



# ACTUALIZACIÓN DE LOS PLANES DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES GENERAL Y ESPECÍFICOS DE LAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DE EMGESA S.A. E.S.P.

CENTRAL HIDROELÉCTRICA EL QUIMBO

WSP COLOMBIA  
CARRERA 19 N. 93A - 45  
BOGOTÁ D.C.

TEL: +57-1-756-2989



**ACTUALIZACIÓN DE LOS PLANES DE GESTIÓN DEL RIESGO  
DE DESASTRES GENERAL Y ESPECÍFICOS DE LAS CENTRALES  
HIDROELÉCTRICAS DE EMGESA S.A. E.S.P.**

**CAPÍTULO 1. CONOCIMIENTO DEL RIESGO.**



(VERSIÓN 0.0)  
16/04/2019

WSP  
CARRERA 19 # 93ª – 45  
BOGOTÁ, COLOMBIA

TELÉFONO: +57 (1) 756 29 89  
WSP.COM

# GESTIÓN DE CALIDAD

| IMPRESIÓN/<br>REVISIÓN | PRIMERA IMPRESIÓN      | REVISIÓN 1 | REVISIÓN 2 | REVISIÓN 3 |
|------------------------|------------------------|------------|------------|------------|
| Preparado por          | Olga Lucía Torres      |            |            |            |
|                        | Fernando Ospina        |            |            |            |
|                        | Edwin Castillo         |            |            |            |
|                        | José Joaquín Lozano    |            |            |            |
|                        | Cristian Fonseca       |            |            |            |
|                        | Camilo Botero          |            |            |            |
| Revisado por           | Carlos Héctor Cantillo |            |            |            |
|                        | Javier Pava            |            |            |            |

# TABLA DE CONTENIDO

|       |   |           |
|-------|---|-----------|
| 1     | CONOCIMIENTO DEL RIESGO .....   | 1         |
| 1.1   | Introducción .....  | 2         |
| 1.2   | Marco Normativo .....   | 3         |
| 1.3   | Términos Y Definiciones .....   | 15        |
| 1.4   | Establecimiento Del Contexto .....  | 16        |
| 1.5   | Información General De La Actividad.....  | 17        |
| 1.5.1 | <i>Descripción De Las Instalaciones Que Componen La Central Hidroeléctrica El Quimbo.....</i> | <i>19</i> |
| 1.6   | Contexto Externo .....  | 27        |
| 1.6.1 | <i>Marco Físico.....</i>  | <i>27</i> |
| 1.6.2 | <i>Marco Socioeconómico.....</i>  | <i>37</i> |
| 1.7   | Contexto Interno .....  | 37        |
| 1.8   | Contexto Y Criterios Del Proceso De Gestión Del Riesgo .....                                  | 38        |
| 1.9   | Valoración Del Riesgo.....  | 38        |
| 1.9.1 | <i>Metodología Para La Identificación Y Priorización De Amenazas.....</i>                     | <i>38</i> |
| 1.9.2 | <i>Metodología Para El Análisis De Riesgos .....</i>  | <i>40</i> |
| 1.9.3 | <i>Identificación Del Riesgo.....</i>   | <i>45</i> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Tabla 1-1  | Normas aplicables .....                                       | 4  |
| Tabla 1-2  | Recopilación de la estratigrafía de la zona.....              | 28 |
| Tabla 1-3  | Descripción de las fallas locales Activas- Quimbo.....        | 30 |
| Tabla 1-4  | Descripción de las fallas locales Activas- Quimbo.....        | 35 |
| Tabla 1-5  | Probabilidad del Siniestro .....                              | 42 |
| Tabla 1-6  | Victimas (Vulnerabilidad Humana) .....                        | 43 |
| Tabla 1-7  | Daño Ambiental (Vulnerabilidad Ambiental) .....               | 43 |
| Tabla 1-8  | Afectación de la operación (Vulnerabilidad Operacional) ..... | 43 |
| Tabla 1-9  | Pérdidas Económicas (Vulnerabilidad Económica) .....          | 44 |
| Tabla 1-10 | Daño a la imagen (Vulnerabilidad Institucional) .....         | 44 |
| Tabla 1-11 | Valores relativos de Riesgo y Vulnerabilidad .....            | 45 |
| Tabla 1-13 | Criterios de priorización de escenarios de riesgo .....       | 45 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|              |   |    |
|--------------|---|----|
| Figura 1-1   | Componentes y capas geográficas que consolidan el modelo de datos ANLA .....                        | 16 |
| Figura 1-2   | Mapa zona de influencia Central Hidroeléctrica El Quimbo ..   | 18 |
| Figura 1-3   | Esquema de Presa .....  | 19 |
| Figura 1-4   | Plano de Dique Auxiliar .....   | 20 |
| Figura 1-5   | Planta vertedero .....  | 23 |
| Figura 1-6   | Planta Dique principal .....  | 24 |
| Figura 1-7   | Perfil de la zona de captación y compuertas de los túneles de conducción .....                      | 25 |
| Figura 1-8   | Casa de máquinas .....  | 26 |
| Figura 1-9.  | Infraestructura Central Hidroeléctrica El Quimbo .....  | 27 |
| Figura 1-10  | Mapa de Amenaza Sísmica de Colombia – Punto negro: Quimbo 34  |    |
| Figura 1-11  | Valle superior del Magdalena, en el sitio de presa .....  | 36 |
| Figura 1-12. | Marco metodológico general para la análisis y evaluación de amenaza, vulnerabilidad y riesgos ..... | 38 |
| Figura 1-13  | Resultado esquemático de la priorización de amenazas .....  | 39 |
| Figura 1-14  | Metodología del análisis de riesgos. ....   | 41 |
| Figura 1-15  | Metodología para el análisis de eventos históricos .....  | 46 |
| Figura 1-16  | Localización del área de estudio .....  | 48 |
| Figura 1-17  | Eventos recopilados por fuente de información para el área de estudio 49                            |    |
| Figura 1-18  | Calidad espacial de la información para el área de estudio...50                                     |    |

# 1 CONOCIMIENTO DEL RIESGO

---

## 1.1 INTRODUCCIÓN

La actualización o complementación del Plan de Contingencia de la central hidroeléctrica de Quimbo se constituye en adelante en el Plan de Gestión del Riesgo de Desastres de la central hidroeléctrica del Quimbo (en adelante PGRDQ), de acuerdo con la política nacional de gestión del riesgo de desastres, Ley 1523 de 2012, mediante el cual se busca garantizar, “en el área de influencia afectada por la entidad, la protección de las personas y sus bienes, salud, medios de vida y bienes de producción, así como los activos culturales y ambientales, además de conocer, reducir y manejar la capacidad de la entidad pública y privada para soportar su operación relacionada con la continuidad de negocio”<sup>1</sup>.

La elaboración del Plan de Gestión del Riesgo de Desastres de la central hidroeléctrica del Quimbo y Betania responde a lo solicitado por la Resolución 1314 de 2016 y Auto 4324 de 2017 expedidos por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA y se enmarca en el ordenamiento jurídico nacional en el tema de Gestión del Riesgo de Desastres, Decreto 2157 de 2017 que establece la obligación de incluir un análisis específico de riesgo que considere los posibles efectos de eventos naturales sobre la infraestructura expuesta y aquellos que se deriven de los daños de la misma en su área de influencia, así como los que se deriven de su operación y con base en este análisis diseñarán e implementarán las medidas de reducción del riesgo y planes de emergencia y contingencia.

Además de cumplir con los requerimientos de la autoridad ambiental, la normatividad establece la obligación de: adoptar el PGRDB de acuerdo con lo definido en el sector e integrar con los sistemas de gestión de la Emgesa, implantar un plan de inversiones con las medidas de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres, realizar una armonización con los Planes de Gestión del riesgo de desastres y Estrategia de respuesta de las Entidades Territoriales del área de influencia.

El presente documento consta de 4 capítulos, que siguen las directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas definidas en el Decreto 2157 de 2017, que reglamento el artículo 42 de la ley 1523 de 2012.

Capítulo 1: Conocimiento del riesgo

Capítulo 2: Evaluación de riesgos

Capítulo 3: Reducción del riesgo

Capítulo 4: Manejo de desastres

Capítulo 5: Plan de inversión

El capítulo de Conocimiento y evaluación de Riesgos incluye la descripción de la actividad, la información de contexto interno y externo y la valoración de riesgo que incluye identificación del riesgo, el análisis del riesgo y la evaluación del riesgo para estimar daños y pérdidas potenciales, comparables con los criterios

---

<sup>1</sup> Considerando del Decreto 2157 de 2017, por medio del cual se adoptan las directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la Ley 1523 de 2012.

de seguridad ya establecidos, con el propósito de definir tipos de intervención mediante la reducción del riesgo o del manejo del desastre.

## OBJETIVO GENERAL

Identificar, priorizar, formular, programar y hacer seguimiento a las acciones necesarias para conocer y reducir las condiciones de riesgo (actual y futuro) de sus instalaciones y de aquellas derivadas de su propia actividad u operación que pueden generar daños y pérdidas a su entorno, así como dar respuesta a los desastres que puedan presentarse, permitiendo además su integración con los sistemas de gestión de la entidad y el sector energético y articulación con el Sistema Nacional de gestión del riesgo de desastres.

## OBJETIVO ESPECIFICO

- Identificar los posibles efectos de eventos de origen natural, socio-natural, tecnológico, biosanitario o humano no intencional, sobre la infraestructura expuesta y aquellos que se deriven de los daños de la misma en su área de influencia de posible afectación por la central, así como de su operación que puedan generar una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento de la sociedad.
- Diseñar medidas de reducción para riesgo actual y futuro.
- Formular el plan de emergencias y contingencia, con el fin de proteger la población, mejorar la seguridad, el bienestar y sostenibilidad de la entidad.

## ALCANCE

La elaboración del plan se basa principalmente en el análisis de información secundaria, complementa con la información general obtenida en visitas de reconocimiento a la Central y su entorno, y la aplicación de procedimientos metodológicos de uso reconocido.

El Plan de Gestión del Riesgo de Desastres de la central hidroeléctrica del Quimbo, corresponde a la fase de operación e incluye las áreas y actividades propias de su operación, el área de influencia de la evaluación de impacto ambiental aguas arriba del vaso del embalse y el área de estudio de potencial afectación aguas abajo de la central.

Teniendo en cuenta que el objeto misional de Emgesa corresponde a la generación de energía, el Plan consideran los riesgos internos de la operación de la Central que puedan generar una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento de la sociedad en todas sus áreas y actividades previas a la Subestación.

El plan tiene una duración a corto, mediano y largo plazo (2 año, 4 años, 8 años respectivamente), junto con el plan de inversión.

---

## 1.2 MARCO NORMATIVO

El marco normativo que soporta la elaboración del PDC, comprende diferentes apartes, que involucran varias temáticas que están reguladas por diferentes normas. En la Tabla 1-1 se presentan los instrumentos



normativos que aplican para la gestión del riesgo de desastres, las emergencias y los temas relacionados con la seguridad y salud en el trabajo (SST).

**Tabla 1-1 Normas aplicables**

| ÍTEM | TIPO DE LEGISLACIÓN   | AÑO                            | DESCRIPCIÓN   |
|------|---|--------------------------------|---|
| 1    | Constitución Política de Colombia <sup>2</sup> .                      | 1991.                          | <p>Art. 25 “Toda persona tiene derecho a un trabajo en condiciones dignas y justas”.</p> <p>Art 48. La Seguridad Social es un servicio público de carácter obligatorio que se prestará bajo la dirección, coordinación y control del Estado, en sujeción a los principios de eficiencia, universalidad y solidaridad, en los términos que establezca la Ley.</p> <p>Art 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo.</p> <p>Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.</p> <p>Art 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.</p> <p>Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.</p> |
| 2    | Por la cual se adoptan normas sobre Construcciones Sismo Resistentes. | Ley 400 de 1997 <sup>3</sup> . | <p>Objeto: La presente ley establece criterios y requisitos mínimos para el diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones nuevas, así como de aquellas indispensables para la recuperación de la comunidad con posterioridad a la ocurrencia de un sismo, que puedan verse sometidas a fuerzas sísmicas y otras fuerzas impuestas por la naturaleza o el uso, con el fin de que sean capaces de resistirlas, incrementar su resistencia a los efectos que éstas producen, reducir a un mínimo el riesgo de la pérdida de vidas humanas, y defender en lo posible el patrimonio del Estado y de los ciudadanos.</p>  |
| 3    | Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se              | Ley 99 de 1993 <sup>4</sup> .  | <p>Principios Generales Ambientales. La política ambiental colombiana seguirá los siguientes principios generales:</p>  |

<sup>2</sup> COLOMBIA. ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE. Constitución de Colombia. Bogotá, D.C. 1991. Disponible en internet: [www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion\\_politica\\_1991.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991.html)

<sup>3</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 400. (19 de agosto de 1997). Por la cual se adoptan normas sobre construcciones sismo resistentes. Disponible en internet: [www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley\\_0400\\_1997.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley_0400_1997.pdf)

<sup>4</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 99. (22 de diciembre de 1993). Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones. Disponible en internet: [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0099\\_1993.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0099_1993.html)

| ÍTEM | TIPO DE LEGISLACIÓN   | AÑO | DESCRIPCIÓN   |
|------|---|-----|---|
|      | <p>reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.</p> |     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El proceso de desarrollo económico y social del país se orientará según los principios universales y del desarrollo sostenible contenidos en la Declaración de Río de Janeiro de junio de 1992 sobre Medio Ambiente y Desarrollo.</li> <li>2. La biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible.</li> <li>3. Las políticas de población tendrán en cuenta el derecho de los seres humanos a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza.</li> <li>4. Las zonas de páramos, subpáramos, los nacimientos de agua y las zonas de recarga de acuíferos serán objeto de protección especial.</li> <li>5. En la utilización de los recursos hídricos, el consumo humano tendrá prioridad sobre cualquier otro uso.</li> <li>6. La formulación de las políticas ambientales tendrá en cuenta el resultado del proceso de investigación científica. No obstante, las autoridades ambientales y los particulares darán aplicación al principio de precaución conforme al cual, cuando exista peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente.</li> <li>7. El Estado fomentará la incorporación de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos para la prevención, corrección y restauración del deterioro ambiental y para la conservación de los recursos naturales renovables.</li> <li>8. El paisaje por ser patrimonio común deberá ser protegido.</li> <li>9. La prevención de desastres será materia de interés colectivo y las medidas tomadas para evitar o mitigar los efectos de su ocurrencia serán de obligatorio cumplimiento.</li> <li>10. La acción para la protección y recuperación ambientales del país es una tarea conjunta y coordinada entre el Estado, la comunidad, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado. El Estado apoyará e incentivará la conformación de organismos no gubernamentales para la protección ambiental y podrá delegar en ellos algunas de sus funciones.</li> <li>11. Los estudios de impacto ambiental serán el instrumento básico para la toma de decisiones respecto a la construcción de obras y actividades que afecten significativamente el medio ambiente natural o artificial.</li> <li>12. El manejo ambiental del país, conforme a la Constitución Nacional, será descentralizado, democrático y participativo.</li> <li>13. Para el manejo ambiental del país, se establece un Sistema Nacional Ambiental, SINA, cuyos componentes y su interrelación definen los mecanismos de actuación del Estado y la sociedad civil.</li> </ol> |

| ÍTEM | TIPO DE LEGISLACIÓN  | AÑO   | DESCRIPCIÓN  |
|------|--|---|--|
|      |  |   | 14. Las instituciones ambientales del Estado se estructurarán teniendo como base criterios de manejo integral del medio ambiente y su interrelación con los procesos de planificación económica, social y física.  |
|      | Por el cual se promulga el "Convenio número 174 sobre la prevención de accidentes industriales mayores", adoptado en la 80a. reunión de la Conferencia General de la Organización Internacional del Trabajo en Ginebra el 22 de junio de 1993. | Decreto 2053 de 1999. Octubre 15 <sup>5</sup> . | <p>ARTICULO 3. 1. A los efectos del presente Convenio:</p> <p>a) la expresión "sustancia peligrosa" designa toda sustancia o mezcla que, en razón de propiedades químicas, físicas o toxicológicas, ya sea sola o en combinación con otras, entrañe un peligro;</p> <p>b) la expresión "cantidad umbral" designa respecto de una sustancia o categoría de sustancias peligrosas la cantidad fijada por la legislación nacional con referencia a condiciones específicas que, si se sobrepasa, identifica una instalación expuesta a riesgos de accidentes mayores;</p> <p>c) la expresión "instalación expuesta a riesgos de accidentes mayores" designa aquella que produzca, transforme, manipule, utilice, deseche, o almacene, de manera permanente o transitoria, una o varias sustancias o categorías de sustancias peligrosas, en cantidades que sobrepasen la cantidad umbral;</p> <p>d) la expresión "accidente mayor" designa todo acontecimiento repentino, como una emisión, un incendio o una explosión de gran magnitud, en el curso de una actividad dentro de una instalación expuesta a riesgos de accidentes mayores, en el que estén implicadas una o varias sustancias peligrosas y que exponga a los trabajadores, a la población o al medio ambiente a un peligro grave, inmediato o diferido;</p> <p>e) la expresión "informe de seguridad" designa un documento escrito que contenga la información técnica, de gestión y de funcionamiento relativa a los peligros y los riesgos que comporta una instalación expuesta a riesgos de accidentes mayores y a su prevención, y que justifique las medidas adoptadas para la seguridad de la instalación;</p> <p>f) el término "cuasiaccidente" designa cualquier acontecimiento repentino que implique la presencia de una o varias sustancias peligrosas y que, de no ser por efectos, acciones o sistemas atenuantes, podría haber derivado en un accidente mayor.</p> <p>ARTICULO 4. 1. Todo Miembro deberá formular, adoptar y revisar periódicamente, habida cuenta de la legislación, las condiciones y la práctica nacionales, y en consulta con las organizaciones más representativas de empleadores y de trabajadores y con otras partes interesadas que pudieran ser afectadas, una política nacional coherente relativa a la protección de los trabajadores, la población y el medio ambiente, contra los riesgos de accidentes mayores.</p> <p>2. Esta política deberá ser aplicada mediante disposiciones preventivas y de protección para las instalaciones expuestas a riesgos de accidentes mayores y, cuando sea posible, deberá promover la utilización de las mejores tecnologías de seguridad disponibles.</p> <p>ARTICULO 9.</p> |

<sup>5</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES. Decreto 2053. (15 de octubre de 1999). Por el cual se promulga el "Convenio número 174 sobre la prevención de accidentes industriales mayores", adoptado en la 80a. reunión de la Conferencia General de la Organización Internacional del Trabajo en Ginebra el 22 de junio de 1993. Disponible en internet:

