

ANÁLISIS DE RIESGO ANTE LA VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO DE LA CADENA DE VALOR CORRESPONDIENTE A LA PRODUCCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN A DIVERSAS ESCALAS EN REGIONES PRIORIZADAS DEL PAÍS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LOS PASOS CORRESPONDIENTES DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE RIESGOS ASOCIADOS A LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMÁTICO, DESARROLLADA POR UPME/MINENERGÍA

Producto 2. Análisis de amenazas directas e indirectas por cambios en patrones climáticos y por eventos climáticos recurrentes con énfasis en las áreas de interés priorizadas para la cadena de valor de materiales de construcción



Elaborado para:



Elaborado por:



Bogotá, D. C.,
Diciembre de 2020

ANÁLISIS DE RIESGO ANTE LA VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO DE LA CADENA DE VALOR CORRESPONDIENTE A LA PRODUCCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN A DIVERSAS ESCALAS EN REGIONES PRIORIZADAS DEL PAÍS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LOS PASOS CORRESPONDIENTES DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE RIESGOS ASOCIADOS A LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMÁTICO, DESARROLLADA POR UPME/MINENERGÍA

Producto 2. Análisis de amenazas directas e indirectas por cambios en patrones climáticos y por eventos climáticos recurrentes con énfasis en las áreas de interés priorizadas para la cadena de valor de materiales de construcción

Hoja de control

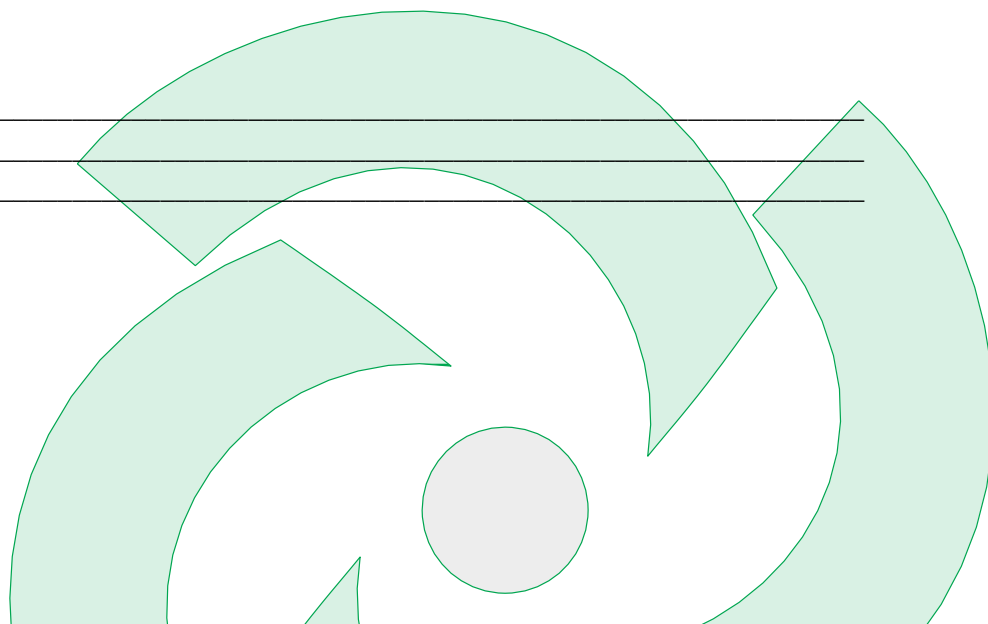
INERCO Consultoría Colombia

Versión:	Elaboró	Revisó	Aprobó	Fecha de aprobación:
	Área de Sostenibilidad, INERCO Consultoría Colombia	Yenny Mancera Coordinadora de proyecto V.º B.º:	Jose Alejandro Bernal Director Área de Sostenibilidad V.º B.º:	
1				Diciembre de 2020

Este *Análisis de riesgo ante la variabilidad y cambio climático de la cadena de valor correspondiente a la producción de materiales de construcción* ha sido preparado por INERCO Consultoría Colombia con un conocimiento razonable y con el cuidado y la diligencia establecidos en los términos del contrato con UPME.

INERCO Consultoría Colombia niega alguna responsabilidad con UPME y con terceros respecto de cualquier materia fuera del alcance anterior. Este informe es confidencial e INERCO Consultoría Colombia no acepta ninguna responsabilidad en absoluto, si otros tienen acceso a parte o la totalidad del informe.


Anotaciones:



ANÁLISIS DE RIESGO ANTE LA VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO DE LA CADENA DE VALOR CORRESPONDIENTE A LA PRODUCCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN A DIVERSAS ESCALAS EN REGIONES PRIORIZADAS DEL PAÍS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LOS PASOS CORRESPONDIENTES DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE RIESGOS ASOCIADOS A LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMÁTICO, DESARROLLADA POR UPME/MINENERGÍA

Hoja de control

Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME)

Versión: 1	Elaboró	Revisó	Aprobó	Fecha de aprobación: Diciembre de 2020
	 V.º B.º:	Wilson Sandoval V.º B.º:	Wilson Sandoval V.º B.º:	

En la preparación de este *Análisis de riesgo ante la variabilidad y cambio climático de la cadena de valor correspondiente a la producción de materiales de construcción*, INERCO Consultoría Colombia y la UPME utilizaron la información provista por consultores especializados, autoridades nacionales y regionales, así como de otras fuentes no gubernamentales. UPME realizó la verificación de la información que su conocimiento y experiencia le permitió.

Este informe ha sido preparado por INERCO Consultoría Colombia, con un conocimiento razonable y con el cuidado y la diligencia establecidos en los términos del contrato con UPME.

Anotaciones:

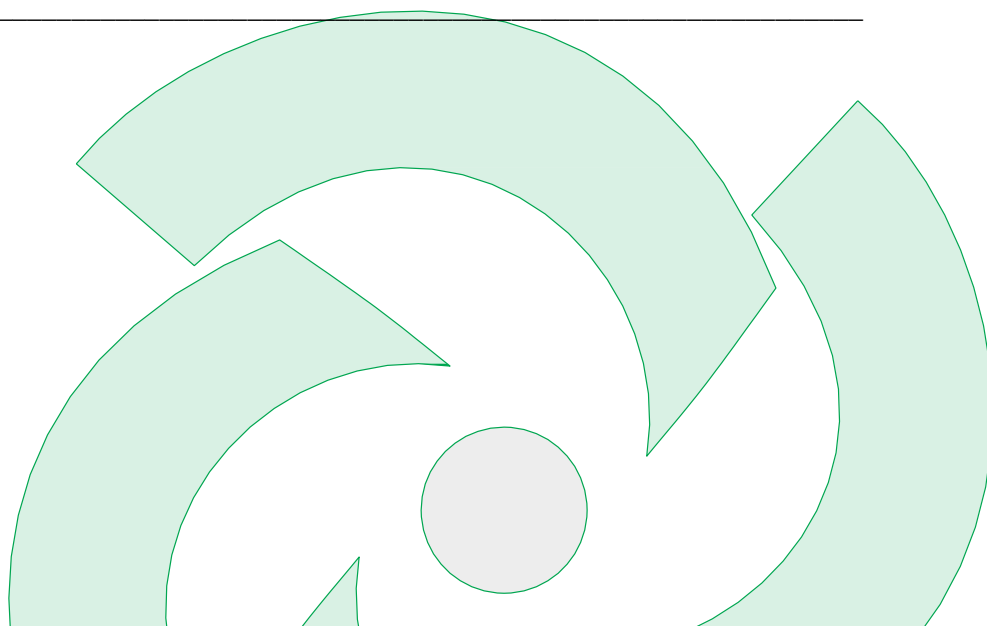


TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. REVISIÓN DE LOS ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO DEFINIDOS POR EL INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM), EN LA TERCERA COMUNICACIÓN NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (TCNCC).....	1
1.1 Ámbito nacional	1
1.1.1 Región Amazonía	1
1.1.2 Región Andina	3
1.1.3 Región Caribe.....	6
1.1.4 Región Llanos	8
1.1.5 Región pacífica	9
1.2 Áreas priorizadas para el análisis de riesgo	10
1.2.1 Acacías – Villavicencio	11
1.2.2 Cali – Yumbo	23
1.2.3 Girardota	35
2. METODOLOGÍA.....	47
3. CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA OPERACIÓN MINERA BAJO LOS ESCENARIOS DE CAMBIOS DE PATRONES CLIMÁTICOS DEFINIDOS ..	51
3.1 Definiciones de los subeventos considerados para el análisis de riesgo	53
3.1.1 Inundaciones	53
3.1.2 Avenidas torrenciales (crecientes súbitas).....	53
3.1.3 Fenómenos de remoción en masa.....	54
3.1.4 Olas de calor	54
3.1.5 Sequías o déficit de lluvias.....	55
3.1.6 Incendios forestales	55
3.2 Análisis de amenazas en las áreas priorizadas para el análisis de riesgo	55
3.2.1 Acacías – Villavicencio	57
3.2.2 Cali – Yumbo	94
3.2.3 Girardota	130

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1-1. Categorización de los cambios en la temperatura y precipitación.....	11
Tabla 3-1 Matriz de doble entrada para la construcción de los escenarios prospectivos – Variación de la precipitación	56
Tabla 3-2 Matriz de doble entrada para la construcción de los escenarios prospectivos – Variación de la temperatura	56

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1-1. Escenario de precipitación 1976-2005, Acacías-Villavicencio.....	12
Figura 1-2. Escenario de temperatura media 1976-2005, Acacías-Villavicencio.....	13
Figura 1-3. Cambio de precipitación 2011-2040 vs. 1976-2005, Acacías-Villavicencio	14
Figura 1-4. Cambio de la temperatura media 2011-2040 vs. 1976-2005, Acacías-Villavicencio	15
Figura 1-5. Cambio de precipitación 2041-2070 vs. 1976-2005, Acacías-Villavicencio	16
Figura 1-6. Cambio de temperatura media 2041-2070 vs. 1976-2005, Acacías-Villavicencio	17
Figura 1-7. Cambio de precipitación 2071-2100 vs. 1976-2005, Acacías-Villavicencio	18
Figura 1-8. Cambio de temperatura media 2071-2100 vs. 1976-2005, Acacías-Villavicencio	19
Figura 1-9. Variación de precipitación por fenómeno de La Niña, Acacías-Villavicencio	20
Figura 1-10. Variación de temperatura por fenómeno de La Niña, Acacías-Villavicencio	21
Figura 1-11. Variación de la precipitación por fenómeno de El Niño, Acacías-Villavicencio ...	22
Figura 1-12. Variación de temperatura por fenómeno de El Niño, Acacías-Villavicencio.....	23
Figura 1-13. Escenario de precipitación 1976-2005, Cali-Yumbo	24
Figura 1-14. Escenario de temperatura media 1976-2005, Cali-Yumbo	25
Figura 1-15. Cambio de precipitación 2011-2040 vs. 1976-2005, Cali-Yumbo.....	26
Figura 1-16. Cambio de la temperatura media 2011-2040 vs. 1976-2005, Cali-Yumbo	27
Figura 1-17. Cambio de precipitación 2041-2070 vs. 1976-2005, Cali-Yumbo.....	28
Figura 1-18. Cambio de temperatura media 2041-2070 vs 1976-2005, Cali-Yumbo	29
Figura 1-19. Cambio de precipitación 2071-2100 vs. 1976-2005, Cali-Yumbo.....	30
Figura 1-20. Cambio de temperatura media 2071-2100 vs. 1976-2005, Cali-Yumbo	31
Figura 1-21. Variación de precipitación por fenómeno de La Niña, Cali-Yumbo.....	32
Figura 1-22. Variación de temperatura por fenómeno de La Niña, Cali-Yumbo.....	33
Figura 1-23. Variación de precipitación por fenómeno de El Niño, Cali-Yumbo	34
Figura 1-24. Variación de temperatura por fenómeno de El Niño, Cali-Yumbo	35

Figura 1-25. Cambio de precipitación 1976-2005, Girardota	36
Figura 1-26. Cambio de temperatura media 1976-2005, Girardota.....	37
Figura 1-27. Cambio de precipitación 2011-2040 vs. 1976-2005, Girardota	38
Figura 1-28. Cambio de la temperatura media 2011-2040 vs. 1976-2005, Girardota.....	39
Figura 1-29. Cambio de precipitación 2041-2070 vs. 1976-2005, Girardota	40
Figura 1-30. Cambio de temperatura media 2041-2070 vs. 1976-2005, Girardota	41
Figura 1-31. Cambio de precipitación 2071-2100 vs. 1976-2005, Girardota	42
Figura 1-32. Cambio de temperatura media 2071-2100 vs. 1976-2005, Girardota	43
Figura 1-33. Variación de precipitación por fenómeno de La Niña, Girardota.....	44
Figura 1-34. Variación de temperatura por fenómeno La Niña, Girardota	45
Figura 1-35. Variación de precipitación por fenómeno El Niño, Girardota.....	46
Figura 1-36. Variación de temperatura por fenómeno de El Niño, Girardota	47
Figura 2-1 Esquema metodológico para la estimación y cálculo de las vulnerabilidades y riesgos del subsector de materiales de construcción en Colombia	48
Figura 3-1 Amenaza por inundación área de estudio Acacias - Villavicencio	58
Figura 3-2 Escenario prospectivo 2011 – 2040 amenaza por inundación. Aumento de precipitación, área de estudio Acacias - Villavicencio.....	59
Figura 3-3 Amenaza por avenidas torrenciales área de estudio Acacias - Villavicencio	60
Figura 3-4 Escenario prospectivo 2011 – 2040 amenaza por avenida torrencial. Aumento de precipitación, área de estudio Acacias – Villavicencio	61
Figura 3-5. Amenaza por fenómenos de remoción en masa área de estudio Acacias - Villavicencio.....	62
Figura 3-6. Escenario prospectivo 2011 – 2040 amenaza por remoción en masa. Aumento de precipitación, área de estudio Acacias - Villavicencio.....	63
Figura 3-7. Amenaza por olas de calor área de estudio Acacias - Villavicencio	64
Figura 3-8 Escenario prospectivo 2011 – 2040 amenaza por olas de calor – aumento de temperatura, área de estudio Acacias - Villavicencio.....	65
Figura 3-9. Amenaza por sequía área de estudio Acacias - Villavicencio.....	66
Figura 3-10. Escenario prospectivo 2011 – 2040 amenaza por sequía. Disminución de precipitación, área de estudio Acacias - Villavicencio.....	67
Figura 3-11. Escenario prospectivo 2011 – 2040 amenaza por sequía – aumento de temperatura, área de estudio Acacias - Villavicencio.....	68
Figura 3-12. Amenaza por incendios forestales área de estudio Acacias - Villavicencio	69
Figura 3-13. Escenario prospectivo 2011 – 2040 amenaza por incendios forestales. Disminución de precipitación, área de estudio Acacias - Villavicencio	70
Figura 3-14. Escenario prospectivo 2011 – 2040 amenaza por incendios forestales. Aumento de temperatura, área de estudio Acacias - Villavicencio.....	71
Figura 3-15. Amenaza por inundación área de estudio Cali -Yumbo.....	95
Figura 3-16. Escenario prospectivo 2011-2040 amenaza por inundación. Aumento de precipitación, área de estudio Cali-Yumbo	96
Figura 3-17. Amenaza por avenidas torrenciales área de estudio Cali - Yumbo.....	97

Figura 3-18. Escenario prospectivo 2011-2040 amenaza por avenida torrencial. Aumento de precipitación, área de estudio Cali-Yumbo	98
Figura 3-19. Amenaza por remoción en masa área de estudio Cali -Yumbo	99
Figura 3-20. Escenario prospectivo 2011-2040 amenaza por remoción en masa. Aumento de precipitación, área de estudio Cali-Yumbo	100
Figura 3-21. Amenaza por olas de calor área de estudio Cali - Yumbo	101
Figura 3-22. Escenario prospectivo 2011-2040 amenaza por olas de calor. Aumento de temperatura, área de estudio Cali-Yumbo	102
Figura 3-23. Amenaza por sequía área de estudio Cali - Yumbo	103
Figura 3-24. Escenario prospectivo 2011-2040 amenaza por sequía. Aumento de temperatura, área de estudio Cali-Yumbo	104
Figura 3-25. Amenaza por incendios forestales área de estudio Cali -Yumbo	105
Figura 3-26. Escenario prospectivo 2011-2040 amenaza por incendios forestales. Aumento de temperatura, área de estudio Cali-Yumbo	106
Figura 3-27 Amenaza por inundación área de estudio Girardota.....	132
Figura 3-28. Escenario prospectivo 2011-2040 amenaza por inundación. Aumento de precipitación, área de estudio Girardota	133
Figura 3-29 Amenaza por avenida torrencial área de estudio Girardota	134
Figura 3-30. Escenario prospectivo 2011-2040 amenaza por avenida torrencial. Aumento de precipitación, área de estudio Girardota	135
Figura 3-31. Amenaza por remoción en masa área de estudio Girardota	136
Figura 3-32. Escenario prospectivo 2011-2040 amenaza por remoción en masa. Aumento de precipitación, área de estudio Girardota	137
Figura 3-33. Amenaza por olas de calor área de estudio Girardota	138
Figura 3-34 . Escenario prospectivo 2011-2040 amenaza por olas de calor. Aumento de temperatura, área de estudio Girardota	139
Figura 3-35. Amenaza por sequía área de estudio Girardota	140
Figura 3-36. Escenario prospectivo 2011-2040 amenaza por sequía. Aumento de temperatura, área de estudio Girardota	141
Figura 3-37. Amenaza por incendios forestales área de estudio Girardota.....	142
Figura 3-38. Escenario prospectivo amenaza por incendios forestales área de estudio Girardota	143

LISTADO DE ANEXOS

- Anexo 2-1.** Matriz de amenazas Acacias - Villavicencio
- Anexo 2-2.** Matriz de amenazas Cali - Yumbo
- Anexo 2-3.** Matriz de amenazas Girardota

1. REVISIÓN DE LOS ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO DEFINIDOS POR EL INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM), EN LA TERCERA COMUNICACIÓN NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (TCNCC)

El efecto del cambio climático y la variabilidad climática se ve reflejado en variaciones de temperatura y precipitación, las cuales generan consecuencias en la dinámica hidrometeorológica y, a su vez, influyen en la susceptibilidad por eventos de tipo hidrometeorológicos que tienen la posibilidad de exacerbar o mostrar efectos adicionales. En un sentido prospectivo, las valoraciones de susceptibilidad o amenaza de un área de estudio se pueden modificar por las variaciones de temperatura y precipitación que se puedan presentar.

1.1 Ámbito nacional

El escenario de cambio climático establecido por el IDEAM¹ para 2040 evidencia que las principales zonas de aumento de temperatura corresponden a la región Caribe y Pacífica. De igual forma, los valles interandinos podrán verse afectados por aumentos en la temperatura media anual. La Orinoquia colombiana podrá presentar aumentos elevados de temperatura, comparado con el escenario actual.

Por su parte, la precipitación presenta dos tendencias diferenciales al año 2040. Se identifica un aumento gradual en territorios de la región Andina, mientras, regiones como Caribe y Amazonia evidencian reducción gradual en la precipitación.

Según lo anterior, el país podrá afectarse diferencialmente dependiendo del territorio y municipio evaluado bajo los escenarios de cambio climático y, en ese sentido, las operaciones mineras de materiales de construcción también podrán verse afectadas de manera diferencial. A continuación, se presenta una síntesis del comportamiento histórico de los subeventos de cambio climático y variabilidad climática que se abordan en este análisis de riesgos, de manera que sea posible dar una mirada a las situaciones que las operaciones mineras de materiales de construcción pueden enfrentar en el territorio nacional dados los cambios en la temperatura y la precipitación. La información se presenta por departamento de acuerdo con los datos que presenta el IDEAM en la TCNCC.

1.1.1 Región Amazonía

Para la región Amazonia el escenario 2011 – 2040 prevé una reducción significativa en los regímenes pluviométricos que se considera como déficit. Teniendo en cuenta los datos históricos, los cuales presentan un régimen de precipitación entre 3.000 mm y 4.000 mm para el 81,7 % del área, una variación como la proyectada en este escenario repercutiría en la posible

¹ COLOMBIA. INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES IDEAM. Tercera Comunicación Nacional de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Bogotá: IDEAM, 2017.

disminución de eventos de origen hidrometeorológico (inundaciones, avenidas torrenciales, remoción en masa) y en la exacerbación de otros (sequías o incendios forestales).

En cuanto a la temperatura, en la comparación del escenario 2011-2040 vs. el periodo 1976-2005, la TCNCC estableció que habrá amento entre 0,81 °C y 1,0 °C en el 96 % de la región, lo que corresponde a una variación baja. No obstante, dados los registros históricos de temperaturas altas, entre 26,1 °C y 28 °C, un incremento de temperatura aumentaría la ocurrencia futura de ciertos eventos, tales como incendios forestales, sequías y olas de calor.

En cuanto a los subeventos que pueden afectarse por la disminución de la precipitación o el aumento de la temperatura, a continuación, se presenta una síntesis del comportamiento histórico en cada departamento de la región Amazonía.

De acuerdo al reporte histórico nacional de eventos asociados a fenómenos hidrometeorológicos, meteorológicos e hidrometeogeomorfológicos, desde 1946 Caquetá se ha visto afectado principalmente por eventos de inundación. En los últimos 30 años (1985 – 2015), se han registrado 102 eventos de inundación representando el 27% del total de eventos reportados en el departamento. Otros fenómenos y eventos registrados con menor frecuencia en los últimos 30 años, han sido incendios forestales (18%), deslizamientos (17%), y avenidas torrenciales (3%). En el año 2012 se reportaron 49 incendios forestales, el mayor número registrado en el departamento. Se observan incrementos en los registros de deslizamientos en 2014 y 2015, con 12 y 10 eventos registrados respectivamente².

Igualmente, el departamento de Guainía se ha visto afectado principalmente por eventos de inundación. En el período 1973 – 2015, se han registrados 27 eventos de inundación representando el 63% del total de fenómenos reportados en este departamento. Otros fenómenos y eventos registrados con menor frecuencia en el período 1973 – 2015, han sido incendios forestales con 7 eventos, 6 registrados en el año 2013 y 1 en el año 2012³.

El departamento de Guaviare se ha visto afectado principalmente por eventos de inundación. Entre el período 1971 – 2015, se han registrados 35 eventos de inundación (eventos hidrometeorológicos) representando el 54% del total de fenómenos reportados en este departamento. Otros fenómenos registrados con menor frecuencia entre el período 1971 – 2015, han sido incendios forestales con 10 eventos, 9 de estos reportados entre 2012 y 2015⁴.

Desde 1970 Putumayo se ha visto afectado principalmente por eventos de inundación, y en 2017 por la más grande avenida torrencial conocida en la historia del departamento, fenómeno que afectó a la ciudad capital Mocoa, generando grandes pérdidas humanas, económicas y ecológicas. En los últimos 30 años (1985 – 2015), han sido registrados 205 eventos de

² Ibid., p. 123.

³ Ibid., p. 172.

⁴ Ibid., p. 179

inundación (hidrometeorológicos) representando el 57% del total de fenómenos reportados en este departamento. Durante este período, los 3 años en que se registraron mayores frecuencias en los eventos de inundación en el departamento, fueron los años 2012, 2013 y 2011, donde se reportaron 43, 35 y 18 eventos respectivamente. Otros fenómenos y eventos registrado con menor frecuencia en los últimos 30 años, han sido deslizamientos (17%) y avenidas torrenciales (2%). En el año 2014, se registraron 7 eventos de deslizamiento en el departamento⁵.

1.1.2 Región Andina

La comparación del escenario 2011-2040 vs. el periodo 1976-2005 reveló que, en el 52,3 % de la región Andina la precipitación tendrá una variación entre -9 % y 10 %; mientras, en el área restante, 28,1 %, se incrementará entre 11 % y 20 %, y en el 10,5 %, se aumentará entre 31 % y 40 %. En general, se espera un aumento significativo de las precipitaciones, el cual se categoriza como exceso.

Considerando los datos históricos, los cuales presentan un régimen de precipitación amplio en la zona, desde bajo hasta medio-alto, una variación como la proyectada repercutiría en el posible aumento de eventos de origen hidrometeorológico sensibles a las variaciones de precipitación (inundaciones, avenidas torrenciales y remoción en masa), y en la disminución de otros (sequías o incendios forestales).

Por otro lado, al contrastar el escenario 2011-2040 vs. el periodo 1976-2005, la TCNCC determinó que la temperatura media aumentará entre 0,51 °C y 0,8 °C en el 46,5 % de la región Andina, y entre los 0,81 °C y 1,0 °C en el 38,5 % del área, lo que corresponde a un nivel de variación bajo. No obstante, dado el amplio rango de temperaturas históricas, un incremento incidiría puntualmente en determinadas áreas con una mayor ocurrencia futura de ciertos eventos, tales como incendios forestales, sequías y olas de calor.

En cuanto a los subeventos que pueden afectarse por el aumento de la precipitación o el aumento de la temperatura, a continuación, se presenta una síntesis del comportamiento histórico en cada departamento de la región Andina.

De acuerdo al reporte histórico nacional de eventos asociados a fenómenos hidrometeorológicos, meteorológicos, hidrometeogeomorfológicos y meteopiroecológicos, en Norte de Santander, desde 1927 se han presentado principalmente eventos de inundación y deslizamientos. En los últimos 30 años (1985 – 2015), se han registrado 337 eventos de inundación y 292 eventos de deslizamiento representando respectivamente, el 36% y 31% del total de fenómenos reportados en este departamento. Otros fenómenos y eventos registrados con menor frecuencia en los últimos 30 años, han sido incendios forestales (16%) y avenidas torrenciales (3%). En cuanto a incendios forestales, se observan altas frecuencias en los años

⁵ Ibid., p. 179

2001, 2003 y entre el período 2012 - 2015. Asimismo, los años con mayor frecuencia de avenidas torrenciales fueron 2010 y 2005, con 7 y 5 eventos reportados respectivamente⁶.

Desde 1932 Santander se ha visto afectado principalmente por eventos de inundación, deslizamientos e incendios forestales. En los últimos 30 años (1985 – 2015), se han registrado 832 eventos de inundación, 452 eventos de incendio forestal y 421 eventos de deslizamiento representando respectivamente, el 41%, 22% y 21% del total de fenómenos reportados en este departamento⁷.

En Boyacá, desde 1925 se han presentado principalmente eventos de deslizamiento, inundación e incendios forestales. En los últimos 30 años (1985 – 2015) se han registrado 451 eventos de deslizamiento, 438 eventos de inundación y 421 eventos de incendio forestal, representando respectivamente el 29%, 28% y 27% del total de fenómenos reportados en este departamento. Otros fenómenos y eventos registrados con menor frecuencia en los últimos 30 años, han sido avenidas torrenciales con el 4% y sequías con el 4%⁸.

De acuerdo al reporte histórico nacional de eventos asociados a fenómenos hidrometeorológicos, meteorológicos, hidrometeogeomorfológicos, meteopiroecológicos e hidroclimáticos, desde 1906 Antioquia ha sido afectada principalmente por eventos de deslizamiento e inundación. En los últimos 30 años (1985 – 2015), se han registrado 885 eventos de inundación y 679 eventos de deslizamiento, representando respectivamente el 41% y 31% del total de fenómenos registrados en este departamento. Otros fenómenos y eventos registrados con menor frecuencia en los últimos 30 años, han sido incendios forestales con 8% y avenidas torrenciales (3%). De los 180 incendios forestales registrados entre 1985-2015, alrededor de 150 incendios se presentaron entre 2012 y 2015⁹.

Desde 1922 el departamento de Caldas ha sido afectado principalmente por deslizamientos. En los últimos 30 años (1985 – 2015) se han registrado 432 eventos de deslizamiento representando el 53% del total de fenómenos reportadas en este departamento. Otros fenómenos reportados con menor frecuencia en los últimos 30 años han sido inundaciones con el 14%, incendios forestales con el 7% y avenidas torrenciales con el 2%¹⁰.

En el caso del departamento de Risaralda, desde 1922 se han presentado principalmente eventos de deslizamiento e inundaciones. En los últimos 30 años (1985 – 2015), se han registrado 385 eventos de deslizamiento y 231 eventos de inundación los que representa respectivamente, el 37% y 22% del total de fenómenos y eventos reportados para este departamento. Otros fenómenos registrados con menor frecuencia en los últimos 30 años son incendios forestales

⁶ *Ibíd.*, p. 221

⁷ *Ibíd.*, p. 256

⁸ *Ibíd.*, p. 109

⁹ *Ibíd.*, p. 74

¹⁰ *Ibíd.*, p. 116

(7%). Los años con mayor frecuencia de incendios forestales fueron 2014, 2013 y 2012, con reporte de 30, 16 y 14 eventos respectivamente¹¹.

Desde 1922 Quindío se ha visto afectado principalmente por deslizamientos e inundaciones. En los últimos 30 años (1985 – 2015), se han registrado 223 eventos de deslizamiento y 153 inundaciones, lo que representa respectivamente el 32% y 22% del total de fenómenos y eventos reportados en este departamento. Otros fenómenos y eventos reportados con menor frecuencia en los últimos 30 años, han sido incendios forestales (7%) y avenidas torrenciales (2%). Los años con mayor frecuencia de incendios forestales fueron 2012 y 2013, con 19 y 10 eventos reportados respectivamente¹².

En Cundinamarca, de acuerdo al reporte histórico nacional de eventos asociados a fenómenos hidrometeorológicos, meteorológicos, hidrometeogeomorfológicos y meteopiroecológicos, se han presentado desde 1921, principalmente eventos de inundación, incendios forestales y deslizamientos. En los últimos 30 años (1985 – 2015) se han registrado 834 eventos de incendio forestal, 700 eventos de inundación y 472 eventos de deslizamiento, esto representa respectivamente el 35%, 30% y 20% del total de fenómenos reportados para el departamento¹³.

Desde 1922 Tolima se ha visto afectado principalmente por eventos de inundación, deslizamientos e incendios forestales. En los últimos 30 años (1985 – 2015), han sido registrados 568 eventos de inundación, 388 eventos de deslizamiento y 353 eventos de incendio forestal, representando respectivamente, el 35%, 24% y 22% del total de fenómenos reportados en este departamento. Otros fenómenos registrados con menor frecuencia en los últimos 30 años, han sido avenidas torrenciales (2%)¹⁴.

Desde 1924 Cauca se ha visto afectado principalmente por eventos de inundación y deslizamientos. En los últimos 30 años (1985 – 2015), se han registrado 446 eventos de inundación y 395 eventos de deslizamiento representando respectivamente, el 29% y 26% del total de fenómenos reportados en este departamento. Otros fenómenos registrados con menor frecuencia en los últimos 30 años, han sido incendios forestales con el 7%, sequías con el 3% y avenidas torrenciales con el 2%. Las mayores frecuencias en incendios forestales se han registrado en 2012 (32 eventos) y 2001 (22 eventos). Igualmente, en sequía los registros más numerosos se han presentado en 2001 (15 eventos) y 2014 (11 eventos)¹⁵.

Desde 1921 Valle del Cauca se ha visto afectado principalmente por eventos de inundación y deslizamientos. En los últimos 30 años (1985 – 2015) se han registrado 982 eventos de inundación y 467 eventos de deslizamiento representando respectivamente, el 44% y 21% del total de fenómenos reportados para este departamento. Otros fenómenos y eventos registrados

¹¹ Ibid., p. 242

¹² Ibid., p. 235

¹³ Ibid., p. 165

¹⁴ Ibid., p. 270

¹⁵ Ibid., p. 137

con menor frecuencia en los últimos 30 años, han sido incendios forestales con el 14%, avenidas torrenciales con el 3% y lluvias (3%). Los años con mayor frecuencia de incendios forestales fueron 2001, 2012 y 2013, con 85, 69 y 47 eventos reportados respectivamente¹⁶.

El departamento de Huila, desde 1932, se ha visto afectado principalmente por eventos de inundación, deslizamiento e incendios forestales. En los últimos 30 años (1985 – 2015), han sido registrados 387 eventos de inundación, 375 eventos de incendio forestal y 327 eventos de deslizamiento representando respectivamente, el 30%, 29% y 25% del total de fenómenos reportados en este departamento. Otros fenómenos registrados con menor frecuencia en los últimos 30 años, han sido avenidas torrenciales con el 4%; la mayor frecuencia de avenidas torrenciales registradas en un año ha sido de 5 eventos en los años 1994, 1999, 2005 y 2012¹⁷.

Desde 1935 Nariño se ha visto afectado principalmente por eventos de deslizamiento e inundación. En los últimos 30 años (1985 – 2015), se han registrado 695 eventos de deslizamiento y 427 eventos de inundación lo que representa respectivamente, el 48% y 30% del total de fenómenos reportados en este departamento. Otros fenómenos y eventos registrados con menor frecuencia en los últimos 30 años, han sido incendios forestales (9%), se observan altas frecuencias en los años 2012, 2013, 2015 y 2001, con 42, 22, 19 y 18 eventos registrados, respectivamente¹⁸.

1.1.3 Región Caribe

El escenario de cambio en el periodo 2011-2040 vs. 1976-2005 mostró que, en el 41,2 % de la región Caribe, la precipitación variará entre -9 % a 10 %; mientras, en el 29,1 % se reducirá entre -19 % y -10 %, y en el 21,5 % del área, disminuirá entre el -29 % y el -20 %. En general, se espera una reducción significativa de las precipitaciones, la cual se categoriza como déficit.

Teniendo en cuenta los datos históricos, los cuales presentaron un régimen de precipitación entre los 1.000 mm y 2.500 mm para el 66 % del área, una variación como la proyectada en este escenario repercutiría en la posible disminución de eventos de origen hidrometeorológico (inundaciones, avenidas torrenciales, remoción en masa), y en la exacerbación de otros como sequías o incendios forestales.

En cuanto a la temperatura media la TCNCC determinó que aumentará entre 1,01 °C y 1,2 °C en el 60,9 % de la región, lo que corresponde a una variación alta. Adicionalmente, dados los registros históricos de temperaturas altas, entre 27,1 °C y 28 °C, un incremento de temperatura incidiría en una mayor ocurrencia futura de eventos, tales como incendios forestales, sequías y olas de calor.

¹⁶ Ibid., p. 277

¹⁷ Ibid., p. 186

¹⁸ Ibid., p. 217

A continuación, se presenta una síntesis del comportamiento histórico en cada departamento de la región Caribe, de los subeventos que pueden afectarse por la disminución de la precipitación o el aumento de la temperatura.

En La Guajira, de acuerdo al reporte histórico nacional de eventos asociados a fenómenos hidrometeorológicos, meteorológicos, hidrometeogeomorfológicos, meteopiroecológicos e hidroclimáticos, desde 1939 se han reportado principalmente eventos de inundación. En los últimos 30 años (1985 – 2015), se han registrado 229 eventos de inundación lo que representa el 59% del total de fenómenos y eventos reportados en este departamento. Otros fenómenos y eventos registrados con menor frecuencia en los últimos 30 años, han sido incendios forestales con el 6%, sequías con el 2% y deslizamientos con el 2%. En cuanto a incendios forestales, se observan altas frecuencias en 2012 y 2013, con 12 y 7 eventos registrados, respectivamente¹⁹.

El departamento del Cesar desde 1939 se ha visto afectado principalmente por eventos de inundación. En los últimos 30 años (1985 – 2015), se han registrado 474 inundaciones que corresponden al 55% del total de fenómenos reportados para este departamento. Otros fenómenos registrados con menor frecuencia en los últimos 30 años, han sido incendios forestales (13%) y deslizamientos (4%). En cuanto a incendios forestales, se observan altas frecuencias en 2013 y 2014, con 40 y 32 eventos registrados, respectivamente²⁰.

Desde 1935 Magdalena se ha visto afectado principalmente por eventos de inundación. En los últimos 30 años (1985 – 2015), han sido registrados 523 eventos representando el 62% del total de fenómenos reportados en este departamento. Otros fenómenos y eventos reportados en los últimos 30 años, son incendios forestales (10%), lluvias (3%), deslizamientos (2%) y sequías (2%). Se observan incrementos en los registros de incendios forestales entre 2012 y 2015, para el 2013 y 2014 se reportaron 30 y 21 eventos, respectivamente. En el año 2005 se registró el mayor número²¹.

Atlántico, desde 1929, se ha visto afectado principalmente por eventos de inundación. En los últimos 30 años (1985 – 2015), se han registrado 448 inundaciones que corresponden al 54% del total de fenómenos reportados para este departamento. Otros fenómenos registrados con menor frecuencia en los últimos 30 años, han sido deslizamientos con el 6%, incendios forestales con el 4%, y lluvias con el 2%. Durante los años 2010 y 2011, se presentaron las mayores frecuencias en los eventos de deslizamiento en el departamento, con 16 y 10 registros respectivamente²².

Bolívar, de acuerdo al reporte histórico nacional de eventos asociados a fenómenos hidrometeorológicos, meteorológicos, hidrometeogeomorfológicos e hidroclimáticos, se ha visto afectado desde 1932 principalmente por eventos de inundación. En los últimos 30 años (1985

¹⁹ Ibid., p. 193

²⁰ Ibid., p. 144

²¹ Ibid., p. 200

²² Ibid., p. 88

– 2015) se han registrado 747 eventos de inundación representando el 70% del total de fenómenos reportados en el departamento. Otros fenómenos registrados con menor frecuencia en los últimos 30 años, han sido deslizamientos con el 8%²³.

Desde 1940 Sucre se ha afectado principalmente por eventos de inundación. En los últimos 30 años (1985 – 2015), se han registrado 407 eventos lo que representa el 63% del total de fenómenos reportados. Entre otros fenómenos y eventos registrados con menor frecuencia en los últimos 30 años, se encuentran las sequías con 10 y 8 eventos reportados durante el período 1985 – 2015, representando cada uno menos del 2% del total de eventos del departamento²⁴.

El departamento de Córdoba desde 1938 ha sufrido afectaciones principalmente por eventos de inundación. En los últimos 30 años (1985 – 2015), se han registrado 675 eventos lo que corresponde al 74% del total de eventos registrados para el departamento. Otros fenómenos reportados con menor frecuencia en los últimos 30 años, han sido incendios forestales con el 3% y sequías con el 2%. Con registros desde 2012, la más alta frecuencia de incendios forestales se presentó en 2014, con 12 eventos²⁵.

1.1.4 Región Llanos

El escenario 2011-2040 vs. el periodo 1976-2005 mostró que, en el 86,3 % de la región Llanos, la precipitación variará entre -9 % a 10 %; mientras, en el 12,2% se reducirá entre -19 % y -10 %. En general, se espera una tendencia neutra en la mayor extensión de la región, con una reducción de las precipitaciones categorizada como déficit en una zona puntual.

Teniendo en cuenta los datos históricos que presentaron un régimen de precipitación entre 2.000 mm y 4.000 mm para el área, una variación como la proyectada en este escenario repercutiría en zonas concretas con la posible disminución de eventos de origen hidrometeorológico (inundaciones, avenidas torrenciales y remoción en masa), y en la exacerbación de otros (sequías o incendios forestales).

En cuanto a la temperatura media, la TCNCC precisó que aumentará entre 0,81 °C y 1,0 °C en el 87,4 % de la región, lo que corresponde a una variación baja. Adicionalmente, dados los registros históricos de las temperaturas altas, entre 26 °C y 28 °C, un incremento de temperatura leve incidiría en una mayor ocurrencia futura de eventos, tales como incendios forestales, sequías y olas de calor.

A continuación, se presenta una síntesis del comportamiento histórico en cada departamento de la región Llanos, de los subeventos analizados en esta consultoría que pueden afectarse por la disminución de la precipitación o el aumento de la temperatura.

²³ Ibid., p. 102

²⁴ Ibid., p. 263

²⁵ Ibid., p. 158

Desde 1938, Arauca se ha visto afectado principalmente por eventos de inundación. En los últimos 30 años (1985 – 2015), se han registrado 193 eventos lo que representa el 71% del total de fenómenos reportados en este departamento. Otros fenómenos que se han registrado con menor frecuencia en los últimos 30 años, han sido incendios forestales con el 16% y sequías con el 2%. En el año 2013 se reportaron 31 incendios forestales en el departamento²⁶.

De acuerdo al reporte histórico nacional de eventos asociados a fenómenos hidrometeorológicos, meteorológicos, hidrometeogeomorfológicos, e hidroclimáticos, desde 1938 Casanare se ha visto afectado principalmente por eventos de inundación e incendios forestales. En los últimos 30 años (1985 – 2015), se han registrado 377 eventos de inundación y 282 incendios forestales, esto representa, respectivamente, el 48% y 36% del total de eventos reportados. Otros fenómenos registrados con menor frecuencia en los últimos 30 años, han sido deslizamientos (6%)²⁷.

El departamento de Vichada se ha visto afectado principalmente por eventos de inundación e incendios forestales. Entre el período 1971 – 2015, se han registrado 46 inundaciones y 14 incendios forestales, lo que representa, respectivamente, el 67% y 20% del total de fenómenos y eventos reportados en este departamento²⁸.

Desde 1938 Meta se ha visto afectado principalmente por eventos de inundación. En los últimos 30 años (1985 – 2015), se han registrado 429 inundaciones, lo que representa el 63% del total de fenómenos y eventos que han ocurrido en este departamento. Otros fenómenos registrados con menor frecuencia en los últimos 30 años, han sido deslizamientos con el 13% e incendios forestales con el 9%. En cuanto a incendios forestales, se observan altas frecuencias en los años 2014, 2012 y 2013, con 15, 15 y 14 eventos registrados, respectivamente²⁹.

Los departamentos de Guaviare y Guainía cuentan con área compartida en las regiones Amazonía y Llanos, en ese sentido, su análisis se presenta en el ítem de la región Amazonía (numeral 1.1.1).

1.1.5 Región pacífica

Para el caso del escenario 2011-2040 vs. el periodo 1976-2005, la TCNCC definió que en el 84,6 % de la región Pacífica, la precipitación variará entre -9 % a 10 %; mientras, en el área restante (14,9 %) se incrementará entre 11 % y 20 %. En general, se espera una tendencia neutra, con aumento de precipitaciones en zonas específicas, lo cual se considera como exceso. Teniendo en cuenta los datos históricos con amplios rangos de precipitación, una variación como la proyectada en este escenario incidiría en ciertas zonas en la tendencia al incremento de eventos

²⁶ Ibid., p. 81

²⁷ Ibid., p. 130

²⁸ Ibid., p. 291

²⁹ Ibid., p. 207

de origen hidrometeorológico como las inundaciones, las avenidas torrenciales y la remoción en masa.

En cuanto a la temperatura media, esta aumentará entre 1,01 °C y 1,2 °C en el 66,7 % de la región, lo que corresponde a una variación media. No obstante, dados los registros históricos de temperaturas altas con valores hasta de 28 °C, un incremento de temperatura incidirá en una mayor ocurrencia futura de eventos, tales como incendios forestales, sequías y olas de calor.

A continuación, se presenta una síntesis del comportamiento histórico en el departamento del Chocó, de los subeventos analizados en esta consultoría que pueden afectarse por aumentos de la precipitación o la temperatura. Los departamentos Valle del Cauca, Cauca y Nariño cuentan con área compartida en las regiones Andina y Pacífica, en ese sentido, su análisis se presenta en el ítem de la región Andina (numeral 1.1.2).

De acuerdo al reporte histórico nacional de eventos asociados a fenómenos hidrometeorológicos, meteorológicos, hidrometeogeomorfológicos, meteomarineros e hidroclimáticos, desde 1935 el departamento del Chocó se ha visto afectado principalmente por eventos de inundación. En los últimos 30 años (1985 – 2015), se han registrado 585 eventos de inundación lo que representa el 60% del total de eventos reportados para el departamento. Otros fenómenos y eventos reportados con menor frecuencia en los últimos 30 años, han sido los deslizamientos con el 14% y cuyos registros han aumentado desde 2006, con al menos 10 eventos por año, excepto para los años 2007 y 2012, que reportaron solo 3 eventos. Otro evento que se reporta con menor frecuencia es la sequía con 8 eventos reportados³⁰.

1.2 Áreas priorizadas para el análisis de riesgo

Los escenarios de cambio climático para la precipitación y temperatura generados para Colombia por el IDEAM y recogidos en la TCNCC, se constituyen como modificadores indispensables que se deben incorporar en los análisis de riesgos climáticos. Así, para el análisis objeto de la presente consultoría, se sigue un proceso cualitativo cuyo punto de inicio es la reclasificación de los valores oficiales del IDEAM en tres categorías. Para el caso de la temperatura los rangos son bajo, medio y alto, y para la precipitación se definen los rangos déficit, normal y exceso, como se muestra en la tabla 1-1:

³⁰ Ibid., p. 151

Tabla 1-1. Categorización de los cambios en la temperatura y precipitación

Temperatura			Precipitación		
Categoría	Escala de color	Diferencia de la temperatura media (°C)	Categoría	Escala de color	Diferencia de la precipitación media (%)
Bajo		0,0-1,0	Déficit		≤ -11
Medio		1,1-1,5	Normal		-10 a 10
Alto		1,51-3,9	Exceso		≥ 11

Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2017.

A continuación, se presenta las proyecciones de precipitación y temperatura de los escenarios de la TCNCC para las áreas priorizadas en este estudio, teniendo en cuenta la reclasificación mencionada previamente. Estas proyecciones serán utilizadas en el análisis de riesgo, para generar los escenarios prospectivos de amenaza.

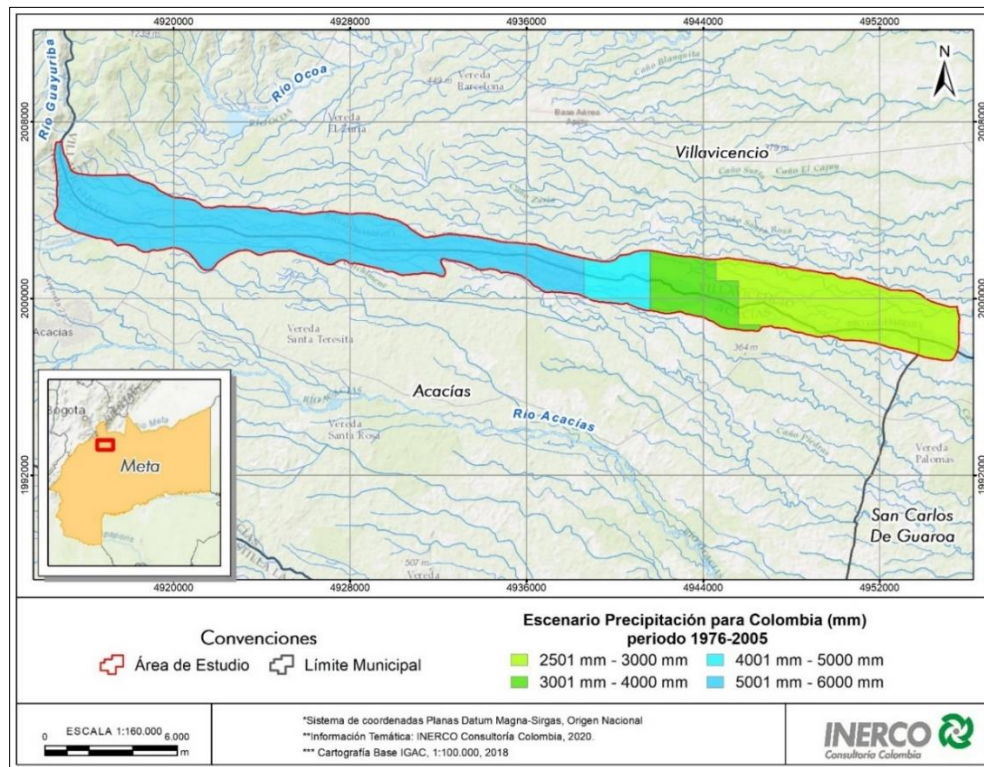
1.2.1 Acacías – Villavicencio

1.2.1.1 Proyecciones de temperatura y precipitación para el área

1.2.1.1.1 Periodo 1976 - 2005

De acuerdo con el análisis histórico de la precipitación, durante el periodo 1976-2005, en el 55 % del área de estudio, Acacías-Villavicencio, se registraron precipitaciones anuales entre 5.000 mm y 6.000 mm; seguido, en el 30 % del área, por valores que están entre 2.501 mm a 3.000 mm y, finalmente, en el 9 % y 6 % del área restante, se registraron valores entre 3.001 mm y 4.000 mm, y entre 4.001 mm y 5.000 mm, respectivamente.

Figura 1-1. Escenario de precipitación 1976-2005, Acacías-Villavicencio

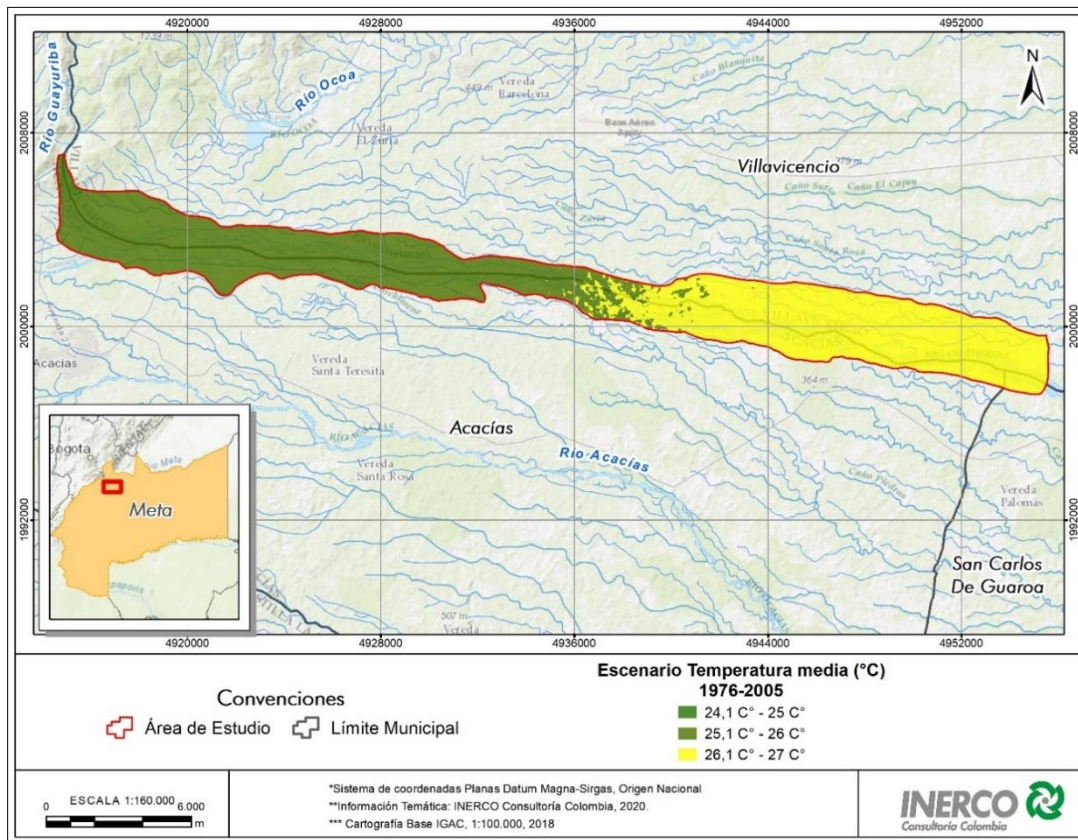


Fuente: IDEAM³¹. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

En el caso de la temperatura media para el periodo 1976-2005, la TCNCC estableció que los valores registrados estaban comprendidos entre 25,1 °C y 26 °C para el 51,89 % del área de estudio; mientras, para el área restante (47,4 %), los valores estaban entre 26,1 °C y 27 °C, lo que corresponde a temperaturas medias altas.

³¹ COLOMBIA. INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES IDEAM. Tercera Comunicación Nacional de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Bogotá: IDEAM, 2017.

Figura 1-2. Escenario de temperatura media 1976-2005, Acacías-Villavicencio



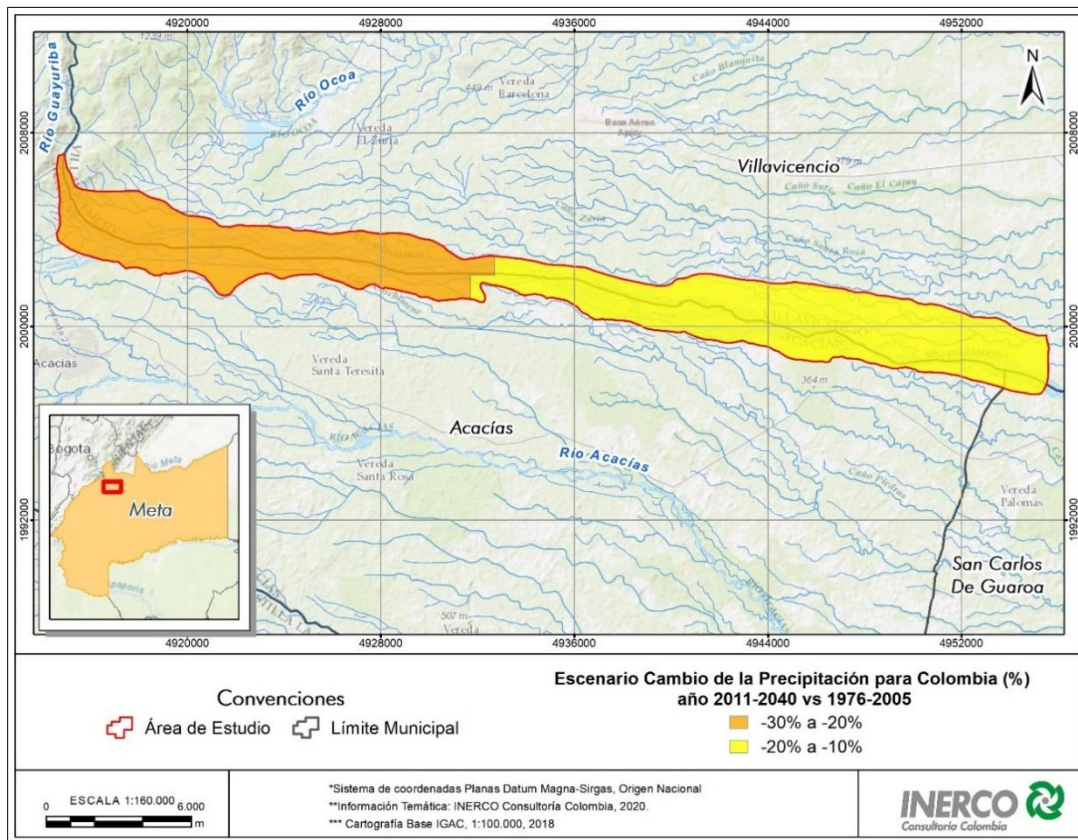
Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

1.2.1.1.2 Escenario 2011 - 2040

El escenario 2011-2040 vs. el periodo 1976-2005 mostró que, en el 57 % del área de estudio Acacías-Villavicencio, la precipitación disminuirá entre -20 % y -10 %; mientras, el área restante (43 %) tendría una reducción de la precipitación entre -30 % y -20 %. En general, se espera una reducción significativa en los regímenes pluviométricos, que se considera como déficit.

Teniendo en cuenta los datos históricos, los cuales presentaron un régimen de precipitación alto para la zona de estudio, entre los 5.000 mm y 6.000 mm, para el 55 % del área de estudio, una variación como la proyectada en este escenario repercutiría en la posible disminución de eventos de origen hidrometeorológico (inundaciones, las avenidas torrenciales, la remoción en masa), y la exacerbación de otros (sequías o incendios forestales).

