Combeima**

Acorde con (El FRENTE, 2019) diario digital, fueron instalados sistemas de alertas tempranas en sectores como el Cañón del Combeima, Coello Cocora y la zona que bordea el cerro volcán Machín, en Ibagué, Tolima. Instaladas por la Alcaldía de Ibagué, serán de gran ayuda para la reacción oportuna de las autoridades en caso de que se presenten emergencias naturales en esta zona montañosa de ríos y quebradas que conduce al Nevado del Tolima. En la siguiente Tabla 25 se menciona el sistema de alerta temprana y su funcionamiento:

**Tabla 25** Sistema de alerta temprana en el Cañón Combeima

|  |
|--|
| Tolima   |
| <b>Lugar:</b> Ibagué   |
| <b>Amenaza:</b> Inundaciones   |
| <b>SAT:</b> Sistema de alerta temprana Cañón Combeima  |
| <b>Tipo de SAT según amenaza:</b> Hidrometeorológico   |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Institucional  |
| <p><b>Operación del sistema:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuenta con una red de alertas y 3 repetidoras ubicadas en sitios estratégicos como La Cascada, El Secreto y Cielo Roto, con las cuales se logra un cubrimiento pleno del territorio de Ibagué y las caras norte y sur del Nevado del Tolima.</li> <li>• Incluye sirenas electrónicas, cámaras, altoparlantes, radios de comunicación, antenas, baterías estacionarias y un circuito cerrado de televisión con capacidad para guardar datos en video durante 30 días, entre otras herramientas tecnológicas.</li> <li>• Se cuenta con 7 cámaras para detectar el comportamiento de los nuestros ríos, y con redes de vigilancia en otros sectores.</li> <li>• Con todos estos elementos, los organismos de emergencia podrán hacer cubrimiento total de la zona a través de radio y sirve para generar alertas frente a problemas que se puedan presentar en el volcán Cerro Machín.</li> </ul> |

*Nota:* Adaptado de Con estas herramientas tecnológicas vigilan zonas aledañas al volcán Cerro Machín por El FRENTE 2019. Elaboración propia.

### 9.3.2 *Departamento de Santander*

El caso de SAT que se empleará en el departamento es un radar meteorológico, para amenazas por lluvia, granizo, vientos e inundaciones en el municipio de Barrancabermeja, con un mecanismo de funcionamiento de tipo institucional desarrollado por la UNGRD y que a continuación describe el funcionamiento y operación del sistema.

## Radar Meteorológico

El municipio de Barrancabermeja contara con un Sistema de Alerta sonora y perifoneo haciendo uso de las radiocomunicaciones VHF en él se instalaran 7 puntos SAT- sonoro, este proyecto es desarrollando por la UNGRD, mientras se ejecuta el proyecto el municipio en el PMGRD ha estado implementando medidas en el componente del conocimiento de riesgo con respecto a los sistemas de monitoreo en el que indica sistema de observación por parte de la comunidad e información y monitoreo de niveles de inundación en el sector urbano del municipio. En este caso como hay insuficiente información sobre el sistema de monitoreo, en la Tabla 26 se contempla información sobre el instrumento que tiene el municipio como una alternativa para monitorear y hacer seguimiento a las condiciones atmosféricas en tiempo real.

**Tabla 26** Radar Meteorológico

|  |
|--|
| Santander  |
| <b>Lugar:</b> Barrancabermeja  |
| <b>Amenaza:</b> Lluvia, granizo, vientos e inundaciones  |
| <b>SAT:</b> Radar meteorológico  |
| <b>Tipos de SAT según la amenaza:</b> Hidrometeorológicos  |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Institucional  |
| <b>Operación del sistema:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• El radar está integrado por partes entre estos se encuentra un pararrayo, antena, pedestal, radomo y torre.</li><li>• El radar cubre un radio de 240 kilómetros el cual permite monitorear los departamentos de Bolívar, Antioquia y Cesar.</li><li>• Su función se basa en enviar ondas electromagnéticas parecidas a las redes inalámbricas de computadores y teléfonos móviles, es decir este sistema mide distancias, altitudes, direcciones y velocidades de los diferentes objetos que recorren la atmosfera ya sean meteorológicos o no meteorológicos.</li><li>• Los productos meteorológicos que se obtiene son de forma de grafica la cual se obtiene información de la posición, área e intensidad del evento de precipitación.</li><li>• Los beneficios que menciona el IDEAM se encuentra “Mejorar y modernizar la infraestructura y la capacidad técnica para el monitoreo de variables hidrometeorológicas. A si mismo detectar fenómenos naturales de carácter hidrometeorológico para la generación de alertas tempranas, para así mitigar los impactos negativos y por último optimizar la generación de información en tiempo</li></ul> |

real para la toma de decisiones, por parte de las entidades competentes en materia de prevención y atención de desastres de origen hidrometeorológico” (Parr, 5).

*Nota.* Adaptado de Seguimos apostándole a la prevención: Minambiente por IDEAM, 2019. Elaboración propia.

### 9.3.3 *Departamento de Cundinamarca*

El departamento se caracteriza por contar con varios SAT, uno de ellos es sistema de alerta temprana para inundaciones que se localiza en Bogotá este sobresale por ser una herramienta bien estructurada con sus diferentes etapas, el segundo es el SAT-P del Valle de Jesús – Junín que se encuentra en Puerto Salgar cuyo propósito se centra en fortalecer las capacidades de las comunidades, luego está el sistema de alerta temprana ante inundaciones de Guaduas que se caracteriza por contar con el apoyo de las instituciones y la comunidad para su funcionamiento, y por último Utica que cuenta con sistema de alerta temprana como plan de contingencia según la amenaza el cual consiste en un protocolo a seguir para la etapa de monitoreo y control, además suministrar diferentes tipos de alerta con sus respectivo alarma.

#### **Sistema de alerta temprana para inundaciones de Bogotá**

En la Tabla 27 se observa el SAT para inundación como una herramienta para la reducción del riesgo en el que se indica los procedimientos, protocolos, componentes, procedimiento operativo del SAT, funcionamiento del SAT desde la parte de monitoreo comunitario y localización de los instrumentos del SAT en cada uno de los afluentes hídricos que circulan por la zona urbana de Bogotá.

**Tabla 27** *Sistema de alerta temprana para inundaciones de Bogotá*

|  |
|--|
| Cundinamarca   |
| <b>Lugar:</b> Bogotá   |
| <b>Amenaza:</b> Inundación   |
| <b>SAT:</b> Sistema de alerta temprana para inundaciones de Bogotá |
| <b>Tipos de SAT según la amenaza:</b> Hidrometeorológicos          |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Mixto                  |

**Operación del sistema:** El sistema está integrado en base a estaciones hidrometeorológicas y puntos de monitoreo comunitario.

En el primer momento esta los procedimientos y protocolos con su respectiva corresponsabilidad institucional y comunitaria, es decir se dividen en parte técnica y operativa y cada uno de estos cuenta con entidades encargadas de tomar las acciones pertinentes.

- **Parte Técnica:** Se encuentra la generación de información hidrometeorológica, la emisión de alertas técnicas y la reducción de nivel de alerta y desactivación de monitoreo comunitario. Los actores responsables está el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias (FOPAE), Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) y Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB).
- **Parte operativa:** Se evidencia la identificación de nivel de alerta por condiciones en terreno, comunicación de niveles de alerta y definición de acciones en cada nivel. Participan entidades como la Alcaldía Local, Comité Local de Emergencias (CLE), Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), Bomberos, Defensa Civil, Fondo de Prevención y Atención de Emergencias (FOPAE) y Comunidad.

En el segundo momento se presenta los componentes del SAT para inundación:

- **Monitoreo:** Se realiza la lectura de instrumentos de medición de lluvias, niveles y revisión del estado general de los afluentes, también se analiza la información y comunicación entre observadores y actores técnicos e institucionales involucradas y por último se inspecciona y se hace el mantenimiento.
- **Preparación y respuesta:** Coordinar las acciones de respuesta frente a la situación de alerta por parte de las instituciones como la evacuación y preparación.
- **Comunicación y difusión:** Es activar las alertas y comunicar la alerta entre actores institucionales y comunitarios.

En el tercer momento es el procedimiento operativo del SAT en él se indica los niveles de alerta temprana con sus respectivas indicaciones.

- **Verde:** Significa monitoreo ordinario que se realiza en temporada seca y temporada invernal.
- **Amarillo:** Se activa el monitoreo intensivo por precipitaciones o cambios de nivel en los cuerpos de agua.

- Naranja: Es el nivel de advertencia por precipitaciones o cambios de nivel en los cuerpos de agua.
- Rojo: Emite la alerta por parte de los actores que hace parte de la parte técnica frente a las precipitaciones y niveles o por observación presentes en terreno.

El cuarto momento es el funcionamiento de los SAT desde la parte del monitoreo técnico y comunitario que se compone de tres pasos:

1. Lectura y registro de nivel del agua
2. Transmisión de registros a FOPAE- SIRE esto se realiza a través de los datos obtenidos en tiempo real de las estaciones telemétricas en funcionamiento operacional el cual se transmiten por medio de SMS
3. Emisión y comunicación de alerta

*Nota.* Adaptado de Prevención y preparación frente a riesgos por inundación en Bogotá SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA PARA INUNDACIÓN por FOPAE. Elaboración propia.

### **“SAT-P” Valle De Jesús - Junín Cundinamarca**

El Valle de Jesús es una de las veredas principales de Junín por el desarrollo de actividades agropecuarias que impulsan la economía del municipio de acuerdo con (Paramos et al., 2016); Los fenómenos, deslizamientos y heladas, están afectando la calidad de vida de los campesinos. Para hacer frente a estas amenazas, en la vereda se crea el Sistema de Alertas Tempranas Participativo SAT-P que busca que los habitantes tengan las herramientas necesarias para responder ante cualquier eventualidad. A continuación, se expresa en la Tabla 28 el funcionamiento del SAT-P:

**Tabla 28** “SAT-P” Valle De Jesús - Junín Cundinamarca

|  |
|--|
| Cundinamarca   |
| <b>Lugar:</b> Junín  |
| <b>Amenaza:</b> Inundaciones, heladas, deslizamientos  |
| <b>SAT:</b> “SAT-P” VALLE DE JESÚS - JUNÍN CUNDINAMARCA  |
| <b>Tipo de SAT según amenaza:</b> Multiamenaza   |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Comunitario  |
| <p><b>Operación del sistema:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para predecir los deslizamientos y heladas se instalaron dos estaciones, con las cuales pretende fortalecer las capacidades de la comunidad.</li> <li>• La estación A es representativa de las condiciones existentes en la vertiente directa del río Chorreras, principalmente ganadera y con fenómenos generalizados de deslizamientos. está compuesta por un datalogger que mide la temperatura y humedad relativa y un pluviómetro, para la toma de datos el operador de la estación solo debe observar el termómetro del datalogger y tomar el dato de temperatura a las 2:00 p.m. y 9:00 p.m. los cuales se registran en un formato para luego enviarlos a la persona encargada de operar el aplicativo del SAT-P</li> <li>• La estación B es representativa de la microcuenca de la quebrada Chinagocha y la zona del casco urbano de Junín</li> <li>• El SAT-P funciona a través de cinco etapas secuenciales con la participación de actores estructuradores quienes son las personas encargadas de observar, tomar datos de temperaturas y precipitaciones (lluvias), ingresar información al aplicativo y los sabedores locales, los actores difusores son la comunidad y las personas encargadas de enviar las alertas.</li> <li>• Las alertas que se emiten vía celular corresponden a alerta naranja o roja, dependiendo si se presentan amenazas altas o muy altas en el sector o sectores donde se presenta la probabilidad de deslizamiento o heladas.</li> <li>• Los habitantes de la vereda podrán recibir mensajes de texto a su celular que indican:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- El tipo de alerta que se está emitiendo (naranja o roja)</li> <li>- El tipo de evento amenazante por la que se emite la alerta (helada o deslizamiento).</li> <li>- La zona donde se presenta la probabilidad de ocurrencia del evento, de acuerdo con la zona fisiográfica delimitada y el sector que atiende cada estación instalada</li> <li>- Las áreas específicas de ocurrencia, de acuerdo con la denominación dada por el conocimiento local (ejm: El Palmar, Chinagocha)</li> <li>- Los parámetros que llevaron a determinar la alerta (temperatura y precipitación) y los valores presentados.</li> </ul> </li> </ul> |

*Nota:* Adaptado de Sistema De Alertas Tempranas Participativo “SAT-P” Valle De Jesús -

Junín Cundinamarca por Páramos, Acueducto, Epam, SGR y Alcaldía de Bogotá 2016, Proyecto Páramos. Elaboración propia.

### **Sistema de alerta temprana ante inundaciones de Guaduas**

El municipio de Guaduas cuenta con los servicios de CAR y IDEAM que por medio de ellos acceden a información sobre las condiciones atmosféricas que influyen en los cauces de los ríos es así como en la Tabla 29 se observa detalladamente la operación del sistema.

**Tabla 29** SAT ante inundaciones de Guaduas

|  |
|--|
| Cundinamarca   |
| <b>Lugar:</b> Guaduas  |
| <b>Amenaza:</b> Inundación   |
| <b>SAT:</b> Sistema de alerta temprana ante inundaciones de Guaduas  |
| <b>Tipos de SAT según la amenaza:</b> Hidrometeorológicos  |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Mixto  |
| <b>Operación del sistema:</b> El sistema es de tipo mixto, es decir cuenta con el apoyo de la comunidad en cuanto a la fase de monitoreo de la cuenca, además de contar con las entidades que conforman el sistema como lo son los cuerpos operativos de Bomberos, Defensa Civil, Cruz Roja, entidades gubernamentales, CAR y IDEAM, pues son los encargados de monitorear las condiciones hidrometeorológicas como el nivel del río, precipitación, el caudal y la tendencia del caudal. Además, el sistema está integrado en base a 5 estaciones pluviométricas, 1 estación climatológica, 3 estación limnigráfica y 1 Linnimétrica.<br>Además, las autoridades encargadas de la gestión del riesgo desastre acceden a la información de la CAR (Corporaciones Autónomas Regional de Cundinamarca Área Metropolitana de Bogotá) por medio del centro regional de monitoreo y vigilancia hidroclimática, es la encargada de brindar información y datos obtenidos de la estación Arrancaplumas este proceso se lleva a cabo a través de la recolección de datos que luego son digitalizados y publicados al servicio de la comunidad por medio de boletines hidrometeorológicos diarios y mensuales. El servicio de la estación funciona las 24 horas es decir registra las precipitaciones que se presentan en la cuenca del río Negro y subcuenca |

del Guaduario en donde reporta el nivel, el caudal, el nivel de alerta y la tendencia de los caudales esto con el fin de alertar y prevenir a la población.

Por último, el municipio contará con la implantación de un Sistema de Monitoreo permanente y Alertas Tempranas el cual funcionará mediante la aplicación de un sensor que permitirá “monitorear los niveles de crecimiento o decrecimiento de agua en el río o quebrada en que sea instalado, al mismo tiempo el mecanismo también maneja el flujo de lodos y tendrá sirenas de alarma junto con bocinas que permiten transmitir voz para dar indicaciones en caso de emergencia” (pr,4)

*Nota.* Adaptado de Delimitación y Localización de las Cuencas por CAR, Elaboración propia.

### **Sistema de alerta temprana como plan de contingencia según la amenaza en utica**

El municipio de Utica planteó en su Plan municipal de gestión del riesgo del municipio de Útica las estrategias a tomar respecto a eventuales eventos de amenaza como se detalla en la Tabla 30 se muestra el protocolo a seguir en situación de emergencia en cuanto al monitoreo y control del evento, además se observa el Plan de contingencia según la amenaza en que describe los tipos de alertas con sus respectivos tipos de alarma.

**Tabla 30** SAT como plan de contingencia en Utica

|  |
|--|
| Cundinamarca   |
| <b>Lugar:</b> Utica  |
| <b>Amenaza:</b> Inundación   |
| <b>SAT:</b> Sistema de alerta temprana como plan de contingencia según la amenaza en Utica   |
| <b>Tipos de SAT según la amenaza:</b> Hidrometeorológicos  |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Mixto  |
| <b>Operación del sistema:</b> El sistema es de funcionamiento mixto es decir cuenta con el apoyo de la comunidad local, organismo de socorro, fuerzas armadas y entes gubernamentales. |

En cuanto a la etapa de monitoreo y control del evento sigue un protocolo ya estipulo por los integrantes de la gestión del riesgo de desastres, integrado por:

- Implementación del sistema de alerta temprana requerida para una situación de emergencia.
- Establecer las acciones de monitoreo a fenómenos en desarrollo.
- Definir y socializar los códigos de alarma para que la población se desplace rápida y adecuadamente a los puntos de encuentro establecidos.
- Efectuar el control de eventos y amenazas que por sus características puedan ser intervenidos mediante acciones directas.

Además, el municipio cuenta con un plan de contingencia para inundación el cual consisten en alerta a las instituciones y comunidad por medio de las alarmas, es decir en el momento de una alerta amarilla, naranja o roja, la comunidad recibirá la alerta con diferente alarma.

- Alerta amarilla: Para su alarma utilizan el aviso telefónico en cadena desde el punto de control a todas las instituciones involucradas.
- Alerta naranja: Su alarma se alerta por medio del perifoneo y megáfono.
- Alerta roja: En cuanto a su alarma se utiliza la sirena de la patrulla de la Policía, megáfono y perifoneo.

Es importante mencionar que el municipio de Útica cuenta con una cartilla pedagógica denominada “Guía práctica y de aprendizaje en la prevención del riesgo” esta consiste en fortalecer a la comunidad en temas de prevención de riesgo como también en sistema de alertas tempranas, redes gestoras, estrategia de respuesta, primeros auxilios y simulacros. En cuanto a su contenido se destaca la participación de la comunidad como eje central.

*Nota.* Adaptado de Plan Municipal de Gestión del Riesgo del Municipio de Utica Departamento de Cundinamarca por CMGRD de UTICA, 2012, Elaboración propia.

#### **9.3.4 Departamento del Huila**

El Sistema de alerta temprana del Rio Timaná, en el municipio de Timaná, se ha desarrollado por impactos derivados de inundaciones, avalanchas, remoción en masa que obtiene equipos y estaciones de radiocomunicación y pluviómetros que son monitoreados por la unidad de bomberos y que a continuación se describe.

## Sistema de Alerta Temprana del Río Timaná

De acuerdo con (Wilches Malaver, 2012) en el comunicado de prensa a N° 272 del año 2012, La Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres –UNGRD- invirtió en un Sistema de Alerta Temprana y puesta en funcionamiento con equipos de radiocomunicaciones y pluviómetros para medir el comportamiento del río Timaná (Timaná, Huila), son algunos elementos con los que cuenta la comunidad para convertirse en una región menos vulnerable. En la siguiente Tabla 31 se indica el funcionamiento del sistema:

**Tabla 31** SAT del Río Timaná

|  |
|--|
| Huila  |
| <b>Lugar:</b> Timaná   |
| <b>Amenaza:</b> Inundaciones, avalanchas, remoción en masa.  |
| <b>SAT:</b> Sistema de alerta temprana Río Timaná  |
| <b>Tipo de SAT según amenaza:</b> Hidrometeorológico   |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Institucional  |
| <b>Operación del sistema:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Se implementó un SAT con sirenas de activación remota, equipos de radiocomunicación y pluviómetros, alertando de esta forma a la comunidad expuesta del municipio, a posibles impactos por avalanchas a causa del fenómeno de remoción en masa que se viene desarrollando en el corregimiento Tobo.</li><li>• Las dos estaciones de radiocomunicación fueron instaladas, estratégicamente en casas, las cuales se encargan de enviar la información de manera inmediata a la central de radio de la estación de Bomberos, desde donde se alertará a la comunidad.</li><li>• Se instaló una torre de 15 metros de altura la cual soporta la antena de la estación de radiocomunicaciones de apoyo al SAT, la estación de control de sirenas, la antena de la estación central radio de la red de emergencias del Huila, las seis cornetas y la sirena electromecánica de bomberos. Allí mismo, se instaló la estación central del SAT compuesta de un radio de control, batería 12V 55 amp y un sistema</li></ul> |

de energía soportado en un panel solar de 65W, cada uno con reguladores. Adicionalmente se suministraron radios digitales y análogos

*Nota:* Adaptado de TIMANÁ SINÓNIMO DE GESTIÓN DEL RIESGO por J. Wilches 2012, Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre. Elaboración propia.

### 9.3.5 *Departamento de Caldas*

En el departamento se destacan dos SAT, el primero es el sistema de alerta temprana por inundación localizado en Manizales fue diseñado para cubrir las quebradas de Manizales, El Guamo y Olivares, el segundo es el sistema de alerta temprana La Dorada este sistema se basa en la implementación de un sensor como un instrumento esencial en la gestión del riesgo.

#### **Sistema de alerta temprana por inundación de Manizales**

El sistema de Manizales hace parte del Sistema Integrado de Monitoreo Ambiental de Caldas – SIMAC, conformado por entidades como Alcaldía de Manizales, Gobernación de Caldas, Corpocaldas, entre otros y son los encargados de monitorear y hacer seguimiento ambiental al departamento de Caldas. En la Tabla 32 menciona que cada una de las tres quebradas cuenta con su propio SAT por inundación.

**Tabla 32** *SAT por Inundación de Manizales*

|  |
|--|
| Caldas   |
| <b>Lugar:</b> Manizales  |
| <b>Amenaza:</b> Inundación   |
| <b>SAT:</b> Sistema de Alerta Temprana por Inundación de Manizales |
| <b>Tipos de SAT según la amenaza:</b> Hidrometeorológicos          |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Institucional          |
| <b>Operación del sistema:</b> El sistema está integrado por:       |

- 6 estaciones de alarma sonora distribuidas estratégicamente en cada una de las quebradas Manizales, Olivares y El Guamo. El equipo de las alarmas está compuesto por bocinas que son las encargadas de emitir mensajes de voz pregrabado y sirenas industriales para emitir mensajes sonoros.
- 6 estaciones hidrometeorológicas divididas en dos para cada una de las corrientes
- 6 estaciones meteorológicas repartidas de a dos en cada una de las cuencas ya mencionas
- 1 estación de alerta ubicada en la sede Fundadores del Cuerpo Oficial de Bomberos
- 1 estación central ubicada en la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

A continuación, se describe la función y los servicios de las estaciones.

- Las estaciones hidrometeorológicas monitorean cada cinco minutos los niveles de los caudales de las quebradas, la lluvia y la temperatura del sitio, luego estos datos recopilados son enviados teleméricamente a la estación central que esta ubica en la universidad y también se envía la información a la estación de alerta de los Bomberos.
- Las estaciones meteorológicas monitorean el estado del tiempo en puntos estratégicos de las cuencas, con énfasis en la lluvia, enviando un dato cada cinco minutos de ocho variables atmosféricas (Precipitación, Temperatura, Humedad relativa, Radiación solar, Velocidad del viento, Dirección del viento, Presión atmosférica y Evapotranspiración) a las estaciones de alerta y central.
- Las estaciones de alarma sonora están compuestas por un equipo de bocinas que son las encargadas de emitir mensajes de voz y sirenas que emiten mensajes sonoros estos dispositivos permite alertar a las comunidades vulnerables ante el riesgo de la llegada de una crecida o avalancha. Los niveles de alerta se clasifican en cuatro colores: Verde, amarillo, naranja y rojo.

*Nota.* Adaptado de sistema Integrado de Monitoreo Ambiental de Caldas – SIMAC Red de estaciones meteorológicas, hidrometeorológicas, de alerta y alarma (SAT) de las quebradas Manizales, El Guamo y Olivares ubicadas en el municipio de Manizales por S. Julián, F .

Mejía y J. Zambrano, 2018, Instituto de Estudios Ambientales IDEA - Sede Manizales, Elaboración propia.

### **Sistema de alerta temprana La Dorada Caldas**

Según (Cortés, 2018) en la publicación el diario LA PATRIA.COM, que reporta noticias de Manizales y Caldas; en el año 2018 se hace la compra de un sensor como una iniciativa de Gestión del Riesgo para que la comunidad del Río Magdalena, en La Dorada, esté preparada ante cualquier alerta, en la Tabla 33 se indica con más detalle su funcionamiento.