[http://historico.presidencia.gov.co/prensa\\_new/decretoslinea/1999/octubre/15/dec2053151999.pdf](http://historico.presidencia.gov.co/prensa_new/decretoslinea/1999/octubre/15/dec2053151999.pdf)

| ÍTEM | TIPO DE LEGISLACIÓN | AÑO | DESCRIPCIÓN  |
|------|---------------------|-----|--|
|      |                     |     | <p>Respecto a cada instalación expuesta a riesgos de accidentes mayores, los empleadores deberán establecer y mantener un sistema documentado de prevención de riesgos de accidentes mayores en el que se prevean:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) La identificación y el estudio de los peligros y la evaluación de los riesgos, teniendo también en cuenta las posibles interacciones entre sustancias;</li> <li>b) Medidas técnicas que comprendan el diseño, los sistemas de seguridad, la construcción, la selección de sustancias químicas, el funcionamiento, el mantenimiento y la inspección sistemática de la instalación;</li> <li>c) Medidas de organización que comprendan la formación e instrucción del personal, el abastecimiento de equipos de protección destinados a garantizar su seguridad, una adecuada dotación de personal, los horarios de trabajo, la distribución de responsabilidades y el control sobre los contratistas externos y los trabajadores temporales que intervengan dentro de la instalación;</li> <li>d) Planes y procedimientos de emergencia que comprendan: <ul style="list-style-type: none"> <li>i) La preparación de planes y procedimientos de emergencia eficaces, con inclusión de procedimientos médicos de emergencia, para su aplicación in situ en caso de accidente mayor o de peligro de accidente mayor, la verificación y evaluación periódica de su eficacia y su revisión cuando sea necesario;</li> <li>ii) El suministro de información sobre los accidentes posibles y sobre los planes de emergencia in situ a las autoridades y a los organismos encargados de establecer los planes y procedimientos de emergencia para proteger a la población y al medio ambiente en el exterior de la instalación;</li> <li>iii) Todas las consultas necesarias con dichas autoridades y organismos;</li> </ul> </li> <li>e) Medidas destinadas a limitar las consecuencias de un accidente mayor;</li> <li>f) La consulta con los trabajadores y sus representantes;</li> <li>g) Las disposiciones tendentes a mejorar el sistema, que comprendan medidas para la recopilación de información y para el análisis de accidentes y cuasiaccidentes. La experiencia así adquirida deberá ser discutida con los trabajadores y sus representantes y deberá ser registrada, de conformidad con la legislación y la práctica nacional.</li> </ul> <p>INFORME DE SEGURIDAD.</p> <p>ARTICULO 10.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los empleadores deberán redactar un informe de seguridad de acuerdo con las disposiciones del artículo 9o.</li> <li>2. El informe deberá redactarse: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Para las instalaciones ya existentes que estén expuestas a riesgos de accidentes mayores, dentro del plazo posterior a la notificación que prescriba la legislación nacional;</li> <li>b) Para toda nueva instalación expuesta a riesgos de accidentes mayores, antes de que se ponga en funcionamiento.</li> </ul> </li> </ol> <p>ARTICULO 11.</p> <p>Los empleadores deberán revisar, actualizar y modificar el informe de seguridad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) En caso de una modificación que tenga una influencia significativa sobre el nivel de seguridad en la instalación o en los procedimientos de trabajo de la misma, o sobre las cantidades de sustancias peligrosas presentes;</li> </ul> |

| ÍTEM | TIPO DE LEGISLACIÓN  | AÑO                                | DESCRIPCIÓN   |
|------|--|------------------------------------|---|
|      |  |                                    | <p>b) Siempre que lo justifiquen los nuevos conocimientos técnicos o los progresos en la evaluación de los peligros;</p> <p>c) En los intervalos prescritos por la legislación nacional;</p> <p>d) Cuando así lo solicite la autoridad competente.</p> <p>ARTICULO 12.<br/>Los empleadores deberán transmitir o poner a disposición de la autoridad competente los informes de seguridad a los que se hace referencia en los artículos 10 y 11.</p> <p>INFORME DE ACCIDENTE</p> <p>ARTICULO 13.<br/>Los empleadores deberán informar tan pronto como se produzca un accidente mayor a la autoridad competente y a los demás organismos que se designen con este objeto.</p> <p>ARTICULO 14.<br/>1. Tras un accidente mayor, los empleadores deberán, dentro de un plazo establecido previamente, presentar a la autoridad competente un informe detallado en el que se analicen las causas del accidente y se indiquen sus consecuencias inmediatas in situ, así como todas las medidas adoptadas para atenuar sus efectos.<br/>2. El informe deberá incluir recomendaciones que describan en detalle las medidas que se vayan a llevar a cabo para impedir que el accidente vuelva a producirse.</p> |
| 4    | Código Colombiano de Construcciones Sismo resistentes NSR 2010.  | Decreto 926 de 2010 <sup>6</sup> . | <p>Por el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismoresistentes NSR 2010.</p> <p>Título J. Requisitos de protección contra incendios.<br/>Título K. Requisitos complementarios.</p>   |
| 5    | 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. | Ley 1523 de 2012 <sup>7</sup> .    | <p>Artículo 1°. De la gestión del riesgo de desastres. La gestión del riesgo de desastres, en adelante la gestión del riesgo, es un proceso social orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones permanentes para el conocimiento y la reducción del riesgo y para el manejo de desastres, con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible.</p> <p>Parágrafo 1°. La gestión del riesgo se constituye en una política de desarrollo indispensable para asegurar la sostenibilidad, la seguridad territorial, los derechos e intereses colectivos, mejorar la calidad de vida de las poblaciones y las comunidades en riesgo y, por lo tanto, está</p>  |

<sup>6</sup> COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 926. . (19 de marzo de 2010). por el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismorresistentes NSR-10. Disponible en internet: <https://www.habitatbogota.gov.co/transparencia/normatividad/normatividad/decreto-926-2010>

<sup>7</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1523. (24 de abril de 2012). Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. Disponible en internet: [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1523\\_2012.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1523_2012.html)

| ÍTEM | TIPO DE LEGISLACIÓN | AÑO | DESCRIPCIÓN  |
|------|---------------------|-----|--|
|      |                     |     | <p>intrínsecamente asociada con la planificación del desarrollo seguro, con la gestión ambiental territorial sostenible, en todos los niveles de gobierno y la efectiva participación de la población.</p> <p>Parágrafo 2°. Para todos los efectos legales, la gestión del riesgo incorpora lo que hasta ahora se ha denominado en normas anteriores prevención, atención y recuperación de desastres, manejo de emergencias y reducción de riesgos.</p> <p>Artículo 2°. De la responsabilidad. La gestión del riesgo es responsabilidad de todas las autoridades y de los habitantes del territorio colombiano.</p> <p>En cumplimiento de esta responsabilidad, las entidades públicas, privadas y comunitarias desarrollarán y ejecutarán los procesos de gestión del riesgo, entendiéndose: conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres, en el marco de sus competencias, su ámbito de actuación y su jurisdicción, como componentes del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.</p> <p>Por su parte, los habitantes del territorio nacional, corresponsables de la gestión del riesgo, actuarán con precaución, solidaridad, autoprotección, tanto en lo personal como en lo de sus bienes, y acatarán lo dispuesto por las autoridades.</p> <p>Artículo 5°. Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. El Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, en adelante, y para efectos de la presente ley, sistema nacional, es el conjunto de entidades públicas, privadas y comunitarias, de políticas, normas, procesos, recursos, planes, estrategias, instrumentos, mecanismos, así como la información atinente a la temática, que se aplica de manera organizada para garantizar la gestión del riesgo en el país.</p> <p>Artículo 6°. Objetivos del Sistema Nacional. Son objetivos del Sistema Nacional los siguientes:</p> <p>1. Objetivo General. Llevar a cabo el proceso social de la gestión del riesgo con el propósito de ofrecer protección a la población en el territorio colombiano, mejorar la seguridad, el bienestar y la calidad de vida y contribuir al desarrollo sostenible.</p> <p>2. Objetivos específicos:</p> <p>2.1. Desarrollar, mantener y garantizar el proceso de conocimiento del riesgo mediante acciones como:</p> <p>a). Identificación de escenarios de riesgo y su priorización para estudio con mayor detalle y generación de los recursos necesarios para su intervención.</p> <p>b). Identificación de los factores del riesgo, entendiéndose: amenaza, exposición y vulnerabilidad, así como los factores subyacentes, sus orígenes, causas y transformación en el tiempo.</p> <p>c). Análisis y evaluación del riesgo incluyendo la estimación y dimensionamiento de sus posibles consecuencias.</p> <p>d). Monitoreo y seguimiento del riesgo y sus componentes.</p> |

| ÍTEM | TIPO DE LEGISLACIÓN   | AÑO                             | DESCRIPCIÓN  |
|------|---|---------------------------------|--|
|      |   |                                 | <p>e). Comunicación del riesgo a las entidades públicas y privadas y a la población, con fines de información pública, percepción y toma de conciencia.</p> <p>2.2. Desarrollar y mantener el proceso de reducción del riesgo mediante acciones como:</p> <p>a). Intervención prospectiva mediante acciones de prevención que eviten la generación de nuevas condiciones de riesgo.<br/> b). Intervención correctiva mediante acciones de mitigación de las condiciones de riesgo existente.<br/> c). Protección financiera mediante instrumentos de retención y transferencia del riesgo.</p> <p>2.3. Desarrollar, mantener y garantizar el proceso de manejo de desastres mediante acciones como:</p> <p>a). Preparación para la respuesta frente a desastres mediante organización, sistemas de alerta, capacitación, equipamiento y entrenamiento, entre otros.<br/> b). Preparación para la recuperación, llámese: rehabilitación y reconstrucción.<br/> c). Respuesta frente a desastres con acciones dirigidas a atender la población afectada y restituir los servicios esenciales afectados.<br/> d). Recuperación, llámese: rehabilitación y reconstrucción de las condiciones socioeconómicas, ambientales y físicas, bajo criterios de seguridad y desarrollo sostenible, evitando reproducir situaciones de riesgo y generando mejores condiciones de vida.</p> |
| 6    | Por medio de la cual se establece la Ley General de Bomberos de Colombia. | Ley 1575 de 2012 <sup>8</sup> . | <p>Artículo 1º. Responsabilidad compartida. La gestión integral del riesgo contra incendio, los preparativos y atención de rescates en todas sus modalidades y la atención de incidentes con materiales peligrosos es responsabilidad de todas las autoridades y de los habitantes del territorio colombiano, en especial, los municipios, o quien haga sus veces, los departamentos y la Nación. Esto sin perjuicio de las atribuciones de las demás entidades que conforman el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres.</p> <p>En cumplimiento de esta responsabilidad los organismos públicos y privados deberán contemplar la contingencia de este riesgo en los bienes muebles e inmuebles tales como parques naturales, construcciones, programas de desarrollo urbanístico e instalaciones y adelantar planes, programas y proyectos tendientes a disminuir su vulnerabilidad.</p> <p>Artículo 2º. Gestión integral del riesgo contra incendio. La gestión integral del riesgo contra incendio, los preparativos y atención de rescates en todas sus modalidades y la atención de incidentes con materiales peligrosos, estarán a cargo de las instituciones Bomberiles y para todos sus efectos, constituyen un servicio público esencial a cargo del Estado.</p>  |

<sup>8</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1575. (21 de agosto de 2012). Por la cual se establece la ley general de Bomberos de Colombia. Disponible en internet: [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1575\\_2012.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1575_2012.html)

| ÍTEM | TIPO DE LEGISLACIÓN | AÑO | DESCRIPCIÓN   |
|------|---------------------|-----|---|
|      |                     |     | <p>Es deber del Estado asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional, en forma directa a través de Cuerpos de Bomberos Oficiales, Voluntarios y aeronáuticos.</p> <p>Artículo 3º. Competencias del nivel nacional y territorial. El servicio público esencial se prestará con fundamento en los principios de subsidiariedad, coordinación y concurrencia, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 288 de la Constitución.</p> <p>Corresponde a la Nación la adopción de políticas, la planeación, las regulaciones generales y la cofinanciación de la gestión integral del riesgo contra incendios, los preparativos y atención de rescates en todas sus modalidades y la atención de incidentes con materiales peligrosos. Los departamentos ejercen funciones de coordinación, de complementariedad de la acción de los distritos y municipios, de intermediación de estos ante la Nación para la prestación del servicio y de contribución a la financiación tendiente al fortalecimiento de los cuerpos de bomberos.</p> <p>Los entes territoriales deben garantizar la inclusión de políticas, estrategias, programas, proyectos y la cofinanciación para la gestión integral del riesgo contra incendios, rescates y materiales peligrosos en los instrumentos de planificación territorial e inversión pública.</p> <p>Es obligación de los distritos, con asiento en su respectiva jurisdicción y de los municipios la prestación del servicio público esencial a través de los cuerpos de bomberos oficiales o mediante la celebración de contratos y/o convenios con los cuerpos de bomberos voluntarios. En cumplimiento del principio de subsidiariedad, los municipios de menos de 20.000 habitantes contarán con el apoyo técnico del departamento y la financiación del fondo departamental y/o nacional de bomberos para asegurar la prestación de este servicio.</p> <p>Las autoridades civiles, militares y de policía garantizarán el libre desplazamiento de los miembros de los cuerpos de bomberos en todo el territorio nacional y prestarán el apoyo necesario para el cabal cumplimiento de sus funciones.</p> <p>Artículo 42. Inspecciones y certificados de seguridad. Los cuerpos de bomberos son los órganos competentes para la realización de las labores de inspecciones y revisiones técnicas en prevención de incendios y seguridad humana en edificaciones públicas, privadas y particularmente en los establecimientos públicos de comercio e industriales, e informarán a la entidad competente el cumplimiento de las normas de seguridad en general. De igual manera, para la realización de eventos masivos y/o pirotécnicos, harán cumplir toda la normatividad vigente en cuanto a la gestión integral del riesgo contra incendio y calamidades conexas. Estas inspecciones, contemplarán los siguientes aspectos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revisión de los diseños de los sistemas de protección contra incendio y seguridad humana de los proyectos de construcciones nuevas y/o reformas de acuerdo a la normatividad vigente.</li> <li>2. Realización de inspección y prueba anual de los sistemas de protección contra incendio de acuerdo a normatividad vigente.</li> <li>3. Realización de inspecciones técnicas planeadas referentes a incendio y seguridad humana.</li> </ol> <p>Todos los ciudadanos deberán facilitar en sus instalaciones las inspecciones de seguridad humana y técnicas que el cuerpo de bomberos realice como medida de prevención y durante las acciones de control.</p> |



| ÍTEM | TIPO DE LEGISLACIÓN  | AÑO                                  | DESCRIPCIÓN  |
|------|--|--------------------------------------|--|
|      |  |                                      | Las labores determinadas en el presente artículo se realizarán de acuerdo a las tarifas asignadas para cada caso, previa reglamentación que expida anualmente la junta nacional de bomberos de Colombia.   |
| 7    | Por la cual se modifica el Sistema de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones en materia de Salud Ocupacional. | Ley 1562 de 2012 <sup>9</sup> .      | <p>Artículo 11. Servicios de Promoción y Prevención. Del total de la cotización las actividades mínimas de promoción y prevención en el Sistema General de Riesgos Laborales por parte de las Entidades Administradoras de Riesgos Laborales serán las siguientes:</p> <p>1. Actividades básicas programadas y evaluadas conforme a los indicadores de Riesgos Laborales para las empresas correspondiente al cinco por ciento (5%) del total de la cotización, como mínimo serán las siguientes:</p> <p>d) Capacitación básica para el montaje de la brigada de emergencias, primeros auxilios y sistema de calidad en salud ocupacional;</p>   |
| 8    | Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo.  | Decreto 1072 de 2015 <sup>10</sup> . | <p>Artículo 2.2.4.6.2. Definiciones.</p> <p>17. Emergencia: aquella situación de peligro o desastre o inminencia del mismo, afecta funcionamiento normal empresa. Requiere de una reacción inmediata y coordinada de los trabajadores, brigadas emergencias y auxilios y en algunos casos de otros grupos apoyo dependiendo de su magnitud.</p> <p>Artículo 2.2.4.6.12. Documentación. empleador debe mantener disponibles y debidamente actualizados entre otros, los siguientes documentos en relación con el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST:</p> <p>12. La identificación de amenazas junto con la evaluación de la vulnerabilidad y sus correspondientes planes de prevención, preparación y respuesta ante emergencias.</p> <p>Artículo 2.2.4.6.21. Indicadores que evalúan el proceso del sistema gestión de la seguridad y salud en el trabajo SG-SST. Para la definición y construcción de los indicadores que evalúan el proceso, empleador debe considerar entre otros:</p> <p>11. del plan prevención y atención de emergencias;</p> <p>Artículo 2.2.4.6.25. Prevención, preparación y respuesta ante emergencias. El empleador o contratante debe implementar y mantener las disposiciones necesarias en materia prevención, preparación y respuesta ante emergencias, con cobertura a todos los centros y turnos de trabajo y todos los trabajadores, independiente su forma de contratación</p> |

<sup>9</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1562. (11 de julio de 2012). Por la cual se modifica el Sistema de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones en materia de Salud Ocupacional. Disponible en internet: [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1562\\_2012.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1562_2012.html)

<sup>10</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE TRABAJO. Decreto 1072. (26 de mayo de 2015). Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo. Disponible en internet: [https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/decreto\\_1072\\_2015.htm](https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/decreto_1072_2015.htm)

| ÍTEM | TIPO DE LEGISLACIÓN | AÑO | DESCRIPCIÓN  |
|------|---------------------|-----|--|
|      |                     |     | <p>o vinculación, incluidos contratistas y subcontratistas, así como proveedores y visitantes.</p> <p>Para ello debe implementar un plan de prevención, preparación y respuesta ante emergencias que considere como mínimo, los siguientes aspectos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar sistemáticamente todas las amenazas que puedan afectar a la empresa;</li> <li>2. Identificar los recursos disponibles, incluyendo las medidas de prevención y control existentes al interior de la empresa para prevención, preparación y respuesta ante emergencias, así como las capacidades existentes en las redes institucionales y de ayuda mutua;</li> <li>3. Analizar la vulnerabilidad de la empresa frente a las amenazas identificadas, considerando las medidas de prevención y control existentes;</li> <li>4. Valorar y evaluar los riesgos considerando el número de trabajadores expuestos, los bienes y servicios de la empresa;</li> <li>5. Diseñar e implementar los procedimientos para prevenir y controlar las amenazas priorizadas o minimizar el impacto de las no prioritarias;</li> <li>6. Formular el plan de emergencia para responder ante la inminencia u ocurrencia de eventos potencialmente desastrosos;</li> <li>7. Asignar los recursos necesarios para diseñar e implementar los programas, procedimientos o acciones necesarias, para prevenir y controlar las amenazas prioritarias o minimizar el impacto de las no prioritarias;</li> <li>8. Implementar las acciones factibles, para reducir la vulnerabilidad de la empresa frente a estas amenazas que incluye entre otros, la definición de planos de instalaciones y rutas de evacuación;</li> <li>9. Informar, capacitar y entrenar incluyendo a todos los trabajadores, para que estén en capacidad de actuar y proteger su salud e integridad, ante una emergencia real o potencial;</li> <li>10. Realizar simulacros como mínimo una (1) vez al año con la participación de todos los trabajadores;</li> <li>12. Inspeccionar con la periodicidad que sea definida en el SG-SST, todos los equipos relacionados con la prevención y atención de emergencias incluyendo sistemas de alerta, señalización y alarma, con el fin de garantizar su disponibilidad y buen funcionamiento; y</li> <li>13. Desarrollar programas o planes de ayuda mutua ante amenazas de interés común, identificando los recursos para la prevención, preparación y respuesta ante emergencias en el entorno de la empresa y articulándose con los planes que para el mismo propósito puedan existir en la zona donde se ubica la empresa.</li> </ol> <p>PARÁGRAFO 1. De acuerdo con la magnitud de las amenazas y la evaluación de la vulnerabilidad tanto interna como en el entorno y la actividad económica de la empresa, el empleador o contratante puede articularse con las instituciones locales o regionales pertenecientes al Sistema Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres en el marco de la Ley 1523 de 2012.</p> <p>PARÁGRAFO 2. El diseño del plan de prevención, preparación y respuesta ante emergencias debe permitir su integración con otras iniciativas, como los planes de continuidad de negocio, cuando así proceda.</p> |

| ÍTEM | TIPO DE LEGISLACIÓN   | AÑO                                  | DESCRIPCIÓN   |
|------|---|--------------------------------------|---|
|      |   |                                      | <p>Artículo 2.2.4.6.28 Contratación. El empleador debe adoptar y mantener las disposiciones que garanticen el cumplimiento de las normas de seguridad y salud en el trabajo de su empresa, por parte de los proveedores, trabajadores dependientes, trabajadores cooperados, trabajadores en misión, contratistas y sus trabajadores o subcontratistas, durante el desempeño de las actividades objeto del contrato.</p> <p>Para este propósito, el empleador debe considerar como mínimo, los siguientes aspectos en materia de seguridad y salud el trabajo:</p> <p>4. Informar a los proveedores y contratistas igual que a los trabajadores de este último, previo al inicio del contrato, los peligros y riesgos generales y específicos su zona de trabajo incluidas las actividades o tareas de alto riesgo, rutinarias y no rutinarias, la forma de controlarlos y medidas de prevención y atención de emergencias. propósito, se debe periódicamente durante cada año, la rotación personal y asegurar que dentro del alcance de numeral, el nuevo personal la misma información;</p>  |
| 9    | Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible | Decreto 1076 de 2015 <sup>11</sup> . | <p><b>Objetivo.</b> El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible es el rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la Nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible, sin perjuicio de las funciones asignadas a otros sectores.</p> <p>El Ministerio Ambiente y Desarrollo Sostenible formulará, junto con el Presidente de la República la política nacional ambiental y de recursos naturales renovables, de manera que se garantice el derecho de todas las personas a gozar de un medio ambiente sano y se proteja el patrimonio natural y la soberanía de la Nación.</p> <p>Corresponde al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible dirigir el Sistema Nacional Ambiental (SINA), organizado de conformidad con la Ley 99 de 1993, para asegurar la adopción y ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos respectivos, en orden a garantizar cumplimiento de los deberes y derechos del Estado y de los particulares en relación con el ambiente y el patrimonio natural de la Nación.</p> |
| 10   | Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio.   | Decreto 1077 de 2015 <sup>12</sup> . | <p><b>Objetivo.</b> El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio tendrá como objetivo primordial lograr, en el marco de la ley y sus competencias, formular, adoptar, dirigir, coordinar y ejecutar la política pública, planes y proyectos en materia del desarrollo territorial y urbano planificado del país, la consolidación del sistema de ciudades, con patrones de uso</p>  |