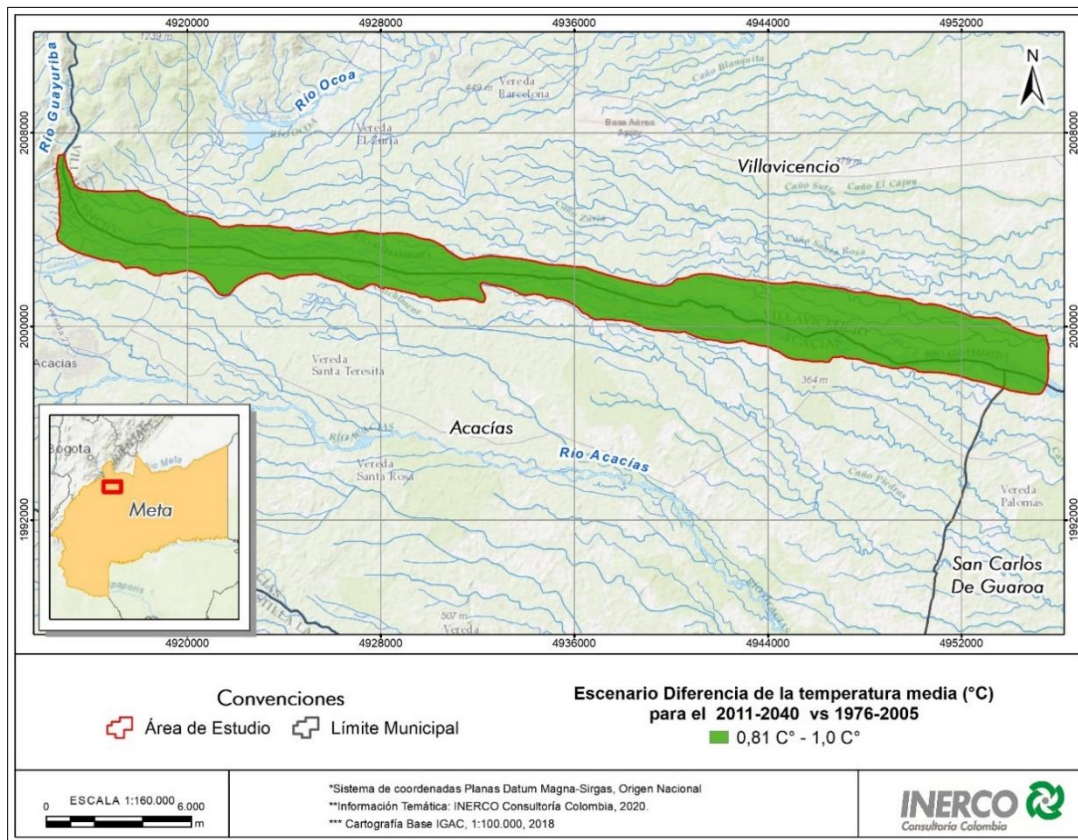
Figura 1-3. Cambio de precipitación 2011-2040 vs. 1976-2005, Acacías-Villavicencio



Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

Para el caso del escenario 2011-2040 vs. el periodo 1976-2005, la TCNCC estableció que la temperatura media aumentará entre 0,81 °C y 1,0 °C en el 100 % del área objeto de este análisis de riesgo, lo que corresponde a una variación baja. No obstante, dados los registros de temperaturas históricas altas, entre 26,1 °C y 27 °C, un incremento de la temperatura incidiría en una mayor ocurrencia futura de eventos, tales como incendios forestales, sequías y olas de calor.

Figura 1-4. Cambio de la temperatura media 2011-2040 vs. 1976-2005, Acacías-Villavicencio



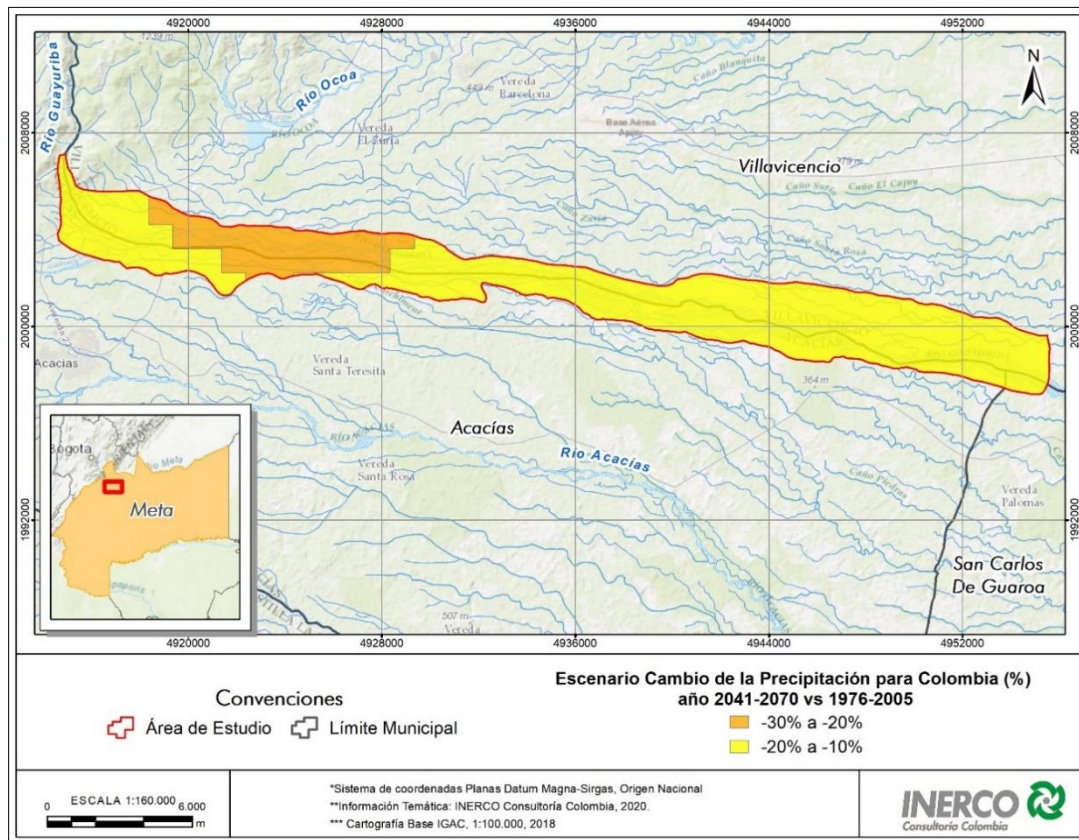
Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

1.2.1.1.3 Escenario 2041 - 2070

El escenario 2041-2070 vs. el periodo 1976-2005 mostró que en el 82,35 % del área de estudio Acacías-Villavicencio, la precipitación disminuirá entre -20 % y -10 %; mientras, en el área restante (17,65 %) se esperaría una reducción de la precipitación entre -30 % y -20 %. En general, la variación en este escenario corresponde a los mayores niveles de reducción del régimen pluviométrico, lo que se considera como déficit.

Teniendo en cuenta los datos históricos, los cuales presentan un régimen de precipitación alto para la zona de estudio, entre los 5.000 mm y 6.000 mm para el 55 % del área, una variación como la proyectada en este escenario ratificaría las conclusiones respecto al escenario 2011-2040 en cuanto a las repercusiones a mediano plazo de la disminución de eventos de origen hidrometeorológico como las inundaciones, avenidas torrenciales, remoción en masa, y exacerbación de otras como sequías o incendios forestales.

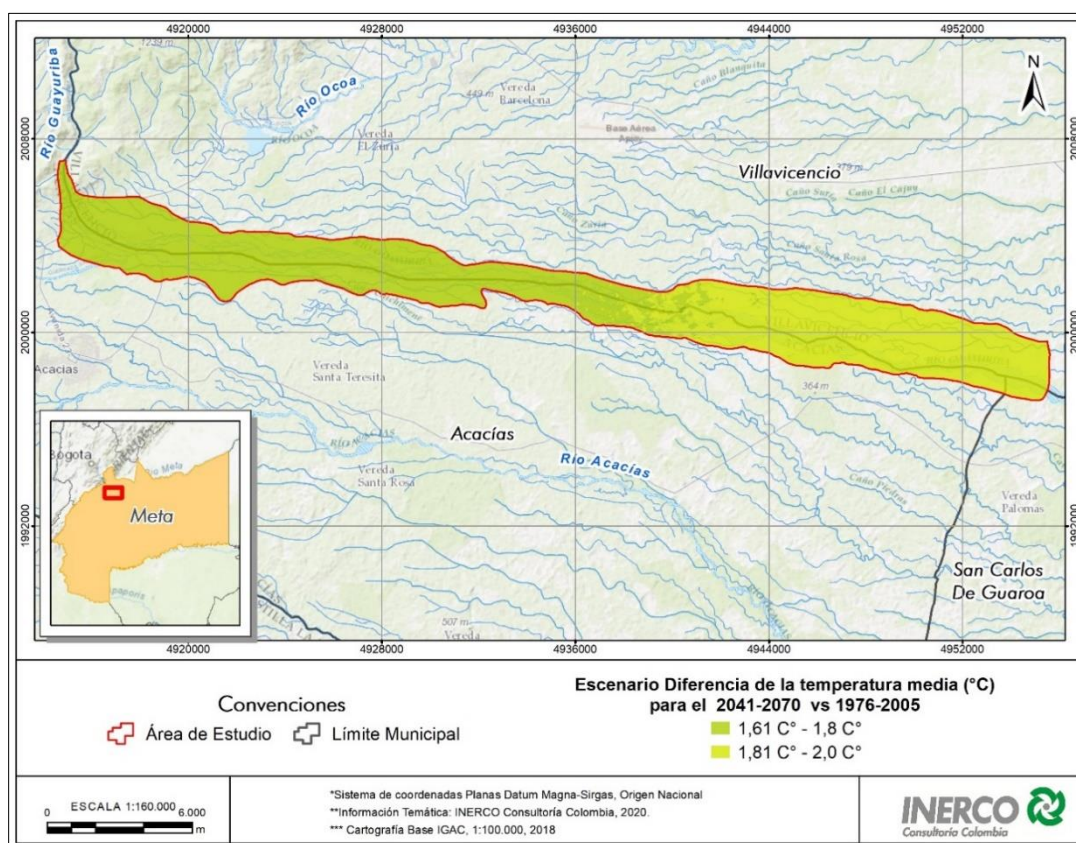
Figura 1-5. Cambio de precipitación 2041-2070 vs. 1976-2005, Acacías-Villavicencio



Fuente: IDEAM, Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

Para el caso del escenario 2041-2070 vs. el periodo 1976-2005, se estableció que la temperatura media aumentará entre 1,6 °C a 1,8 °C para el 55,82 % del área objeto del presente análisis de riesgo; mientras, en el área restante (44,18 %) variaría entre 1,81 °C a 2,0 °C, lo que corresponden a variaciones altas. Teniendo en cuenta los registros históricos de temperaturas altas, entre 26,1 °C y 27 °C, un incremento de temperatura incidiría en la mayor ocurrencia futura de eventos, tales como incendios forestales, sequías y olas de calor.

Figura 1-6. Cambio de temperatura media 2041-2070 vs. 1976-2005, Acacías-Villavicencio



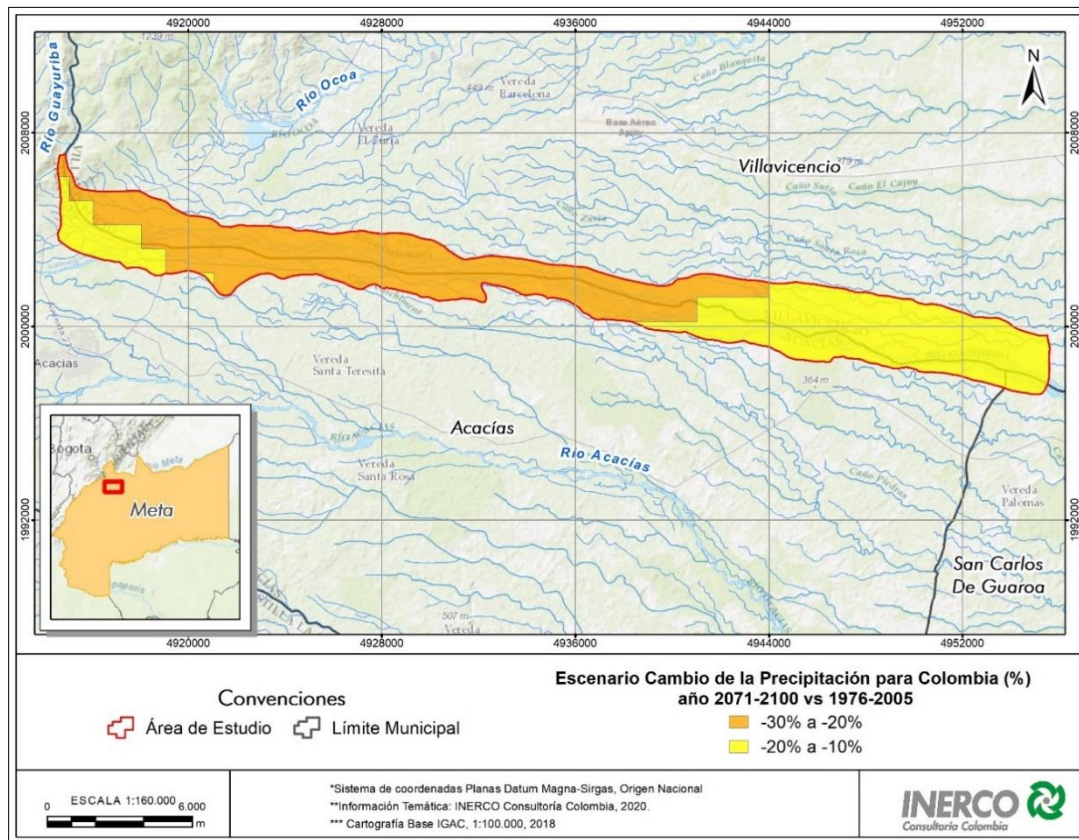
Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

1.2.1.1.4 Escenario 2071 - 2100

En el escenario 2071-2100 vs. el periodo 1976-2005, la TCNCC del IDEAM mostró que en el 51,55 % del área de estudio, Acacías-Villavicencio, la precipitación disminuirá entre -30 % y -20 %; mientras, en el área restante (48,45 %) se esperaría una reducción entre -20 % y -10 %. En general, la variación en este escenario corresponde a niveles altos de reducción del régimen pluviométrico, que se categorizan como déficit.

Teniendo en cuenta los datos históricos, los cuales presentan un régimen de precipitación alto para la zona de estudio, entre los 5.000 mm y 6.000 mm para el 55 % del área de estudio, una variación como la proyectada en este escenario ratificaría las conclusiones respecto a los escenarios 2011-2040 y 2041-2070 en cuanto a las repercusiones a largo plazo en la disminución de eventos de origen hidrometeorológico como las inundaciones, avenidas torrenciales, remoción en masa, y exacerbación de otras como sequías o incendios forestales.

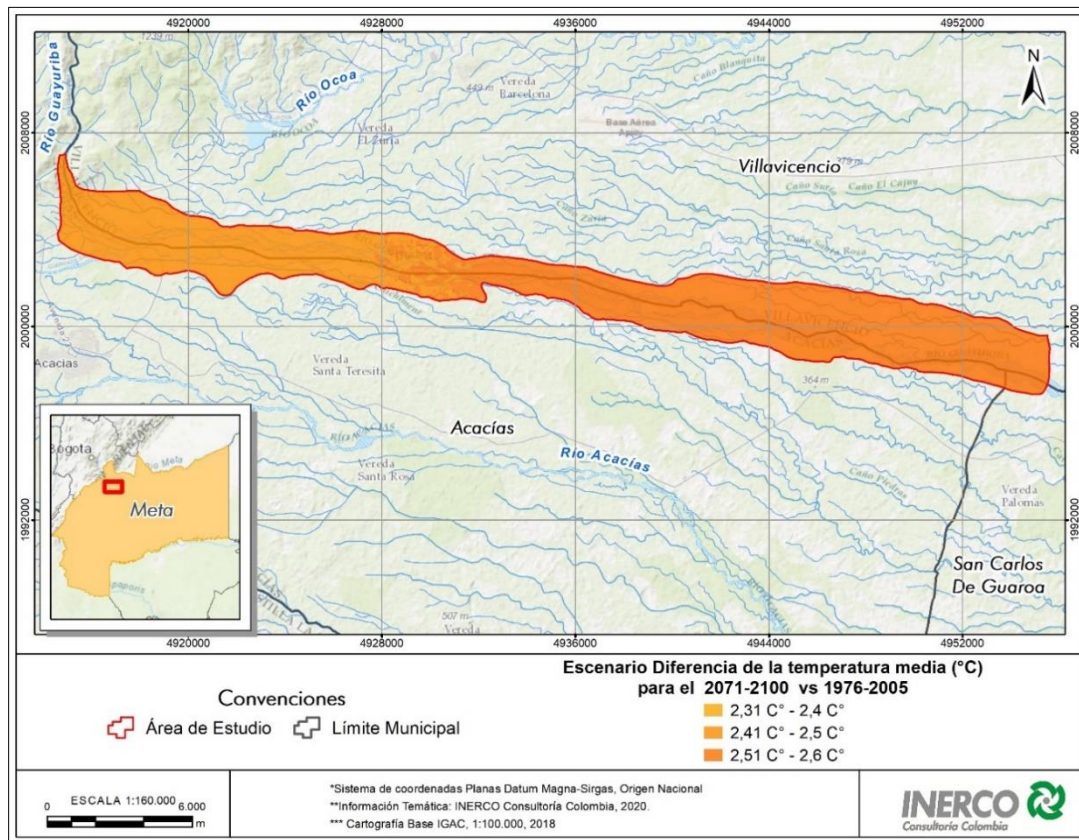
Figura 1-7. Cambio de precipitación 2071-2100 vs. 1976-2005, Acacías-Villavicencio



Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

Para el escenario 2071-2100 vs. el periodo 1976-2005, la TCNCC estableció que la temperatura media aumentará entre 2,41 °C a 2,5 °C en un 61,20 % del área objeto de este análisis de riesgo; mientras, el área restante (38,75 %) experimentaría una variación de temperatura entre 2,31 °C y 2,4 °C, lo que corresponde a variaciones altas. Teniendo en cuenta los registros históricos de temperaturas, entre 26,1 °C y 27 °C, un incremento de temperatura incidiría en una mayor ocurrencia futura de eventos, tales como incendios forestales, sequías y olas de calor.

Figura 1-8. Cambio de temperatura media 2071-2100 vs. 1976-2005, Acacías-Villavicencio



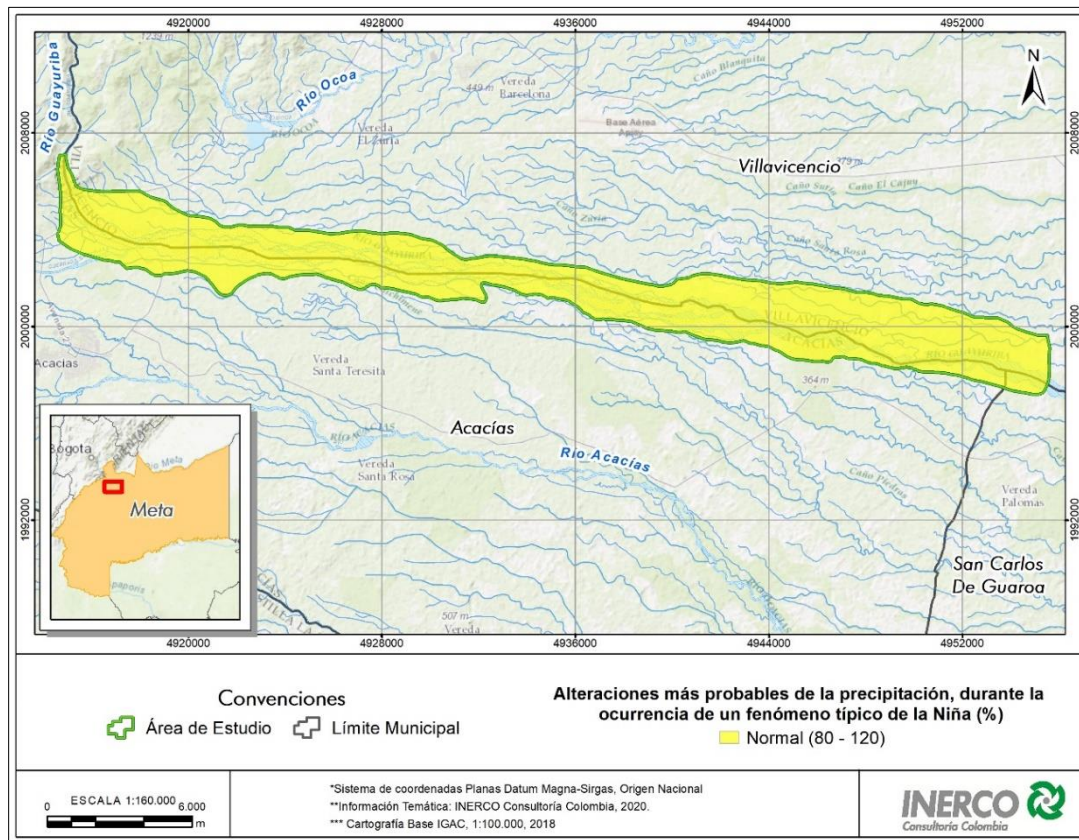
Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

1.2.1.2 Fenómenos de variabilidad climática

1.2.1.2.1 Fenómeno de La Niña

Ante un escenario de un fenómeno típico de La Niña, en el área de Acacías-Villavicencio, la probable alteración de la precipitación se ubicaría en un intervalo normal, entre 80 % y 120 %, lo cual no modifica significativamente las tendencias actuales de ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos.

Figura 1-9. Variación de precipitación por fenómeno de La Niña, Acacías-Villavicencio

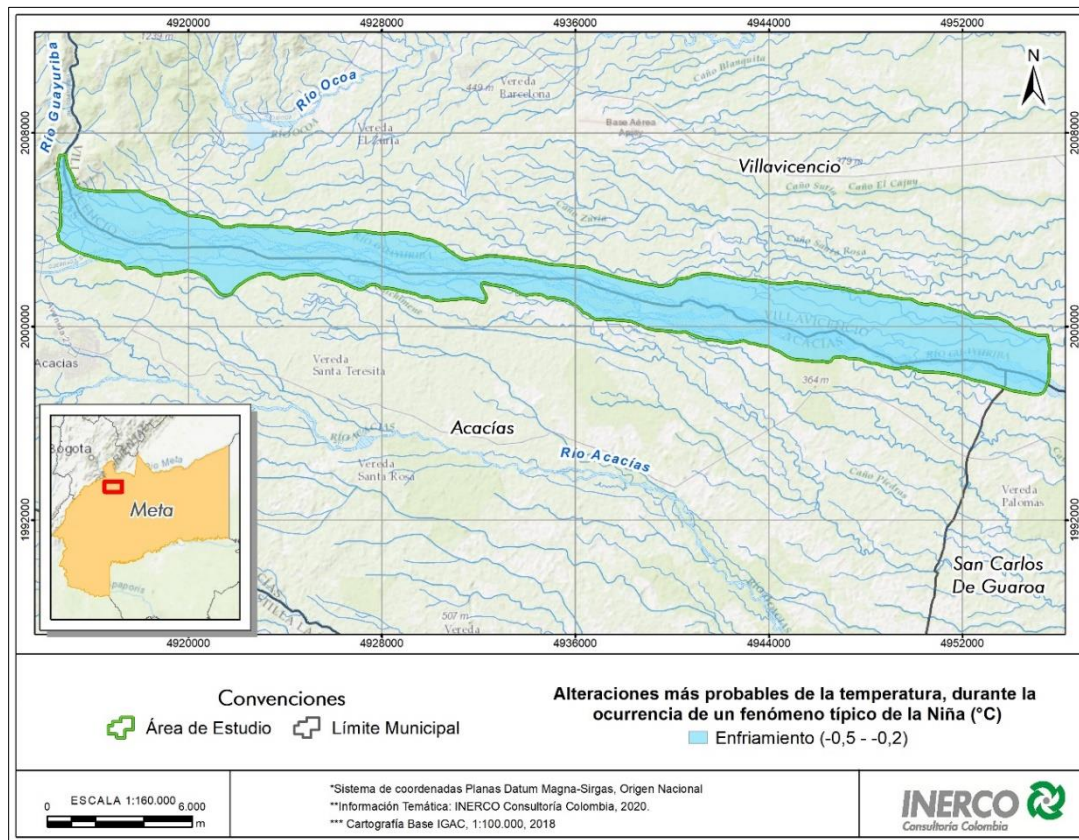


Fuente: IDEAM³². Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

En cuanto a la temperatura, se esperaría una reducción entre $-0,5^{\circ}\text{C}$ y $-0,2^{\circ}\text{C}$ ante la ocurrencia de un fenómeno típico de La Niña, lo que corresponde a un enfriamiento. Esta variación no incidiría directamente en las tendencias a la ocurrencia de fenómenos de origen hidrometeorológico.

³² COLOMBIA. INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES IDEAM. Atlas climatológico de Colombia. Bogotá: IDEAM, 2014.

Figura 1-10. Variación de temperatura por fenómeno de La Niña, Acacías-Villavicencio

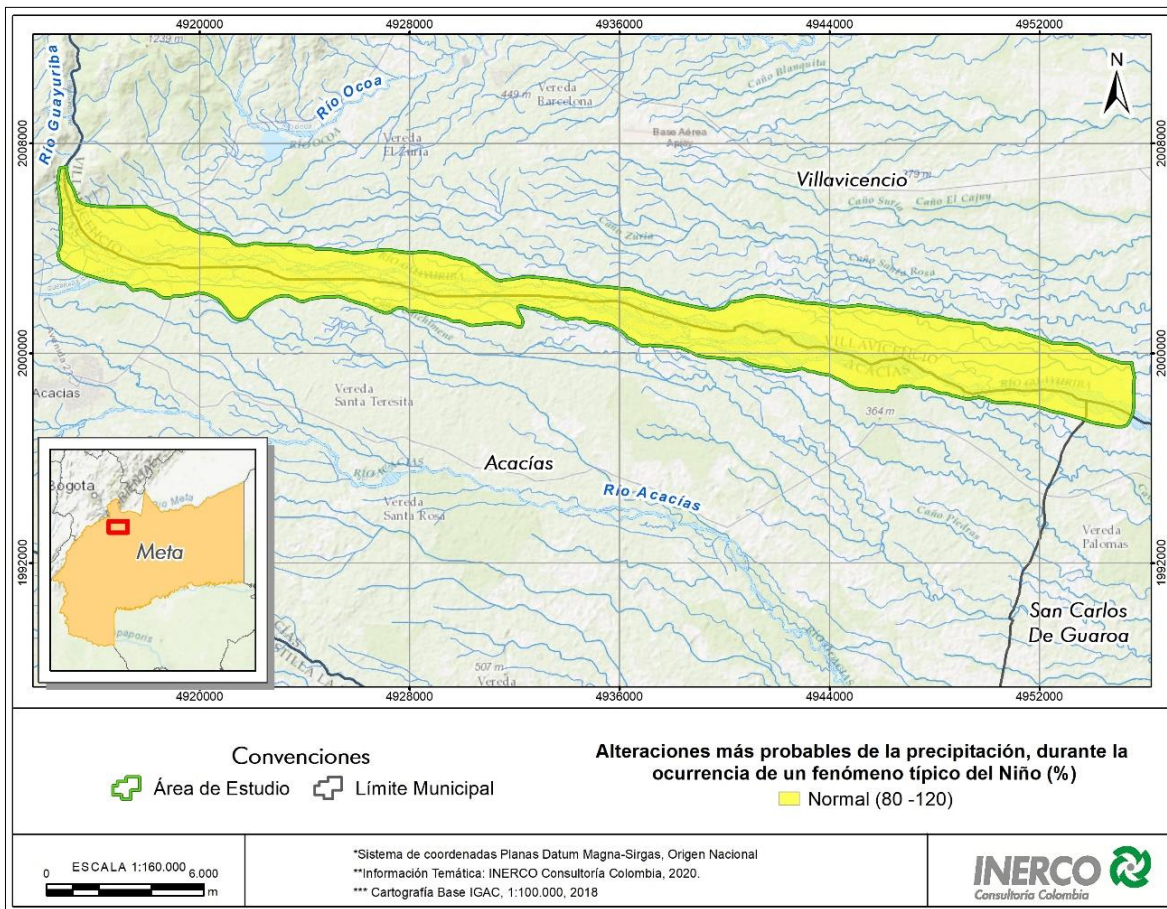


Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

1.2.1.2.2 Fenómeno de El Niño

Ante un escenario de un fenómeno típico de El Niño, la probable alteración de la precipitación se ubicaría en un intervalo normal, entre 80 % y 120 %, lo cual no modifica significativamente las tendencias actuales de ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos.

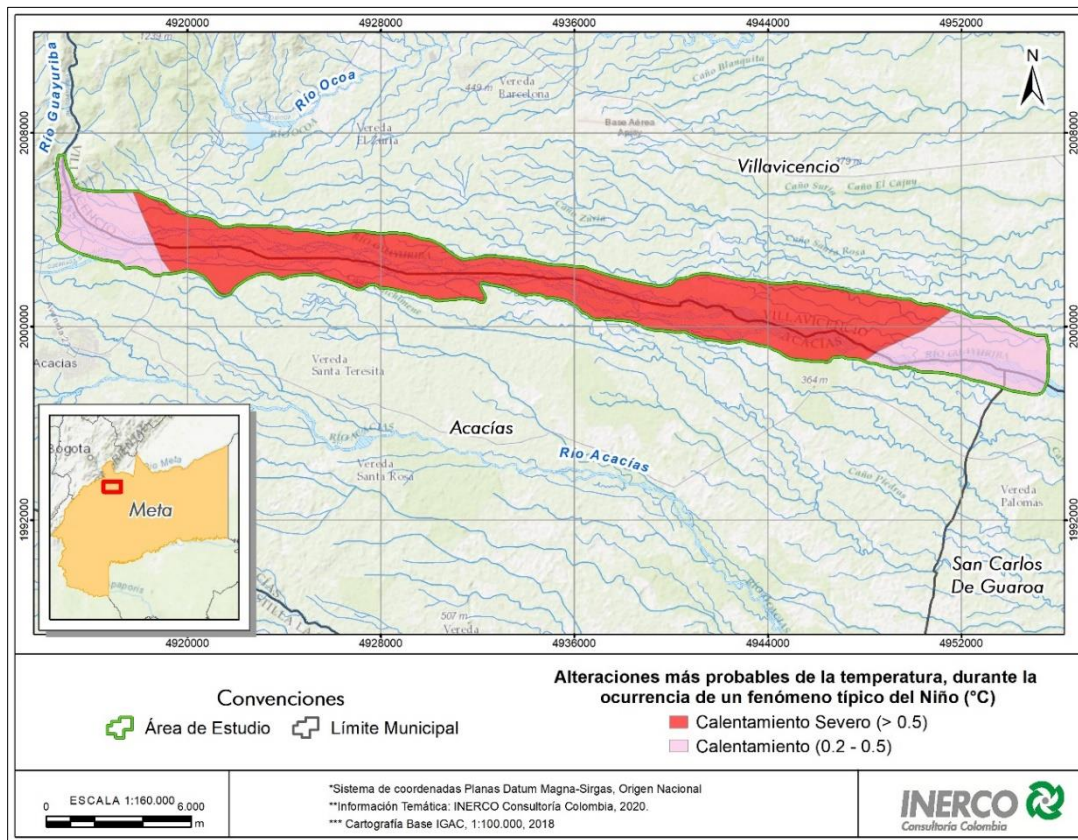
Figura 1-11. Variación de la precipitación por fenómeno de El Niño, Acacías-Villavicencio



Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

Ante la ocurrencia de un fenómeno típico de El Niño, se espera un calentamiento severo (mayor a 0,5 °C), lo cual, aunado a las temperaturas altas registradas históricamente en la zona, puede exacerbar los fenómenos de olas de calor o sequías.

Figura 1-12. Variación de temperatura por fenómeno de El Niño, Acacías-Villavicencio



Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

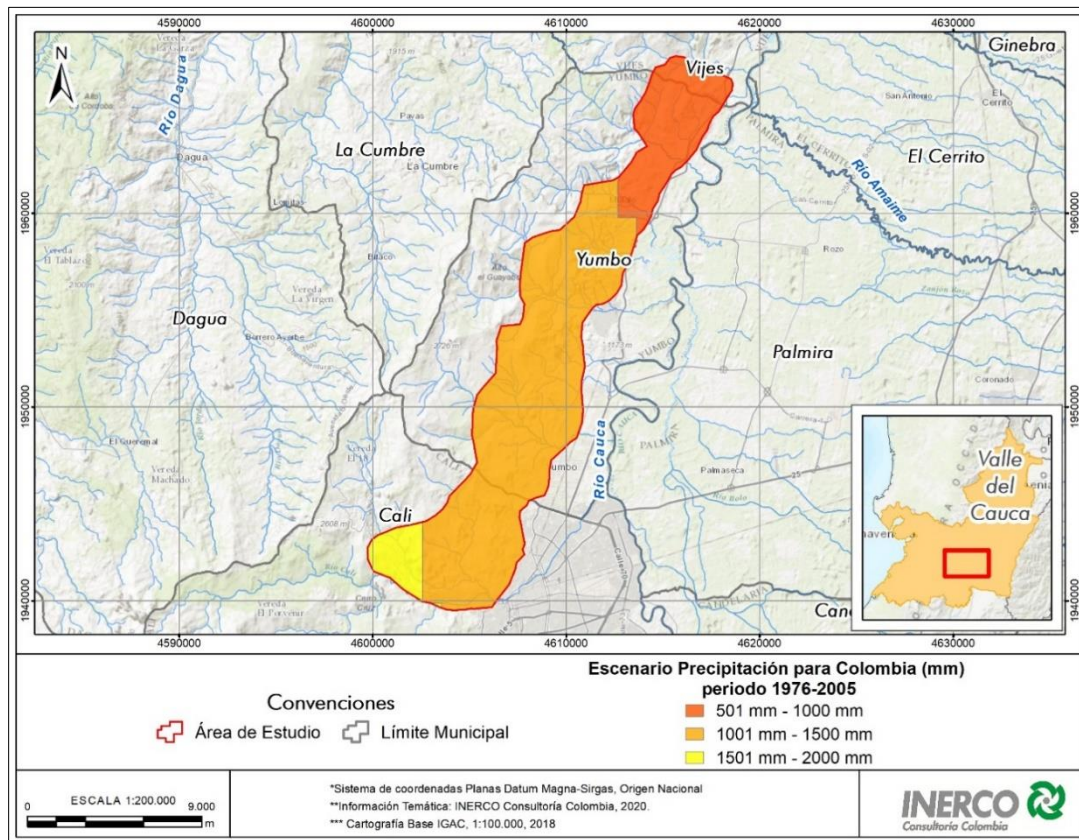
1.2.2 Cali – Yumbo

1.2.2.1 Proyecciones de temperatura y precipitación para el área

1.2.2.1.1 Periodo 1976 -2005

De acuerdo con el análisis histórico, la precipitación es baja en el área de estudio Cali -Yumbo, en ese sentido, en el periodo 1976-2005 se registraron precipitaciones entre 1.001 mm y 1.500 mm en el 73,85 % del área, seguido por el intervalo de 501 mm a 1.000 mm para el 20 % del área.

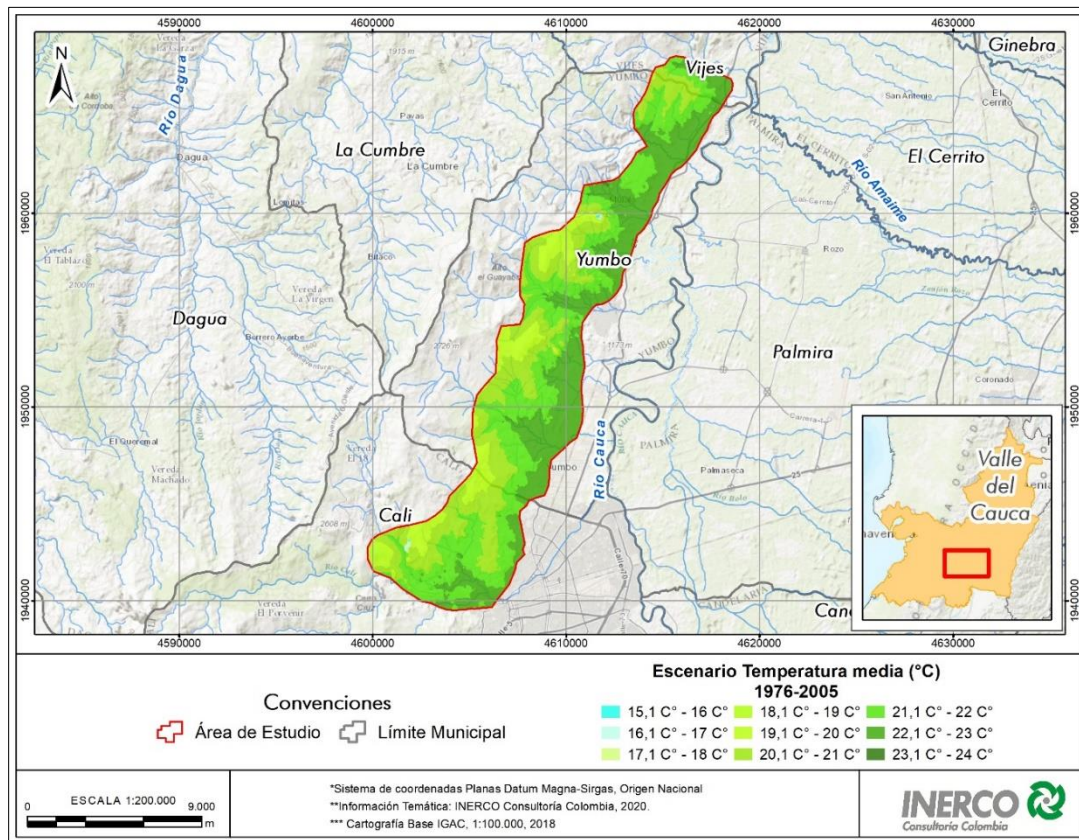
Figura 1-13. Escenario de precipitación 1976-2005, Cali-Yumbo



Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

En cuanto al escenario de temperatura, se muestran intervalos de 21 °C a 22 °C en un 33,17 % del área de estudio, seguidos por valores de 22,1 °C a 23 °C para el 31,7 % del área, y de 20,1 °C a 21 °C para el 24,67 % del área. Los demás intervalos de temperatura se presentan en áreas muy pequeñas.

Figura 1-14. Escenario de temperatura media 1976-2005, Cali-Yumbo



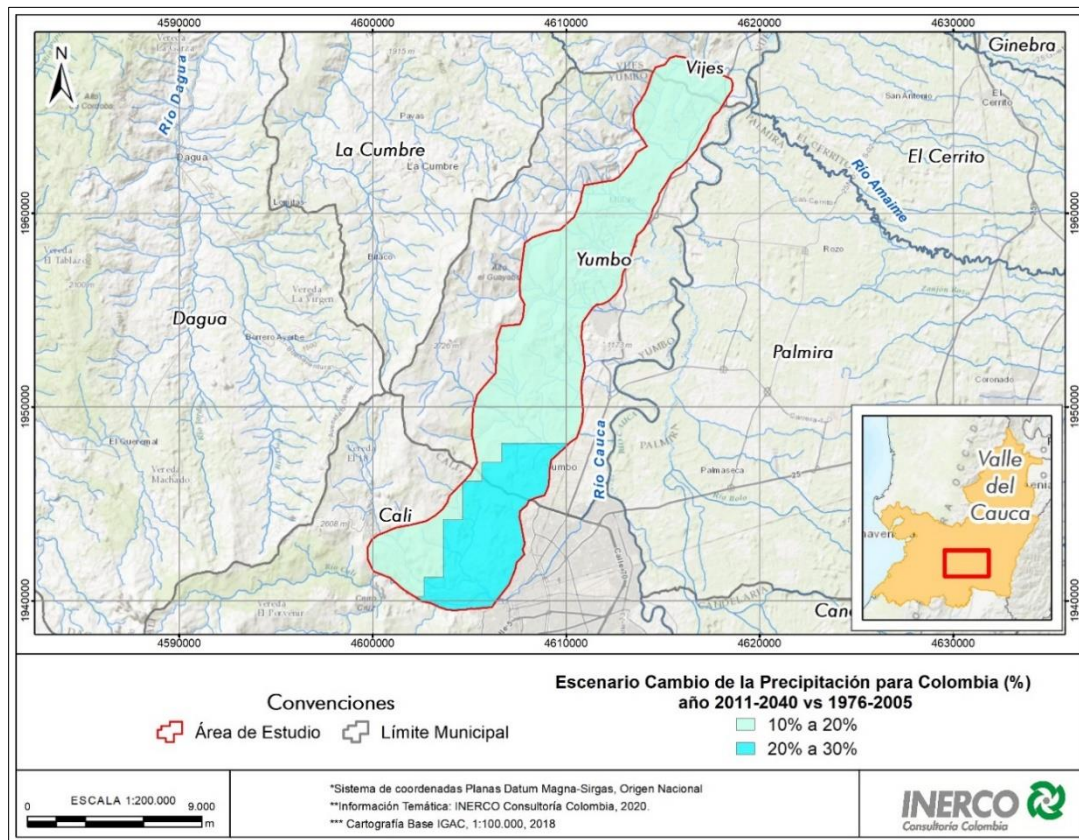
Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

1.2.2.1.2 Escenario 2011 - 2040

Las variaciones de precipitación en el área de estudio Cali-Yumbo, para el escenario 2011-2040, corresponden en mayor proporción (75,94 % del área de estudio) a un aumento de 10 % a 20 %. El 24,06 % de área restante presentará aumentos entre 20 % y 30 %. En general, se esperan variaciones altas catalogadas como exceso.

Considerando los datos históricos, los cuales presentan un régimen de precipitación bajo para la zona de estudio, entre los 500 mm y 1.500 mm, una variación como la proyectada en este escenario, de exceso de precipitaciones, repercutiría significativamente en la posible tendencia a exacerbar la ocurrencia de eventos, tales como inundaciones, avenidas torrenciales y procesos de remoción en masa.

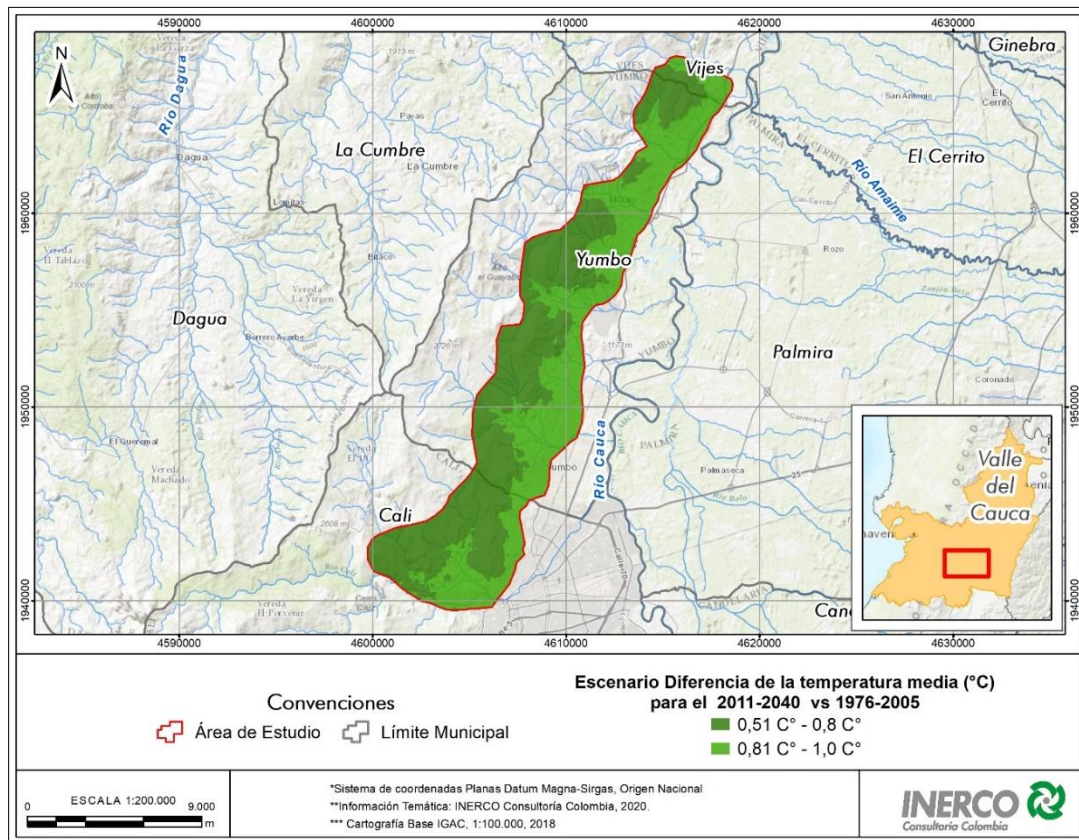
Figura 1-15. Cambio de precipitación 2011-2040 vs. 1976-2005, Cali-Yumbo



Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

En cuanto a la diferencia de la temperatura media, se esperarían variaciones entre 0,51 °C y 0,8 °C en el 53,92 % del área, e incrementos entre 0,81 °C y 1 °C en el área restante, los cuales representan valores bajos. Consideradas las temperaturas registradas históricamente en el área, entre 17 °C y 24 °C, se proyectaría un incremento aproximado de 1 °C; es decir, representaría una variación considerable en las condiciones de temperatura, posiblemente con reflejo de una mayor ocurrencia de eventos relacionados, tales como sequías y olas de calor.

Figura 1-16. Cambio de la temperatura media 2011-2040 vs. 1976-2005, Cali-Yumbo



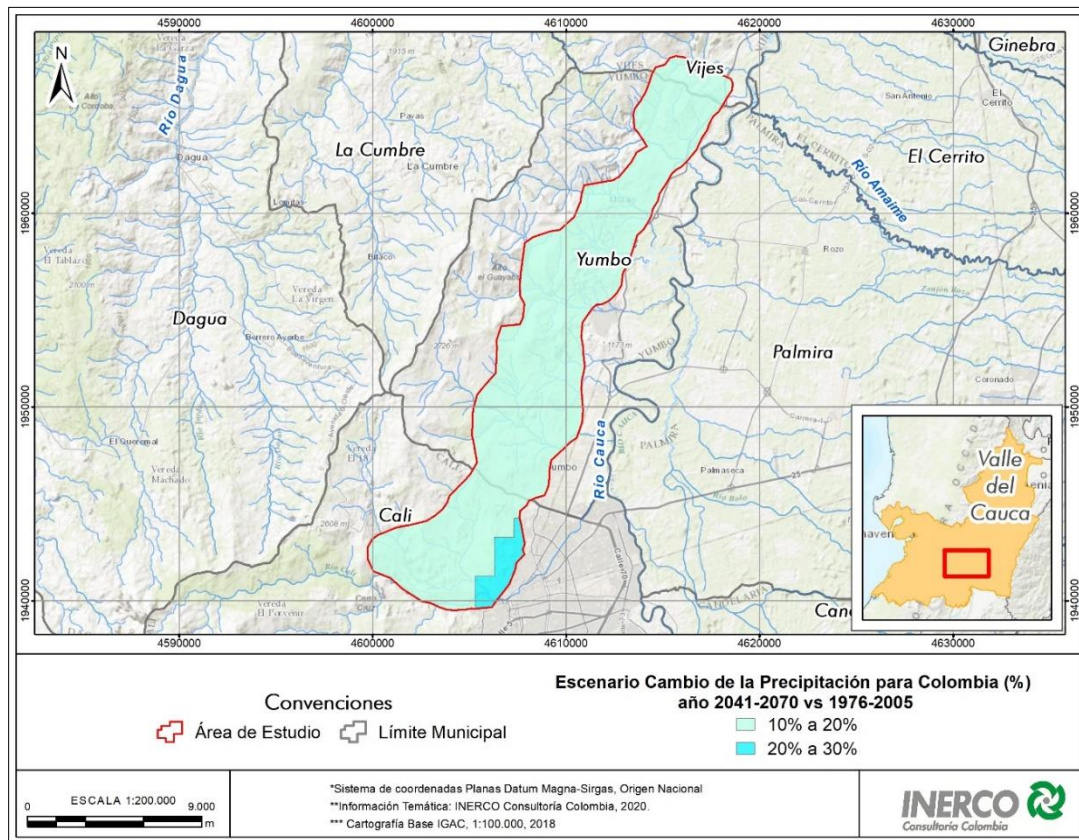
Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

1.2.2.1.3 Escenario 2041 - 2070

Las variaciones de precipitación para el escenario 2041-2070 vs. 1976-2005 corresponderán en mayor proporción (96,27 % del área de estudio) a un aumento de 10 % a 20 %. El área restante, 3,73 %, presentará aumentos entre el 20 % y 30 %; es decir, variaciones altas catalogadas como exceso.

Considerando los datos históricos que presentan un régimen de precipitación bajo para la zona de estudio, entre los 500 mm y 1.500 mm, una variación como la proyectada en este escenario de exceso de precipitaciones repercutiría significativamente en la posible tendencia a exacerbar la ocurrencia de eventos, tales como inundaciones, avenidas torrenciales y procesos de remoción en masa.

Figura 1-17. Cambio de precipitación 2041-2070 vs. 1976-2005, Cali-Yumbo

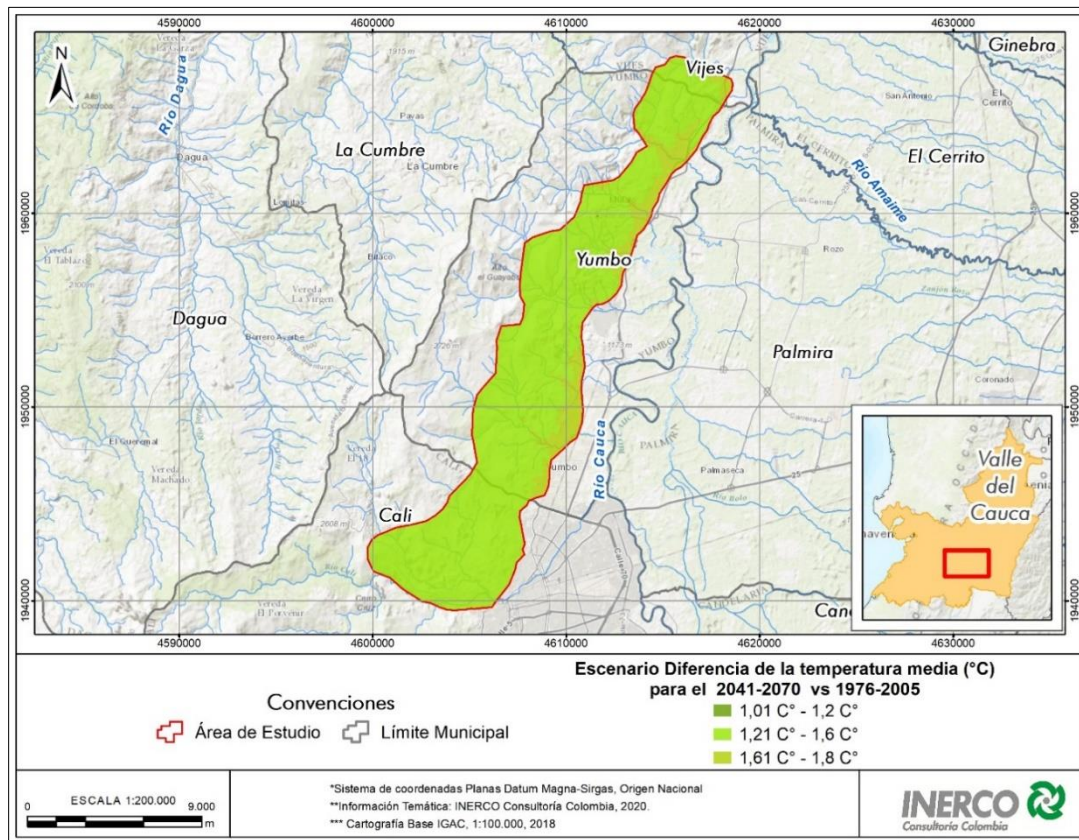


Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

En cuanto a la diferencia de la temperatura media, se esperarían incrementos entre 1,21 °C y 1,6 °C para el 88,28 % del área objeto de este análisis de riesgo, este intervalo corresponde a variaciones altas. Mientras, en el área restante (11,71 %) se experimentarían incrementos entre 1,01 °C y 1,2 °C, y 1,61 °C y 1,8 °C; en otras palabras, valores medios y altos, respectivamente.

Consideradas las temperaturas históricas registradas en el área, entre 17 °C y 24 °C, un incremento cercano a los 2 °C representaría una variación importante en las condiciones de temperatura, posiblemente con reflejo en la mayor ocurrencia de eventos relacionados, tales como sequías y olas de calor.

Figura 1-18. Cambio de temperatura media 2041-2070 vs 1976-2005, Cali-Yumbo

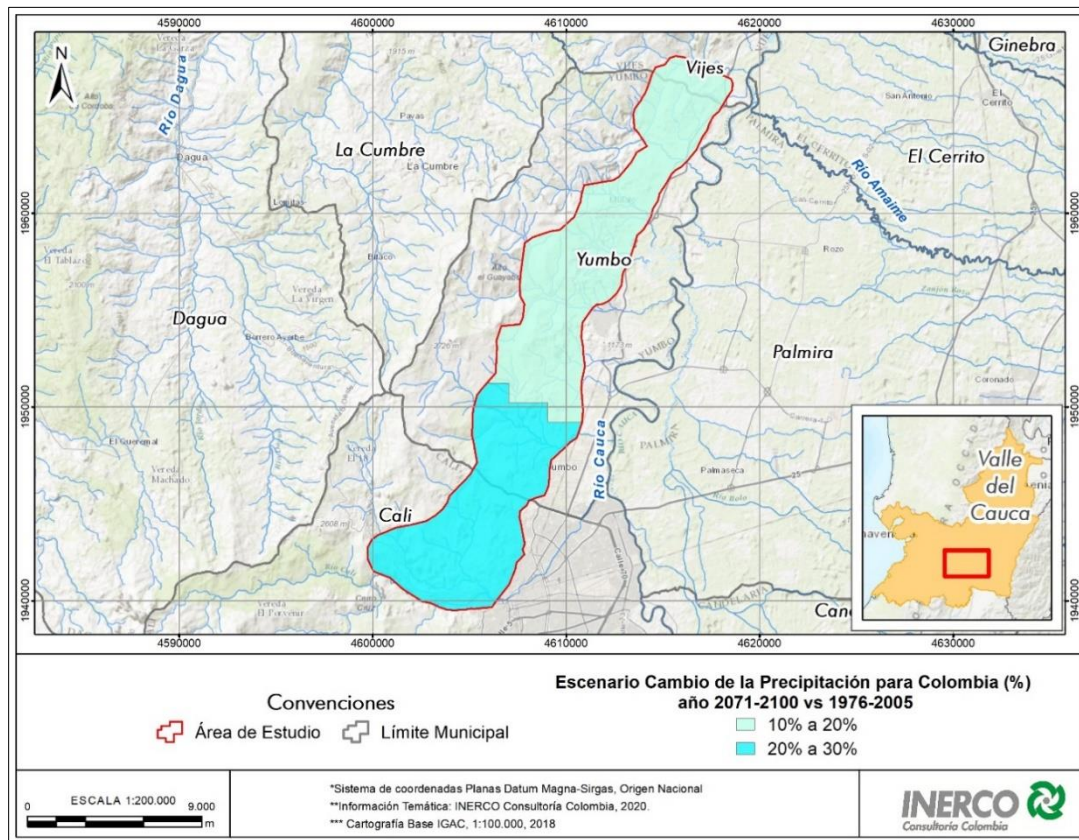


Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

1.2.2.1.4 Escenario 2071 - 2100

Las variaciones de precipitación para el escenario 2071-2100 vs. el periodo 1976 – 2005 corresponderían en mayor proporción (54.81 % del área de estudio) a un aumento entre 10 % y 20 %. El 45,19 % de área restante presentará aumentos entre 20 % y 30 %, lo que representa variaciones altas y generadoras de exceso. Considerando los datos históricos que presentan un régimen de precipitación bajo para la zona de estudio, entre 500 mm y 1.500 mm, una variación como la proyectada en este escenario de exceso de precipitaciones repercutiría significativamente en la posible tendencia a exacerbar la ocurrencia de eventos como inundaciones, avenidas torrenciales y procesos de remoción en masa.