**Tabla 33** SAT del Rio Magdalena

|  |
|--|
| Caldas   |
| <b>Lugar:</b> La Dorada  |
| <b>Amenaza:</b> Inundaciones   |
| <b>SAT:</b> Sistema de alerta temprana del Río Magdalena   |
| <b>Tipo de SAT según amenaza:</b> Hidrometeorológico   |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Institucional  |
| <p><b>Operación del sistema:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La Dorada ya cuenta con un sensor que permite monitorear y enviar mensajes de texto a números asignados para tener información oportuna sobre eventuales crecientes del Río Magdalena, cuenta con una regleta ubicada en el Puerto de las Lanchas.</li> <li>• El dispositivo está ubicado en un terreno de Empocaldas que cuenta con las características necesarias para garantizar su funcionamiento, está equipado con bloques de terminales para la conexión de una fuente de alimentación y dispositivos de control externos. Su señal ultrasónica atraviesa un hueco de 12 milímetros en el sensor, controlando unos interruptores cuando la brecha contiene líquido.</li> <li>• El municipio de la Dorada se consideran los siguientes niveles de alerta:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verde: Normalidad; donde el nivel del Rio Magdalena tiene un nivel por debajo de 4mts.</li> </ul> </li> </ul> |

- **Amarillo:** Cambios / señales de peligro o incrementos; el nivel del Río Magdalena es igual o superior a 4.40mts.
- **Naranja:** Alerta por señales de peligro identificadas que indica que podrían desencadenar se el riesgo en términos de semanas o días; el nivel del Río Magdalena es igual o superior a 5.20mts.
- **Rojo:** Evento inminente o en curso, se esperan efectos en termino de días u horas; el nivel del Río Magdalena es igual o superior a 5.80mts.

*Nota:* Adaptado de En La Dorada instalan sensor para medir el nivel del Río Magdalena por A. Cortés, 2018 y Estrategia Municipal para la Respuesta a Emergencias y Desastres por secretaria de Planeación, 2016. Elaboración propia.

### **9.3.6 Departamento de Putumayo**

En Mocoa, se implementó el Sistema de alerta temprana para avenidas torrenciales y crecientes súbitas, con una operación del sistema muy bien articulado, tanto desde los equipos de monitoreo y vigilancia, así como la difusión de las alertas a nivel comunitaria con los vigías o brigadas comunitarias como también la utilizada por las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), este sistema tiene un mecanismo de funcionamiento mixto ya que se integra las instituciones públicas y privadas así como los vigías comunitarios y la comunidad en general

#### **Sistema de alerta temprana para avenidas torrenciales y crecientes súbitas**

A raíz del desastre registrado el 31 de marzo de 2017 en Mocoa que dejo a su paso destrucción y muerte, y las evidentes falencias del estado frente a sistemas encaminados a la reducción del riesgo de desastres. Se creó sistema de alerta temprana para avenidas torrenciales y crecientes súbitas como se indica en la Tabla 34 con su respectivo funcionamiento.

**Tabla 34** SAT para avenidas torrenciales y crecientes súbitas

|  |
|--|
| Putumayo   |
| <b>Lugar:</b> Mocoa  |
| <b>Amenaza:</b> Avenidas torrenciales y crecientes súbitas   |
| <b>SAT:</b> Sistema de alerta temprana para avenidas torrenciales y crecientes súbitas   |
| <b>Tipos de SAT según la amenaza:</b> Hidrometeorológicos  |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Mixto  |
| <p><b>Operación del sistema:</b> El sistema está integrado por los siguientes equipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de comunicación de alertas está conformado por 12 unidades de sirenas y equipos de radioteléfono</li> <li>• 1 sensor ultrasónico y 1 sensor de temperatura</li> <li>• 4 estaciones hidro-meteorológicas que cuenta con instrumentos como el pluviómetro, barómetro, termómetro, anemómetro, veleta e higrómetro</li> <li>• Sistema de telemetría y comunicación integrado por equipamiento está conformado por un centro de monitoreo y control, además cuenta con la radio</li> <li>• Software de monitoreo</li> <li>• Sensores de nivel</li> <li>• Videocámaras</li> <li>• Sensores de presión de poros y humedad</li> <li>• Radar Meteorológico</li> </ul> <p>Los actores involucrados que integran el sistema son el CMGRD, UNGRD, IDEAM, medios de comunicación privados y públicos, vigías comunitarios y voluntarios de la comunidad.</p> <p>En caso de sufrir un daño el sistema de sirenas del municipio debe contar con una segunda alternativa o propuesta para comunicación y disseminación de las alertas como lo plantea la UNGRD a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La comunicación a escala comunitaria a través de vigías o brigadas comunitarias</li> <li>• Uso de banderas con su respectivo código de colores de las alertas</li> <li>• Utilización de posters y avisos como método para informar</li> </ul> |

- Creación de una base de datos de los números telefónicos de la comunidad expuesta esto permitirá enviar emisiones de alertas por medio de mensajes de textos automáticos a sus celulares.
- Otro medio de comunicación es la radio
- Otros canales de comunicación es el uso de la Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) los cuales son: las redes sociales, televisión, servicios web y correos electrónicos.

El tercer momento consiste en las reglas de operación del SAT está conformado por los siguientes 7 pasos:

Paso 1: Nivel de alerta señala la precipitación del aguacero representada por mm y duración del aguacero en horas, además los niveles de alerta se clasifican en alerta roja, alerta naranja, alerta amarilla y alerta verde.

Paso 2: Nivel de alerta de la intensidad y duración del aguacero se calcula a partir del registro de precipitaciones.

Paso 3: Nivel de alerta se verifica con el registro de las precipitaciones acumulados de los 4 días es decir de los antecedentes al aguacero.

Paso 4: Nivel de alerta de deslizamiento se obtiene cuando se utiliza los datos del paso 2 y 3.

Paso 5: Nivel de alerta deslizamiento y precipitación del aguacero se determina con el paso 1 y el paso 4.

Paso 6: Nivel de alerta para caudal y nivel se obtiene a partir de la verificación de los registros de los niveles de los sensores y los niveles de alerta propuestos en el SAT

Paso 7: Nivel de alerta del SAT para avenidas torrenciales y crecientes súbitas provocadas por las precipitaciones se obtiene a partir del paso 5 y el paso 6

Por último, está el cuarto momento que lo integran las rutas, tiempos de evacuación y capacidad de respuesta del SAT

*Nota.* Adaptado de Consultoría de los estudios de diseño del sistema de alerta temprana para avenidas torrenciales y crecientes súbitas generadas por precipitaciones de la microcuenca de los ríos Mulato, Sangoyaco, quebradas Taruca y Taruquita del municipio de Mocoa, en el marco de las declaratorias de calamidad pública y desastre del Municipio de Mocoa - Putumayo, debidas al evento por UNGRD, 2017, Elaboración propia.

### **9.3.7 *Departamento de Antioquia***

Para el departamento de Antioquia se identifica primero el sistema de alerta temprana de Medellín y el Valle de Aburrá su objetivo es monitorear y pronosticar fenómenos tanto naturales como antrópicos, el siguiente SAT está integrado dentro del plan municipal de gestión del riesgo de desastres de Puerto Berrio que plantean las medidas a desarrollar en los componentes de conocimiento del riesgo, comunicación y manejo de desastres, por último se encuentra el sistema de alerta temprana de la Quebrada La Liboriana del municipio de Salgar su propósito es prevenir nuevos desastres ante inundaciones y su monitoreo es de carácter institucional.

#### **Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá**

Según (SIATA, 2022) este es un proyecto regional de ciencia, tecnología e innovación para la gestión ambiental y del riesgo en el Valle de Aburrá. En SIATA se monitorea y pronostica fenómenos naturales y antrópicos -que alteren las condiciones ambientales o que puedan generar riesgos a la población- fortaleciendo la gestión del riesgo en el territorio. Se posibilita la protección de la vida y el medio ambiente en el Valle de Aburrá mediante el desarrollo de tecnologías para el monitoreo en tiempo real y modelación hidrológica, meteorológica, sísmica y geotécnica; la sistematización y entrega de información oportuna a la ciudadanía, autoridades locales y organismos de socorro; y el diseño y ejecución de procesos educativos y comunitarios en territorio. En la Tabla 35 se expresan las principales funciones del SAT:

**Tabla 35** SAT de Medellín y el Valle de Aburrá

|  |
|--|
| Antioquia  |
| <b>Lugar:</b> Valle de Aburrá  |
| <b>Amenaza:</b> Inundaciones   |
| <b>SAT:</b> SAT de Medellín y Valle de Aburrá  |
| <b>Tipo de SAT según amenaza:</b> Multiamenaza   |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Mixto  |
| <p><b>Operación del sistema:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El SIATA cuenta con sensores remotos, un radar banda c que realiza monitoreos continuos de las condiciones meteorológicas existentes en el valle y su región vecina.</li> <li>• Cuenta con un radiómetro de monitorea la estructura vertical de la atmósfera midiendo variables como temperatura, humedad y cantidad de agua en la atmósfera.</li> <li>• Cuenta con redes de monitoreo:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Red pluviométrica donde la mayoría de los equipos están instalados en las instituciones educativas del área metropolitanas</li> <li>- Red de sensores de nivel: compuesta por sensores microondas, los cuales se encargan de monitorear el aumento o la disminución del nivel del río en un punto específico.</li> <li>- Red meteorológica: compuesta por una serie de sensores multiparamétricos que monitorean la temperatura, la humedad relativa del ambiente, la lluvia, la presión atmosférica y la dirección y velocidad del viento, en puntos estratégicos a lo largo y ancho del Valle de Aburrá</li> <li>- Red de agua en el suelo: Esta red se encarga de monitorear la humedad, la temperatura y la conductividad eléctrica del suelo en tiempo real. También monitorea nivel freático</li> </ul> </li> </ul> |

- Red Acelerográfica: Monitorea en 32 puntos del Valle de Aburrá la aceleración del suelo del territorio. La información generada es enviada a INGEOMINAS y hace parte del archivo histórico nacional.
- El SIATA emite las siguientes alertas:
  - Verde: Estado sin alteración
  - Amarillo: Estado de preparación (Boletín)
  - Naranja: Estado de disposición (Aviso)
  - Rojo: Estado de atención (Alerta)
- Algunas de las cuencas que se monitorean en este momento, son: río Medellín, quebradas La Presidenta, La Hueso, Altavista, La Gómez – cuenca de La Iguaná, La Picacha, Santa Elena, La Ayurá y La Doctora.

*Nota:* Adaptado de Plegable SIATA, por Alcaldía de Medellín, UNGRD , EPEM e ISAGEN 2019, y Sistema De Alerta Temprana Por Movimientos En Masa Inducidos Por Lluvia Para El Valle De Aburrá, Colombia por E. Aristizábal, M. Gamboa, F. Leoz 2010, Revista EIA. Elaboración propia.

### **Sistema de alerta temprana por inundación en Puerto Berrio**

Desde el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres de Puerto Berrio se planteó medidas a tomar con respecto al componente de conocimiento del riesgo, comunicación y manejo de desastres como forma de reducción de riesgo ante inundaciones. Es así como en la Tabla 36 se evidencia la articulación del SAT dentro del PMGRD.

**Tabla 36** SAT por inundación en Puerto Berrio

|  |
|--|
| Antioquia  |
| <b>Lugar:</b> Puerto Berrio  |
| <b>Amenaza:</b> Inundación   |
| <b>SAT:</b> Sistema de alerta temprana por inundación en Puerto Berrio |
| <b>Tipos de SAT según la amenaza:</b> Hidrometeorológicos              |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Mixto                      |

**Operación del sistema:** El sistema está integrado por instrumentos de inclinómetros, pluviómetros, limnómetro, estaciones meteorológicas o radares y sirenas. Con respecto al funcionamiento cuenta con el apoyo de la comunidad y los miembros del sistema de GRD respecto a su operación, apropiación y sostenibilidad del SAT, esta articulado con la comunidad para que participe en el proceso de instalación y de capacitación.

Mediante el componente del conocimiento del riesgo, se toman las medidas correctas para el sistema de monitoreo que se integran así:

- Un sistema de observación por parte de la comunidad acompañado por los comités de gestión del riesgo
- Instrumentación para el monitoreo SAT desde la parte alta de la cuenca por medio manejo de medios de comunicación y sistemas de alarmas
- Apoyo del monitoreo de la cuenca del Magdalena por parte de la SAT de UNGRD
- Entrenamiento comunitario por parte de SAT CORANTIOQUIA
- Diseño SAT regional

En cuanto a las medidas especiales para la comunicación del riesgo lo componen:

- Campaña radial y plegables de protección de cuencas y regulación de ocupación del suelo inundable
- El diseño de SAT con apoyo de la estrategia de respuesta Barrial y escolar como también conocer nuevas estrategias de respuesta
- Capacitaciones en zonas amenazadas por inundación lenta como evaluación planes regionales- POMCA.

Por último, las medidas para el manejo de desastre toman de referente el enlace y coordinación con los organismos de socorro y las organizaciones comunitarias, además de la activación de la cadena de llamadas, el número único de emergencias y coordinación con Policía y el cuerpo de Bomberos voluntarios del municipio.

Cabe destacar la incorporación que existe con la plataforma tecnológica de la base de datos de SIG pues permite generar boletines periódicos como también seguimiento, monitoreo y control.

Para finalizar, el municipio de Puerto Berrio contará con la instalación de un Sistema de Alerta sonora y perifoneo haciendo uso de las radiocomunicaciones VHF con el fin de alertar sobre crecientes súbitas en el municipio ya que se ubica a la ribera del Río Magdalena. Esta iniciativa permitirá que el municipio cuente con 4 puntos sistemas de alerta temprana sonoro.

*Nota.* Adaptado de Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres De PUERTO BERRÍO por CMGRD de Puerto Berrio, 2017, Elaboración propia.

### **Sistema de alerta temprana de Salgar Antioquia**

Debido a la avalancha en Salgar Antioquia, la (UNGRD, 2016) con la más alta tecnología, instaló el Sistema de Alerta Temprana de Salgar (SAT) en la quebrada La Liboriana, Río Barroso y en La quebrada La Clara del municipio de Salgar con el objetivo de prevenir nuevos desastres. En la Tabla 37 se menciona como opera el sistema.

**Tabla 37** SAT Quebrada La Liboriana

|   |
|---|
| Antioquia   |
| <b>Lugar:</b> Salgar  |
| <b>Amenaza:</b> Inundaciones  |
| <b>SAT:</b> Sistema de alerta temprana de la Quebrada La Liboriana  |
| <b>Tipo de SAT según amenaza:</b> Hidrometeorológico  |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Institucional   |
| <p><b>Operación del sistema:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un mecanismo autónomo, posee repetidora propia, es decir que no necesita estar conectado a otro sistema, su función es dar aviso sobre los niveles hídricos, en este caso de la quebrada La Liboriana, Río Barroso y en la quebrada La Clara. De este modo los habitantes en estas zonas con alto riesgo de avenida torrencial tendrán la posibilidad de ser advertidos mediante una alarma que sonará ante la eventual manifestación de un fenómeno natural.</li> </ul> |

- Cuenta con cinco sensores para el monitoreo de los niveles de crecimiento o decrecimiento de agua en el río, el mecanismo también maneja flujo de lodos y tiene sirenas de alarma junto con bocinas que permiten transmitir voz para dar indicaciones en caso de emergencia.
- La Central de Control y Monitoreo trabaja las 24 horas y está ubicada en la estación de la policía en el marco de la plaza del municipio. Hoy el SAT cuenta con 7 puntos de alarma sonora instalados en diferentes sectores a lo largo de las zonas más afectadas de Salgar: La palomera, La Margarita, La Habana, El Hospital, La alborada, La Camara, Las Andes.

*Nota:* Adaptado de En funcionamiento nuevo sistema de alerta temprana SAT de Salgar – Antioquia por Federman, 2016, Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre, (UNGRD). Elaboración propia.

### 9.3.8 *Departamento de Boyacá*

El municipio de Puerto Boyacá cuenta con la alerta temprana para inundaciones del Río Magdalena direccionado por el IDEAM e instituciones de Corpoboyacá, el monitoreo se hace a través de estaciones hidrológicas e instrumentos de telecomunicación.

#### **Alerta Temprana**

El municipio de Puerto Boyacá al igual que otros municipios del país acceden a los servicios que brindan las entidades encargadas de vigilar las condiciones atmosféricas del país, debido a la ausencia de SAT, es así como en la Tabla 38 se evidencia esa articulación.

**Tabla 38** *Alerta Temprana*

|   |
|---|
| Boyacá  |
| <b>Lugar:</b> Puerto Boyacá                               |
| <b>Amenaza:</b> Inundación                                |
| <b>SAT:</b> Alerta Temprana                               |
| <b>Tipos de SAT según la amenaza:</b> Hidrometeorológicos |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Institucional |

**Operación del sistema:** Puerto Boyacá para el monitoreo del río Magdalena cuenta con el apoyo de las instituciones del Corpoboyacá y en especial el de IDEAM ya que es el encargado de monitorear las 24 horas del día de forma continua a través de las 100 estaciones hidrológicas que reportan los datos en tiempo real.

Al mismo tiempo cuenta con el apoyo de la plataforma Flood Early Warning System – FEWS (Sistemas de Alertas Tempranas) este instrumento permite integrar información sobre la red hidrometeorológica y a su vez brinda insumos del estado del tiempo obteniendo así las condiciones presentes y futuras de los ríos y así crear las alertas.

Por último, Puerto Boyacá contará con 4 puntos de SAT mediante la utilización del instrumento sonoro y perifoneo haciendo uso de las radiocomunicaciones VHF, esto con el fin de alertar sobre crecientes súbitas en los municipios ribereños al Río Magdalena.

*Nota.* Adaptado de Pronóstico Hidrológico por IDEAM, Elaboración propia.

### ***9.3.9 Departamento De San Andrés y Providencia***

San Andrés y Providencia aún no tiene consolidado un Sistema de Alertas Tempranas local, necesario para la prevención de desastres de manera más precisa. Sin embargo, en el año 2013 se realizó un protocolo de respuesta ante huracanes donde se dan algunas alertas en caso de una emergencia y que continuación se expresan.

#### **Protocolo San Andrés**

La (CDGR & Oficina de Gestión de Riesgo, 2013) se realizó el Protocolo de respuesta ante huracanes para la Isla de San Andrés, como una herramienta que oriente la actuación y reacción de una manera eficaz y organizada ante la ocurrencia de un huracán en el departamento, con el apoyo de la UNGRD y el proyecto “Fortalecimiento de Capacidades Institucionales para La Implementación de Prácticas Locales de Gestión de Riesgo Como Medida de Adaptación al Cambio Climático en la Zona Insular Costera del Caribe Colombiano” COL/72959. A continuación, se menciona en la Tabla 39 algunos lineamientos para la activación del sistema de alerta temprana.

**Tabla 39** *Protocolo de San Andrés Islas*

|  |
|--|
| San Andrés   |
| <b>Lugar: San Andrés Islas.</b>  |
| <b>Amenaza:</b> Inundaciones, huracanes  |
| <b>SAT:</b> Protocolo de San Andrés  |
| <b>Tipo de SAT según amenaza:</b> Hidrometeorológico   |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Comunitario  |
| <p><b>Operación del sistema:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los organismos operativos del Consejo Departamental de Gestión del Riesgo CDGR, bajo autorización de la presidencia del Consejo, son los encargados de activar el SAT para dar el aviso del peligro inminente por la presencia del evento.</li> <li>• La determinación del nivel de alerta está a cargo de las autoridades nacionales.             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Amarilla: Declarado cuando las expectativas de un fenómeno permiten prever la ocurrencia de un evento de carácter peligroso para la población. El canal o medio es el perifoneo y comunicado de prensa en medios de comunicación masiva. La acción de la comunidad es estar alerta a comunicaciones.</li> <li>- Naranja: Se activará cuando el evento y el riesgo se intensifiquen a un nivel crítico. El canal o medio es el perifoneo y comunicado de prensa en medios de comunicación masiva. La acción de la comunidad es el aislamiento y preparación.</li> <li>- Roja: Cuando hay certeza de impacto del fenómeno a una zona determinada, presentando efectos adversos a las personas, los bienes, las líneas vitales o el medio ambiente. El canal o medio es la sirena y el perifoneo La acción de la comunidad es la evacuación a zonas seguras y refugio.</li> </ul> </li> </ul> |

*Nota:* Adaptado del Protocolo de respuesta ante huracanes para la Isla de San Andrés por la oficina de gestión de riesgo del departamento y el Consejo Departamental de Gestión de Riesgos 2013, Gobernación del Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Elaboración propia.

### 9.3.10 Departamento de Norte de Santander

El departamento cuenta con el diseño del sistema de alerta temprana de la cuenca Río Zulia y Pamplonita como iniciativa para el fortalecimiento de la comunidad e instituciones frente a los cambios climáticos.

#### **Sistema de alerta temprana de la cuenca Río Zulia y Pamplonita**

El proyecto Diseño de un Sistema de Alerta Temprana ante Inundaciones, Sequía e Incendios Forestales como Medida Adaptación a la Variabilidad y Cambio Climático, según (Ramón et al., 2017) permitió la conformación de una Red Multisectorial de Trabajo en Alertas Tempranas y la generación de capacidades en la región para el monitoreo del clima y la generación de alertas tempranas por fenómenos climáticos extremos en el departamento de Norte de Santander. En la siguiente Tabla 40 se encuentran los datos más importantes:

**Tabla 40** SAT de la cuenca Río Zulia y Pamplonita

|  |
|--|
| Norte de Santander   |
| <b>Lugar:</b> Norte de Santander   |
| <b>Amenaza:</b> Inundaciones   |
| <b>SAT:</b> SAT Cuenca Río Zulia y Pamplonita  |
| <b>Tipo de SAT según amenaza:</b> Hidrometeorológico   |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Mixto  |
| <b>Operación del sistema:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Se implementó un sistema de comunicación en tiempo real, control y gestión para once estaciones meteorológicas automáticas de bajo costo, donde se realizó el diseño de unas aplicaciones web necesarias para la comunicación de las estaciones con un servidor de datos y una página web desde donde se podrá observar gráficas y datos de las mediciones hechas por las estaciones, así como extraer los datos de las mediciones en un periodo de tiempo determinado.</li><li>• En cuanto a equipos de medición hidrometeorológica, el proyecto cuenta actualmente con 10 estaciones meteorológicas automáticas en tiempo real instaladas en diferentes municipios de las cuencas Zulia y Pamplonita y 6</li></ul> |

estaciones hidrológicas que conforman la plataforma por medio de un sistema de comunicación en tiempo real.

- Las mediciones de las estaciones las realizarán los observadores locales capacitados diariamente y las enviarán a los Centros Locales de Alerta.
- Su difusión que se prevé realizar a través de medios como el internet, e-mail, emisoras locales y mensajes de texto. Para esto se diseñaron y se está en proceso de creación de 4 de centros de alerta local que cuentan con un responsable (a cargo del municipio u otro usuario del SAT), con un computador, impresora, conexión a internet, teléfono y mobiliario cada una (Se pueden aprovechar instalaciones existentes).

*Nota:* Adaptado de Diseño De Un Sistema De Alerta Temprana Ante Inundaciones, Sequía E Incendios Forestales Como Medida Adaptación A La Variabilidad Y Cambio Climático por A. Ramón, J. Ramón y F. Alzate 2017, PROIMCA-PRODECA. Elaboración propia.

#### **9.4 Casos de sistemas de alerta temprana a escala local**

El departamento del Cauca propicia innumerables escenarios de riesgo de origen natural como: movimientos en masa, inundaciones, avenidas torrenciales, sismos e incendios de cobertura vegetal, que al estar asociados a condiciones geológicas, topográficas, hidrológicas, geomorfológicas y combinadas con la variabilidad climática ponen en riesgo la vida e integridad de los caucanos.

Según el (PDGRD, 2019) en las fuentes de información y documentos históricos se ha encontrado información de fenómenos amenazantes en el departamento que datan desde el año 1751 hasta nuestros días, situación que llevado a implementar planes y estrategias que permitan tomar acciones oportunas ante la ocurrencia de un evento peligroso. Sin embargo, es de resaltar que los municipios del departamento cuentan con Planes Municipales de Gestión de Riesgo, muchos no han sido actualizados y no todos han implementado Sistemas de alertas tempranas en sus municipios.

En este sentido a continuación se darán a conocer los casos de SAT, que se han implementado en el departamento del Cauca, pero más específicamente en el municipio de Popayán.