<sup>11</sup> COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 1076. (26 de mayo de 2015). Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Disponible en internet: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=62511>

<sup>12</sup> COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 1077. (26 de mayo de 2015). Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio. Disponible en internet: <https://www.bogotajuridica.gov.co/sisjurMantenimiento/normas/Norma1.jsp?i=62512>

| ÍTEM | TIPO DE LEGISLACIÓN   | AÑO                                  | DESCRIPCIÓN   |
|------|---|--------------------------------------|---|
|      |   |                                      | eficiente y sostenible del suelo, teniendo en cuenta las condiciones de acceso y financiación de vivienda, y de prestación de los servicios públicos de agua potable y saneamiento básico.  |
| 11   | Por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012 | Decreto 2157 de 2017 <sup>13</sup> . | Objeto.- Reglamentar el artículo 42 de la Ley 1523 de 2012 estableciendo el marco regulatorio dirigido a los responsables de realizar el Plan de Gestión del Riesgo de Desastres de las Entidades Públicas y Privadas (PGRDEPP) como mecanismo para la planeación de la gestión del riesgo de desastres.<br><br>Alcance.- El Plan de Gestión del Riesgo de Desastres de las Entidades Públicas y Privadas (PGRDEPP) incluirá, entre otros aspectos, el análisis específico de riesgo que considere los posibles efectos de eventos de origen natural, socio-natural, tecnológico, biosanitario o humano no intencional, sobre la infraestructura expuesta y aquellos que se deriven de los daños de la misma en su área de influencia de posible afectación por la entidad, así como de su operación que puedan generar una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento de la sociedad. Con base en ello realizará el diseño e implementación de medidas para reducir las condiciones de riesgo actual y futuro, además de la formulación del plan de emergencia y contingencia, con el fin de proteger la población, mejorar la seguridad, el bienestar y sostenibilidad de las entidades. |
| 12   | Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático.   | Ley 1931 de 2018 <sup>14</sup> .     | La presente ley tiene por objeto establecer las directrices para la gestión del cambio climático en las decisiones de las personas públicas y privadas, la concurrencia de la nación, departamentos, municipios, distritos, áreas metropolitanas y autoridades ambientales principalmente en las acciones de adaptación al cambio climático, así como en mitigación de gases efecto invernadero, con el objetivo de reducir la vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas del país frente a los efectos del mismo y promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y un desarrollo bajo en carbono.  |

Fuente: WSP, 2018.

### 1.3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Las definiciones aplicables a los PDC se encuentran descritas fundamentalmente en 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 (SNGRD) y se dictan otras disposiciones", el Decreto 2157 de 2017 por el cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012" y la Ley 1931 de 2018 por la cual se establecen directrices para la Gestión del Cambio Climático

<sup>13</sup> COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 215. (20 de diciembre de 2017). Por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012. Disponible en internet: <http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%202157%20DEL%2020%20DE%20DICIEMBRE%20DE%202017.pdf>

<sup>14</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1931. (27 de julio de 2017). Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático. Disponible en internet: <http://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=87765>



Para la información Raster se entrega una carpeta que contiene toda la información tipo imagen digital utilizada como cartografía base y resultados temáticos de los estudios ambientales, como lo son modelos digitales de terreno, de superficie, pendientes, precipitación, temperatura, etc.

Se entrega la información geográfica y cartográfica del proyecto a escala 1:25000 o más detallada según corresponda al área cubierta, teniendo en cuenta la guía para el diligenciamiento y presentación del modelo de datos geográficos presentado por la Agencia Nacional de Licencias Ambientales ANLA:

Una carpeta con los archivos geográficos (Shapefile o gdb), de la cartografía base según el modelo de datos IGAC y la cartografía temática según modelo de datos ANLA.

- Una carpeta con la información de insumos utilizados en la elaboración de la cartografía (imágenes de sensores remotos, planchas IGAC, planos EOT, etc.).
- Una carpeta con la información de los metadatos.
- Una carpeta con los respectivos mapas en formato pdf.
- Una carpeta con las plantillas digitales utilizadas para la elaboración de los mapas presentados (archivos \*.mxd, \*.qgs, \*.gvsproj).

La presentación de la cartografía (mapas) contiene los elementos que se mencionan a continuación:

- Localización político-administrativa del proyecto hasta el nivel municipal.
- Fuente de información cartográfica básica; ej: número de planchas IGAC.
- Fuente de información cartográfica temática; ej: número de fotografía aérea, escala de la fotografía y fecha de interpretación.
- Escala de trabajo y escala de salida.
- Fecha de elaboración del proyecto.
- Norte.
- Grilla de Coordenadas.
- Sistema de Referencia.
- Título del mapa.
- Número del mapa.
- Nombre de empresa solicitante.
- Nombre de empresa consultora.

---

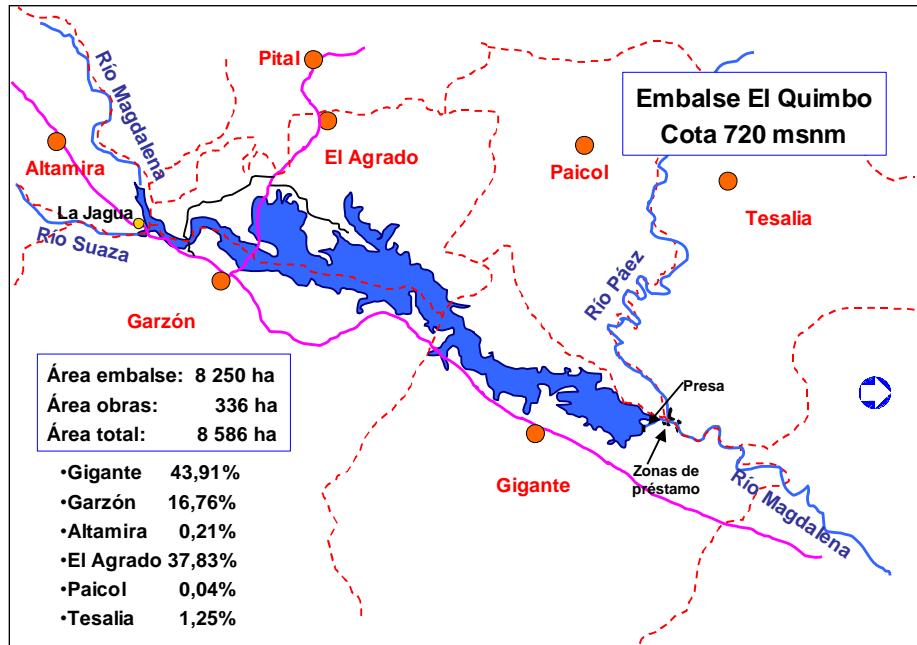
## 1.5 INFORMACIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD

La Central Hidroeléctrica El Quimbo se localiza en el departamento del Huila, República de Colombia, en jurisdicción del municipio de Gigante, aguas arriba de la Central Hidroeléctrica de Betania.

El sitio de ubicación de la presa del embalse del proyecto hidroeléctrico El Quimbo se encuentra dentro del cañón que formó el río Magdalena al filo rocoso de la Formación Gualanday Superior en el sitio de El Quimbo, 1300 m aguas arriba de la confluencia de los ríos Magdalena y Páez. El acceso se hace por la carretera que de Neiva conduce a Gigante y Garzón, 15 km al sur del municipio de Hobo se desprende la

vía a la Plata, la cual atraviesa el río Magdalena en el Puente El Colegio, aproximadamente 35 km aguas arriba del sitio de presa de Betania.

**Figura 1-2 Mapa zona de influencia Central Hidroeléctrica El Quimbo**



Fuente: INGETEC., 2008.

El embalse cuyo único propósito es la generación de energía eléctrica, se formó mediante la construcción de una presa de 151 metros de altura localizada sobre el río Magdalena en el sitio denominado El Quimbo (jurisdicción del Municipio de Gigante). La capacidad instalada es de 400MW y se obtiene a partir de dos turbinas tipo Francis localizadas en la casa de máquinas al pie de la presa. El embalse tiene una longitud del orden de 55 km (cota 720), un ancho promedio de 1,4 km, un volumen útil de 1 824 hm<sup>3</sup> y un área inundada de 8 250 ha (municipios de Altamira, El Agrado, Gigante y Garzón).

Aguas abajo del sitio definido para el proyecto El Quimbo, sobre el río Magdalena, se encuentra el embalse y la Central Hidroeléctrica de Betania. La operación conjunta de las 2 centrales permite optimizar la utilización del recurso hídrico, aumentando la vida útil del embalse de Betania, al reducir la cantidad de sedimentos afluente, y aumentando la regulación de caudales para su aprovechamiento hidroenergético, para beneficio del país.

Con la entrada en operación de la Central El Quimbo, la producción energética disponible del país aumentó en promedio 2 216 GWh/año, garantizando el incremento de la disponibilidad energética necesaria para el desarrollo económico y productivo del país.

Las obras principales consisten en una presa de gravas con cara de concreto ubicada sobre la cota 573 msnm, con altura de 151 m, cresta con longitud de 632 m, a la cota 724 msnm, dique auxiliar de enrocado con núcleo central de arcilla, con una altura de 66 m y una longitud de 390 m. Las demás obras necesarias para llevar a cabo el proyecto están compuestas por: preatagüía, atagüía, túnel de desviación del río Magdalena, vertedero entre la presa y el dique, túnel de conducción y casa de máquinas aguas abajo de la presa en la margen derecha del río Magdalena.



## 1.5.1 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES QUE COMPONEN LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA EL QUIMBO

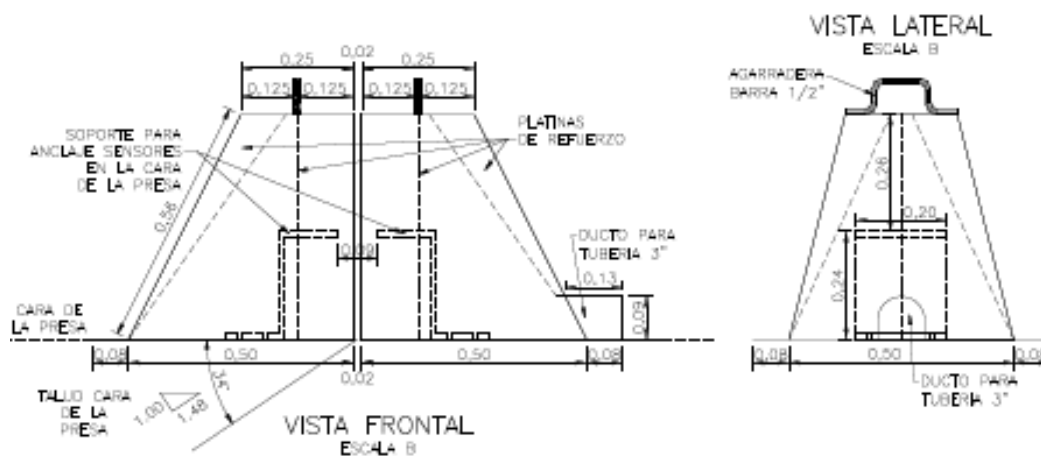
La Central Hidroeléctrica El Quimbo está compuesta por una presa, dique auxiliar, el embalse, el sistema de desviación, el tapón de cierre, estructura de salida, vertedero, descarga de fondo, captación, túneles de carga, plataforma de los pozos de compuertas y casa de máquinas

### 1.5.1.1 PRESA

El sitio de presa del Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo está localizado en la cuenca del Alto Magdalena, sobre el río del mismo nombre, 1300 m aguas arriba de la desembocadura del río Páez al río Magdalena. El sitio del proyecto se encuentra a una distancia aproximada de 8 km del municipio de Gigante, departamento del Huila y a 84 km al sur de la ciudad de Neiva, capital del departamento.

La presa seleccionada fue de tipo gravas con cara de concreto, de 151 m de altura, hasta el nivel de la cresta en la EL. 726,00 msnm. La cresta tiene 8 m de ancho y 651,5 m de longitud. Los taludes que conforman los rellenos de la presa tienen una inclinación de 1,50H: 1V en el espaldón de aguas arriba y de 1,60H:1V, en promedio, en el espaldón de aguas abajo. El volumen de la presa, sin incluir las zonas de protección aguas arriba es de aproximadamente 8'100.000 m<sup>3</sup>.

Figura 1-3 Esquema de Presa



Fuente: Emgesa, 2016<sup>15</sup>

### 1.5.1.2 DIQUE AUXILIAR

El dique auxiliar del Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo está localizado en un punto bajo de la margen derecha del río Magdalena, sobre la silla divisoria de aguas existente, necesaria para poder embalsar las aguas hasta la cota 720,00 msnm.

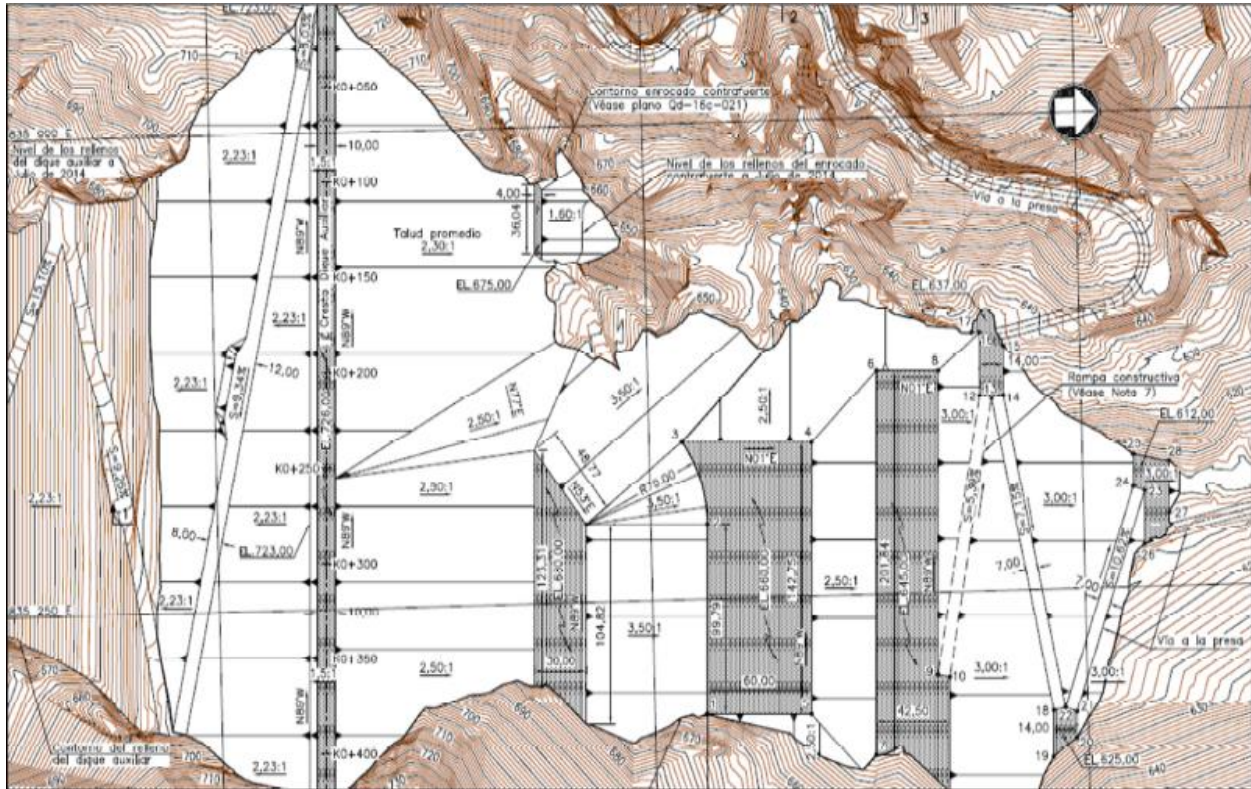
<sup>15</sup> Plano QZ – 12c-178. Presa Cara de contrato .



El dique auxiliar está conformado por materiales térreos con un núcleo impermeable y sus correspondientes filtros y drenes. La cresta del dique está en la elevación EL.726,00 msnm y tiene 10,00 m de ancho. El talud aguas arriba del dique tiene una pendiente promedio de 2,50H: 1V y el talud aguas abajo tiene pendiente de 2,50H:1V entre las elevaciones EL.726,00 y EL.680,00; una berma de 30,00 m de ancho en la EL.680,00 y desde esta berma hacia aguas abajo un talud 3,50H:1V.

Adicional a los espaldones descritos anteriormente, el dique cuenta con una berma en el talud aguas arriba desde la elevación 640 msnm y una berma en el talud aguas abajo desde la elevación 660 msnm.

**Figura 1-4 Plano de Dique Auxiliar**



Fuente: EMGESA, 2015<sup>16</sup>

### 1.5.1.3 EMBALSE

El embalse creado por la presa tiene un área de 8250 ha. El volumen total del embalse es de 3215 hm<sup>3</sup>, con un volumen útil de 2354 hm<sup>3</sup> el nivel máximo de operación en la cota 720,00 msnm y 860,8 hm<sup>3</sup> de volumen no utilizable por debajo del nivel mínimo de operación (cota 675,00 msnm).

Los niveles característicos que enmarcan el funcionamiento del embalse, tanto en condiciones normales como en condiciones de emergencia, son los mencionados a continuación:

<sup>16</sup> Qd-MO-10k-001 RC Manual operación de la central Quimbo

- Nivel mínimo físico: Es la elevación de la superficie del agua que corresponde a la cota inferior de la estructura de captación o bocatoma. Cota 655,00 msnm.
- Nivel mínimo técnico. Elevación de la superficie del agua en el embalse hasta la cual puede utilizarse el agua cumpliendo con condiciones de seguridad y operación previstas para las estructuras hidráulicas e instalaciones de generación. Cota 675,00 msnm.
- Nivel máximo físico: Elevación máxima de la superficie del agua del embalse que se encuentra entre la cota de la cresta del vertedero y la cota superior de compuertas radiales. Cota 720,00 msnm.
- Nivel máximo extraordinario: Es la elevación máxima de la superficie del agua en el embalse que se obtiene cuando se transita la creciente máxima probable en condiciones críticas, es decir cuando el nivel del embalse se encuentra en el máximo físico y no existe generación hidroeléctrica.

#### 1.5.1.4 SISTEMA DE DESVIACIÓN

Para la construcción de la presa se construyó un túnel de desviación ubicado sobre la margen derecha del río Magdalena, con dos ventanas para agilidad constructiva. El túnel tiene una longitud de 488,68 m, excavado con una sección en herradura, paredes curvas, de 6,0 m de radio y 11,90 m de altura de sección, con solera recta. El túnel tiene una pendiente de 0,41%, cuya cota de subrasante a la entrada está localizada en la elevación 580,10 msnm y a la salida en la elevación 578,10 msnm.