Figura 1-19. Cambio de precipitación 2071-2100 vs. 1976-2005, Cali-Yumbo

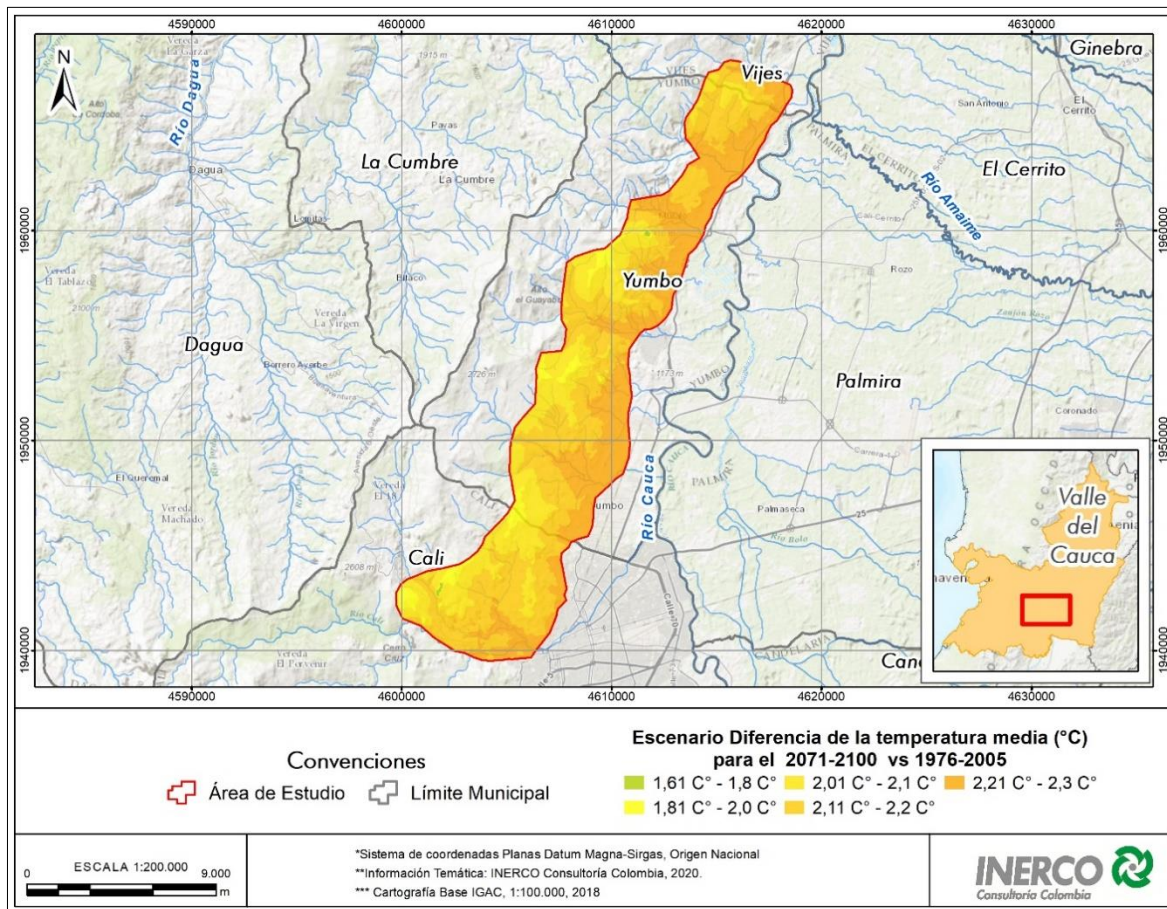


Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

En cuanto a la diferencia de la temperatura media para el escenario 2071-2100 vs. 1976-2005, correspondería en mayor proporción (40,68 % del área de estudio) a un aumento entre 2,01 °C y 2,1 °C, seguido de variaciones entre 2,11 °C y 2,2 °C para el 31,94 % del área de estudio. En general, se esperan incrementos altos.

Consideradas las temperaturas históricas registradas en el área, en un intervalo entre 17 °C y 24 °C, un incremento cercano a los 2 °C representaría una variación importante en las condiciones de temperatura, posiblemente con reflejo en una mayor ocurrencia de eventos relacionados, tales como sequías, olas de calor e incendios forestales.

Figura 1-20. Cambio de temperatura media 2071-2100 vs. 1976-2005, Cali-Yumbo



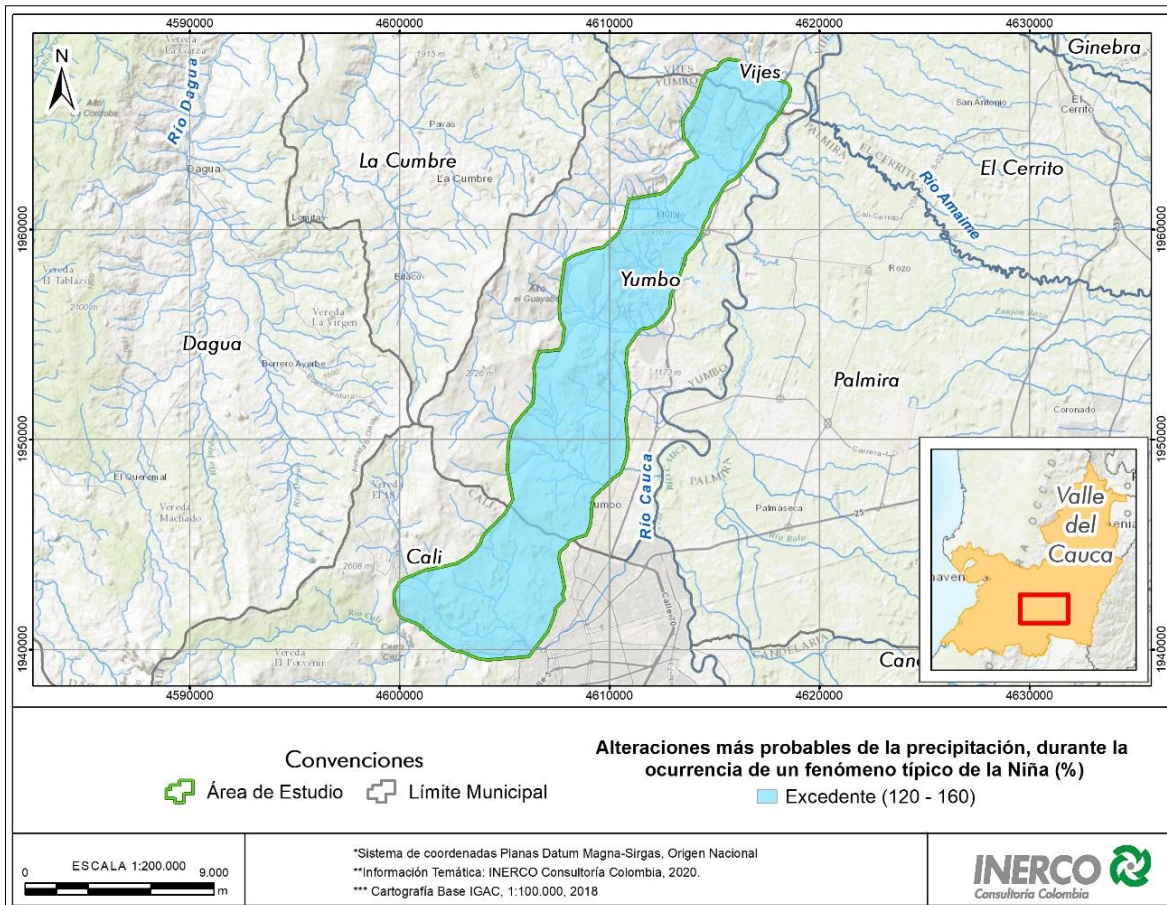
Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

1.2.2.2 Fenómenos de variabilidad climática

1.2.2.2.1 Fenómeno de La Niña

Ante la ocurrencia de un fenómeno típico de La Niña, en el área de Cali-Yumbo, la probable alteración de la precipitación sería un exceso, entre 120 % y 160 %, lo cual implicaría la mayor frecuencia de ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos, tales como inundaciones, avenidas torrenciales y procesos de remoción en masa.

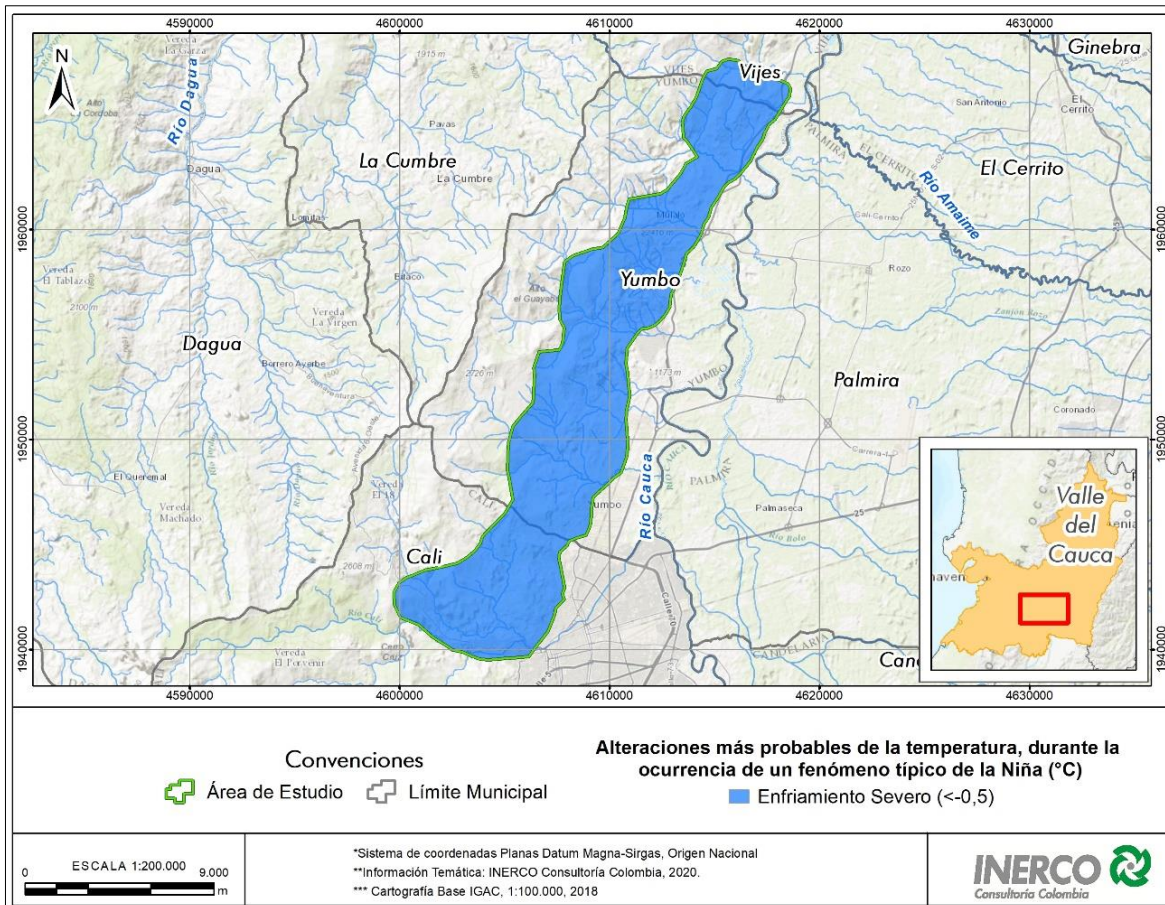
Figura 1-21. Variación de precipitación por fenómeno de La Niña, Cali-Yumbo



Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

En cuanto a la temperatura, ante la ocurrencia de un fenómeno típico de La Niña, se esperaría una reducción por debajo de -0.5°C , correspondiente a un enfriamiento severo. Esta variación no incidiría directamente en las tendencias a la ocurrencia de fenómenos de origen hidrometeorológico, aunque aportaría a la reducción de probabilidad de ocurrencia de fenómenos, tales como olas de calor y sequías.

Figura 1-22. Variación de temperatura por fenómeno de La Niña, Cali-Yumbo

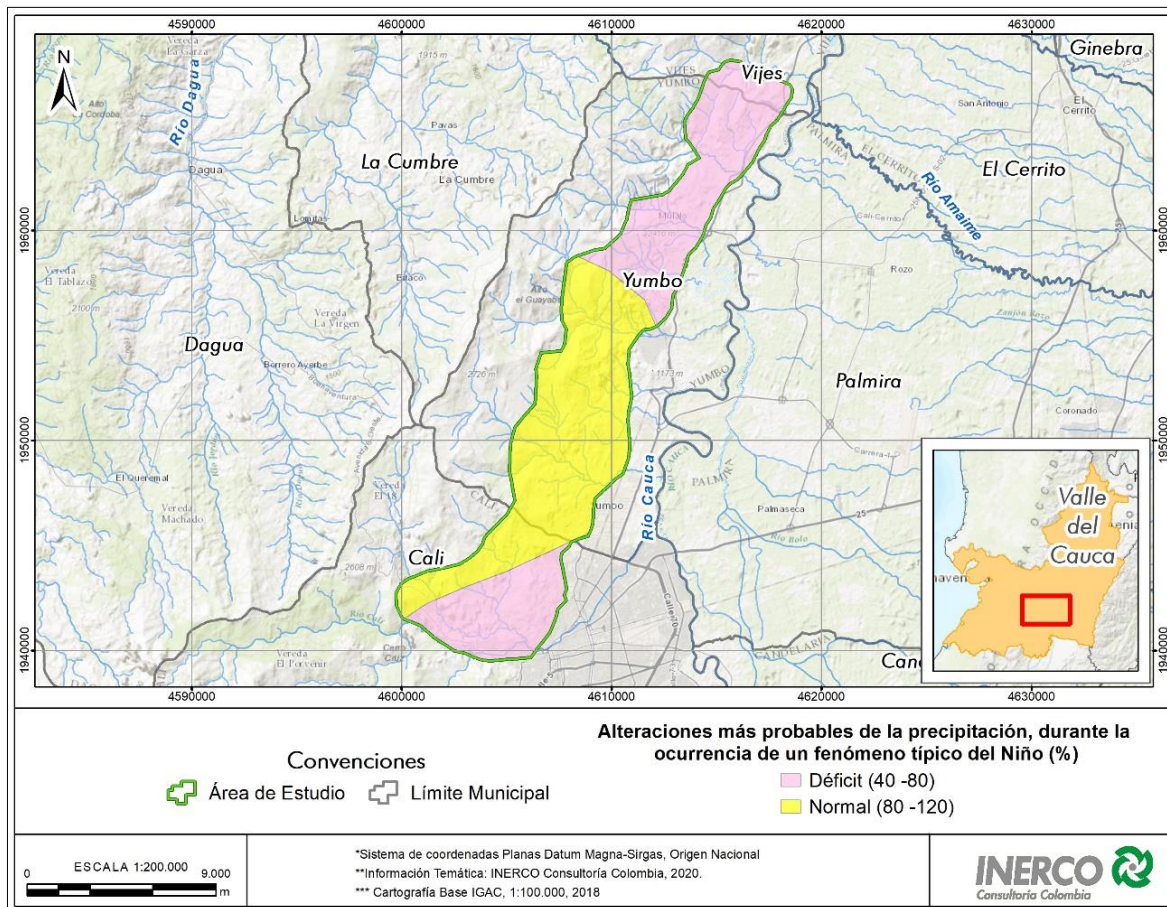


Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

1.2.2.2.2 Fenómeno de El Niño

Ante un escenario de ocurrencia de un fenómeno típico de El Niño, la probable alteración de la precipitación se ubicaría en un rango normal y un déficit, de 40 % a 120 %, lo cual no modificaría significativamente las tendencias actuales de ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos, aunque puede representar períodos de menor ocurrencia de fenómenos, tales como inundaciones, avenidas torrenciales y procesos de remoción en masa.

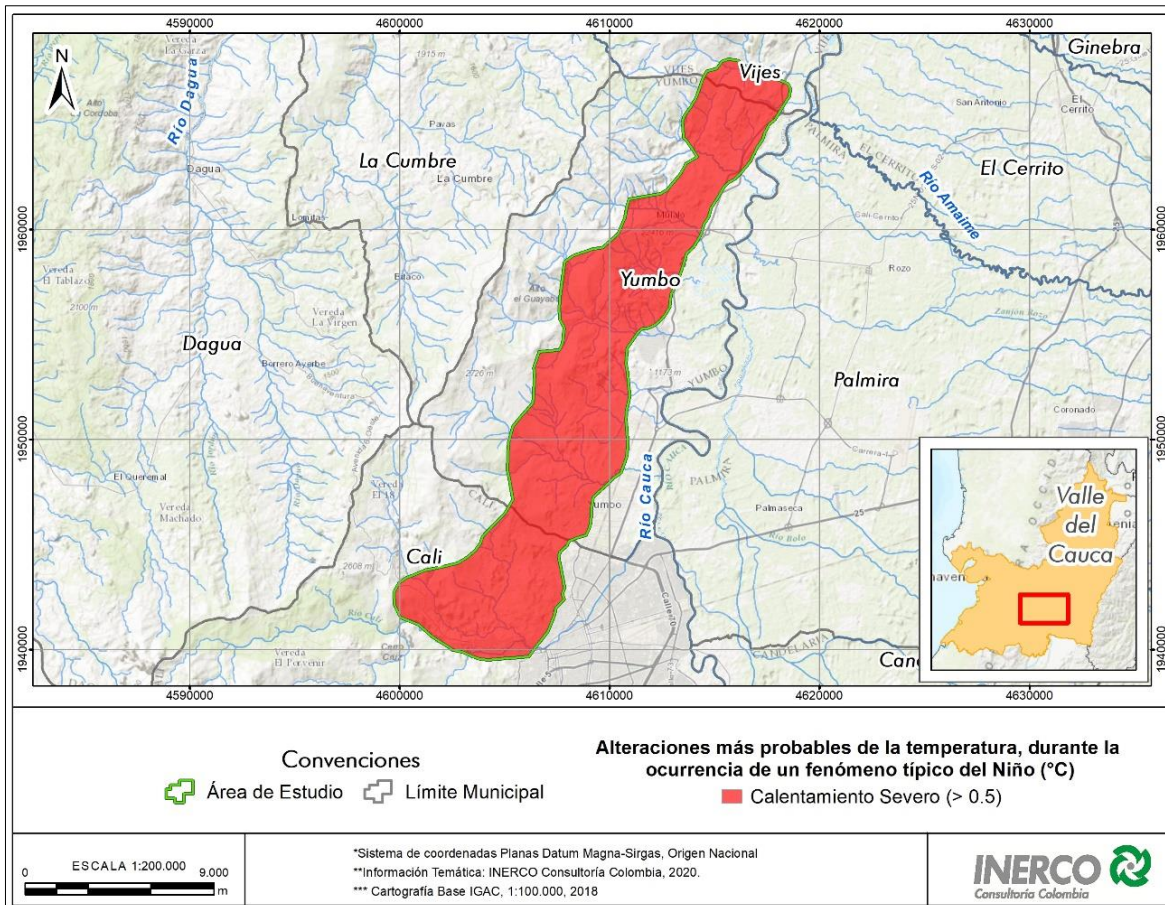
Figura 1-23. Variación de precipitación por fenómeno de El Niño, Cali-Yumbo



Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

Ante la ocurrencia de un fenómeno típico de El Niño, para el área Cali-Yumbo, se espera un calentamiento severo (mayor a 0,5 °C), lo cual, aunado a las temperaturas intermedias históricas registradas en la zona, puede exacerbar fenómenos de olas de calor o sequías.

Figura 1-24. Variación de temperatura por fenómeno de El Niño, Cali-Yumbo



Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

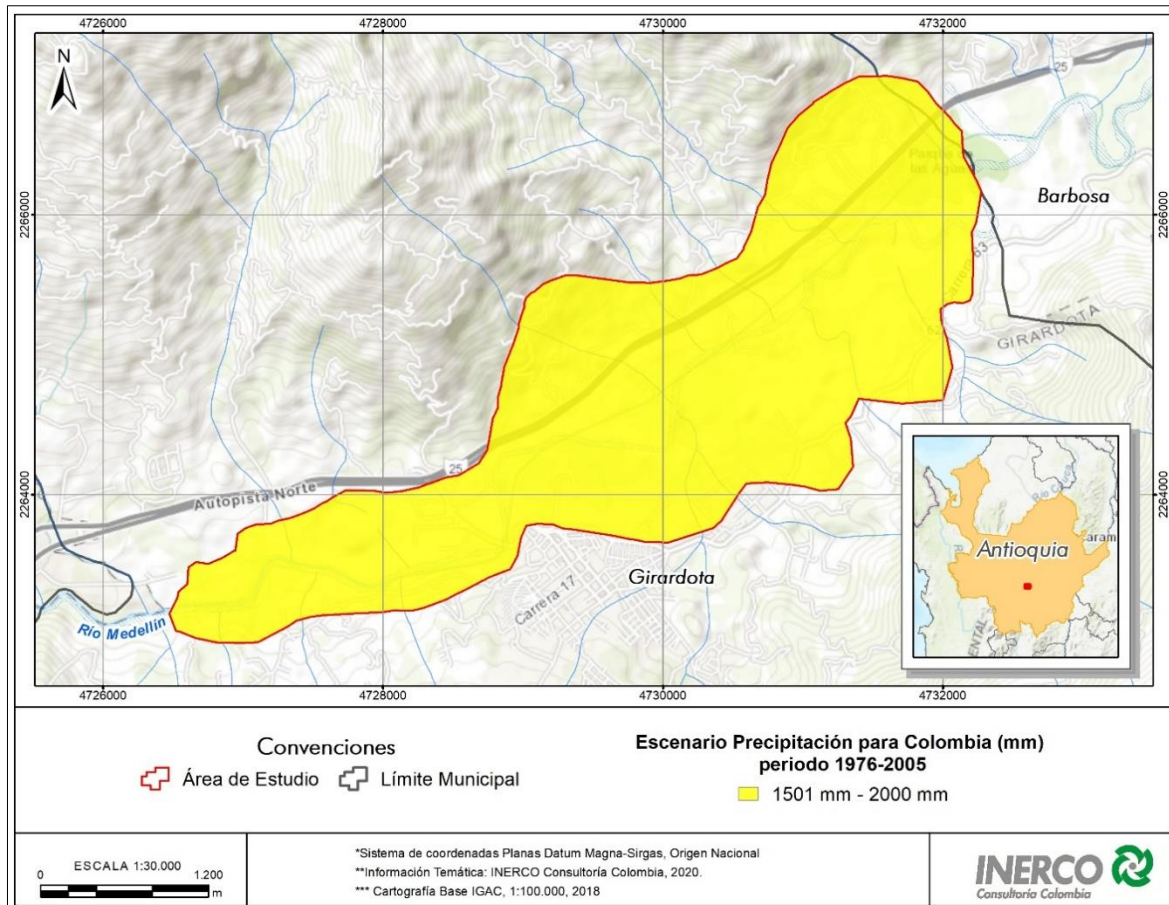
1.2.3 Girardota

1.2.3.1 Proyecciones de temperatura y precipitación para el área

1.2.3.1.1 Periodo 1976 – 2005

De acuerdo con el análisis histórico de la precipitación para el periodo 1976-2005, el área de estudio de Girardota presentó un intervalo entre 1.501 mm y 2.000 mm, lo que constituye valores medios.

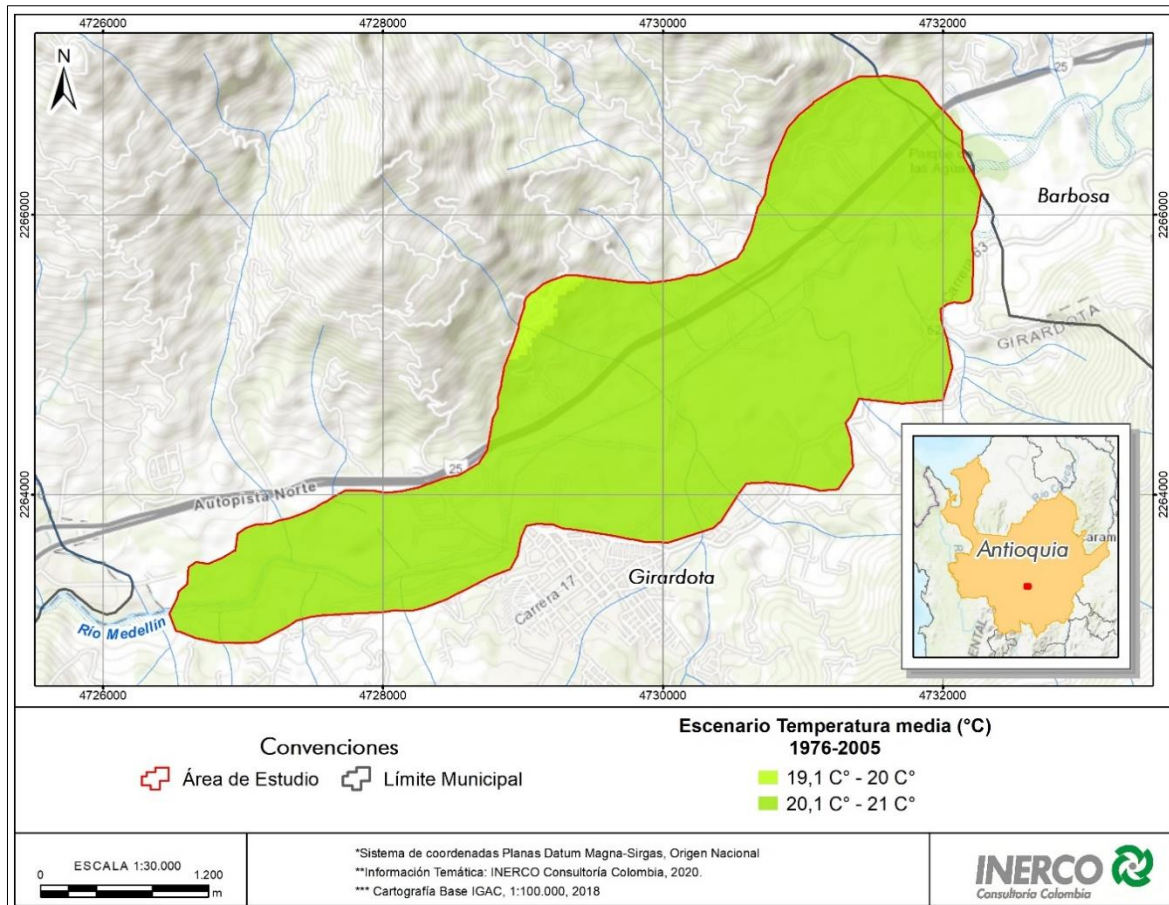
Figura 1-25. Cambio de precipitación 1976-2005, Girardota



Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

En el caso de la temperatura media para el periodo 1976-2005, se presentan valores entre 20,1 °C a 21 °C en mayor proporción (98,57 % del área de estudio).

Figura 1-26. Cambio de temperatura media 1976-2005, Girardota

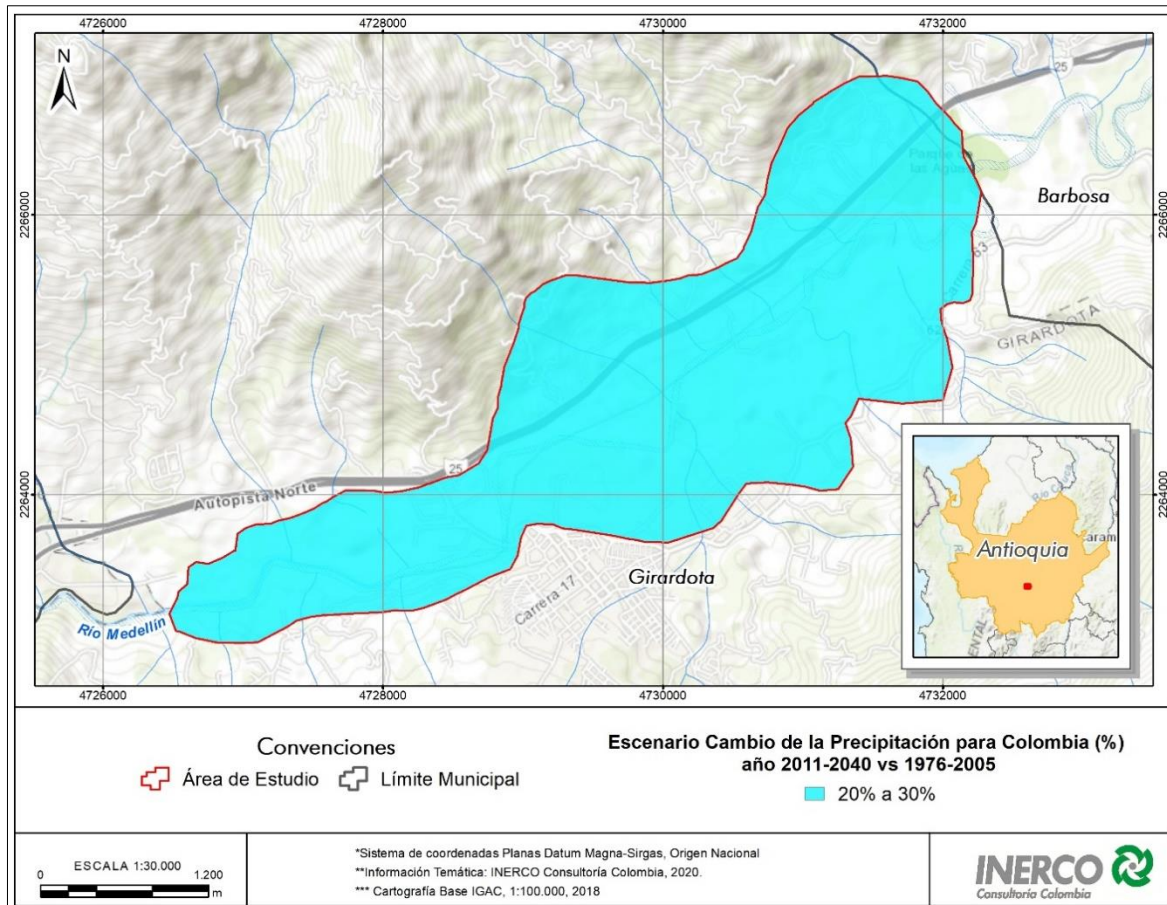


Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

1.2.3.1.2 Escenario 2011 - 2040

Con respecto al escenario de cambio de precipitación para el periodo 2011-2040 vs. el periodo 1976-2005, se estima un incremento que va de 20 % a 30 % en el área de estudio de Girardota, lo que corresponde a un incremento alto; es decir, se categoriza como exceso. Considerando los datos históricos que presentan un régimen de precipitación medio para la zona de estudio, entre 1.500 mm y 2.000 mm, para el 100 % del área, una variación como la proyectada en este escenario repercutiría significativamente en el posible aumento de eventos de origen hidrometeorológico sensibles a las variaciones de precipitación (inundaciones, avenidas torrenciales y remoción en masa), y en la disminución de otras (sequías o incendios forestales).

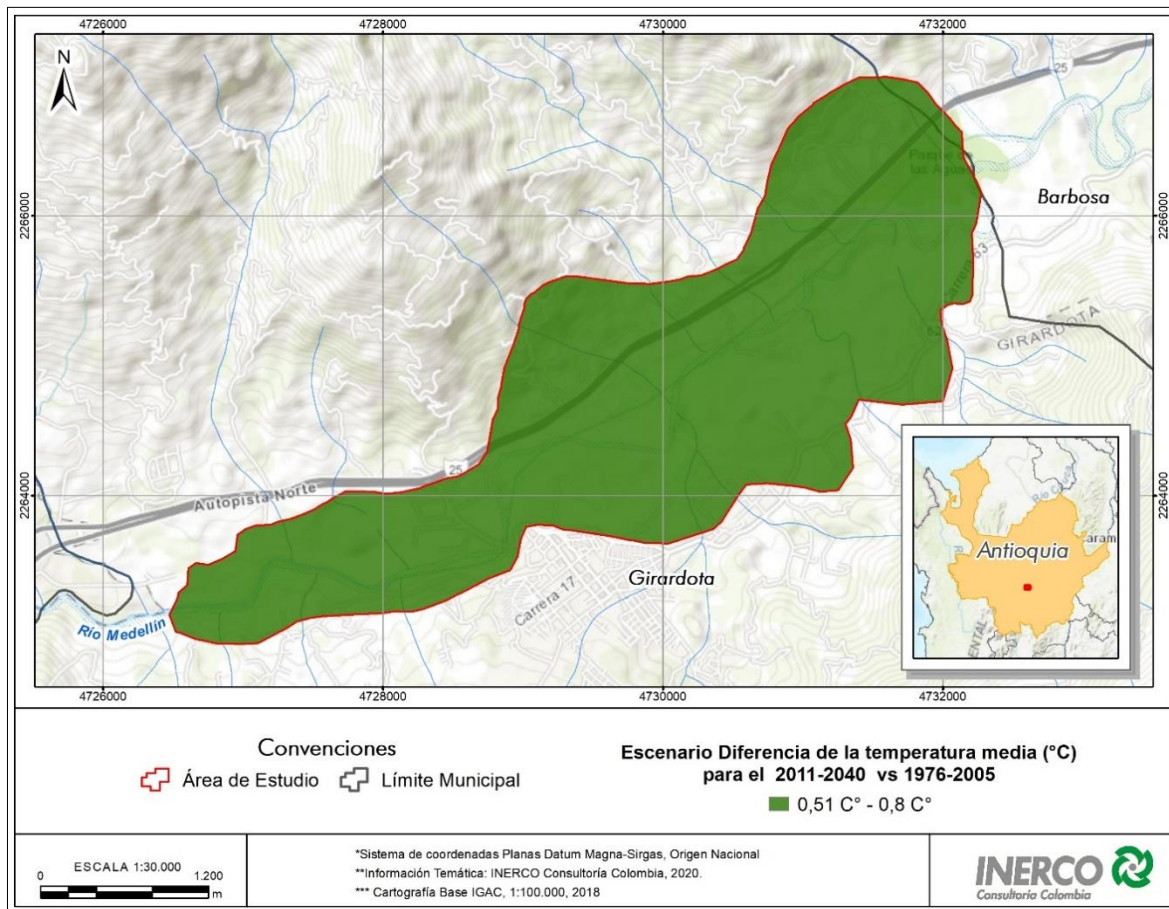
Figura 1-27. Cambio de precipitación 2011-2040 vs. 1976-2005, Girardota



Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

Para la variable diferencia de la temperatura media ($^{\circ}\text{C}$) en el escenario 2011-2040 vs. 1976-2005, se esperarían variaciones de $0,51^{\circ}\text{C}$ a $0,8^{\circ}\text{C}$ que corresponden a la categorización baja. No obstante, considerando que las temperaturas históricas medias están entre los 19°C y 21°C , las variaciones de temperatura de este escenario podrían representar la exacerbación de ciertos eventos, tales como sequías y olas de calor.

Figura 1-28. Cambio de la temperatura media 2011-2040 vs. 1976-2005, Girardota



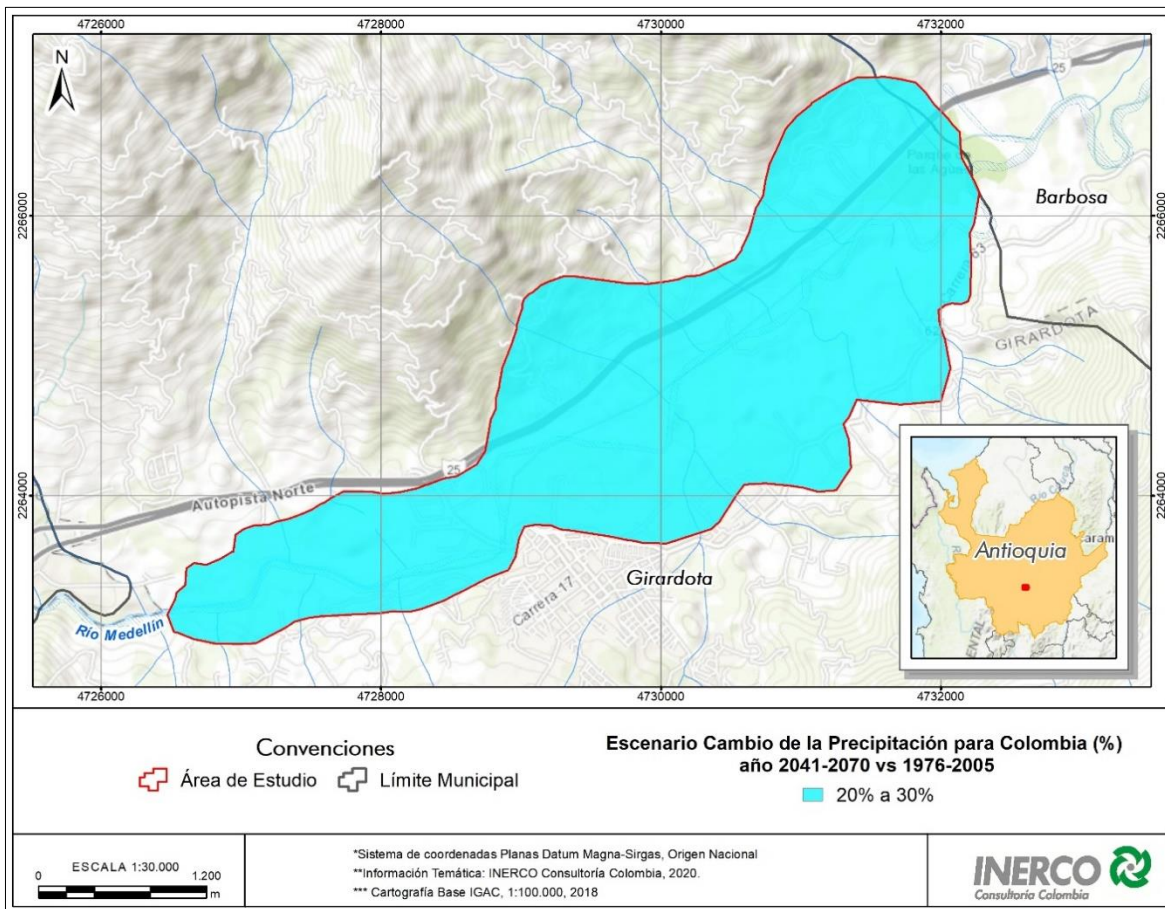
Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

1.2.3.1.3 Escenario 2041 - 2070

Con respecto al escenario de cambio de precipitación para el periodo 2041-2070 vs. 1976-2005, se estima un incremento del 20 % al 30 % en el área de estudio Girardota, que corresponde a una condición potencial de exceso.

Considerando los datos históricos que presentan un régimen de precipitación medio para la zona de estudio, entre 1.500 mm y 2.000 mm, para el 100 % del área, una variación como la proyectada en este escenario repercutiría significativamente en el posible aumento de eventos de origen hidrometeorológico sensibles a las variaciones de precipitación (inundaciones, avenidas torrenciales y remoción en masa), y en la disminución de otros (sequías o incendios forestales).

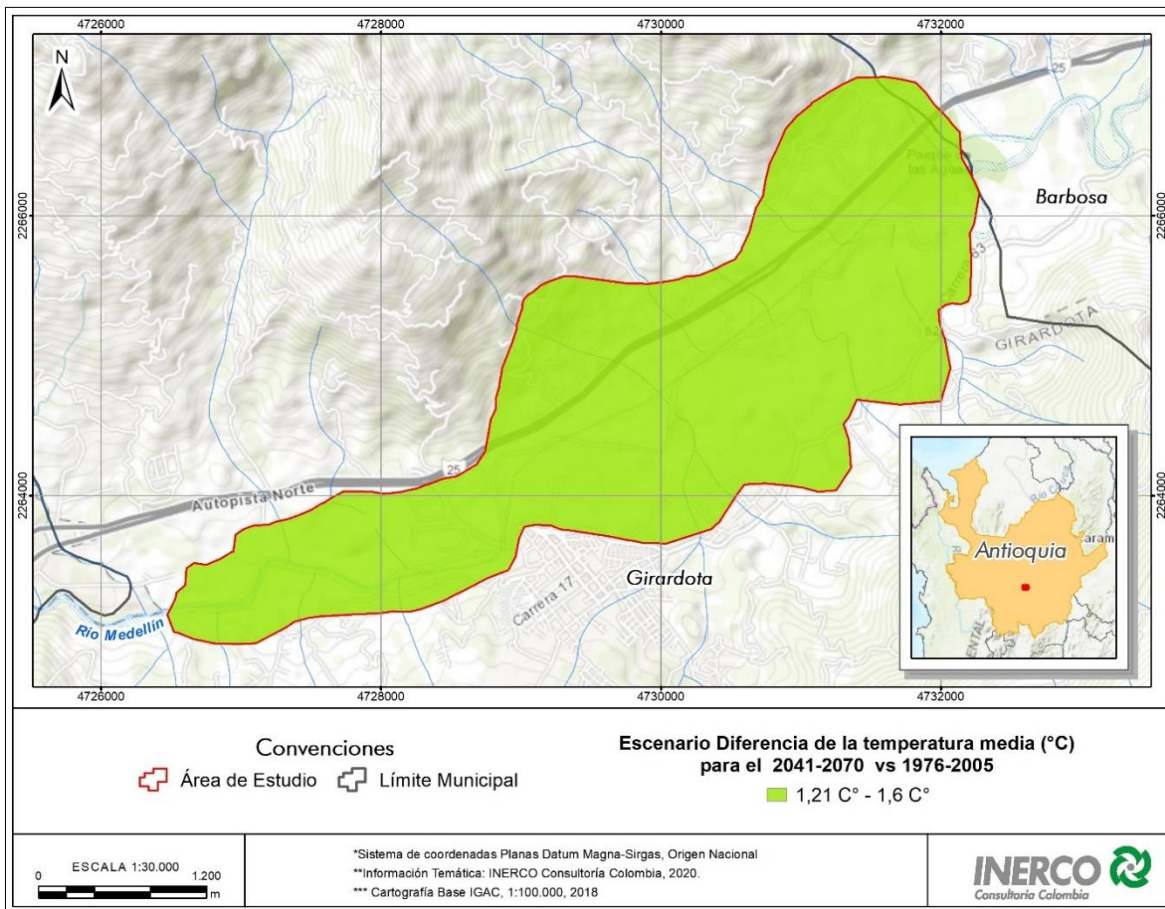
Figura 1-29. Cambio de precipitación 2041-2070 vs. 1976-2005, Girardota



Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

Para temperatura media, se esperan variaciones de 1,21 °C a 1,6 °C en el escenario 2041-2070 vs. 1976-2005, las cuales se categorizan como altas. Considerando las temperaturas históricas medias, entre 19 °C y 21 °C, las variaciones de este escenario pueden representar una exacerbación de eventos, tales como sequías y olas de calor.

Figura 1-30. Cambio de temperatura media 2041-2070 vs. 1976-2005, Girardota

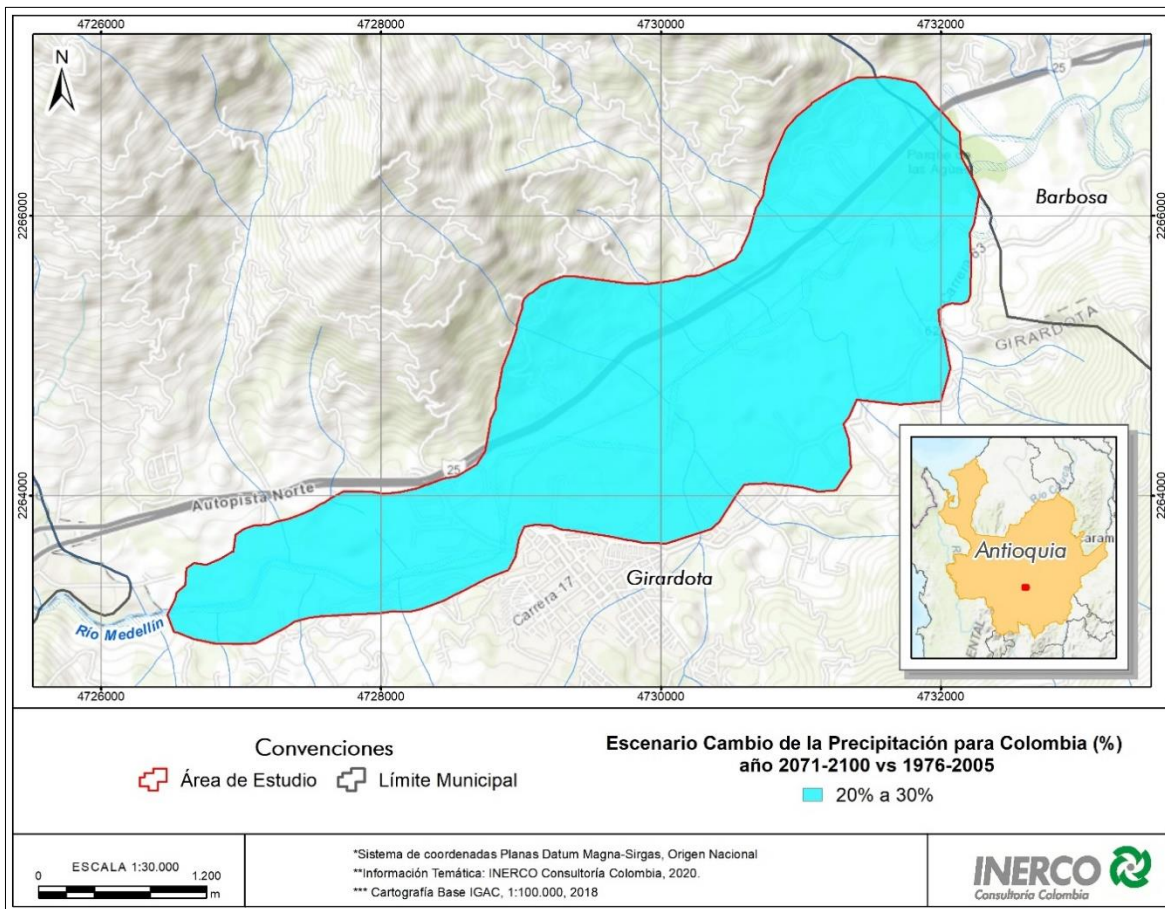


Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

1.2.3.1.4 Escenario 2071 - 2100

Con respecto al escenario de cambio de precipitación para el periodo 2071-2100 vs. 1976-2005, se estima un incremento que va de 20 % a 30 % en el área de estudio Girardota, lo que corresponde a una condición de exceso. Considerando los datos históricos que presentan un régimen de precipitación medio para la zona de estudio, entre 1.500 mm y 2.000 mm, para el 100 % del área, una variación como la proyectada en este escenario repercutiría significativamente en el posible aumento de eventos de origen hidrometeorológico sensibles a las variaciones de precipitación (inundaciones, avenidas torrenciales y remoción en masa), y en la disminución de otros (sequías o incendios forestales).

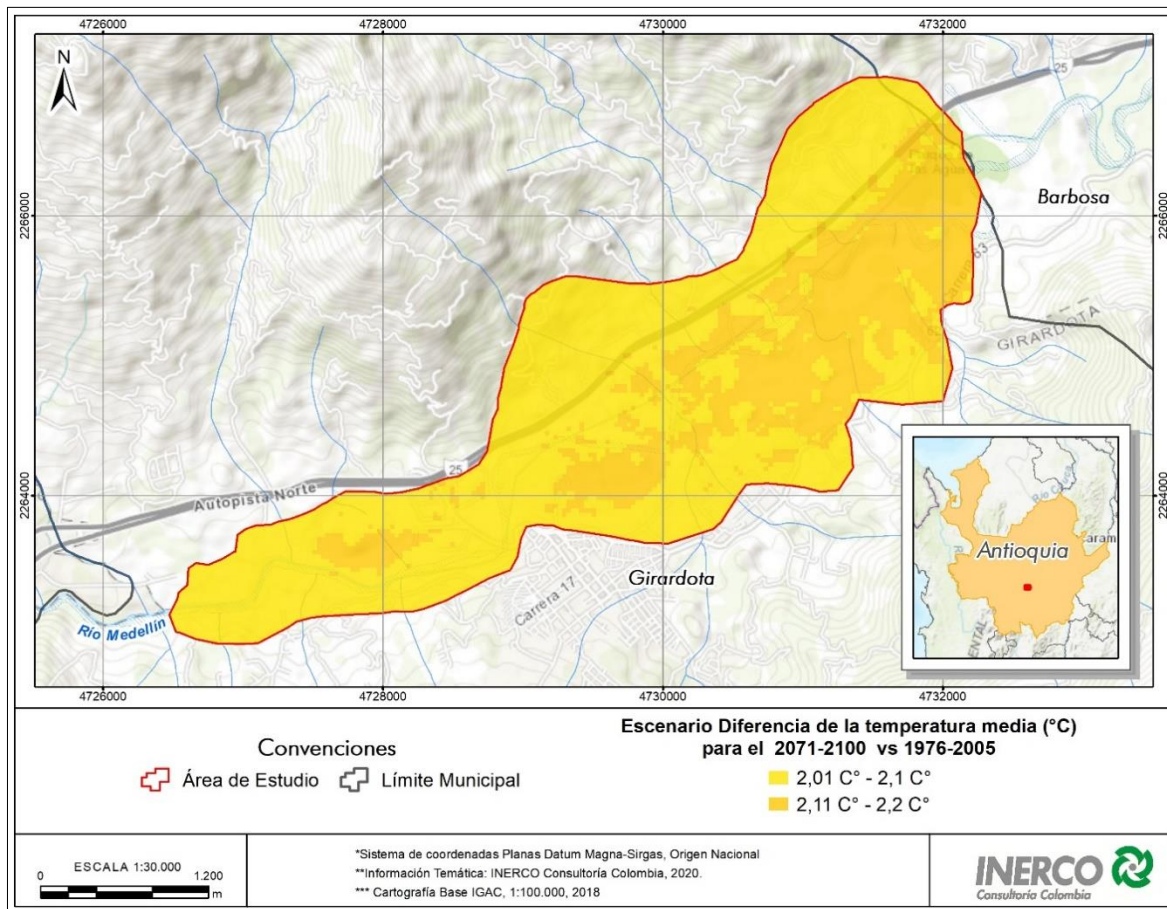
Figura 1-31. Cambio de precipitación 2071-2100 vs. 1976-2005, Girardota



Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

Para la temperatura media en el escenario 2071-2100 vs. el periodo 1976-2005, se esperarían incrementos de 2,01 °C a 2,1 °C en el 67,7 % en el área de estudio de Girardota; mientras, para el área restante (32,3 %) la variación estaría entre 2,11 °C y 2,2 °C. En los dos casos existirían aumentos de temperatura categorizados como altos. Teniendo en cuenta las temperaturas históricas medias, entre 19 °C y 21 °C, las variaciones de este escenario pueden representar la exacerbación de ciertos eventos a largo plazo, tales como sequías y olas de calor.

Figura 1-32. Cambio de temperatura media 2071-2100 vs. 1976-2005, Girardota



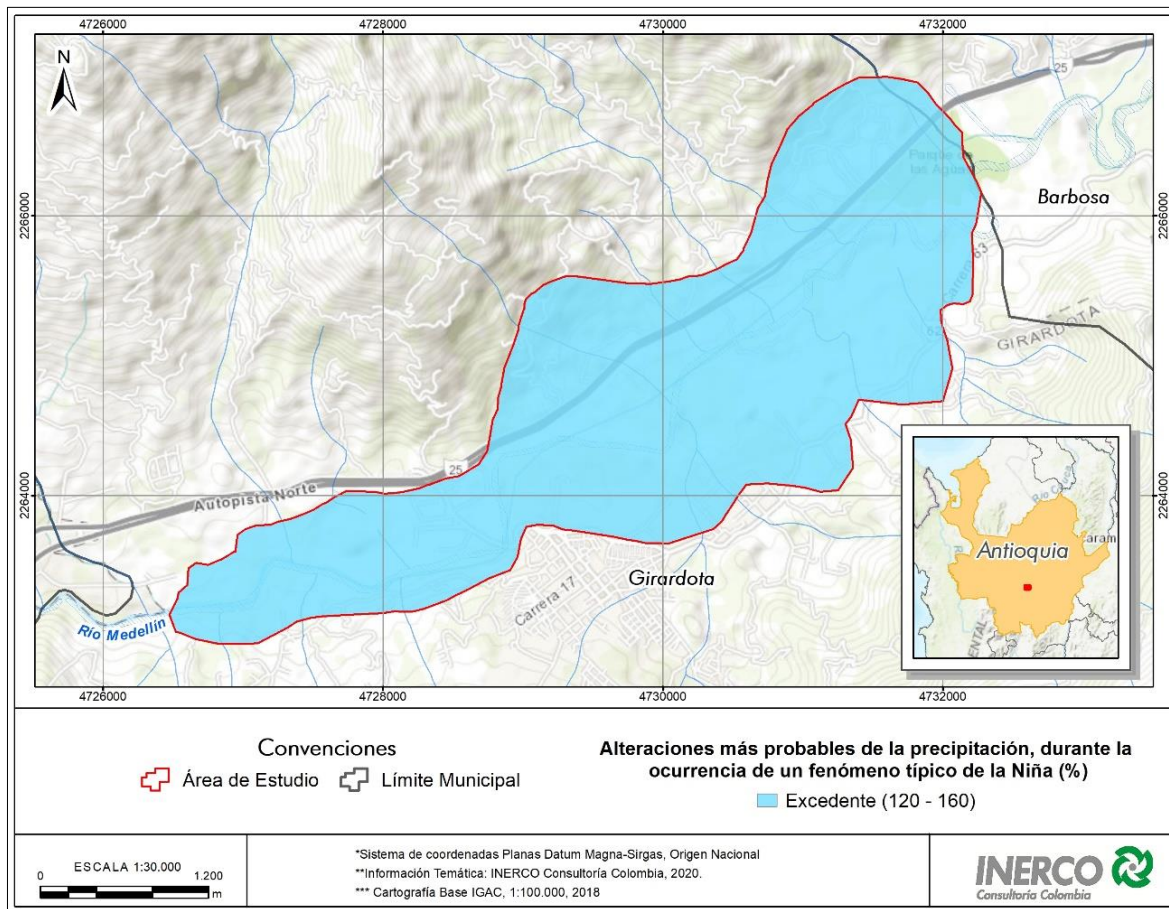
Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

1.2.3.2 Fenómenos de variabilidad climática

1.2.3.2.1 Fenómeno de La Niña

Ante un escenario de un fenómeno típico de La Niña, la probable alteración de la precipitación sería un incremento entre 120 % y 160 % en el área de Girardota, lo que constituye un exceso. Este hecho implica modificaciones significativas en las tendencias actuales de ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos, con una probable ocurrencia de fenómenos como inundaciones, avenidas torrenciales y procesos de remoción en masa.