#### 9.4.1 *Municipio de Popayán*

En el municipio de Popayán se han venido adelantado mecanismo para contrarrestar los estragos que dejan los fenómenos amenazantes ocasionados por la naturaleza, se ha implementado el Sistema de alertas tempranas para inundación en el río Molino, el Sistema de Alerta Agroclimáticas Tempranas (SAAT) Participativas de la cuenca alta del Río Cauca y también la Caracterización del Sistema de Alerta Temprana Participativa Del Río Molino, Orientado Al análisis de datos hidrometeorológicos realizada por geógrafos de la universidad del Cauca y que en este apartado se expresan de la siguiente manera.

#### 9.4.2 *Sistema de alertas tempranas para inundación en el río Molino*

Este sistema se implementó a raíz de la avenida torrencial registrado el 24 de diciembre del 2013 en el que las fuertes lluvias registradas ese día provoco el desbordamiento del río Molino causando daños a las viviendas y dejando damnificados. Debido a esto se consolido en el año 2015 la implementación del SAT conformado por cuatro componentes. En la Tabla 41 se detalla cómo está conformado SAT del río Molino.

**Tabla 41** SAT para inundación en el río Molino

|   |
|---|
| Cauca   |
| <b>Lugar:</b> Popayán   |
| <b>Amenaza:</b> Inundación  |
| <b>SAT:</b> Sistema de alerta temprana para inundaciones en el río Molino   |
| <b>Tipo de SAT según amenaza:</b> Hidrometeorológicos   |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Mixto   |
| <b>Operación del sistema:</b><br>Este sistema está integrado por los siguientes instrumentos y recursos humanos: <ul style="list-style-type: none"><li>- 5 estaciones de nivel</li><li>- 4 estaciones pluviométricas</li><li>- 1 cuarto de control – Work Station</li><li>- 10 repetidores o antenas de repetición</li><li>- 1 repetidor de VOZ de VHF en el cerro San Rafael, Repetidora Puracé</li><li>- 4 sirenas remotas de 700W.</li><li>- 2 sensores y repetidoras que conforman una red telemática y de comunicación</li></ul> |

- 1 centro de control en la Alcaldía con subestaciones en Bomberos y Federman Comunicaciones
- Vigías
- Comunidad de apoyo
- Integrantes del consejo municipal de gestión del riesgo de desastres del municipio

El sistema está conformado por 4 componentes:

1. Hardware hidro-meteorológico para detección y pronóstico de amenazas está integrado por unas estaciones meteorológicas y 2 estaciones de sensores de nivel de lámina que se encargan de informar las condiciones hidrometeorológicas sobre la cuenca. En cuanto a los sensores y repetidores están asociados a los sensores de nivel de lámina estos están compuestos por 3 tipos de antena que están ubicadas y cubren las zonas de Santa Teresa, Santa Helena, Casa Quemada, La Lechería, Finca municipio Popayán Vereda Hogar, Vereda en sendero alto Repetidor, Vereda el sendero medio, Vereda en sendero bajo, Torre E Urbanización Campo Real y Malla de protección Urbanización Campo Real.
2. Software administrativo para evaluación de riesgos e integración de la información este ítem consiste en administrar datos, información, usuarios, perfiles y activación de protocolos, además cuenta con monitoreo remoto para la captura, almacenamiento, visualización, generación de base de datos, procesamiento estadístico de variables hidro-meteorológicas, al mismo tiempo brinda la gestión de reportes y alertas tempranas.
3. Mecanismos de comunicación para divulgación oportuna, confiable y comprensible del SAT lo conforma un sistema de telecomunicaciones que se encarga de transmitir los datos de monitoreo del SAT rio molino y enlaces wifi, luego está el sistema de radiocomunicaciones el cual lo integran equipos como repetidora digital, radios base y radios portátiles. Por otra parte, se encuentra las 4 estaciones de alerta sonora y perifoneo que están integradas por sirenas remotas las cuales se encuentra ubicadas estratégicamente en zonas como Campo Real, Bosques de Pomona, Edificio Edgar Negret, barrio Pandiguando, la Isla, el Triunfo y Junín.
4. Preparación y entrenamiento de actores diferenciales para atención y respuesta en los niveles institucionales y comunitarios se basa en articular a todos los actores en este caso a comunidad vulnerable, vigías, comunidad de apoyo y los integrantes que hacen parte de la gestión del riesgo de desastre para que participen de los protocolos administrativos como son las capacitaciones, simulacros, socializaciones, entrenamiento, y al mismo tiempo se realiza acompañamiento técnico.

Con respecto al monitoreo se maneja tres niveles de alerta los cuales se clasifican en amarillo, naranja y rojo.

*Nota.* Adaptado de Diseño y desarrollo de sistema de alerta temprana (SAT) para el monitoreo del río Molino en la ciudad de Popayán por Federman, 2021. Y Adaptado de la Respuesta oficio 20221130211942, solicitud de información SAT por Alcaldía de Popayán – Oficina asesora de gestión del riesgo de desastre, 2022. Elaboración propia.

#### 9.4.3 *Caracterización del sistema de alerta temprana participativa del río molino, orientado al análisis de datos hidrometereológicos*

La caracterización del Sistema de alerta temprana Participativa (SATP) del río Molino, según (Caicedo Arias & Ortiz Navia, 2020) permite mediante el monitoreo constante de las estaciones meteorológicas apoyar la gestión del riesgo de desastres mediante el intercambio de datos sobre una posible amenaza que ayude a reducir los impactos mediante la emisión de alertas para así poder actuar acorde con el evento. En la siguiente Tabla 42 se anotan las principales características del SATP:

**Tabla 42** SATP Rio Molino

|  |
|--|
| Cauca  |
| <b>Lugar:</b> Rio Molino   |
| <b>Amenaza:</b> Inundaciones   |
| <b>SAT:</b> Caracterización Del Sistema De Alerta Temprana Participativa Del Río Molino, Orientado Al Análisis De Datos Hidrometereológicos.   |
| <b>Tipo de SAT según amenaza:</b> Hidrometeorológico   |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Comunitario  |
| <p><b>Operación del sistema:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• COMPONENTE 1: Detección y pronóstico de la amenaza.<br/>Hace referencia a la implementación de equipos, compuesto por estaciones meteorológicas y sensores pluviométricos, para su instalación se llevó a cabo estudios topográficos en el cauce del río por parte de la CRC (Corporación Regional del Cauca), en unión con la empresa de acueducto de Popayán y la alcaldía del mismo municipio.</li> </ul> |

- **COMPONENTE 2:** Evaluación de los riesgos e integración de información. Implementación y funcionamiento del software administrativo del SATP, dicha implementación es encabezado por el contratista Federman en conjunto con la OAGRD.
- **COMPONENTE 3:** Divulgación oportuna, confiable y comprensible. se realiza la implementación de equipos hardware complementario, como el repetidor digital y el suministro de la estación SAT SIRENA REMOTA para el sistema de comunicación y alerta.
- **COMPONENTE 4:** Planificación, preparación y capacitación para respuesta en todo nivel (institucional) En el cual se realiza toda la capacitación de la comunidad en cuanto a toda la información del SATP, adicional al manejo de implementos de comunicación (equipo SATP) que ha sido distribuido a los vigías y la preparación a nivel institucional sobre el sistema.
- Los niveles de alerta se han tomado según el protocolo general SAT-Molino:

| Nivel de Alerta   | Condiciones en el Monitoreo  | Acción Responsable SAT  |
|---|--|---|
|  | Cambios en las señales de peligro previas (Ej.: incremento del volumen de lluvia, cambios en los niveles del cauce del río, etc)             | Revisión de información, comunicación a la comunidad y seguimiento a la situación, en caso de ser necesario o incrementarse la situación cambiar a nivel naranja o rojo.                      |
|  | previas, la emergencia podría estar muy cerca de ocurrir.<br><br>(Ej.: incremento del volumen de lluvia cercano a la cota de desbordamiento) | probar el funcionamiento de todo, hacer ensayos y reforzar la información a la comunidad, tener todo listo para la emergencia, alistamiento preventivo 24 horas.                              |
|  | Cambios en las señales de peligro, la emergencia es inminente.   | Activar la alarma comunitaria, de manera que en el tiempo establecido se realice la evacuación o protección, acorde a la solución establecido por el SAT para salvar la vida de las personas. |

*Ilustración 18 Niveles de alerta*

*Fuente: Guía para la Implementación de un sistema de Alertas Tempranas. (Protocolo general)*

- El SATP cuenta con alrededor de 101 vigías, de los cuales 24 se encuentran ubicados en la zona rural y 77 en el área urbana de Popayán, la OAGRD entrego kit SATP, con radio de emisora, chaleco, gorra, linterna, canguro, tabla para apropiación de los vigías, también radios de comunicación VHF, con el fin de hacer dos o tres reportes diarios de

novedades e incluso también grupos de WhatsApp donde reciben reportes diariamente.

*Nota:* Adaptado de Caracterización Del Sistema De Alerta Temprana Participativa Del Río Molino, Orientado Al Análisis De Datos Hidrometereológicos por M. Caicedo, y D. Ortiz 2020, Universidad Del Cauca Facultad De Ciencias Humanas Y Sociales Programa De Geografía. Elaboración Propia.

#### 9.4.4 *Protocolo general del sistema de alerta temprana Rio Molino*

El protocolo según (CDGR & Oficina de Gestión de Riesgo, 2013) incluye estrategias de respuesta, coordina acciones de alertas, alarma, evacuación, lográndose el apoyo de las entidades técnicas y operativas en los procesos comunitarios para la implementación y funcionamiento del SAT, también establece los responsables de la gestión del riesgo, está disponible 24 horas, 7 días a la semana y 365 días al año. En la Tabla 43 se resalta su funcionamiento:

**Tabla 43** *Protocolo de Activación SAT*

|  |
|--|
| Cauca  |
| <b>Lugar:</b> Rio Molino   |
| <b>Amenaza:</b> Inundaciones   |
| <b>SAT:</b> Protocolo general sistema de alerta temprana rio molino                      |
| <b>Tipo de SAT según amenaza:</b> Hidrometeorológico                                     |
| <b>Mecanismo de funcionamiento del SAT:</b> Institucional                                |
| <b>Operación del sistema:</b><br>El protocolo de activación define los siguientes pasos: |

| PASO | ACCION DE TIEMPO                             | RESPONSABLE   |
|------|--|---|
| 1    | Emitir alerta                                | Comunidad, Organismos de Socorro, Entidades, Miembros del SAT y OAGRD |
| 3    | Informar a la OAGRD                          | Organismos de Socorro, Miembros SAT, Entidades                        |
| 4    | Activar SAT                                  | OAGRD, Organismos de Socorro, Entidades                               |
| 5    | Aplicar protocolo de respuesta               | OAGRD, Organismos de Socorro, Entidades                               |
| 6    | Reportar la situación al Alcalde             | OAGRD   |
| 7    | Declaratoria de estado de alerta             | Alcalde y OAGRD   |
| 8    | Respuesta                                    | OAGRD, Organismos de Socorro, Entidades, CMGRD                        |
| 9    | Retorno a la normalidad                      | Alcalde y OAGRD   |
| 10   | Desactivación del SAT                        | OAGRD, Organismos de Socorro, Miembros SAT, Entidades                 |
| 11   | Evaluación de protocolo de respuesta del SAT | OAGRD, Miembros SAT, CMGRD  |
| 12   | Mantenimiento del SAT                        | OAGRD, Miembros SAT, CMGRD  |

*Nota:* Adaptado de PROTOCOLO GENERAL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA RIO MOLINO por Consejo Municipal Para La Gestión Del Riesgo De Desastres CMGRD 2016-2019, Alcaldía de Popayán y Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastre. Elaboración Propia.

## **10 COMPONENTES DE LOS SAT SEGUN LA UNGRD**

El tema que se va a tratar en este capítulo es el resultado de la recopilación de la información secundaria consignada en los antecedentes del presente trabajo a escala global, nacional y local, donde se realiza un análisis de la información y se representa por medio de la herramienta de modelado la relación entre los componentes del sistema de alerta temprana y los sistemas de alertas existentes a diferentes escalas.

Teniendo en cuenta la Guía para el desarrollo de sistemas de alerta temprana de la (UNGRD, 2021), se deben considerar cuatro componente: conocimiento del riesgo donde se priorizan los estudios de las amenaza la identificación de los elementos expuestos y los estudios de vulnerabilidad, el monitoreo y pronostico donde hace seguimiento al fenómeno amenazante con su respectiva medición de variables y se toma la decisión de alertar, la difusión de la alerta que establece procedimientos para emitir alertas, mecanismos de alarma y la disseminación de la alerta y por último la capacidad de respuesta donde se ejecuta la preparación y recuperación para la respuesta y toman medidas para la reducción de desastre.

Así mismo según el fenómeno monitoreado se identificaron el SAT hidrometeorológico diseñado para el monitoreo y pronóstico, desencadenado por amenazas como inundaciones, sequias, heladas e incendios de cobertura vegetal ocasionado por los diferentes elementos del clima como precipitación, temperaturas, humedad, radiación, vientos entre otros, el SAT geológico se enfoca en fenómenos como movimientos en masa, actividad volcánica y tsunami y el SAT multiamenaza que aborda varias amenazas donde se puede producir sucesos peligrosos simultáneamente, en cascada o de forma acumulativa.

Por otra parte, también se realiza un registro de los fenómenos o eventos que han tenido mayor impacto en la zona urbana y rural del municipio de Popayán teniendo en cuenta le Plan Municipal de gestión del riesgo.

## 10.1 SAT a Escala Global

Como se expresó anteriormente, se agruparon los casos de éxito de los sistemas de alerta temprana a escala global que han implementado los países o regiones investigadas cabe destacar que según el fenómeno monitoreado se identificaron tres SAT:

- SAT Hidrometeorológico por inundación en países como Guatemala, El Salvador, Perú, Bolivia, Ecuador, Mozambique, África centro oriental, China, Bangladesh, Papúa Nueva Guinea y el continente europeo y por incendio forestal en México
- SAT Geológico por amenaza de terremoto en la Costa oeste de los Estados Unidos, por Movimiento en masa en el Sur de España en la zona Cabo San Vicente y Golfo de Cádiz y amenaza por actividad volcánica en Nueva Zelanda.
- SAT Multiamenaza por terremoto, tsunamis, inundaciones, erupciones volcánicas e incendios forestales en Chile.

Ahora bien, teniendo en cuenta la guía para el desarrollo de sistemas de alerta temprana se realizó una revisión de cada uno de los SAT y se articularon en los cuatro componentes.

### *10.1.1 Componente del conocimiento del riesgo:*

Para abordar el componente del conocimiento del riesgo del SAT hidrometeorológico para inundaciones, las naciones han realizado un buen ejercicio al implementar la evaluación e identificación de los riesgos, la definición de umbrales con sus respectivos tipos de alertas, la cartografía, mapas de zonas susceptibles, el acopio de información histórica y la identificación de elementos y población expuestos. Así mismo en la revisión realizada, México también ha incluido estos elementos del componente al SAT incorporando los antecedentes de incendios y la cartografía temática.

Para el SAT geológico, en las amenazas por terremoto y erupción volcánica se realizó la detección de la amenaza, mapas de riesgo, valores de umbral e información suficiente para calcular el tamaño y capacidad destructora.

En el SAT multiamenaza se realiza la identificación de las amenazas expuestas y sus efectos para actuar de manera oportuna.

### ***10.1.2 Componente monitoreo y vigilancia:***

En el componente de monitoreo y vigilancia para el SAT hidrometeorológico ante inundaciones se identificó la estructuración de redes de monitoreo para la amenaza, sensores de variables meteorológicas, modelamiento enfocado en la proyección de un incremento o desaceleración de un determinado nivel de alerta, sensores de nivel por radar, redes automáticas, monitoreo del SAT 24/7, boletines de predicción y el monitoreo comunitario articulado con la instrumentación y la conformación de grupos de vigías, para el SAT por incendios forestales se incluyen la identificación de áreas quemadas, modelamiento de humedad, anomalía vegetal y el monitoreo a través de satélites y detección de puntos de calor.

En el SAT geológico, en la amenaza por terremoto se precisaron centrales de monitoreo, redes sísmicas, detección y caracterización de un terremoto, infraestructura de redes sísmicas, modelamiento y desarrollo de algoritmos. En la amenaza por erupción volcánica se emplean algoritmos e inteligencia artificial para “aprender” los patrones generados por los datos y predecir las futuras erupciones. El monitoreo para el SAT multiamenaza se hace a través de múltiples plataformas y se sensores de sismo.

### ***10.1.3 Componente difusión de alertas:***

En la difusión de alertas para el SAT hidrometeorológico para amenaza por inundaciones se identificaron redes de comunicación, avisos personales como, por ejemplo, “Agua viene”, cadenas de llamadas telefónicas, instalación de aplicaciones móviles, portales y páginas web, para la amenaza por incendio forestales la difusión de la alerta la realizan publicando resultados de análisis en archivos KML, shapefiles y mapas de distribución por una página web.

En el SAT geológico para amenazas por terremoto la diseminación de la alerta se realiza por medios de comunicación, internet, televisión, radio, dispositivos móviles con la opción de descargar una app móvil con el propósito de recibir alertas y para la amenaza de origen volcánico se emplea un sistema de predicción.

En el SAT multiamenaza la difusión se realiza por mensajes de texto, de audio y con una vibración de 3 minutos lo que pareció muy llamativo e incluyente para personas que tenga alguna discapacidad auditiva y visual.

#### ***10.1.4 Componente capacidad de respuesta:***

Para el componente de capacidad de respuesta en los tres SAT identificados hidrometeorológico, geológico y multiamenaza se han realizado buenas acciones de preparación para la respuesta como la participación de las instituciones y de entes no gubernamentales, la implementación de planes y protocolos de emergencia, la capacitación y entrenamiento de la comunidad, los grupos de investigación y las comisiones para la respuesta.

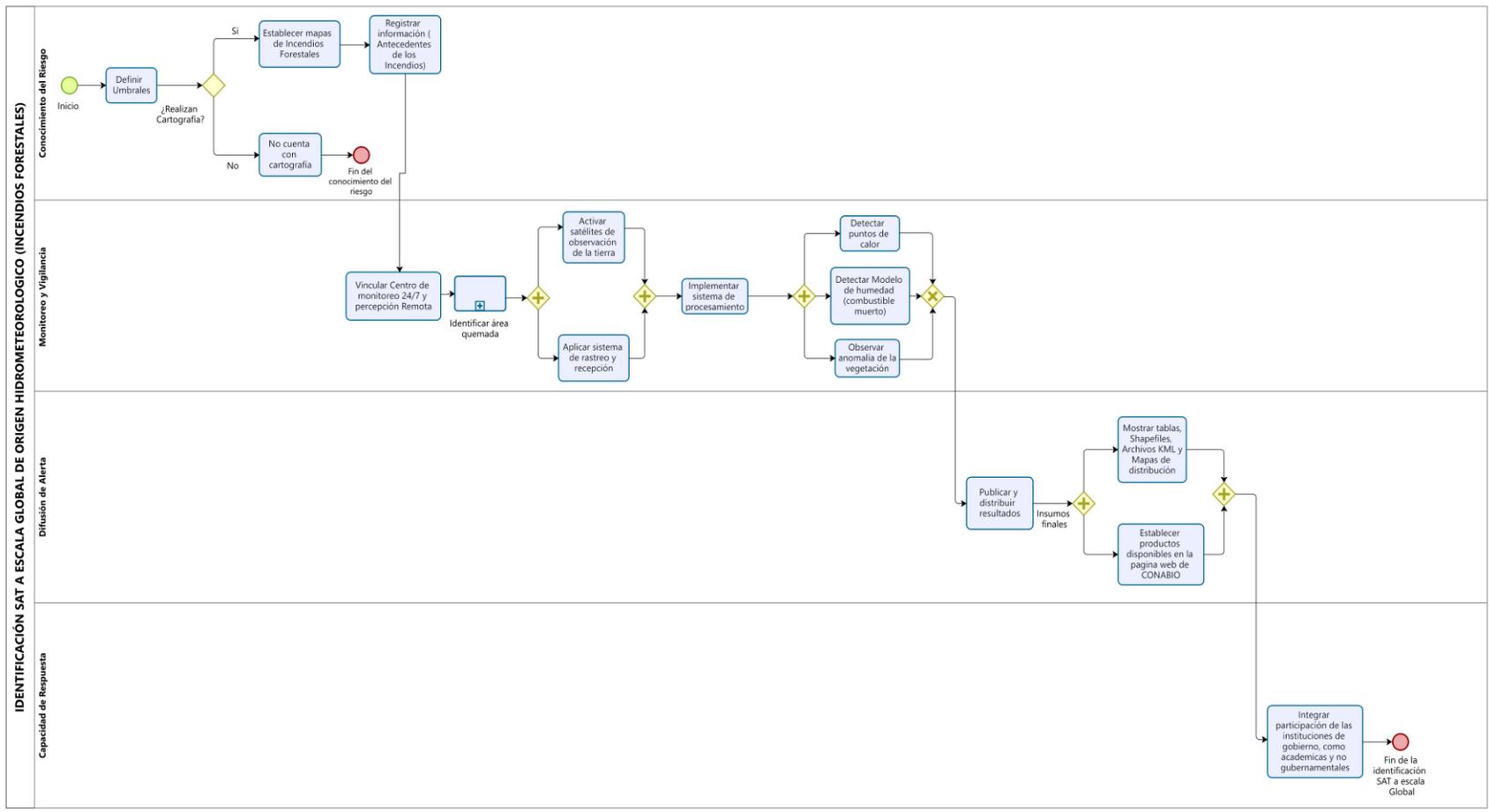
### **10.2 Procesos SAT a escala global**

Como resultado de la información recopilada anteriormente se obtuvo la descripción de los requisitos necesarios para el funcionamiento del SAT Hidrometeorológico, SAT Geológico y SAT multiamenaza a escala global abordando la interacción de los cuatro componentes del sistema de alerta temprana. A continuación, se describe la herramienta de modelado con sus respectivo proceso y actividades según las consideraciones necesarias para el funcionamiento del SAT.

#### ***10.2.1 Proceso identificación SAT a escala global de origen hidrometeorológico (Incendios forestales)***

Este proceso nos muestra las actividades requeridas para la identificación del SAT a escala global de origen hidrometeorológico en el fenómeno de incendios forestales, este proceso nos deja como resultado conjunto de capacidades necesarias para el SAT de incendios forestales. En la Figura 12 muestra la herramienta de modelado para proceso de identificación SAT a escala global de origen hidrometeorológico (incendios forestales).