Para la construcción del túnel de desvío se dispuso de dos ventanas de acceso: la primera, localizada aguas arriba en la intersección de la abscisa K0+050; la segunda, ubicada aguas abajo intersecciona el túnel en la abscisa K0+390.10. Estas ventanas tienen sección en herradura, paredes rectas, de 3,15 m de radio y altura de 6,15 m. La primera ventana tiene una longitud de 50,12 m, con una pendiente de 13,53%. La cota de subrasante de la ventana 1 se ubica a la elevación 592 msnm. La ventana 2 tiene una longitud de 76,05 m, con una pendiente de 13,30% y una elevación de subrasante en el portal entrada a la cota 594 msnm.

El túnel de desviación está revestido completamente en concreto convencional (sin acero de refuerzo), con geometría en herradura, paredes curvas y solera recta, con espesor total, incluyendo el soporte, de 0,50 m, y de 0,40 m de espesor en la solera. Para reducir cargas externas de agua sobre el revestimiento en concreto, se dispusieron de anillos radiales de huecos de drenaje de 3,0 m de longitud, con cinco huecos por anillo de 5,0 m y seis lagrimales de 0,30 m de longitud en roca, espaciados cada 5,0 m, intercalados entre huecos de drenaje.

En las ventanas de construcción del túnel se dispusieron estructuras de cierre ortogonales: en ventana 1 se construyó un tapón en concreto, con una longitud de 17 m. Este tapón de concreto fue diseñado para contener el agua del embalse cuando se inicien las operaciones de cierre y construcción del tapón de concreto definitivo del túnel de desviación. En la intersección del túnel de desvío con la ventana 1, se dispuso de un muro de cierre para darle continuidad al flujo de agua y reducir pérdidas hidráulicas durante la desviación. En la intersección de la ventana 2 se construyó un muro de cierre de 1,0 m de espesor, para darle continuidad al flujo de agua durante la desviación y construcción de la presa. Los muros de cierre de las ventanas fueron diseñados para contener eventuales presiones de agua internas dentro del túnel en caso de crecientes (1:25 años) que pudieran ocurrir durante la desviación.

En el túnel de desviación se ha previsto un tapón de cierre definitivo de una longitud de 21 m.

El sistema de cierre del túnel de desviación está conformado por dos compuertas que permiten el cierre de dos vanos cada uno de 5,10 m de ancho y 10,20 m de altura, separados por un tabique intermedio de concreto.

El accionamiento de la compuerta se efectuará desde una plataforma de la estructura del portal ubicada en la cota 616,00 msnm, la cual está soportada por tres columnas de sección rectangular, dos exteriores de 2,00 X 5,70 m y una interior de 2,50 m X 5,70 m. Fue necesario prever un acceso entre la berma de la excavación en el talud y la plataforma de operación de las compuertas, por lo tanto, se tiene un puente de 23,60 m de luz y 16,00 m de ancho, apoyado sobre la plataforma de operación y un estribo sobre la berma del talud.

#### **1.5.1.5 TAPÓN DE CIERRE**

El tapón consiste en una estructura de concreto que evitará el flujo de agua a través del túnel de desviación, esta estructura se construye una vez se haya cerrado el sistema de compuertas y se haya desaguado el túnel de desvío. El tapón será masivo en su sección inicial en una longitud de 7,00 m, la cual será en herradura de patas curvas de diámetro de 11,00 m y tendrá, un segundo tramo de sección tipo box culvert de tal forma que la sección interior es cuadrada de 4,00 m con el objeto de permitir la ejecución de inyecciones. Esta estructura se localizará aproximadamente en la abscisa K0 + 227,00 y tiene una longitud total de 21,00 m con la que se desarrollará la fricción entre la estructura y la roca, necesaria para garantizar la estabilidad del tapón ante la presión causada por la carga hidrostática del embalse.

#### **1.5.1.6 VERTEDERO**

El vertedero del proyecto hidroeléctrico El Quimbo es una estructura en canal abierto, ubicada en la margen derecha entre la presa y la casa de máquinas. El vertedero está compuesto por una canal de aproximación, una estructura de control, un canal de descarga y un deflector radial.

El canal de aproximación se excavó en la ladera, tiene un alineamiento recto y ha sido dimensionado para orientar el flujo proveniente del embalse hacia la estructura de control. La solera del canal se posicionó en la cota 696 msnm y el canal tiene un ancho variable entre 81 m y 109,83 m.

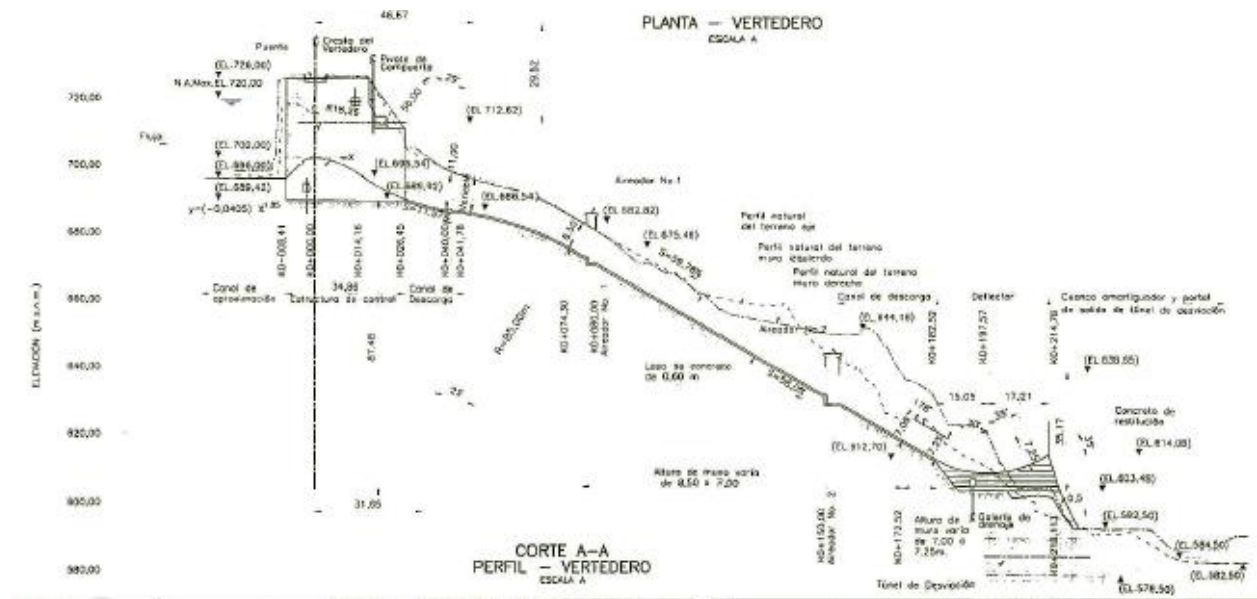
La estructura de control está compuesta por cuatro vanos independientes de 14,22 m de ancho controlados por compuertas radiales de dimensiones 14,25 m de ancho y 18,45 m de altura, tres pilas 4,0 m, dos estribos con radio de 6 m, y la cresta está ubicada en la cota 702 msnm.

El canal de descarga tiene un ancho constante de 69 m y entrega el flujo al lecho del río por medio de un deflector radial tipo salto de esquí con radio de 30 m, con punto de disparo en la cota 614,08 msnm y ángulo de lanzamiento de 35°.

El perfil del canal de descarga del vertedero presenta dos tramos con pendiente constante, el primero es un tramo corto del 12% que empalma aguas abajo mediante una curva vertical convexa de radio 85 m con el segundo tramo de pendiente 58% y finaliza a 182,52 m medidos desde el eje del azud, en el inicio del deflector radial.

El vertedero está diseñado para manejar la creciente máxima probable, cuyo caudal pico es de 18 817 m<sup>3</sup>/s a la entrada del embalse. Este caudal se amortigua a 11 886 m<sup>3</sup>/s al ser transitado y constituye el caudal de diseño del vertedero.

Figura 1-5 Planta vertedero



Fuente: EMGESA, 2015<sup>17</sup>

### 1.5.1.7 DESCARGA DE FONDO

El portal de entrada se posicionó a la cota 605 msnm, aproximadamente 24 m sobre el lecho del río. La estructura de salida se encuentra en la cota 587,65 msnm, donde se ubica la cota de disparo del salto de esquí que entrega el agua al río.

La descarga de fondo está compuesta por un túnel que trabajará en su primer tramo a presión con una longitud aproximadamente 237,74 m y una pendiente de 4,22% hasta conectarse con la cámara de compuertas. Posteriormente sigue el tramo a superficie libre que tiene una pendiente de 3,98% y una longitud de 175,25 m. El túnel tiene una sección de excavación en herradura, paredes curvas, de 3,40 m de diámetro.

La cámara de compuertas tiene una longitud de 12,95 m, con una sección en herradura, paredes rectas, de diámetro 10,16 m y altura de 14.55 m. En esta cámara se alojan las compuertas para la descarga de fondo del proyecto.

Para acceso a la cámara de compuertas se construyó una galería de acceso, de una longitud de 205,60 m, con pendiente descendente hacia la cámara del 3,0% y con una sección de excavación en herradura, paredes rectas, de 2,80 m de ancho y 2,65 m de altura. El portal y la galería parten de una de las bermas en la zona del vertedero, costado derecho.

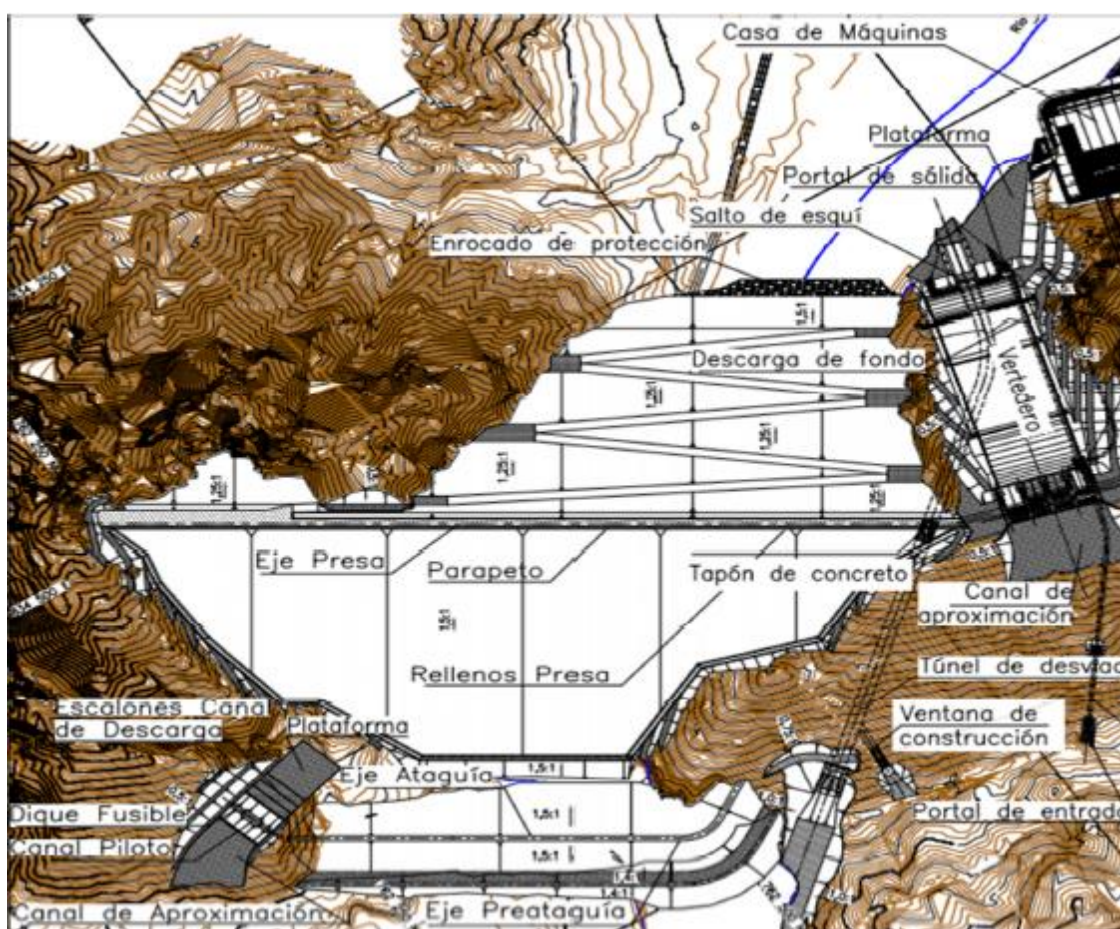
<sup>17</sup> Qd-MO-10k-001 RC Manual operación de la central Quimbo



La descarga de fondo tiene un pozo de toma, con una longitud de 39,70 m y un diámetro de excavación de 3,40 m, con una plataforma ubicada a la elevación 645 msnm, localizado dentro de la zona del embalse.

La capacidad de la descarga de fondo depende de dos factores fundamentales: primero el porcentaje de apertura de las compuertas, que para las simulaciones realizadas ha sido restringida para evacuar como máximo un caudal de 42 m<sup>3</sup>/s y segundo el nivel del embalse.

Figura 1-6 Planta Dique principal



Fuente: EMGESA, 2015<sup>18</sup>

### 1.5.1.8 CAPTACIÓN

El sistema de bocatomas se localiza en el estribo derecho y consiste de dos torres conformadas por las rejas de captación y su respectivo codo en concreto, como se describe a continuación, separadas 30,0 m entre ejes. Cada bocatoma capta un caudal de 164,0 m<sup>3</sup>/s:

- Las estructuras de rejas en acero están localizadas entre las cotas 655,00 msnm y 665,15. Las estructuras de soporte presentan 4 caras de 10,15 m de alto y 14,4 m de ancho, y una cara superior de 14,4 m por 14,4 m. Los paneles de las rejas se componen de cuatro (4) tipos con

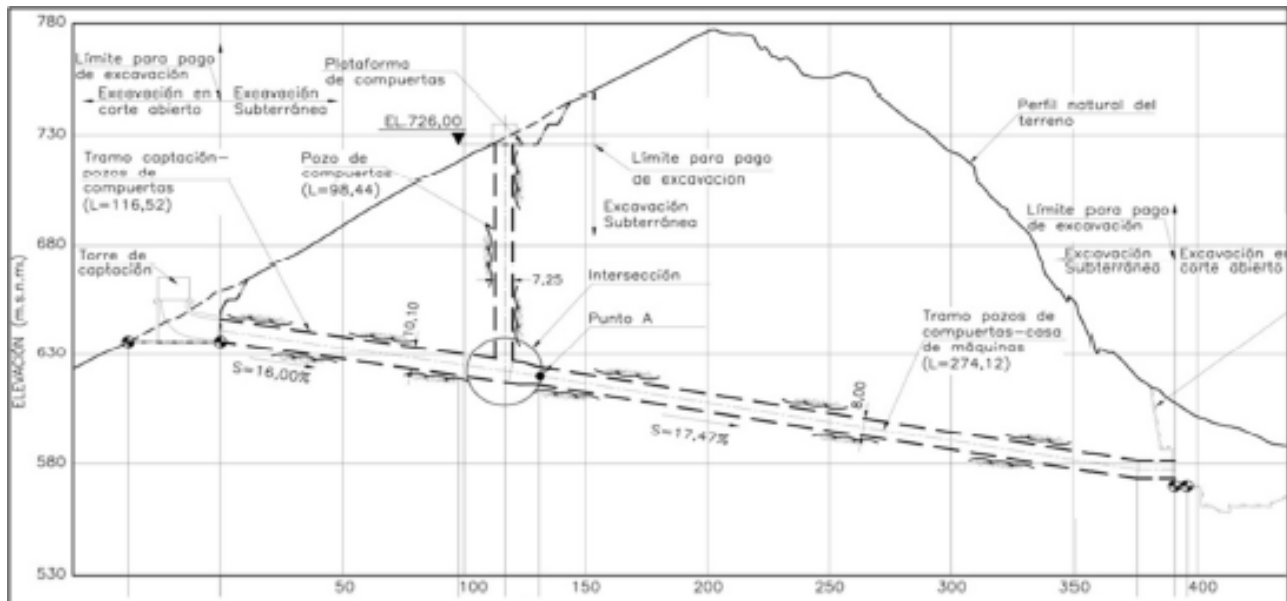
<sup>18</sup> Qd-MO-10k-001 RC Manual operación de la central Quimbo

barrotes de 1" separados 0,10 m y cada 0,60 m se disponen barras horizontales para reforzar los barrotes verticales. Las dimensiones del panel Tipo A son 5,1 m por 5,1 m, las dimensiones del Tipo B son 5,1 m por 4,2 m, del Tipo C son 4,2 m por 5,1 m y del Tipo D son 4,2 m por 4,2 m.

- Aguas abajo de cada reja, se encuentra una estructura en concreto en forma de codo con un radio exterior de 15,0 m y un radio interior de 5,0 m, que lleva el flujo desde el embalse hasta el conducto de carga con un cambio de dirección de 81° aproximadamente. La base de apoyo de la reja está a la cota 655,0 msnm y la entrada de la bocatoma se ha abocinado con un radio de 1,50 m a todo lo largo del perímetro de entrada del flujo.

A partir de la reja de entrada de cada túnel de la conducción, comienza un tramo recto de túnel que tiene una pendiente de 16% el cual se intersecta con su respectivo pozo de compuertas de tipo húmedo vertical de 7,25 m de diámetro de excavación y 106,90 m de altura, construidos desde la parte exterior en la elevación 726,00 msnm. En esta elevación se encuentran instalados los equipos electromecánicos para la operación de las compuertas de la conducción. El vano de cada compuerta (1 compuerta por túnel) tiene sección rectangular de 4,70 m de ancho x 6,60 m de altura.

**Figura 1-7 Perfil de la zona de captación y compuertas de los túneles de conducción**



Fuente: EMGESA, 2015<sup>19</sup>

### 1.5.1.9 TÚNELES DE CARGA

El conducto de presión consta de dos túneles gemelos, paralelos, de 390,60 m de longitud cada uno, separados 19,60 m entre sí. La pendiente longitudinal varía entre 16%, arriba del pozo de compuertas y 17,47% aguas debajo de éste. Están ubicados sobre la margen derecha, al norte del vertedero. Los túneles tienen dos tramos: uno con sección de excavación en herradura, paredes curvas, de diámetro 10,10 m, hasta el pozo de compuertas, y, otro, con sección de excavación en herradura, paredes curvas, de 8,0 m de diámetro, entre el pozo de compuertas y la casa de máquinas. El primer tramo está revestido

<sup>19</sup> Qd-MO-10k-001 RC Manual operación de la central Quimbo

completamente con concreto convencional y el segundo con blindaje metálico. Los túneles tienen sendos pozos de compuertas verticales, ubicados a 116 m del portal entrada. Los pozos verticales tienen una longitud de 96,4 m y una sección circular de diámetro de excavación de 6,70 m. La elevación de la plataforma del portal entrada de los túneles de carga está ubicada a cota 635,97 msnm, y la elevación del piso en el portal salida, junto a casa de máquinas, en la elevación 573,40 msnm.

### 1.5.1.10 PLATAFORMA DE LOS POZOS DE COMPUERTAS

De acuerdo con los requerimientos de espacios para la construcción de las estructuras de compuertas de los túneles de carga, así como para el montaje de instalaciones y maniobra de equipos durante la etapa de excavación de los pozos de compuertas, se dejó una plataforma de trabajo sobre la elevación 726 msnm, alcanzando una altura de entre 19 m y 21 m, garantizando así, el adecuado funcionamiento de la compuerta, para el nivel máximo normal de operación en la elevación 720 msnm, y un nivel máximo extraordinario, en la elevación 724,64 msnm.