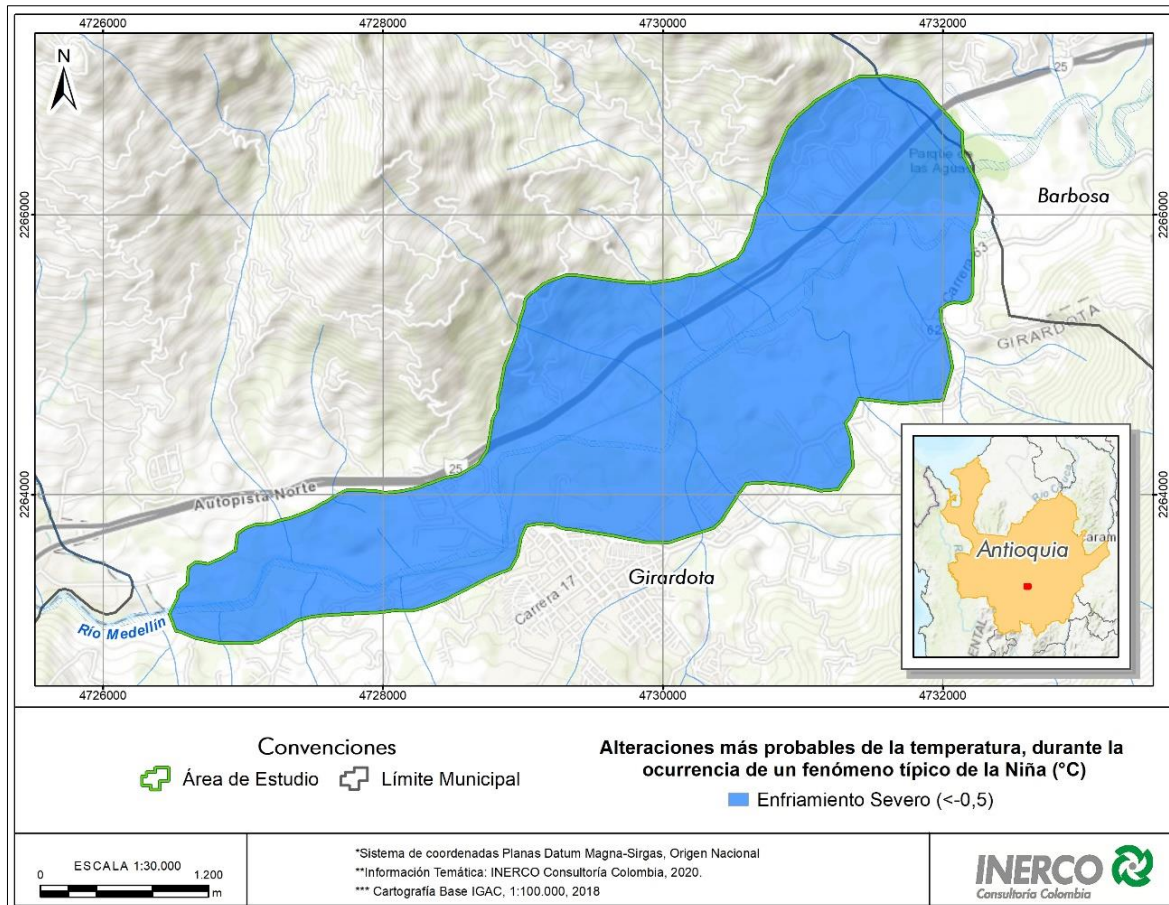
Figura 1-33. Variación de precipitación por fenómeno de La Niña, Girardota



Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

En cuanto a la temperatura, ante la ocurrencia de un fenómeno típico La Niña, se esperaría una reducción por debajo de -0.5°C , lo que corresponde a un enfriamiento severo. Esta variación no incidiría directamente en las tendencias a la ocurrencia de fenómenos de origen hidrometeorológico, aunque aportaría a la reducción de la probabilidad de ocurrencia de fenómenos, tales como olas de calor y sequías.

Figura 1-34. Variación de temperatura por fenómeno La Niña, Girardota

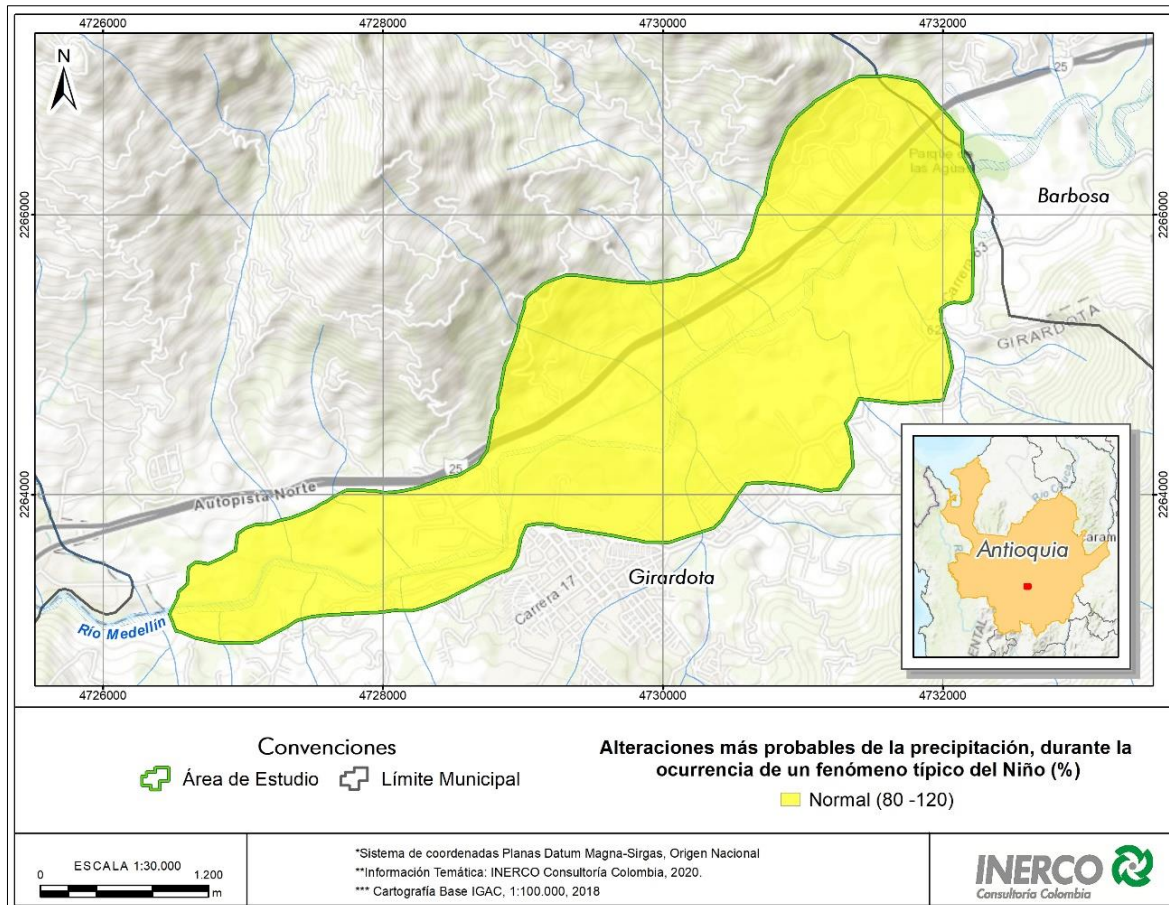


Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

1.2.3.2.2 Fenómeno de El Niño

Ante un escenario de un fenómeno típico de El Niño, la probable alteración de la precipitación estaría dentro de un intervalo normal, entre 80 % y 120 %, en el área de Girardota, lo cual no modificaría significativamente las tendencias actuales de ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos.

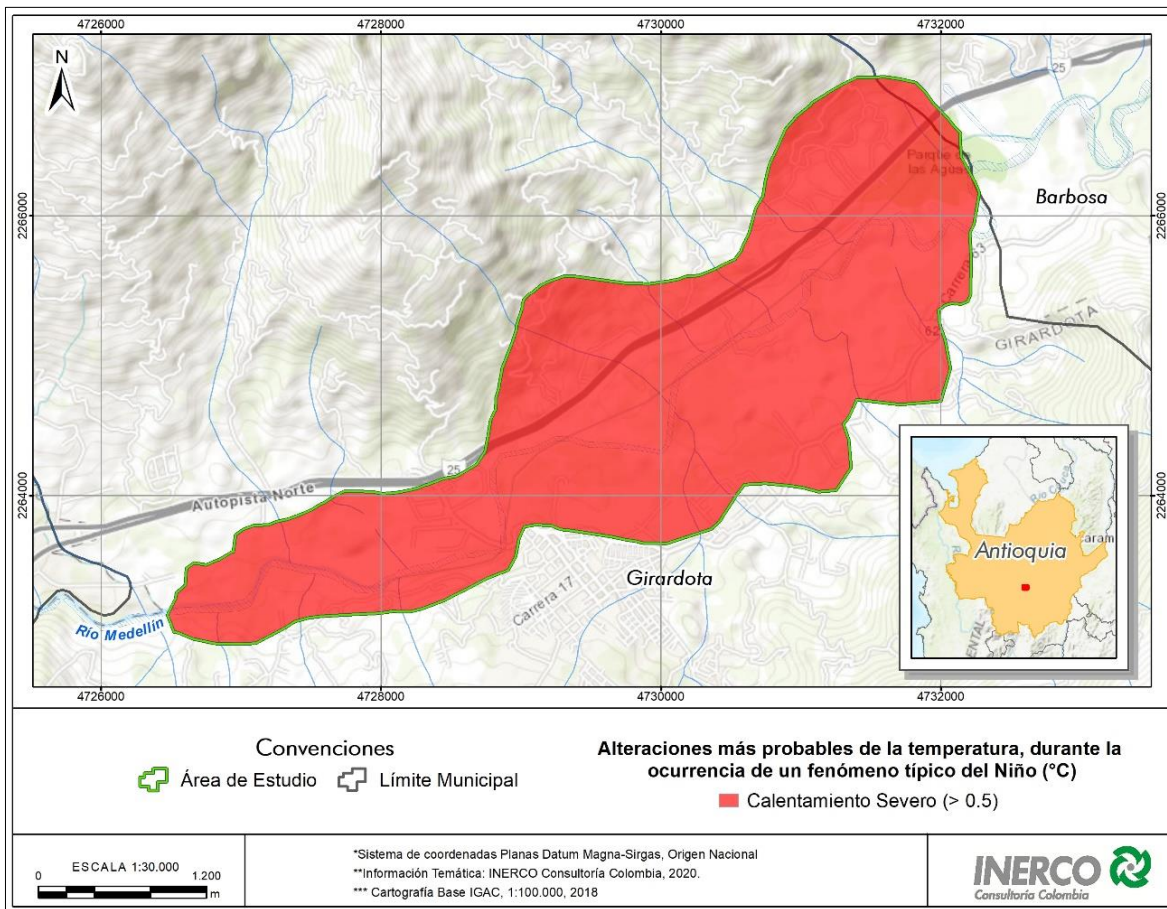
Figura 1-35. Variación de precipitación por fenómeno El Niño, Girardota



Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

Ante la ocurrencia de un fenómeno típico de El Niño, se espera un calentamiento severo (mayor a $0,5^{\circ}\text{C}$), lo cual, aunado a las temperaturas registradas históricamente en la zona, puede exacerbar los fenómenos de olas de calor o sequías.

Figura 1-36. Variación de temperatura por fenómeno de El Niño, Girardota



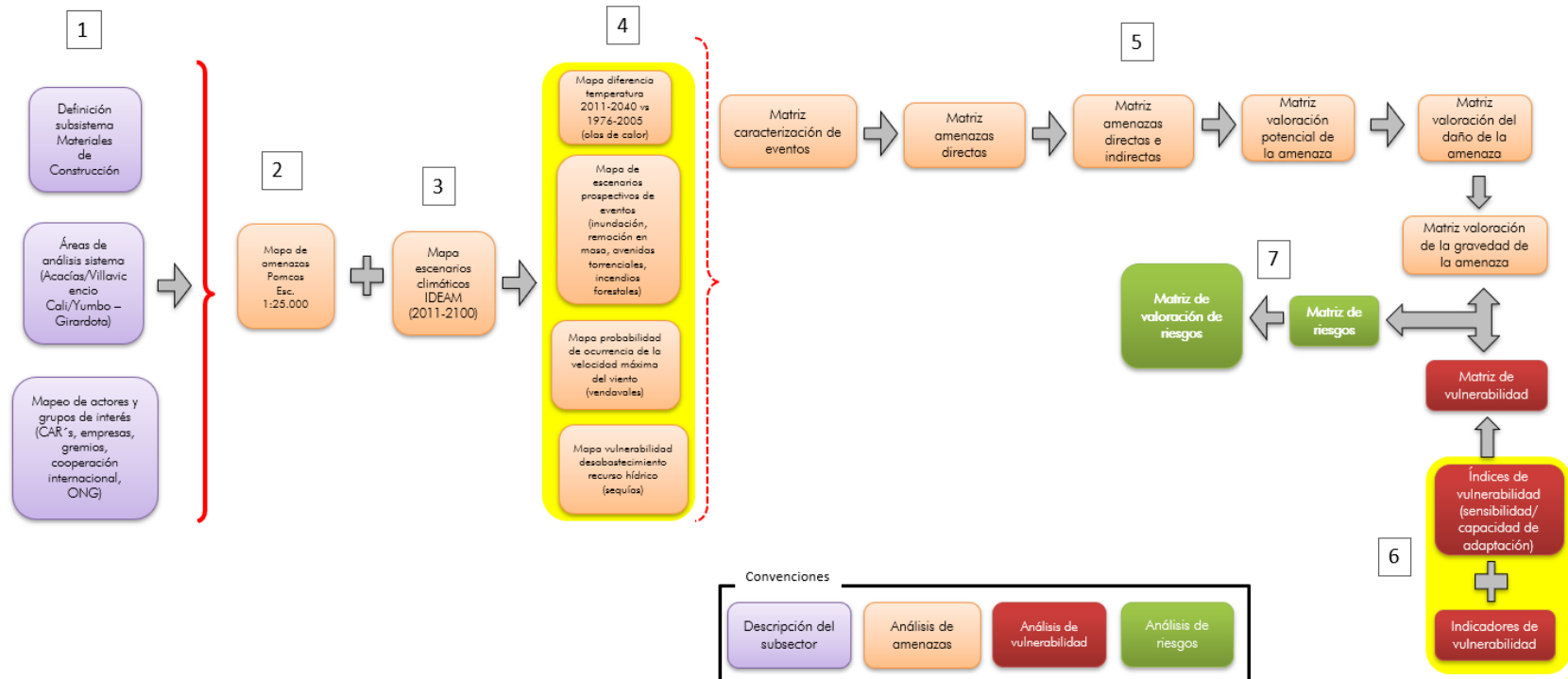
Fuente: IDEAM. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

2. METODOLOGÍA

La metodología aplicada para el análisis de vulnerabilidad y riesgo para el subsistema de materiales de construcción y su entorno frente al cambio climático y la variabilidad climática sigue la línea metodológica establecida en el estudio *Consultoría para la formulación del plan de gestión integral de cambio climático del sector minero-energético, que responda a las obligaciones establecidas en el artículo 170 de la Ley 1753 de 2015*, elaborado por INERCO Consultoría Colombia para el Ministerio de Minas y Energía, pero introduce mejoras en varios aspectos como se explica a continuación.

La metodología que permite obtener los escenarios de riesgos prospectivos por evento y por componente del subsistema de materiales de construcción se articula mediante un análisis que se realiza mediante los pasos que se presentan en la figura 2-1.

Figura 2-1 Esquema metodológico para la estimación y cálculo de las vulnerabilidades y riesgos del subsector de materiales de construcción en Colombia



Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2020.

1. El primer paso es la definición y caracterización de los componentes del subsistema de materiales de construcción que serán evaluados para las áreas geográficas de análisis establecidas mediante un ejercicio de priorización. Estas áreas son Acacías-Villavicencio (área de suministro de materiales de construcción para Bogotá), Cali-Yumbo (área de suministro de materiales de construcción para Cali) y Girardota (área de suministro de materiales de construcción para Medellín). Igualmente, se realiza el mapeo de actores y grupos de interés con los cuales se interactuará para obtener información de primera mano del subsector. Dichos datos serán empleados para los análisis posteriores.
2. En el segundo paso se incorporan a un Sistema de Información Geográfica (SIG) los mapas de amenazas por inundación, remoción en masa, avenidas torrenciales e incendios forestales que se presentan en los Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA) a escala 1:25.000 que cubren las áreas de estudio. En este caso se contó con la existencia de esta información que aporta a una escala de buen detalle la cartografía de algunas de las amenazas que se analizan dentro del marco metodológico. Esta información supone una mejora en la calidad de la información empleada dado que no es necesario establecer los mapas de susceptibilidad virtual.
3. El tercer paso es incorporar al SIG los mapas *raster* de las estimaciones del escenario de cambio climático para temperatura y precipitaciones elaborado por el IDEAM para los períodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100.
4. El cuarto paso consiste en generar los mapas de escenarios prospectivos del posible comportamiento de los eventos analizados (inundaciones, remoción en masa, avenidas torrenciales, incendios forestales) en términos de los escenarios de cambio climático futuro. Para este efecto se cruzaron los mapas de las estimaciones del escenario de cambio climático elaborados por el IDEAM para precipitaciones con los mapas de amenaza de inundaciones, remoción en masa y avenidas torrenciales de los POMCA que cubren las áreas de estudio. Igualmente se cruzó el mapa de escenario de cambio climático para temperatura con el mapa de incendios forestales del POMCA.

Asimismo, se tuvieron en cuenta el mapa de diferencia de temperatura 2011-2040 vs 1976-2005 del IDEAM para el análisis de la amenaza de las olas de calor y el mapa de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico del Estudio Nacional del Agua de 2014 para el mapa de amenaza de sequía.

De este ejercicio se obtiene la propensión de cada área a sufrir con mayor o menor intensidad los eventos en cuestión dada la variación de la precipitación y temperatura, según corresponda. Esta descripción del comportamiento futuro del evento es un escenario, es decir, no es una predicción, ni una estimación probabilística, sino una descripción de un comportamiento plausible del evento en esas condiciones.

5. En el quinto paso se elaboran las matrices de amenazas en las que, en primera instancia, se establece la matriz de caracterización de los eventos y subeventos (inundación, remoción en masa, avenidas torrenciales, incendios forestales, sequía y olas de calor) por incremento y disminución de precipitación al igual que por aumento de temperatura y variabilidad climática, a partir del análisis de los mapas de escenarios prospectivos de eventos y de amenazas.

Luego se establece la matriz de amenazas directas con el propósito de determinar la posibilidad de que los sub eventos del cambio climático constituyan una amenaza para cualquiera de los componentes del sistema minero o para su entorno.

Seguidamente, se establece la matriz de amenazas directas e indirectas para cada componente del subsistema minero con el propósito de identificar las posibles amenazas indirectas sobre cada uno de los componentes del sistema minero que se derivan de las amenazas directas identificadas en la matriz anterior. Después, se calcula la matriz de valoración potencial de la amenaza con el propósito de asignar la posibilidad de ocurrencia de las amenazas (daño) directas e indirectas identificadas de acuerdo con escala 1 a 3, siendo 3 la posibilidad más alta.

Luego, se calcula la matriz de valoración del daño de la amenaza con el propósito de asignar el potencial de daño derivado de cada amenaza directa e indirecta de acuerdo con una escala compuesta de dos factores, centralidad del elemento afectado y potencial de modificación del elemento afectado.

Por último, se obtiene la matriz de valoración de gravedad de la amenaza con el propósito de sintetizar el análisis de amenazas y determinar la gravedad de cada una, en función de las asignaciones previas de posibilidad y potencial de daño, entre amenazas graves, relevantes y secundarias.

6. En el sexto paso se establecen los indicadores de vulnerabilidad para obtener los índices de vulnerabilidad (sensibilidad y capacidad de adaptación) de los componentes del subsistema de producción de materiales de construcción.
7. Finalmente, en el séptimo paso se cruzan la matriz de valoración de la gravedad de la amenaza con la matriz de vulnerabilidad para obtener en primera instancia la matriz de riesgos y posteriormente la matriz de valoración de riesgos derivados de los eventos del cambio climático y la variabilidad climática para cada uno de los componentes del subsistema de producción de materiales de construcción.

3. CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA OPERACIÓN MINERA BAJO LOS ESCENARIOS DE CAMBIOS DE PATRONES CLIMÁTICOS DEFINIDOS

La TCNCC y los escenarios de cambio climático propuestos por el IDEAM se refieren fundamentalmente a alteraciones en los patrones de precipitación y temperatura a escala global y regional. Estas variaciones modifican el ciclo hidrológico y afectan diferencialmente a las regiones, dependiendo de su ubicación geográfica.

Los procesos de modelación a escala global ofrecen un panorama prospectivo a manera de escenario, pero no representan con suficiente detalle las implicaciones en el ciclo hidrológico tanto a escala regional como a escala de cuencas. Esta situación está documentada en los informes de IPCC, en los que se indica que «los modelos climáticos no simulan con precisión el ciclo del agua a una resolución suficiente como para atribuirles impactos hidrológicos de origen antropogénico o de cambio climático a escala de cuenca»³³

Según lo mencionado, se debe tener presente que las proyecciones y los escenarios planteados por cualquiera de las agencias o estudios especializados son limitados y sus resultados se deben ser un soporte a la toma de decisiones en política pública o sectorial, más que como predicciones del futuro. La aplicación o interpretación de los escenarios en regiones o cuencas específicas debe contemplar la utilización de resultados mucho más detallados.

Las variaciones planteadas por los diferentes escenarios de cambio climático modifican los sistemas físicos y biológicos en todos los continentes y océanos. En particular, se demuestra que la temperatura regional se ha incrementado³⁴. Dentro de los efectos sobre el ciclo hidrológico se observaron cambios en la nieve, el hielo y el suelo congelado (permafrost), además de modificaciones en el tamaño y número de lagos glaciares, y un incremento en la escorrentía de los ríos alimentados por estos³⁵.

Desde la publicación del IPCC en 2007, se han producido dos reportes especiales presentados en 2012 y que luego fueron reforzados por los trabajos sobre el AR5 en 2014: el primero se titula *The Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation* y el segundo se denomina *Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to*

³³ JIMÉNEZ, Blanca *et al.* Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad – Parte A: Aspectos globales y sectoriales. Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [En línea]. Reino Unido y Nueva York: Cambridge University Press [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, y L.L. White (eds.)], 2014. p. 235. [Consultado en 2020-12-02]. Capítulo 3: Freshwater resources. Disponible en: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-PartA_FINAL.pdf

³⁴ Rosenzweig, C. *Et al.* Assessment of observed changes and responses in natural and managed systems. En IPCC, *Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* p. 81.

³⁵ Burkett, V. R. *et al.* Point of departure. En IPCC, *Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: global and sectoral aspect. Contribution of Working group II to the Fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* p. 183. Cambridge, Reino Unido: C. V. Field (Ed.).

Advance Climate Change Adaptation, elaborados por los grupos de trabajo II y III y útiles para estimar los posibles fenómenos amenazantes para la minería.

En dichas publicaciones, los grupos de trabajo plantean las conexiones entre tres elementos básicos: la detección del cambio climático o sus impactos, la atribución de aquellos impactos en el incremento de los gases de efecto invernadero y la proyección de estos impactos en el siglo XXI. Finalmente, listan 34 fenómenos observados y atribuibles al cambio climático y sus proyecciones para el periodo 2050-2100³⁶.

Dentro de los impactos detectados (subeventos en el lenguaje de esta metodología), se evidencia que el aumento en el nivel del mar ostenta un alto grado de certeza (prácticamente seguro); en otras palabras, es muy seguro que ocurra durante el siglo XXI. También, se encuentra, con este alto grado de certeza en el futuro, el crecimiento de los días y noches calientes en la superficie terrestre³⁷

Con alto grado de certeza de ocurrencia en el futuro, además, se encuentran la reducción de los recursos hidráulicos y la inestabilidad de las montañas, entendida como un incremento en la remoción en masa. Sin embargo, este último se clasifica como de alta certeza, mientras la reducción en recursos hidráulicos se cataloga como no valorada, es decir, que no cuenta con una apreciación concreta debido, en gran medida, a insuficiencia de datos o falta de acuerdos³⁸.

Los eventos de alta precipitación son clasificados como de alta detección y de mediana certeza de ocurrencia en el futuro; sin embargo, se debe aclarar que estas proyecciones aumentarían en algunas regiones y disminuirían en otras, aunque serían aún más posible que las regiones sufran un aumento que un descenso³⁹

En relación con las sequías e inundaciones, las proyecciones indican que son eventos que se presentarían con una valoración de mediana certeza para ambos impactos. La ocurrencia y frecuencia de los eventos variarían de acuerdo con la región. Así, para las sequías se estima que aumentarían en la mayoría de las regiones, aunque para las inundaciones no habría una tendencia clara o variación significativa en la región.

El incremento en la intensidad y frecuencia de eventos hidrológicos extremos, como las inundaciones, han sido atribuidos al cambio climático; sin embargo, para estimar una alteración de este fenómeno es necesario cuantificar las incertidumbres de la variabilidad del clima bajo varias condiciones⁴⁰.

³⁶ *Ibíd.* p. 185.

³⁷ *Ibíd.*

³⁸ *Ibíd.* p. 186.

³⁹ *Ibíd.*

⁴⁰ JIMÉNEZ, Blanca *et al.* Óp. cit., pág. 236.

Los impactos y las proyecciones del cambio climático sobre los recursos hidráulicos y su manejo se deben principalmente al incremento en la temperatura, el nivel del agua del océano y los cambios en la precipitación local. Para una atribución robusta del cambio climático todas estas variables del cambio hidrológico deberían ser identificadas, con asignación de niveles de confianza.

3.1 Definiciones de los subeventos considerados para el análisis de riesgo

A continuación, se presentan las definiciones de cada una de las amenazas (subeventos en el lenguaje de esta metodología) que se han considerado para el análisis de riesgo ante el cambio climático y la variabilidad climática del subsector de materiales de construcción en las tres áreas priorizadas: Acacías – Villavicencio, Cali – Yumbo y Girardota.

3.1.1 Inundaciones

Como consecuencia de las fuertes lluvias y las crecientes torrenciales se podrían presentar inundaciones, las cuales se producen por el desbordamiento del cauce, debido a que su capacidad hidráulica se ha visto excedida por el volumen de agua generado por la lluvia.

De acuerdo con el IPCC, este fenómeno varía regionalmente, o no presentaría una tendencia clara, por eso se clasifica con de baja confianza de ocurrencia. Sin embargo; según los eventos presentados durante los últimos años en Colombia en temporadas del ENSO en su fase «La Niña», se ha observado un aumento en la magnitud de este fenómeno al igual que en su frecuencia⁴¹.

3.1.2 Avenidas torrenciales (crecientes súbitas)

Las avenidas torrenciales son un tipo de movimiento en masa que se desplaza generalmente por los cauces de los cuerpos de agua. Estas llegan a transportar volúmenes importantes de sedimentos y escombros a grandes velocidades y, en consecuencia, causan afectación a los habitantes e infraestructura ubicados en las zonas de acumulación y de cuencas de montaña susceptibles⁴². Estas afectaciones dependen en gran medida de las condiciones naturales de la cuenca y la intensidad de la precipitación.

⁴¹ INERCO CONSULTORÍA COLOMBIA. Implementación del mapa de ruta para la adaptación del sector energético al cambio climático. Ibíd.

⁴² CABALLERO J.H. Las avenidas torrenciales: una amenaza potencial en el Valle de Aburrá. [En línea]. 2011. Revista Gestión y Ambiente Vol. 14-No.3 Medellín. pp 45-50. Disponible en: <<https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/download/29734/29973/106809>>

3.1.3 Fenómenos de remoción en masa

Los movimientos en masa se potencian gracias a procesos geológicos, químicos, mecánicos y especialmente hidrometeorológicos. Todos estos fenómenos se podrían combinar para actuar sobre las laderas y desestabilizarlas y, como resultado, ocasionar una caída de grandes cantidades de material. La falta de consideración de estos eventos podría ser grave, tanto por las pérdidas de bienes como humanas.

En términos generales, el IPCC considera que estos eventos se incrementarían con alto grado de ocurrencia, debido a la influencia antropogénica y de eventos hidroclimatológicos desencadenados por efectos del cambio climático. Como lo ha señalado esta entidad, el crecimiento de la pluviosidad y vientos es meramente regional; sin embargo, se espera un aumento generalizado de estos fenómenos, lo que en conjunto incrementa la degradación del suelo.

Por otro lado, las lluvias intensas son muy susceptibles a incrementar en intensidad y frecuencia⁴³, lo que puede generar un incremento en la erosión del suelo y consecuentemente en la producción de sedimentos de las cuencas⁴⁴.

3.1.4 Olas de calor

Se define una ola de calor como incremento general de los días cálidos, tanto en temperatura como en frecuencia⁴⁵, y su ocurrencia se clasifica como prácticamente segura con mayor frecuencia y de manera más prolongada⁴⁶. Para Colombia, estas condiciones de variación en la temperatura se cuentan con las olas de calor entendidas como periodo cálido extendido superior a las condiciones normales climáticas del área. Se debe aclarar que este fenómeno va acompañado de escenarios de alta humedad⁴⁷.

⁴³ Seneviratne, S.I., Nicholls, N., Easterling, D., Goodess, C.M., Kanae, S., Kossin, J., Zhang, X. (2012). Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment: an overview of the IPCC SREX report. En IPCC, & C. B. Field (Ed.), *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. A special report of Working groups I and II to the Fifth assessment report of the IPCC* (págs. 109 - 230). Cambridge, Reino Unido.

⁴⁴ INERCO CONSULTORÍA COLOMBIA. Implementación del mapa de ruta para la adaptación del sector energético al cambio climático. *Ibíd.*

⁴⁵ COLOMBIA. INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Características y tendencias a largo plazo de las olas de calor y de frío en Colombia [En línea]. *s.l.*, 2012. [Consultado en 2020-12-03]. Disponible en:

<http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Oleadas+de+Calor+y+Frio.pdf/4330fcf3-a062-42bf-b7f3-c648227fb66d>

⁴⁶ JIMÉNEZ, Blanca *et al.* Óp. Cit.

⁴⁷ INERCO CONSULTORÍA COLOMBIA. Óp. cit.

3.1.5 Sequías o déficit de lluvias

Los eventos de sequía están directamente relacionados con las disminuciones de precipitación, y se determinan como la insuficiente disponibilidad de agua en una región por un periodo prolongado (se podrían presentar sequías de tipo meteorológico o hidrológico).

Una sequía meteorológica se produce cuando se presenta una escasez continua de las precipitaciones y, por lo general, va acompañada de temperaturas más altas en relación con la temperatura media, vientos de fuerte intensidad, humedad relativa baja, incremento de la evapotranspiración, menor cobertura de nubes y mayor insolación. Todo esto puede traducirse finalmente en reducciones en las tasas de infiltración, menor escurrimiento, reducción en la percolación profunda y menor recarga de las aguas subterráneas.

Por otro lado, la sequía hidrológica es aquella relacionada con periodos de caudales que están por debajo de lo normal. A diferencia de la sequía agrícola, que tiene lugar poco tiempo después de la meteorológica, la sequía hidrológica puede durar varios meses.

Al igual que para el caso de los aguaceros torrenciales, el IPCC considera que las sequías presentarían un comportamiento mixto, pero con tendencia a incrementar su intensidad y magnitud en la mayoría de las regiones. Se tiene proyectado este fenómeno como probable (66 % a 100 % de probabilidad de ocurrencia)⁴⁸.

3.1.6 Incendios forestales

Los incendios forestales se producen por la combustión de la vegetación a partir de un fuego sobre la cobertura vegetal y sus causas pueden ser de origen natural o antrópico, dicho fuego se propaga de manera abierta y sin control lo que causa perturbaciones ecológicas (árboles, arbustos, pastos y/o cultivos)⁴⁹. Para que se genere fuego es necesario la existencia de tres elementos: un origen de calor, el combustible (vegetación) y el aire. Una vez causado, la propagación del incendio se ve influenciada por tres factores: el tipo de combustible, la climatología y la topografía⁵⁰.

3.2 Análisis de amenazas en las áreas priorizadas para el análisis de riesgo

A continuación, se presenta la información del comportamiento de cada una de las amenazas consideradas en el análisis de riesgo en las tres áreas que se priorizaron para el desarrollo de la consultoría. Esta información proviene de fuentes secundarias oficiales como los planes de

⁴⁸Ibíd.

⁴⁹ Plana, E.; Font, M.; Serra, M.. Los incendios forestales, guía para comunicadores y periodistas. Proyecto eFIRECOM. [En línea]. 2016. Ediciones CTFC. 32pp. Disponible en: <http://efirecom.ctfc.cat/docs/efirecomperiodistes_es.pdf>

⁵⁰ UNIDAD NACIONAL PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES. "Lo que usted debe saber sobre incendios de cobertura vegetal". [En línea]. 2019. pág. 17. Disponible en: <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/28309/Cartilla_Incendios_2019-.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

ordenamiento y manejo de las cuencas hidrográficas en las que se ubican las áreas de estudio, cartografía del IDEAM relacionada con la diferencia de temperatura (para el análisis de olas de calor), cartografía del Estudio Nacional del Agua de 2014, relaciona con vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico (para el mapa de amenaza por sequía), entre otros.

Adicionalmente, se presenta el escenario prospectivo para cada una de las amenazas considerando el escenario 2011 – 2040 de cambio climático del IDEAM, debido a que las predicciones de dicho escenario son las que cuentan con menor nivel de incertidumbre y, por lo tanto, son las que se utilizan para analizar el riesgo de la cadena de valor del subsector de materiales de construcción ante los eventos de cambio climático y variabilidad climática.

Para obtener los escenarios prospectivos, se utilizaron las siguientes matrices de doble entrada que consideran los niveles de amenaza de cada uno de los subeventos analizados en las tres áreas de estudio, y las categorías definidas para los escenarios de cambio climático del IDEAM.

Tabla 3-1 Matriz de doble entrada para la construcción de los escenarios prospectivos – Variación de la precipitación

		Nivel de amenaza para cada subevento		
		Baja	Media	Alta
Variación de la precipitación según la TCNCC del IDEAM	Déficit	Baja	Baja	Media
	Normal	Baja	Media	Alta
	Exceso	Media	Alta	Alta

Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2020

Tabla 3-2 Matriz de doble entrada para la construcción de los escenarios prospectivos – Variación de la temperatura

		Nivel de amenaza para cada subevento		
		Baja	Media	Alta
Variación de la temperatura según la TCNCC del IDEAM	Bajo	Baja	Baja	Media
	Medio	Baja	Media	Alta
	Alto	Media	Alta	Alta

Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2020

3.2.1 Acacías – Villavicencio

3.2.1.1 Estimación de subeventos derivados del cambio climático y la variabilidad climática

3.2.1.1.1 Inundación

El modelo de amenaza por inundaciones considerado proviene del POMCA del río Guayuriba, del cual se obtienen los polígonos de amenaza a escala 1:25.000 que se presentan en la siguiente figura. Para el área de estudio Acacías-Villavicencio, el 83,5% se encuentra en amenaza alta, seguida por el 10,9% en amenaza media y el 5.6% en amenaza baja.

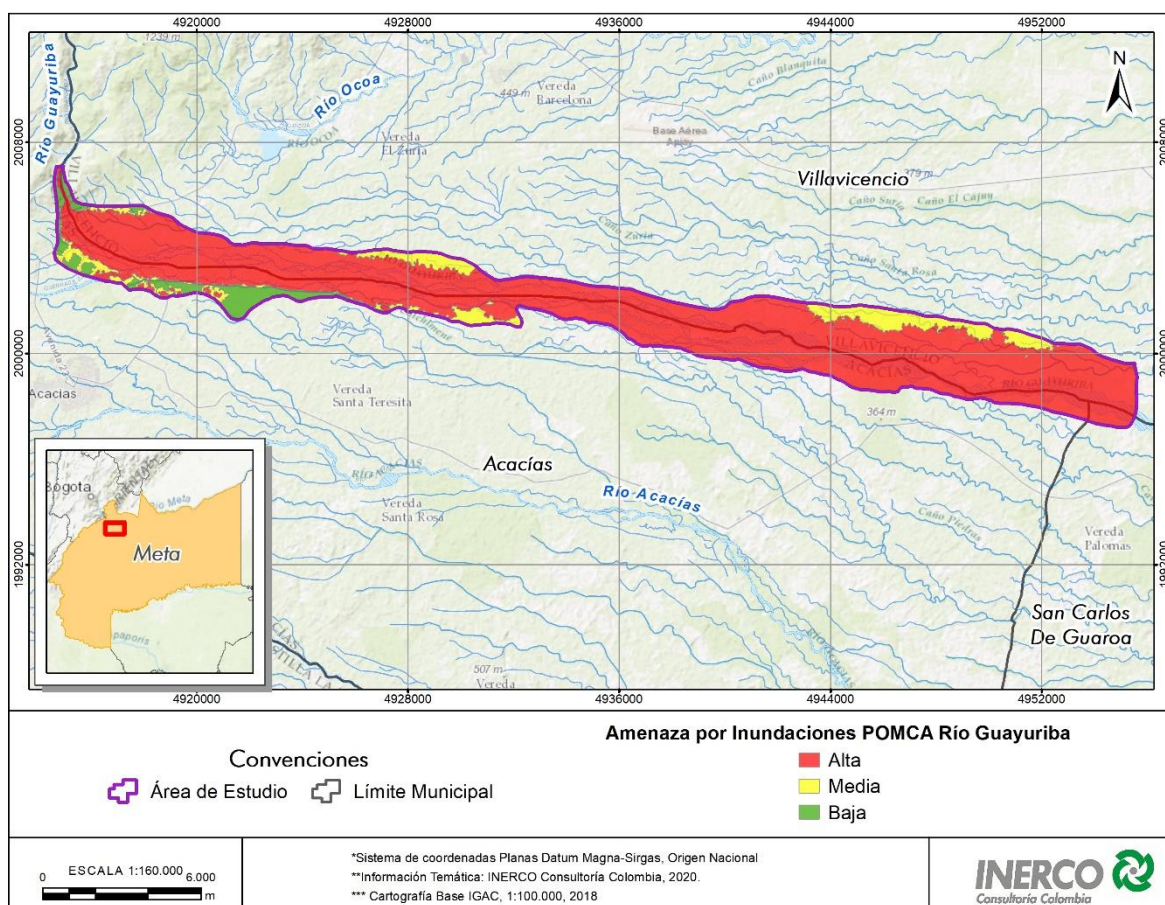
De acuerdo con lo establecido en el POMCA del río Guayuriba, en la cuenca media y baja, especialmente en los municipios de Acacías, Villavicencio, San Carlos de Guaroa y Puerto López, se ha presentado mayor relevancia la amenaza por inundación.

Los acontecimientos registrados están condicionados principalmente por depósitos aluviales y geoformas de origen fluvioaluvial asociadas a la dinámica y divagación histórica del río Guayuriba, presentando afectaciones a cultivos, vías, canteras y poblaciones, así mismo, denotando los problemas asociados a los niveles de urbanización de la cuenca, la imposibilidad de filtración de aguas por la impermeabilización de buena parte de la cuenca, la pérdida de cobertura vegetal que contribuye a reducir los volúmenes y velocidades de la escorrentía, entre otros aspectos.

En la parte media y alta se presenta amenaza de inundación por desbordamiento de los ríos principales, no obstante, estas se mantienen acotadas a los anchos de cada cuerpo de agua, alcanzando a afectar algunos sectores como la parte baja del centro poblado la Unión en Fómez y puntos específicos de la vía al llano y caseríos entre esta y el río Guayuriba⁵¹.

⁵¹ CORMACARENA-CAR-CORPORINOQUIA-CORPOGUAVIO. Ajuste y actualización del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Guayuriba (3502): Fase de diagnóstico. Caracterización de las condiciones de riesgo. Elaborado por UT Guayuriba Sostenible. [En línea] 2019. pp.25-49. [Citado el 2021-02-02]. Disponible en Internet: <<https://drive.google.com/file/d/14dZu8mVSnOdqGpBvzpK87liKr6Uih86M/view>>

Figura 3-1 Amenaza por inundación área de estudio Acacias - Villavicencio

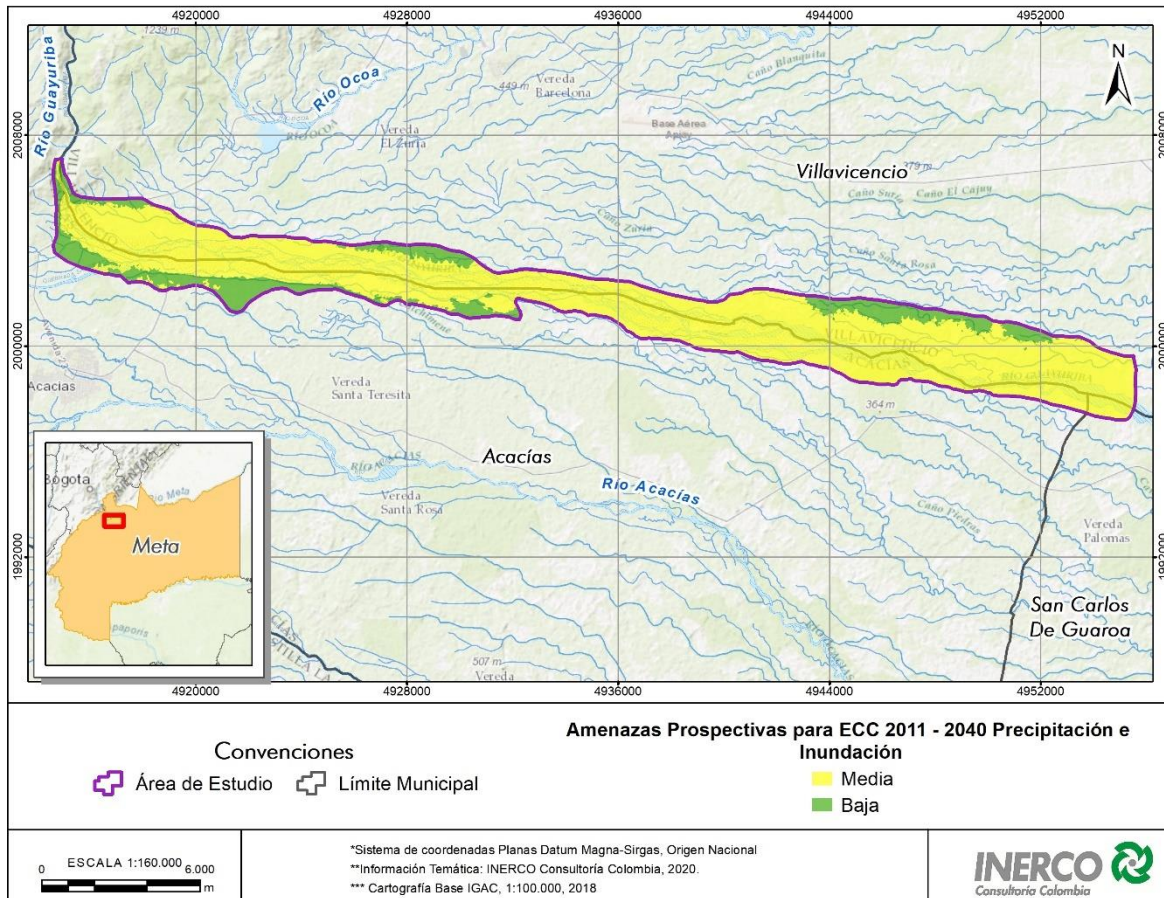


Fuente CAR et al⁵², Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

Considerando el escenario de aumento de precipitación en el periodo 2011 – 2040 del IDEAM, se ha obtenido el modelo prospectivo presentado en la figura 3-2. En este modelo, el 83,5% del área de estudio Acacias-Villavicencio se encontraría en zona de amenaza media, mientras el 16,5% restante estaría en amenaza baja.

⁵² COLOMBIA. CAR, CORPOGUAVIO, CORMACARENA, CORPOORINOQUIA, UTGS. POMCA Río Guayuriba actualización: Climatología. Bogotá: CAR, CORPOGUAVIO, CORMACARENA, CORPOORINOQUIA, UTGS, 2018.

Figura 3-2 Escenario prospectivo 2011 – 2040 amenaza por inundación. Aumento de precipitación, área de estudio Acacias - Villavicencio



Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2020

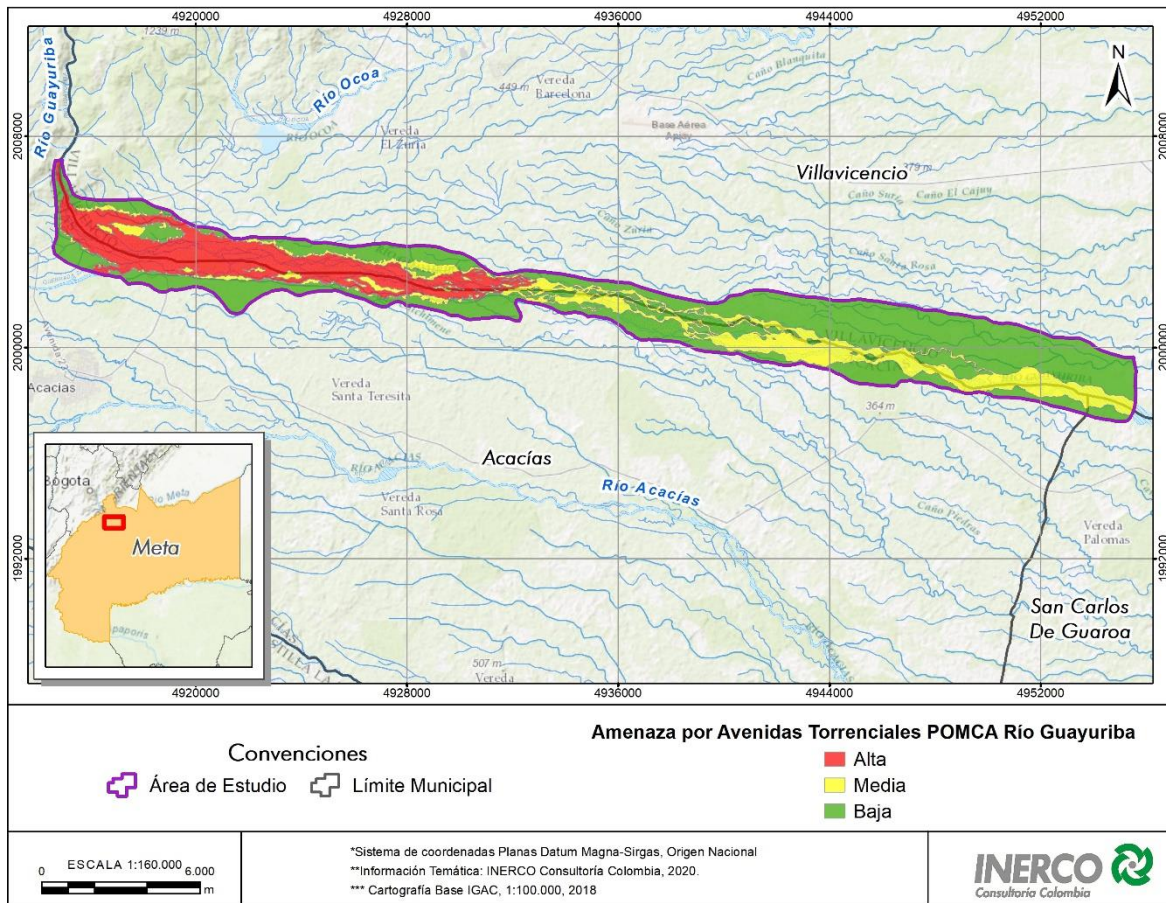
3.2.1.1.2 Avenidas torrenciales (crecientes súbitas)

El modelo de amenaza por avenidas torrenciales proviene del POMCA del río Guayuriba, del cual se obtienen los polígonos de amenaza a escala 1:25.000 que se presentan en la siguiente figura. Para el área de estudio Acacias-Villavicencio, el 60,4 % se encuentra en amenaza baja, seguida por el 20 % en amenaza alta y el 19,6 % en amenaza media.

Según la información descrita en el POMCA, con la ocurrencia de avenidas torrenciales algunas zonas presentan desplaves extensos en áreas fronterizas de Acacias y Villavicencio. Asimismo, el documento menciona que uno de los factores de detonación de esta amenaza es la generación de deslizamientos y flujos en altas pendientes que resultan aportando material sólido a los cuerpos de agua principales que arrastran el material con gran energía⁵³.

⁵³ Ibid., pp.22-35

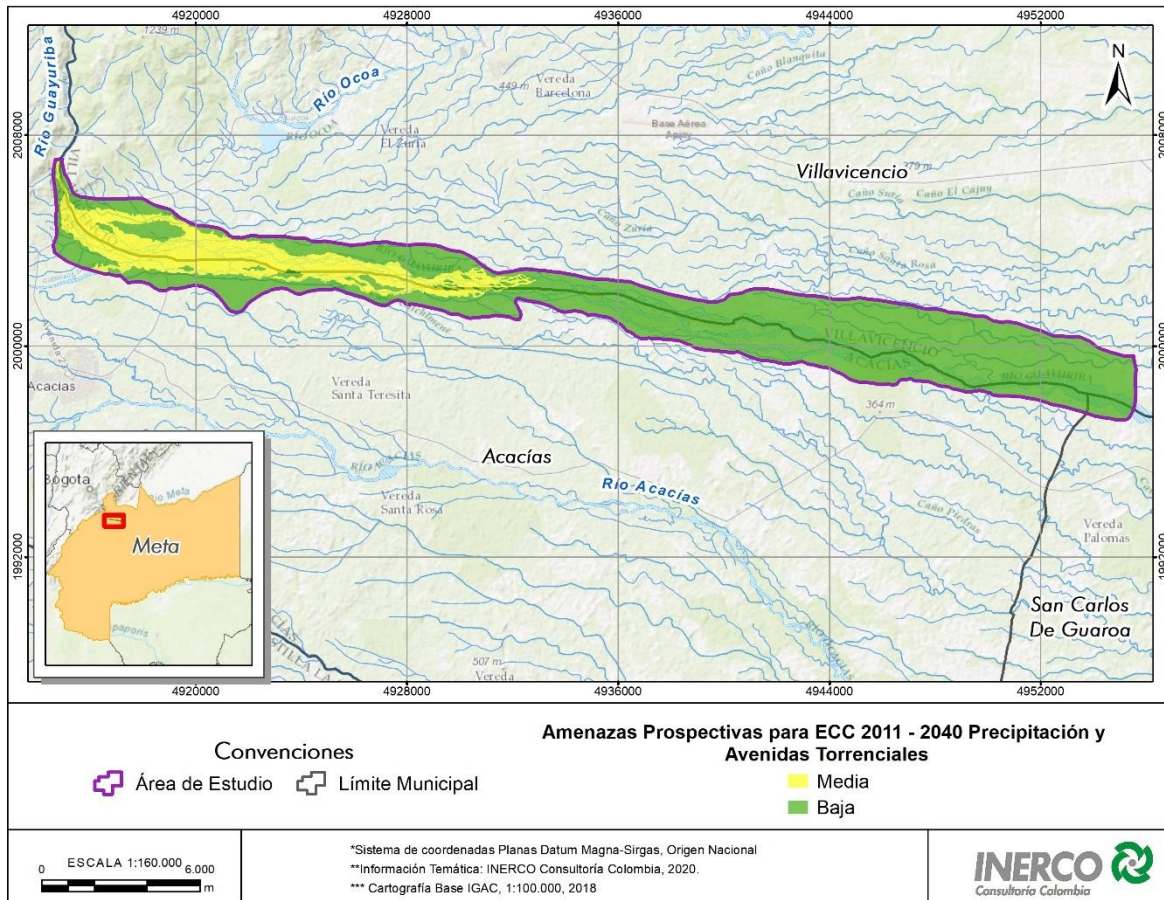
Figura 3-3 Amenaza por avenidas torrenciales área de estudio Acacias - Villavicencio



Fuente: CAR et al. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

Considerando el aumento de precipitación en el escenario 2011-2040 del IDEAM, se ha obtenido el modelo prospectivo presentado en la figura 3-4. En este modelo, el 80% del área Acacias-Villavicencio se encontraría en zona de amenaza baja, mientras el 16,5% restante lo estaría en amenaza media.

Figura 3-4 Escenario prospectivo 2011 – 2040 amenaza por avenida torrencial. Aumento de precipitación, área de estudio Acacias – Villavicencio



Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2020.

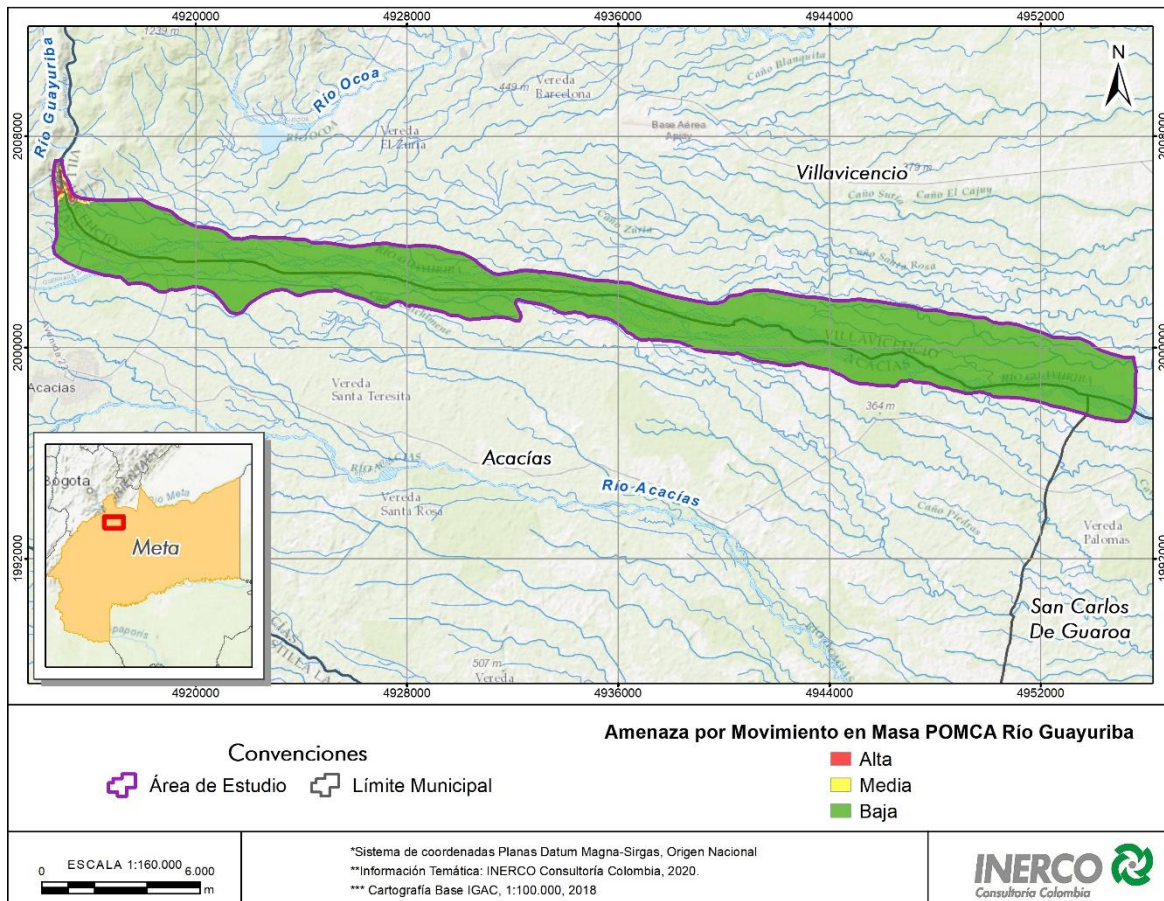
3.2.1.1.3 Fenómenos de remoción en masa

El modelo de amenaza por remoción en masa proviene del POMCA del río Guayuriba, del cual se obtienen a escala 1:25.000 los polígonos de amenaza que se presentan en la siguiente figura. Para el área de estudio Acacias-Villavicencio, el 99% se encuentra en amenaza baja, seguida por el 0,6% en amenaza media y el 0,4% en amenaza alta.