**Figura 12** Identificación SAT a escala global de origen hidrometeorológico (incendios forestales)



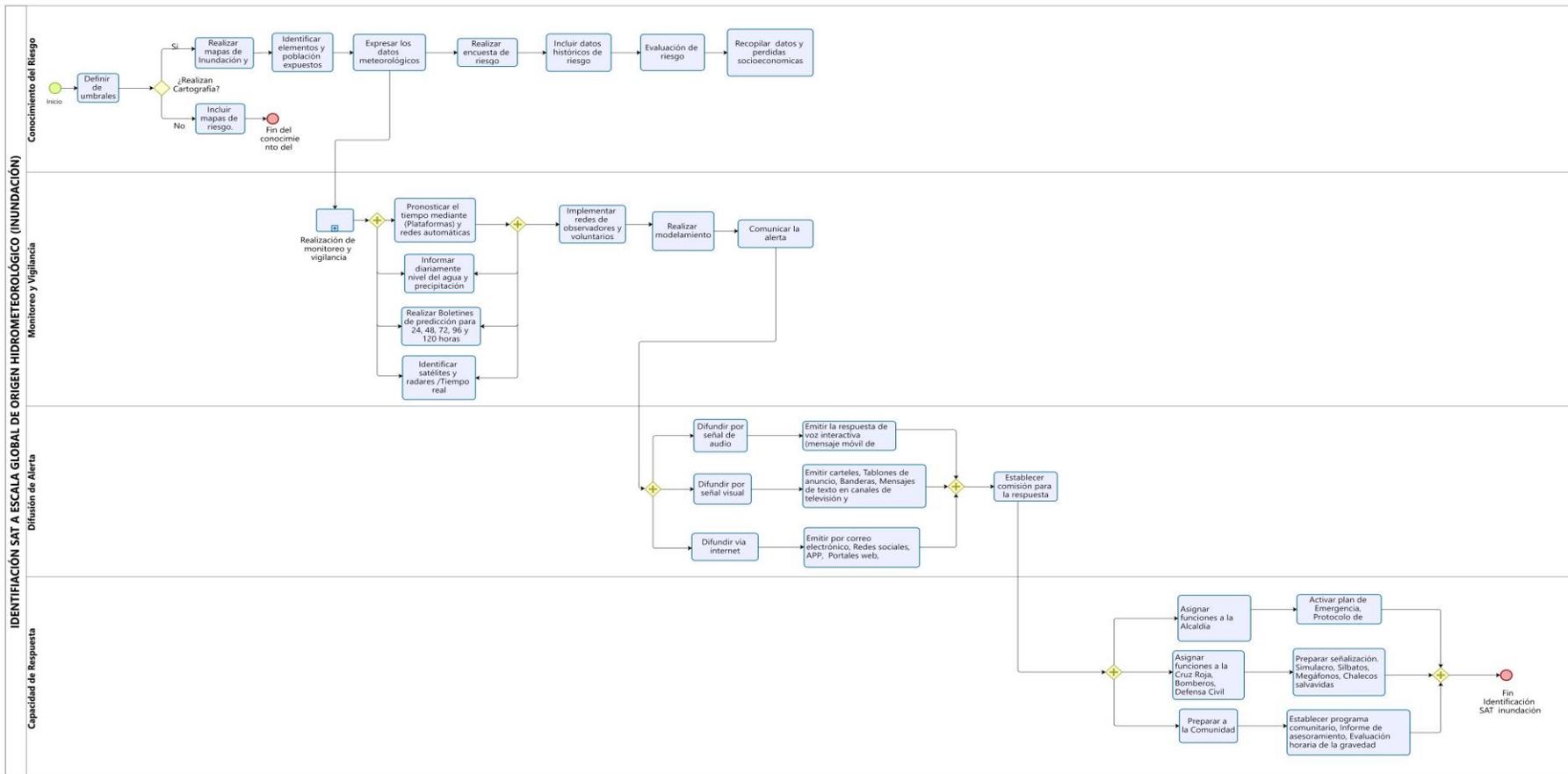
Powered by  
 Modeler

*Nota.* Elaboración propia. “Esta elaboración se hace a partir de la revisión de los antecedentes ya mencionados”

### ***10.2.2 Proceso identificación SAT a escala global de origen hidrometeorológico (Inundación)***

Este proceso nos señala las actividades necesarias que se requieren para la identificación del SAT para inundación a escala global de origen hidrometeorológico, este proceso nos deja como resultado elementos que se requieren el SAT de inundación. En la Figura 13 muestra la herramienta de modelado para proceso identificación SAT a escala global de origen hidrometeorológico (inundación).

Figura 13 Identificación SAT a escala global de origen hidrometeorológico (inundación)

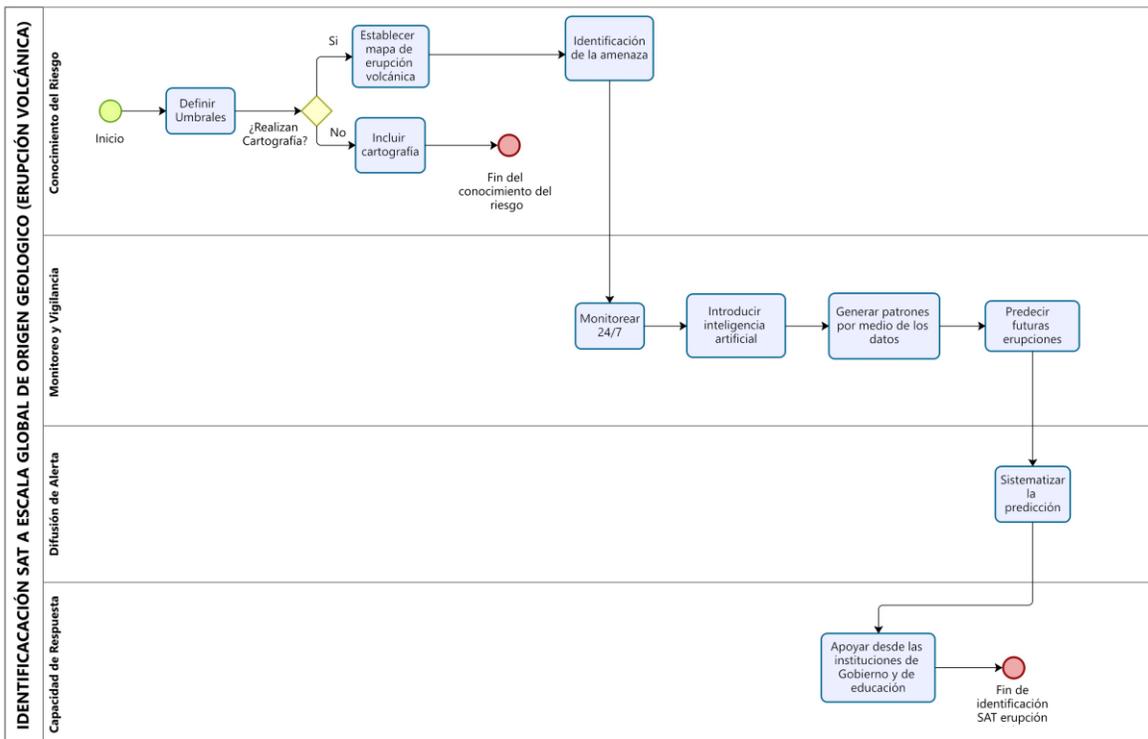


Nota. Elaboración propia. “Esta elaboración se hace a partir de la revisión de los antecedentes ya mencionados”

### 10.2.3 Proceso identificación SAT a escala global de origen geológico (Erupción volcánica)

Este proceso nos señala las actividades necesarias para identificación del SAT de erupción volcánica, este proceso nos deja como resultado la ruta de planificación para el SAT de erupción volcánica. En la Figura 14 muestra la herramienta de modelado para proceso de identificación SAT a escala global de origen geológico (Erupción Volcánica).

**Figura 14** Identificación SAT a escala global de origen geológico (Erupción volcánica)

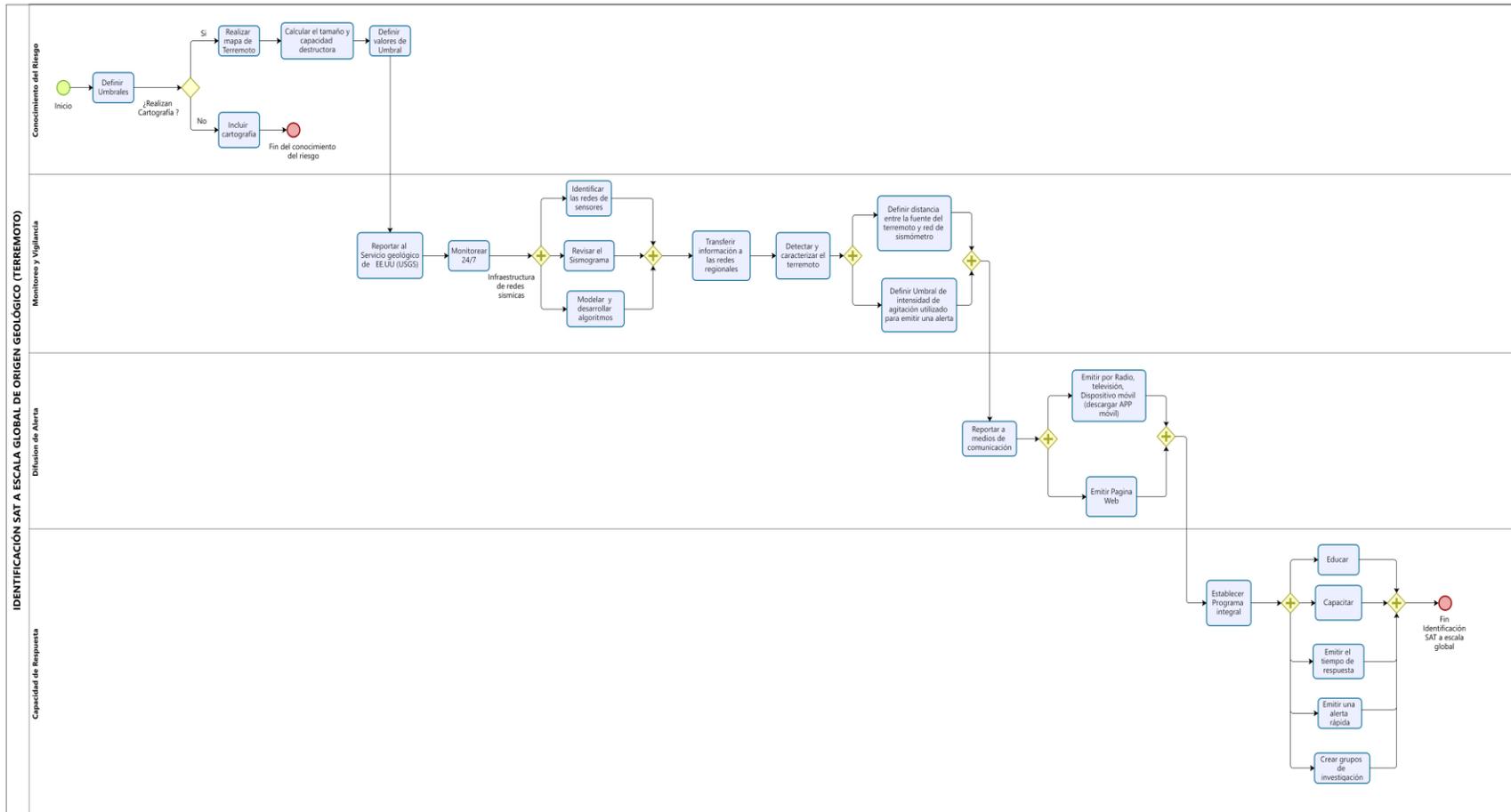


*Nota.* Elaboración propia. “Esta elaboración se hace a partir de la revisión de los antecedentes ya mencionados”

#### ***10.2.4 Proceso identificación SAT a escala global de origen geológico (Terremoto)***

Este proceso nos muestra las actividades necesarias para la identificación SAT de terremoto, este proceso nos deja como resultado medidas para adoptar el SAT de terremoto. En la Figura 15 muestra la herramienta de modelado para proceso identificación SAT a escala global de origen geológico (Terremoto).

Figura 15 Identificación SAT a escala global de origen geológico (terremoto)

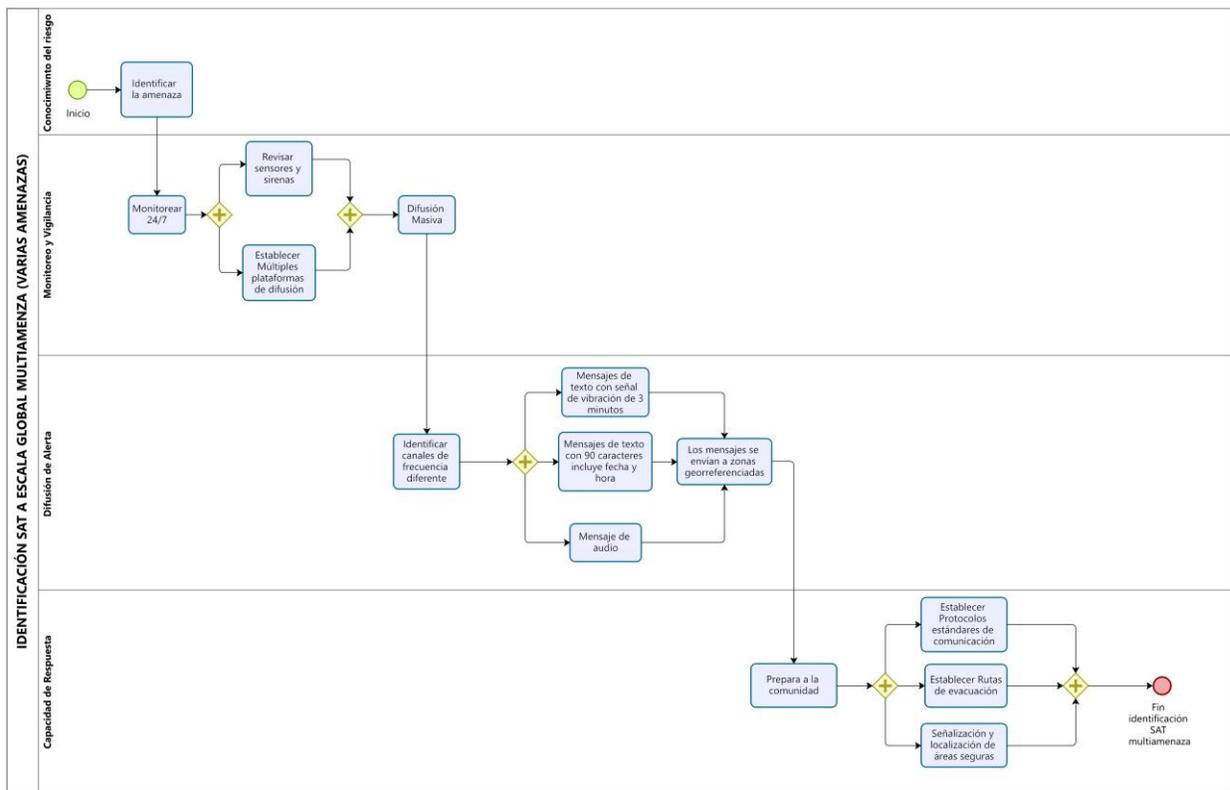


Nota. Elaboración propia. “Esta elaboración se hace a partir de la revisión de los antecedentes ya mencionados”

### 10.2.5 Proceso identificación SAT a escala global multiamenaza (Varias amenazas)

Este proceso nos señala las actividades necesarias para la identificación de varias amenazas como terremoto, tsunamis, inundaciones, movimientos en masa, erupciones volcánicas e incendios forestales, este proceso nos deja como resultado la guía que se requieren para implementar el SAT Multiamenaza. En la Figura 16 muestra la herramienta de modelado para proceso identificación SAT a escala global multiamenaza (Varias amenazas).

**Figura 16** Identificación SAT a escala global multiamenaza (Varias amenazas)



*Nota.* Elaboración propia. “Esta elaboración se hace a partir de la revisión de los antecedentes ya mencionados”

### 10.3 SAT a escala nacional.

Los casos de éxito de sistemas de alerta temprana a nivel nacional que se han implementado en los diferentes departamentos del país según el fenómeno monitoreado fueron:

- SAT Hidrometeorológico por inundación en departamentos del Tolima en Armero Guayabal, Santander en Barrancabermeja, Cundinamarca en Bogotá, Junín, Guaduas y Utiaca, Huila en Timaná, Caldas en Manizales y La Dorada, Putumayo en Mocoa, Antioquia en Salgar, Boyacá en Puerto Boyacá, en Norte de Santander y en San Andrés y Providencia.
- SAT Multiamenaza en el departamento del Tolima en Murillo y en Antioquia en el valle de Aburrá.

Teniendo en cuenta la guía para el desarrollo de sistemas de alerta temprana se realizó una revisión de cada uno de los SAT y se articularon en los cuatro componentes.

#### ***10.3.1 Componente del conocimiento del riesgo:***

En el componente del conocimiento del riesgo del SAT hidrometeorológico con amenaza por inundación, en las regiones del país se ha realizado la respectiva caracterización de los escenarios de riesgo, la incorporación de cartografía de zonas de inundación, así como la cartografía social, la definición de umbrales con los tipos de alertas y el acopio de la información histórica, así mismo se identificaron para el SAT multiamenaza.

#### ***10.3.2 Componente monitoreo y vigilancia:***

En el componente de monitoreo y vigilancia para el SAT hidrometeorológico por inundación y para el SAT multiamenaza se identificaron las redes y centrales de monitoreo en tiempo real 24/7, seguimiento a condiciones de antecedentes, infraestructura para el seguimiento, sensores de monitoreo como los sensores ultrasónicos y de nivel, sensores de variables meteorológicas, plataforma y software para monitoreo, radares, comunicación satelital modelación, monitoreo comunitario así como otros equipos de monitoreo como cámaras de video.

#### ***10.3.3 Componente difusión de alertas:***

La difusión de alertas para el SAT hidrometeorológico por inundación emplea sistema de sirenas, cornetas, perifoneo, alarmas sonoras, cadenas de llamadas, reporte de llamadas a la policía nacional y a bomberos, se emplean otros mecanismos como uso de banderas y posters, boletines informativos, la emisión de la alerta se hace por medios de comunicación como

radio, televisión, por redes sociales y páginas web, así como también por la acción oportuna de los vigías. En el SAT multiamenaza especificado en el caso del Valle de Aburrá la difusión de la alerta se hace por las noticias, vía celular, mensaje de texto, radio, geoportal y aplicación móvil SIATA para las condiciones del estado del tiempo.

#### ***10.3.4 Componente capacidad de respuesta:***

Para el componente de capacidad de respuesta en el SAT hidrometeorológico se estableció la organización y coordinación definido por grupos de alertas, redes gestoras, activación de los consejos municipales de gestión del riesgo, planes y protocolos de emergencia, capacitación y entrenamiento de la comunidad, equipamientos y centros de reserva donde se proveen de elementos como megáfonos, linternas, paletas de señalización, chalecos, radios y otros que se consideren necesarios para poder desarrollar las acciones vitales al recibir una alerta, especialmente la evacuación de emergencia.

El SAT multiamenaza del SIATA también ha implementado mecanismo para la respuesta, pero hay que destacar el proceso avanzado que ha venido realizando en el enfoque formativo con las comunidades, desde lo comunitario, la investigación, la pedagogía y el uso de aplicación móvil para un completo funcionamiento del SAT.

### **10.4 Procesos SAT a escala nacional**

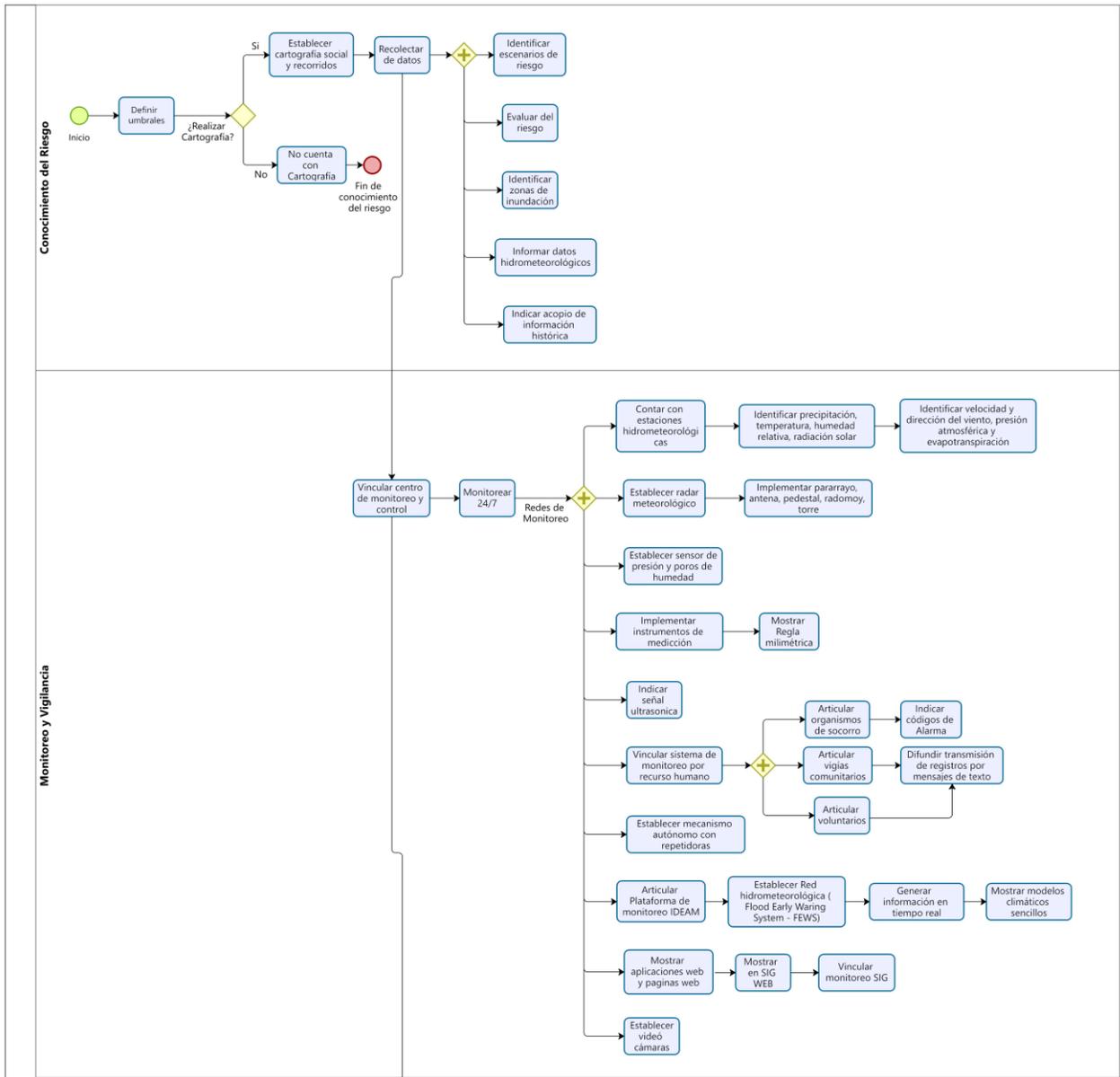
Como resultado de la información recopilada anteriormente se obtuvo la descripción de los requisitos necesarios para el funcionamiento del SAT Hidrometeorológico y SAT multiamenaza a escala nacional abordando la interacción de los cuatro componentes del sistema de alerta temprana. A continuación, se describe la herramienta de modelado con sus respectivo proceso y actividades según las consideraciones necesarias para el funcionamiento del SAT.

#### ***10.4.1 Proceso identificación SAT a escala nacional de origen hidrometeorológico (Inundación)***

Este proceso nos muestra las actividades necesarias que se requieren para la identificación del SAT para inundación a escala nacional, este proceso nos deja como resultado una guía a

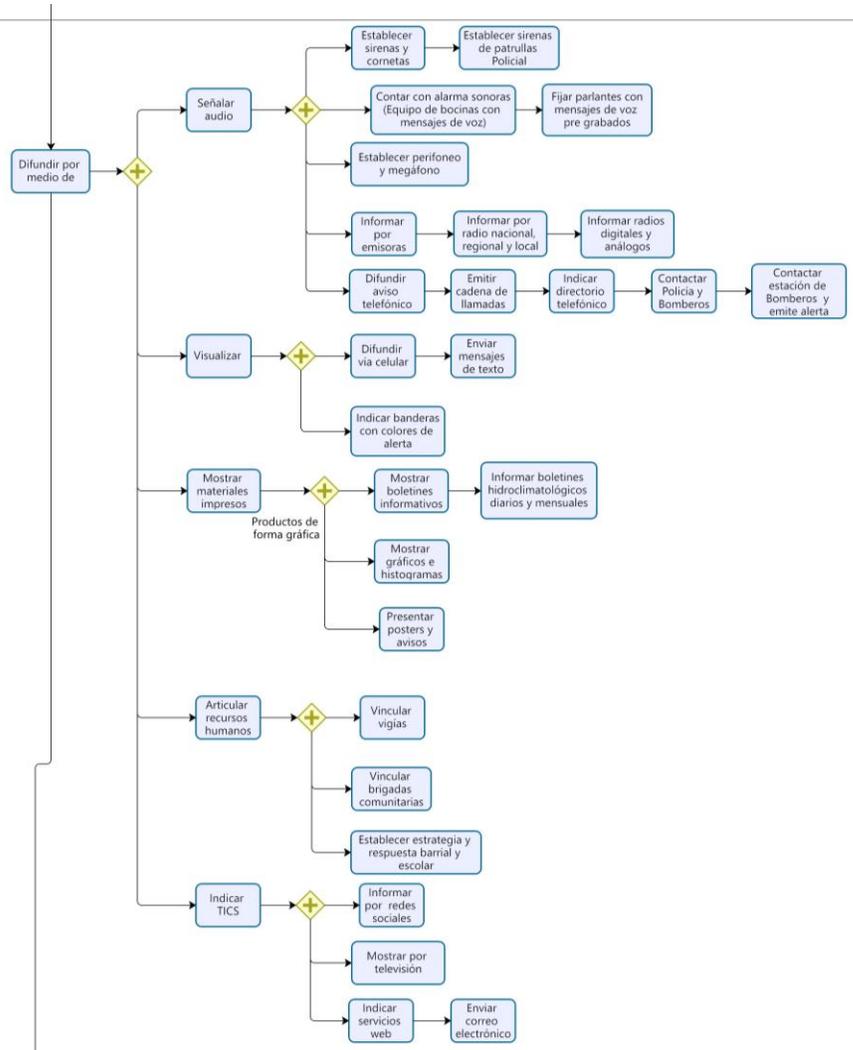
seguir para el SAT de inundación. En la Figura 17 muestra la herramienta de modelado para proceso identificación SAT a escala nacional de origen hidrometeorológico (inundación).