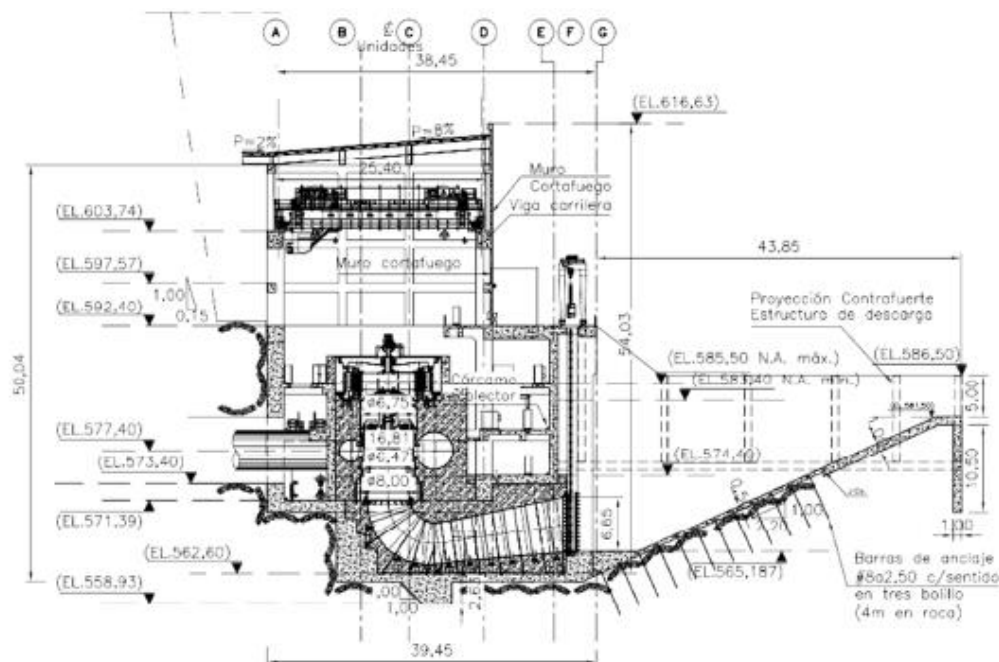
### 1.5.1.11 CASA DE MAQUINAS

La casa de máquinas se localiza en la margen derecha del río Magdalena, inmediatamente aguas abajo de la descarga del vertedero. Esta estructura alberga dos equipos turbo generadores separados a una distancia de 29,717 m entre centros.

La casa de máquinas está dividida en dos zonas principales: zona de unidades y área de montaje.

La zona de unidades tiene una longitud de 58,80 m, un ancho de 39,45 m y una altura máxima aproximada de 54 m, desde el fondo de los concretos de los tubos de aspiración hasta el borde superior del muro cortafuego. El área de montaje tiene un ancho de 27 m y una longitud de 38,90 m, adyacente al edificio de control. La altura máxima de esta zona es de 23,30 m (no se incluye la altura del sótano).

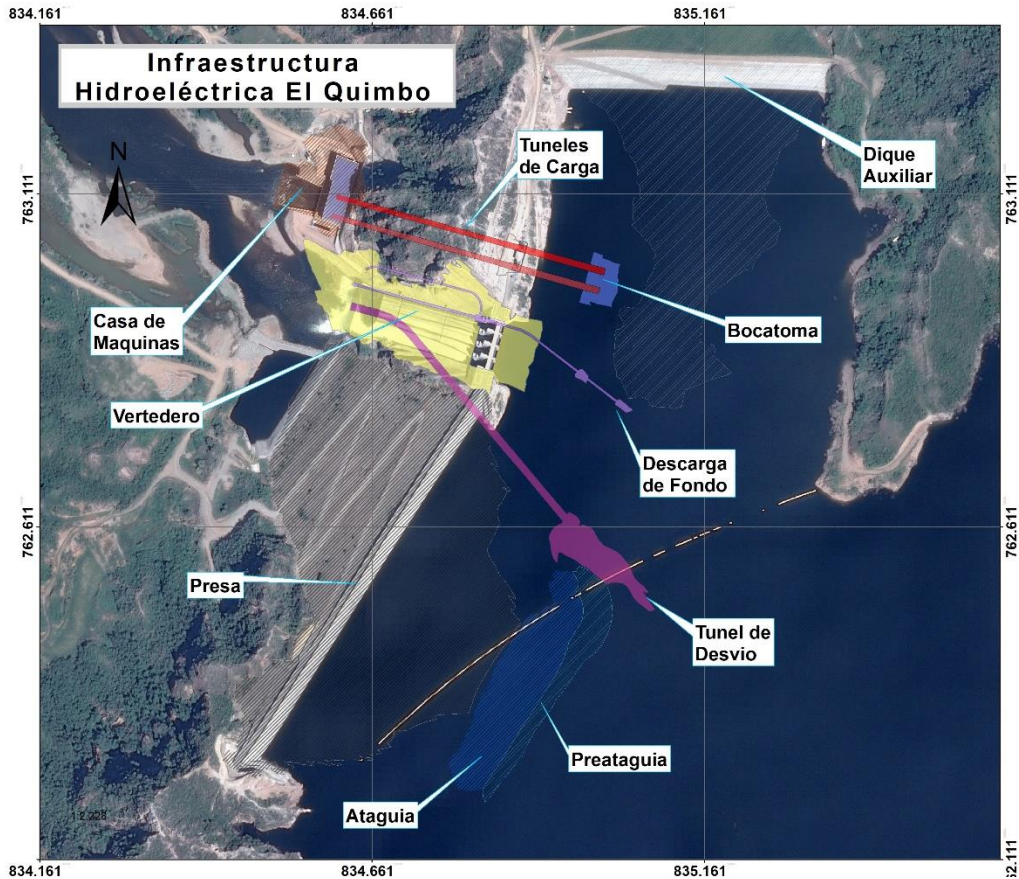
Figura 1-8 Casa de máquinas





Fuente: EMGESA, 2015<sup>20</sup>

Figura 1-9. Infraestructura Central Hidroeléctrica El Quimbo



Fuente: WSP, 2018

## 1.6 CONTEXTO EXTERNO

### 1.6.1 MARCO FÍSICO

La Central Hidroeléctrica El Quimbo se encuentra ubicada en el valle del río Magdalena entre las Cordilleras Central y Oriental de Colombia, en el departamento del Huila, y su área de influencia cubre territorio de los municipios de Gigante, Tesalia y Paicol, los cuales se caracterizan por una topografía quebrada.

<sup>20</sup> Qd-MO-10k-001 RC Manual operación de la central Quimbo



La región cuenta con una amplia variedad de climas en razón a la diversidad de pisos térmicos y como resultado de la interacción de factores tales como la temperatura, la luminosidad solar, la pluviosidad, la humedad relativa y los vientos.

La cuenca principal corresponde al río Magdalena, en su parte alta, que recibe varios tributarios como el río Suaza (aguas arriba de la presa) y el río Páez (aguas abajo del sitio de presa). El río Magdalena nace en el departamento del Huila en la laguna de La Magdalena, localizada en el extremo suroccidental de una pequeña planicie del páramo de Las Papas, a 3.685 msnm y es la corriente de agua más importante del país.

### 1.6.1.1 CONTEXTO GEOLÓGICO DEL PROYECTO

#### 1.6.1.1.1 Geología

De acuerdo con la información de referencia, la Hidroeléctrica se encuentra en la subcuenca de Neiva, del Valle Superior de Magdalena, el cual está limitado por grandes fallas de cabalgamiento con transporte tectónico hacia el oeste en el borde oriental y hacia el este en el borde occidental; en esta zona, también se encuentran fallas inversas, que son producto de las deformaciones de la tectónica compresiva ocurrida en el Cenozoico.

Las rocas más antiguas constituyen un zócalo o basamento precámbrico, compuesto fundamentalmente por rocas metamórficas de alto grado (migmatitas, neises y granulitas) que afloran en ambos flancos del valle, especialmente en el borde occidental del Macizo de Garzón (piedemonte occidental de la Cordillera Oriental) y al occidente de Yaguará (piedemonte oriental de la Cordillera Central).

A continuación, en la Tabla 1-2 se describe la estratigrafía presente.

**Tabla 1-2 Recopilación de la estratigrafía de la zona**

| Era         | Formación | Símbolo | Descripción   |
|-------------|-----------|---------|---|
| Precámbrico | NE        | Pe      | <p>Rocas metamórficas de alto grado localizados en el macizo Garzón; en este, se distinguen dos grandes grupos de rocas metamórficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grupo 1: Granulitas, neises y anfibolitas.</li> <li>▪ Grupo 2: Cuerpos intrusivos, homogéneos, ampliamente metamorfoseados</li> </ul>                      |
| Paleozoico  | NE        | Pmz-Pzs | <p>Compuesto principalmente por rocas metamórficas de bajo grado y rocas sedimentarias y metasedimentarias.</p> <p>Las rocas metamórficas se componen de esquistos cloritos y biótiticos de muscovita, sillimanita, metacherets y calcosilicatadas.</p> <p>Las rocas sedimentarias corresponden a Shales, areniscas y calizas fosilíferas</p> |

| Era                         | Formación               | Símbolo | Descripción   |
|-----------------------------|-------------------------|---------|---|
| Triásico-Jurásico           | Formación Saldaña       | JRs     | <p>Secuencia de rocas vulcano-sedimentarias que afloran a lo largo del Valle Superior del Magdalena y flancos de la cordillera oriental</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Parte Inferior: Areniscas tobáceas, Areniscas feldespáticas, lodolitas, limolitas, calizas y conglomerados.</li> <li>▪ Parte Superior: Aglomerados, flujos de lava, predominantemente andesítica y tobas lícitas, vítreas y cristalinas. Presentan alto nivel de alteración.</li> </ul>  |
|                             | Intrusivos del Jurásico | Ji      | Conformados por plutones, stocks, y apófisis de composición ácida a intermedia, representados por granodioritas, monzonitas, dioritas y andesíticas   |
| Cretáceo                    | Formación Caballos      | Kc      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Segmento Inferior: Secuencia de arenitas líticas, cuarzosas y cuarzofeldespáticas de grano fino a grueso, con algunas intercalaciones de lodolitas carbonosas.</li> <li>▪ Segmento intermedio: Capas gruesas de arcillolitas y lodolitas negras fosilíferas, intercaladas con delgadas capas de caliza, láminas de carbón y niveles delgados de areniscas finas.</li> <li>▪ Segmento Superior: Areniscas de grano grueso hasta conglomerático.</li> </ul>  |
|                             | Formación Villeta       | Kv      | Secuencias de arcillolitas negras fisiles con presencia de abundantes microfósiles, restos de peces y pirita, intercaladas con limolitas y calizas negras. Presenta contacto concordante y neto con la Formación Caballos y Guadalupe.  |
|                             | Formación Guadalupe     | Kg      | Areniscas cuarzosas de grano fino, finamente estratificadas, intercaladas con arcillolitas, limolitas silíceas y cherts negros. Presenta entre 60m y 100m de espesor, con un contacto medianamente concordante y transicional con la Formación Villeta  |
| Cretáceo Superior-Terciario | Formación Guaduas       | KTg     | Arcillolitas pardo rojiza y limolitas abigarradas, con intercalaciones de arenisca gris. Se estima que su espesor oscila entre 500m y 800m  |
|                             | Grupo Gualanday         | Tg      | <p>Unidad sobre la que se construyeron las obras más importantes del proyecto. Está constituida por una secuencia de rocas clásticas que alcanzan un espesor cercano a 1500m. Esta unidad consta de una alternancia de conglomerados y areniscas que reflejan intermitencias en el levantamiento del área de aporte, desde la Cordillera Central.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nivel Superior (Tgs-2): Conglomerados grises claros a blancos, con guijas de cuarzo y chert de 0.5cm a 5cm; la matriz es arenosa silícea, cubiertos en superficie por una costra ferruginosa. En la zona de la presa tiene espesores entre 30m y 70m.</li> </ul> |

| Era | Formación         | Símbolo | Descripción   |
|-----|-------------------|---------|---|
|     |                   |         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Nivel Inferior (Tgs-1): Conglomerados pardo-rojizos, compuestos por guijas de cuarzo y chert en matriz que varía de arenosa a arcillosa.</li> </ul>  |
|     | Formación Honda   | Th      | Formación donde se encuentra el Dique auxiliar y se usó como fuente de material para el núcleo del dique. Está conformada por secuencia de areniscas grises y verdosas, a veces conglomeráticas con estratificación cruzada. Su espesor alcanza 1500m en la Quebrada Guandinosa (Van Der Wiel, 1991)  |
|     | Formación Gigante | Tgi     | <p>Sección tipo se encuentra a lo largo de la quebrada Guandinosa, y se identifican los siguientes niveles:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Segmento Inferior: Secuencia de capas gruesas de arenisca y conglomerados de cuarzo polimítico y abundantes cantos de roca. Espesor aproximado de 150m</li> <li>Segmento intermedio: Secuencia de flujos de lodo volcánico, areniscas tobáceas, limolitas y arcillolitas bentoníticas, flujos delgados de pumita. Espesor aproximado de 380m</li> <li>Segmento Superior: Cantos de rocas plutónicas y metamórficas procedentes del macizo Garzón, intercaladas con areniscas azules-grisáceas y limolitas. Espesor aproximado de 250m</li> </ul> |

Fuente: Proyecto Central Hidroeléctrica el Quimbo, Parte 4: Información de geología y geotecnia para obras civiles principales

### 1.6.1.1.2 Geología estructural

De acuerdo con el documento de EMGESA “Proyecto Central Hidroeléctrica el Quimbo, Parte 4: Información de geología y geotecnia para obras civiles principales”, numeral 4.02.02.01, en la zona del proyecto se encuentran una serie de fallas con evidencia de actividad tectónica, las cuales se describen en la Tabla 1-4.

**Tabla 1-3 Descripción de las fallas locales Activas- Quimbo**

| Nombre                    | Tipo          | Buzamiento        | Descripción   |
|---------------------------|---------------|-------------------|---|
| Pitalito-Garzón-Algeciras | Cabalgamiento | Este              | Localizada al oriente de la zona de estudio; la distancia más corta al proyecto es de 17 Km aproximadamente. Presenta actividad reciente. (Tomado de H Velandia, A Núñez & G Marquínez; 2001).                |
| Pital-Betania             | Cabalgamiento | Norte-Occidente   | Se localiza al occidente de la zona del proyecto, a una distancia cercana a 4.5 Km. El salto de falla varía entre los 1000 y 3000 m y su edad es terciaria. Presenta actividad reciente (Montes et al; 1999). |
| San Andrés-Pacarní        | Inversa       | 80-90 grados este | Localizada al occidente del proyecto, a una distancia de 4.5 Km aproximadamente. Su edad es Terciaria y presenta evidencias de actividad reciente o Neotectónica.   |
| Suaza                     | Inversa       | 60 grados – Este  | Falla de carácter regional localizada al sur del proyecto. El salto de falla varía entre 1000 y 6000 m. La edad es terciaria  |

| Nombre                   | Tipo    | Buzamiento          | Descripción   |
|--------------------------|---------|---------------------|---|
|                          |         |                     | y presenta evidencias de actividad reciente o Neotectónica (INGEOMINAS 2002).   |
| Balsadero-Matambo        | Inversa | 70-90 grados – Este | Se desprende de la Falla Pitalito-Garzón-Algeciras aproximadamente a 4Km aguas abajo del río Suaza al Río Magdalena. El salto de falla es variable oscilando entre los 200 y 800 m. No se especifica si hay evidencias de actividad reciente. |
| La Argentina-Sam Jacinto | Inversa | Occidente           | Localizada al occidente de la zona de estudio, a una distancia cercana a 14 Km. El salto es del orden de los 800 m y disminuye paulatinamente hacia el norte. No se especifica si hay evidencias de actividad reciente.                       |

Fuente: Proyecto Central Hidroeléctrica el Quimbo, Parte 4: Información de geología y geotecnia para obras civiles principales

Así mismo, se identificaron una serie de fallas de carácter local que no presentan actividad tectónica, las cuales son: Falla Jerusalén (Inversa), Chavarro (Normal), Rioseco (Normal), La Cañada (Inversa), La Jagua (Normal) y Tarqui (Inversa).

#### 1.6.1.1.3 Litología

La Hidroeléctrica del quimbo se encuentra localizada en la subcuenca de Neiva del Valle Superior del Magdalena, consistente en una depresión tectónica alargada con dirección N30-40E, que separa las cordilleras Oriental y Central.

De acuerdo con la información de referencia, las rocas más antiguas son de tipo metamórficas de alto grado, en especial migmatitas, neises y granulitas, que afloran a ambos lados del valle, en especial en el borde occidental del Macizo de Garzón, y al occidente de Yaguará. Así mismo, se encuentran rocas continentales marinas, y rocas sedimentarias marinas del Mesozoico.

A continuación, se presenta la litología del área del proyecto, definida por EMGESA.

- **Formación Saldaña (JR):** Conformada por rocas vulcano-sedimentarias, que afloran a todo lo largo del valle superior del Magdalena y en los flancos de las cordilleras.

La parte inferior de esta formación se compone de areniscas tobáceas sucias, areniscas feldespáticas, lodolitas rojizas, limolitas grises, calizas y conglomerados. La parte superior se compone de aglomerados, flujos de lava predominantemente andesítica y tobas líticas, vítreas y cristalinas, que presentan un alto grado de alteración.

- **Formación Caballos (Kc):** Rocas originadas en el Cretáceo con un espesor que oscila entre 60m y 180m. La litología de esta formación se divide en tres niveles:
  - ✓ *Inferior:* Secuencia de arenitas líticas con alto contenido de cuarzo y cuarzofeldespato de grano fino a grueso, con intercalaciones delgadas de lodolitas.
  - ✓ *Intermedio:* Capas gruesas de Arcillolita y lodolitas negras fosilíferas, intercaladas con capas de caliza y estratos delgados de arenisca.
  - ✓ *Superior:* Areniscas de grano grueso hasta conglomeráticos.

- Formación Villeta (Kv): Rocas de originadas en el Cretáceo que componen principalmente de secuencias de arcillolitas negras, con alto contenido de microfósiles, restos de peces y piritas; así mismo, se encuentran intercalaciones de limolitas y calizas negras. Esta formación tiene un espesor aproximado de 600m en la subcuenca de Neiva.
- Formación Guadalupe (KTg): Rocas provenientes de Cretáceo superior con un espesor aproximado de 60m a 100m, y que se compone de calizas bioclásticas y areniscas cuarzosas cementadas por carbonato.
- Formación Guaduas (Kg): Rocas que se originaron entre el Cretáceo Superior y el Terciario Inferior, constituido por arcillolitas rojizas a pardo, limolitas abigarradas, intercaladas con arcillolitas y areniscas que aumentan hacia la parte superior de la formación; en esta parte, se encuentran algunas intercalaciones de limolitas y lentes de conglomerados con poca continuidad lateral.
- Grupo Gualanday (Tg): Rocas que se originaron entre el Oligoceno superior al Mioceno, y se divide en tres grupos importantes, que se clasifican en función de su resistencia a la erosión:
  - ✓ *Inferior (Tgin)*: Compuesto por dos paquetes muy gruesos de conglomerados masivos, con abundantes clastos de chert y cuarzo, y que son separados por capas de arenisca pardo rojizo. Se estima que su espesor es de 600m aproximadamente.
  - ✓ *Medio (Tgm)*: Arcillolitas de hasta 3m de espesor, capas de arenisca rojizas a carmelitas y capas de conglomerados masivos de hasta 1m de espesor. Todo este subgrupo, tiene un espesor aproximado de 700m.
  - ✓ *Superior (Tgs)*: Paquetes de conglomerados masivos de color gris claro y blanco hacia el techo, y pardo rojizo hacia la base; están separadas por capas de arenisca rojiza y carmelita, y arcillolitas rojizas. El espesor aproximado es de 250m.
- Formación Honda (Th): Está conformada por secuencias de arenisca grises y verdosas, y en algunos tramos conglomerática, con estratificación cruzada, que forman rellenos de canal, interestratificado con arcillolitas y rocas vulcano-clásticas de color pardo-rojizo; esta formación tiene un espesor aproximado de 1520m en la quebrada Guandinosa, y aflora en la zona de la presa.
- Formación Gigante (Tgi): La sección tipo se encuentra a lo largo de la quebrada Guandinosa, y se identifican los siguientes niveles:
  - ✓ *Segmento Inferior*: Secuencia de capas gruesas de arenisca y conglomerados de cuarzo polimítico y abundantes cantos de roca. Espesor aproximado de 150m.
  - ✓ *Segmento intermedio*: Secuencia de flujos de lodo volcánico, areniscas tobáceas, limolitas y arcillolitas bentónicas, flujos delgados de pumita. Espesor aproximado de 380m.
  - ✓ *Segmento Superior*: Cantos de rocas plutónicas y metamórficas procedentes del macizo Garzón, intercaladas con areniscas azules-grisáceas y limolitas. Espesor aproximado de 250m.