Los eventos de remoción en masa son registrados principalmente por flujos, caídas de roca y deslizamientos traslacionales relacionados con lomos denudados en unidades metasedimentarias y cuaternarias poco consolidadas con gran contenido de material terrígeno tamaño arcilla; sin embargo, en gran parte de la cuenca esta amenaza es baja principalmente en Acacias, Villavicencio, San Carlos de Guaroa y Puerto López gracias a que son terrenos de planicies o llanuras⁵⁴.

⁵⁴ Ibid., pp.31-49

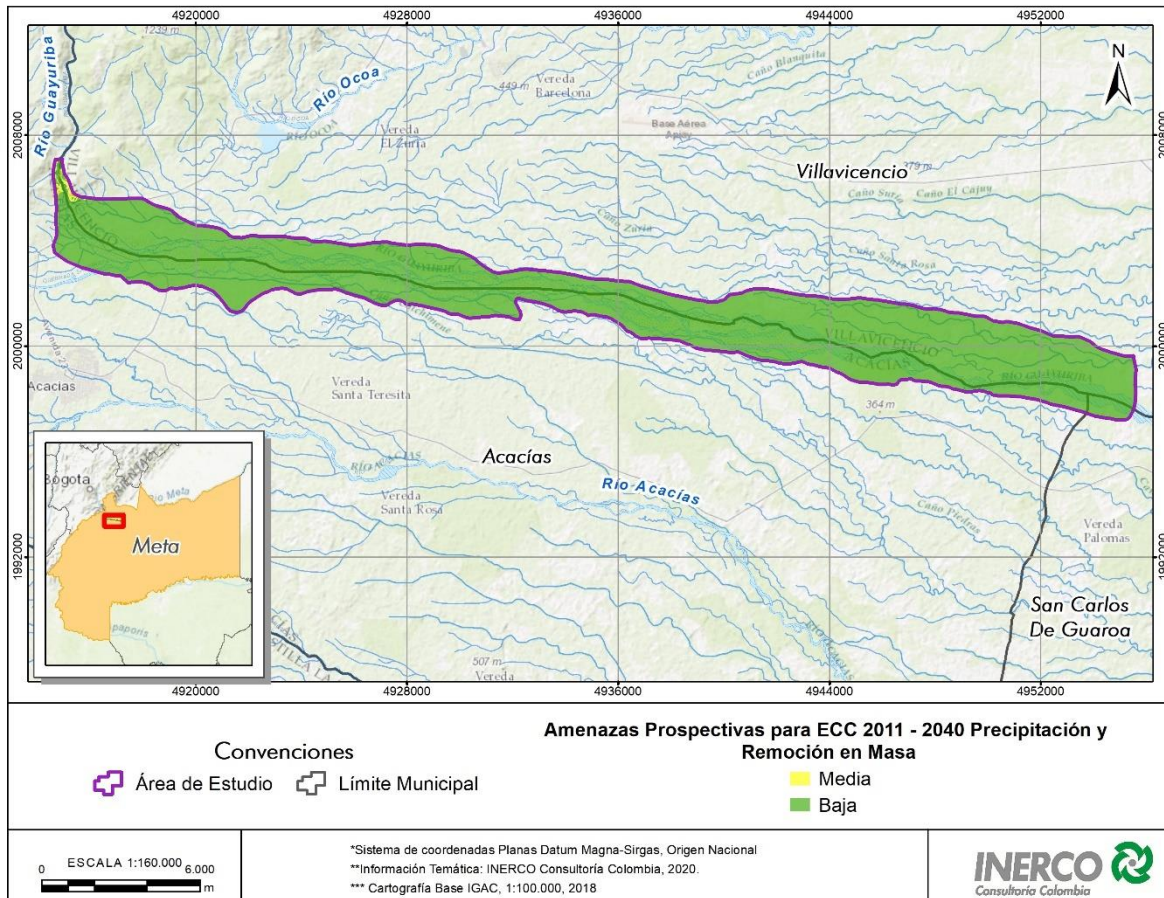
Figura 3-5. Amenaza por fenómenos de remoción en masa área de estudio Acacias - Villavicencio



Fuente: CAR et al. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

Considerando el aumento de precipitación en el escenario 2011-2040 del IDEAM, se ha obtenido el modelo prospectivo presentado en la figura 3-6. En este modelo, el 99,6% del área Acacias-Villavicencio se encontraría en zona de amenaza baja, mientras el 0,4% restante lo estaría en amenaza media.

Figura 3-6. Escenario prospectivo 2011 – 2040 amenaza por remoción en masa. Aumento de precipitación, área de estudio Acacias - Villavicencio



Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2020

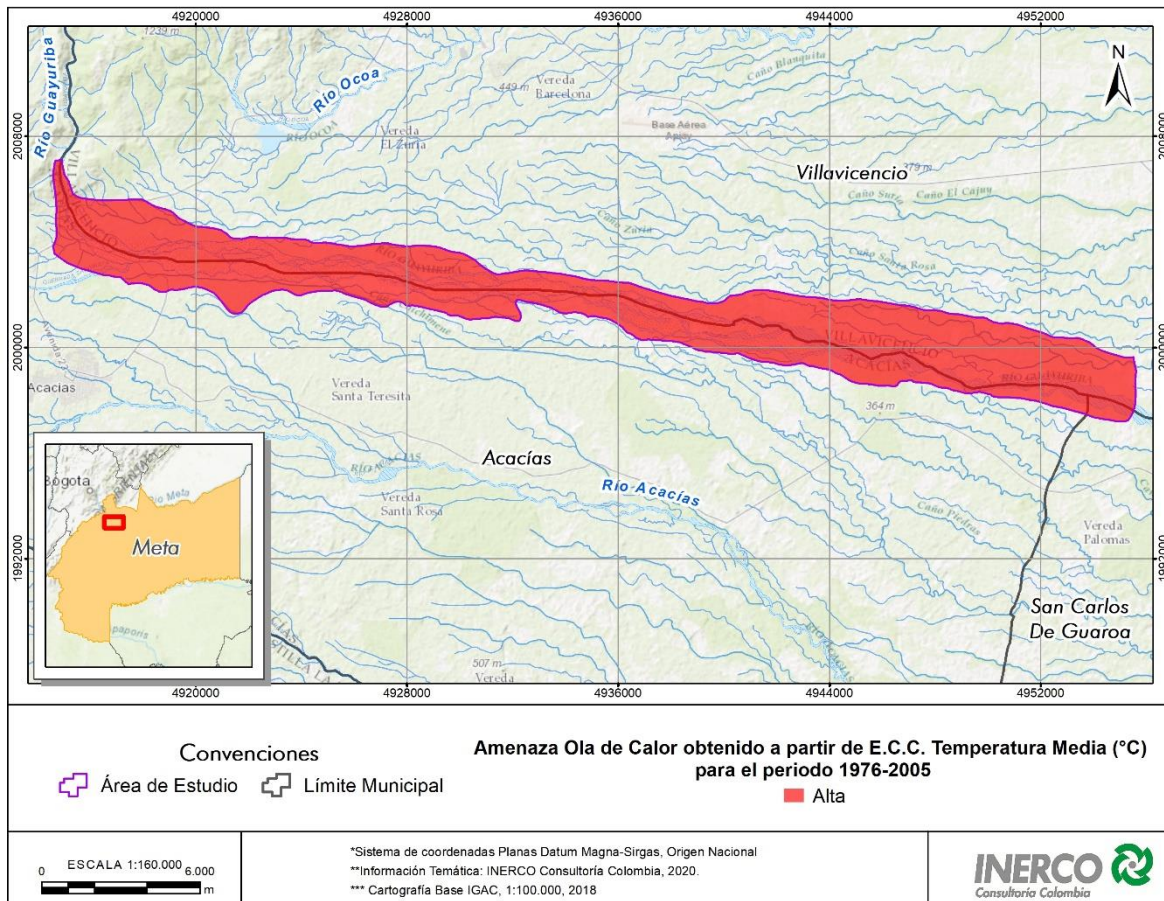
3.2.1.1.4 Olas de calor

La figura 3-7 presenta el mapa de amenaza por olas de calor obtenido para el área Acacias Villavicencio, tomando como base la información del mapa de diferencia de temperatura media 2011-2040 vs. 1976-2005 del IDEAM. Para definir los niveles alto, medio y bajo de amenaza, se reclasificaron los rangos presentados por el IDEAM utilizando la siguiente fórmula: $(\text{temperatura máxima} - \text{temperatura mínima}) / 3$, el resultado obtenido se presenta a continuación:

- $< 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $13\text{ }^{\circ}\text{C}$ Baja
- $13,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ Media
- $23,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ Alta

De acuerdo con lo anterior, la calificación de la amenaza para toda el área de análisis es alta.

Figura 3-7. Amenaza por olas de calor área de estudio Acacias - Villavicencio

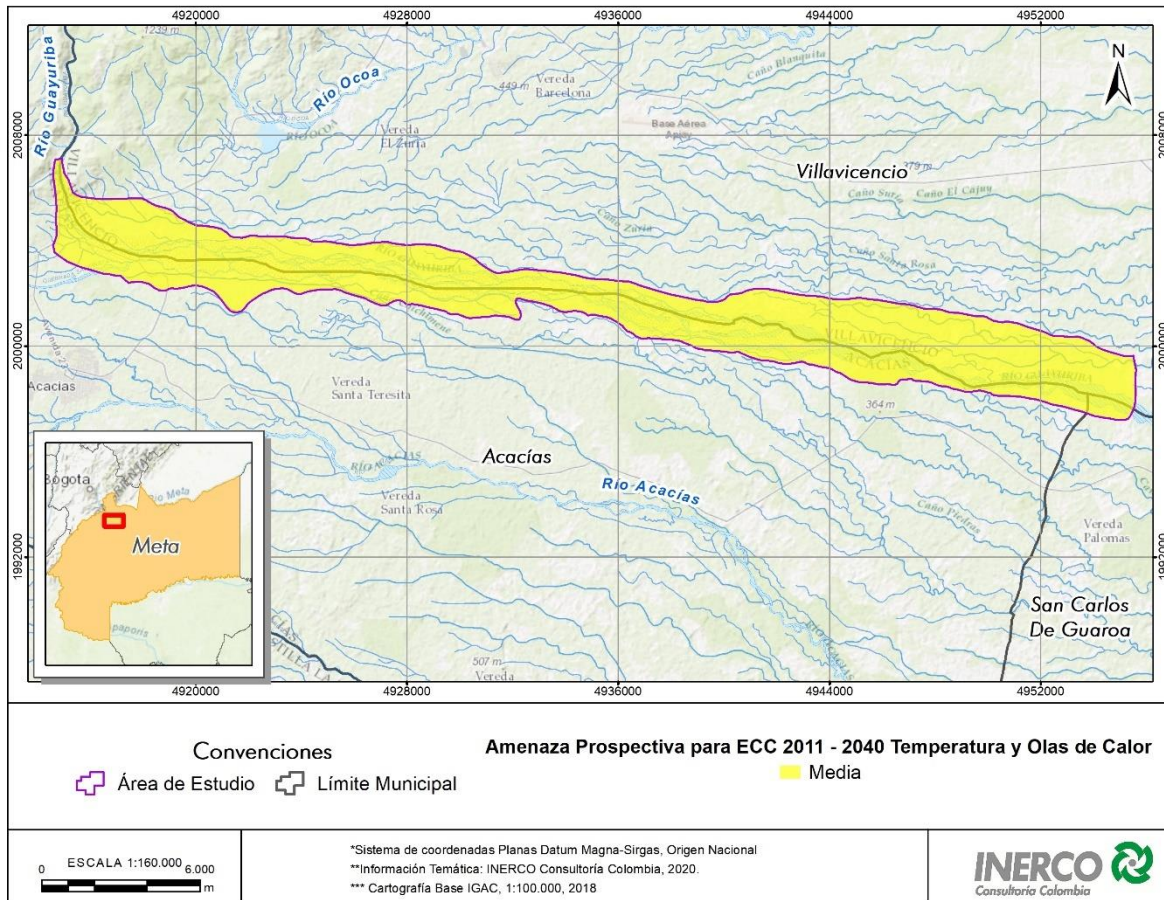


Fuente: IDEAM⁵⁵. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

Considerando el aumento de temperatura en el escenario 2011-2040, el comportamiento de la amenaza es el que se presenta en la figura 3-8 donde se evidencia que el 100 % del área de estudio se encontraría en zona de amenaza media.

55 COLOMBIA. IDEAM. Mapa de Escenario Temperatura media (°C) para el periodo 1976-2005. Bogotá: IDEAM, 2015.

Figura 3-8 Escenario prospectivo 2011 – 2040 amenaza por olas de calor – aumento de temperatura, área de estudio Acacias - Villavicencio



Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2020

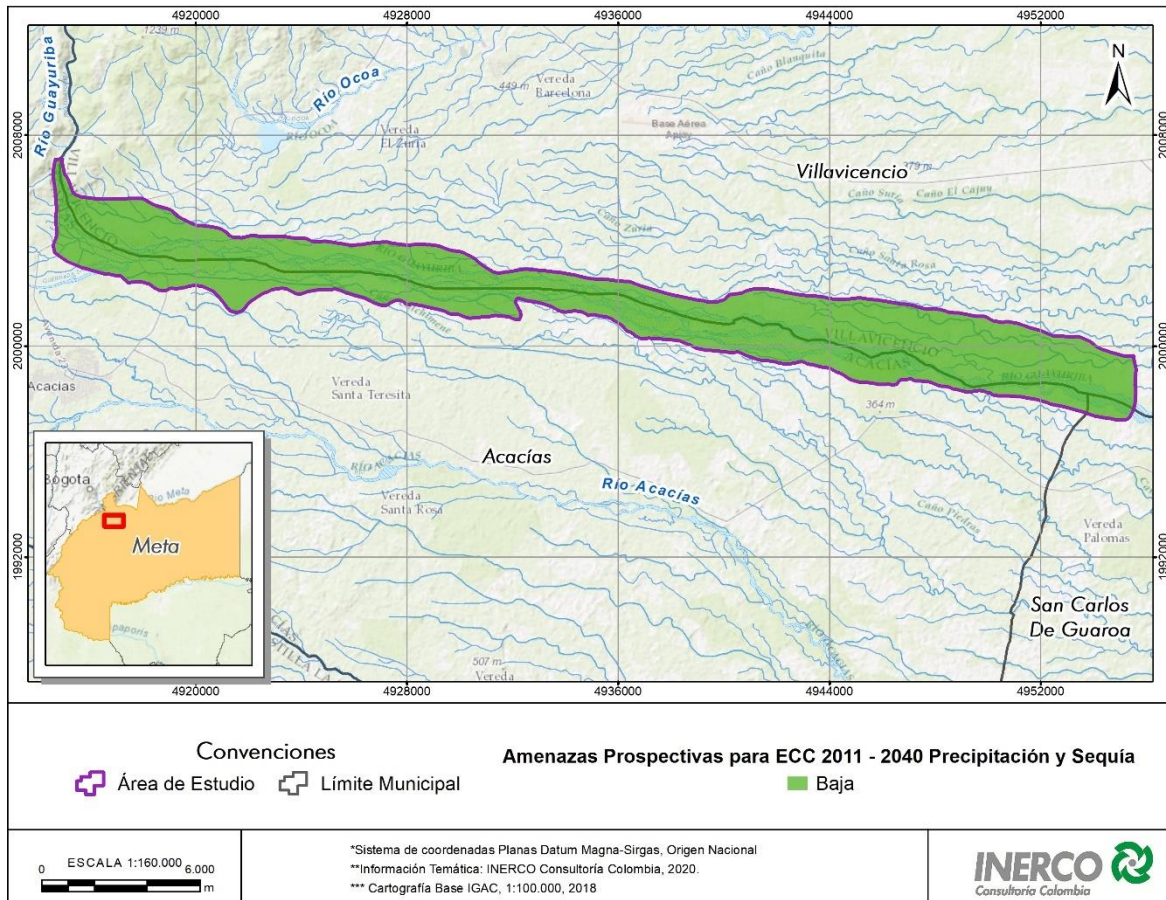
3.2.1.1.5 Sequías o déficit de lluvias

La figura 3-9 presenta el mapa de amenaza por sequía obtenido para el área Acacias Villavicencio, tomando como base la información del mapa de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico del Estudio Nacional del Agua de 2014. Para definir los niveles alto, medio y bajo de amenaza, se reclasificaron los rangos del mapa de vulnerabilidad así:

- Vulnerabilidad muy alta y alta: amenaza alta
- Vulnerabilidad media: amenaza media
- Vulnerabilidad baja y muy baja: amenaza baja

De acuerdo con lo anterior, la calificación de la amenaza para toda el área de análisis es baja.

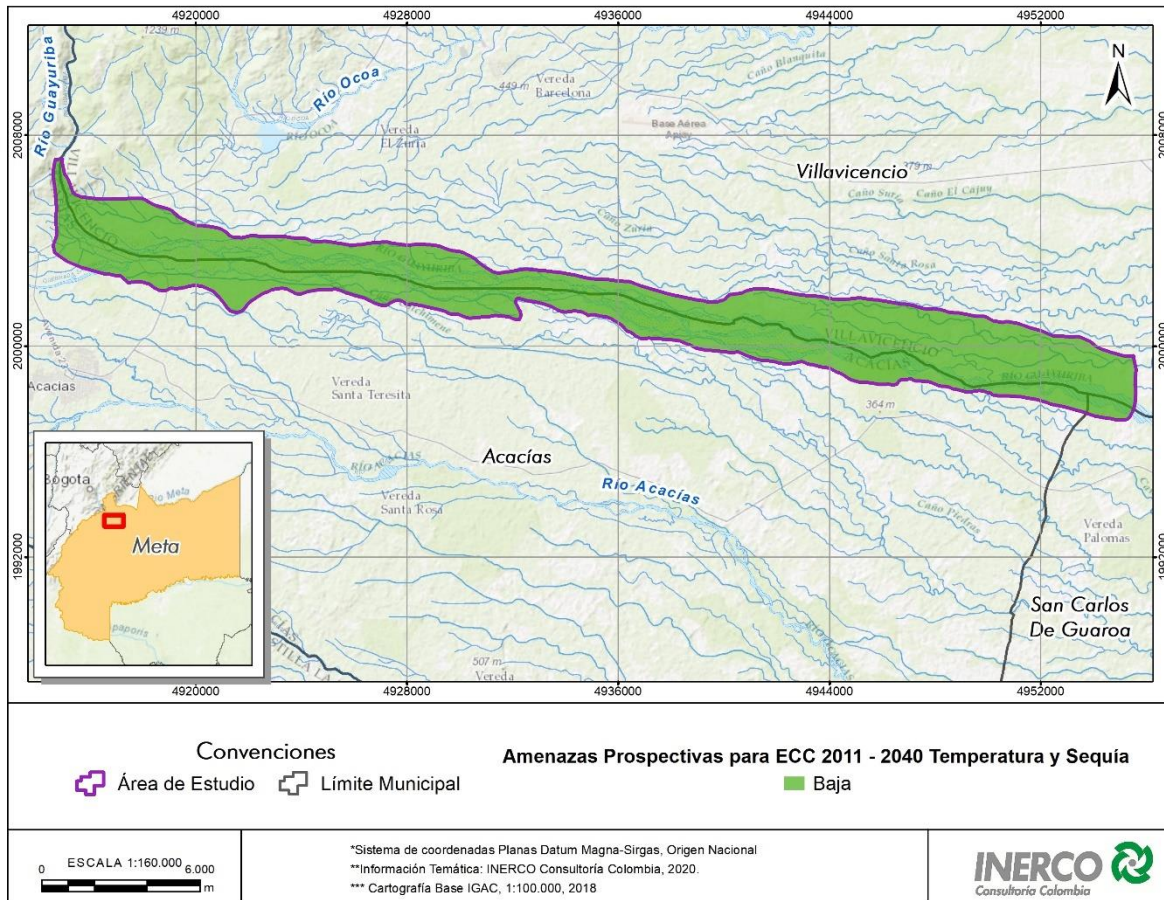
Figura 3-10. Escenario prospectivo 2011 – 2040 amenaza por sequía. Disminución de precipitación, área de estudio Acacias - Villavicencio



Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2020

En el escenario de aumento de temperatura 2011 – 2040, el comportamiento de la amenaza es el que se presenta en la figura 3-11 donde se evidencia que el 100 % del área de estudio se encontraría en zona de amenaza baja.

Figura 3-11. Escenario prospectivo 2011 – 2040 amenaza por sequía – aumento de temperatura, área de estudio Acacias - Villavicencio



Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2020

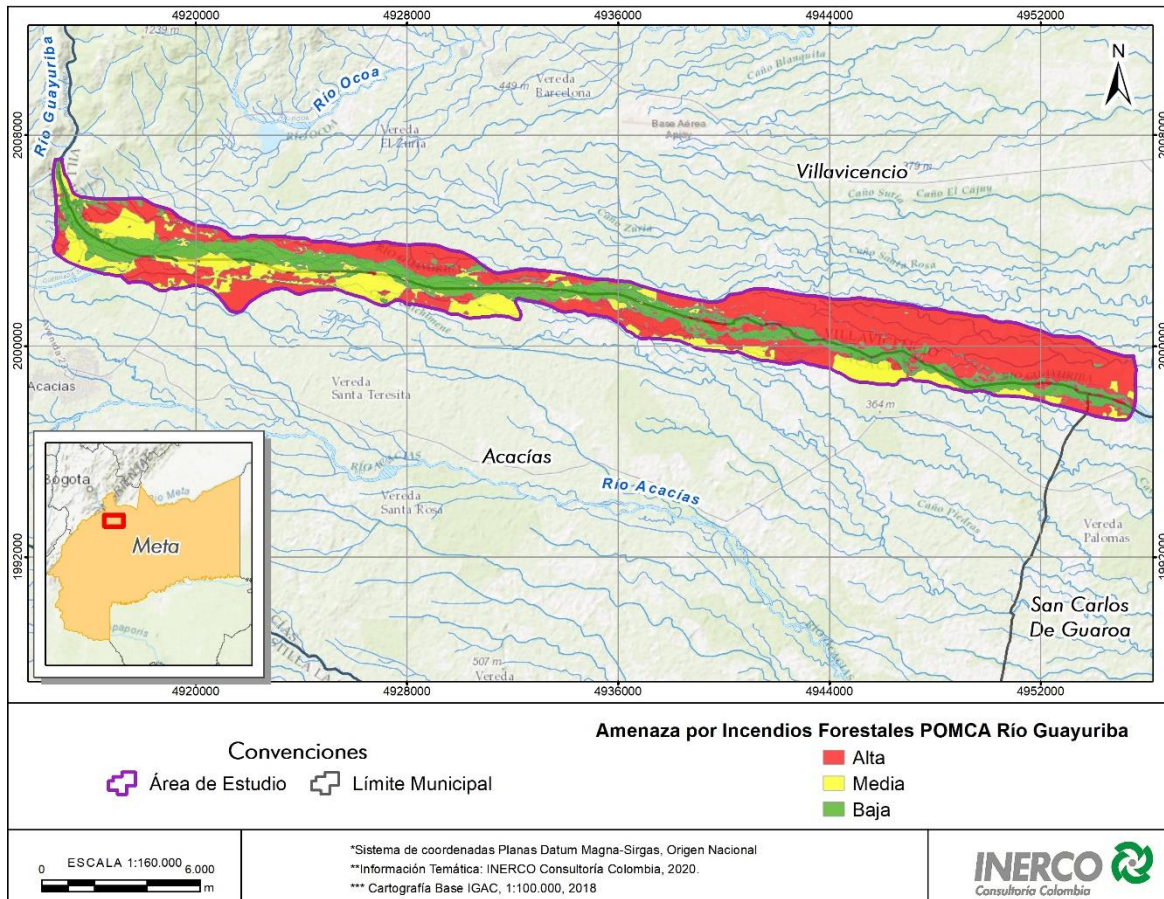
3.2.1.1.6 Incendios forestales

El modelo de amenaza por incendios forestales proviene del POMCA del río Guayuriba, en el cual se obtienen los polígonos de amenaza a escala 1:25.000 que se presentan en la siguiente figura. Para el área de estudio Acacias-Villavicencio, el 55,2 % se encuentra en amenaza alta, seguida por el 24,1 % en amenaza baja y el 20,6 % en amenaza media.

Los incendios forestales en el área de estudio Acacias-Villavicencio son considerados una amenaza importante en las temporadas secas o de muy bajas precipitaciones, debido a la presencia de coberturas vegetales con buena capacidad de combustión. Los bosques, pastos y vegetación secundaria que aportan los aumentos más altos en los valores de susceptibilidad, se encuentran localizados primordialmente en las zonas bajas de la cuenca del río Guayuriba, sin muchas variaciones topográficas y cercanas a los cauces principales, coincidiendo con la zona de mayor susceptibilidad a incendios forestales por condiciones climáticas⁵⁷.

⁵⁷ CORMACARENA-CAR-CORPORINOQUIA-CORPOGUAVIO. Ajuste y actualización del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Guayuriba (3502): Fase de diagnóstico. Caracterización de las condiciones

Figura 3-12. Amenaza por incendios forestales área de estudio Acacias - Villavicencio

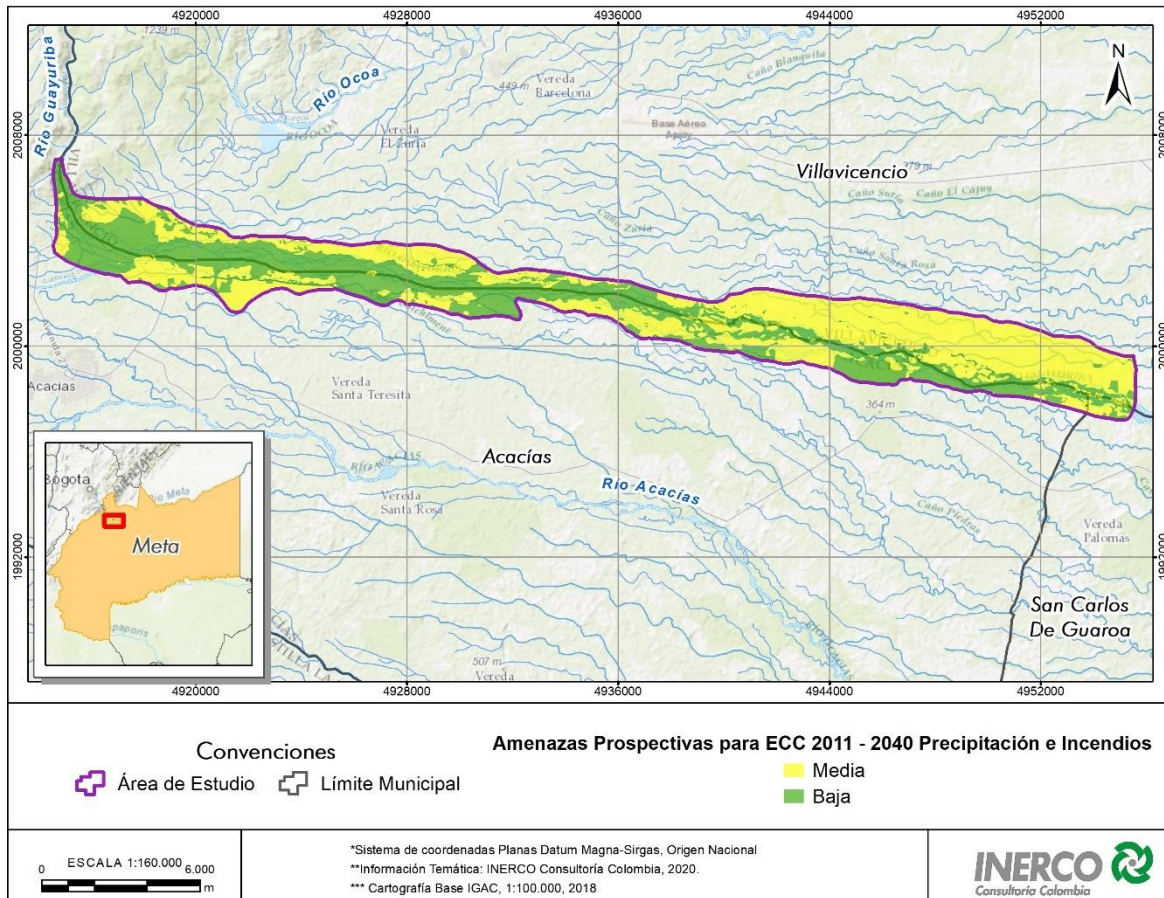


Fuente: CAR et al. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

Considerando la disminución de precipitaciones que presenta el IDEAM para el escenario 2011-2040, se ha obtenido el modelo prospectivo que se presenta en la figura 3-13. En este modelo, el 55,2 % del área Acacias-Villavicencio se encontraría en zona de amenaza media, mientras el 44,8 % restante lo estaría en amenaza baja.

de riesgo. Elaborado por UT Guayuriba Sostenible. [En línea] 2019. pp.205-206. [Citado el 2021-02-02]. Disponible en Internet: <<https://drive.google.com/file/d/14dZu8mVSndqGpBvzpK87liKr6Uih86M/view>>

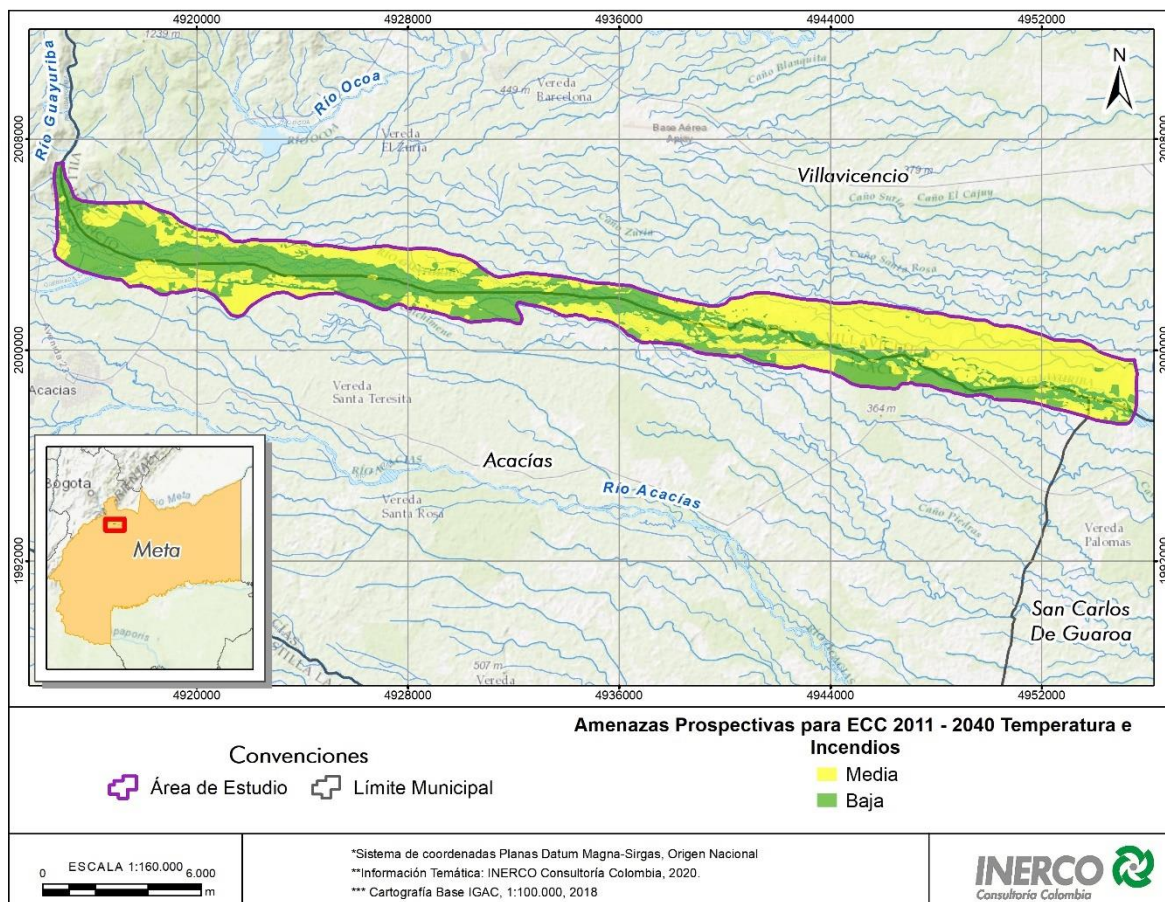
Figura 3-13. Escenario prospectivo 2011 – 2040 amenaza por incendios forestales. Disminución de precipitación, área de estudio Acacias - Villavicencio



Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2020

Para el escenario de aumento de temperatura 2011 – 2040, el comportamiento de la amenaza es el que se presenta en la figura 3-14 donde se evidencia que el 55,22 % del área de estudio se encontraría en zona de amenaza media, mientras el 44,78 % restante presentaría amenaza baja.

Figura 3-14. Escenario prospectivo 2011 – 2040 amenaza por incendios forestales. Aumento de temperatura, área de estudio Acacias - Villavicencio



Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2020

3.2.1.1.7 Conclusiones de eventos y subeventos

Como resultado de los análisis anteriores se obtuvieron las siguientes conclusiones respecto a la posible ocurrencia de subeventos amenazantes para la minería de materiales de construcción en el área de estudio Acacias-Villavicencio. El detalle del análisis realizado se presenta en el anexo 2 -1 matriz: «Caracterización Eventos».

3.2.1.1.7.1 Subeventos amenazantes asociados al incremento de precipitaciones

Para ninguno de los escenarios planteados por el IDEAM se esperan incrementos de precipitaciones en el área de análisis que pertenece a la cuenca baja del río Guayuriba; por lo tanto, no se esperaría que la variación de la precipitación incida en la posible ocurrencia de inundaciones. Sin embargo, para la cuenca alta, los escenarios de la TCNCC sí predicen aumentos en las precipitaciones y esto puede ocasionar que se presenten inundaciones en la cuenca baja.

De acuerdo con el POMCA del río Guayuriba, la amenaza por inundación es alta en el área de estudio y, al considerar las predicciones del IDEAM para el escenario 2011 – 2040, la amenaza prospectivamente podría ser de calificación media.

En el caso de los fenómenos de remoción en masa y avenidas torrenciales, se concluye que en ningún escenario de cambio climático la variación de la precipitación incide en la posible ocurrencia de estos subeventos, teniendo en cuenta que no se esperan incrementos de las precipitaciones. En ese mismo sentido, el POMCA califica estas amenazas como bajas en la mayor parte del área de estudio.

3.2.1.1.7.2 Subeventos amenazantes asociados a la disminución de precipitaciones

En todos los escenarios planteados por la TCNCC se espera disminución de la precipitación para el área de estudio Acacias -Villavicencio. Los rangos de variación están entre -19 % a -10 % y -29 % a -20 % los cuales se clasifican como déficit; en ese sentido, las disminuciones de precipitación esperadas inciden en la ocurrencia de fenómenos de sequía e incendios forestales.

De acuerdo con el POMCA del río Guayuriba, los incendios forestales son clasificados como amenaza alta en la mayor parte del área en la que se realiza este análisis de riesgos climáticos, y en una menor proporción de área la amenaza es media o baja. Según lo anterior, y al considerar las predicciones del IDEAM para el escenario 2011 – 2040, la amenaza prospectivamente podría ser de calificación media.

Por su parte, la amenaza de sequía cuenta con calificación baja en toda el área de estudio y sigue manteniendo esta calificación al considerar el escenario prospectivo 2011-2040.

3.2.1.1.7.3 Subeventos amenazantes asociados al aumento de temperatura

En todos los escenarios planteados por la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático se espera aumento de la temperatura para el área de estudio Acacias -Villavicencio. Los rangos de variación están entre 0,81 °C y 1,0 °C (bajo) para el escenario 2011- 2040; entre 1,61 °C y 2,01 °C (alto) para el escenario 2041- 2070, y 2,31 °C a 2,5 °C (alto) para el escenario 2071- 2100.

De acuerdo con lo anterior, se esperaría que el aumento de la temperatura incida en la generación de fenómenos de sequía, olas de calor e incendios forestales que, según la información oficial consultada, presentan niveles de amenaza baja, alta y alta, respectivamente.

Ahora bien, al considerar la combinación de las amenazas con el escenario 2011 – 2040 de cambio climático del IDEAM, la calificación que se obtiene para las amenazas prospectivas es baja para sequía y media para olas de calor e incendios forestales.

3.2.1.1.7.4 Subeventos amenazantes asociados a la variabilidad climática

En el área de estudio, ante la ocurrencia de un fenómeno típico de La Niña o de El Niño la precipitación estaría dentro de un rango normal y, en ese sentido, no se espera que la tendencia actual de las inundaciones, avenidas torrenciales o fenómenos de remoción en masa se afecte. Por otro lado, ante la ocurrencia de estos fenómenos de variabilidad climática, la temperatura tendría variaciones que se pueden considerar como enfriamiento en el caso de La Niña, y calentamiento severo en el caso de El Niño. En esta última situación, se podrían exacerbar las olas de calor, sequías e incendios forestales.

La amenaza derivada de escenarios de variabilidad climática se estima en función de la variación de la temperatura y la precipitación inducida por los eventos de El Niño (fase cálida) o de La Niña (fase fría). El modelo base considerado está constituido por el mapa de amenaza disponible para el área de estudio para cada subevento en particular (inundaciones, avenidas torrenciales, fenómenos de remoción en masa, etc.) y los escenarios de variabilidad climática que afectan el nivel de amenaza dada la variación de temperatura o precipitación, en el mismo sentido que en el caso de los Escenarios de Cambio Climático de la TCNCC. Como conclusión, para el área de estudio Acacías – Villavicencio se obtuvo una valoración baja para inundaciones, fenómenos de remoción en masa, avenidas torrenciales y sequía, y media para olas de calor e incendios forestales.

3.2.1.2 Estimación de amenazas directas

Con base en los eventos y subeventos expuestos en los numerales anteriores, se definieron las amenazas que pueden actuar directamente sobre los componentes de la cadena de valor y se calificó la posibilidad de ocurrencia definiendo, en cada caso, si es alta, media o baja. El detalle de este análisis se presenta en el anexo 2 – 1 matriz: Amenazas Directas.

3.2.1.2.1 Subevento inundaciones

- Las inundaciones por incremento de precipitación en la cuenca alta del río Guayuriba sugieren una amenaza sobre el componente financiero, dado que existe la posibilidad (baja) de que sufra algún impacto por los efectos adversos de este evento en la continuidad de las labores extractivas.
- La ocurrencia de inundaciones por incremento de la precipitación en la cuenca alta sugiere una posibilidad baja de ocasionar accidentes asociados en las operaciones que constituyan una amenaza al componente de recursos humanos.
- La ocurrencia de inundaciones por incremento de la precipitación en la cuenca alta tiene una baja posibilidad de alterar en la infraestructura vial y, por ende, de afectar el transporte que es primordial para la cadena de suministros. Adicionalmente, se pueden afectar infraestructuras de servicios públicos y/o de suministro de combustibles. Lo anterior representa una amenaza al componente de la cadena de suministro.

- La ocurrencia de fenómenos de inundación sugiere la posibilidad (media) de que se presenten modificaciones rápidas de las áreas de explotación ubicadas dentro del lecho y las orillas activas de los cauces fluviales. Esta situación puede desencadenar el cierre parcial de la operación y constituir una amenaza para el componente extractivo.
- La posibilidad de ocurrencia de fenómenos de inundación sugiere la posibilidad (media) de que se presenten modificaciones rápidas de las áreas de almacenamiento ubicadas dentro de la llanura de inundación. Esta situación puede causar el cierre temporal del patio de acopio y constituir una amenaza al componente de almacenamiento temporal.
- La posibilidad de ocurrencia de fenómenos de inundación sugiere la posibilidad (media) de que se presenten modificaciones rápidas en las áreas ubicadas dentro de la llanura de inundación y en donde se beneficia el material. Esta situación puede generar pérdidas por erosión en las pilas de almacenamiento, constituyendo una amenaza al componente de beneficio.
- La ocurrencia de inundaciones por incremento de la precipitación en la cuenca alta puede alterar la infraestructura vial, lo que constituye una amenaza de posible ocurrencia baja al componente de transporte y comercialización.
- Los fenómenos de inundación generan una posibilidad media de afectación a la infraestructura vial (puentes y vías), predios vecinos, cultivos y ganadería, lo que tendría un impacto en las familias que habitan el área cercana a las operaciones mineras. Mientras, el abastecimiento de agua también se podría afectar, pero en menor proporción. Lo anterior constituye una amenaza para el componente de entorno social y ambiental.

3.2.1.2.2 Sub evento avenidas torrenciales

Los fenómenos de avenidas torrenciales generan la posibilidad (baja) de afectación a la infraestructura vial (puentes y vías), predios vecinos, cultivos y ganadería, lo que tendría un impacto en las comunidades cercanas al área de operación minera. Mientras, el abastecimiento de agua también se podría afectar, pero en menor proporción. Lo anterior constituye una amenaza para el componente de entorno social y ambiental.

3.2.1.2.3 Sub evento fenómenos de remoción en masa

- En la zona de estudio no son plausibles los fenómenos de remoción en masa, pero, en la vía Bogotá Villavicencio y la vía alterna existe una alta posibilidad de que se presenten estos fenómenos constituyendo una amenaza a la cadena de suministro y el componente de transporte y comercialización.
- Los procesos de remoción en masa, dada su área de influencia puntual, se pueden asociar a una baja posibilidad de impacto en la prestación de servicios públicos, constituyendo una amenaza al componente de entorno social y ambiental.

3.2.1.2.4 Sub evento olas de calor

No se considera posible que las olas de calor puedan afectar algún componente de la cadena de valor del subsector de materiales de construcción.

3.2.1.2.5 Sub evento sequías o déficit de lluvias

- El componente financiero podría sufrir algún impacto considerando los efectos que pueden tener las sequías en la producción (componente extractivo y de beneficio), no obstante, la posibilidad de ocurrencia se ha calificado como baja.
- La ocurrencia de períodos más largos sin precipitación sugiere la posibilidad de que se incrementen las emisiones de material particulado a la atmósfera con la consecuente afectación de la fuerza laboral, lo que se constituye como una amenaza al componente de recursos humanos. La posibilidad de ocurrencia es baja.
- La posible falta de disponibilidad hídrica para control de material particulado durante los períodos de sequía sugiere la posibilidad (baja) de reducción en la producción para asegurar el cumplimiento de las normas ambientales. Esta situación constituye una amenaza para el componente extractivo.
- La posible falta de disponibilidad hídrica para el control de material particulado durante los períodos de sequía sugiere la posibilidad (baja) de que se reduzca la cantidad de materiales en los patios de acopio, para asegurar el cumplimiento de las normas ambientales. Lo anterior constituiría una amenaza para el componente de almacenamiento temporal.
- La posible falta de disponibilidad hídrica sugiere una reducción en los procesos de lavado del material constituyendo una amenaza al componente de beneficio. La posibilidad de ocurrencia es baja.
- La posibilidad de ocurrencia de períodos más largos sin precipitación sugiere riesgos de incumplimiento de la normativa ambiental relacionada con control de material particulado, lo que constituye una amenaza al componente de gestión ambiental. La posibilidad de ocurrencia es baja.
- Existe una baja posibilidad de que los fenómenos de sequía afecten los procesos productivos agropecuarios y agroindustriales que requieran altos volúmenes de agua. Esto constituye una amenaza baja para las posibilidades de empleo de las comunidades y compromete sus fuentes de ingreso en el componente de entorno social y ambiental.

3.2.1.2.6 Sub evento Incendios forestales

Existe una posibilidad baja de que los incendios forestales afecten los procesos productivos agropecuarios y agroindustriales que requieran altos volúmenes de agua. Esto constituye una amenaza baja para las posibilidades de empleo de las comunidades en el componente de entorno social y ambiental.

3.2.1.3 Estimación de amenazas indirectas

A partir de la definición de las amenazas directas y de la calificación de la posibilidad de ocurrencia de las mismas, se determinaron las amenazas que pueden actuar indirectamente sobre los componentes de la cadena de valor. En este punto, es necesario considerar que las amenazas indirectas se manifiestan cuando una amenaza directa a un componente del sistema minero (que se han descrito en el numeral anterior) genera una amenaza sobre otro componente. Al igual que en el caso de las amenazas directas, para las amenazas indirectas se ha establecido la posibilidad de ocurrencia como se muestra en el anexo 2 – 1 matriz: Amenazas Dir. e Indirectas.

3.2.1.3.1 Componente administrativo y financiero

- La ocurrencia de inundaciones por incremento de la precipitación en la cuenca alta del río Guayuriba puede causar accidentes en la operación y constituirse en una amenaza directa para el componente de recursos humanos. Esta situación genera una posibilidad baja de que el componente administrativo y financiero se afecte por causa de la generación de costos mayores por cubrimiento de incapacidades y demandas laborales, reentrenamientos y demás costos asociados con el personal que puede afectarse.
- La ocurrencia de periodos más largos sin precipitación (sequía) sugiere que se podrán incrementar las emisiones de material particulado y, por lo tanto, podrá producirse una amenaza directa para el componente de recursos humanos que incidiría en la salud de los trabajadores. Esta situación genera una posibilidad baja de que el componente administrativo y financiero se afecte por incurrir en costos adicionales por el cubrimiento de incapacidades y demandas laborales, reentrenamientos y demás costos asociados con el personal que pueda afectarse.
- La ocurrencia de inundaciones por incremento de la precipitación en la cuenca alta del río Guayuriba puede alterar la infraestructura vial o de suministro de combustibles afectando directamente el componente de la cadena de suministro. Este hecho puede representar la suspensión temporal de las labores productivas y, así, perjudicar el componente financiero, no obstante, la posibilidad de ocurrencia es baja.
- En la zona de estudio no son plausibles los fenómenos de remoción en masa, pero en la vía Bogotá Villavicencio y la vía alterna sí se presentan estos fenómenos que afectan directamente al componente de cadena de suministro. Esta afectación representa una posibilidad media de que se vea afectado indirectamente el componente financiero por posibles suspensiones temporales de las actividades productivas.
- La ocurrencia de inundaciones, que afectan directamente el componente extractivo, puede ocasionar un cierre parcial de las labores extractivas, lo que implica una posibilidad media de afectar indirectamente el componente financiero dada la consecuente baja de producción.
- En los casos en los que se prevé la ocurrencia de sequías, se detecta una amenaza directa para el componente extractivo por posibles reducciones de la producción para garantizar el cumplimiento de las normas ambientales. Esta situación sugiere una afectación

indirecta al componente financiero por reducción del material vendible. La posibilidad de ocurrencia ha sido calificada como baja.

- Para el componente de almacenamiento temporal es posible que se presenten afectaciones directas por eventos de inundación que obliguen a cerrar temporalmente los patios de acopio. Adicionalmente, por la ocurrencia de eventos de sequía existe una baja posibilidad de reducción en el acopio de material para garantizar el cumplimiento de las normas ambientales de calidad de aire. Dado lo anterior, existe la posibilidad de que se reduzca la producción de agregados pétreos y se afecte el componente financiero, no obstante, al considerar el subevento de inundaciones, la posibilidad de ocurrencia es media mientras que en el caso de sequías es baja.
- Los eventos de sequía podrían causar aumento de las emisiones de material particulado y afectar directamente el componente de beneficio por la reducción en los procesos de lavado. Esta situación puede repercutir indirectamente en el componente financiero (con una posibilidad baja de ocurrencia), ya que se puede reducir la producción.
- La ocurrencia de inundaciones por incremento de la precipitación en la cuenca alta del río Guayuriba puede alterar la infraestructura vial afectando directamente el componente de transporte y los procesos de comercialización. En caso de que esta amenaza se materialice, el componente financiero se podría afectar indirectamente, debido al impacto en las ventas. La posibilidad de ocurrencia se ha calificado como baja.
- En la zona de estudio no son plausibles los fenómenos de remoción en masa, pero en la vía Bogotá Villavicencio y la vía alterna se presentan estos fenómenos que afectan el transporte del material que se comercializa (componente de transporte y comercialización). Esta situación puede afectar indirectamente el componente financiero ya que podrían disminuir las ventas. La posibilidad de ocurrencia se ha calificado como media.
- En caso de que se presente una sequía en el área de estudio, existe el riesgo de incumplir los estándares de la normativa ambiental relacionada con control de material particulado, lo que produciría una amenaza directa para el componente de gestión ambiental. Esta situación puede afectar indirectamente el componente financiero por el pago de posibles sanciones o la generación de mayores costos para el control del material particulado. La posibilidad de ocurrencia se ha calificado como baja.
- Los fenómenos de inundación y avenidas torrenciales generan afectaciones en el componente de entorno social y ambiental, específicamente en la infraestructura vial (puentes y vías), predios vecinos, cultivos y ganadería. Al considerar las afectaciones sobre la infraestructura vial, se podría evidenciar una afectación del componente financiero del subsector de materiales de construcción, debido a la suspensión de los procesos de transporte y comercialización. La posibilidad de ocurrencia se ha calificado como media en el caso de inundaciones y baja para avenidas torrenciales.

3.2.1.3.2 Componente recursos humanos

No se consideran amenazas indirectas sobre este componente

3.2.1.3.3 Componente de la cadena de suministros

- Los fenómenos de inundación y avenidas torrenciales generan afectaciones en el componente de entorno social y ambiental, específicamente en la infraestructura vial (puentes y vías), predios vecinos, cultivos y ganadería. Al considerar las afectaciones sobre la infraestructura vial, se podría evidenciar la afectación del componente de la cadena de suministros. La posibilidad de ocurrencia se ha calificado como media en el caso de inundaciones y baja para avenidas torrenciales.

3.2.1.3.4 Componente extractivo

- La ocurrencia de inundaciones por incremento de la precipitación en la cuenca alta del río Guayuriba puede alterar la infraestructura vial y afectar directamente el componente cadena de suministros, e indirectamente el componente extractivo, en el caso de que se suspendan temporalmente sus actividades por falta de insumos, maquinaria, piezas de repuesto, etc. La posibilidad de ocurrencia es baja.
- En la zona de estudio no son plausibles los fenómenos de remoción en masa, pero, en la vía Bogotá Villavicencio y la vía alterna se presentan estos fenómenos que pueden afectar la cadena de suministro. Esta afectación podría producir la suspensión de actividades extractivas por falta de insumos, maquinaria, piezas de repuesto, etc. La posibilidad de ocurrencia es media.

3.2.1.3.5 Componente de beneficio

- La ocurrencia de inundaciones por incremento de la precipitación en la cuenca alta del río Guayuriba puede alterar la infraestructura afectando directamente el componente cadena de suministros, e indirectamente el componente de beneficio, en caso de que se suspenda temporalmente la actividad por falta de insumos, maquinaria, piezas de repuesto, etc. La posibilidad de ocurrencia es baja.
- En la zona de estudio no son plausibles los fenómenos de remoción en masa, pero, en la vía Bogotá Villavicencio y en la vía alterna se presentan estos fenómenos que afectan la cadena de suministro. Esta afectación podría representar la suspensión de las actividades de beneficio por falta de insumos, maquinaria, piezas de repuesto, etc. La posibilidad de ocurrencia es media.
- La ocurrencia de inundaciones que afecten directamente el componente extractivo puede obligar a un cierre parcial de las labores extractivas, lo que implica una posibilidad media de afectar indirectamente el componente de beneficio, en caso de no tener material disponible en los patios de acopio o proveniente directamente del área de explotación.
- En los casos en los que se prevé la ocurrencia de sequías se detecta una amenaza directa para el componente extractivo por posibles reducciones de la producción para garantizar el cumplimiento de las normas ambientales. Esta situación sugiere una afectación

indirecta al componente de beneficio con posibilidad baja de ocurrencia, en caso de no tener material disponible en los patios de acopio o que provenga directamente del área de explotación.

- Para el componente de almacenamiento temporal es posible que se presenten afectaciones directas por eventos de inundación que obliguen a cerrar temporalmente los patios de acopio, adicionalmente, por la ocurrencia de eventos de sequía puede reducirse el acopio de material para garantizar el cumplimiento de las normas ambientales de calidad de aire. Dado lo anterior, se podría impactar la actividad de beneficio por falta de material para procesar. En los dos casos la posibilidad de ocurrencia es baja.

3.2.1.3.6 Componente almacenamiento temporal

No se consideran amenazas indirectas sobre este componente

3.2.1.3.7 Componente de transporte y comercialización

- La ocurrencia de inundaciones por incremento de la precipitación en la cuenca alta del río Guayuriba puede alterar la infraestructura vial o las infraestructuras de suministro de combustibles afectando directamente el componente de la cadena de suministro. Esta afectación puede representar la suspensión temporal de las labores productivas e impactar el componente de comercialización, no obstante, la posibilidad de ocurrencia es baja.
- En la zona de estudio no son plausibles los fenómenos de remoción en masa, pero en la vía Bogotá Villavicencio y la vía alterna se presentan estos fenómenos que afectan directamente el componente de cadena de suministro, esta afectación representa una posibilidad media de impactar indirectamente el componente de transporte y comercialización, como consecuencia de la suspensión temporal de algunas actividades productivas.
- La ocurrencia de inundaciones que afecten directamente el componente extractivo obligando a que se dé un cierre parcial de sus labores, implica una posibilidad baja de que se afecte indirectamente el componente de transporte y comercialización dada la consecuente reducción en la producción.
- En los casos en los que se prevé la ocurrencia de sequías se detecta una amenaza directa para el componente extractivo por posibles reducciones de la producción para garantizar el cumplimiento de las normas ambientales de calidad de aire. Esta situación sugiere una afectación indirecta al componente de transporte y comercialización ya que se podrían suspender temporalmente sus actividades por la posible reducción de la producción. La posibilidad de ocurrencia es baja.
- Para el componente de almacenamiento temporal es posible que se presenten afectaciones directas por eventos de inundación que obliguen a cerrar temporalmente los patios de acopio, adicionalmente, por la ocurrencia de eventos de sequía es posible

que se reduzca el acopio de material para garantizar el cumplimiento de las normas ambientales. Dado lo anterior, existe la posibilidad de que se reduzca la producción de agregados pétreos y, en consecuencia, se pueden reducir también las actividades del componente de transporte y comercialización. En los dos casos la posibilidad de ocurrencia es baja.

- Los eventos de sequía podrían causar aumento de las emisiones de material particulado causando un efecto directo sobre el componente de beneficio por reducción en los procesos de lavado. Esta situación puede repercutir indirectamente en el componente de transporte y comercialización (con una posibilidad baja de ocurrencia) ya que se puede reducir la producción al afectarse el proceso de beneficio.
- Los fenómenos de inundación y avenidas torrenciales generan afectaciones en el componente de entorno social y ambiental, específicamente en la infraestructura vial (puentes y vías), predios vecinos, cultivos y ganadería. Al considerar las afectaciones sobre la infraestructura vial, se podría afectar el componente transporte y comercialización del subsector de materiales de construcción. La posibilidad de ocurrencia se ha calificado como media en el caso de inundaciones y baja para avenidas torrenciales.