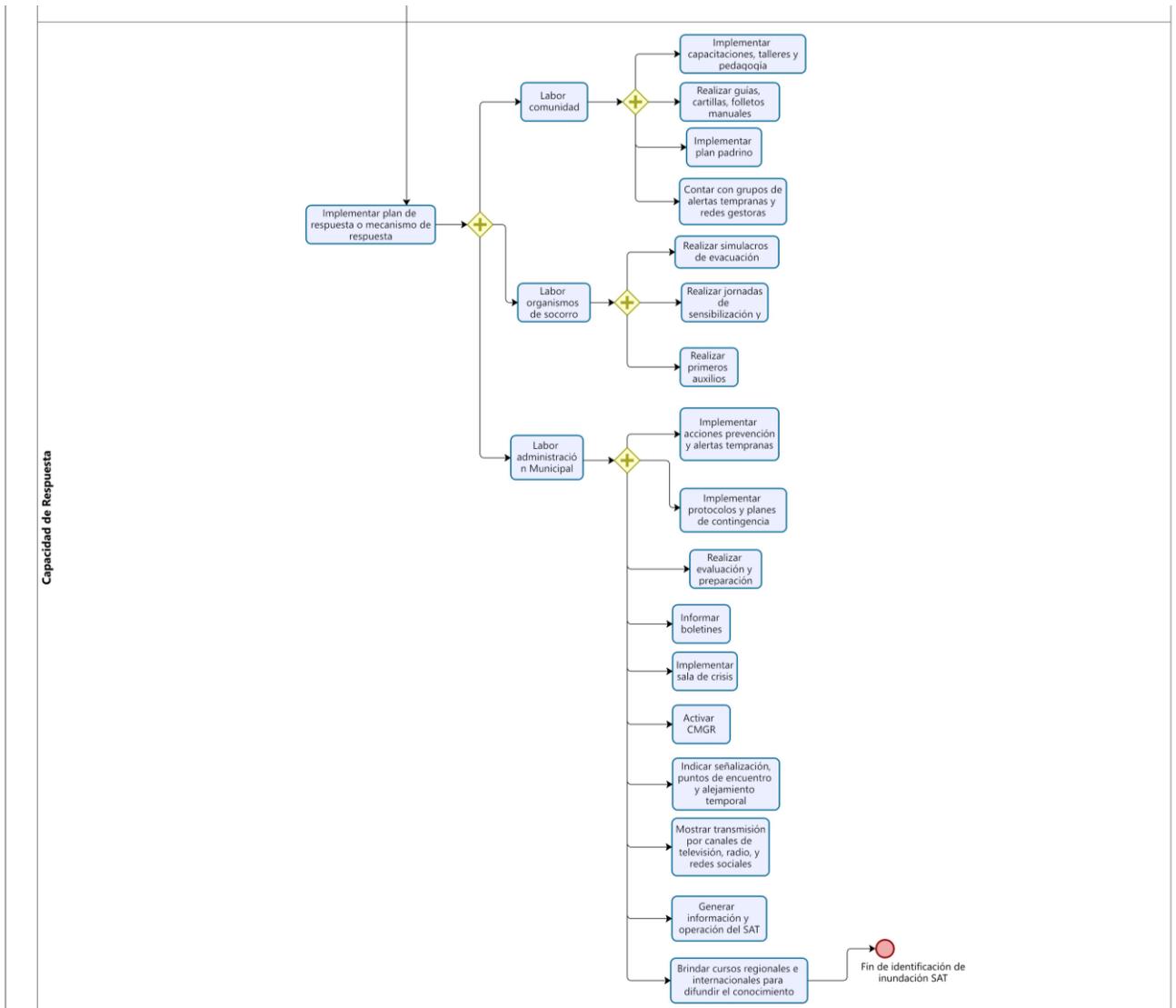
Figura 17 Identificación SAT a escala nacional de origen hidrometeorológico (inundación)



IDENTIFICACIÓN SAT A ESCALA NACIONAL DE ORIGEN HIDROMETEOROLOGICO (INUNDACIÓN)

Difusión de Alertas



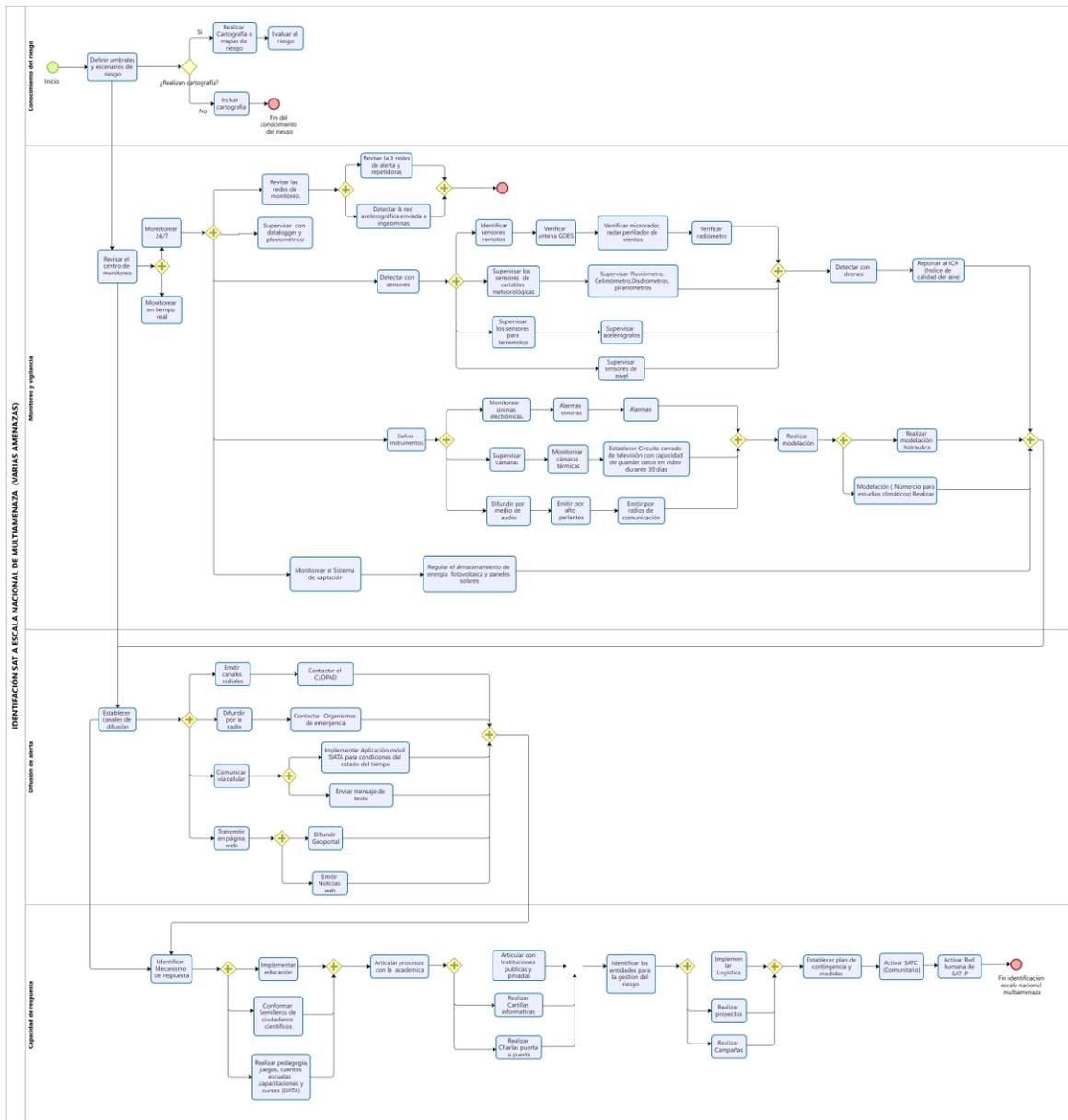


*Nota.* Elaboración propia. “Esta elaboración se hace a partir de la revisión de los antecedentes ya mencionados”

#### ***10.4.2 Proceso identificación SAT a escala nacional de multiamenaza ( Varias amenazas)***

Este proceso nos muestra las actividades indispensables para la identificación de varias amenazas como terremoto, tsunamis, inundaciones, movimientos en masa, erupciones volcánicas e incendios forestales, este proceso nos deja como resultado la orientación para implementar el SAT Multiamenaza. En la Figura 18 muestra la herramienta de modelado para proceso identificación SAT a escala nacional multiamenaza (Varias amenazas).

Figura 18 SAT identificación a escala nacional de multiamenaza (Varias amenazas)



Nota. Elaboración propia. “Esta elaboración se hace a partir de la revisión de los antecedentes ya mencionados”

## **10.5 SAT a escala local**

El sistema de alerta temprana que se identificó a nivel local es el correspondiente al del Rio Molino priorizado como un SAT hidrometeorológico reconociendo la importancia del relacionamiento técnico y el comunitario, de manera que pueda realizarse el monitoreo del evento y se activen los canales de comunicación establecidos y su funcionamiento se articula con los componentes del SAT de la siguiente manera.

### ***10.5.1 Componente del conocimiento del riesgo:***

En el componente del conocimiento del riesgo el SAT del Rio Molino se ha realizado la evaluación del riesgo, la identificación de las amenazas expuesta a través del plan municipal de gestión del riesgo, donde se incorpora antecedentes de los fenómenos que ha ocurrido en el municipio de Popayán, así como también la definición de umbrales y alertas y la generación de cartografía correspondiente a los eventos amenazantes.

### ***10.5.2 Componente monitoreo y vigilancia:***

El monitoreo y vigilancia del SAT incluye redes de sensores y repetidoras, sensores en tiempo real, estaciones y centro de monitoreo en la Alcaldía con subestaciones en bomberos y Federman, el monitoreo comunitario también se hace por medio de los vigías que hacen reportes diarios, también se cuenta con la plataforma web “SAT MOLINO”, que por el momento no se encuentra disponible pero que tiene un seguimiento interesante.

### ***10.5.3 Componente difusión de alertas:***

Para la difusión de alertas se han implementado sirenas, estaciones sonoras y perifoneo, grupos de WhatsApp y se trabajó en la propuesta de un Flyer o imagen que emite la alerta, donde se evidencia que este componente debe estar un poco mejor estructurado para el funcionamiento del SAT se eficaz y eficiente.

### ***10.5.4 Componente capacidad de respuesta:***

La preparación para la respuesta del SAT, se centra en la interacción con la comunidad, especialmente con los vigías, también la socialización y capacitación en la gestión del riesgo tanto para los que integran el SAT como para la comunidad en general, hace la activación del Consejo municipal de gestión del riesgo con los respectivos protocolos de respuesta.

## **10.6 Proceso SAT a escala local**

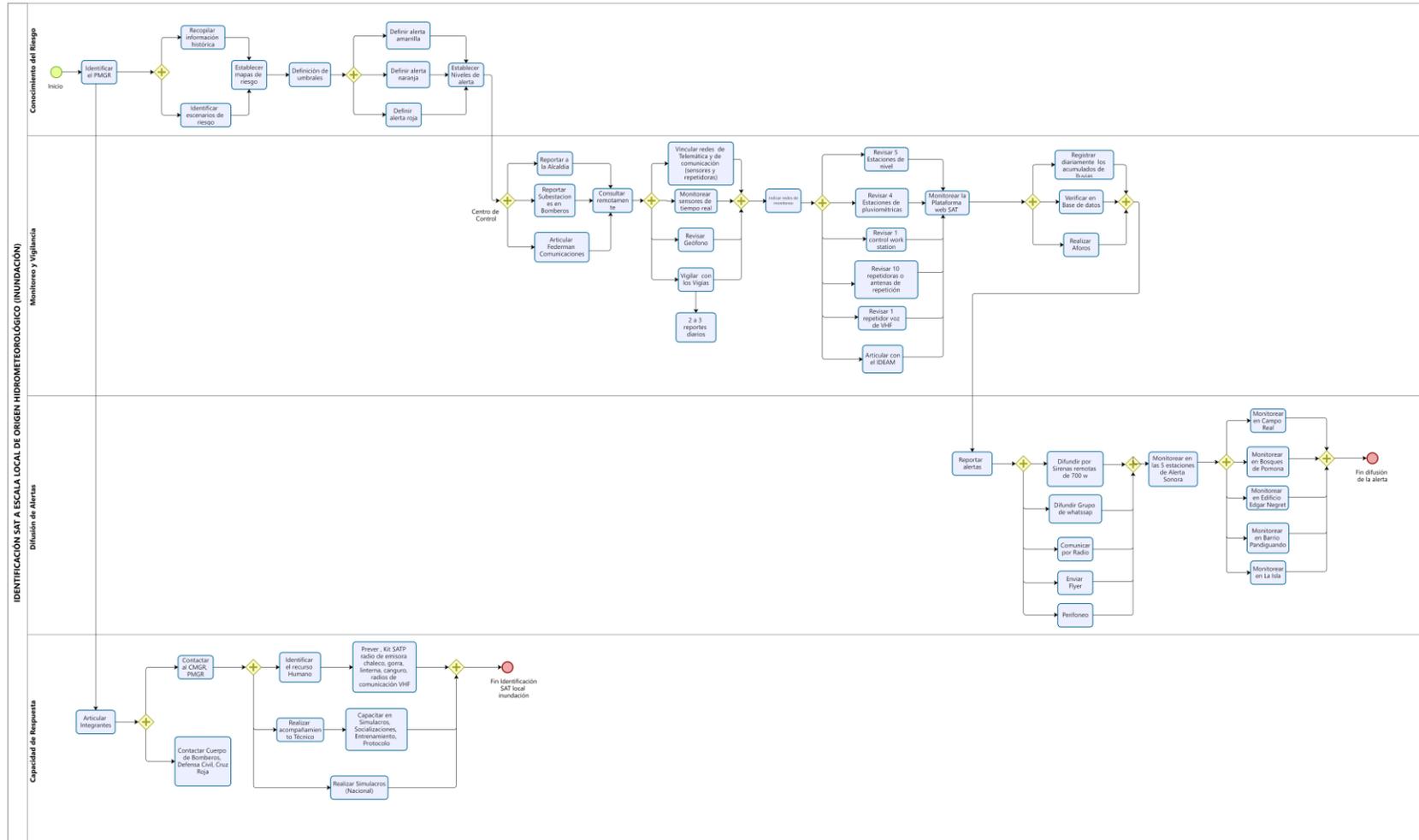
Como resultado de la información recopilada anteriormente se obtuvo la descripción de los requisitos necesarios para el funcionamiento del SAT Hidrometeorológico a escala local relacionándolo con los cuatro componentes del sistema de alerta temprana. A continuación, se describe la herramienta de modelado con sus respectivo proceso y actividades según las consideraciones necesarias para el funcionamiento del SAT del rio Molino.

### ***10.6.1 Proceso identificación SAT a escala local de origen hidrometeorológico***

#### ***(Inundación)***

Este proceso nos señala las actividades necesarias para la identificación del SAT ante inundación en el rio Molino, este proceso se compone de etapas que nos permite obtener como resultado los elementos requeridos para establecer el SAT de inundación. En la Figura 19 muestra la herramienta de modelado para proceso identificación SAT a escala local de origen hidrometeorológico (inundación).

Figura 19 Identificación SAT a escala local de origen hidrometeorológico (Inundación)

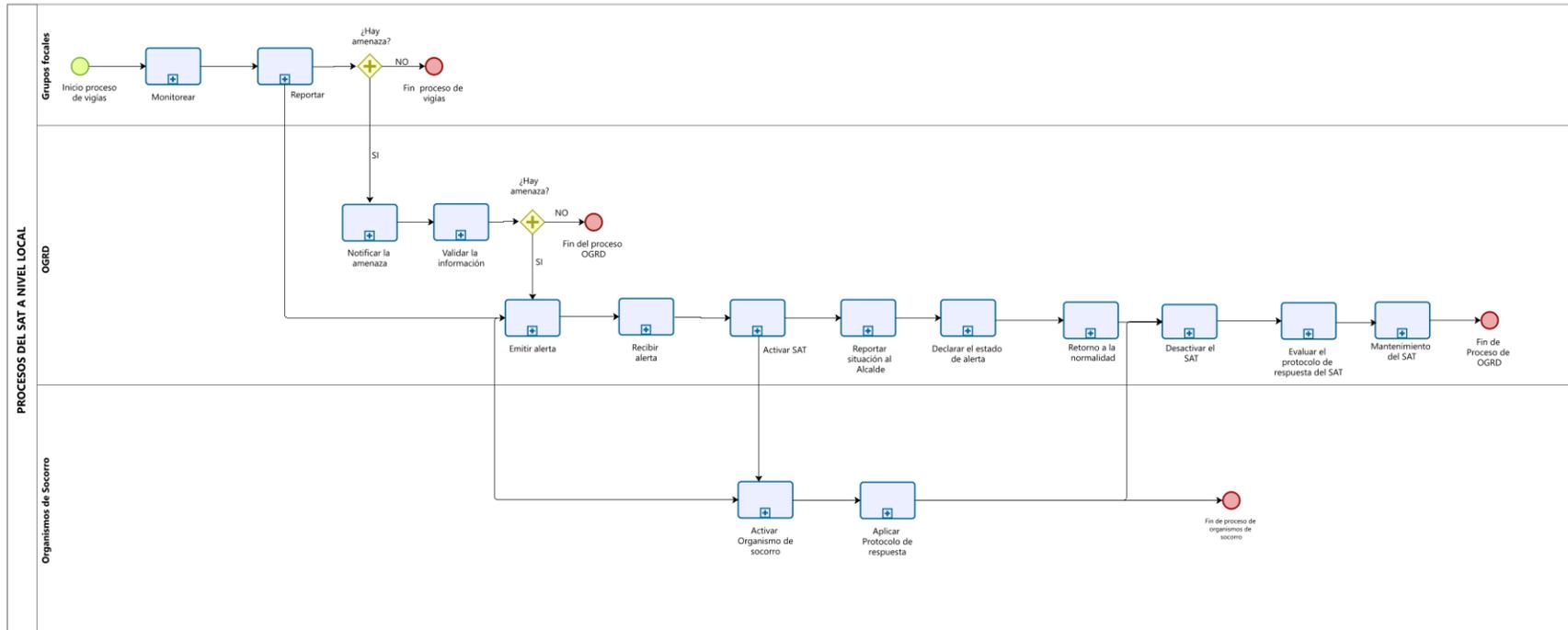


Nota: Elaboración propia. “Esta elaboración se hace a partir de la revisión de los antecedentes ya mencionados”

### ***10.6.2 Procesos del SAT a nivel local***

Este proceso nos muestra las actividades necesarias que realizan los integrantes del SAT para su funcionamiento, como lo señala (Popayan, n.d.) en el protocolo general sistema de alerta temprana rio molino nos indica los responsables que trabajan desde la parte técnica y comunitaria para la implementación y funcionamiento del SAT, este proceso nos deja como resultado las acciones que realizan los vigías, la oficina de gestión del riesgo de desastre y organismos de socorro en torno a la cuenca del rio Molino en donde se sistematizó y se formalizó los procesos del SAT del rio Molino según los miembros del SAT. En la Figura 20 muestra la herramienta de modelado para proceso según los miembros del SAT.

**Figura 20** Procesos del SAT a nivel local



Powered by  
Modeller

*Nota. Elaboración propia. “Esta elaboración se hace a partir de la revisión de los antecedentes ya mencionados”*

### 10.7 Registro de eventos amenazantes en el municipio de Popayán

De acuerdo con la revisión del documento Formulación del Plan Municipal de Gestión de Riesgo de Desastre del Municipio de Popayán se encuentra el informe de registro de Historicidad de Eventos en el que se identifica los de mayor relevancia en la ciudad, de origen hidrometeorológico, geológico y socio-natural que han ocasionado daños de gran impacto, este informe recopiló información del periodo comprendido entre 1928 y 2017 para su posterior realización.

En la Tabla 44 se visualiza los registros de los eventos de mayor relevancia como a su vez la distribución de la zona urbana y rural, además se identifican los eventos de gran impacto con respectiva fecha. Siguiendo con lo propuesto en el documento se identificaron las amenazas que tiene mayor relevancia a en la zona urbana de Popayán se contempla el evento por sismicidad con un registro de 126 reportes los cuales se presentaron en el municipio de Popayán, en cuanto a movimientos en masa se evidenció 106 registros en la zona urbana, para inundaciones 75 registros, para avenida torrencial 4 registros, eventos por vendaval 22 registros e incendios de cobertura vegetal con 123 registros.

**Tabla 44** *Registros de eventos amenazantes*

| Fenómeno            | Distribución de los reportes |            |                      | Registro de eventos | Eventos de gran impacto  |
|---------------------|------------------------------|------------|----------------------|---------------------|--|
|                     | Zona urbana                  | Zona rural | Municipio de Popayán |                     |  |
| Sismos              |                              |            | 126                  | 126                 | 2/ 02/1736<br>16/ 11/1827<br>31/03/1983                            |
| Movimientos en masa | 106                          | 126        |                      | 215                 | 15/12/1938<br>12/01/2000<br>13/12/2004<br>1/ 11/2010<br>24/12/2013 |
| Inundaciones        | 75                           | 7          |                      | 82                  | 16/12/1938   |

|                                      |     |     |   |     |  |
|--------------------------------------|-----|-----|---|-----|--|
|                                      |     |     |   |     | 31/12/1981<br>10/12/1984<br>13/12/2004<br>24/12/2013 |
| Avenida<br>torrencial                | 4   |     |   | 4   | 19/11/ 1938<br>5/02/1996<br>29/04/2011<br>24/12/2013 |
| Eventos por<br>vendaval              | 22  | 2   | 1 | 25  | 8/02/1958<br>28/04/2014<br>18/12/2015<br>19/12/2016  |
| Incendios de<br>cobertura<br>vegetal | 123 | 223 |   | 346 | 24/10/1997<br>09/07/2014<br>10/12/2015               |

*Nota:* Adaptado de formulación del plan municipal de gestión de riesgo de desastre del municipio de Popayán, 2017, por Alcaldía de Popayán - Universidad del Cauca. Elaboración Propia.

## **11 REQUERIMIENTO DE UNA APP PARA UN SAT MULTIAMENAZA**

En este capítulo se consideran los resultados o lineamientos necesarios, para el modelo de una aplicación móvil de un SAT multiamenaza, en la zona urbana de Popayán, partiendo desde la importancia del uso de los teléfonos móviles en nuestro diario vivir, como herramienta de fácil acceso para instalar aplicaciones móviles que contribuyan a mejorar la alerta temprana en las zonas mas susceptibles a eventos amenazantes. Se realizó una revisión de las aplicaciones móviles que se están implementando en la gestión del riesgo de desastres, tomando como base los SAT.

Del mismo modo, los requerimientos de aplicación móvil se relacionaron según los cuatro componentes de los SAT, así como el análisis de las encuestas realizadas a los organismos de socorro y a los vigías de la cuenca del rio Molino, con la finalidad de crear una herramienta de modelado que integre una propuesta con los requerimientos.

### **11.1 Uso de Celulares y su sistema operativo**

Como bien sabemos el uso de celulares hoy en día es de forma masiva, por ello, en concordancia con el (DANE, 2021) se estima que dentro del total de personas que utilizaron Internet, el dispositivo a través del cual se reporta mayor acceso a este servicio es el teléfono celular con 93,9% en el total nacional, 93,8% en cabeceras y 94,4% en centros poblados y rural disperso, indicando una fuerte dependencia de estos dispositivos en el territorio nacional proyectando que la instalación de una aplicación móvil en los teléfonos celulares seria también de fácil acceso.