Por otro lado, se encuentran depósitos cuaternarios que están ampliamente distribuidos en la zona de interés. A continuación, se describen los depósitos identificados.

- Lahares de Altamira (Qla): Está conformado por detritos volcanoclásticos e intercalaciones de depósitos fluviales. El depósito se compone de cantos angulares de andesitas, fragmentos de metamorfitas, plutonitas, dacitas y areniscas. Se localiza entre las localidades de la Jagua y Altamira, sobre las márgenes del río Magdalena.
- Suelo Residual (Qsr): Originado por la meteorización de las rocas existentes en la zona,
- Terrazas (Qt): En la zona de estudio se distinguen tres niveles de terrazas:
  - ✓ *Terrazas altas (Qta)*: Se identificaron terrazas en el Valle del río Páez y en el valle del río Magdalena, están conformadas por capas de guijas y guijarros, intercalados con niveles de arena de grano grueso, de origen aluvial.
  - ✓ *Terrazas medias (Qtm)*: Localizadas en los valles de los ríos Magdalena y Páez, siendo las primeras un suelo de origen aluvial, mientras que el segundo es una mezcla o intercalación de sedimentos aluviales y flujos de lodo, siendo así una secuencia de arenas y gravas mal gradadas, con presencia de cantos redondeados a subredondeados, de origen ígneo y metamórfico.
  - ✓ *Terrazas Bajas (Qtb)*: Localizadas principalmente en el valle del río Magdalena, y están compuestas por depósitos aluviales que se han profundizado por los cambios en el nivel de base local o regional.
- Abanicos Aluviales (Qar, Qd): Depósitos compuestos por gravas de diversos tamaños (desde guijarros hasta gránulos), arenas, limos y arcillas con buena selección. Se localizan en las inmediaciones de Zuluaga entre La Jagua y Altamira, al oriente de Gigante, así como en la margen derecha del río Magdalena, entre la desembocadura del río Suaza y Loro.
- Depósitos fluviolacustres (Qfl): Conformado principalmente por sedimentos finos correspondientes a arcilla, limos y arenas, transportados por corrientes superficiales que provienen del drenaje de terrenos montañosos susceptible a la meteorización, y que se depositaron en un medio lagunar.
- Depósitos de ladera o coluviones (Qc): Compuesto por bloques y fragmentos de roca angulosos de diferente tamaño y forma, embebido en una matriz arcillosa. Los bloques están conformados por areniscas, calizas y roca volcánica.
- Depósitos Aluviales recientes (Qal): Están conformados por arcillas, limos, arenas y gravas dispuestas en capas de espesor variable y forma. Están localizados en los planos de inundación del río Páez, Magdalena y muchos de sus afluentes, formando playas de inundación, barras de meandros y barras puntuales.

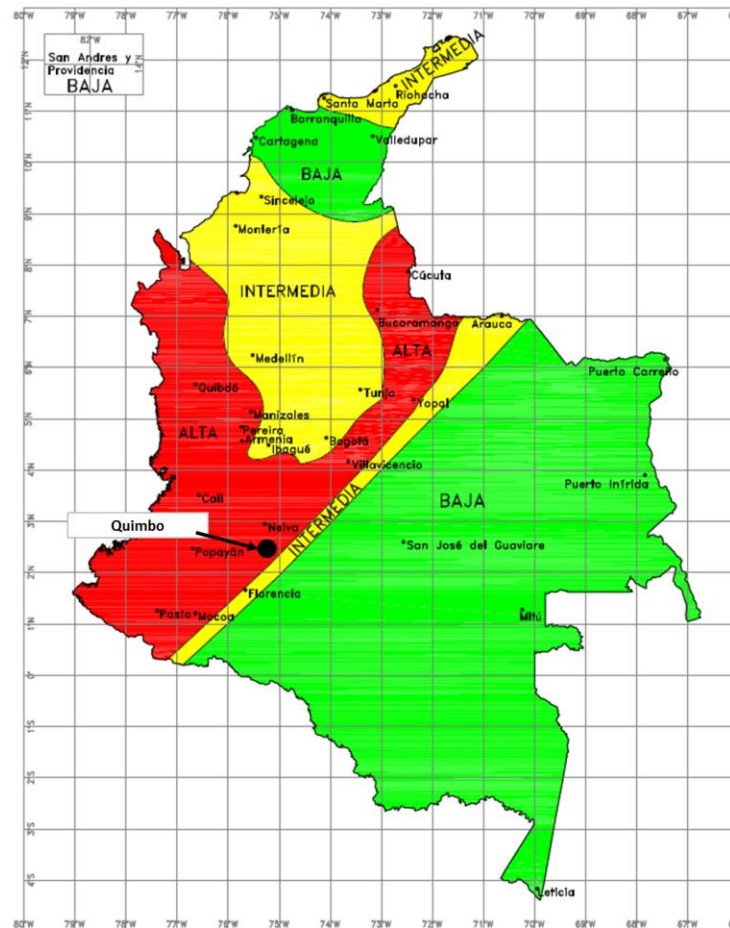
#### 1.6.1.1.4 Tectónica

##### 1.6.1.1.4.1 Regional

El territorio colombiano se conforma por la confluencia de tres placas tectónicas. Estas son la placa Caribe, la placa de Nazca y la placa suramericana. Estas se encuentran en constante dinamismo y son las que producen los principales eventos sísmicos y volcánicos del país.

Para el estudio de la amenaza sísmica de las diferentes regiones del país se destacan tres tipos de amenaza. La amenaza sísmica alta donde habita el 39.7 % de la población, la amenaza intermedia con un 47.3% y la amenaza baja con un 13 % de los habitantes. Figura 1-10 se pueden observar la división de Colombia según el nivel de amenaza sísmica, donde se destaca que la zona del proyecto se encuentra en Amenaza Sísmica Alta.

**Figura 1-10 Mapa de Amenaza Sísmica de Colombia – Punto negro: Quimbo**



Fuente: Estudio de Amenaza Sísmica de Colombia, AIS 2009

La esquina noroccidental de Suramérica está localizada en un sector de triple convergencia entre las placas Caribe, Nazca y Suramérica. La Placa Caribe tiene un movimiento E-SE, mientras que la Placa de Nazca tiene un movimiento en dirección al E y el norte de los Andes corresponde a un bloque con movimiento al NE, respecto a una Placa Suramericana estática. Esta convergencia de placas en el sector NW de Suramérica crea una zona de deformación continental definida por cabalgamientos en dirección NE-SE y fallas de rumbo. (Gómez, 2001, Corredor, 2003 y Cortés et al 2005).

La historia tectónica de Colombia corresponde a diferentes fases de deformación, que originaron el levantamiento de tres cordilleras, La cordillera Oriental, Central y Occidental (Cortés et al 2005). El basamento colombiano puede ser dividido en tres zonas separadas por Mega-Suturas al E el Macizo de Guyana, La provincia central definida por las cordilleras Oriental, Valle del Magdalena y la parte Este de la

Cordillera Central y al Oeste afloran rocas con afinidad de la corteza oceánica acrecionada al continente (Cooper et al. 1995). La falla de Romeral es el límite entre rocas de afinidad continental al Este y rocas de afinidad oceánica al Oeste (Barrero, 1979; Gómez, 2001). La acreción de bloques de corteza oceánica de edad Cretácico Superior dan origen al levantamiento de la Cordillera Occidental (Barrero, 1979). Diferentes fases de deformación han actuado en la provincia central, los pulsos de levantamiento de la Cordillera Oriental inician en el Paleógeno y finalizan en el Plioceno Pleistoceno con una fase de mayor deformación, caracterizada por la inversión de antiguas fallas normales (Cooper 1994, Cortes et al 2005).

#### 1.6.1.1.4.2 Local

De acuerdo con el documento de EMGESA “Proyecto Central Hidroeléctrica El Quimbo, Parte 4: Información de geología y geotecnia para obras civiles principales”, numeral 4.02.02.01, en la zona del proyecto se encuentran una serie de fallas con evidencia de actividad tectónica, las cuales se describen en la Tabla 1-4.

**Tabla 1-4 Descripción de las fallas locales Activas- Quimbo**

| Nombre                    | Tipo          | Buzamiento          | Descripción   |
|---------------------------|---------------|---------------------|---|
| Pitalito-Garzón-Algeciras | Cabalgamiento | Este                | Localizada al oriente de la zona de estudio; la distancia más corta al proyecto es de 17 Km aproximadamente. Presenta actividad reciente. (Tomado de H Velandia, A Núñez & G Marquínez; 2001)   |
| Pital-Betania             | Cabalgamiento | Norte-Occidente     | Se localiza al occidente de la zona del proyecto, a una distancia cercana a 4.5 Km. El salto de falla varía entre los 1000 y 3000 m y su edad es terciaria. Presenta actividad reciente (Montes et al; 1999).                                 |
| San Andrés-Pacarní        | Inversa       | 80-90 grados este   | Localizada al occidente del proyecto, a una distancia de 4.5 Km aproximadamente. Su edad es Terciaria y presenta evidencias de actividad reciente o Neotectónica  |
| Suaza                     | Inversa       | 60 grados – Este    | Falla de carácter regional localizada al sur del proyecto. El salto de falla varía entre 1000 y 6000 m. La edad es terciaria y presenta evidencias de actividad reciente o Neotectónica (INGEOMINAS 2002).                                    |
| Balsadero-Matambo         | Inversa       | 70-90 grados – Este | Se desprende de la Falla Pitalito-Garzón-Algeciras aproximadamente a 4Km aguas abajo del río Suaza al Río Magdalena. El salto de falla es variable oscilando entre los 200 y 800 m. No se especifica si hay evidencias de actividad reciente. |
| La Argentina-Sam Jacinto  | Inversa       | Occidente           | Localizada al occidente de la zona de estudio, a una distancia cercana a 14 Km. El salto es del orden de los 800 m y disminuye paulatinamente hacia el norte. No se especifica si hay evidencias de actividad reciente.                       |

Fuente: Proyecto Central Hidroeléctrica el Quimbo, Parte 4: Información de geología y geotecnia para obras civiles principales



Así mismo, se identificaron una serie de fallas de carácter local que no presentan actividad tectónica, las cuales son: Falla Jerusalén (Inversa), Chavarro (Normal), Rioseco (Normal), La Cañada (Inversa), La Jagua (Normal) y Tarqui (Inversa).

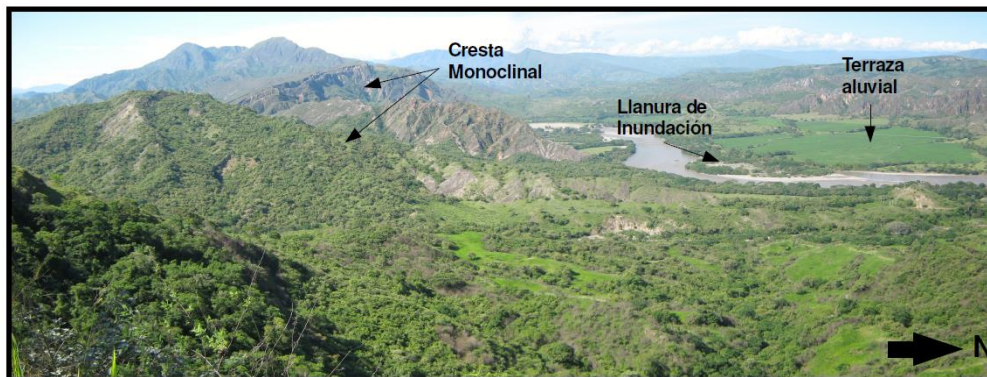
### 1.6.1.2 CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO DEL PROYECTO

De acuerdo con la información base, se identificaron 3 grandes provincias geomorfológicas, las cuales se muestran a continuación:

- **Valle Superior del Magdalena:** Es una depresión tectónica acotada entre las Fallas Pital-Betania al occidente, y Pital-Garzón-Algeciras al oriente. Esta provincia tiene un relieve montañoso y escarpado, producto de la actividad tectónica de la zona; así mismo, se encuentran geofomas como montañas, colinas graníticas, montañas y colinas rocosas de alto grado de metamorfismo, con procesos agradacionales como planos de inundación, terraza, abanicos aluviales, cono de deslizamiento, lahar y cuencas intramontanas, con sedimentos fluvio-lacustres.

En esta provincia, se encuentra ubicada el sitio de presa y las obras anexas. En la Figura 1-11 se muestra las geofomas de esta provincia, ubicada en el sitio de presa.

**Figura 1-11 Valle superior del Magdalena, en el sitio de presa**



Fuente: Proyecto central Hidroeléctrica el Quimbo, Parte 4: Información de geología y geotecnia para obras civiles principales, Fotografía 4 02-11, Página 4-48

- **Piedemonte oriental, Cordillera Central:** Provincia delimitada por las entribaciones orientales de la Cordillera Central, con alturas cercanas a 2600msnm; se ubica al occidente del sistema de falla Pital-Betania.
- **Piedemonte Occidental, Cordillera Oriental:** Comprendido por todas las entribaciones que llegan a 2000msnm, y que se encuentran al oriente del sistema de fallas Pitalito-Garzón-Algeciras.

### 1.6.1.3 HIDROGEOLOGÍA

Con base en la información de referencia, se tiene que la escala de permeabilidad de las rocas que afloran en la zona del proyecto, son en su orden los siguientes:

- **Depósitos cuaternarios:** Es la unidad más permeable, debido a que está compuesta por gravas y arenas bien gradadas; su permeabilidad se clasifica como alta.

- Formación Gualanday: Esta unidad presenta una permeabilidad baja, debido a que las areniscas y conglomerados que componen esta formación presentan una fracción fina importante, lo que hace que disminuya la permeabilidad. Por otra parte, la actividad tectónica, que genera fracturamiento en algunos sectores, genera permeabilidad secundaria.
- Formación Gigante: Esta formación presenta permeabilidad baja a muy baja, debido a que las areniscas y conglomerados que la componen presentan altos niveles arcillosos.
- Formación Honda: Tiene permeabilidad muy baja, debido a la presencia de arcillolitas, intercaladas con areniscas de grano fino; a pesar de que en esta formación se encuentran conglomerados, su proporción es baja, por ende, no tiene un peso considerable dentro del análisis de permeabilidad del sitio

---

## 1.6.2 MARCO SOCIOECONÓMICO

El análisis de contexto socioeconómico se presenta en el marco de la evaluación de vulnerabilidad.

---

## 1.7 CONTEXTO INTERNO

EMGESA empresa del grupo Enel, desarrolla sus actividades de Generación y Comercialización de energía eléctrica, comprometida con: la seguridad y la Salud de sus empleados y contratistas, la protección del medioambiente y la satisfacción de sus clientes. Para lograrlo ha establecido acciones encaminadas al mejoramiento continuo, prevención de los riesgos y de la contaminación, cumpliendo los requisitos legales aplicables y a otros que haya suscrito, garantizando los recursos necesarios, el desarrollo integral de sus trabajadores y la rentabilidad de sus accionistas (EMGESA S.A. E.S.P, 2012).

En consecuencia, EMGESA adelanta su gestión de seguridad & salud laboral, ambiental y calidad, bajo los siguientes principios (EMGESA S.A. E.S.P, 2012):

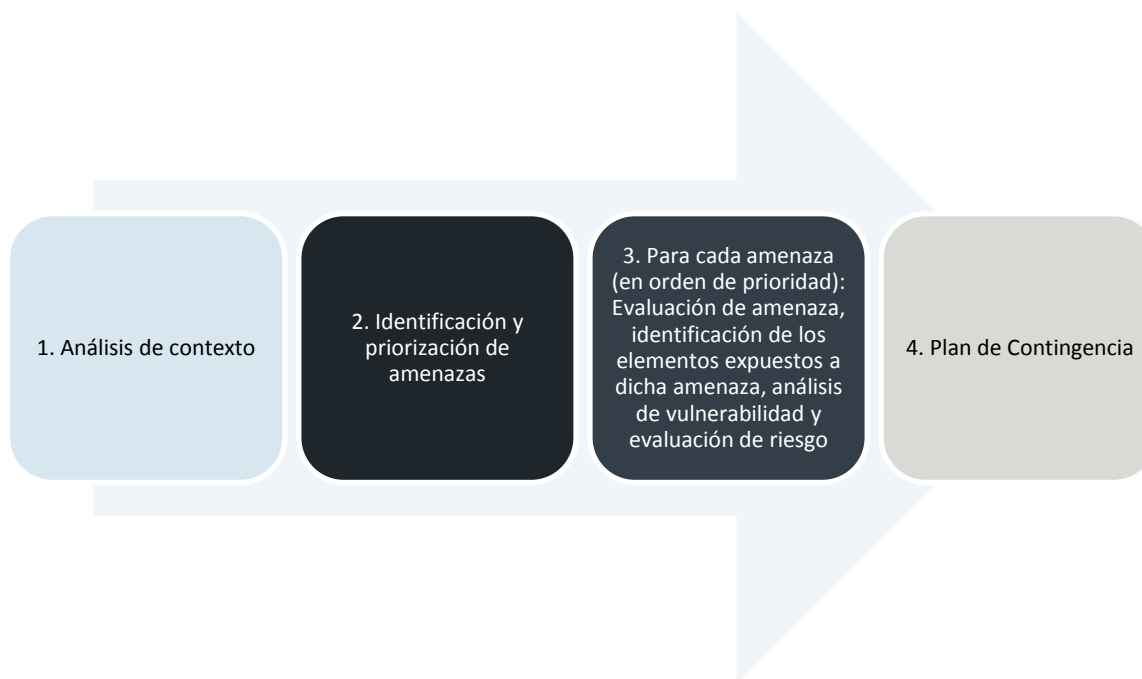
- Integrar la gestión de seguridad & salud laboral, ambiental y calidad en su estrategia corporativa.
- Planear, establecer y hacer seguimiento a los objetivos para alcanzar las metas.
- Adoptar las mejores prácticas que involucren métodos de producción seguros, más limpios, eficaces y eficientes, en búsqueda de la excelencia operacional.
- Estimular al interior de la empresa, la formación de una cultura de mejoramiento continuo, de comportamientos saludables y seguros, de respeto por el medio ambiente y de cumplimiento de los requisitos de los clientes.
- Gestionar las actividades y servicios contratados con los mismos estándares que aplicamos a los procesos internos.
- Preservar, recuperar la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas en todas sus operaciones de la compañía.
- Promover la vivencia de nuestros valores, el trabajo en equipo y el compromiso como parte integral de nuestra gestión.
- Identificar los peligros, evaluar y valorar los riesgos y establecer los respectivos controles.

---

## 1.8 CONTEXTO Y CRITERIOS DEL PROCESO DE GESTIÓN DEL RIESGO

El desarrollo del PDC considera el marco metodológico que se presenta a continuación, y se muestra en la Figura 1-12.

**Figura 1-12. Marco metodológico general para la análisis y evaluación de amenaza, vulnerabilidad y riesgos**



Fuente: WSP, 2018

---

## 1.9 VALORACIÓN DEL RIESGO

En los siguientes numerales se realizará la identificación, descripción y análisis de los diferentes eventos generadores de amenazas para la Central Hidroeléctrica CH-El Quimbo, sustentado en la recopilación de información del área de influencia de la Central, así como registros históricos o estudios que respalden la probabilidad de ocurrencia del evento amenazante analizado. Una vez descrito el evento amenazante se procederán a priorizar aquellos que por magnitud y afectación al entorno o al proyecto puedan generar consecuencias desastrosas y deban ser intervenidos para la reducción de sus efectos y ser atendidos aplicando el plan de contingencia, PDC.