3.2.1.3.8 Componente de gestión ambiental

- La ocurrencia de inundaciones por incremento de la precipitación en la cuenca alta del río Guayuriba puede alterar la infraestructura vial o las infraestructuras de suministro de combustibles lo que afecta directamente el componente de la cadena de suministro. Esta afectación puede representar la suspensión de actividades de gestión ambiental (componente de gestión ambiental) por falta de insumos, personal contratista, etc., aunque, la posibilidad de ocurrencia es baja.
- En la zona de estudio no son plausibles los fenómenos de remoción en masa, pero en la vía Bogotá Villavicencio y la vía alterna se presentan estos fenómenos que afectan directamente el componente de cadena de suministro. Esta afectación representa una posibilidad media de que se afecte indirectamente el componente de gestión ambiental debido a la falta de insumos, personal contratista, etc.
- Los fenómenos de inundación y avenidas torrenciales generan afectaciones en el componente de entorno social y ambiental, específicamente en la infraestructura vial (puentes y vías), predios vecinos, cultivos y ganadería. Al considerar las afectaciones sobre la infraestructura vial, se podría afectar el componente de gestión ambiental pues la afectación de las vías supone a su vez afectación sobre la cadena de suministro y esto podría representar la suspensión de actividades de gestión ambiental por falta de insumos, personal contratista, etc. La posibilidad de ocurrencia se ha como media en el caso de inundaciones y baja para avenidas torrenciales.

3.2.1.3.9 Componente de cierre minero

No se consideran amenazas directas o indirectas sobre este componente.

3.2.1.3.10 Componente entorno ambiental y social

- El componente de recursos humanos se puede afectar directamente por una mayor emisión de material particulado en épocas de sequía, esta situación podría ocasionar conflictos con las comunidades vecinas que forman parte del componente de entorno ambiental y social. La posibilidad de ocurrencia se ha calificado como baja.
- La ocurrencia de inundaciones que afecten directamente el componente extractivo obligando a que se dé un cierre parcial de las labores extractivas, implica una posibilidad media de que se afecte indirectamente el componente de entorno ambiental y social pues ante la suspensión parcial de las operaciones, podría disminuir el nivel de ingresos del personal o dejarlos sin empleo. Adicionalmente, la disminución de la producción por un eventual cierre parcial se traduciría en una disminución de regalías para los municipios de la región.
- En los casos en los que se prevé la ocurrencia de sequías se detecta una amenaza directa para el componente extractivo por posibles reducciones de la producción para garantizar el cumplimiento de las normas ambientales de calidad de aire. Esta situación sugiere una afectación indirecta al componente de entorno ambiental y social con posibilidad baja de ocurrencia, ya que la disminución de la producción se traduciría en una disminución de regalías para los municipios de la región.

3.2.1.4 Valoración de las amenazas directas e indirectas

En los pasos anteriores se identificaron los subeventos de cambio climático y variabilidad climática que pueden ocurrir en el área de estudio Acacías – Villavicencio (por ejemplo, inundaciones, sequías, avenidas torrenciales, incendios forestales, etc.). Asimismo, se establecieron los escenarios prospectivos para cada uno de esos subeventos. Dichos escenarios se construyeron a partir del cruce de la información cartográfica del comportamiento que cada subevento tiene en el área de estudio (información proveniente de fuentes oficiales como los planes de ordenamiento y manejo de cuencas, entre otros), con la información cartográfica de las proyecciones de temperatura y precipitación que presenta la TCNCC del IDEAM. Como resultado del ejercicio anterior, se obtuvieron mapas que presentan el posible comportamiento futuro de cada uno de los subeventos de cambio y variabilidad climática.

Posteriormente, se analizó cada componente de la cadena de valor a la luz de los escenarios prospectivos, para determinar la posibilidad de ocurrencia de las amenazas directas e indirectas que los subeventos de cambio climático y variabilidad climática pueden desencadenar en el sistema minero. Las amenazas directas son las que se pueden manifestar sobre los diferentes componentes de la cadena de valor en caso de ocurrir alguno o varios de los subeventos analizados; mientras, las amenazas indirectas se manifiestan cuando una amenaza directa a un componente del sistema minero genera una amenaza sobre otro componente.

Ahora bien, para obtener la valoración final de las amenazas directas e indirectas, se pondera el grado de posibilidad con el potencial de daño. El grado de posibilidad se obtiene de las calificaciones de posibilidad de ocurrencia que se han efectuado anteriormente (anexo 2 – 1 matriz: Amenazas Val Pos) y el potencial de daño se califica mediante el uso de la matriz Amenazas Val Daño del anexo 2 – 1.

Finalmente, se obtiene una cualificación de la gravedad de cada una de las amenazas directas e indirectas identificadas para los componentes de la cadena de valor del subsector de materiales de construcción. En el detalle del análisis se presenta en el anexo 2-1 matriz Amenazas Val Gravedad.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en forma de cadena de amenazas, es decir, por cada suceso considerado se presenta, en primer lugar, la respectiva amenaza directa y luego se presentan las amenazas indirectas derivadas.

- **1ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: inundaciones por el incremento de precipitaciones, componente administrativo y financiero**

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran inundaciones por el incremento de precipitaciones en la cuenca alta del río Guayuriba sugiere que se pueden suspender temporalmente las actividades extractivas. Esta situación tiene una baja posibilidad de afectación sobre las finanzas de la empresa y, asimismo, posee un potencial medio de dañar el componente administrativo y financiero; en síntesis, se produce una amenaza secundaria para el sistema minero.

- **2ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: sequía por la disminución de precipitaciones o el incremento de temperatura, componente administrativo y financiero**

Amenaza directa. La disminución de las precipitaciones o el aumento de temperatura posibilitan la ocurrencia de sequías en el área de estudio y, en consecuencia, se podrían suspender temporalmente las actividades extractivas. Esta situación tiene una baja posibilidad de afectación sobre las finanzas de la empresa y, asimismo, posee un potencial medio de dañar el componente administrativo y financiero; en síntesis, constituye una amenaza secundaria para el sistema minero.

- 3ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: inundaciones por el incremento de precipitaciones, componente recursos humanos

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran inundaciones por el incremento de precipitaciones en la cuenca alta del río Guayuriba sugiere que pueden ocurrir accidentes. Esta situación implica una baja posibilidad de afectación de la fuerza laboral de las operaciones mineras y, asimismo, un potencial medio de daño del componente de recursos humanos; en síntesis, constituye una amenaza secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación al componente de recursos humanos por efecto de las inundaciones implica una baja posibilidad de afectación al componente administrativo y financiero por incurrir en costos adicionales por cubrimiento de incapacidades y demandas laborales, reentrenamientos y demás costos asociados al personal que puede afectarse. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

- 4ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: sequía por la disminución de precipitaciones o el incremento de temperatura, componente recursos humanos

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran sequías por disminución de las precipitaciones o aumento de temperatura en el área de estudio sugiere que se pueden ocasionar enfermedades a los trabajadores de las operaciones mineras por el aumento de emisiones de material particulado. Esta situación representa una baja posibilidad de afectar la fuerza laboral y, asimismo, posee un potencial medio de dañar el componente de recursos humanos; en resumen, constituye una amenaza secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación al componente de recursos humanos por efecto de las sequías sugiere una baja posibilidad de afectación al componente administrativo y financiero por incurrir en costos adicionales por cubrimiento de incapacidades y demandas laborales, reentrenamientos y demás costos asociados con el personal que puede afectarse. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de que se afecte el componente de recursos humanos, por efecto de las sequías, sugiere una posibilidad baja de afectación al componente de entorno social y ambiental, pues si el personal de las operaciones mineras adquiere enfermedades relacionadas con las emisiones de material particulado, se podrían generar conflictos con la comunidad. Esta situación constituye un potencial de daño bajo y, en síntesis, una amenaza secundaria para el sistema minero.

- 5ª Cadena de amenazas Amenaza directa: inundaciones por el incremento de precipitaciones, componente cadena de suministro

<p>Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran inundaciones, por incremento de precipitaciones en la cuenca alta del río Guayuriba, sugiere que se puede afectar la infraestructura vial o de suministro de combustibles. Esta situación representa una baja posibilidad de afectar el transporte, que es primordial para la cadena de suministro, y el abastecimiento de combustible. De acuerdo con lo anterior, las inundaciones tienen un potencial medio de dañar el componente de cadena de suministro y, por lo tanto, de constituirse en una amenaza secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la cadena de suministro por efecto de las inundaciones que afecten la infraestructura vial podría representar la suspensión temporal de actividades productivas por falta de insumos, maquinaria, piezas de repuesto, etc. En ese sentido, hay una baja posibilidad de afectar el componente administrativo y financiero. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la cadena de suministro por efecto de las inundaciones que afecten la infraestructura vial podría representar la suspensión temporal de actividades extractivas por falta de insumos, personal contratista, etc.; en otras palabras, hay una baja posibilidad de afectar el componente extractivo. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la cadena de suministro por efecto de las inundaciones que afecten la infraestructura vial podría representar la suspensión temporal del proceso de beneficio por falta de insumos, piezas de repuesto, etc.; así, hay una baja posibilidad de afectar el componente de beneficio. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La afectación de la cadena de suministro podría representar la suspensión temporal de actividades productivas y, asimismo, retrasar el proceso de comercialización; en este sentido, hay una baja posibilidad de afectar el componente de transporte y comercialización. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la cadena de suministro por efecto de las inundaciones que afecten la infraestructura vial podría representar la suspensión temporal de actividades de gestión ambiental por falta de insumos, personal contratista, etc.; es decir, hay una baja posibilidad de afectar el componente de gestión ambiental. El potencial de daño calculado es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>

- 6ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: fenómenos de remoción en masa por incremento de la precipitación, componente cadena de suministro

Amenaza directa. En la zona de estudio no son plausibles los fenómenos de remoción en masa; sin embargo, la posibilidad de que ocurra este suceso en la vía Bogotá Villavicencio y en la vía alterna sugiere que se pueden afectar las dinámicas de transporte en la zona, con una alta posibilidad de ocurrencia. Esta situación representa un alto potencial de daño para el componente de cadena de suministros y, en síntesis, constituye una amenaza grave para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la cadena de suministro por efecto de los fenómenos de remoción en masa que afecten la infraestructura vial podría representar la suspensión temporal de actividades productivas por falta de insumos, maquinaria, piezas de repuesto, etc.; en este sentido, hay una posibilidad media de afectar el componente administrativo y financiero. El potencial de daño calculado es alto y, por lo tanto, la amenaza es grave para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la cadena de suministro por efecto de los fenómenos de remoción en masa que afecten la infraestructura vial podría representar la suspensión temporal de actividades extractivas por falta de insumos, personal contratista, etc., lo que se traduce en una posibilidad media de afectar el componente extractivo. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es relevante para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la cadena de suministro por efecto de los fenómenos de remoción en masa que afecten la infraestructura vial podría representar la suspensión temporal del proceso de beneficio por falta de insumos, piezas de repuesto, etc.; en ese sentido, hay una posibilidad media de afectar el componente de beneficio. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es relevante para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La afectación de la cadena de suministro podría representar la suspensión temporal de actividades productivas y así mismo retrasar el proceso de comercialización; en ese sentido, hay una posibilidad media de afectar el componente de transporte y comercialización. El potencial de daño calculado es alto y, por lo tanto, la amenaza es grave para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la cadena de suministro por efecto de los fenómenos de remoción en masa que afecten la infraestructura vial podría representar la suspensión temporal de actividades de gestión ambiental por falta de insumos, personal contratista, etc.; en ese sentido, hay una posibilidad media de afectar el componente de gestión ambiental. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es relevante para el sistema minero.

- 7ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: inundaciones por el incremento de precipitaciones, componente extractivo

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran inundaciones por el incremento de precipitaciones en la cuenca alta del río Guayuriba sugiere que hay una posibilidad media de suspender temporalmente las actividades de minado. Esta situación representa un potencial alto de dañar el componente extractivo constituyendo, en síntesis, una amenaza grave para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de que se presente un cierre parcial de las labores extractivas por efecto de las inundaciones en las áreas de explotación podría representar una posibilidad media de que afectar el componente administrativo y financiero. Lo anterior, debido a que se puede comprometer la producción de los materiales vendibles. El potencial de daño calculado es alto y, por lo tanto, la amenaza es grave para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La ocurrencia de inundaciones que afecten el componente extractivo sugiere una posibilidad media de afectación al componente de beneficio por la reducción en la disponibilidad de materiales que ingresarían al respectivo proceso. El potencial de daño calculado es alto y, por lo tanto, el suceso constituye una amenaza grave para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La afectación de las actividades extractivas podría retrasar el proceso de producción y consecuentemente el proceso de comercialización; en ese sentido, hay una posibilidad baja de afectar el componente de transporte y comercialización. El potencial de daño calculado es alto y, por lo tanto, la amenaza es relevante para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La afectación del componente extractivo sugiere que se podría suspender parcialmente la operación minera, lo cual podría disminuir el nivel de ingresos del personal o podría representar la pérdida de empleo, generando conflictos con la comunidad. Esta situación representa una posibilidad media de afectar el componente de entorno social y ambiental. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es relevante para el sistema minero.

- 8ª Cadena de amenazas **Amenaza directa: sequía por la disminución de precipitaciones o el incremento de temperatura, componente extractivo**

<p>Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran sequías, por la disminución de las precipitaciones o el aumento de temperatura en el área de estudio, sugiere que se puede reducir la producción para garantizar el cumplimiento de las normas ambientales relacionadas con la calidad del aire. Esta situación representa una baja posibilidad de afectar las labores de minería y, asimismo, un potencial medio de dañar el componente extractivo; es decir, se constituye una amenaza secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La posibilidad de que se reduzca la producción de materiales vendibles por efecto de las sequías, para garantizar el cumplimiento de las normas ambientales relacionadas con calidad de aire, podría representar una posibilidad baja de afectar el componente administrativo y financiero. El potencial de daño calculado es medio y, por tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La posibilidad de que se afecte el componente extractivo sugiere una baja posibilidad de afectar al componente de beneficio por la reducción en la disponibilidad de materiales que ingresarán al respectivo proceso. El potencial de daño es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La afectación de las actividades extractivas podría retrasar el proceso de producción y consecuentemente el proceso de comercialización; en ese sentido, hay una posibilidad baja de afectar el componente de transporte y comercialización. El potencial de daño calculado es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La posibilidad de afectar el componente extractivo sugiere que se puede suspender parcialmente la operación y, así, podría disminuir el nivel de ingresos de los municipios por regalías. Esta situación representa una baja posibilidad de afectar el componente de entorno social y ambiental. El potencial de daño calculado es bajo y, en ese sentido, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>

- 9ª Cadena de amenazas Amenaza directa: inundaciones por el incremento de precipitaciones, componente almacenamiento temporal

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran inundaciones por el incremento de precipitaciones en la cuenca alta del río Guayuriba sugiere que hay una posibilidad media de que se suspenda temporalmente el acopio del material que proviene de la explotación. Esta situación representa un potencial medio de dañar el componente de almacenamiento temporal constituyendo, en síntesis, una amenaza relevante para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de que se cierren temporalmente los patios de acopio por efecto de las inundaciones podría representar una posibilidad media de que se afecte el componente administrativo y financiero debido a que se podría reducir la producción del material vendible. El potencial de daño es medio y, por lo tanto, la amenaza es relevante para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La afectación del componente de almacenamiento temporal por efecto de las inundaciones sugiere una baja posibilidad de afectación al componente de beneficio por la reducción en la disponibilidad de materiales que ingresarán al respectivo proceso. El potencial de daño calculado es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La disminución de material en los patios de acopio podría retrasar el proceso de producción y consecuentemente el proceso de comercialización; en ese sentido, hay una posibilidad baja de afectar el componente de transporte y comercialización. El potencial de daño calculado es bajo y, por tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

- 10ª Cadena de amenazas Amenaza directa: sequía por la disminución de precipitaciones o el incremento de temperatura, componente almacenamiento temporal

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran sequías, por la disminución de las precipitaciones o el aumento de temperatura en el área de estudio, sugiere que se puede reducir el acopio de material para garantizar el cumplimiento de las normas ambientales. Esta situación tiene una baja posibilidad de afectar las labores del componente de almacenamiento temporal y, asimismo, un potencial bajo de dañar dicho componente; en síntesis, representa una amenaza secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de que se reduzca la cantidad de material dispuesto en los patios de acopio por efecto de las sequías, para garantizar el cumplimiento de la normativa de calidad de aire, podría representar una posibilidad baja de que se afecte el componente administrativo y financiero debido a que se podría reducir la producción del material vendible. El potencial de daño es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La afectación del componente de almacenamiento temporal por efecto de las sequías sugiere una baja posibilidad de afectación al componente de beneficio por la reducción en la disponibilidad de materiales que ingresarán al respectivo proceso. El potencial de daño calculado es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La disminución de material en los patios de acopio podría retrasar el proceso de producción y consecuentemente el proceso de comercialización; en ese sentido, hay una posibilidad baja de afectar el componente de transporte y comercialización. El potencial de daño calculado es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

- 11ª Cadena de amenazas Amenaza directa: inundaciones por el incremento de precipitaciones, componente de beneficio

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran inundaciones por el incremento de precipitaciones en la cuenca alta del río Guayuriba sugiere que hay una posibilidad media de perder parte del material que ingresará al proceso de beneficio, cuando las áreas en las que se desarrolla esta actividad se ubican en las llanuras de inundación del río. Esta situación tiene un potencial medio de dañar el componente de beneficio constituyendo, en síntesis, una amenaza relevante para el sistema minero.

- **12ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: sequía por la disminución de precipitaciones o el incremento de temperatura, componente de beneficio**

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran sequías, por la disminución de las precipitaciones o el aumento de temperatura en el área de estudio, sugiere que se pueden reducir los procesos de lavado de material. Esta situación implica una baja posibilidad de afectar las labores del componente de beneficio y, asimismo, un potencial medio de dañar dicho componente; en síntesis, representa una amenaza secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de que se reduzcan los procesos de lavado por efecto de las sequías podría representar una baja posibilidad de que se afecte el componente administrativo y financiero debido a que esto podría afectar la producción del material vendible. El potencial de daño es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de que ocurran sequías, por la disminución de las precipitaciones o el aumento de temperatura en el área de estudio, sugiere que se pueden reducir los procesos de lavado de material. Esta situación implica una baja posibilidad de afectar las labores del componente de beneficio y, asimismo, un potencial medio de dañar dicho componente constituyendo, en síntesis, una amenaza secundaria para el sistema minero.

- **13ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: inundaciones por el incremento de precipitaciones, componente transporte y comercialización**

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran inundaciones por el incremento de precipitaciones en la cuenca alta del río Guayuriba sugiere que se puede afectar la infraestructura vial. Esta situación representa una baja posibilidad de afectar el transporte y en consecuencia los procesos de comercialización. De acuerdo con lo anterior, las inundaciones tienen un potencial medio de dañar el componente de transporte y comercialización lo que constituye, en síntesis, una amenaza secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la infraestructura vial por efecto de las inundaciones podría representar una baja posibilidad de afectar el componente administrativo y financiero, debido a que se afectarían las actividades de transporte y comercialización comprometiendo los ingresos de las operaciones mineras. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

- 14ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: fenómenos de remoción en masa por incremento de la precipitación, componente transporte y comercialización

Amenaza directa. En la zona de estudio no son plausibles los fenómenos de remoción en masa; sin embargo, la posibilidad de que ocurra este suceso en la vía Bogotá Villavicencio y en la vía alterna sugiere una alta posibilidad de afectar el transporte del material que se comercializa. Esta situación representa un alto potencial de daño para el componente de transporte y comercialización y, en síntesis, constituye una amenaza grave para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la infraestructura vial por efecto de los fenómenos de remoción en masa podría representar una posibilidad media de afectar el componente administrativo y financiero, debido a que se afectarían las actividades de transporte y comercialización comprometiendo los ingresos de las operaciones mineras. El potencial de daño calculado es alto y, por lo tanto, la amenaza es grave para el sistema minero.

- 15ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: sequía por la disminución de precipitaciones o el incremento de temperatura, componente gestión ambiental

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran sequías, por la disminución de las precipitaciones o el aumento de temperatura en el área de estudio, sugiere que se puede incumplir la normativa ambiental relacionada con calidad del aire. Esta situación representa una baja posibilidad de afectar el componente de gestión ambiental y, asimismo, un potencial bajo de dañar dicho componente constituyendo, en síntesis, una amenaza secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de que se incumpla la normativa ambiental por efecto de las emisiones de material particulado en época de sequía, podría representar una baja posibilidad de afectar el componente administrativo y financiero por pago de sanciones o mayores inversiones para el control de las emisiones. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

- 16ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: inundaciones por el incremento de precipitaciones, componente entorno social y ambiental

<p>Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran inundaciones, por el incremento de precipitaciones en la cuenca alta del río Guayuriba, sugiere que se pueden afectar la infraestructura vial, los predios vecinos, los cultivos y las áreas destinadas a ganadería. Mientras, el abastecimiento de agua también se podría afectar pero en menor proporción. Esta situación representa una posibilidad media de afectar el componente de entorno ambiental y social, y, asimismo, un potencial medio de dañar este componente constituyendo, en síntesis, una amenaza relevante.</p>
<p>Amenaza indirecta. La posibilidad de que se afecten las vías por efecto de las inundaciones que ocurren en el área de influencia podría representar una posibilidad media de afectación al componente administrativo financiero, debido a que se podrían suspender temporalmente las actividades de transporte y comercialización del material vendible. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es relevante para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La posibilidad de que se afecten las vías por efecto de las inundaciones que ocurren en el área de influencia podría representar una posibilidad media de afectación a la cadena de suministro, debido a que se podrían suspender temporalmente las actividades de transporte de los diferentes insumos, piezas de repuesto, contratistas, etc. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es relevante para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la infraestructura vial por efecto de las inundaciones podría representar la afectación de los procesos de transporte y comercialización; en ese sentido, hay una posibilidad media de afectar dicho componente. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es relevante para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la infraestructura vial por efecto de las inundaciones podría representar la afectación de la cadena de suministros y consecuentemente se podrían suspender temporalmente las actividades de gestión ambiental por falta de insumos, personal contratista, etc.; en ese sentido, hay una posibilidad media de afectar el componente de gestión ambiental. El potencial de daño calculado es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>

- 17ª Cadena de amenazas Amenaza directa: fenómenos de remoción en masa por incremento de la precipitación, componente entorno social y ambiental

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran procesos de remoción en masa, por el incremento de precipitaciones en la cuenca alta del río Guayuriba, sugiere que se puede afectar la prestación de servicios públicos. Esta situación representa una posibilidad baja de afectar el componente de entorno ambiental y social, y, asimismo, un potencial bajo de dañar este componente lo que constituye, en síntesis, una amenaza secundaria.

- 18ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: avenidas torrenciales por incremento de la precipitación, componente entorno social y ambiental

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran avenidas torrenciales en la cuenca del río Guayuriba sugiere que se pueden afectar la infraestructura vial, los predios vecinos, los cultivos y las áreas destinadas a ganadería. Mientras, el abastecimiento de agua también se podría afectar, aunque en menor proporción. Esta situación representa una posibilidad baja de afectar el componente de entorno ambiental y social y, asimismo, un potencial bajo de dañar este componente constituyendo, en síntesis, una amenaza secundaria.

Amenaza indirecta. La posibilidad de que se afecten las vías por efecto de las avenidas torrenciales que ocurran en el área de influencia podría representar una posibilidad baja de afectación al componente administrativo financiero, debido a que se podrían suspender temporalmente las actividades de transporte y comercialización del material vendible. El potencial de daño calculado es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de que se afecten las vías por efecto de las avenidas torrenciales que ocurren en el área de influencia podría representar una posibilidad baja de afectación a la cadena de suministro, debido a que se podrían suspender temporalmente las actividades de transporte de los diferentes insumos, piezas de repuesto, contratistas, etc. El potencial de daño calculado es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la infraestructura vial por efecto de las avenidas torrenciales podría representar la afectación de los procesos de transporte y comercialización; en ese sentido, hay una posibilidad baja de afectar dicho componente. El potencial de daño calculado es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la infraestructura vial por efecto de las avenidas torrenciales podría representar la afectación de la cadena de suministros y consecuentemente se podrían suspender temporalmente las actividades de gestión ambiental por falta de insumos, personal contratista, etc.; en ese sentido, hay una posibilidad baja de afectar el componente de gestión ambiental. El potencial de daño calculado es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

- **19ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: sequía por la disminución de precipitaciones o el incremento de temperatura, componente entorno social y ambiental**

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran sequías, por la disminución de las precipitaciones o el aumento de temperatura en el área de estudio, sugiere que se pueden afectar los procesos productivos agropecuarios y agroindustriales que requieran altos volúmenes de agua. Esto constituye una amenaza para las posibilidades de empleo de las comunidades y compromete sus fuentes de ingreso. Esta situación representa una baja posibilidad de afectar el componente de entorno ambiental y social, y, asimismo, un potencial bajo de dañar dicho componente; en síntesis, se produce una amenaza secundaria.

- **20ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: incendios forestales por la disminución de precipitaciones o el incremento de temperatura – componente entorno social y ambiental**

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran incendios forestales por la disminución de las precipitaciones o el aumento de temperatura en el área de estudio, sugiere que se pueden afectar los procesos productivos agropecuarios y agroindustriales, lo que constituye una amenaza para las posibilidades de empleo de las comunidades y compromete sus fuentes de ingreso. Esta situación representa una baja posibilidad de afectar el componente de entorno ambiental y social y, asimismo, un potencial bajo de dañar dicho componente, en síntesis, se genera una amenaza secundaria.

3.2.2 Cali – Yumbo

3.2.2.1 Estimación de subeventos derivados del cambio climático y la variabilidad climática

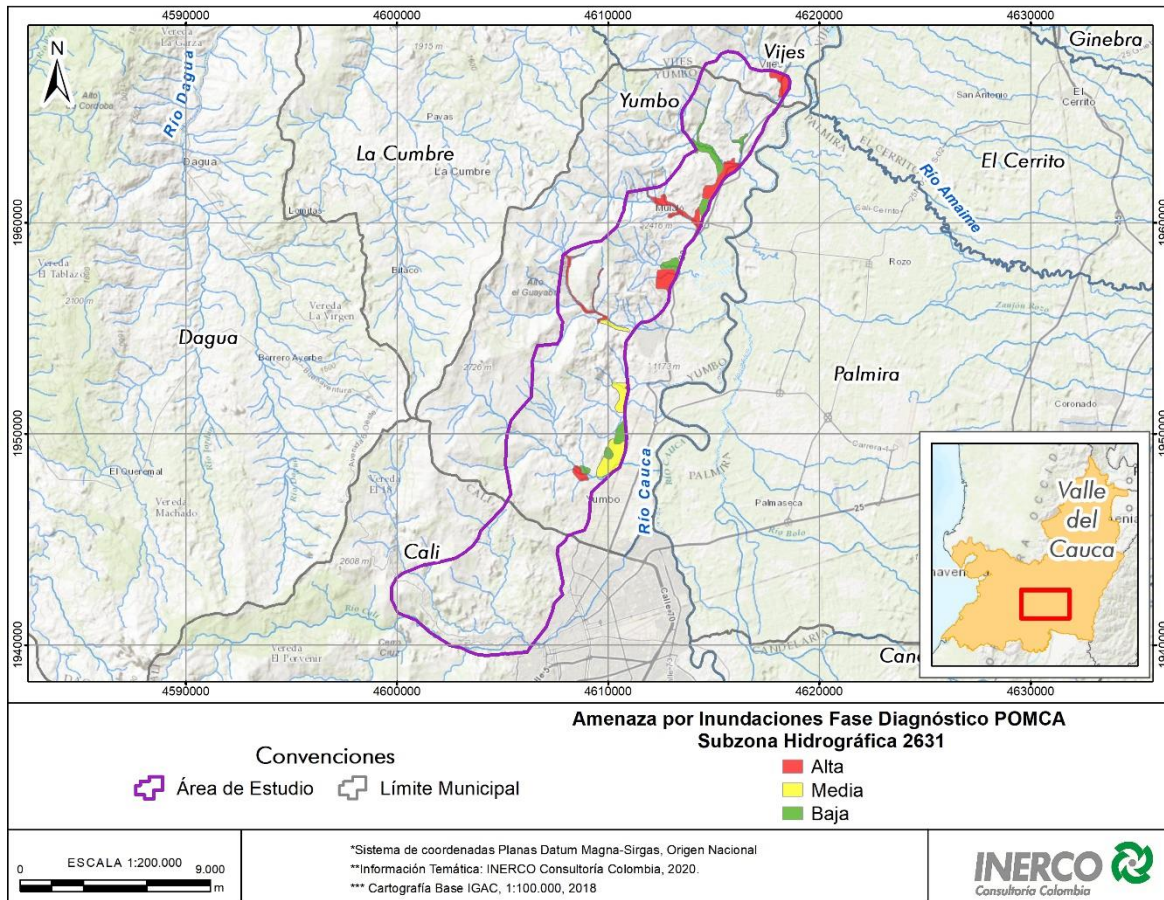
3.2.2.1.1 Inundaciones

El modelo de amenaza por inundaciones proviene del POMCA de la Subzona hidrográfica de los ríos Arroyohondo-Yumbo-Mulaló-Vijes-Yotoco-Mediacanoa-Piedras, en el cual se obtienen los polígonos de amenaza a escala 1:25.000 que se presentan en la siguiente figura. Para el área de estudio Cali-Yumbo, el 92,7 % no presenta amenaza, seguida por el 3,4 % en amenaza alta, el 1,9 % en amenaza baja y el 1,7 % en amenaza media.

De acuerdo con el POMCA, la amenaza alta por eventos de inundación predomina en la zona plana o de valle, resaltando la importancia e influencia del río Cauca, ya que los eventos históricos reportados en la zona plana son generados principalmente por esta fuente superficial o por la falla de diques de contención que evitan la anegación de zonas aledañas al río y que tradicionalmente se inundaban o por la respuesta del agua subsuperficial en su relación río – acuífero, afectando el desarrollo productivo asociados principalmente al sector agrícola, localizados en el valle geográfico del río Cauca.

Con respecto a la amenaza media y baja, estas se evidencian principalmente en la zona de montaña⁵⁸.

Figura 3-15. Amenaza por inundación área de estudio Cali -Yumbo



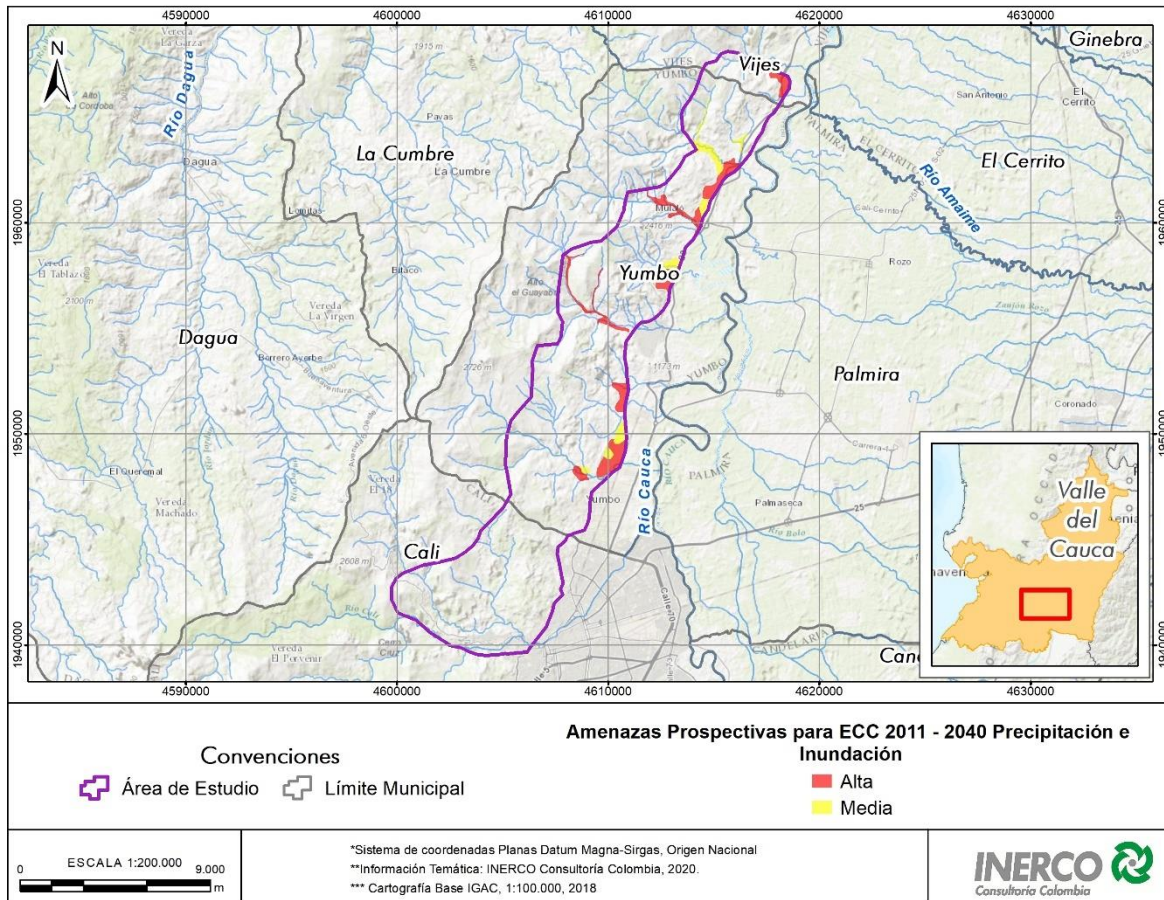
Fuente: CVC y Proagua⁵⁹. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

Considerando el aumento de precipitación en el escenario 2011-204 del IDEAM, se ha obtenido el modelo prospectivo presentado en la figura 3-16. En este modelo, el 93 % del área Cali-Yumbo no presenta amenaza, el 5,1 % se encontraría en zona de amenaza alta, mientras el 1,9 % restante lo estaría en amenaza media.

⁵⁸ PROAGUA-CVC. Fase de diagnóstico. POMCA Subzona hidrográfica 2631 Arroyohondo, Yumbo, Mulaló, Vijos, Yotoco, Mediacaño y Piedras [En línea] 2019. pp.175-179. [Citado el 2021-02-02]. Disponible en Internet: <<https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/2019-11/Fase%20de%20Diagn%C3%B3stico%20-%20Ejecutivo.pdf>>

⁵⁹ COLOMBIA. CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA (CVC) Y FUNDACIÓN PROAGUA. Pomca de la subzona hidrográfica 2631: Arroyohondo, Yumbo, Mulaló, Vijos, Yotoco, Mediacaño y Piedras. CONTRATO CVC Nro. 650 de 2017. Fase de diagnóstico informe ejecutivo. Cali: CVC y Proagua, 2019.

Figura 3-16. Escenario prospectivo 2011-2040 amenaza por inundación. Aumento de precipitación, área de estudio Cali-Yumbo

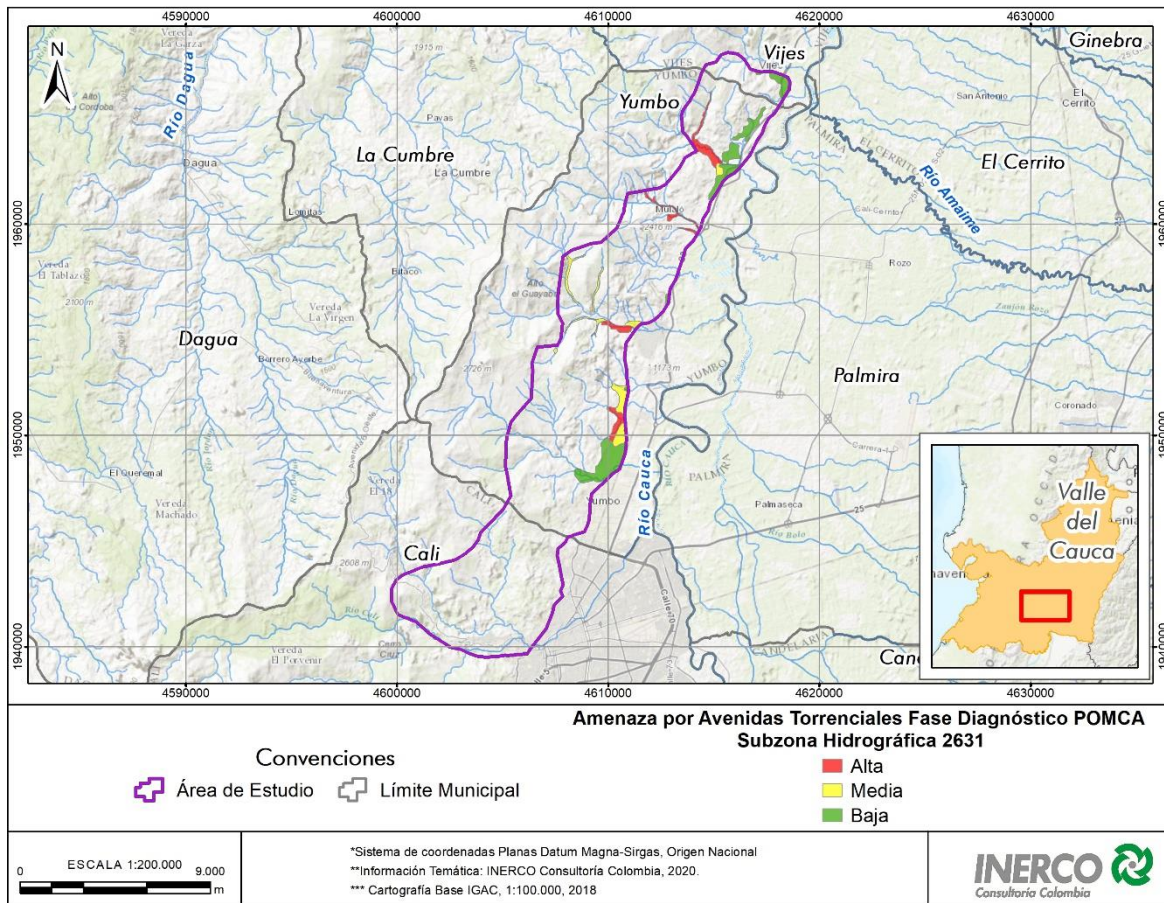


Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2020

3.2.2.1.2 Avenidas torrenciales (crecientes súbitas)

El modelo de amenaza por avenidas torrenciales proviene del POMCA de la Subzona hidrográfica de los ríos Arroyohondo-Yumbo-Mulaló-Vijes-Yotoco-Mediacanoa-Piedras, en el cual se obtienen los polígonos de amenaza a escala 1:25.000 que se presentan en la siguiente figura. Para el área de estudio Cali-Yumbo, el 92,7 % no presenta amenaza, seguida por el 3,8 % en amenaza baja, el 1,7 % en amenaza alta y el 1,6 % en amenaza media.

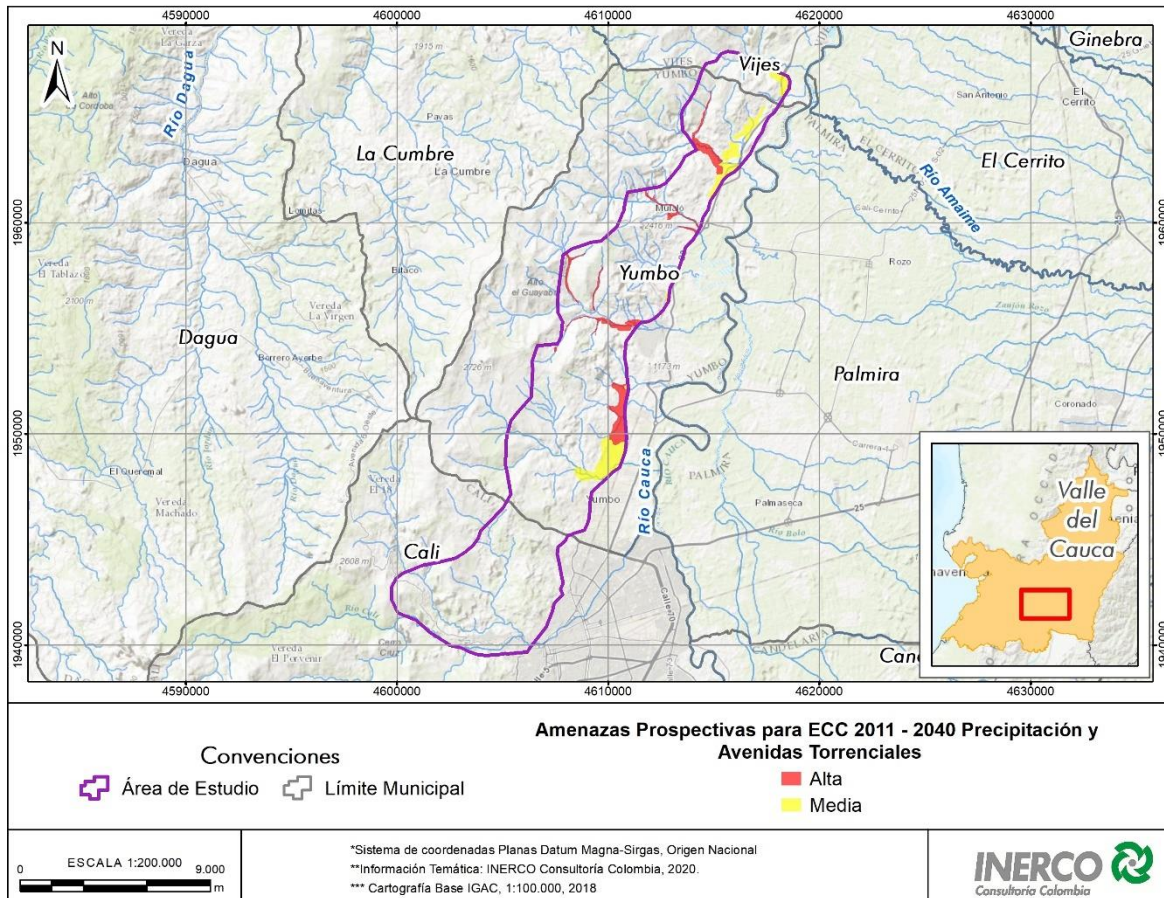
Figura 3-17. Amenaza por avenidas torrenciales área de estudio Cali - Yumbo



Fuente: CVC y Proagua. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

Considerando el aumento de precipitación en el escenario 2011-2040 del IDEAM, se ha obtenido el modelo prospectivo presentado en la figura 3-18. En este modelo, el 93 % del área Cali-Yumbo no presenta amenaza, el 3,8 % se encontraría en zona de amenaza media, mientras el 3,3 % restante lo estaría en amenaza alta.

Figura 3-18. Escenario prospectivo 2011-2040 amenaza por avenida torrencial. Aumento de precipitación, área de estudio Cali-Yumbo



Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2020

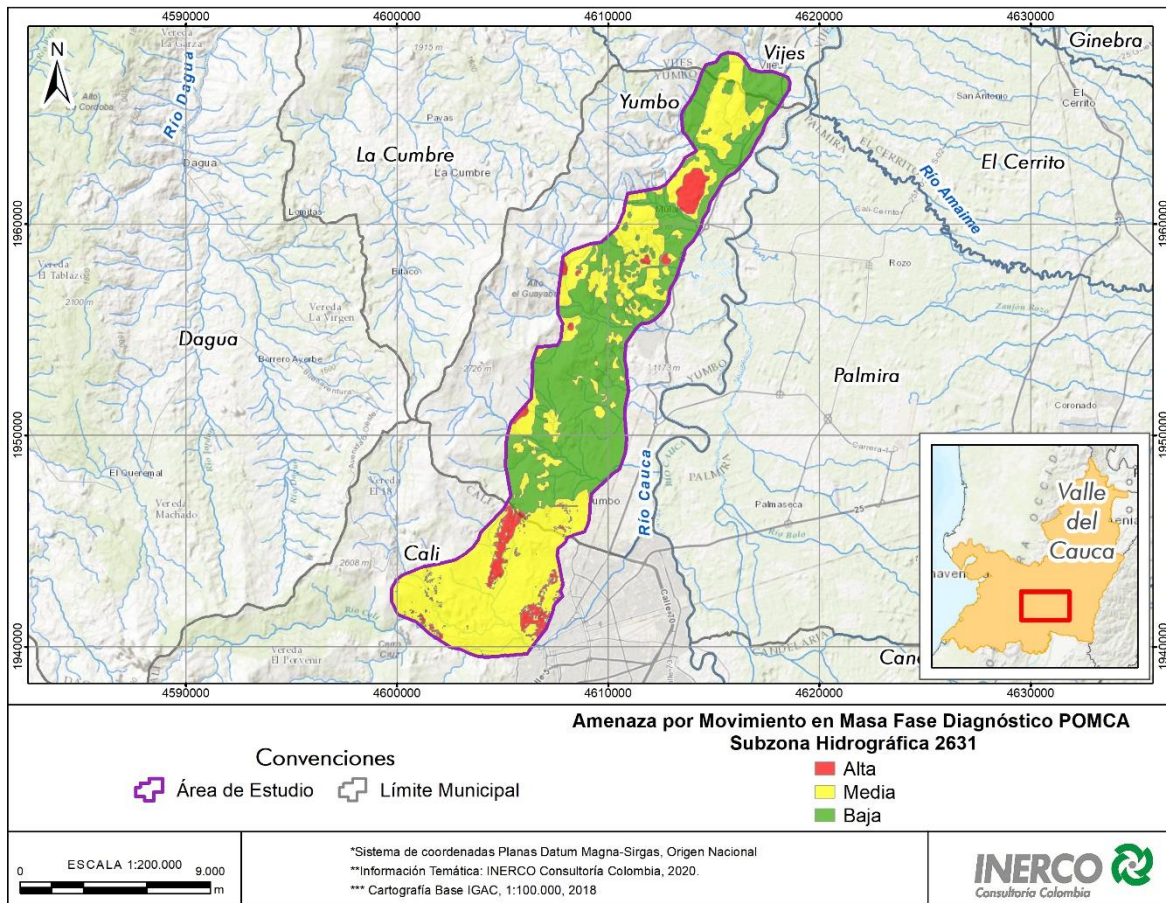
3.2.2.1.3 Fenómenos de remoción en masa

El modelo de amenaza por remoción en masa proviene del POMCA de la Subzona hidrográfica de los ríos Arroyohondo-Yumbo-Mulaló-Vijos-Yotoco-Mediacanoa-Piedras, en el cual se obtienen los polígonos de amenaza a escala 1:25.000 que se presentan en la siguiente figura. Para el área de estudio Cali-Yumbo, el 48,5 % presenta amenaza media, seguida por el 45,9 % en amenaza baja y el 5,6 % en amenaza alta.

Según el POMCA, algunos movimientos en masa de magnitud considerable se encuentran en la cuenca del río San Marcos y están asociados con la explotación minera a cielo abierto de calizas. Los deslizamientos se evidencian en la parte baja y están asociados principalmente a la construcción de las vías, mientras que las caídas y las reptaciones se presentan en la parte alta de las cuencas⁶⁰.

⁶⁰ Ibid., pp. 163-175

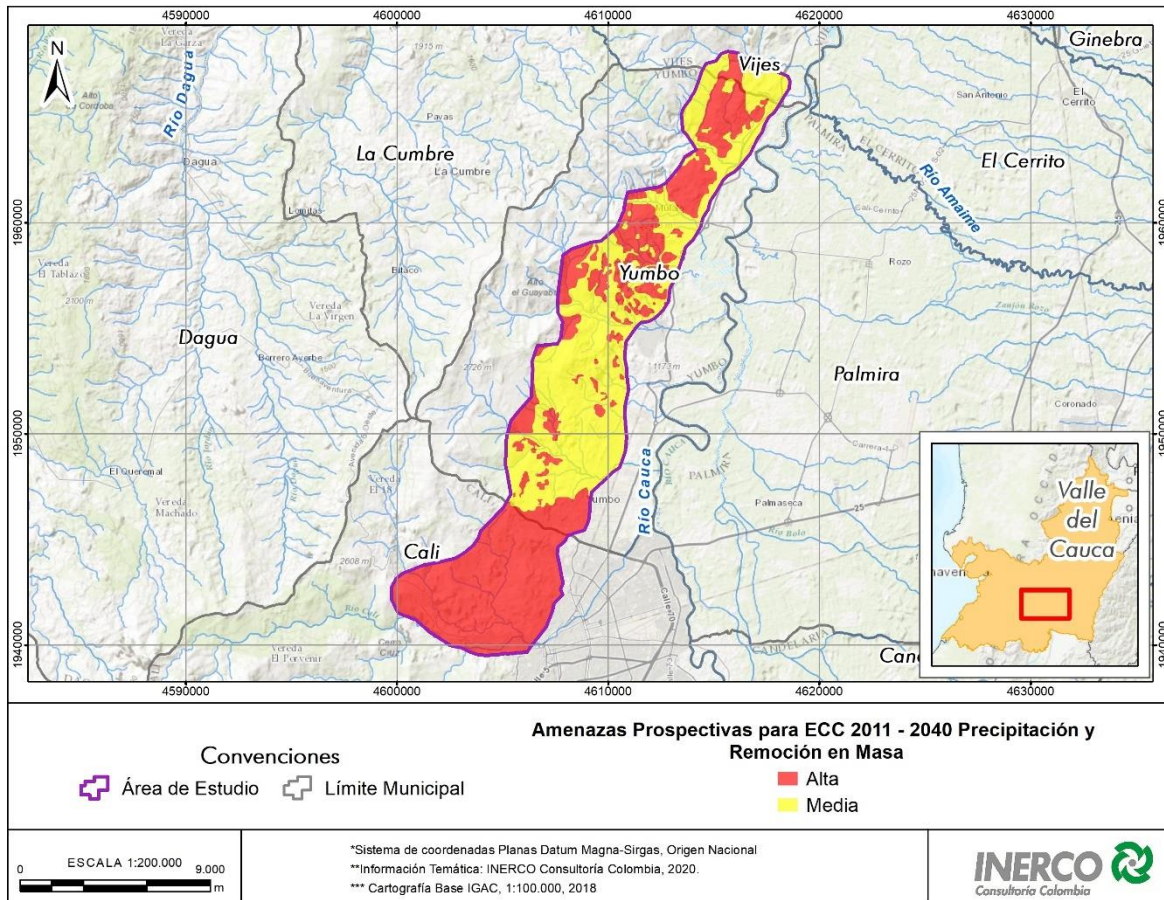
Figura 3-19. Amenaza por remoción en masa área de estudio Cali -Yumbo



Fuente: CVC y Proagua. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

Considerando el aumento de precipitación en el escenario 2011-2040 del IDEAM, se ha obtenido el modelo prospectivo presentado en la figura 3-20. En este modelo, el 54,1 % del área Cali-Yumbo presentaría amenaza alta, mientras el 45,9 % restante lo estaría en amenaza media.

Figura 3-20. Escenario prospectivo 2011-2040 amenaza por remoción en masa. Aumento de precipitación, área de estudio Cali-Yumbo



Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2020

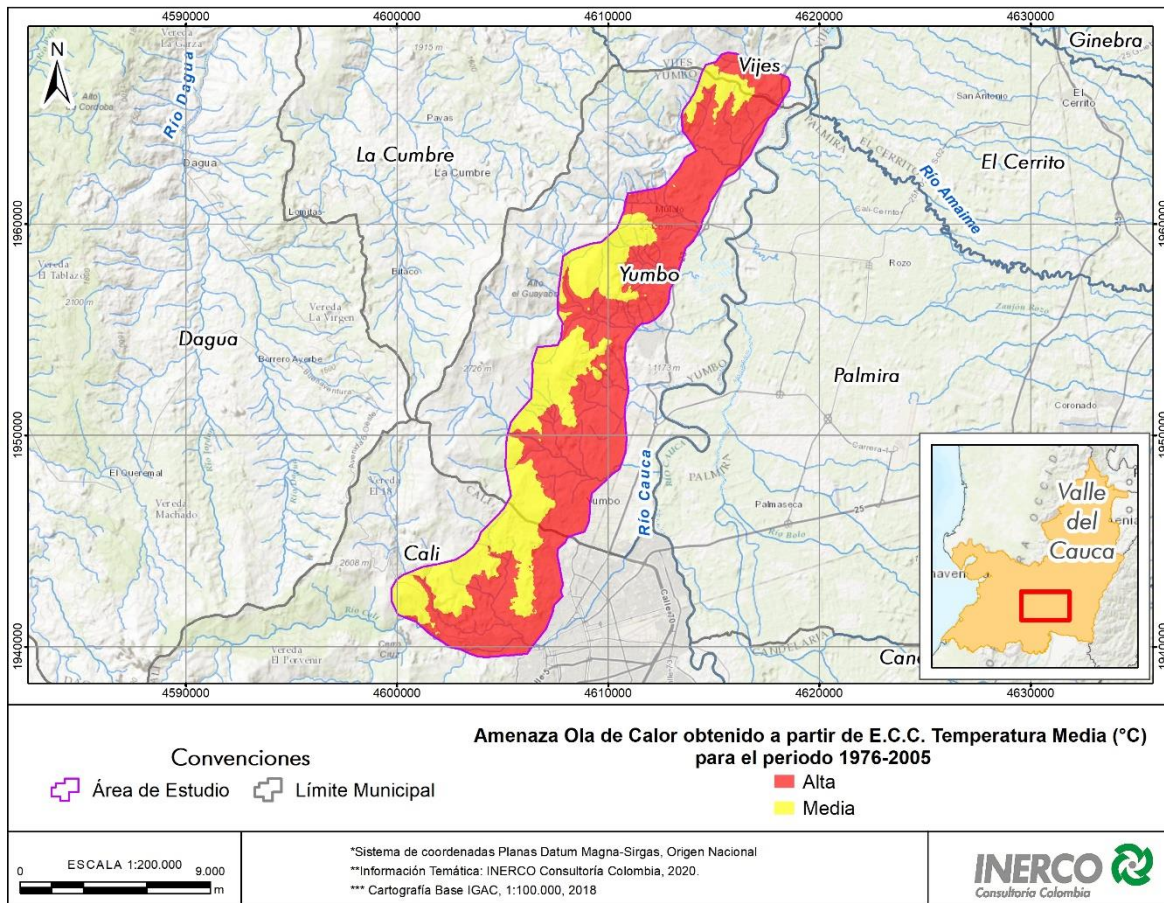
3.2.2.1.4 Olas de calor

La figura 3-21 presenta el mapa de amenaza por olas de calor obtenido para el área Cali - Yumbo, tomando como base la información del mapa de diferencia de temperatura 2011-2040 vs 1976-2005 del IDEAM. Para definir los niveles alto, medio y bajo de amenaza, se reclasificaron los rangos presentados por el IDEAM utilizando la siguiente fórmula: $(\text{temperatura máxima} - \text{temperatura mínima}) / 3$, el resultado obtenido se presenta a continuación:

- $< 3^{\circ}\text{C}$ - 13°C Baja
- $13,1^{\circ}\text{C}$ - 23°C Media
- $23,1^{\circ}\text{C}$ - 32°C Alta

De acuerdo con lo anterior, la calificación de la amenaza para el área de análisis se distribuye de la siguiente manera: 64,75 % del área presentaría amenaza alta, mientras el 35,25 % del área restante presentaría amenaza media.