Además de lo anterior se debe tener en cuenta el sistema operativo del móvil que está más orientado a la conectividad inalámbrica, conviene enfatizar que según la publicación realizada por (Tecnósfera, 2017) en EL TIEMPO, el sistema operativo Windows había sido líder mundial durante casi 40 años como el más utilizado en el mundo con un 37,91% mientras que ahora el 37,93% de los usuarios navega desde un dispositivo Android. Sin embargo, en Colombia Windows sigue siendo líder, con una participación del 55,85% le sigue Android con 26%, OS X con 10,73% e iOS de Apple, con 3,75%, estadísticas que

sirven de base para analizar los sistemas operativos en los que el modelo de la aplicación móvil puede funcionar.

## **11.2 Aplicaciones móviles en los Sistemas de alerta temprana**

Desde el momento en que la tecnología se arraiga en nuestro espacio de vida, se logra apreciar que ha sido una herramienta de gran ayuda para resolver problemas de forma eficiente, sumado con el desarrollo de las aplicaciones móviles que se caracterizan por ser útiles, dinámicas, fáciles de instalar y manejar, existen aplicaciones que se enfocan en dar noticias, juegos, redes sociales, mensajería instantánea, deportes, idiomas etc. y la mayoría de ellas tienen acceso de forma gratuita que se descargan en las tiendas virtuales proporcionadas por los sistemas operativos instalados en los dispositivos. Lo mismo ocurre con el desarrollo de aplicaciones móviles en la gestión del riesgo como herramienta útil que aporta información sobre un desastre en curso o inminente y las acciones de prevención y respuesta ante el evento.

En este sentido cabe destacar el desarrollo de las siguientes aplicaciones móviles como:

### ***11.2.1 SATEMóvil: Aplicación de alertas tempranas para telefonía móvil:***

Desarrolla en Cuba por (Ravelo & Milanés, 2017) este sistema permite la recepción de las alertas para eventos hidrometeorológicos extremos y sismos que contribuyen a mantener informada a la población de manera más rápida y eficiente.

La aplicación cuenta con una introducción donde se le muestra al usuario las funcionalidades con las que contará, entre las que se encuentran recibir diferentes tipos de alertas, así como conocer el mapa y la ubicación del evento extremo que genero la alerta, los tipos de alerta, los tipos de inscripciones para recibir la alerta y las configuraciones de la aplicación.

### ***11.2.2 Aplicación SIATA:***

La aplicación para celulares SIATA, implementada en el Área metropolitana del Valle de Aburrá en Antioquia, permite proporcionar información sobre las condiciones del estado del tiempo disponible para dispositivos IOS y Android, en la App Store o Google Play de forma gratuita en el link de descarga:

[https://play.google.com/store/apps/details?id=co.gov.siata.siata\\_android\\_app&hl=es\\_CO&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=co.gov.siata.siata_android_app&hl=es_CO&gl=US).

La aplicación cuenta con información acerca del SIATA, pantalla de inicio, mapa de nubes, mapa de estaciones, menú principal, pronóstico del día en cuatro ventanas madrugada, mañana, tarde y noche, ICA estación, estaciones de monitoreo, estación pluviométrica o meteorológica, imagen y animación radar, capas, elevación, temperatura, probabilidad de lluvia y red de cámara en tiempo real.

### *11.2.3 Diseño y desarrollo de un APP para un SAT de Arroyos:*

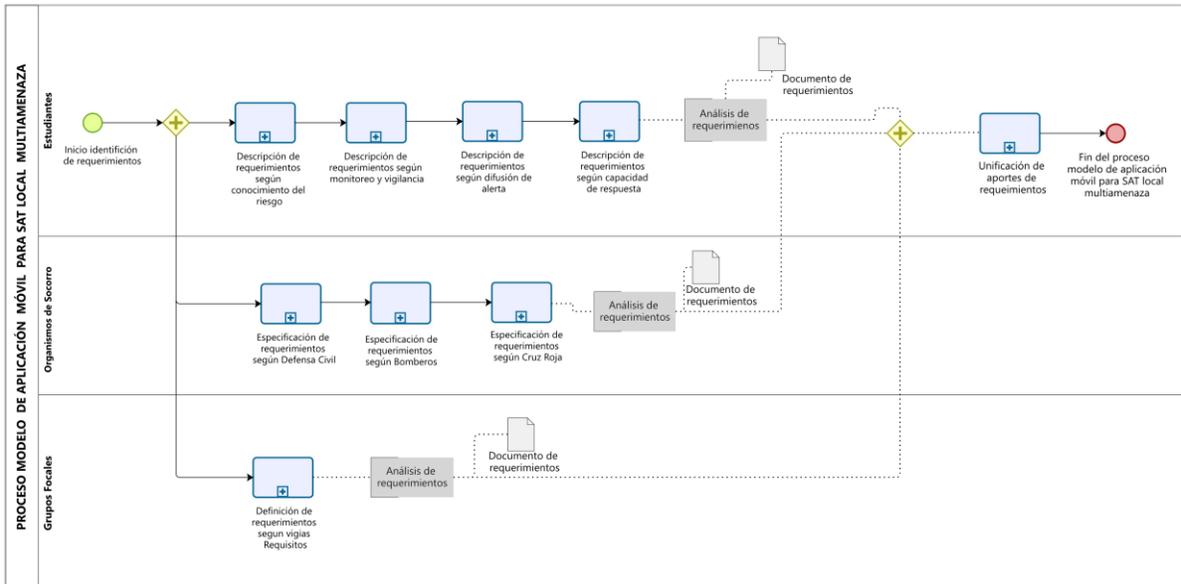
El trabajo de grado realizado por (Raad Licon & Villa Pedraza, 2014) de la Universidad de la Costa, en la ciudad de Barranquilla denominado diseño y desarrollo de una aplicación móvil de dispositivos Android para un sistema de alerta temprana de los arroyos tiene como finalidad enviar alertas preventivas hacia los dispositivos, acerca de situaciones de alto riesgo que se puedan presentar por el alto caudal de los arroyos.

La aplicación cuenta con una interfaz de bienvenida, menú principal con la vista del mapa y sus respectivas convenciones, el filtro de los tipos de arroyo, el cálculo de la ruta para evitar el arroyo, así como las opciones de recargar mapa, ayuda y créditos.

### **11.3 Proceso de modelo de aplicación móvil para SAT local multiamenaza**

Este proceso nos indica los subprocesos necesarios que se requieren para la elaboración de la aplicación móvil para el SAT local multiamenaza, este proceso nos muestra el resultado de la unificación de los requerimientos mencionados por organismos de socorro, grupos focales y estudiantes. En la Figura 21 muestra la herramienta de modelado para proceso la aplicación móvil para el SAT local multiamenaza.

**Figura 21** Proceso de modelo de aplicación móvil para SAT local multiamenaza



*Nota. Elaboración propia.* “Esta elaboración se hace a partir de la revisión de los antecedentes, encuestas y grupos focales”

#### 11.4 Requerimientos y diagrama de la aplicación móvil

Los requerimientos necesarios para el modelo de la aplicación móvil se basaron, en primer momento, en la revisión del desarrollo de aplicaciones móviles para amenazas que se incluyen en la gestión del riesgo con el desarrollo de interfaces de fácil uso, que cumplan con los requerimientos indispensables de información de la amenaza como los ya mencionados desarrollados en Cuba y Colombia, en un segundo momento, en la identificación de las amenazas estudiadas en el plan municipal de gestión del riesgo del municipio de Popayán como lo son: sismos, movimiento en masa, inundación, avenida torrencial, incendio de cobertura vegetal, vendaval; en tercer momento en los análisis de los resultados que arrojó la encuesta realizada a las instituciones.

Las funciones y descripción de los requerimientos, se relacionan con los cuatro componentes del SAT, de acuerdo con los análisis y datos recogidos en el presente capítulo, a continuación, se muestra la herramienta de modelado con los respectivos requerimientos establecidos los antecedentes, se expresan en las siguientes Tablas 45, 46, 47 y 48.

**Tabla 45** *Requerimientos según el conocimiento del riesgo*

| <b>Conocimiento del Riesgo</b> |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Función</b>                 | <b>Descripción</b>  |
| Menú de inicio                 | Se despliegan los iconos que integran el funcionamiento de la aplicación móvil.   |
| Mapa de ubicación              | Se toma el punto de ubicación en el mapa base.  |
| Fecha y hora                   | Se registra la fecha y hora del evento  |
| Tipo de amenaza                | Descripción de cada una de las amenazas: Sismo, inundación, movimiento en masa, avenida torrencial, incendios forestales, vendaval. |
| Registro de eventos            | Información histórica de los eventos  |

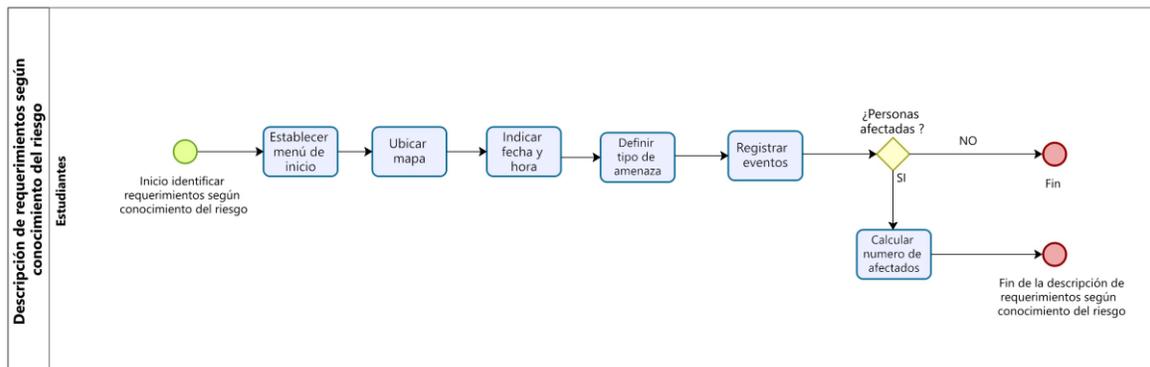
|                     |  |
|---------------------|--|
| Número de afectados | Indicar el número de personas afectadas por el evento. |
|---------------------|--|

*Nota:* Elaboración propia. “Esta elaboración se hace a partir de la revisión de los antecedentes ya mencionados”

#### 11.4.1 Proceso descripción de requerimientos según conocimiento del riesgo

Este proceso nos señala las actividades, para la descripción de los requerimientos en el componente de conocimiento del riesgo que se necesitan para implementar en la aplicación móvil, como resultado nos muestra los parámetros requeridos para la descripción según el conocimiento del riesgo. En la Figura 22 se muestra la herramienta de modelado para la descripción de requerimientos según el conocimiento del riesgo.

**Figura 22** Descripción de requerimientos según el conocimiento del riesgo



Powered by  
 Modeler

*Nota.* Elaboración propia. “Esta elaboración se hace a partir de la revisión de los antecedentes ya mencionados”

**Tabla 46** *Requerimientos según el monitoreo y vigilancia*

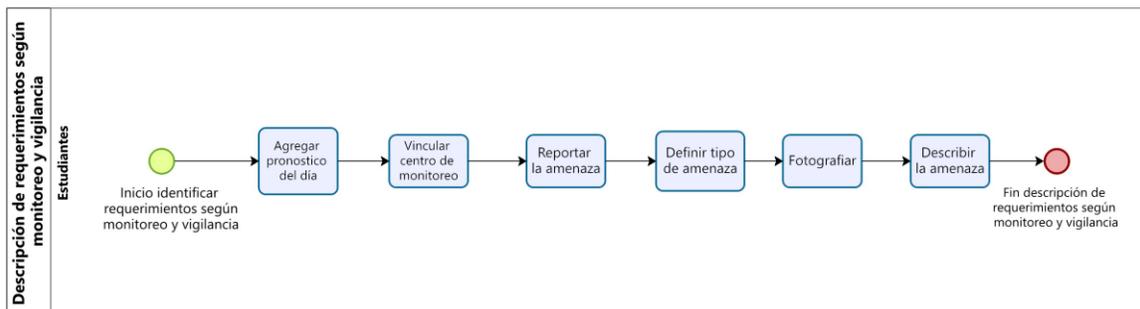
| <b>Monitoreo y vigilancia</b> |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Función</b>                | <b>Descripción</b>  |
| Pronostico del día            | Se articula con la información suministrada por el IDEAM e imágenes de radar.   |
| Centro de monitoreo           | Articulación en tiempo real con los centros de monitoreo de las amenazas: SGC, SAT del Rio molino, IDEAM y las subestaciones. |
| Reporte de la amenaza         | El usuario selecciona el tipo de amenaza al que está expuesto.  |
| Fotografía                    | La amenaza se registra por medio de una fotografía  |
| Descripción                   | Breve descripción del fenómeno amenazante   |

*Nota:* Elaboración propia. “Esta elaboración se hace a partir de la revisión de los antecedentes ya mencionados”

#### ***11.4.2 Proceso descripción de requerimientos según monitoreo y vigilancia***

Este proceso nos señala las actividades establecidas, para la descripción de los requerimientos necesarios en monitoreo y vigilancia, como resultado muestra los parámetros necesarios según el monitoreo y vigilancia para tener en cuenta en la aplicación móvil. En la Figura 23 se muestra la herramienta de modelado para el proceso de descripción de requerimientos según el monitoreo y vigilancia.

**Figura 23** Descripción de requerimientos según el monitoreo y vigilancia



Powered by  
 Modeler

*Nota. Elaboración propia.* “Esta elaboración se hace a partir de la revisión de los antecedentes ya mencionados”

**Tabla 47** Requerimientos según la difusión de alerta

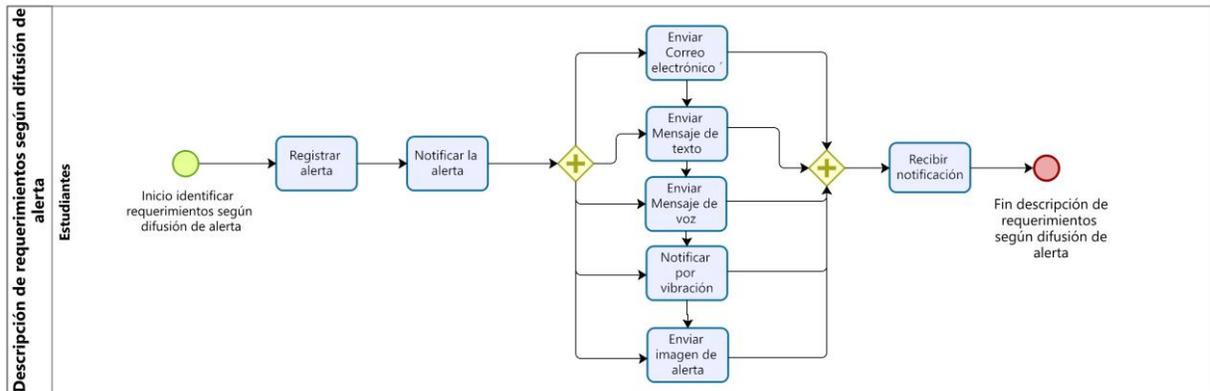
| Difusión de alerta         |   |
|----------------------------|---|
| Función                    | Descripción   |
| Registro                   | Se crea el usuario y la contraseña  |
| Notificación               | El usuario elije la notificación de la alerta                                 |
| Correo electrónico         | Se notifica la alerta por medio del correo electrónico                        |
| Mensaje de texto           | Se envía un mensaje de texto corto notificando la alerta                      |
| Mensaje de voz             | Se envía un mensaje de voz pre grabado notificando la alerta                  |
| Notificación por vibración | Se emite una señal con tono y vibración a los teléfonos notificando la alerta |
| Imagen de Alerta           | Se envía una imagen indicando la alerta                                       |

*Nota:* Elaboración propia. “Esta elaboración se hace a partir de la revisión de los antecedentes ya mencionado”

### 11.4.3 Proceso descripción de requerimientos según difusión de alerta

Este proceso nos indica las actividades requeridas para la descripción de los elementos necesarios para la difusión de la alerta, este proceso nos deja como resultado los medios para la notificar y recibir la alerta. En la Figura 24 muestra la herramienta de modelado para proceso descripción de requerimientos según difusión de la alerta.

**Figura 24** Descripción de requerimientos según difusión de alerta



Powered by  
 Modeler

*Nota. Elaboración propia.* “Esta elaboración se hace a partir de la revisión de los antecedentes ya mencionado”

**Tabla 48** Requerimientos según la capacidad de respuesta

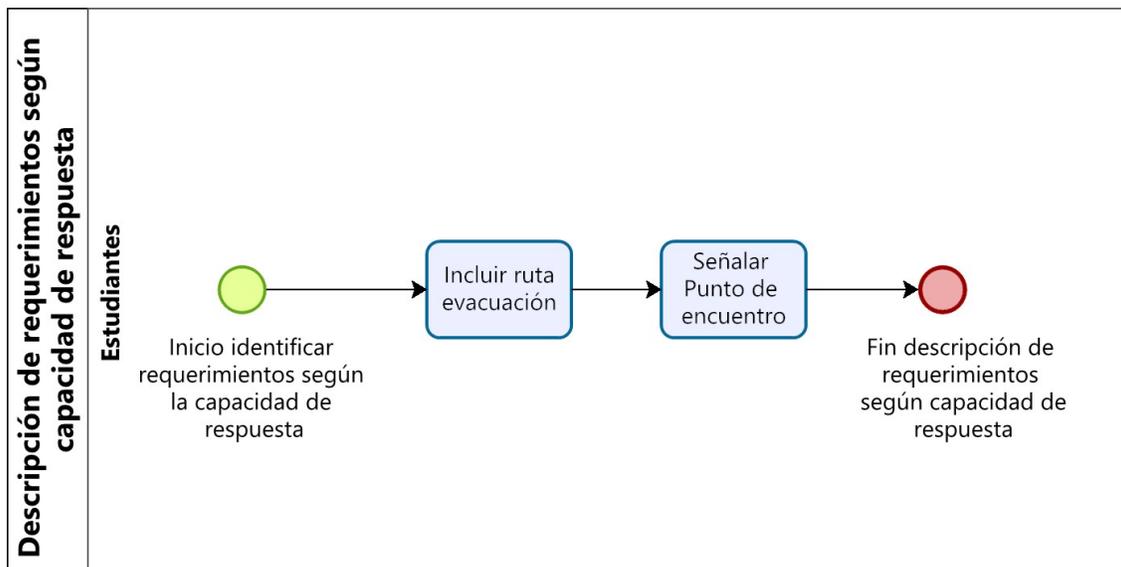
| Capacidad de respuesta |   |
|------------------------|---|
| Función                | Descripción                                   |
| Ruta de evacuación     | Se despliega una ruta alterna para protegerse |
| Puntos de encuentro    | Se indica el punto de encuentro más cercano   |

*Nota:* Elaboración propia. “Esta elaboración se hace a partir de la revisión de los antecedentes ya mencionado”

#### 11.4.4 Proceso descripción de requerimientos según capacidad de respuesta

Este proceso nos señala las actividades requeridas para descripción de la capacidad de respuesta, como resultado incluye la ruta de evacuación y punto de encuentro para la aplicación móvil. En la Figura 25 muestra la herramienta de modelado para el proceso de descripción de requerimientos según capacidad de respuesta.

Figura 25 Descripción de requerimientos según capacidad de respuesta



Powered by  
bizagi  
Modeler

*Nota. Elaboración propia.* “Esta elaboración se hace a partir de la revisión de los antecedentes ya mencionado”

#### 11.5 Requerimientos según organismos de socorro y grupos focales

En este apartado se evidencia los resultados esenciales para el diseño preliminar de la aplicación móvil. Se llevaron a cabo dos enfoques: el primero se estableció mediante un formulario vía Google Forms para obtener la perspectiva de los organismos de socorro. Durante este proceso, se destacó la importancia de las instituciones en la gestión de riesgos y la necesidad de una aplicación móvil que respalde el sistema de alerta temprana del Río Molino.

El segundo momento, implicó conversaciones con los vigías inscritos en la Secretaría Agroambiental de Desarrollo y Fomento Económico mediante una encuesta con preguntas orientadoras donde se recopilaban valiosas recomendaciones y necesidades basadas en la experiencia de estos individuos con respecto al área del Río Molino.

#### ***11.5.1 Análisis de resultados de encuesta aplicado a organismos de socorro***

Para la recolección de datos de información se realizó una encuesta virtual por la aplicación Google Forms, a la Defensa civil, Bomberos de Popayán y Organismos de Socorro que integran los Comités de Gestión de Riesgo de Desastre (Ver anexo A).

Se realizaron doce preguntas de tipo abierta y cerrada, todas con obligatoriedad de respuesta para tener una mejor recolección de información, donde se busca identificar el conocimiento que poseen ante la gestión del riesgo, los alcances que tienen al momento de una amenaza y la importancia de una aplicación móvil como alternativa de apoyo al SAT del Río Molino.

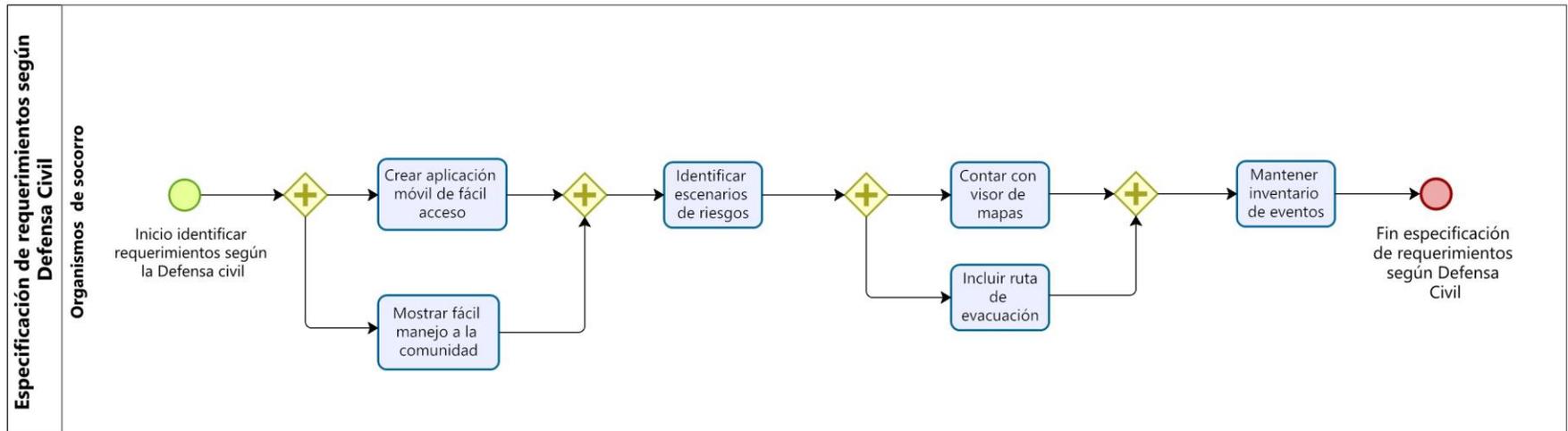
Por otra parte, las instituciones encuestadas, ante las preguntas relacionadas con la implementación e importancia de la aplicación móvil, consideran la necesidad de esta herramienta como apoyo al SAT del Río Molino, que sea de fácil acceso, gratuita que incluya inventario de los acontecimientos que han ocurrido para determinar posibles causas y estar alerta en las zonas de amenaza, también incluir un directorio telefónico de los organismos de socorro, con una interfaz o visor de mapas de zonas de riesgo con sus respectivas coordenadas para las comunidades directamente vulnerables, en este sentido los organismos de socorro hacen la difusión de la alerta por medio de los celulares, sirenas, pitos, radio teléfonos y la articulación con el equipo de trabajo que desde la Oficina de Gestión del Riesgo de Desastre de la Alcaldía de Popayán.

A continuación, se muestra la herramienta de modelado con los respectivos requerimientos establecidos según los organismos de socorro.

### ***11.5.2 Proceso especificación de requerimientos según Defensa Civil***

Este proceso nos muestra las actividades necesarias para la especificación de los requerimientos mencionados por la Defensa Civil, logrando como resultado, los requisitos sugeridos para la aplicación móvil. En la Figura 26 muestra la herramienta de modelado para proceso de especificación de requerimientos según defensa civil.