---

### 1.9.1 METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE AMENAZAS

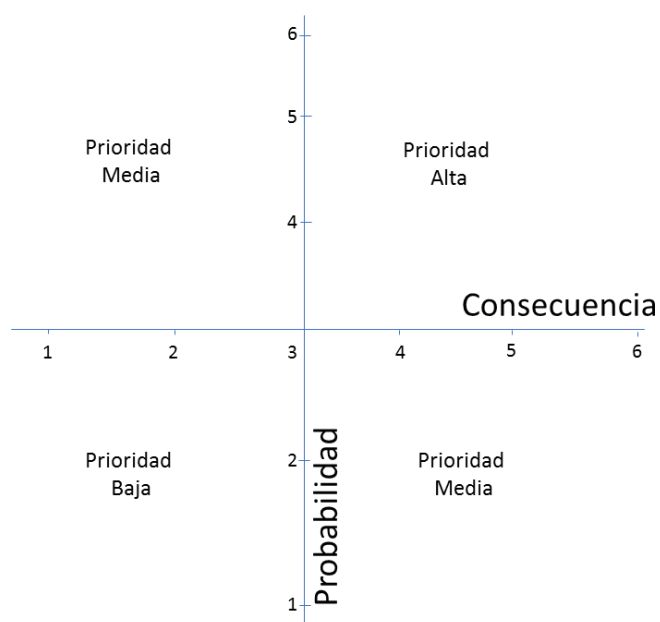
En esta etapa inicialmente se relacionan todos los posibles eventos generadores de amenaza, considerando los que se producen en el entorno y pueden afectar la Central y los que origina la Central y pueden afectar el entorno y las mismas instalaciones estudiadas.

Para ello se deben tener en cuenta todas las evidencias sobre la potencial ocurrencia de cada evento, de manera que la identificación sea lo más completa posible. Dentro de las evidencias válidas se encuentran las fuentes oficiales de información acerca de cada uno de los eventos amenazantes, como por ejemplo,

el Servicio Geológico Colombiano (SGC), para los eventos relacionados con movimientos en masa, sismos, actividad volcánica y peligro radiactivo; el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), en lo relacionado con eventos hidrometeorológicos, inundaciones, sequías, incendios forestales, cambio climático, entre otros; y demás fuentes reputadas. En dichas fuentes es necesario conocer, a partir de las zonificaciones regionales o de mayor escala, en cuál zona de amenaza se encuentra la Central. En segundo lugar, se recurre a los registros históricos de eventos, de emergencias y/o de desastres, que figuran en diversas bases de datos; generalmente esos registros relacionan cada evento con el o los municipios donde han tenido lugar, aunque sin precisar el sitio exacto, pero igualmente es muy valiosa esta información que indica los eventos que históricamente se han presentado en el área. Por último, se deben considerar las condiciones particulares de la Central, estudiando los eventos que se han presentado en instalaciones similares localizadas en otras partes del mundo, y sus condiciones de diseño, construcción y operación.

Una vez conformada la lista de las amenazas, es necesario ordenarlas, para enfocar los principales esfuerzos y recursos en las prioritarias. El proceso atiende dos aspectos: La frecuencia (o recurrencia) y las consecuencias en caso de materialización. Esta información se obtiene tanto de las fuentes empleadas anteriormente para la identificación, como de la información de contexto y antecedentes de la Central. Se obtiene un gráfico de dispersión de las potenciales amenazas, obteniendo así las que serán priorizadas en el análisis.

**Figura 1-13 Resultado esquemático de la priorización de amenazas**



Fuente: WSP, 2018

Así, al final de esta etapa, se cuenta con un listado de amenazas en orden de prioridades, con el cual se procede a la siguiente actividad.

---

## 1.9.2 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE RIESGOS

Este procedimiento se utiliza para determinar las consecuencias y estimar las probabilidades de riesgos en cada una de las amenazas potenciales identificadas en la Central Hidroeléctrica El Quimbo. Para ello se adoptó la metodología de riesgo e impacto para realizar el análisis de riesgos de desastres, cuyos procedimientos se describen a continuación:

- **Definición de las actividades del proyecto:** Para la implementación y operación de la Central se deben establecer las actividades que se desarrollarán durante su operación.
- **Identificación de escenarios de riesgo, consecuencias y amenazas que los originan:** Una vez expuestos de manera general los alcances del proyecto y la descripción del entorno socio - ambiental donde se localiza, se procede a determinar las amenazas que se derivan durante la operación de la Central.
- **Áreas y actividades que implican escenarios de riesgo:** Un escenario está definido como una amenaza en un área determinada. Su localización será de gran importancia para definir el alcance de los eventos y respuestas a desarrollar para controlar las posibles contingencias.
- **Amenazas identificadas:** Durante las actividades de operación se pueden presentar eventos de diferente naturaleza que afecten el desempeño normal de las actividades y en especial al medio ambiente del área de influencia de este. Estos eventos o amenazas se clasifican en endógenos y exógenos.
- **Escenarios de riesgo:** Un escenario es la combinación de una amenaza con un área de la operación que implique riesgos durante la ejecución de dicha actividad, y se define como la posibilidad que una amenaza determinada se materialice como una emergencia en un sitio específico.

La definición de escenarios para las áreas de operación se realiza combinando las áreas y amenazas identificadas del paso anterior, es decir, combinando las amenazas endógenas y exógenas con las áreas o actividades a desarrollarse en la operación de la Central.

- **Factores de vulnerabilidad:** El grado relativo de sensibilidad de un sistema respecto a una amenaza determinada se define como vulnerabilidad. Los factores de vulnerabilidad dentro de un análisis de riesgos permiten determinar los efectos negativos que sobre el escenario y zonas de posible impacto puedan tener los eventos que se llegaran a presentar.
- **Gravedad de las consecuencias estimadas:** La gravedad de las consecuencias de un evento se evalúa sobre los factores de vulnerabilidad y se califica dentro de una escala que establece varios niveles. Los niveles deben corresponder desde una gravedad insignificante hasta una gravedad catastrófica.
- **Establecimiento y jerarquización de los riesgos:** El riesgo está representado por la evaluación cuantitativa de las amenazas existentes en un sistema, medidas en cuanto a la probabilidad de que se presente el evento y la gravedad relativa de sus consecuencias. De acuerdo con esta

definición, el riesgo puede expresarse matemáticamente como el producto de la probabilidad de ocurrencia por la gravedad (consecuencia), así:

$$R = P \times C$$

Donde:

R = Valor del riesgo

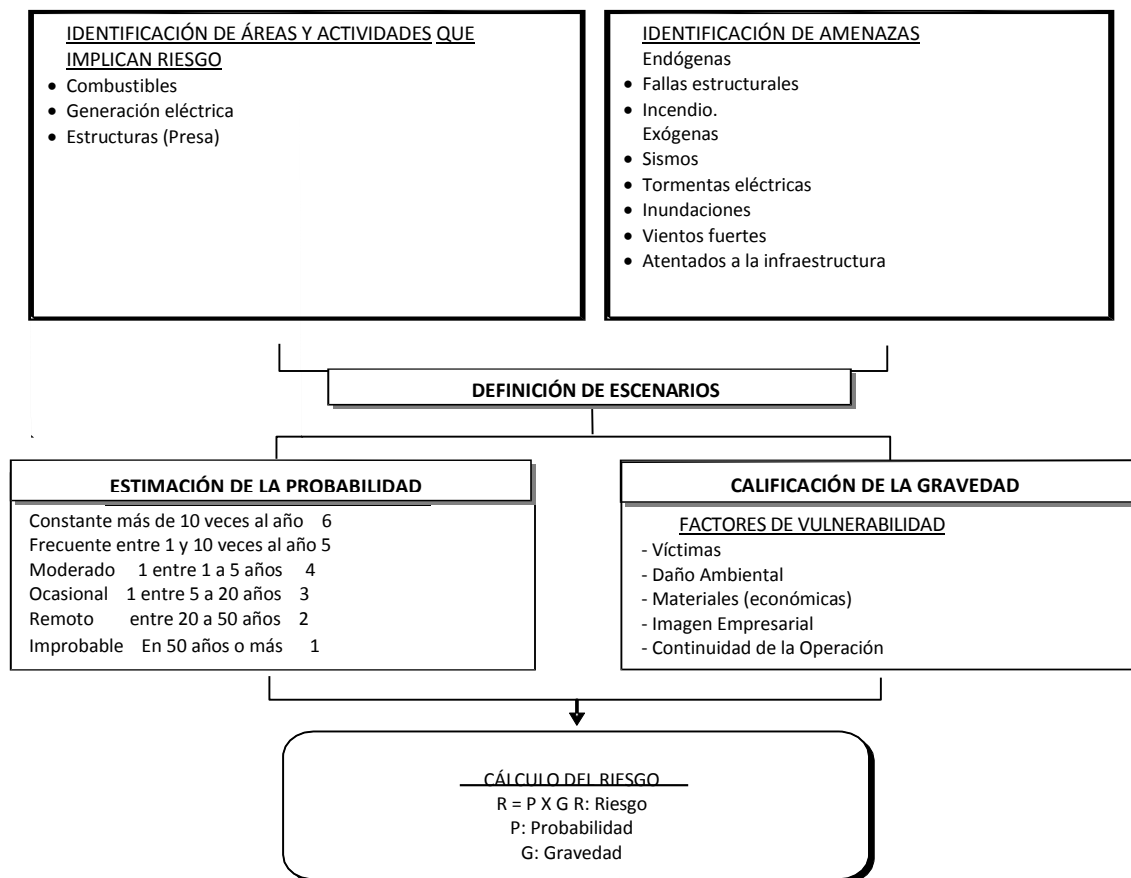
P = Probabilidad de ocurrencia del evento.

C = Consecuencia del evento.

De acuerdo con la definición presentada anteriormente se asignará un valor de riesgo a cada escenario para cada factor de vulnerabilidad. Este valor o rango de riesgo depende de la probabilidad de ocurrencia del evento y de la gravedad relativa. Para una fácil comprensión, estos valores numéricos se transforman en grupos que representan escalas diferentes de niveles de aceptabilidad.

La metodología anteriormente descrita, puede verse resumida en la siguiente figura.

**Figura 1-14 Metodología del análisis de riesgos.**



### 1.9.2.1 DETERMINACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA

Los eventos se clasifican de acuerdo con la probabilidad de ocurrencia, asignándole a cada uno un valor como se muestra en la siguiente Tabla 1-5:

Tabla 1-5 Probabilidad del Siniestro

| PROBABILIDAD      | DEFINICIÓN  | PUNTOS   |
|-------------------|---|----------|
| <b>Improbable</b> | Muy difícil que ocurra, se espera que ocurra menos de una vez en 50 años                                      | <b>1</b> |
| <b>Remoto</b>     | Muy baja posibilidad, ha sucedido o se espera que suceda solo pocas veces, una vez entre los 20 y los 50 años | <b>2</b> |
| <b>Ocasional</b>  | Limitada posibilidad de ocurrencia sucede en forma esporádica; una vez entre los 5 y los 20 años              | <b>3</b> |
| <b>Moderado</b>   | Mediana posibilidad de ocurrencia; sucede algunas veces; una vez entre 1 y los 5 años                         | <b>4</b> |
| <b>Frecuente</b>  | Significativa posibilidad de ocurrencia; sucede en forma reiterada, entre 1 vez y 10 veces al año             | <b>5</b> |
| <b>Constante</b>  | Alta posibilidad de ocurrencia ocurre en forma seguida, más de 10 veces al año                                | <b>6</b> |

### 1.9.2.2 DETERMINACIÓN FACTORES DE VULNERABILIDAD

Estos factores de la vulnerabilidad son:

- **Víctimas:** Se refiere al número, tipo y gravedad de las víctimas que se puedan producir entre empleados, personal de emergencia y comunidad. Representa la “Vulnerabilidad Humana” del sistema.
- **Ambiental:** Se refiere a los niveles de daño que se puede ocasionar al Ecosistema, ya sea a los cuerpos de agua, a la fauna o a la flora y al aire como consecuencia de un siniestro. Representa la “Vulnerabilidad Ambiental” del sistema.
- **Operacional:** se refiere al tiempo de parálisis o nivel de afectación del funcionamiento de la Compañía como consecuencia del siniestro. Representa la “Vulnerabilidad Operacional” del sistema.
- **Económica:** se refiere a las pérdidas económicas directas sufridas por la Compañía como consecuencia del siniestro. Representa la “Vulnerabilidad Económica” del sistema.
- **Imagen:** se refiere al nivel de daño causado a la imagen de la Compañía como consecuencia del nivel de responsabilidad que la opinión asume tuvo la Compañía en la presentación del siniestro. Representa la “Vulnerabilidad Institucional” del sistema.

### 1.9.2.3 DETERMINACIÓN GRAVEDAD DE LA CONSECUENCIA

La gravedad de la consecuencia es valorada para cada uno de los factores de vulnerabilidad, asignando a cada uno un valor adecuado a la incidencia de este. La gravedad de la consecuencia se clasifica en 6 niveles y con un valor relativo así:

- **Insignificante:** Las consecuencias no afectan de ninguna forma al sistema de referencia. Las pérdidas o daños son despreciables, no produce lesiones a personas.



- **Marginal:** Las consecuencias no afectan en forma significativa el funcionamiento del sistema de referencia; pérdidas o daños pequeños, se pueden producir solo lesiones leves, pero sin generar incapacidad.
- **Grave:** Las consecuencias solo afectan parcialmente el funcionamiento del sistema de referencia, pero no ponen en peligro su estabilidad, pérdidas o daños moderados, produce o puede producir lesiones leves incapacitantes, pero que no requieren hospitalización.
- **Crítica:** Las consecuencias afectan de una manera total el funcionamiento del sistema, en forma temporal, pero no de una manera irrecuperable; pérdidas y daños significativos. Produce por lo menos una víctima grave que requiere hospitalización.
- **Desastrosa:** Las consecuencias afectan totalmente al sistema generando daños irrecuperables, pero sin hacerlo desaparecer; pérdidas o daños considerables, produce varios lesionados graves o una muerte.
- **Catastrófica:** Las consecuencias afectan en forma total al sistema y pueden hacerlo desaparecer, pérdidas o daños de gran magnitud, pueden producirse varias muertes.

A continuación, se muestran las tablas de referencia para valorar la gravedad de la consecuencia por cada uno de los factores de vulnerabilidad:

**Tabla 1-6 Víctimas (Vulnerabilidad Humana)**

| Gravedad              | Definición                                    | Puntos |
|-----------------------|---|--------|
| <b>Insignificante</b> | Sin lesiones                                  | 1      |
| <b>Marginal</b>       | Lesiones leves sin incapacidad                | 2      |
| <b>Grave</b>          | Lesiones leves incapacitantes                 | 5      |
| <b>Crítica</b>        | Una víctima grave con hospitalización         | 10     |
| <b>Desastrosa</b>     | Varias lesiones con hospitalización, 1 muerte | 20     |
| <b>Catastrófica</b>   | Varias muertes                                | 50     |

**Tabla 1-7 Daño Ambiental (Vulnerabilidad Ambiental)**

| Gravedad              | Definición                                      | Puntos |
|-----------------------|---|--------|
| <b>Insignificante</b> | No se produce contaminación                     | 1      |
| <b>Marginal</b>       | Contaminación leve recuperable                  | 2      |
| <b>Grave</b>          | Contaminación leve no recuperable               | 5      |
| <b>Crítica</b>        | Contaminación grave recuperable a mediano plazo | 10     |
| <b>Desastrosa</b>     | Contaminación grave recuperable a largo plazo   | 20     |
| <b>Catastrófica</b>   | Contaminación grave no recuperable              | 50     |

**Tabla 1-8 Afectación de la operación (Vulnerabilidad Operacional)**

| Gravedad              | Definición    | Puntos |
|-----------------------|---------------|--------|
| <b>Insignificante</b> | Menos 8 horas | 1      |

| Gravedad            | Definición             | Puntos |
|---------------------|------------------------|--------|
| <b>Marginal</b>     | Entre 8 horas y un día | 2      |
| <b>Grave</b>        | Entre 1 y 5 días       | 5      |
| <b>Crítica</b>      | Entre 5 y 15 días      | 10     |
| <b>Desastrosa</b>   | Entre 15 y 30 días     | 20     |
| <b>Catastrófica</b> | Más de 30 días         | 50     |

**Tabla 1-9 Pérdidas Económicas (Vulnerabilidad Económica)**

| Gravedad              | Definición                         | Puntos |
|-----------------------|------------------------------------|--------|
| <b>Insignificante</b> | Pérdida no mayor al 0,1 %          | 1      |
| <b>Marginal</b>       | Pérdida entre el 0,1 % y el 0,5 %  | 2      |
| <b>Grave</b>          | Pérdida entre el 0,5 % y el 2,0 %  | 5      |
| <b>Crítica</b>        | Pérdida entre el 2,0 % y el 5,0 %  | 10     |
| <b>Desastrosa</b>     | Pérdida entre el 5,0 % y el 10,0 % | 20     |
| <b>Catastrófica</b>   | Pérdida mayor al 10,0 %            | 50     |

**Tabla 1-10 Daño a la imagen (Vulnerabilidad Institucional)**

| Gravedad              | Definición                             | Puntos |
|-----------------------|--|--------|
| <b>Insignificante</b> | Solo difusión dentro de la instalación | 1      |
| <b>Marginal</b>       | Solo difusión interna en la Compañía   | 2      |
| <b>Grave</b>          | Difusión externa a nivel local         | 5      |
| <b>Crítica</b>        | Difusión externa a nivel regional      | 10     |
| <b>Desastrosa</b>     | Difusión externa a nivel nacional      | 20     |
| <b>Catastrófica</b>   | Difusión externa a nivel internacional | 50     |

#### 1.9.2.4 VALORACIÓN GLOBAL DE LA GRAVEDAD DE LA CONSECUENCIA

Una vez evaluada la gravedad de la consecuencia para cada uno de sus factores se pondera este valor multiplicando por un factor de acuerdo con el factor de vulnerabilidad:

- Víctimas Multiplicar por 4
- Ambiental Multiplicar por 2
- Operacional Multiplicar por 1,5
- Económica Multiplicar por 1,5
- Imagen Multiplicar por 1

El resultado de estos productos se suma y finalmente se dividen entre 10. El resultado de esta operación es el valor de la gravedad de la consecuencia asociada a la amenaza.

#### 1.9.2.5 VALORACIÓN DEL RIESGO Y VULNERABILIDAD

El valor del riesgo resulta de la multiplicación del valor de la probabilidad por el valor de la vulnerabilidad. El valor de la vulnerabilidad es el valor del riesgo dividido por 300 (valor máximo teórico del riesgo). A continuación, mostramos una matriz de riesgo y vulnerabilidad.