Figura 3-21. Amenaza por olas de calor área de estudio Cali - Yumbo

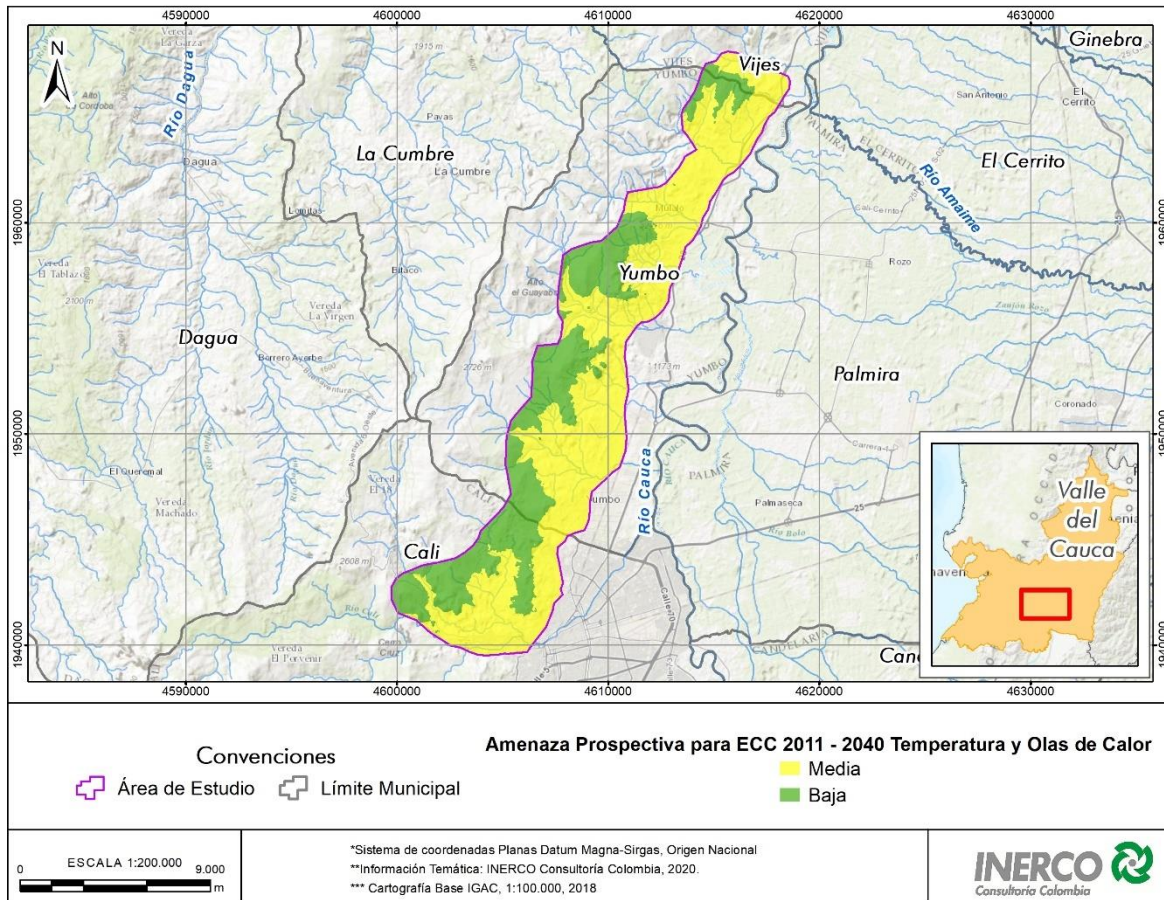


Fuente: IDEAM⁶¹. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020

Considerando el aumento de temperatura en el escenario 2011-2040, el comportamiento de la amenaza es el que se presenta en la figura 3-22 en la que se evidencia que el 64,75 % del área de estudio se encontraría en zona de amenaza media y el 35,25 % restante se ubica en zonas de baja amenaza.

⁶¹ COLOMBIA. IDEAM. Mapa de Escenario Temperatura media (°C) para el periodo 1976-2005. Bogotá: IDEAM, 2015.

Figura 3-22. Escenario prospectivo 2011-2040 amenaza por olas de calor. Aumento de temperatura, área de estudio Cali-Yumbo



Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2020

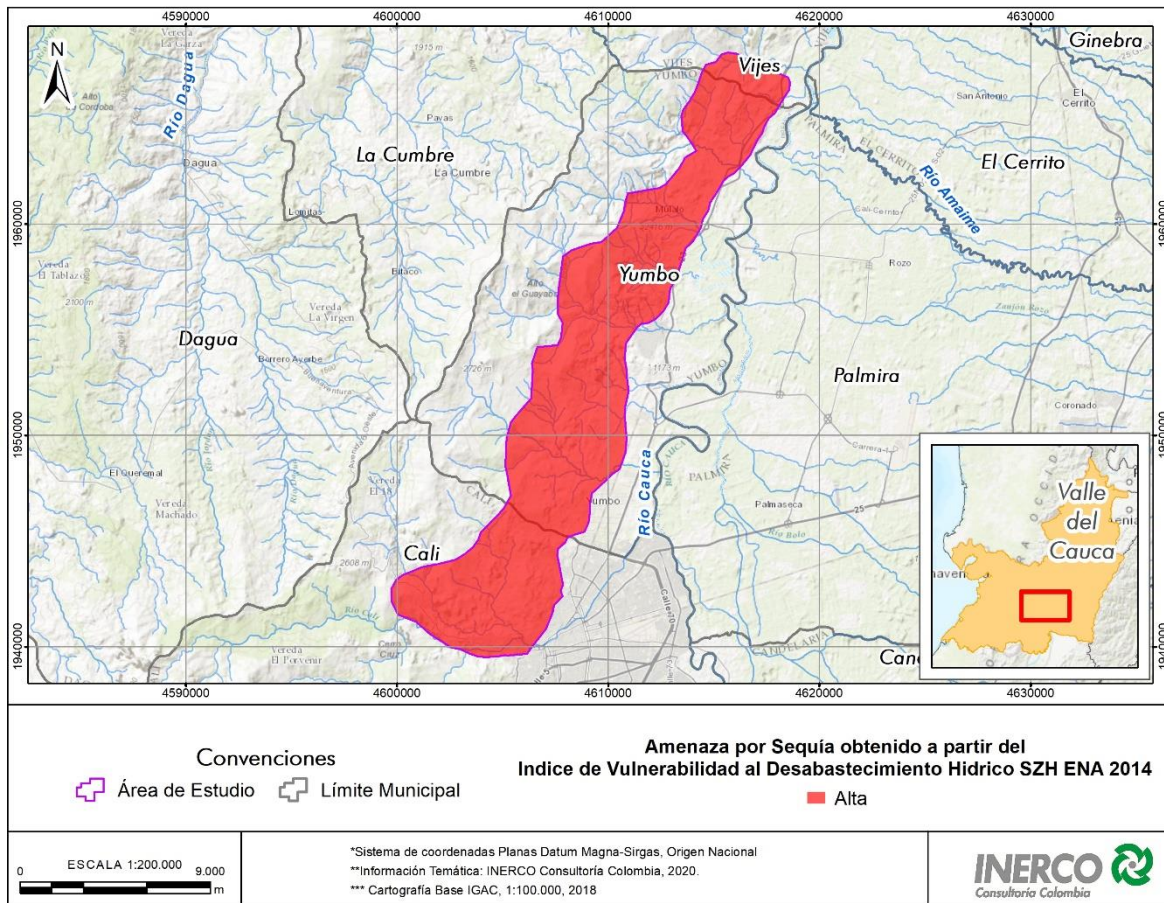
3.2.2.1.5 Sequías o déficit de lluvias

La figura 3-23 presenta el mapa de amenaza por sequía obtenido para el área Cali-Yumbo, tomando como base la información del mapa de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico del Estudio Nacional del Agua de 2014. Para definir los niveles alto, medio y bajo de amenaza, se reclasificaron los rangos del mapa de vulnerabilidad así:

- Vulnerabilidad muy alta y alta: amenaza alta
- Vulnerabilidad media: amenaza media
- Vulnerabilidad baja y muy baja: amenaza baja

De acuerdo con lo anterior, la calificación de la amenaza para toda el área de análisis es alta.

Figura 3-23. Amenaza por sequía área de estudio Cali - Yumbo

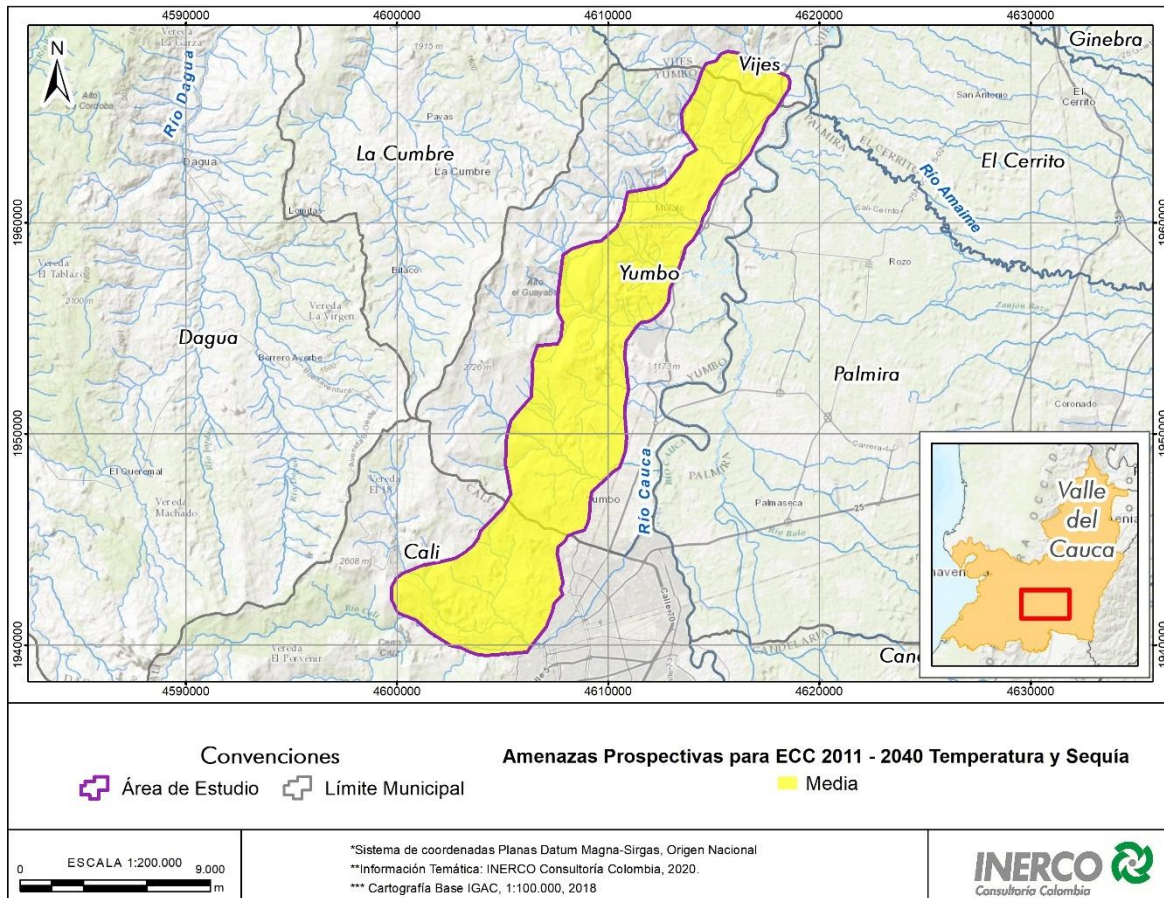


Fuente: IDEAM⁶². Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020

Teniendo en cuenta el aumento de temperatura para el escenario 2011-2040, el comportamiento de la amenaza es el que se presenta en la figura 3-24 donde se evidencia que el 100 % del área de estudio se encontraría en zona de amenaza media.

⁶² COLOMBIA. IDEAM. Mapa Índice de Vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico por Subzona Hidrográfica. Bogotá: IDEAM, 2015.

Figura 3-24. Escenario prospectivo 2011-2040 amenaza por sequía. Aumento de temperatura, área de estudio Cali-Yumbo



Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2020

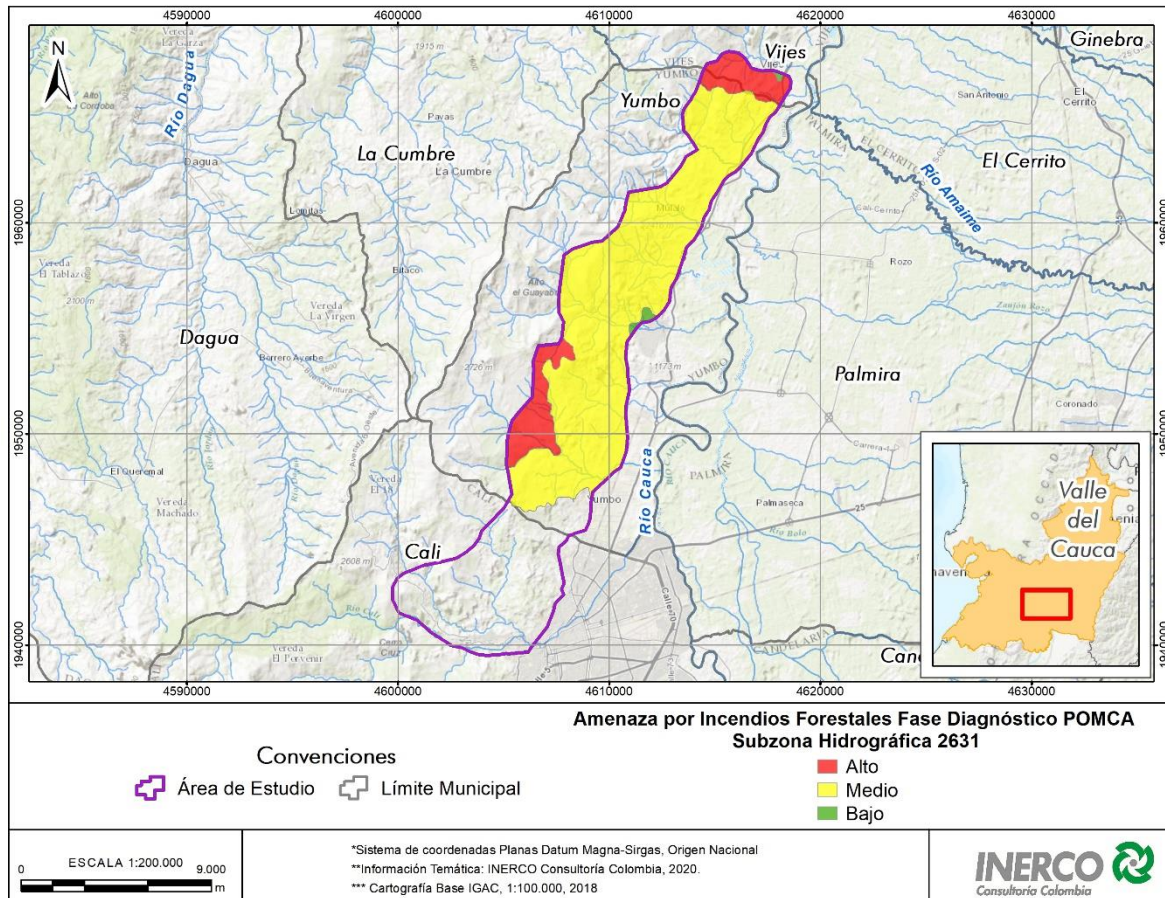
3.2.2.1.6 Incendios forestales

El modelo de amenaza por inundaciones proviene del POMCA de la Subzona hidrográfica de los ríos Arroyohondo-Yumbo-Mulaló-Vijiés-Yotoco-Mediacanoa-Piedras, en el cual se obtienen los polígonos de amenaza a escala 1:25.000 que se presentan en la siguiente figura. Para el área de estudio Cali-Yumbo, el 58,3 % se encuentra en amenaza media, seguida por el 10,4 % en amenaza alta y el 0,5% en amenaza baja y, finalmente, para el 30,8 % de la zona no se reporta información.

El incremento de las temperaturas y la baja pluviosidad, así como la práctica de quemas agrícolas para la expansión de la frontera agropecuaria, tiene una alta incidencia en la ocurrencia recurrente de incendios forestales, que viene afectando la fauna, la flora y el abastecimiento de

agua. En las zonas donde se ubican las cabeceras municipales de Yumbo y Vijes se presenta amenaza baja por eventos de incendios forestales⁶³.

Figura 3-25. Amenaza por incendios forestales área de estudio Cali -Yumbo



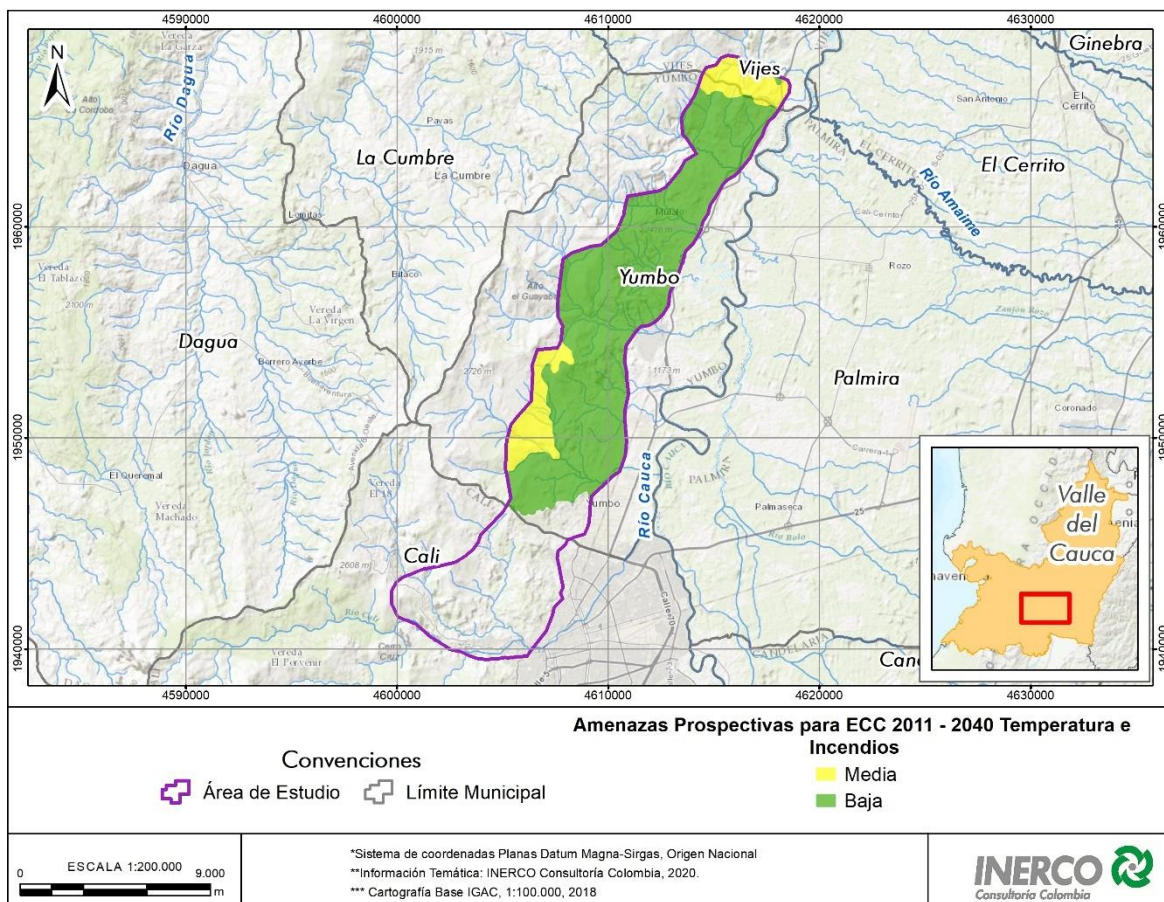
Fuente: CVC y Proagua⁶⁴. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

Teniendo en cuenta el aumento de temperatura para el escenario 2011-2040, el comportamiento de la amenaza es el que se presenta en la figura 3-26, donde se evidencia que el 58,8 % del área Cali-Yumbo se encontraría en zona de amenaza baja, mientras el 10,4 % lo estaría en amenaza media.

⁶³ PROAGUA-CVC. Fase de diagnóstico. POMCA Subzona hidrográfica 2631 Arroyohondo, Yumbo, Mulaló, Vijes, Yotoco, Mediacanoa y Piedras [En línea] 2019. pp.184-189. [Citado el 2021-02-02]. Disponible en Internet: <<https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/2019-11/Fase%20de%20Diagn%C3%B3stico%20-%20Ejecutivo.pdf>>

⁶⁴ COLOMBIA. CVC, Proagua. POMCA DE LA SUBZONA HIDROGRÁFICA 2631: ARROYOHONDO, YUMBO, MULALÓ, VIJES, YOTOCO, MEDIACANOA Y PIEDRAS CONTRATO CVC No. 650 DE 2017 FASE DE DIAGNÓSTICO INFORME EJECUTIVO. Cali: CVC, Proagua, 2019.

Figura 3-26. Escenario prospectivo 2011-2040 amenaza por incendios forestales. Aumento de temperatura, área de estudio Cali-Yumbo



Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2020

3.2.2.1.7 Conclusiones de eventos y subeventos

Como resultado de los análisis anteriores, se obtuvieron las siguientes conclusiones respecto a la posible ocurrencia de subeventos amenazantes para la minería de materiales de construcción en el área de estudio Cali – Yumbo. El detalle del análisis realizado se presenta en el anexo 2 – 2 matriz: Caracterización Eventos.

3.2.2.1.7.1 Subeventos amenazantes asociados al incremento de precipitaciones

En todos los escenarios planteados por la TCNCC se espera aumento de la precipitación para el área de estudio Cali -Yumbo. Los rangos de variación están entre 11 % y 30 % para el escenario 2011 – 2040; entre 11 % y 40% para el escenario 2041 – 2070, y entre 11 % y 30 % para el escenario 2071 – 2100. En todos los casos las variaciones corresponden a exceso de lluvias y, por lo tanto, se podría favorecer la generación de inundaciones, fenómenos de remoción en masa y avenidas torrenciales.

De acuerdo con el POMCA de la Subzona hidrográfica de los ríos Arroyohondo-Yumbo-Mulaló-Vijes-Yotoco-Mediacanoa-Piedras, la mayor parte del área de estudio no presenta amenaza por inundación o por avenidas torrenciales, en cambio, para los subeventos de remoción en masa, el área presenta en mayor proporción amenaza media.

Ahora bien, al considerar el escenario 2011 – 2040 de cambio climático del IDEAM, se obtienen el comportamiento futuro de estos subeventos como se presenta a continuación:

- Inundaciones y avenidas torrenciales con calificación baja, considerando que en la mayor parte del área de estudio no se presenta esta amenaza, y
- remoción en masa con amenaza alta.

3.2.2.1.7.2 Subeventos amenazantes asociados a la disminución de precipitaciones

Para ninguno de los escenarios planteados por el IDEAM se espera disminución de las precipitaciones en el área de análisis, por lo tanto, no se consideran subeventos amenazantes atribuibles a dicha disminución.

3.2.2.1.7.3 Subeventos amenazantes asociados al aumento de temperatura

En todos los escenarios planteados por la TCNCC, se espera un aumento de la temperatura para el área de estudio Cali-Yumbo. Los rangos de variación están entre 0,51 °C y 1,00 °C (bajo) para el escenario 2011-2040; entre 1,21 °C y 1,8 °C (alto) para el escenario 2041-2070, y entre 2,00 °C y 2,2 °C (alto) para el escenario 2071-2100.

De acuerdo con lo anterior, se esperaría que el aumento de la temperatura incida en la generación de fenómenos de sequía, olas de calor e incendios forestales.

Según la información proveniente del POMCA de la Subzona hidrográfica de los ríos Arroyohondo-Yumbo-Mulaló-Vijes-Yotoco-Mediacanoa-Piedras, el área de estudio cuenta en mayor proporción con amenaza media por ocurrencia de incendios forestales, amenaza alta por olas de calor y amenaza alta para sequías.

Ahora bien, al considerar el escenario 2011 – 2040 de cambio climático del IDEAM, en el futuro estas amenazas podrían tener las siguientes calificaciones:

- Amenaza baja por ocurrencia de incendios forestales, y
- amenaza media por olas de calor y por sequías.

3.2.2.1.7.4 Subeventos amenazantes asociados a la variabilidad climática

En el área de estudio, ante la ocurrencia de un fenómeno típico de La Niña, la alteración más probable sería un exceso de precipitaciones entre 100 % y 160 %; mientras, en caso de que se presente un fenómeno típico de El Niño, la precipitación estaría entre un rango normal y un déficit, entre 40 % y 120 %. En los casos en los que se presenta exceso, se podría favorecer la ocurrencia de inundaciones, avenidas torrenciales y fenómenos de remoción en masa, con calificación baja en los dos primeros casos, y alta para el último.

El comportamiento de la temperatura ante la ocurrencia de estos fenómenos de variabilidad climática muestra una reducción por debajo de $-0,5^{\circ}\text{C}$, en caso de que se presente un fenómeno de La Niña, y de calentamiento severo, mayor a $0,5^{\circ}\text{C}$, si se presenta El Niño. Esta última situación favorece la ocurrencia de subeventos de sequía y olas de calor con calificación alta, así como la manifestación de incendios forestales con calificación baja.

La amenaza derivada de escenarios de variabilidad climática se estima en función de la variación de la temperatura y la precipitación inducida por el evento, bien sea la fase cálida El Niño, o la fase fría La Niña. El modelo base considerado está constituido por el mapa de amenaza disponible para el área de estudio para cada subevento en particular. Las variaciones aportadas por los escenarios de variabilidad climática afectan el nivel de amenaza dada la variación de temperatura o precipitación en el mismo sentido al análisis realizado en el caso de Escenarios de Cambio Climático.

3.2.2.2 Estimación de amenazas directas

Con base en los eventos y subeventos expuestos en los numerales anteriores, se definieron las amenazas que pueden actuar directamente sobre los componentes de la cadena de valor y se calificó la posibilidad de ocurrencia definiendo, en cada caso, si es alta, media o baja. El detalle de este análisis se presenta en el anexo 2-2. Matriz: Amenazas Directas.

3.2.2.2.1 Sub evento inundaciones

Los fenómenos de inundación generan posibilidad de afectación a la infraestructura vial (puentes y vías), predios vecinos, cultivos y áreas de ganadería, lo que tendría un impacto en las familias de la zona cercana a las operaciones mineras. Mientras, el abastecimiento de agua también se podría afectar, aunque en menor proporción. Lo anterior se constituye una amenaza en el componente de entorno social y ambiental; no obstante, la posibilidad de ocurrencia es baja.

3.2.2.2.2 Sub evento avenidas torrenciales (crecientes súbitas)

- Existe una baja posibilidad de ocurrencia de avenidas torrenciales en inmediaciones del área de extracción, lo que indica una posibilidad de ocurrencia igualmente baja de

accidentes asociados. Esta situación constituye una amenaza para el componente de recursos humanos.

- Ante la posibilidad de que ocurran avenidas torrenciales por incremento de la precipitación, se puede alterar la infraestructura vial y afectar el transporte y las infraestructuras de servicios públicos y/o de suministro de combustibles. En este sentido, se podría afectar el componente de la cadena de suministros; no obstante, la posibilidad de ocurrencia es baja.
- El incremento en la precipitación posibilita la ocurrencia de avenidas torrenciales en las quebradas aferentes a las zonas de extracción. Esta situación constituye una amenaza para el componente extractivo, aunque con una baja posibilidad de ocurrencia.
- La ocurrencia de fenómenos de avenidas torrenciales por incremento de la precipitación puede alterar la infraestructura vial, esto constituye una amenaza para el componente de transporte y comercialización con baja posibilidad de ocurrencia.
- Se presenta una baja posibilidad de ocurrencia de avenidas torrenciales que afectarían la continuidad de la implementación de las medidas de cierre, esto constituye una amenaza para el componente de cierre minero.
- La ocurrencia de avenidas torrenciales que afectan la infraestructura vial, predios vecinos, cultivos y/o ganadería sugiere la posibilidad de que se genere un impacto en las familias ubicadas en áreas cercanas a las operaciones mineras. Mientras, el abastecimiento de agua también se podría afectar, pero en menor proporción. Lo anterior constituye una amenaza al componente de entorno social y ambiental con baja posibilidad de ocurrencia.

3.2.2.2.3 Sub evento fenómenos de remoción en masa

- La posibilidad de ocurrencia de procesos de remoción en masa de manera localizada en el área de extracción sugiere una posibilidad baja de que se afecte el componente administrativo y financiero, dada la posible alteración de la continuidad de las labores extractivas.
- La posibilidad de ocurrencia de procesos de remoción en masa de manera localizada en el área de extracción sugiere una posibilidad baja de ocurrencia de accidentes asociados, lo que constituye una amenaza para el componente de recursos humanos.
- La ocurrencia de fenómenos de remoción en masa por incremento de la precipitación podría alterar la infraestructura vial y, por ende, el transporte. En el mismo sentido, se podrían afectar las infraestructuras de servicios públicos y/o de suministro de combustibles. Lo anterior conforma una amenaza en el componente de la cadena de suministro con posibilidad de ocurrencia media.
- En el área de estudio se pueden presentar procesos de remoción en masa en los suelos residuales de las rocas volcánicas por incremento en las precipitaciones. Esta situación puede generar afectaciones locales en las zonas de extracción, y constituirse en una amenaza del componente extractivo con posibilidad de ocurrencia media.

- Ante la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa por incremento de la precipitación podría alterarse la infraestructura vial y, por lo tanto, el transporte de los productos que se comercializan. Esta situación constituye una amenaza del componente de transporte y comercialización con posibilidad de ocurrencia media.
- Ante la posibilidad de ocurrencia de fenómenos de remoción en masa, se podría afectar la continuidad de la implementación de las medidas de cierre, lo cual es una amenaza con baja posibilidad de ocurrencia para el componente de cierre minero.
- Los procesos de remoción en masa tienen una alta posibilidad de ocurrir en el área de influencia puntual y a su vez podrían tener impacto en la prestación de servicios públicos, esto constituye una amenaza para el componente de entorno social y ambiental.

3.2.2.2.4 Subevento olas de calor

No se considera posible las olas de calor puedan afectar algún componente de la cadena de valor del subsector de materiales de construcción de la zona de estudio.

3.2.2.2.5 Sub evento sequías o déficit de lluvias

- La posibilidad de que se presenten sequías en el área de estudio y sus efectos sobre el componente extractivo suponen una amenaza para el componente administrativo y financiero con baja posibilidad de ocurrencia.
- La ocurrencia de períodos más largos sin precipitación sugiere que se incrementará la emisión de material particulado a la atmósfera con la consecuente afectación a la fuerza laboral; esto constituye una amenaza con posibilidad de ocurrencia media para el componente de recursos humanos.
- La falta de disponibilidad hídrica para el control de material particulado durante períodos de sequía sugiere que se reduciría la producción para garantizar el cumplimiento de las normas ambientales; es decir, se constituye una amenaza para el componente de almacenamiento temporal con una posibilidad de ocurrencia media.
- La falta de disponibilidad hídrica para el control de material particulado durante períodos de sequía sugiere que se reduciría la producción para garantizar el cumplimiento de las normas ambientales. Esta situación constituye una amenaza para el componente de beneficio con posibilidad de ocurrencia media.
- La posibilidad de ocurrencia de períodos más largos sin precipitación sugiere riesgos de incumplimiento de la normativa ambiental relacionada con el control de material particulado, lo que constituye una amenaza al componente de gestión ambiental con posibilidad de ocurrencia media.
- La posibilidad de ocurrencia de períodos más largos sin precipitación sugiere riesgos de incumplimiento de la normativa ambiental relacionada con el control de material particulado, requisito que también se debe cumplir durante la etapa de cierre. Adicionalmente, se podría comprometer la implementación de algunas medidas de

manejo. Lo anterior constituye una amenaza con posibilidad de ocurrencia media para el componente cierre minero.

- Existe una baja posibilidad de que los fenómenos de sequía afecten procesos productivos agropecuarios y agroindustriales que requieran altos volúmenes de agua. Esto constituye una amenaza para las posibilidades de empleo de las comunidades que compromete sus fuentes de ingreso en el componente de entorno social y ambiental.

3.2.2.2.6 Sub evento Incendios forestales

- Existe una baja posibilidad de que se presenten incendios forestales en las áreas de los títulos mineros lo cual podría constituir una amenaza para el componente administrativo y financiero.
- Se tiene la probabilidad que se presenten incendios forestales en las áreas donde se localizan los títulos mineros lo cual puede representar una amenaza para el componente extractivo; sin embargo, la posibilidad de que estos eventos lleguen hasta el área de extracción es baja.
- Existe una baja posibilidad de ocurrencia de incendios forestales que podrían afectar la continuidad de las medidas que se implementen en la etapa de cierre, lo cual constituye una amenaza para este componente.

3.2.2.3 Estimación de amenazas indirectas

A partir de la definición de las amenazas directas y de la calificación de la posibilidad de ocurrencia de las mismas, se determinaron las amenazas que pueden actuar indirectamente sobre los componentes de la cadena de valor. En este punto, es necesario considerar que las amenazas indirectas se manifiestan cuando una amenaza directa a un componente del sistema minero (que se han descrito en el numeral anterior) genera una amenaza sobre otro componente. Al igual que en el caso de las amenazas directas, para las amenazas indirectas se ha determinado la posibilidad de ocurrencia como se muestra en el anexo 2 – 2 matriz: Amenazas Dir. e Indirectas.

3.2.2.3.1 Componente administrativo y financiero

- La ocurrencia de procesos de remoción en masa de manera localizada en el área de extracción o de avenidas torrenciales puede causar accidentes en la operación, lo que constituye una amenaza directa para el componente de recursos humanos. Esta situación genera una posibilidad baja de que el componente administrativo y financiero se afecte por incurrir en costos adicionales por cubrimiento de incapacidades y demandas laborales, reentrenamientos y demás costos asociados con el personal que se puede afectar.
- La ocurrencia de periodos más largos sin precipitación (sequía) sugiere que se incrementará la emisión de material particulado, lo que constituye una amenaza directa para el componente de recursos humanos que incidiría en la salud de los trabajadores.

Esta situación genera una posibilidad baja de que el componente administrativo y financiero se afecte por incurrir en costos mayores por cubrimiento de incapacidades y demandas laborales, reentrenamientos y demás costos asociados con el personal que se puede afectar.

- La ocurrencia de fenómenos de remoción en masa y avenidas torrenciales por incremento de la precipitación puede alterar la infraestructura vial y afectar el transporte y, por lo tanto, el componente de cadena de suministro. Estas alteraciones podrían representar la suspensión temporal de actividades productivas, lo que impacta el componente financiero. La posibilidad de ocurrencia se ha calificado como baja en ambos casos.
- La ocurrencia de eventos de remoción en masa puede afectar directamente el componente extractivo en áreas localizadas obligando a que se suspendan parcialmente las labores de minería. Esto implica una posibilidad baja de que se afecte indirectamente el componente financiero debido a la consecuente reducción de producción.
- La ocurrencia de avenidas torrenciales puede afectar directamente el componente extractivo obligando a que se suspendan parcialmente las labores de minería. Esto implica una posibilidad baja de que se afecte indirectamente el componente financiero debido a la consecuente reducción de la producción.
- La ocurrencia de incendios forestales en las áreas de los títulos minero puede implicar una amenaza directa para el componente extractivo en el escenario en que las afectaciones alcanzaran las instalaciones de la empresa; en ese caso, se podría impactar indirectamente el componente financiero por efecto de las reparaciones que se deban realizar. La posibilidad de ocurrencia se ha calificado como baja.
- Para el componente de almacenamiento temporal es posible que se presenten eventos de sequía y en ese caso se puede reducir el acopio de material para garantizar el cumplimiento de las normas ambientales relacionadas con la calidad del aire. Dado lo anterior, se puede reducir la producción de agregados pétreos y esto afectaría el componente financiero. La posibilidad de ocurrencia es media.
- Los eventos de sequía podrían causar aumento de las emisiones de material particulado y un efecto directo sobre el componente de beneficio debido a la reducción de la producción para garantizar el cumplimiento de la normativa de calidad de aire. Esta situación puede repercutir indirectamente en el componente financiero con una posibilidad media de ocurrencia.
- La ocurrencia de fenómenos de remoción en masa y avenidas torrenciales por incremento de la precipitación puede alterar la infraestructura vial y afectar directamente el componente de transporte y los procesos de comercialización. En caso de que estas amenazas se materialicen, el componente financiero se podría afectar indirectamente al disminuir las ventas. La posibilidad de ocurrencia se ha calificado como baja en ambos casos.
- En caso de que se presente una sequía en el área de estudio, existe el riesgo de incumplir los estándares de la normativa ambiental relacionada con el control de material particulado, lo que se constituye en una amenaza directa para el componente de gestión ambiental. Esta situación puede afectar indirectamente el componente financiero por el

pago de posibles sanciones o por incurrir en costos adicionales para el control del material particulado. La posibilidad de ocurrencia se ha calificado como media.

- Los fenómenos de inundación y avenidas torrenciales generan afectaciones en el componente de entorno social y ambiental, específicamente en la infraestructura vial (puentes y vías), predios vecinos, cultivos y ganadería. Al considerar las afectaciones sobre la infraestructura vial, se podría afectar el componente financiero del subsector de materiales de construcción, al suspenderse los procesos de transporte y comercialización. La posibilidad de ocurrencia se ha calificado como baja en ambos casos.
- La ocurrencia de fenómenos de remoción en masa, avenidas torrenciales o incendios forestales puede afectar la continuidad de la implementación de las medidas de cierre, dado que la ejecución de las reparaciones que se requieran implicaría un impacto para el componente financiero. La posibilidad de ocurrencia se ha calificado como baja.
- En el evento en que se presenten periodos largos sin precipitación (sequía), se podría incumplir la normativa ambiental relacionada con el control de material particulado; asimismo, se podría comprometer la continuidad de algunas medidas que se planteen para el cierre (componente de cierre minero). En caso de que se presente algún incumplimiento que requiera el pago de sanciones, se puede afectar el componente administrativo y financiero. La posibilidad de ocurrencia se ha calificado como baja.

3.2.2.3.2 Componente recursos humanos

No se han considerado amenazas indirectas para este componente

3.2.2.3.3 Componente de la cadena de suministros

- Los fenómenos de inundación y avenidas torrenciales generan afectaciones en el componente de entorno social y ambiental, específicamente en la infraestructura vial (puentes y vías), predios vecinos, cultivos y ganadería. Al considerar las afectaciones sobre la infraestructura vial, se podría afectar el componente de la cadena de suministros. La posibilidad de ocurrencia se ha calificado como baja en ambos casos.
- Los procesos de remoción en masa representan una amenaza directa al componente de entorno social y ambiental, ya que pueden tener algún impacto sobre la infraestructura de servicios. Estas afectaciones pueden incidir en la cadena de suministro y su posibilidad de ocurrencia es media, dado que la amenaza tiene un área de influencia puntual.

3.2.2.3.4 Componente extractivo

- El componente de recursos humanos se puede afectar en caso de que se presenten accidentes asociados a la ocurrencia de procesos de remoción en masa o avenidas torrenciales. Esta situación puede incidir indirectamente en el componente extractivo ya que podría representar la suspensión temporal de las labores asociadas a este; no obstante, la posibilidad de ocurrencia es baja.

- La ocurrencia de fenómenos de remoción en masa y avenidas torrenciales por incremento de la precipitación puede alterar la infraestructura vial y de suministro de combustibles, lo que afecta directamente el componente cadena de suministros, e indirectamente el componente extractivo, ya que se podrían suspender temporalmente sus actividades por falta de insumos, maquinaria, piezas de repuesto, etc. La posibilidad de ocurrencia es media para el caso de remoción en masa y baja para avenidas torrenciales.

3.2.2.3.5 Componente de beneficio

- El componente de recursos humanos se puede afectar en caso de que se presenten accidentes asociados a la ocurrencia de procesos de remoción en masa o avenidas torrenciales. Esta situación puede incidir indirectamente en el componente de beneficio, ya que podría representar la suspensión temporal de las labores asociadas a este; no obstante, la posibilidad de ocurrencia es baja.
- La ocurrencia de fenómenos de remoción en masa y avenidas torrenciales por incremento de la precipitación puede alterar la infraestructura vial y de suministro de combustibles, lo que afecta directamente el componente cadena de suministros, e indirectamente el componente de beneficio, ya que se podrían suspender temporalmente las actividades asociadas a este por falta de insumos, maquinaria, piezas de repuesto, etc. La posibilidad de ocurrencia es media para el caso de remoción en masa y baja para avenidas torrenciales.
- Los procesos de remoción en masa y las avenidas torrenciales pueden afectar directamente la continuidad de las labores asociadas al componente extractivo. Esta situación sugiere que, indirectamente, estas amenazas pueden incidir negativamente en la operación habitual de las actividades de beneficio (componente de beneficio) al disminuir el material proveniente de las áreas de minado. No obstante, La posibilidad de ocurrencia se ha calificado como baja en ambos casos.
- Para el componente de almacenamiento temporal, la ocurrencia de eventos de sequía implicaría la reducción en el acopio de material para garantizar el cumplimiento de las normas ambientales. Dado lo anterior, se podría impactar la actividad de beneficio por falta de material para procesar. La posibilidad de ocurrencia es baja.

3.2.2.3.6 Componente almacenamiento temporal

No se consideran amenazas indirectas para este componente.

3.2.2.3.7 Componente de transporte y comercialización

- El componente de recursos humanos se puede afectar en caso de que se presenten accidentes asociados a la ocurrencia de procesos de remoción en masa o avenidas torrenciales. Esta situación puede incidir indirectamente en el componente de transporte

y comercialización ya que se podrían suspender temporalmente las labores extractivas y de beneficio y, por lo tanto, disminuiría el volumen de material disponible para comercializar, aunque su posibilidad de ocurrencia es baja.

- La ocurrencia de fenómenos de remoción en masa y avenidas torrenciales por incremento de la precipitación puede alterar la infraestructura vial y de suministro de combustibles, lo que afecta directamente el componente cadena de suministros, e indirectamente al componente de transporte y comercialización, ya que se podrían suspender temporalmente las actividades productivas por falta de insumos, maquinaria, piezas de repuesto, etc. La posibilidad de ocurrencia es media en el caso de remoción en masa y baja para avenidas torrenciales.
- Los procesos de remoción en masa y las avenidas torrenciales pueden afectar directamente la continuidad de las labores asociadas al componente extractivo, esta situación sugiere que, indirectamente, estas amenazas pueden incidir negativamente en la operación habitual de las actividades de comercialización (componente de transporte y comercialización) al disminuir el material vendible. No obstante, la posibilidad de ocurrencia se ha calificado como baja en ambos casos.
- Para el componente de almacenamiento temporal, la ocurrencia de eventos de sequía implicaría la reducción en el acopio de material para garantizar el cumplimiento de las normas ambientales. Dado lo anterior, se podría impactar la actividad de beneficio y en consecuencia el componente de transporte y comercialización. La posibilidad de ocurrencia es baja.
- Los eventos de sequía podrían causar aumento de las emisiones de material particulado y un efecto directo sobre el componente de beneficio por reducción de la producción para garantizar el cumplimiento de la normativa respectiva de calidad de aire. Esta situación puede repercutir indirectamente en el componente de transporte y comercialización al disminuir el volumen de material vendible. La posibilidad de ocurrencia es media.
- Los fenómenos de inundación y avenidas torrenciales generan afectaciones en el componente de entorno social y ambiental, específicamente en la infraestructura vial (puentes y vías), predios vecinos, cultivos y ganadería. Al considerar las afectaciones sobre la infraestructura vial, se podría afectar el componente transporte y comercialización del subsector de materiales de construcción. La posibilidad de ocurrencia se ha calificado como baja en ambos casos.

3.2.2.3.8 Componente de gestión ambiental

- La ocurrencia de procesos de remoción en masa y avenidas torrenciales por incremento de la precipitación puede alterar la infraestructura vial, es decir, afecta directamente el componente de la cadena de suministro, esta afectación puede representar la suspensión de actividades de gestión ambiental (componente de gestión ambiental) por falta de insumos, personal contratista, etc. No obstante, la posibilidad de ocurrencia es baja en ambos casos.

- Los fenómenos de inundación y avenidas torrenciales afectan el componente de entorno social y ambiental, específicamente la infraestructura vial (puentes y vías), predios vecinos, cultivos y ganadería. Al considerar las afectaciones sobre la infraestructura vial, se podría afectar el componente de la cadena de suministro y esta situación podría representar la suspensión temporal de actividades de gestión ambiental por falta de insumos, personal contratista, etc. La posibilidad de ocurrencia se ha calificado como baja en ambos casos.

3.2.2.3.9 Componente de cierre minero

- La ocurrencia de procesos de remoción en masa y avenidas torrenciales por incremento de la precipitación puede alterar la infraestructura vial, lo que afecta directamente el componente de la cadena de suministro, esta afectación puede representar la suspensión de actividades de cierre (componente de cierre minero) por falta de insumos, personal contratista, etc. aunque, la posibilidad de ocurrencia es baja.

3.2.2.3.10 Componente entorno ambiental y social

- La ocurrencia de procesos de remoción en masa de manera localizada en el área de extracción o las avenidas torrenciales pueden causar accidentes en la operación, lo que constituye una amenaza directa para el componente de recursos humanos. El aumento de accidentes que pongan en riesgo la salud de los empleados mineros, podría ocasionar conflictos con las comunidades vecinas. La posibilidad de ocurrencia es baja.
- La ocurrencia de periodos más largos sin precipitación (sequía) sugiere que se incrementará la emisión de material particulado, lo que constituye una amenaza directa para el componente de recursos humanos que incidiría en la salud de los trabajadores. La posibilidad de que se presenten enfermedades respiratorias ligadas con la emisión de material particulado, podría ocasionar problemas con las comunidades vecinas, la posibilidad de ocurrencia es baja.
- La posibilidad de ocurrencia de períodos más largos sin precipitación (sequía) sugiere una alta posibilidad de riesgos de incumplimiento de la normativa ambiental relacionada con el control de material particulado. Esta situación representa una amenaza indirecta para el componente de entorno ambiental y social, ya que se podrían presentar conflictos con las comunidades del área de influencia. La posibilidad de ocurrencia es media.

3.2.2.4 Valoración de las amenazas directas e indirectas

En los pasos anteriores se identificaron los subeventos de cambio climático y variabilidad climática que pueden ocurrir en el área de estudio Cali-Yumbo (por ejemplo, inundaciones, sequías, avenidas torrenciales, incendios forestales, etc.). Asimismo, se establecieron los escenarios prospectivos para cada uno de esos subeventos. Dichos escenarios se construyeron a partir del cruce de la información cartográfica del comportamiento que cada subevento tiene en el área de estudio (información proveniente de fuentes oficiales como los planes de ordenamiento

y manejo de cuencas, entre otros). Con la información cartográfica de las proyecciones de temperatura y precipitación que presenta la TCNCC del IDEAM. Como resultado del ejercicio anterior, se obtuvieron mapas que presentan el posible comportamiento futuro de cada uno de los subeventos de cambio climático y variabilidad climática.

Posteriormente, se analizó cada componente de la cadena de valor a la luz de los escenarios prospectivos, para determinar la posibilidad de ocurrencia de las amenazas directas e indirectas que los subeventos de cambio climático y variabilidad climática pueden desencadenar en el sistema minero. Las amenazas directas son las que se pueden manifestar sobre los diferentes componentes de la cadena de valor en caso de ocurrir alguno o varios de los subeventos analizados; mientras, las amenazas indirectas se manifiestan cuando una amenaza directa a un componente del sistema minero genera una amenaza sobre otro componente.

Ahora bien, para obtener la valoración final de las amenazas directas e indirectas, se pondera el grado de posibilidad con el potencial de daño. El grado de posibilidad se obtiene de las calificaciones de posibilidad de ocurrencia que se han efectuado anteriormente (anexo 2-2. matriz: Amenazas Val Pos) y el potencial de daño se califica mediante el uso de la matriz Amenazas Val Daño del anexo 2-2.

Finalmente, se obtiene una cualificación de la gravedad de cada una de las amenazas directas e indirectas identificadas para los componentes de la cadena de valor del subsector de materiales de construcción. En el detalle del análisis se presenta en el anexo 2-2. Matriz: Amenazas Val Gravedad.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en forma de cadena de amenazas, es decir, por cada subevento considerado se presenta, en primer lugar, la respectiva amenaza directa y luego se presentan las amenazas indirectas derivadas.

- **1ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: fenómenos de remoción en masa por incremento de precipitaciones, componente administrativo y financiero**

Amenaza directa La posibilidad de que ocurran fenómenos de remoción en masa por el incremento de precipitaciones sugiere que se pueden suspender temporalmente las actividades extractivas. Esta situación representa una baja posibilidad de afectar las finanzas de la empresa y, asimismo, un potencial medio de dañar el componente administrativo y financiero; en síntesis, constituye una amenaza secundaria para el sistema minero.

- **2ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: sequías por incremento de temperatura, componente administrativo y financiero**

Amenaza directa

El aumento de temperatura posibilita la ocurrencia de sequías en el área de estudio y, en consecuencia, se podría reducir la producción de los materiales vendibles por falta de agua para controlar las emisiones de material particulado. Esta situación representa una baja posibilidad de afectar las finanzas de la empresa y, asimismo, un potencial medio de dañar el componente administrativo y financiero; en síntesis, constituye una amenaza secundaria para el sistema minero.

- **3ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: incendios forestales por incremento de temperatura, componente administrativo y financiero**

Amenaza directa. El aumento de temperatura posibilita la ocurrencia de incendios forestales en el área de estudio y, en consecuencia, se podrían afectar los títulos mineros. Sin embargo, es poco probable que estos subeventos (incendios forestales) alcancen las áreas de explotación o las áreas en las que se encuentran las infraestructuras de las operaciones mineras. Esta situación representa una baja posibilidad de afectar las finanzas de la empresa en caso de que se requieran reparaciones a las infraestructuras y, asimismo, un potencial medio de dañar el componente administrativo y financiero; en síntesis, constituye una amenaza secundaria para el sistema minero.

- 4ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: fenómenos de remoción en masa por incremento de precipitaciones, componente recursos humanos

<p>Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran procesos de remoción en masa por el incremento de precipitaciones sugiere que pueden ocurrir accidentes. Esta situación representa una baja posibilidad de afectar la fuerza laboral de las operaciones mineras, teniendo en cuenta que el suceso se presentaría en zonas localizadas del área de extracción. De igual manera, la ocurrencia del suceso tienen un potencial medio de dañar el componente de recursos humanos; en síntesis, constituye una amenaza secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación al componente de recursos humanos por efecto de los procesos de remoción en masa sugiere una baja posibilidad de afectación al componente administrativo y financiero por incurrir en costos adicionales por cubrimiento de incapacidades y demandas laborales, reentrenamientos y demás costos asociados con el personal afectado. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La posibilidad de que ocurran accidentes por efecto de los procesos de remoción en masa que afecten a los trabajadores podría representar la suspensión temporal de las actividades extractivas; no obstante, la posibilidad de ocurrencia es baja. El potencial de daño calculado es igualmente bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. En caso de que se presenten accidentes con el personal operativo se podrían suspender temporalmente las actividades extractivas y de beneficio, no obstante, la posibilidad de ocurrencia es baja, así como el potencial de daño y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La afectación del componente recursos humanos sugiere que se pueden suspender las labores productivas y, en ese sentido, hay una posibilidad baja de afectación al componente de transporte y comercialización por falta de disponibilidad del material vendible. El potencial de daño es igualmente bajo, por lo que constituye, en síntesis, una amenaza secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La afectación del componente recursos humanos sugiere una posibilidad baja de afectación al componente de entorno social y ambiental, pues si el personal de las operaciones mineras se expone a accidentes, se podrían generar conflictos con la comunidad. El potencial de daño calculado es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>

- 5ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: avenidas torrenciales por incremento de precipitaciones, componente recursos humanos

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran avenidas torrenciales por el incremento de precipitaciones sugiere que pueden ocurrir accidentes en inmediaciones de las áreas de extracción. Esta situación representa una baja posibilidad de afectar la fuerza laboral de las operaciones mineras y, de igual manera, un potencial medio de dañar el componente de recursos humanos; en síntesis, constituye una amenaza secundaria para el sistema minero.
Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación al componente de recursos humanos por efecto de las avenidas torrenciales sugiere una baja posibilidad de afectación al componente administrativo y financiero por incurrir en costos adicionales por cubrimiento de incapacidades y demandas laborales, reentrenamientos y demás costos asociados con el personal afectado. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.
Amenaza indirecta. La posibilidad de que ocurran accidentes por efecto de las avenidas torrenciales que afecten a los trabajadores podría representar la suspensión temporal de las actividades extractivas; no obstante, la posibilidad de ocurrencia es baja. El potencial de daño calculado es igual a bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.
Amenaza indirecta. En caso de que se presenten accidentes con el personal operativo se podrían suspender temporalmente las actividades extractivas y de beneficio; no obstante, la posibilidad de ocurrencia es baja, así como el potencial de daño y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.
Amenaza indirecta. La afectación del componente recursos humanos sugiere que se pueden suspender las labores productivas y, en ese sentido, hay una posibilidad baja de afectación al componente de transporte y comercialización por falta de disponibilidad del material vendible. El potencial de daño es igualmente bajo, por lo que constituye, en síntesis, una amenaza secundaria para el sistema minero.
Amenaza indirecta. La afectación del componente de recursos humanos sugiere una posibilidad baja de afectación al componente de entorno social y ambiental, pues si el personal de las operaciones mineras se expone a accidentes, se podrían generar conflictos con la comunidad. El potencial de daño calculado es bajo y, en ese sentido, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

- 6ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: sequía por incremento de temperatura, componente recursos humanos

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran sequías por el aumento de temperatura en el área de estudio sugiere que se pueden ocasionar enfermedades a los trabajadores de las operaciones mineras por el aumento de emisiones de material particulado. Esta situación representa una posibilidad media de afectar la fuerza laboral y, asimismo, un potencial medio de dañar el componente de recursos humanos; en síntesis, constituye una amenaza relevante para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación al componente de recursos humanos por efecto de las sequías sugiere una baja posibilidad de afectación al componente administrativo y financiero por incurrir en costos adicionales por cubrimiento de incapacidades y demandas laborales, reentrenamientos y demás costos asociados con el personal afectado. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación al componente de recursos humanos sugiere una posibilidad baja de afectación al componente de entorno social y ambiental, pues si el personal de las operaciones mineras adquiere enfermedades relacionadas con las emisiones de material particulado, se podrían generar conflictos con la comunidad. El potencial de daño calculado es bajo y, en ese sentido, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

- 7ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: fenómenos de remoción en masa por incremento de precipitaciones, componente cadena de suministros

<p>Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran fenómenos de remoción en masa por el incremento de precipitaciones sugiere que se puede afectar la infraestructura vial o la infraestructura de suministro de combustibles. Esta situación representa una posibilidad media de afectar el transporte, que es primordial para la cadena de suministro y, asimismo, de afectar el abastecimiento de combustible. De acuerdo con lo anterior, los fenómenos de remoción en masa tienen un potencial bajo de dañar el componente de cadena de suministro; en síntesis, constituye una amenaza secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la cadena de suministro por efecto de los fenómenos de remoción en masa que afecten la infraestructura vial o de suministro de combustible, podría representar la suspensión temporal de actividades productivas por falta de insumos, maquinaria, piezas de repuesto, etc.; en ese sentido, hay una posibilidad baja de afectar el componente administrativo y financiero. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La ocurrencia de fenómenos de remoción en masa que afecten la infraestructura vial y, en ese sentido, la cadena de suministro, representa una posibilidad media de que se suspendan las labores del componente extractivo por falta de insumos, maquinaria, piezas de repuesto, etc. El potencial de daño calculado es igualmente medio y, por lo tanto, la amenaza es relevante para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La ocurrencia de fenómenos de remoción en masa que afecten la infraestructura vial y, en ese sentido, la cadena de suministro, representa una posibilidad media de que se suspendan las labores del componente de beneficio por falta de insumos, maquinaria, piezas de repuesto, etc. El potencial de daño calculado es igualmente medio y, por lo tanto, la amenaza es relevante para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La afectación de la cadena de suministro sugiere una posibilidad media de afectación al componente transporte y comercialización por afectaciones a la cadena de producción y baja disponibilidad de material a transportar. El potencial de daño es medio y, en síntesis, la amenaza es relevante para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la cadena de suministro por efecto de los fenómenos de remoción en masa que afecten la infraestructura vial podría representar la suspensión temporal de actividades de gestión ambiental por falta de insumos, personal contratista, etc.; en ese sentido, hay una posibilidad baja de afectar el componente de gestión ambiental. El potencial de daño calculado es igualmente bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la cadena de suministro por efecto de los fenómenos de remoción en masa que afecten la infraestructura vial podría representar la suspensión temporal de actividades de cierre por falta de insumos, personal contratista, etc.; en ese sentido, hay una posibilidad baja de afectar este componente. El potencial de daño calculado es igualmente bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>

- 8ª Cadena de amenazas **Amenaza directa: avenidas torrenciales por incremento de precipitaciones, componente cadena de suministros**

<p>Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran avenidas torrenciales por el incremento de precipitaciones sugiere que se puede afectar la infraestructura vial o la infraestructura de suministro de combustibles. Esta situación representa una posibilidad baja de afectar el transporte, que es primordial para la cadena de suministro y, asimismo, de afectar el abastecimiento de combustible. De acuerdo con lo anterior, las avenidas torrenciales tienen un potencial medio de dañar el componente de cadena de suministro; en síntesis, constituye una amenaza secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la cadena de suministro por efecto de avenidas torrenciales que afecten la infraestructura vial o de suministro de combustible, podría representar la suspensión temporal de actividades productivas por falta de insumos, maquinaria, piezas de repuesto, etc.; en ese sentido, hay una posibilidad baja de afectar el componente administrativo y financiero. El potencial de daño calculado es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La ocurrencia de avenidas torrenciales que afecten la infraestructura vial y, en ese sentido, la cadena de suministro, representa una posibilidad baja de que se suspendan las labores del componente extractivo por falta de insumos, maquinaria, piezas de repuesto, etc. El potencial de daño calculado es igualmente bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La ocurrencia de avenidas torrenciales que afecten la infraestructura vial y, en ese sentido, la cadena de suministro, representa una posibilidad baja de que se suspendan las labores del componente de beneficio por falta de insumos, maquinaria, piezas de repuesto, etc. El potencial de daño calculado es igualmente bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La posibilidad de afectar la cadena de suministro sugiere una posibilidad baja de afectación al componente de transporte y comercialización por afectaciones a la cadena de producción y baja disponibilidad de material a transportar. El potencial de daño calculado es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la cadena de suministro por efecto de las avenidas torrenciales que afecten la infraestructura vial podría representar la suspensión temporal de actividades de gestión ambiental por falta de insumos, personal contratista, etc.; en ese sentido, hay una posibilidad baja de afectar el componente de gestión ambiental. El potencial de daño calculado es igualmente bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la cadena de suministro por efecto de las avenidas torrenciales que afecten la infraestructura vial podría representar la suspensión temporal de actividades de cierre por falta de insumos, personal contratista, etc.; en ese sentido, hay una posibilidad baja de afectar este componente. El potencial de daño calculado es igualmente bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>

- 9ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: fenómenos de remoción en masa por incremento de precipitaciones, componente extractivo

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran procesos de remoción en masa por el incremento de precipitaciones sugiere que puede haber afectaciones locales en las áreas de extracción. Esta situación representa una posibilidad media de afectar el componente extractivo y, de igual manera, un potencial medio de dañar este componente; en síntesis, constituye una amenaza relevante para el sistema minero.
Amenaza indirecta. La posibilidad de que se dé un cierre parcial de las labores extractivas por efecto de los procesos de remoción en masa que puedan ocurrir en el área de explotación, podría representar una posibilidad baja de afectar el componente administrativo y financiero. Lo anterior, debido a que se puede comprometer la producción de los materiales vendibles. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.
Amenaza indirecta. La afectación del componente extractivo sugiere una baja posibilidad de afectación al componente de beneficio por la reducción en la disponibilidad de materiales que ingresarán al proceso correspondiente. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.
Amenaza indirecta. La afectación del componente extractivo sugiere una baja posibilidad de afectación al componente transporte y comercialización por restricciones en la disponibilidad del material a transportar. El potencial de daño calculado es medio por lo que constituye, en síntesis, una amenaza secundaria para el sistema minero.