Figura 26 Especificación de requerimientos según Defensa Civil



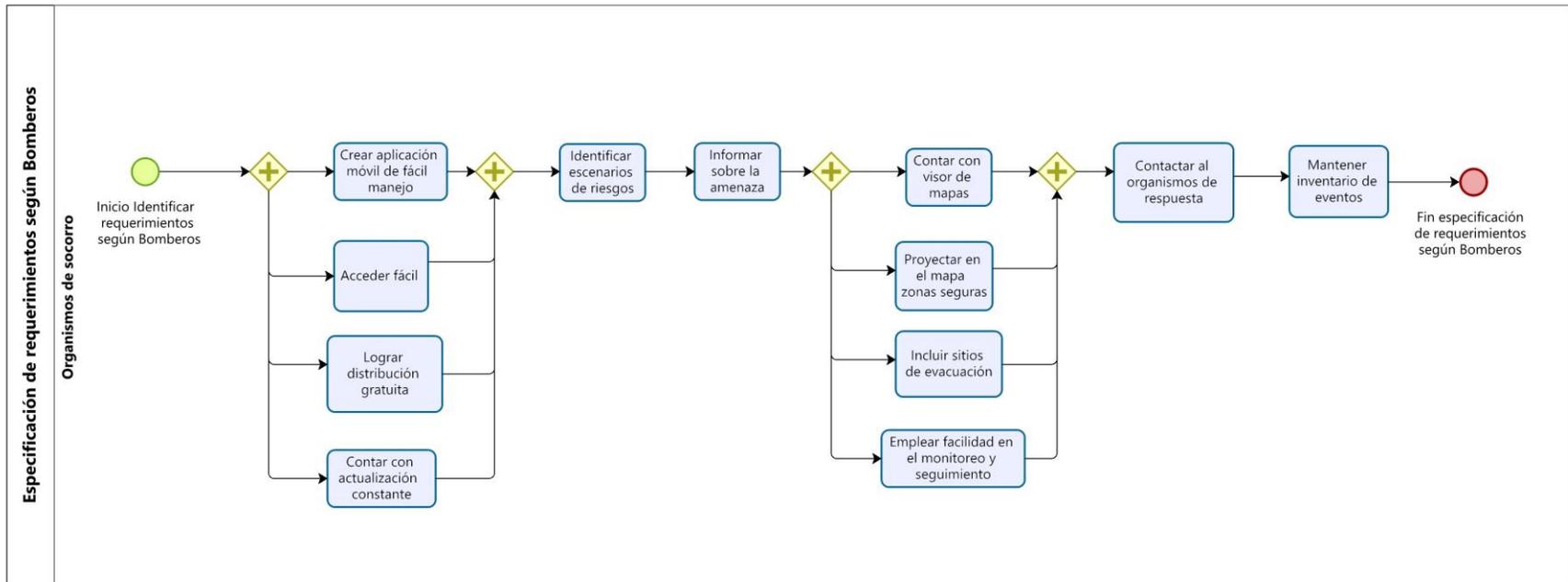
Powered by  
b3o3g Modeler

Nota. Elaboración propia. “Esta elaboración se hace a partir de las encuestas realizadas”

### ***11.5.3 Proceso especificación de requerimientos según Bomberos***

Este proceso nos indica las actividades necesarias para la especificación de los requerimientos según Bomberos, como resultado de este proceso nos muestra las recomendaciones a integrar en aplicación móvil. En la Figura 27 muestra la herramienta de modelado para proceso de especificación de requerimientos según bomberos.

**Figura 27** Especificación de requerimientos según Bomberos



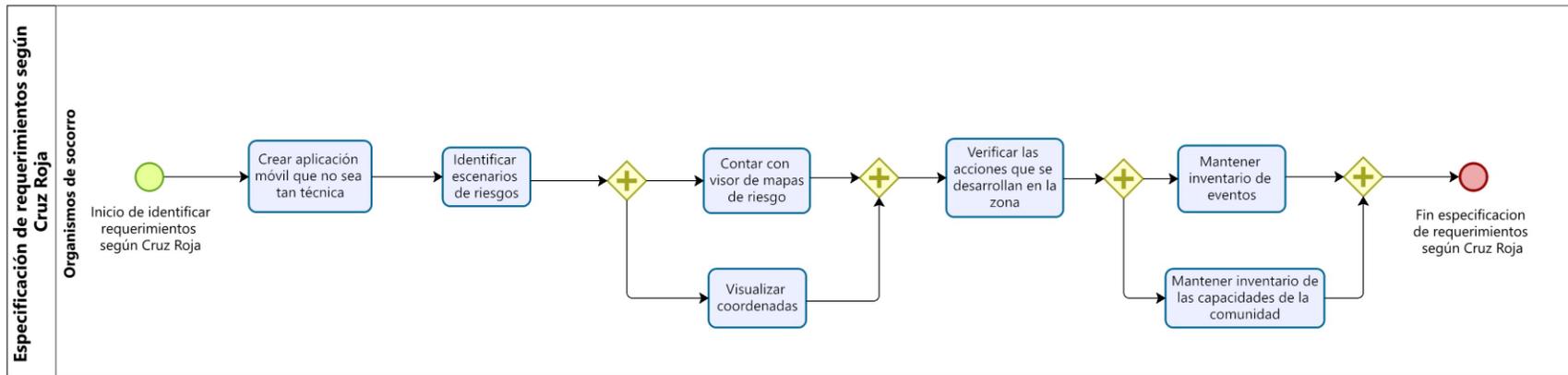
Powered by  
brazgr  
Modeler

*Nota. Elaboracion propia.* “Esta elaboración se hace a partir de las encuestas realizadas”

#### ***11.5.4 Proceso especificación de requerimientos según Cruz Roja***

Este proceso nos señala las actividades necesarias para la especificación de requerimientos según Cruz Roja. Permite establecer los parámetros recomendados para la implementación de aplicación móvil, logrando como resultado de este proceso la especificación de requerimientos. En la Figura 28 muestra la herramienta de modelado para proceso de especificación de requerimientos según Cruz Roja.

Figura 28 Especificación de requerimientos según Cruz Roja



Powered by  
b2wagi  
Modeler

Nota. Elaboración propia. “Esta elaboración se hace a partir de las encuestas realizadas”

### *11.5.5 Análisis de encuesta aplicada a grupos focales según grupos focales*

El día 5 de mayo del 2023 se realizó el conversatorio con los vigías del río Molino, para el estudio de requerimientos de una aplicación móvil como apoyo al sistema de alerta temprana en la zona rural y urbana del municipio de Popayán, se desarrollaron preguntas donde se logra inferir que los vigías son los actores principales que conocen las dinámicas de la cuenca. (Ver anexo B).

En la memoria de la comunidad está muy presente el evento ocurrido el 24 de diciembre de 2013, donde se presentó la creciente del río Molino con flujos de lodo y empalizadas a causa de las fuertes lluvias y los deslizamientos que causaron daños a la infraestructura y a los sistemas productivos ubicados en la parte alta, media de la cuenca y la zona urbana de Popayán.

Dentro del conversatorio se logró inferir que existe una comunicación entre la Oficina Asesora de Gestión de Riesgo de la alcaldía de Popayán (OAGRD) y los vigías, pero el papel que ellos ejercen es fundamental porque, están presentes desde el monitoreo del caudal del río, el reporte de las precipitaciones, la identificación de riesgos, hasta la comunicación con la institucionalidad en caso de una emergencia.

En este sentido los vigías expresan las necesidades que existen, como los cambios de administraciones, los desafíos de la cobertura de señal tanto telefónica como de internet y la carencia en educación y apropiación de los temas relacionados con la gestión del riesgo para que la comunidad este en la capacidad de responder adecuadamente ante las amenazas para lograr vivir en armonía con el río.

Ahora bien, el desarrollo de una aplicación móvil que sea de apoyo al SAT del río Molino, fue considerado por los vigías como un mecanismo que aportaría mayor acercamiento a los cambios que se presenten en el río sugiriendo que la interacción de este aplicativo fuera en tiempo real, donde se logre plasmar los riesgos que existen, con fotografías y localización GPS, así como geovisor de mapa de riesgo, rutas de evacuación, características del suelo y que se alerte por medio de mensajes de texto, mensaje de voz, imagen o flayer.

*Figura 29 Encuentro con los vigías*



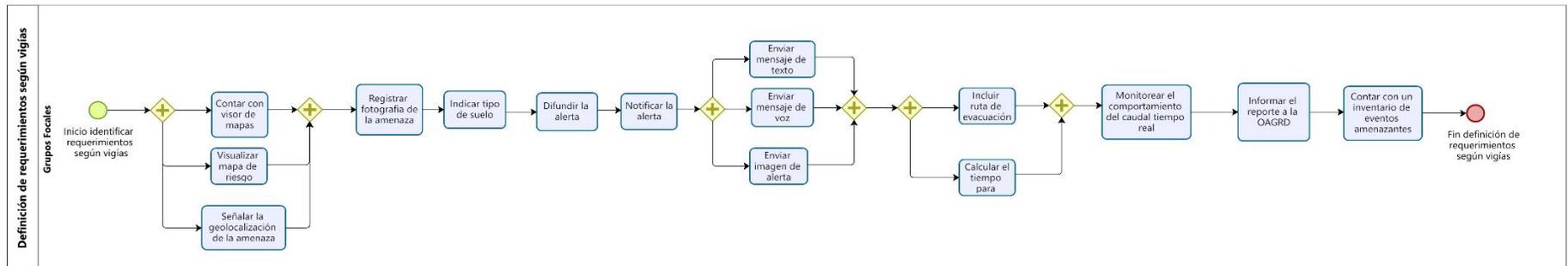
*Fuente: Conversatorio vigías Rio Molino, 5 de mayo de 2023.*

Por último, se realiza una relación entre el conversatorio realizado a los vigías, con el ejercicio que realizó el acuerdo de voluntades de la cuenca del Rio Molino en el año 2015; deduciendo que el progreso de los sistemas de alerta temprana ha sido paulatino, debido a que las autoridades locales están poco preparadas ante un eventual amenaza y la ausencia del fortalecimiento de los procesos de gestión ambiental, capacidad de respuesta, capacitación, educación y credibilidad de las misma institucionalidad intensifican la problemáticas de estas necesidades. Se rescata que dentro de cada periodo de gobierno hay un interés por mejorar el funcionamiento del SAT del Rio Molino ya sea desde la instalación de equipos para monitoreo del afluente, la comunicación radial de los vigías con la OAGR y capacitaciones a los interesados por la gestión del riesgo, se expresa que el SAT debería ser articulado de manera armónica con la institución y la comunidad y que su funcionamiento ya este determinado para que los cambios de gobiernos no afecte el SAT y sea más eficiente y eficaz al momento de presentarse un evento amenazante.

#### ***11.5.6 Proceso definición de requerimientos según grupos focales***

Este proceso nos indica las actividades necesarias para la definición de los requerimientos según vigías, como resultado nos muestra las sugerencias mencionadas por los vigías. En la Figura 30 muestra la herramienta de modelado para el proceso de definición de requerimientos según vigías.

**Figura 30** Definición de requerimientos según vigías



*Nota:* Elaboración propia. “Esta elaboración se hace a partir del conversatorio realizado con los grupos focales”

## 12 Conclusiones

A partir de la investigación realizada se demuestra que existe un amplio marco referencial para abordar el conocimiento de los inicios y orígenes de la alerta temprana donde los gobiernos deben hacer uso aplicable y efectivo de estos lineamientos, así como lo expresa el Marco de acción de Hyogo<sup>2</sup> aumentar la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres.

En relación con el diagnóstico realizado desde los casos de sistemas de alerta temprana a escala global, nacional y local, se evidencia que existe responsabilidad por parte de los gobiernos al implementarlos como mecanismos necesarios en la gestión del riesgo, muchos de ellos con una buena estructura enfocada en el conocimiento y análisis del riesgo, en el monitoreo y vigilancia, con buenos mecanismo de difusión de alertas, así como también con la capacidad de respuesta ante los desastres.

Los conversatorios con los vigías comunitarios revelaron el valioso trabajo que han realizado en beneficio de la cuenca del Río Molino al destacar la importancia del Sistema de Alerta Temprana para la protección de las personas expuestas a riesgos. Además, enfatizaron la necesidad de implementar una aplicación móvil como apoyo a dicho sistema.

Los organismos de socorro desempeñaron un papel fundamental en la investigación. A través de una encuesta virtual, compartieron información sobre sus roles en el Sistema de Alerta Temprana y cómo una aplicación móvil podría contribuir a este sistema en el contexto del Río Molino.

Mediante el estudio realizado se evidencia que el modelo de una aplicación móvil enfocada en los sistemas de alerta temprana en el municipio de Popayán, corresponde a un gran aporte tanto para los entes administrativos como para la comunidad en general por el fácil acceso al

---

<sup>2</sup> Por Marco de Acción de Hyogo se entiende “La Conferencia constituyó una oportunidad excepcional para promover un enfoque estratégico y sistemático de reducción de la vulnerabilidad a las amenazas/peligros y los riesgos que éstos conllevan. Puso de relieve la necesidad y señaló los medios de aumentar la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres” Pag 1. EIRD de las Naciones Unidas, Marco de Acción de Hyogo para Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres, 2015. [en línea] disponible:<https://www.eird.org/cdmah/contenido/hyogo-framework-spanish.pdf>

reporte de la emergencia, al conocimiento del riesgo y al reporte el tiempo real y temprano del posible desastre, con el fin salvaguardar la vida de las personas y evitar graves consecuencias.

Los cuatro componentes del SAT: conocimiento del riesgo, monitoreo y vigilancia, difusión de la alerta, capacidad de respuesta, fueron indispensables para el desarrollo de la investigación, ya que a partir de ellos se orientan los requerimientos que debería tener la aplicación móvil, complementados con los ejercicios de encuesta aplicado a los organismos de socorro quienes manifestaron que la APP debería ser gratuita, de fácil acceso, que incluya inventario de los acontecimientos que han ocurrido para determinar posibles causas y estar alerta en las zonas de amenaza, un visor de mapas de zonas de riesgo con coordenadas, y un directorio telefónico de los organismos de socorro, así mismo, el conversatorio realizado con los vigías del río Molino predomina para que la investigación fuera asertiva debido al conocimiento y al proceso que llevan dentro de la cuenca, manifestaron que la APP contribuiría a que las alertas de peligro fueran en tiempo real que se notifiquen por medio de mensajes de texto, mensaje de voz, imagen o flayer; recomendando que se lograra plasmar los riesgos que existen con fotografías, localización GPS y la importancia de tener geovisor de mapa de riesgo con rutas de evacuación y características del suelo.

### **13 Recomendaciones**

Se sugiere que las instituciones a nivel nacional, departamental y local articulen los procesos de la gestión del riesgo con las actualizaciones que se han realizado, como la nueva versión de la guía para el desarrollo de sistemas de alerta temprana SAT 2021.

Es necesario que exista una buena articulación entre las Vigías y las instituciones pertenecientes al consejo municipal de gestión del riesgo en el municipio de Popayán, para lograr mejores resultados en el desarrollo de los sistemas de alerta temprana para formar a los ciudadanos tanto en la gestión del riesgo como en los SAT.

Para continuar con el diseño de una aplicación móvil en una zona urbana del municipio de Popayán que integren los conocimientos pertinentes para su desarrollo e implementación se recomienda mejorar los problemas de conectividad de las redes de telefonía y señal radial desde los respectivos entes competentes del área de telecomunicaciones, con el fin de establecer una alerta oportuna entre la comunidad y los involucrados en la gestión de riesgo de desastre.

## 14 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvear, L., & Recaman, L. (2015). *Gestión ambiental comunitaria del riesgo para la prevención de desastres subcuena rio Molino, zona rural de municipio de Popayán, Cauca.*
- Caicedo Arias, M. S., & Ortiz Navia, D. Y. (2020). *CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA PARTICIPATIVA DEL RÍO MOLINO, ORIENTADO AL ANÁLISIS DE DATOS HIDROMETEREOLÓGICOS.*
- CDGR, & Oficina de Gestión de Riesgo. (2013). *PROTOCOLO DE RESPUESTA ANTE HURACANES PARA SAN ANDRÉS ISLA.*  
[https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/27245/Protocolo\\_Huracanes\\_San Andres.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/27245/Protocolo_Huracanes_San_Andres.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- CMGRD.; Popayan. (2017). *PLAN MUNICIPAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DE POPAYÁN* [Documento de trabajo].
- CMGRD., & Popayan. (2017). *FORMULACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL DE GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRE DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN* [DOCUMENTO DE HISTORICIDAD DE EVENTOS DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN].
- COI. (2019). *La Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO.*
- Comunidad Andina. (2018). GLOSARIO DE TÉRMINOS Y CONCEPTOS DE LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES PARA LOS PAÍSES MIEMBROS DE LA COMUNIDAD ANDINA. In *Decisión 825* (Secretaría, pp. 4–23).
- Congreso de Colombia. (1988). *Ley 46 de 1998 POR LA CUAL SE CREA Y ORGANIZA EL SISTEMA NACIONAL PARA LA PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRES, SE OTORGA FACULTADES EXTRAORDINARIAS AL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES.*  
[http://www.ideam.gov.co/documents/24024/26915/C\\_Users\\_hbarahona\\_Desktop\\_Monica+R\\_normas+pag+web\\_ley+46+de+1988.pdf/7990561a-63f5-4927-9c91-fad4e81383a7](http://www.ideam.gov.co/documents/24024/26915/C_Users_hbarahona_Desktop_Monica+R_normas+pag+web_ley+46+de+1988.pdf/7990561a-63f5-4927-9c91-fad4e81383a7)
- Congreso de Colombia. (1997). *Ley 388 de 1997 Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y*

la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones.  
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=339#:~:text=->  
Los municipios con población inferior, de ordenamiento de su territorio.

Congreso de Colombia. (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.*  
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=47141>

Congreso de la Republica. (2012). LEY 1523 DE 2012, (abril 24). *Diario Oficial No. 48.411, 24 de abril*, 1–48.

Copernicus. (n.d.). *Sistema Europeo de Alerta de Inundaciones*. Copernicus.  
<https://www.copernicus.eu/es/sistema-europeo-de-alerta-de-inundaciones>

Cortés, A. (2018, October 9). En La Dorada instalan sensor para medir el nivel del Río Magdalena. *LA PATRIA.COM*. <https://www.lapatria.com/caldas/en-la-dorada-instalan-sensor-para-medir-el-nivel-del-rio-magdalena-424609>

Cuello, J., & Vittone, J. (2013). LAS APLICACIONES. In *Diseñado app para móviles* (p. 14).

DANE. (2021). *Boletín Técnico Encuesta de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en hogares ENTIC Hogares 2021*.  
[file:///C:/Users/ACER/Downloads/bol\\_entic\\_hogares\\_2021.pdf](file:///C:/Users/ACER/Downloads/bol_entic_hogares_2021.pdf)

EIRD. (2003). El Año Internacional del Agua Dulce y la EIRD. *EIRD Capsulas Informativas, Numero 1*. <https://www.unisdr.org/2006/highlights/2003/February-March-esp.pdf>

EIRD. (2004). *Plataforma de promoción de Alerta Temprana*.  
<https://www.eird.org/ppew/ppew-index-esp.htm>

EIRD. (2005). Una Plataforma para la Promoción de Alerta Temprana. *EIRD Informa-Revista Para América Latina y El Caribe*, 10.  
[https://www.eird.org/esp/revista/No10\\_2005/index\\_No10e.htm](https://www.eird.org/esp/revista/No10_2005/index_No10e.htm)

EIRD. (2007). *MAH Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los*

- desastres*. [https://www.preventionweb.net/files/1217\\_HFABrochureSpanish.pdf](https://www.preventionweb.net/files/1217_HFABrochureSpanish.pdf)
- El FRENTE. (2019). *Con estas herramientas tecnológicas vigilan zonas aledañas al volcán Cerro Machín*. El Frente. <https://www.elfrente.com.co/web/index.php?ecsmodule=frmstasection&ida=64&idb=143&idc=34195>
- Federación Internacional de Sociedades de La Cruz Roja y de la Media Luna Roja. (2007). *Mozambique: el sistema de alerta temprana de ciclones en la práctica*. [https://www.ifrc.org/Global/Case studies/Disasters/cs-ewe-mozambique-sp.pdf](https://www.ifrc.org/Global/Case%20studies/Disasters/cs-ewe-mozambique-sp.pdf)
- Freund, J., Rucker, B., & Hitpass, B. (2014). *BPMN 2.0 Manual de Referencia y Guía Práctica* (4th ed.). [https://www.academia.edu/17474893/BPMN\\_2\\_0\\_Manual\\_de\\_Referencia\\_y\\_Guía\\_Práctica\\_Spanish\\_Edition](https://www.academia.edu/17474893/BPMN_2_0_Manual_de_Referencia_y_Guía_Práctica_Spanish_Edition)
- Gil, G. (2002). *Herramienta para implementar LEL y escenarios (TILS)* [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Informática.
- IDNDR. (1997). *Guiding Principles for Effective Early Warning* (pp. 3,3-4,4). <https://www.unisdr.org/2006/ppew/whats-ew/pdf/guiding-principles-for-effective-ew.pdf>
- ISDR. (2006). *EWC III Tercera Conferencia Internacional sobre Alerta Temprana Del plan a la acción 27-29 marzo 2006, Bonn, Alemania*. [https://www.unisdr.org/files/608\\_spanish.pdf](https://www.unisdr.org/files/608_spanish.pdf)
- ITIC. (2021). *Advertencia de tsunami de PTWS*. [http://itic.ioc-unesco.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1942:ptws-tsunami-warning-video&catid=2183:awareness-education-ptws-tsunami-warning-video&Itemid=2634](http://itic.ioc-unesco.org/index.php?option=com_content&view=article&id=1942:ptws-tsunami-warning-video&catid=2183:awareness-education-ptws-tsunami-warning-video&Itemid=2634)
- Lopez, A. D. (2004). *SAT por inundacion experiencia El Salvador*. <http://www.snet.gob.sv/Publicaciones/SATElSalvador.PDF>
- Lopez, M. (2015). *Alerta sísmica temprana con aplicacion regional*.

[https://publicaciones.defensa.gob.es/media/downloadable/files/links/b/o/bol\\_roa\\_1\\_beca-alvargonzalez-2015.pdf](https://publicaciones.defensa.gob.es/media/downloadable/files/links/b/o/bol_roa_1_beca-alvargonzalez-2015.pdf)

Martinez, M. (2015). *CONVENIO UPTC-IGAC PROGRAMA DE DOCTORADO EN GEOGRAFÍA LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO DEL RIESGO DE DESASTRE Epistemología, teorías y metodología de los estudios desde una perspectiva geográfica AUTORA: MARTHA TERESA MARTÍNEZ RUBIANO UNIVERSID*. Unibersidad Pedagógica y tecnológica de Colombia.

Naciones Unidas. (2015a). *Asamblea general marco de Sendai para la reduccion del riesgo de desastre*.  
[https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/20093/Marco\\_de\\_Sendai\\_Reducccion\\_del\\_Riesgo\\_2015-2030.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/20093/Marco_de_Sendai_Reducccion_del_Riesgo_2015-2030.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Naciones Unidas. (2015b). *Marco de Sendai para la reducción del riesgo de desastre*.  
[https://www.unisdr.org/files/43291\\_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf](https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf)

Norambuena C, R. (2011). *Diagnóstico de los Sistemas de Alerta Temprana ante Tsunami en el Pacífico Sudeste*. <http://cpps.dyndns.info/cpps-docs-web/dircient/tsunamis/DIAGNOSTICO SAT Tsunami - Pacifico Sur.pdf>

OAGRD. (2017). *FORMULACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL DE GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRE DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN [DOCUMENTO DE HISTORICIDAD DE EVENTOS DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN]*.