**Tabla 1-11 Valores relativos de Riesgo y Vulnerabilidad**

|                 |                     |               |              |               |                  |                    |
|-----------------|---------------------|---------------|--------------|---------------|------------------|--------------------|
| Constante<br>6  | 6<br>(2%)           | 12<br>(4%)    | 30<br>(10%)  | 60<br>(20%)   | 120<br>(40%)     | 300<br>(100%)      |
| Frecuente<br>5  | 5<br>(1.6%)         | 10<br>(3.3%)  | 25<br>(8.3%) | 50<br>(16.5%) | 100<br>(33%)     | 250<br>(83%)       |
| Moderado<br>4   | 4<br>(1.3%)         | 8<br>(2.6%)   | 20<br>(6.6%) | 40<br>(13.3%) | 80<br>(26%)      | 200<br>(66%)       |
| Ocasional<br>3  | 3<br>(1%)           | 6<br>(2%)     | 15<br>(5%)   | 30<br>(10%)   | 60<br>(20%)      | 150<br>(50%)       |
| Remoto<br>2     | 2<br>(0.6%)         | 4<br>(1.3%)   | 10<br>(3.3%) | 20<br>(6.6%)  | 40<br>(13%)      | 100<br>(33%)       |
| Improbable<br>1 | 1<br>(0.3%)         | 2<br>(0.6%)   | 5<br>(1.6%)  | 10<br>(3.3%)  | 20<br>(6.6%)     | 50<br>(16%)        |
|                 | 1<br>Insignificante | 2<br>Marginal | 5<br>Grave   | 10<br>Critica | 20<br>Desastrosa | 50<br>Catastrófica |

### 1.9.2.6 PRIORIZACIÓN DEL RIESGO

Finalmente, con base en la anterior evaluación del riesgo, se establecen los siguientes criterios de priorización necesarios para llevar a cabo los análisis de amenaza con mayor detalle y determinar las potenciales afectaciones con las respectivas evaluaciones de riesgo:

**Tabla 1-12 Criterios de priorización de escenarios de riesgo**

| Riesgo   | Criterio de priorización |
|----------|--------------------------|
| Bajo     | No prioritario           |
| Medio    | No prioritario           |
| Alto     | Prioritario              |
| Muy alto | Muy prioritario          |

## 1.9.3 IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO

### 1.9.3.1 REGISTROS HISTÓRICOS DE OCURRENCIA DE EVENTOS

Para la identificación de amenazas se parte del análisis de registros de emergencia en el área del proyecto, de las bases digitales automatizadas de eventos producto de desastres naturales y/o antrópicos, que son reportados a entidades nacionales, departamentales o municipales, que a su vez se retroalimentan por trabajos de campo con comunidades y actores claves, radiocomunicación, hemerotecas, estudios técnicos específicos de los fenómenos a evaluar o considerar y Planes Departamentales o Municipales de Gestión.

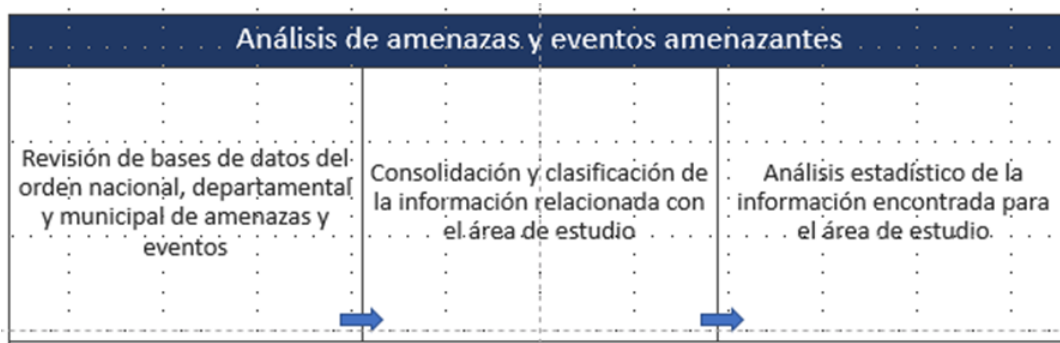
Mediante dichas bases de almacenamiento de reportes en servidores se recopilan, seleccionan y analizan los eventos en el área de estudio.

### 1.9.3.1.1 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE EVENTOS HISTÓRICOS

Con respecto a la metodología, se utilizaron técnicas estadísticas referentes a la revisión y selección sistemática de bases de datos en la zona correspondiente al área de estudio, construidas por entidades de jurisdicción nacional, departamental (Huila) y/o municipal (Agrado, Altamira, Garzón, Gigante, Tesalia, Paicol). Las bases de datos almacenan datos espaciotemporales relevantes que permiten generar análisis estadísticos de tiempo y lugar, en la identificación y clasificación de los eventos o amenazas más recurrentes entre los que se destacan los deslizamientos, avenidas torrenciales, inundaciones, incendios forestales, entre otros. En la Figura 1-15, se presenta la metodología utilizada para el análisis de los eventos históricos de emergencia presentados en los municipios del área de influencia de la CH- El Quimbo.

Generalmente las entidades a nivel nacional, departamental y municipal afines a la gestión del riesgo de desastres, consolidan la información aportada por los actores involucrados en la gestión del riesgo de desastres, dando como resultado un inventario (catálogo) de eventos históricos ocurridos en los municipios Agrado, Altamira, Garzón, Gigante, Tesalia y Paicol. Los inventarios pueden estar contenidos en bases de datos digitales desarrolladas estas entidades, las cuales pueden ser complementadas con la toma de información en campo, así como por también por conocimiento de expertos que pudieran recopilar información de eventos de emergencia sucedidos en los municipios de influencia de la CH- El Quimbo.

Figura 1-15 Metodología para el análisis de eventos históricos



Fuente: WSP., 2018

### 1.9.3.2 REVISIÓN DE BASES DE EVENTOS DE DESASTRES

Se realizó la revisión de inventarios (catálogos) –correspondientes a las bases de datos de la información organizada y categorizada relacionada con los eventos de emergencia en los municipios del área de influencia de la Central. Las bases de datos incluyen información relacionada con el tipo de evento, localización, daños y pérdidas, entre otros. Dichas bases se manejan mediante un sistema de archivos electrónicos, organizados por campos, registros y archivos, que son administrados por Sistema de Gestión de Bases de Datos (SGBD) también llamado DBMS (*Database Management System*). El DBMS es un conjunto de servicios (aplicaciones de programa) que permite a los distintos usuarios un fácil acceso a la información y proporciona las herramientas para la manipulación de los datos encontrados en la base de

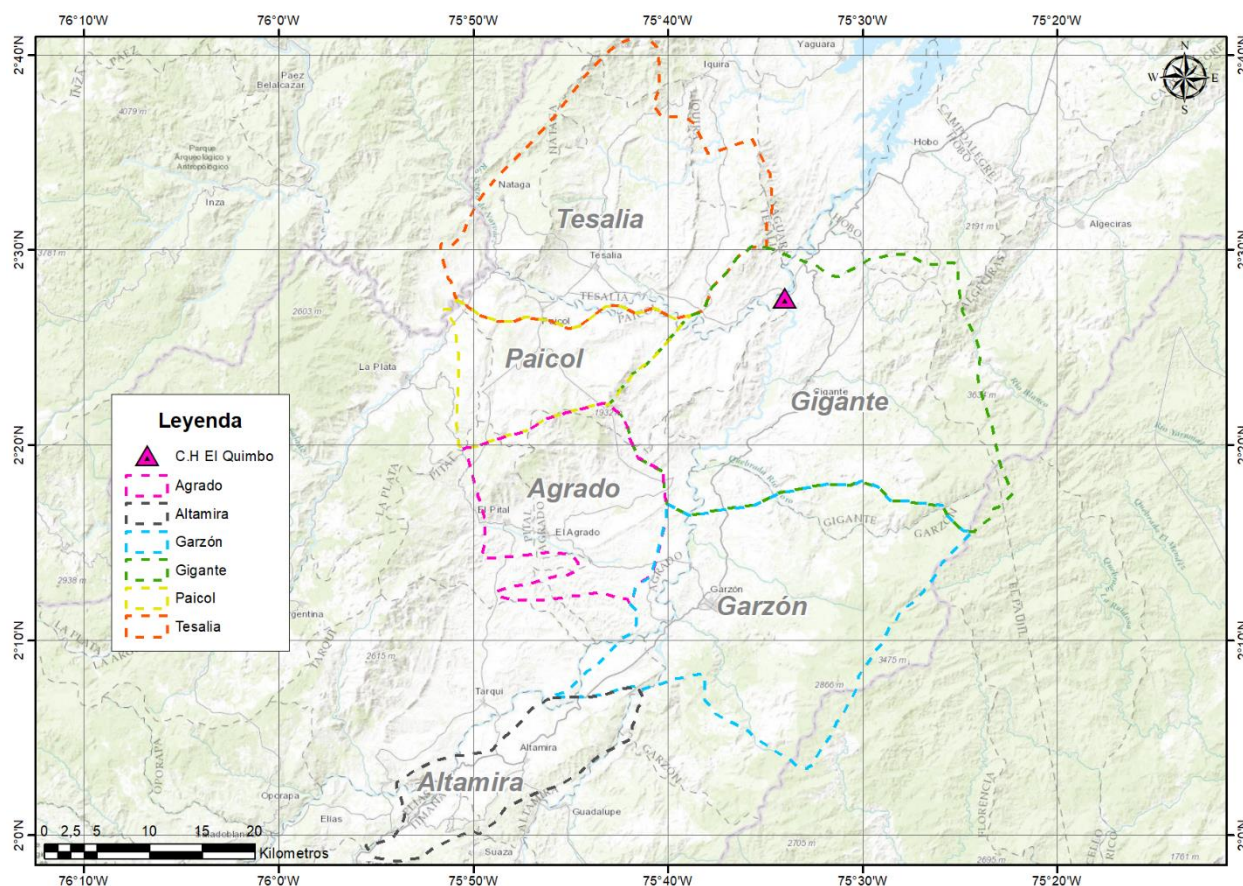
datos (insertar, eliminar, editar), normalmente mediante archivos .xls descargables según se especifique en la consulta realizada por el usuario.

Para esta revisión de las bases de datos consolidadas a nivel nacional, departamental y municipal, se trabajó con las DBMS que se mencionan a continuación:

- La Unidad Nacional de Gestión del Riesgo y del Desastre (UNGRD),
- DesInventar, (<http://www.desinventar.org/es/desinventar.html>), es una herramienta conceptual y metodológica para la construcción de bases de datos de pérdidas, daños o efectos ocasionados por emergencias o desastres. Se implementó en 1994 como un marco metodológico y conceptual para estimular y fortalecer el estudio social de la problemática del riesgo, mediante los reportes de nueve instituciones en nueve países agrupados en la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED).

Las bases de datos mencionadas anteriormente, recopilan eventos, tales como deslizamientos, inundaciones y aquellos eventos asociados a avenidas torrenciales, incendios forestales, entre otros, que han sido recurrentes en los municipios de influencia de la CH- El Quimbo. Estas bases de datos almacenan la información, desde el punto de vista político administrativo a nivel nacional y departamental, ubicando los eventos por cada municipio y vereda o barrio, permitiendo contar con diferentes resoluciones espaciales a la hora de generar las interpretaciones de la amenaza de cada evento en el espacio. Considerando lo anterior, a continuación, se reconoce el espacio como el área de estudio (Ver Figura 1-16).

Figura 1-16 Localización del área de estudio



Fuente: WSP., 2018

Con el fin de generar una revisión y un diagnóstico de la amenaza mediante metodologías de inventario, se analizan las bases de datos mencionadas anteriormente, mediante depuraciones a nivel temporal de almacenamiento de eventos, la densidad reportada y admitida y su información espacial. Por lo tanto, se evidencia el total de los eventos por DBMS, para las cuales a continuación se describen los criterios de temporalidad, densidad y resolución de cada una.

- Desinventar permite búsquedas de eventos entre los años 1914 a 2018, en los que clasifica la emergencia en sub grupos, en los que relaciona sus reportes a eventos de actividad volcánica, incendios, plagas, inundaciones, movimientos en masa, sequías, sismos, vendavales, socavación y tormentas, entre otros. Particularmente para los municipios de influencia de la CH- El Quimbo cuenta con un inventario realizado en conjunto con instituciones regionales y departamentales dedicadas a la gestión del riesgo.

Con la información de estas entidades se ha llevado a cabo un registro permanente de los desastres asociados a eventos naturales que acontecieron en los municipios de influencia de la CH- El Quimbo. La temporalidad de búsqueda que se utilizó en esta DBMS comprende el periodo de tiempo entre los años 1942 a 2018, presentando los eventos por, veredas y sectores de los municipios. La principal debilidad de la base de datos, hace referencia a la ausencia de una georreferenciación o descripción puntual del lugar de ocurrencia de los eventos.

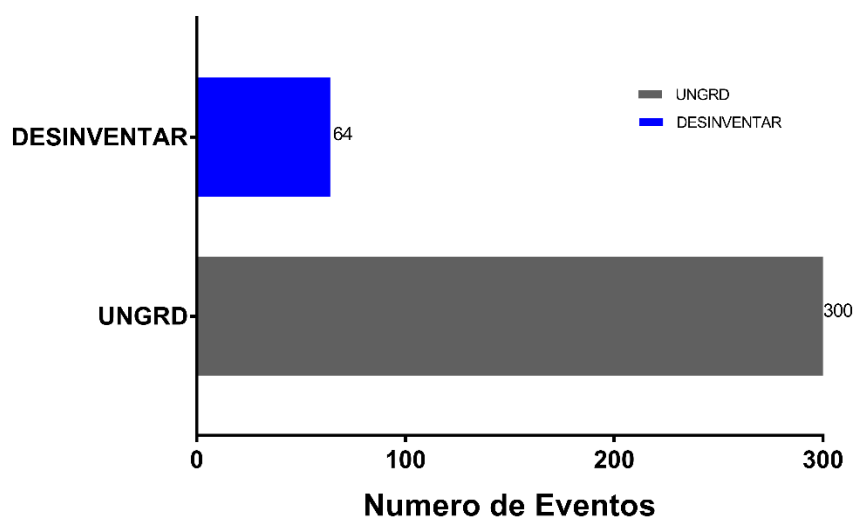
- UNGRD, permite búsquedas de eventos entre los años 1998 a 2018, en los que clasifica el desastre en sub grupos donde relaciona sus reportes a eventos por incendios, inundaciones, movimientos en masa, sismos, vendavales, y tormentas, entre otros. Particularmente esta base de datos es nacional y permite filtrar la información por departamento y municipio o ciudad en casos especiales (Bogotá, Cartagena, Cali, entre otras), la escala veredal se alcanza mediante análisis de la casilla de observaciones. Esta base de datos se retro alimenta de la información que sea reportada por instituciones como los Consejos Municipales y Departamentales para la Gestión del Riesgo, Dirección Nacional de Bomberos de Colombia (DNBC) y la Defensa Civil.

La ventana de búsqueda temporal se centró desde los años 1998 a 2018, ya que es durante este lapso de tiempo en el cual se cuenta con información más confiable por parte de la UNGRD. La debilidad de la base se centra primordialmente en no contar con una georreferenciación o descripción puntual de sitio de ocurrencia de los eventos.

Retomando lo anterior, es posible concluir que en la implementación de la metodología es necesario tener una distribución temporal tal que permita generar una interpretación de los eventos; desde los más frecuentes y recientes hasta los eventos que se presentaron hace más de cuatro o cinco décadas.

Habiendo expuesto el contexto anterior, de las bases utilizadas es posible identificar que para los municipios de influencia de la CH- El Quimbo se encontraron un total de 364 eventos o emergencias, los cuales fueron extraídos de las DBMS de Desinvetar, y UNGRD, donde la que más reportes aportó fue la de UNGRD con 300 reportes, y por último Desinvetar con tan solo 64 registros (Ver Figura 1-17). Para finalizar, se registra que todos los reportes cuentan con una clasificación de tipo o clase de evento, las afectaciones que causó, y las posibles causas que detonaron el evento, entre otras, categorías que serán descritas posteriormente en el capítulo.

**Figura 1-17 Eventos recopilados por fuente de información para el área de estudio**



Fuente: WSP., 2018

### 1.9.3.3 CONSOLIDACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA BASE DE EVENTOS PARA EL ÁREA DE ESTUDIO

Específicamente para el área de influencia de la Central se llevó a cabo una revisión de la información compilada en las bases de datos (Desinvetar y UNGRD), las cuales fueron alimentadas con, reportes,

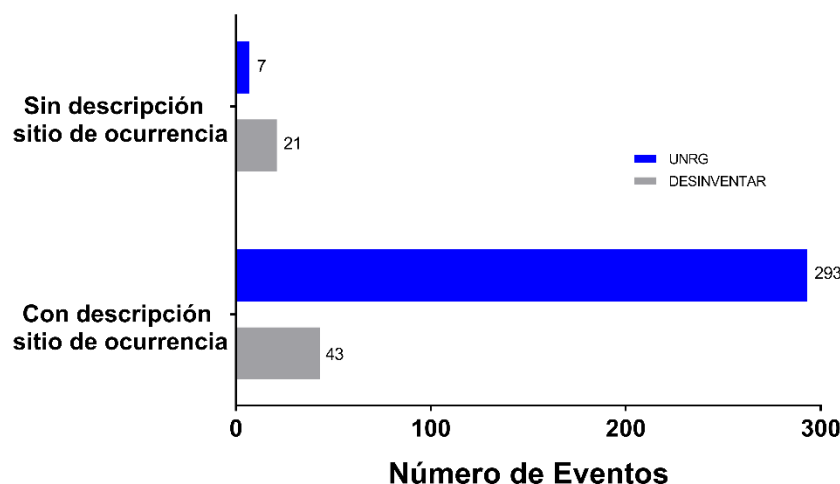


informes y trabajos realizados por las entidades locales y departamentales destinadas a la gestión del riesgo de desastres. Como ya se mencionó, la consolidación de los reportes se realizó para la temporalidad comprendida entre 1942 y 2018, resaltándose que este histórico de más de 80 años, contiene información del diario EL TIEMPO, cuyo aporte se centra en diversas ediciones que contienen la información organizada por tipologías asociadas con la ocurrencia de desastres y emergencias, brindando una mayor facilidad al momento de realizar la búsqueda de la información.

Las bases de datos consultadas clasificaron los registros según el tipo de evento de desastre y su origen, fecha de ocurrencia, fuente de información, pérdidas y daños reportados, factores detonantes, a fin de estandarizar las matrices de información. Para el proceso mencionado, cada base de datos es presentada en un formato .xls lo que permite generar filtros de búsqueda en las mismas, exponiendo que, para las bases de datos empleadas, ningún dato presentó su georreferenciación exacta; sin embargo, algunos datos presentaron descripciones puntuales de la emergencia, con las cuales fue posible generar una identificación aproximada del sitio de ocurrencia.

En la base de datos proveniente de la UNGRD, 293 (97,6%) de los 300 datos que presentaron en total, mostraron una descripción del evento que permitió identificar una ubicación aproximada del lugar de la emergencia. De igual manera, para la base de datos proveniente de la herramienta Desinventar, es posible observar que 41 de los 64 datos reportados contaron con una descripción que permitió encontrar una ubicación aproximada del reporte. Esto quiere decir que en la base de DESINVENTAR para el 32.8% de los datos (21 reportes) no fue posible encontrar o estimar una localización basados en la descripción del evento (Ver Figura 1-18).

**Figura 1-18 Calidad espacial de la información para el área de estudio**



Fuente: WSP., 2018

Los eventos almacenados en las bases se clasifican en grupos y subgrupos como se muestra a continuación:

- Meteorológico e hidrológico: Relacionados con el peligro causado por condiciones meteorológicas extremas y condiciones atmosféricas de corta duración, donde se desencadena el movimiento y distribución de aguas superficiales, subsuperficiales y combinación de agua y sólidos. En este grupo se encuentran las inundaciones de origen lento relacionadas con

encharcamientos, y así mismo, las inundaciones súbitas en las cuales se contiene las avenidas torrenciales; de igual forma este grupo admite las marejadas. En este sentido, en la base de datos los eventos de origen meteorológico e hidrológico se clasifican en: inundaciones y avenidas torrenciales.

- Climatológico: Contiene los daños causados por procesos atmosféricos de larga duración, de meso a macro escala, con variabilidad climática multianual. En este grupo se almacena la información producto de incendios forestales, vendavales, tormentas eléctricas y lluvias torrenciales.
- Otros: Contiene aquellos eventos relacionados con el peligro o los daños causados por sismo, erupciones, avalancha y deslizamientos.

Para complementar el análisis realizado para cada una de las bases de datos, en cada una de estas es posible realizar consultas que permiten analizar las relaciones entre cada uno de los tipos de eventos y los efectos que estos causan, permitiendo analizar si la emergencia tuvo muertos, heridos, damnificados, viviendas destruidas o dañadas, cultivos afectados, hectáreas de bosques comprometidas, vías dañadas y servicios afectados; dependiendo de la fuente que alimente la base de datos es posible cuantificar la cantidad de daños.