OEM. (2021). *¿Está listo para el próximo terremoto?* [Flyer]. OREGON.GOV.  
[https://www.oregon.gov/oem/hazardsprep/Documents/OR\\_OEM\\_Flyer\\_Spanish.pdf](https://www.oregon.gov/oem/hazardsprep/Documents/OR_OEM_Flyer_Spanish.pdf)

OMM. (2018). *Sistemas de Alerta Temprana Multirriesgos: Lista de verificación: Resultado de la primera Conferencia de Alerta Temprana Multirriesgos, 2017*.  
[https://library.wmo.int/?lvl=notice\\_display&id=20378#.YS6QhY5KimV](https://library.wmo.int/?lvl=notice_display&id=20378#.YS6QhY5KimV)

OMM. (2022). *Los sistemas de alerta temprana deben proteger a todo el mundo en un plazo de cinco años*. OMM. <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/los-sistemas-de-alerta-temprana-deben-protoger-todo-el-mundo-en-un-plazo>

- Paramos, EPAM, SGR, & Alcaldía Mayor de Bogotá. (2016). *SISTEMA DE ALERTAS TEMPRANAS PARTICIPATIVO “SAT-P” VALLE DE JESÚS - JUNÍN CUNDINAMARCA*. <https://www.rds.org.co/es/novedades/sistema-de-alertas-tempranas-participativo-sat-p-valle-de-jesus-junin-cundinamarca>
- PDGRD. (2019). *PLAN DEPARTAMENTAL PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES* — PDGRD. <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/28873>
- Popayan, C. . (n.d.). *PROTOCOLO GENERAL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA RIO MOLINO*.
- Presidente de la República de Colombia. (1989). *Decreto Ley 919 de 1989 Por el cual se organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres y se dictan otras disposiciones*. <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/20107>
- Presidente de la República de Colombia. (1998). *Decreto 93 DE 1998 por el cual se adopta el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres*. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=3454>
- Presidente de la República de Colombia. (2013). *Decreto 2890 de 2013 por el cual se crea y reglamenta la Comisión Intersectorial de Alertas Tempranas (CIAT) y se dictan otras disposiciones*. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1499043#:~:text=DECRETO 2890 DE 2013&text=por el cual se crea,y se dictan otras disposiciones>.
- Presidente de la República de Colombia. (2015). *Decreto 2434 de 2015 Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones; 1078 de 2015, para crearse el Sistema Nacional de Telecomunicaciones de Emergencias como parte del Sistema Nacional de Emergencias*. <http://wp.presidencia.gov.co/sitios/normativa/decretos/2015/Decretos2015/DECRETO 2434 DEL 17 DE DICIEMBRE DE 2015.pdf>
- Raad Liconá, A. de J., & Villa Pedraza, D. L. (2014). *Diseño y desarrollo de una aplicación*

*móvil para dispositivos android para un sistema de alerta temprana en la ciudad de Barranquilla* [UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC].  
<https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/673/1140848159-1045692006.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ramón, J., Ramón, D., & Alzate, F. (2017). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA ANTE INUNDACIONES, SEQUÍA E INCENDIOS FORESTALES COMO MEDIDA ADAPTACIÓN A LA VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMATICO*.  
[http://www.edutecne.utn.edu.ar/prodeca-proimca/actas-prodeca-2017/DCA16\\_Sistema-de-Alerta-Tempra.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/prodeca-proimca/actas-prodeca-2017/DCA16_Sistema-de-Alerta-Tempra.pdf)

Ravelo, A., & Milanés, C. (2017). *SATEMóvil: Aplicación de Alertas Tempranas para telefonía móvil dentro del MIZC*.  
[https://www.researchgate.net/publication/318768948\\_SATEMovil\\_Aplicacion\\_de\\_Alertas\\_Tempranas\\_para\\_telefonia\\_movil\\_dentro\\_del\\_MIZC](https://www.researchgate.net/publication/318768948_SATEMovil_Aplicacion_de_Alertas_Tempranas_para_telefonia_movil_dentro_del_MIZC)

SIATA. (2022). *Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá*. SIATA.  
[https://siata.gov.co/sitio\\_web/index.php/quienesSomos](https://siata.gov.co/sitio_web/index.php/quienesSomos)

Tecnósfera. (2017, April 3). Android destrona a Windows como el sistema operativo más usado. *EL TIEMPO*. <https://www.eltiempo.com/tecnosfera/novedades-tecnologia/android-destrona-a-windows-como-el-sistema-operativo-mas-usado-en-red-74448>

UN. (1997). *Medio ambiente y desarrollo sostenible: Decenio internacional para la reduccion de los desastres naturales*.

UN. (1999). *Actividades del Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales*.

UN. (2005). *Informe de la Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres*.  
[https://www.unisdr.org/files/1037\\_finalreportwcdspanish1.pdf](https://www.unisdr.org/files/1037_finalreportwcdspanish1.pdf)

UNESCO. (2021). *En los orígenes de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental*.  
<https://es.unesco.org/courier/2021-1/origenes-comision-oceanografica-intergubernamental>

- UNGRD. (2016). *EL “SAT” SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA EN FUNCIONAMIENTO DE LOS SALGAREÑOS*. <https://doi.org/Bolentín N° 081>
- UNGRD. (2021). *GUÍA PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA*. <http://cedir.gestiondelriesgo.gov.co/>
- Unidas, N. (2002). *Informe de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible Johannesburgo (Sudáfrica), 26 de agosto a 4 de septiembre de 2002*. <https://www.un.org/spanish/conferences/wssd/doconf.htm>
- UNISDR. (2009). *Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres* (pp. 1–40).
- USGS. (2021). *ShakeAlert*. <https://www.usgs.gov/natural-hazards/earthquake-hazards/shakealert>
- Victoria, H. (2018). *DESARROLLO DE UNA APLICACION MOVIL PARA LA PRESENTACION DE INFORMACION A USUARIOS DEL PROGRAMA CALI COMO VAMOS* [Pasantia Institucional]. Universidad Autonoma de Occidente, Facultad de Ingenieria.
- Wilches Malaver, J. (2012). *TIMANÁ SINÓNIMO DE GESTIÓN DEL RIESGO*. [https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/35741/2012\\_06\\_28\\_BP272.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/35741/2012_06_28_BP272.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- WMO. (2019a). *The Second Multi-Hazard Early Warning Conference (MHEWC-II)*. IN-MHEWS. <https://mhews.wmo.int/en>
- WMO. (2019b). *The Second Multi-Hazard Early Warning Conference (MHEWC-II) Early Warning and Early Action towards Sustainable, Resilient and Inclusive Societies 13-14 May 2019, WMO Headquarters, Geneva, Switzerland*. In *IN-MHEWS*. [https://ane4bf-datap1.s3.eu-west-1.amazonaws.com/wmod8\\_mhewc/s3fs-public/2019.03.15\\_mhewc-ii\\_concept-note\\_v8\\_0.pdf?x0TfK0dUc03ngPEOeXQ9VNfAzDZGRgKV=](https://ane4bf-datap1.s3.eu-west-1.amazonaws.com/wmod8_mhewc/s3fs-public/2019.03.15_mhewc-ii_concept-note_v8_0.pdf?x0TfK0dUc03ngPEOeXQ9VNfAzDZGRgKV=)

## 15 ANEXOS

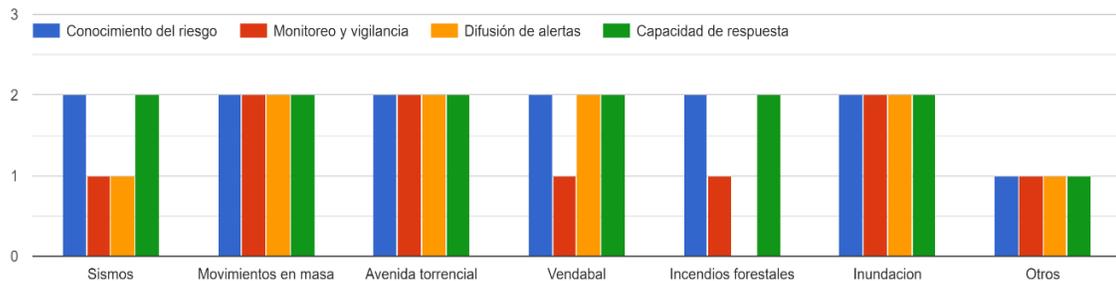
### *Anexo A Encuesta aplicado a organismos*

| Nombre de la institución a la que representa: | 1. ¿De qué manera se ha fortalecido la gestión del riesgo en la institución a la que representa según la Ley 1523 del 2012?             | 2. Teniendo en cuenta los comités municipales para la gestión del riesgo indique a ¿Cuál pertenece la institución a la que representa? | 3. Según el comité municipal al que pertenece mencione ¿Qué acciones coordina y ejecuta dentro de la institución?   | 4. ¿Conoce usted cuales de los escenarios de riesgo identificados en el PMGR están siendo monitoreados actualmente?                                      |
|---|---|--|---|--|
| Defensa civil colombiana seccional cauca      | En el proceso de manejo de desastres ha habido un fortalecimiento institucional con material para comunicaciones                        | Comité municipal para el manejo de desastre  | La respuesta ante las emergencias   | Diferentes ríos y quebradas del municipio  |
| Bomberos Popayán                              | Conocimiento oportuno y veraz de diferentes situaciones que aquejan a la comunidad dando respuesta y lo más importante solución a ellos | Comité municipal para la reducción del riesgo, Comité municipal para el manejo de desastre   | Visitas técnicas y operativas a los comerciantes coordinando y requiriendo mejoras ante posibles respuestas a una emergencia, respuesta oportuna eficiente y eficaz ante emergencia que nos | Alertas tempranas ante emergencias río molino, deslizamientos y movimientos en masa, incendios de cobertura vegetal, inundaciones, avenidas torrenciales |

|                           |   |  |   |   |
|---------------------------|---|--|---|---|
|                           |   |  | atañe la atención frente a nuestras competencias  |   |
| Cruz Roja<br>Julián Prado | Hoy en día la Cruz Roja Colombiana, tiene implementada una política de Gestión del riesgo de Desastres, que, en el marco de nuestros 7 principios, nos permite desarrollar nuestra misión humanitaria en todo el territorio Nacional. | Comité municipal para el conocimiento del riesgo, Comité municipal para la reducción del riesgo, Comité municipal para el manejo de desastre | Actualmente soy el director Seccional de Gestión del riesgo de desastres y soy el responsable del manejo de operaciones con los tres componentes de conocimiento, reducción y manejo. Articulamos acciones con las diferentes organizaciones y entidades para desarrollar trabajos con las comunidades, fortaleciendo las capacidades y la resiliencia. | el de inundación, pero solo hay SAT en la cuenca del Río Molino y vía celular o radio con el río Cauca desde la parte alta con los operarios de la sub estación hidroeléctrica. |

**PREGUNTA 5:**

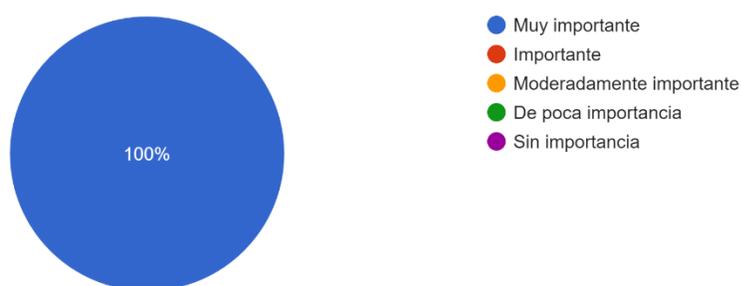
Dentro de los componentes del SAT como participa la institución a la que representa ante los siguientes eventos amenazantes:



El diagrama de barras denota que las instituciones que participan en los componentes del SAT, intervienen con mayor incidencia en los fenómenos relacionados con movimientos en masa, avenida torrencial, inundación, vendaval, y con menor incidencia en los incendios forestales, sismos y otros fenómenos amenazantes, evidenciando que los organismos de socorro si están trabajando de manera articulada con los componentes del SAT y los fenómenos priorizados en el PMGRD.

**PREGUNTA 6:**

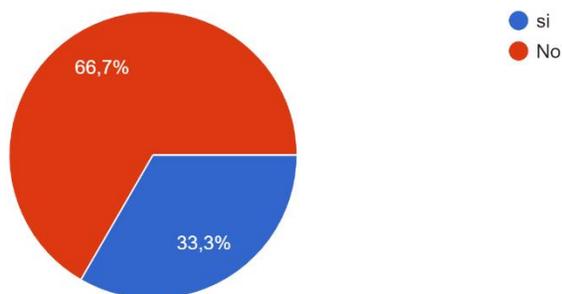
¿Qué tan importante es la implementación de una aplicación móvil para la difusión de alerta temprana en caso de una emergencia?



Los resultados de esta respuesta evidencian que el 100% de las instituciones encuestadas, consideran muy importante la implementación de una aplicación móvil como herramienta importante para la difusión de alerta temprana en caso de una emergencia, que el desarrollo de la tecnología es fundamental en la gestión del riesgo de desastre.

**PREGUNTA 7:**

¿Conoce usted alguna plataforma tecnología que integre la información relacionada con la alerta temprana para alguno de los riesgos que enfrenta el municipio?



En esta pregunta se aprecia que el 66,7% de las instituciones no tienen conocimiento de alguna plataforma tecnología que integre la información relacionada con la alerta temprana para alguno de los riesgos que enfrenta el municipio, el otro 33,3% si conoce alguna plataforma y esta hace referencia al Sistema de alerta temprana del rio molino, evidenciando que aunque es importante la implementación de la herramientas tecnológicas para fortalecer la alerta temprana no se tiene conocimiento sobre el tema.

| Nombre de la institución a la que representa: | 7. ¿Conoce usted alguna plataforma tecnología que integre la información relacionada con la alerta temprana para alguno de los riesgos que enfrenta el municipio? | Si su respuesta es sí, podría especificarlo | 8. ¿Qué características considera que debe tener una aplicación móvil para reportar una amenaza? | 9. ¿Se debería tener un visor de mapas de amenaza en una aplicación móvil? Especifique su respuesta. | Si su respuesta es sí, podría especificarlo |
|---|---|---|--|--|---|
| Defensa civil colombiana seccional cauca      | si  | SAT   | Fácil acceso   | Sí, ya lo hay y es de fácil consulta a la comunidad  |   |

|                     |    |  |   |  |  |
|---------------------|----|--|---|--|--|
| Bomberos<br>Popayán | No |  | Fácil manejo, accesibilidad, de distribución gratuita, zonas seguras dependiendo de la amenaza, contactos de organismos de respuesta, sitios de evacuación, actualización constante | Necesaria, facilitaría el monitoreo y seguimiento además de verificación de zona de posible riesgo de habitantes |  |
| Cruz Roja           | No |  | no debe ser tan técnica, para que sea más amigable con las comunidades.   | sí, con c coordinadas y acciones que se estén desarrollando.   |  |

| Nombre de la institución a la que representa | 10. ¿Considera necesario integrar en la aplicación móvil un inventario que contenga los eventos de mayor incidencia en la zona rural y urbana de Popayán? Especifique su respuesta. | Si su respuesta es otros, podría especificarlo | 11. ¿Qué canales de comunicación están articulados con la alerta temprana para algunos de los escenarios de riesgo identificados? | 12. ¿la institución a la que representa, al momento de una respuesta de emergencia se articula de un sat comunitario? especifique su respuesta | Dirección de correo electrónico          |
|--|---|--|---|--|--|
| Defensa civil colombiana seccional cauca     | Si, ya los hay ejemplo desinventar  |  | Celular   | sí, se articula en una posible evacuación  | juan.sandoval@defensacivil.gov.co        |
| Bomberos Popayán                             | Claro que sí, nos serviría para determinar posibles causas a través de la historia o que pudieran venir relacionados con otros eventos  |  | Radio frecuencia, mapeo y alarmas de subida de nivel de río molino  | Si, contamos con equipos que generan alarmas especialmente al río molino y se coordina con la OAGRD  | coordinadoroperativo@bomberospopayan.org |
| Cruz Roja                                    | si, y también las capacidades de cada comunidad.  |  | megáfonos, cornetas, pitos, celulares, radio teléfonos.   | si, en el del río y Cauca.   | socorrocauca@cruzroja colombiana.org     |

*Anexo B Relatoría entrevista vigías*

**CONVERSATORIO VIGIAS DEL RIO MOLINO, PARA EL ESTUDIO DE REQUERIMIENTOS DE UNA APLICACIÓN MOVIL COMO APOYO AL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA EN LA ZONA RURAL Y URBANA DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN.**

**FECHA:** 31-03-2023

**CONVOCA:** Grupo CYTEC (Ríos urbanos naturalizados), Estudiantes Decimo Semestre De Geografía del Desarrollo Regional y Ambiental, Estudiantes de Decimo semestre de Ingeniería Electrónica y de Telecomunicaciones y Oficina de Gestión de Riesgo y Desastre

**ASISTE:** VIGIAS DAFE

**PROCESO/TEMA:** Conversatorio en torno al Sistema de Alerta Temprana del rio Molino articulando el trabajo de los estudiantes que están realizando alrededor de la cuenca del rio Molino en temas de Monitoreo, Radiocomunicación y Requerimientos APP.

**OBJETIVO:** Conocer las dinámicas del SAT en el rio Molino

**HORA:** 11:00 AM – 1:00 PM

**DESARROLLO DE LA ENTREVISTA**

Se da inicio con el saludo por parte de la profesora Claudia Hernández adscrita a la Facultad de Ingeniería Electrónica y de Comunicaciones dando la bienvenida a los vigías Margot Chagüendo, Rosalba Galíndez y Alexander Casamachin del Rio Molino, Estudiantes y Profesora De Geografía del Desarrollo Regional y Ambiental, Estudiantes y Profesores de Ingeniería Electrónica y de Telecomunicaciones, Oficina de Gestión de Riesgo y Desastre, explicando el objetivo de la realización del conversatorio y así mismo dando inicio a la actividad.

Se da inicio con la primera pregunta orientadora

- 1. ¿Consideran que la aplicación despliegue un geo visor donde se represente información de los puntos de amenaza?**

Entrevistador #1, si sería bueno que se desplegara un geo visor “*estaba buscando un punto de un movimiento en masa que es el más grande que se llama el Punto de la Vertiente, que anteaer estuvimos allá, yo lo manejo por Google Earth O en Avenza Maps donde voy colocando la geolocalización, foto y evidencia porque tenemos que hacer un informe y sería bueno poder localizar en un mapa*”

**2. ¿Creen que esos puntos donde alguna vez se presento movimiento en masa queden dentro de la aplicación?**

El entrevistador # 2 responde que si sería bueno para tener un seguimiento o monitoreo de los eventos que han ocurrido, como son suelos muy frágiles cualquier movimiento telúrico puede ocasionar y puede volver a haber una fracturación, también que la aplicación tenga algo relacionado con la parte técnica del suelo, para poder colocar que en tal punto hay movimiento en masa, con tipo de suelo tal, para poder tener una referencia técnica para que tenga una caracterización.

**CONVERSATORIO VIGIAS DEL RIO MOLINO, PARA EL ESTUDIO DE REQUERIMIENTOS DE UNA APLICACIÓN MOVIL COMO APOYO AL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA EN LA ZONA RURAL Y URBANA DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN.**

**FECHA:** 05-05-2023

**CONVOCA:** Estudiantes Decimo Semestre De Geografía

**ASISTE:** VIGIAS DAFE

**PROCESO/TEMA:** Conversatorio guiado por preguntas de tipo abierta a los vigías del Rio Molino para identificar los requerimientos de una aplicación móvil como apoyo al SAT del Rio Molino.

**OBJETIVO:** Establecer los requerimientos de una aplicación móvil a través del conversatorio con los vigías del Rio Molino.

**HORA:** 3:30PM – 5:00 PM

## DESARROLLO DE LA ENTREVISTA

Se da inicio con el saludo por parte de las estudiantes Ana Yanori Caicedo Arias y Angela Lorena Gallego Huila dando la bienvenida a los vigías y al profesor de la Facultad de Ingeniería Electrónica y de Comunicaciones explicando el objetivo de la realización del conversatorio y así mismo dando inicio a la actividad.

Se da inicio con la primera pregunta orientadora

### **3. ¿Con que regularidad se monitorea el comportamiento del caudal?**

El entrevistado # 1, responde que el monitoreo del caudal lo realiza el acueducto, se monitorea la parte alta antes de san Carlos, antes de san miguel, km 8 y bocatoma, el aforo sobre el rio se en 4 puntos. Sobre los afluentes de San Carlos y canchón se hace cada 2 meses y en los afluentes de la parte alta como Alto Pesares, San Miguel, San José, Incora, Novirao, Pata de Venado, se hace mensual.

### **4. ¿Cada cuanto reporta a la oficina asesora de gestión del riesgo del riesgo el estado de cuenca?**

El entrevistado # 2, narra que el reporte se realiza si comienza a llover, *“la cuenca es muy variable en metros, por ejemplo en la casa de Rosalba está lloviendo con truenos y rayos y en mi casa no hay nada ni truenos ni rayos , puede llover a una cuadra durísimo y más arriba esta seco entonces puede haber variabilidad de lluvias en la parte alta”* entonces si llueve en la parte alta el vigía encargado de la zona, reporta por medio de radio, verifican la información con gestión del riesgo y en bomberos hay unos puntos donde ellos pueden ver en tiempo real como se están comportando los sensores.

### **5. ¿Qué actividades realizan con frecuencia para mitigar alguna emergencia?**

Para esta pregunta el entrevistador #2 manifiesta que, si se hacen actividades para el cuidado de la cuenca, sin embargo, resalta la ineficiencia o falta de compromiso tanto de las instituciones educativas como las de gobierno local para incentivar el desarrollo de la educación ambiental no formal y formal tanto en las universidades, colegios, donde se exija que la conciencia ambiental se haga desde el yo para lograr una verdadera conciencia ambiental y aportar al cuidado del medio ambiente.

**6. ¿Cuál es el plan de evacuación, rutas, señalización, puntos de encuentro y tiempos estimados al momento de una emergencia?**

El entrevistado # 1, señala que en la parte alta se tiene un altavoz que brinda comunicación en la vereda, se tienen 4 sectores donde hay punto de encuentro, estos son San Rafael, El Arado, San Rafael y colegio parte alta y baja, y en caso de alguna emergencia se utilizaría el colegio como zona de albergue. Por consiguiente, el entrevistado # 3, se refiere a que casi todas las veredas das tienen un plan muy básico, de la cuenca se tiene un mapa, con cartografía, y se establece un plan de contingencia.

**7. ¿Qué roles o funciones cumplen frente una amenaza?**

Existe un participación de la comunidad dentro del SAT, el entrevistador #1 es el encargado de recibir los reportes de la zona rural donde se le informa si esta lloviendo, por otra parte dentro de las familias de los vigías han ido aprendiendo a hacer reporte por radio en caso de que alguno de los vigías este ausente, pero el entrevistador # 3 menciona que las capacitaciones y escuelas de enseñanza deberían ser para toda la comunidad para estar mejor preparados, y unas vez realizado los reportes internos los vigías se comunican con los entes encargados que evalúan y verifican los reportes y si hay declaración de alerta lo realiza la OAGRD y el Alcalde como máxima autoridad.

**8. ¿Se emite alarmas en puntos específicos de la cuenca? ¿Cuentan con alarma comunitaria?**

El entrevistador # 3, expresa que las alarmas están en sitios específicos donde hay mayor población y donde puede existir el riesgo y la zona es vulnerable. *“Por ejemplo, en mi casa tengo una alarma que es comunitaria, entonces cuando hay temblor, por capacitaciones que me han dado se cómo activarla para que la gente este atenta, y también sirva para seguridad, son sirenas están ubicadas en senderos hay tres alarmas comunitarias, en caso extremo de emergencia yo tengo el número de teléfono de los sitios donde están las alarmas, entonces uno se comunica internamente y ya sabe cómo actuar”.*

**9. ¿Cuándo ocurre una inundación, terremoto, avenida torrencial, incendio forestal y movimiento en masa, porque medio de comunicación se entera?**

Los entrevistadores indican que cuando ocurre algún fenómeno amenazante los medios de comunicación por lo que se enteran son: radio, televisión, llamada telefónica, voz a voz,

**10. ¿Qué medios de comunicación internos utilizan con mayor frecuencia para alertar ante una emergencia?**

El entrevistado #1, expresa que los medios de comunicación que utilizan con el radio, celular y si hay servicio de internet el WhatsApp, sin embargo, señala que una de las dificultades que se tiene el sector rural ha sido la señal tanto telefónica como de internet, la cobertura en datos es muy mala y el tema de comunicación por celular hay sitios muertos donde no llega la señal, entonces en caso de una emergencia se fallaría en la comunicación.

**11. ¿Reconoce usted la importancia de crear una aplicación móvil para registrar una eventual amenaza?**

El entrevistador #1, expresa que si es necesario “*porque eso nos permitiría dar una información en tiempo real*” en su momento una de las personas que trabajaba en la gestión del riesgo expresaba que sería bueno tener una cámara, que este monitoreando en tiempo real las situaciones que se presenten en el río.

**12. Consideran importante que la aplicación notifique por medio de:**

Los entrevistadores consideran que, si es importante que se notifique en la aplicación por medio de mensajes de texto, mensaje de voz, imagen o flayer, las posibilidades de que se notifique por correo electrónico y llamada telefónica no son tan viables por la cobertura de internet y señal telefónica.