- 10ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: avenidas torrenciales por incremento de precipitaciones, componente extractivo

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran avenidas torrenciales en las quebradas aferentes a las zonas de extracción por el incremento de precipitaciones sugiere que se pueden afectar estas áreas. Esta situación representa una posibilidad baja de afectar el componente extractivo y, de igual manera, un potencial medio de dañar el componente; en síntesis, constituye una amenaza relevante para el sistema minero.
Amenaza indirecta. La posibilidad de que se dé un cierre parcial de las labores extractivas por efecto de avenidas torrenciales que puedan ocurrir en el área de explotación, podría representar una posibilidad baja de afectar el componente administrativo y financiero. Lo anterior, debido a que se puede comprometer la producción de los materiales vendibles. El potencial de daño calculado es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.
Amenaza indirecta. La afectación del componente extractivo sugiere una baja posibilidad de afectación al componente de beneficio por la reducción en la disponibilidad de materiales que ingresarán al proceso correspondiente. El potencial de daño calculado es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.
Amenaza indirecta. La afectación del componente extractivo sugiere una baja posibilidad de afectación al componente de transporte y comercialización por restricciones en la disponibilidad de material a transportar. El potencial de daño calculado es bajo y, en síntesis, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

- 11ª Cadena de amenazas Amenaza directa: incendios forestales por incremento de temperatura, componente extractivo

Amenaza directa. El aumento de temperatura posibilita la ocurrencia de incendios forestales en el área de estudio y, en consecuencia, se podrían afectar los títulos mineros. Sin embargo, es poco probable que estos subeventos (incendios forestales) alcancen las áreas de explotación. Esta situación representa una baja posibilidad de afectar el componente extractivo y, asimismo, un potencial bajo de dañar este componente; en resumen, constituye una amenaza secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de que se afecte alguna infraestructura por efecto de los incendios forestales que puedan ocurrir en las áreas de operaciones podría representar una posibilidad baja de afectar el componente administrativo y financiero, por causa de las reparaciones que se deban efectuar. No obstante, es poco probable que este subevento alcance las áreas de operaciones de las empresas, aunque ocurra en áreas de los títulos mineros. El potencial de daño calculado es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

- 12ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: sequías por incremento de temperatura, componente almacenamiento temporal

Amenaza directa. El aumento de temperatura posibilita la ocurrencia de sequías en el área de estudio y, en consecuencia, se podría reducir el acopio de material en las áreas de almacenamiento temporal en cumplimiento de la normativa ambiental de calidad de aire. Esta situación representa una posibilidad media de afectar el componente de almacenamiento temporal y, asimismo, un potencial alto de dañar el componente; en síntesis, constituye una amenaza grave para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de que se reduzca la cantidad de material dispuesto en los patios de acopio por efecto de las sequías, para garantizar el cumplimiento de la normativa de calidad de aire, podría representar una posibilidad media de afectar el componente administrativo y financiero, debido a que se podría reducir la producción del material vendible. El potencial de daño es medio y, por lo tanto, la amenaza es relevante para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La afectación del componente de almacenamiento temporal sugiere una baja posibilidad de afectación al componente de beneficio por la reducción en la disponibilidad de materiales que ingresarán al proceso correspondiente. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La afectación del componente almacenamiento temporal sugiere una baja posibilidad de afectación al componente transporte y comercialización por posible disminución de la producción y, en ese sentido, se podría afectar la disponibilidad de material a transportar y comercializar. El potencial de daño es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

- 13ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: sequías por incremento de temperatura, componente beneficio

Amenaza directa

El aumento de temperatura posibilita la ocurrencia de sequías en el área de estudio y, en consecuencia, se podría reducir el volumen de material que ingresa al proceso de beneficio, para garantizar así el cumplimiento de la normativa ambiental de calidad de aire. Esta situación representa una posibilidad media de afectar el componente de beneficio y, asimismo, un potencial alto de dañar el componente; en síntesis, constituye una amenaza grave para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de que se reduzca el volumen de material que ingresa al proceso de beneficio, en cumplimiento de la normativa de calidad de aire, podría representar una posibilidad media de que se afecte el componente administrativo y financiero debido a que se podría reducir la producción del material vendible. El potencial de daño es medio y, por lo tanto, la amenaza es relevante para el sistema minero.

Amenaza indirecta

La afectación del componente de beneficio sugiere una posibilidad media de afectación al componente transporte y comercialización por posible disminución de la producción y, en ese sentido, se podría afectar la disponibilidad de material a transportar y comercializar. El potencial de daño calculado es bajo y, en síntesis, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

- 14ª Cadena de amenazas Amenaza directa: fenómenos de remoción en masa por incremento de precipitaciones, componente transporte y comercialización

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran fenómenos de remoción en masa por el incremento de precipitaciones sugiere que se puede afectar la infraestructura vial. Esta situación representa una posibilidad media de afectar el transporte, que es primordial en los procesos del componente de transporte y comercialización. De acuerdo con lo anterior, los fenómenos de remoción en masa tienen un potencial medio de dañar el componente en mención; en síntesis, constituye una amenaza relevante para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación al componente de transporte y comercialización por efecto de los fenómenos de remoción en masa que afecten la infraestructura vial, podría representar la afectación de los procesos de transporte y, por lo tanto, se puede comprometer la comercialización de los productos vendibles; en ese sentido, hay una posibilidad baja de afectar el componente administrativo y financiero. El potencial de daño calculado es medio y, por ende, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

- 15ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: avenidas torrenciales por incremento de precipitaciones, componente transporte y comercialización

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran avenidas torrenciales por el incremento de precipitaciones sugiere que se puede afectar la infraestructura vial. Esta situación representa una posibilidad baja de afectar el transporte, que es primordial en los procesos del componente de transporte y comercialización. De acuerdo con lo anterior, las avenidas torrenciales tienen un potencial medio de dañar el componente en mención; en síntesis, constituye una amenaza secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación al componente de transporte y comercialización por efecto de las avenidas torrenciales que afecten la infraestructura vial, podría representar la afectación de los procesos de transporte y, por lo tanto, se puede comprometer la comercialización de los productos vendibles; en ese sentido, hay una posibilidad baja de afectar el componente administrativo y financiero. El potencial de daño calculado es bajo y, por ende, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

- 16ª Cadena de amenazas Amenaza directa: sequía por incremento de temperatura, componente gestión ambiental

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran sequías por el aumento de temperatura en el área de estudio sugiere que se puede incumplir la normativa ambiental relacionada con calidad del aire. Esta situación representa una posibilidad media de afectar el componente de gestión ambiental y, asimismo, un potencial bajo de dañar dicho componente; en síntesis, constituye una amenaza secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de que se incumpla la normativa ambiental por efecto de las emisiones de material particulado en época de sequía, podría representar una posibilidad media de afectar el componente administrativo y financiero por pago de sanciones o mayores inversiones para el control de las emisiones. El potencial de daño calculado es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La afectación del componente de gestión ambiental sugiere una posibilidad media de afectación al componente de entorno social y ambiental, pues el aumento de emisiones de material particulado podría generar conflictos con la comunidad. Esta situación constituye un potencial de daño medio y, en síntesis, la amenaza sería relevante para el sistema minero.

- 17ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: fenómenos de remoción en masa por incremento de precipitaciones, componente cierre minero

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran fenómenos de remoción en masa por el incremento de precipitaciones sugiere que se puede afectar la continuidad de las medidas de cierre. Esta situación representa una posibilidad baja de afectar el componente de cierre minero, ya que el efecto sería localizado. De acuerdo con lo anterior, los fenómenos de remoción en masa tienen un potencial bajo de dañar el componente en mención; en síntesis, constituye una amenaza secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de que se afecte la continuidad de las medidas de cierre por efecto de los procesos de remoción en masa, podría representar una posibilidad baja de afectar el componente administrativo y financiero por efecto de las reparaciones que se deban efectuar. El potencial de daño calculado es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

- 18ª Cadena de amenazas Amenaza directa: avenidas torrenciales por incremento de precipitaciones, componente cierre minero

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran avenidas torrenciales por el incremento de precipitaciones sugiere que se puede afectar la continuidad de las medidas de cierre. Esta situación representa una posibilidad baja de afectar el componente de cierre minero y, asimismo, un potencial bajo de dañar el componente en mención; en síntesis, constituye una amenaza secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta

La posibilidad de que se afecte la continuidad de las medidas de cierre por efecto de las avenidas torrenciales, podría representar una posibilidad baja de afectar el componente administrativo y financiero por efecto de las reparaciones que se deban efectuar. El potencial de daño calculado es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

- 19ª Cadena de amenazas Amenaza directa: sequía por incremento de temperatura, componente cierre minero

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran sequías por el aumento de temperatura en el área de estudio sugiere que se puede incumplir la normativa ambiental relacionada con calidad del aire, requisito que también se debe cumplir en la etapa de cierre. Adicionalmente, se puede comprometer la continuidad de algunas medidas de cierre. Esta situación representa una posibilidad media de afectar el componente de cierre minero y, asimismo, un potencial medio de dañar dicho componente; en síntesis, constituye una amenaza relevante para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de que se incumpla la normativa ambiental por efecto de las emisiones de material particulado en época de sequía, podría representar una posibilidad baja de afectar el componente administrativo y financiero por pago de sanciones. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

- 20ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: incendios forestales por incremento de temperatura, componente cierre minero

Amenaza directa. El aumento de temperatura posibilita la ocurrencia de incendios forestales en el área de estudio y, en consecuencia, se podría afectar la continuidad de algunas medidas de cierre. Esta situación representa una baja posibilidad de afectar el componente de cierre minero y, asimismo, un potencial bajo de dañar este componente; constituyendo en síntesis una amenaza secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de afectar la continuidad de las medidas de cierre por efecto de los incendios forestales, podría representar una posibilidad baja de afectar el componente administrativo y financiero por efecto de las reparaciones que se deban efectuar. El potencial de daño calculado es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

- **21ª Cadena de amenazas Amenaza directa: inundaciones por incremento de precipitaciones, componente de entorno ambiental y social**

<p>Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran inundaciones por el incremento de precipitaciones sugiere que se pueden afectar la infraestructura vial, los predios vecinos, los cultivos y las áreas destinadas a ganadería. Mientras, el abastecimiento de agua también se podría afectar, pero en menor proporción. Esta situación representa una posibilidad baja de afectar el componente de entorno ambiental y social, y asimismo, un potencial bajo de dañar este componente; constituyendo, en síntesis, una amenaza secundaria.</p>
<p>Amenaza indirecta. La posibilidad de que se afecten las vías por efecto de las inundaciones que ocurren en el área de influencia podría representar una posibilidad baja de afectación al componente administrativo financiero, debido a que se podrían suspender temporalmente las actividades de transporte y comercialización del material vendible. El potencial de daño calculado es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La afectación de la infraestructura vial en el componente de entorno social y ambiental sugiere una posibilidad baja de afectación al componente cadena de suministro por restricciones en la movilidad. El potencial de daño calculado es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La afectación de la infraestructura vial en el componente de entorno social y ambiental sugiere una posibilidad baja de afectación al componente transporte y comercialización por restricciones en la movilidad. El potencial de daño calculado es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la infraestructura vial por efecto de las inundaciones podría representar la afectación de la cadena de suministros y consecuentemente se podrían suspender temporalmente las actividades de gestión ambiental por falta de insumos, personal contratista, etc.; en ese sentido, hay una posibilidad baja de afectar el componente de gestión ambiental. El potencial de daño calculado es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>

- **22ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: fenómenos de remoción en masa por incremento de precipitaciones, componente de entorno ambiental y social**

<p>Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran procesos de remoción en masa por el incremento de precipitaciones sugiere que se puede afectar la prestación de servicios públicos. Esta situación representa una posibilidad alta de afectar el componente de entorno ambiental y social, y asimismo, un potencial alto de dañar este componente; en síntesis, constituye una amenaza grave.</p>
<p>Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación de la infraestructura vial en el componente de entorno social y ambiental sugiere una posibilidad media de afectación al componente cadena de suministro por restricciones en la movilidad. El potencial de daño calculado es alto, por lo que constituye, en síntesis, una amenaza grave para el sistema minero.</p>

- **23ª Cadena de amenazas Amenaza directa: avenidas torrenciales por incremento de precipitaciones, componente de entorno ambiental y social**

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran avenidas torrenciales sugiere que se pueden afectar la infraestructura vial, los predios vecinos, los cultivos y las áreas destinadas a ganadería. Mientras, el abastecimiento de agua también se podría afectar, aunque en menor proporción. Esta situación representa una posibilidad baja de afectar el componente de entorno ambiental y social y, asimismo, un potencial bajo de dañar este componente; como resultado, constituye una amenaza secundaria.
Amenaza indirecta. La posibilidad de que se afecten las vías por efecto de las avenidas torrenciales que ocurran en el área de influencia podría representar una posibilidad baja de afectación al componente administrativo financiero, debido a que se podrían suspender temporalmente las actividades de transporte y comercialización del material vendible. El potencial de daño calculado es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.
Amenaza indirecta. La afectación de la infraestructura vial en el componente entorno social y ambiental sugiere una posibilidad baja de afectación al componente cadena de suministro por restricciones en la movilidad. El potencial de daño calculado es bajo y, en síntesis, la amenaza es secundaria para el sistema minero.
Amenaza indirecta. La afectación de la infraestructura vial en el componente entorno social y ambiental sugiere una posibilidad baja de afectación al componente transporte y comercialización por restricciones en la movilidad. El potencial de daño calculado es bajo y, en síntesis, la amenaza es secundaria para el sistema minero.
Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la infraestructura vial por efecto de las avenidas torrenciales podría representar la afectación de la cadena de suministros y consecuentemente se podrían suspender temporalmente las actividades de gestión ambiental por falta de insumos, personal contratista, etc.; en ese sentido, hay una posibilidad baja de afectar el componente de gestión ambiental. El potencial de daño calculado es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

- 24ª Cadena de amenazas Amenaza directa: sequías por incremento de temperatura, componente de entorno ambiental y social**

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran sequías por el aumento de temperatura en el área de estudio sugiere que se pueden afectar los procesos productivos agropecuarios y agroindustriales que requieran altos volúmenes de agua. Esto constituye una amenaza para las posibilidades de empleo de las comunidades y compromete sus fuentes de ingreso. De acuerdo con lo anterior, se detecta una baja posibilidad de afectar el componente de entorno ambiental y social y, asimismo, se establece que el potencial de daño es bajo; constituyendo, en síntesis, una amenaza secundaria.
--

3.2.3 Girardota

3.2.3.1 Estimación de subeventos derivados del cambio climático y la variabilidad climática

3.2.3.1.1 Inundaciones

El modelo de amenaza por inundaciones proviene del POMCA del río Aburrá, en el cual se obtienen los polígonos de amenaza a escala 1:25.000 que se presentan en la siguiente figura. Para el área de estudio Girardota, el 64,5% se encuentra en amenaza alta, seguida por el 35,5 % en amenaza baja.

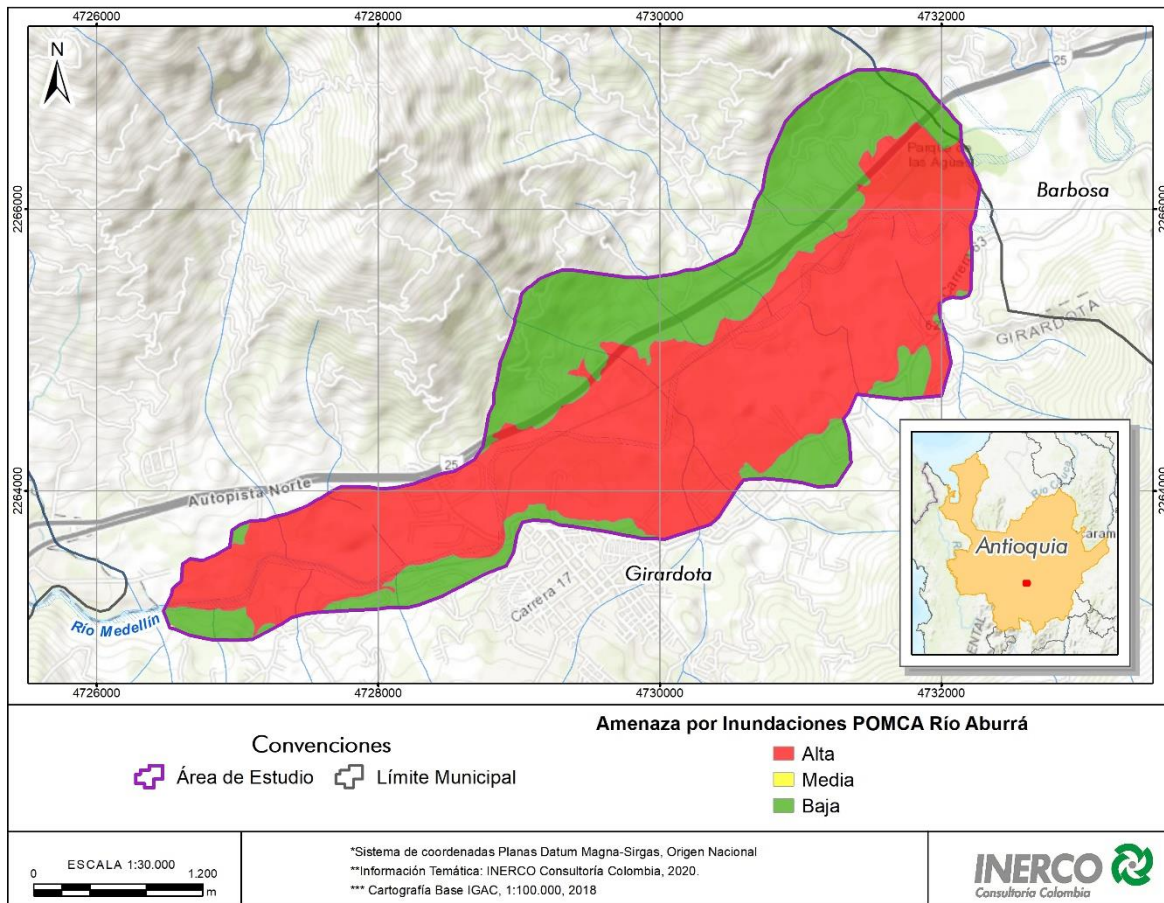
Los eventos de inundación evidenciados en Girardota hacen referencia a la recurrencia del desbordamiento de quebradas que afecta comunidades e infraestructuras viales tanto en el suelo urbano como en el rural. Esta amenaza denota los problemas asociados a los niveles de urbanización de la cuenca del río Medellín y los inconvenientes ligados a las restricciones de manejo de las aguas lluvias, referidos a la ocupación de rondas, la imposibilidad de filtración de aguas por la impermeabilización de buena parte de la cuenca, la pérdida de cobertura vegetal que contribuya a reducir los volúmenes y velocidades de la escorrentía, entre otros aspectos.

Las quebradas del Valle de Aburrá presentan puntos críticos inundables generados por condiciones geológicas (zonas de baja permeabilidad) y/o geomorfológicas (cambios en la forma de la pendiente, topografías heredadas de antiguos canales), pero principalmente por la incidencia antrópica como bloqueo del cauce por basuras y escombros, insuficiencia en las obras hidráulicas, diferentes grados de incisión y cambios en la geometría de un mismo canal en tramos muy cortos, técnicas de construcción no adecuadas, explotación y remoción de material de playa, invasión de cauces, deforestación de las márgenes (lo cual disminuye el agarre del suelo facilitando su transporte e incorporación al flujo) y presencia de vías e infraestructura con obras hidráulicas insuficientes.

En cuanto a las zonas en las que la condición de amenaza es baja, se presentan procesos de canalización, rectificación y profundización de corrientes⁶⁵.

⁶⁵ AMVA-CORANTIOQUIA-CORNARE. Actualización del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Aburrá: 2. Fase de diagnóstico - 2.7. Caracterización de las condiciones de riesgo. Elaborado por CPA Ingeniería. [En línea] 2018. pp. 1818-1993. [Citado el 2021-02-02]. Disponible en Internet: <https://www.corantioquia.gov.co/SiteAssets/PDF/Tematicas/Agua/POMCA_Aburra/2.7.Caract_CondiRiesgo_vf.pdf>

Figura 3-27 Amenaza por inundación área de estudio Girardota

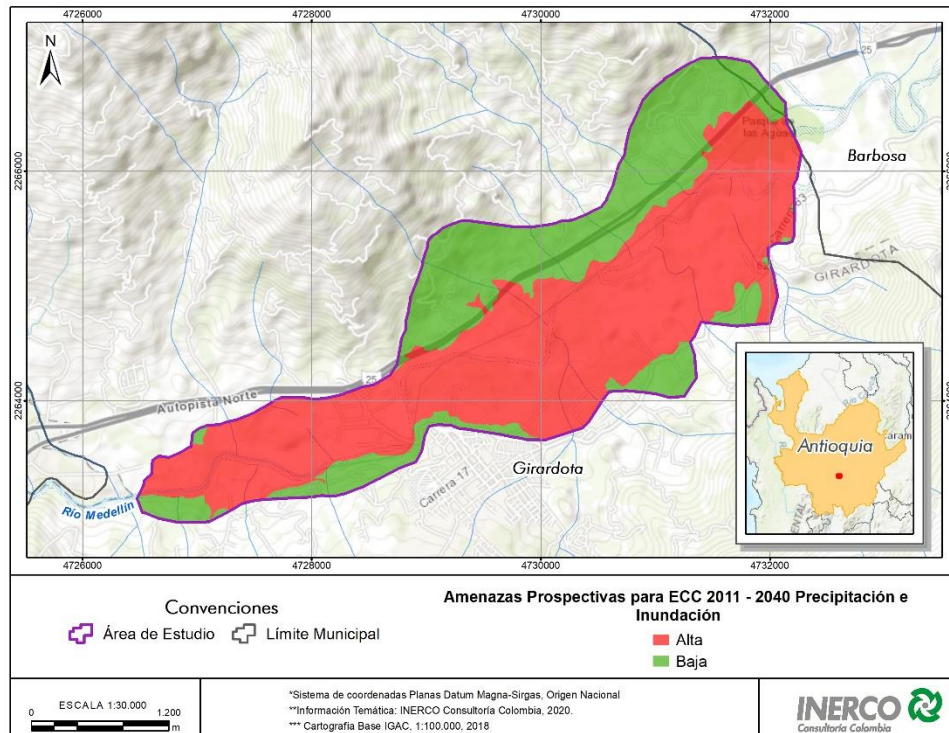


Fuente: Minambiente *et al.*⁶⁶. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

Considerando el aumento de precipitación en el escenario 2011-2040 del IDEAM, se ha obtenido el modelo prospectivo presentado a continuación. En este modelo, el 64,5 % del área Girardota se encontraría en zona de amenaza alta, mientras el 35,5 % restante lo estaría en amenaza baja. En este caso, es necesario considerar que aunque el cruce de la amenaza con el escenario del IDEAM 2011-2040 arroja un nivel de amenaza media para las laderas del área de estudio, la realidad es que las inundaciones ocurren en las zonas planas y no en las laderas, por lo tanto, se ha modificado el nivel de amenaza para estas últimas zonas y se calificó como amenaza baja.

⁶⁶ COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE *et al.* Pomca Río Aburrá: Caracterización básica de la cuenca. Medellín: Minambiente, Minhacienda, AMVA, Corantioquia, Cornare, CPA Ingeniería, 2019.

Figura 3-28. Escenario prospectivo 2011-2040 amenaza por inundación. Aumento de precipitación, área de estudio Girardota



Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2020

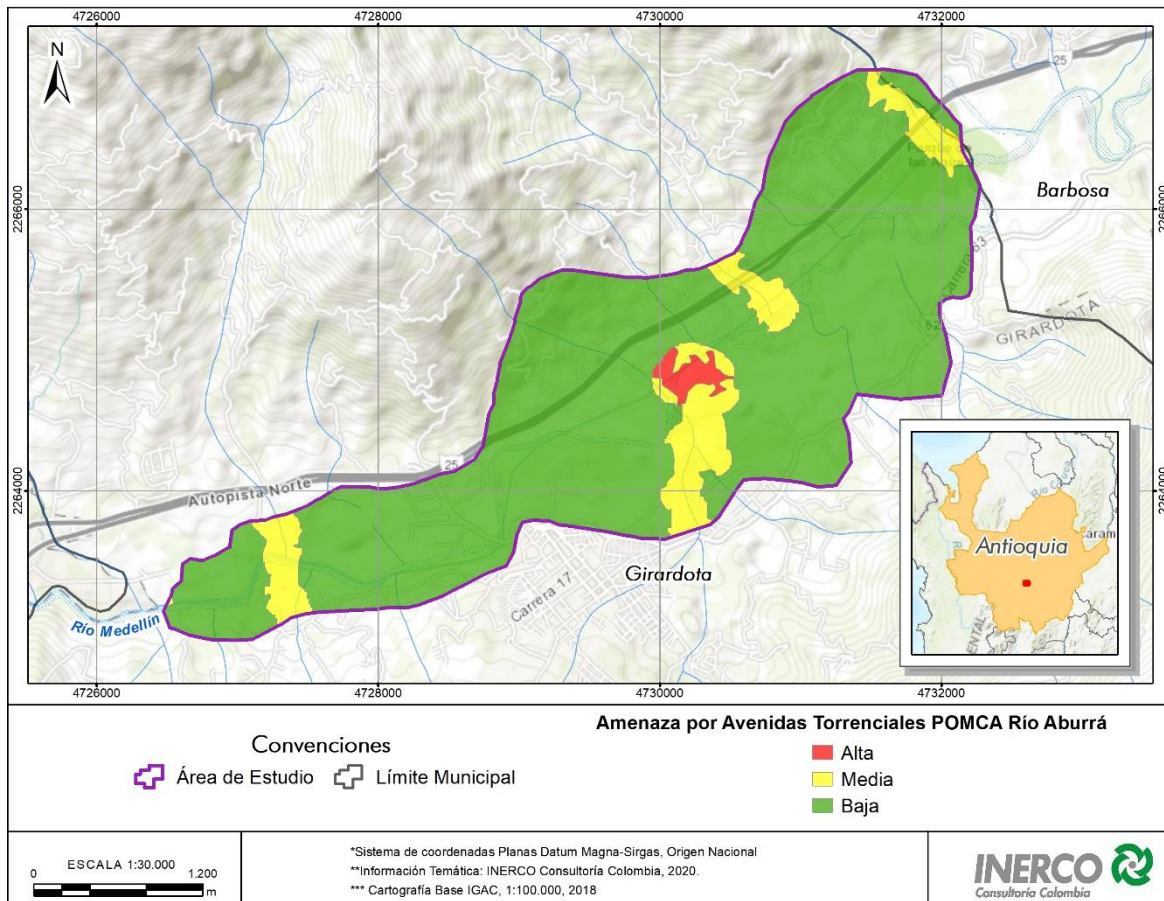
3.2.3.1.2 Avenidas torrenciales (crecientes súbitas)

El modelo de amenaza por avenidas torrenciales proviene del POMCA del río Aburrá, en el cual se obtienen los polígonos de amenaza a escala 1:25.000 que se presentan en la siguiente figura. Para el área de estudio Girardota, el 88,3 % se encuentra en amenaza baja, seguida por el 10,6 % en amenaza media, y el 1,2 % restante en amenaza alta.

Las avenidas torrenciales se encuentran principalmente en los municipios de Bello, Itagüí, Caldas y Barbosa y en la ciudad de Medellín⁶⁷.

⁶⁷ Ibid., p.1826

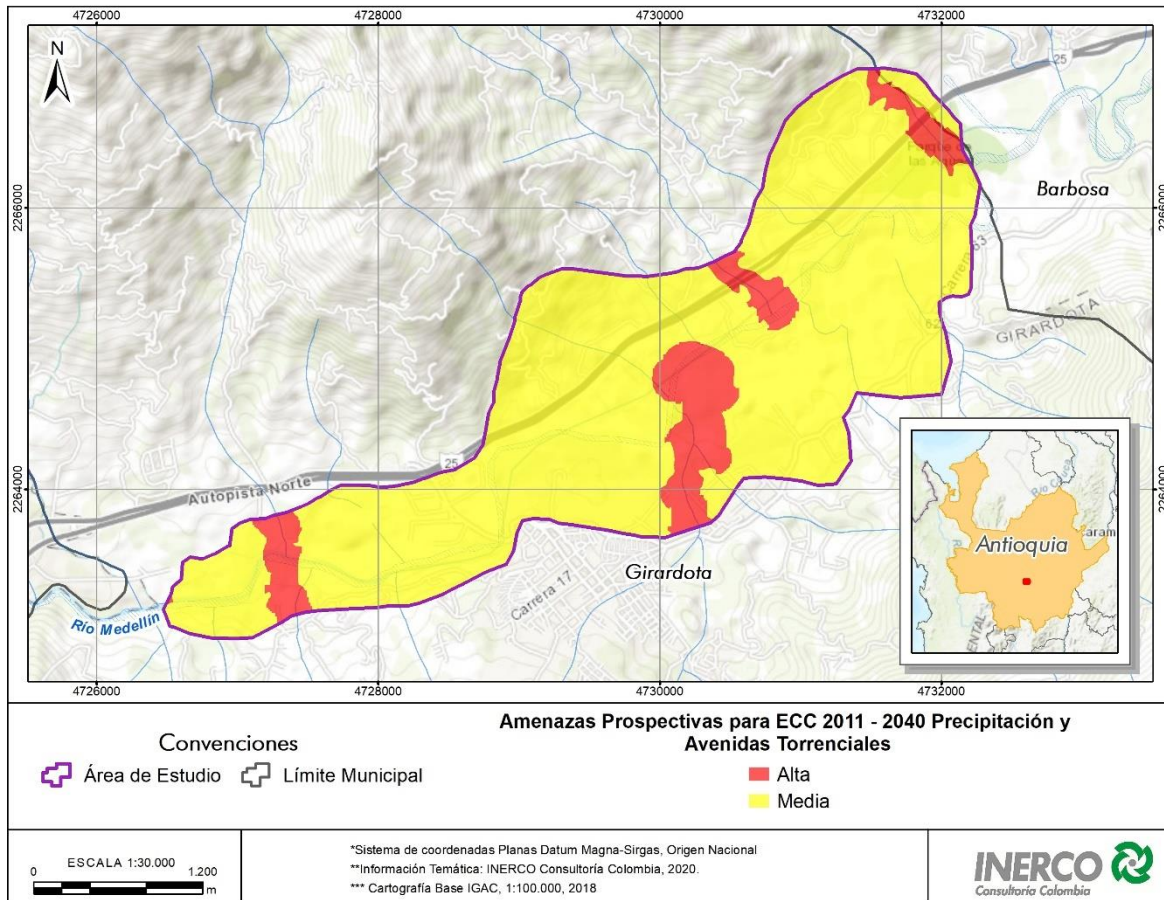
Figura 3-29 Amenaza por avenida torrencial área de estudio Girardota



Fuente: Minambiente et al. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

Considerando el aumento de precipitación en el escenario 2011-2040 del IDEAM, se ha obtenido el modelo prospectivo presentado en la figura 3-30. En este modelo, el 88,3 % del área Girardota se encontraría en zona de amenaza media, mientras el 11,7 % restante lo estaría en amenaza alta.

Figura 3-30. Escenario prospectivo 2011-2040 amenaza por avenida torrencial. Aumento de precipitación, área de estudio Girardota



Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2020

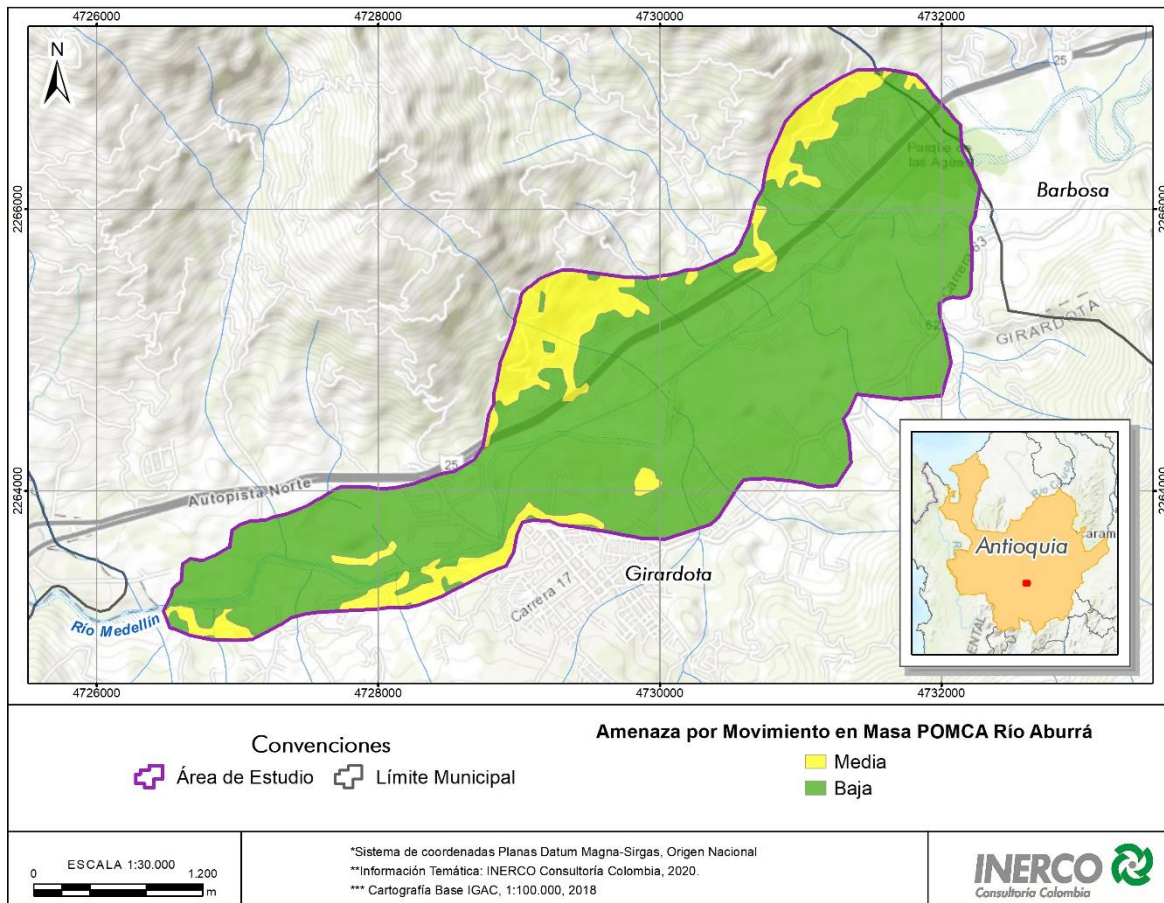
3.2.3.1.3 Fenómenos de remoción en masa

El modelo de amenaza por remoción en masa proviene del POMCA del río Aburrá, en el cual se obtienen los polígonos de amenaza a escala 1:25.000 que se presentan en la siguiente figura. Para el área de estudio Girardota, el 86,4 % se encuentra en amenaza baja, seguida por el 13,4 % en amenaza media.

Como tendencia general, los principales tipos de procesos de movimientos en masa que se identifican en la cuenca de río Aburrá tienen que ver con flujos, deslizamientos rotacionales y eventuales caídas⁶⁸.

⁶⁸ Ibid., p.1831, p.1874

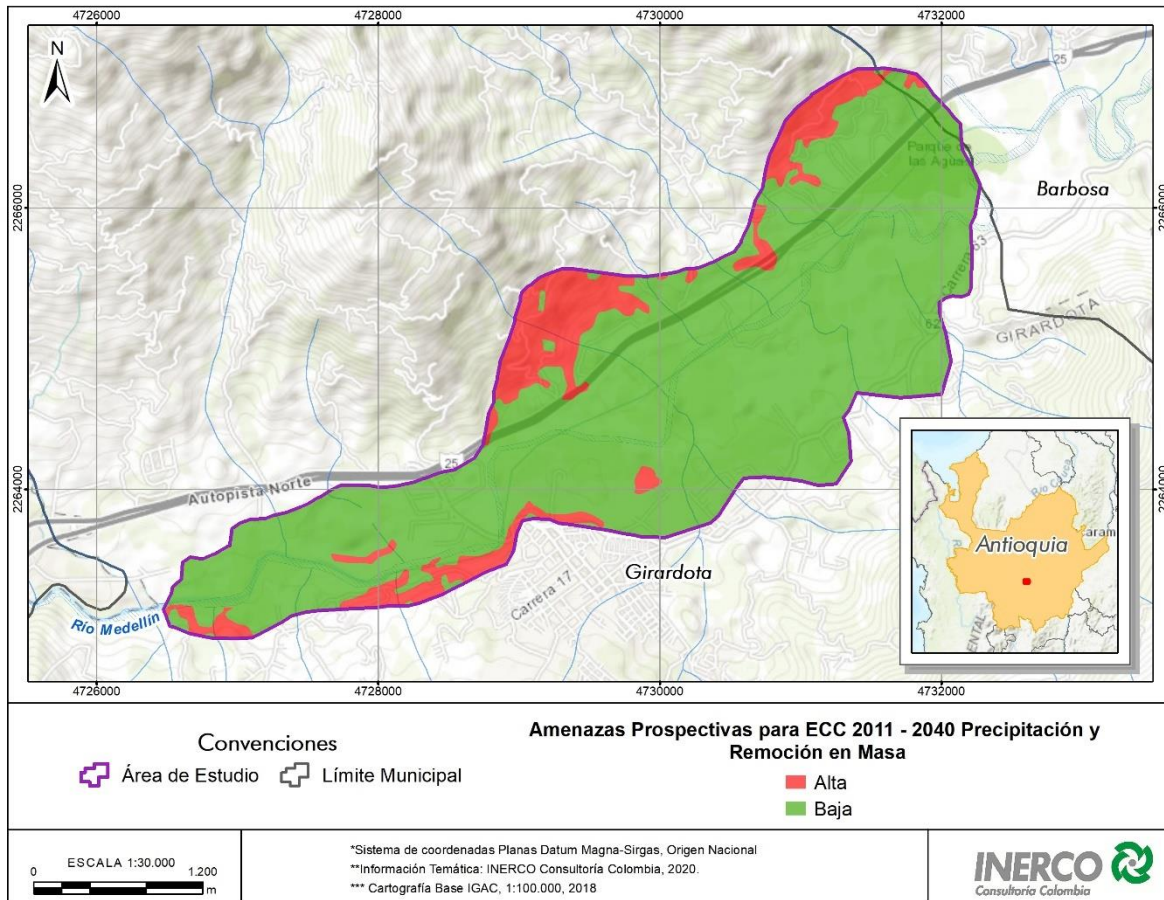
Figura 3-31. Amenaza por remoción en masa área de estudio Girardota



Fuente: Minambiente et al. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

Considerando el aumento de precipitación en el escenario 2011-2040 del IDEAM, se ha obtenido el modelo prospectivo presentado en la figura 3-32. En este modelo, el 86,6% del área Girardota se encontraría en zona de amenaza baja, mientras el 13,4% restante lo estaría en amenaza alta. En este caso, es necesario considerar que aunque el cruce de la amenaza con el escenario del IDEAM 2011 – 2040 arroja un nivel de amenaza media en la mayor parte del área de estudio, la realidad es que los fenómenos de remoción en masa no son plausibles dada la topografía plana que domina en el área de estudio. De acuerdo con lo anterior, la amenaza se ha calificado como baja.

Figura 3-32. Escenario prospectivo 2011-2040 amenaza por remoción en masa. Aumento de precipitación, área de estudio Girardota



Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2020

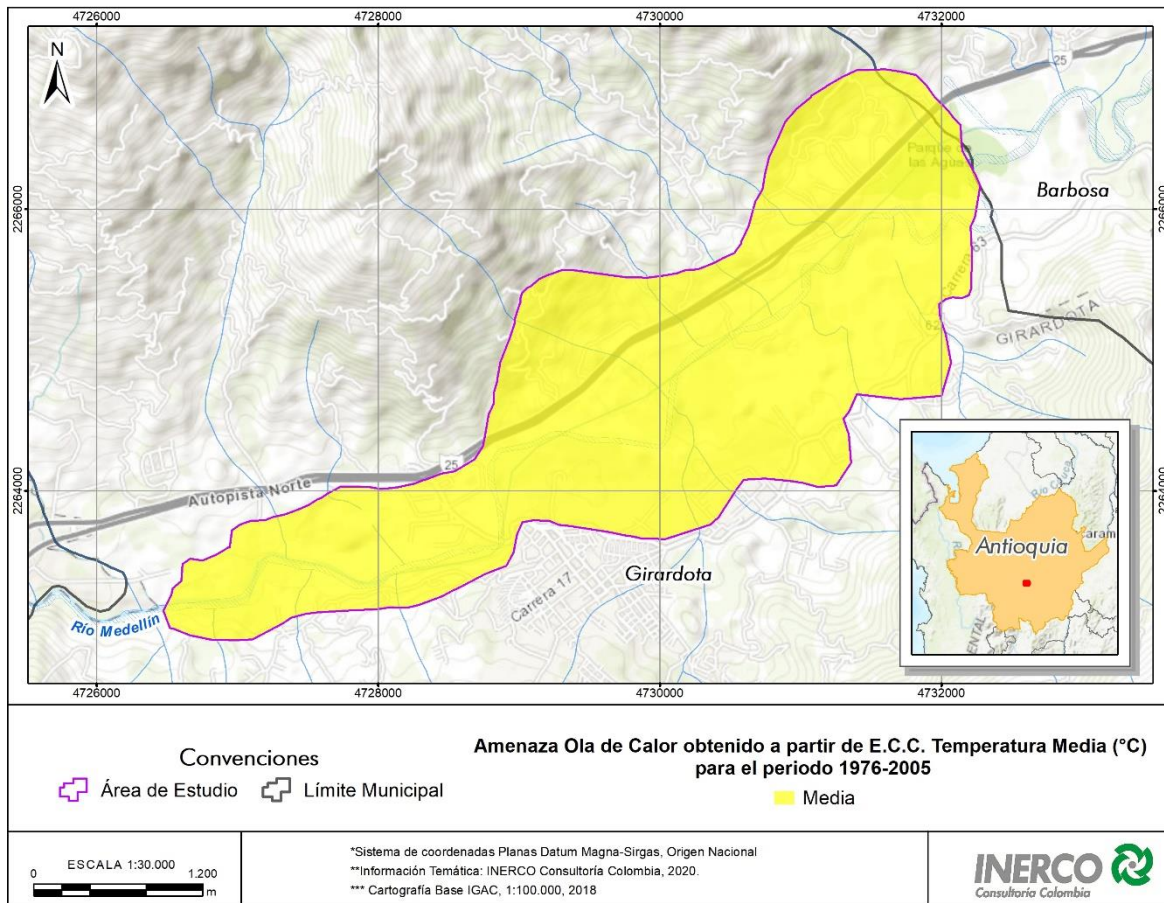
3.2.3.1.4 Olas de calor

La figura 3-33 presenta el mapa de amenaza por olas de calor obtenido para el área de estudio, tomando como base la información del mapa de diferencia de temperatura 2011-2040 vs. 1976-2005 del IDEAM. Para definir los niveles alto, medio y bajo de amenaza, se reclasificaron los rangos presentados por el IDEAM utilizando la siguiente fórmula: (temperatura máxima – temperatura mínima) /3, el resultado obtenido se presenta a continuación:

- < 3 °C-13 °C Baja
- 13,1 °C-23 °C Media
- 23,1 °C-32 °C Alta

De acuerdo con lo anterior, la calificación de la amenaza para toda el área de análisis es media.

Figura 3-33. Amenaza por olas de calor área de estudio Girardota

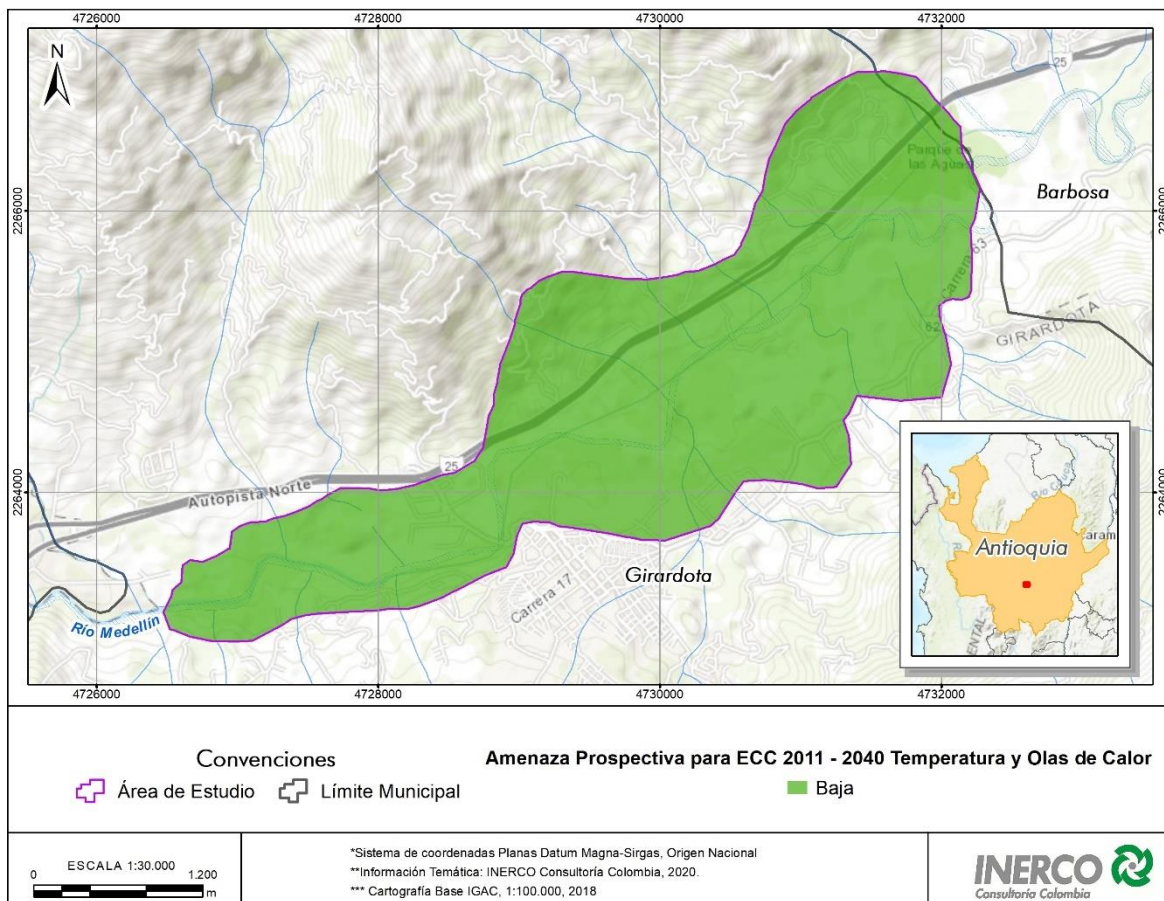


Fuente: IDEAM⁶⁹. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020

Considerando el escenario de aumento de temperatura 2011 – 2040, el comportamiento de la amenaza es el que se presenta en la figura 3-34 donde se evidencia que el 100 % del área de estudio se encontraría en zona de amenaza baja.

⁶⁹ COLOMBIA. IDEAM. Mapa de Escenario Temperatura media (°C) para el periodo 1976-2005. Bogotá: IDEAM, 2015.

Figura 3-34 . Escenario prospectivo 2011-2040 amenaza por olas de calor. Aumento de temperatura, área de estudio Girardota



Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2020

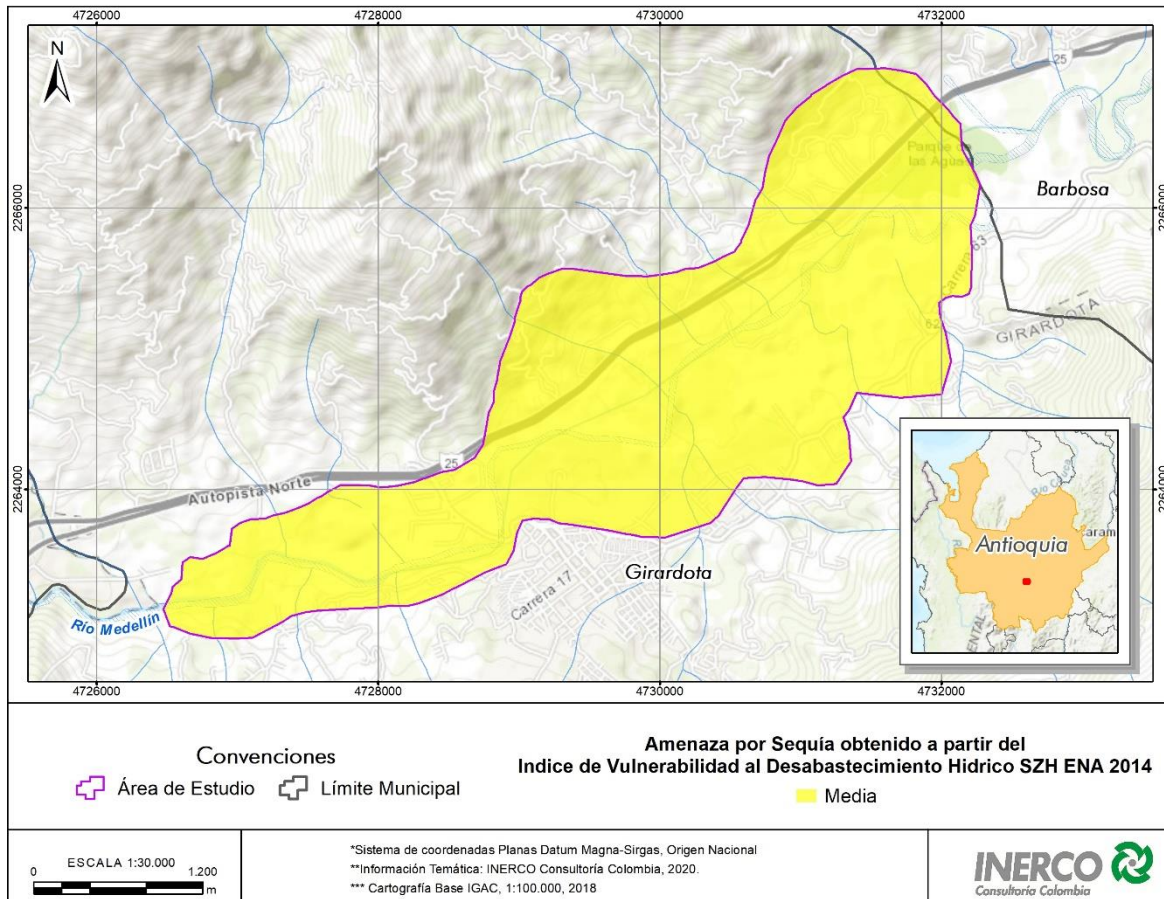
3.2.3.1.5 Sequías o déficit de lluvias

La figura 3-35 presenta el mapa de amenaza por sequía obtenido para el área de Girardota, tomando como base la información del mapa de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico del Estudio Nacional del Agua de 2014. Para definir los niveles alto, medio y bajo de amenaza, se reclasificaron los rangos del mapa de vulnerabilidad así:

- Vulnerabilidad muy alta y alta: amenaza alta
- Vulnerabilidad media: amenaza media
- Vulnerabilidad baja y muy baja: amenaza baja

De acuerdo con lo anterior, la calificación de la amenaza para toda el área de análisis es media.

Figura 3-35. Amenaza por sequía área de estudio Girardota

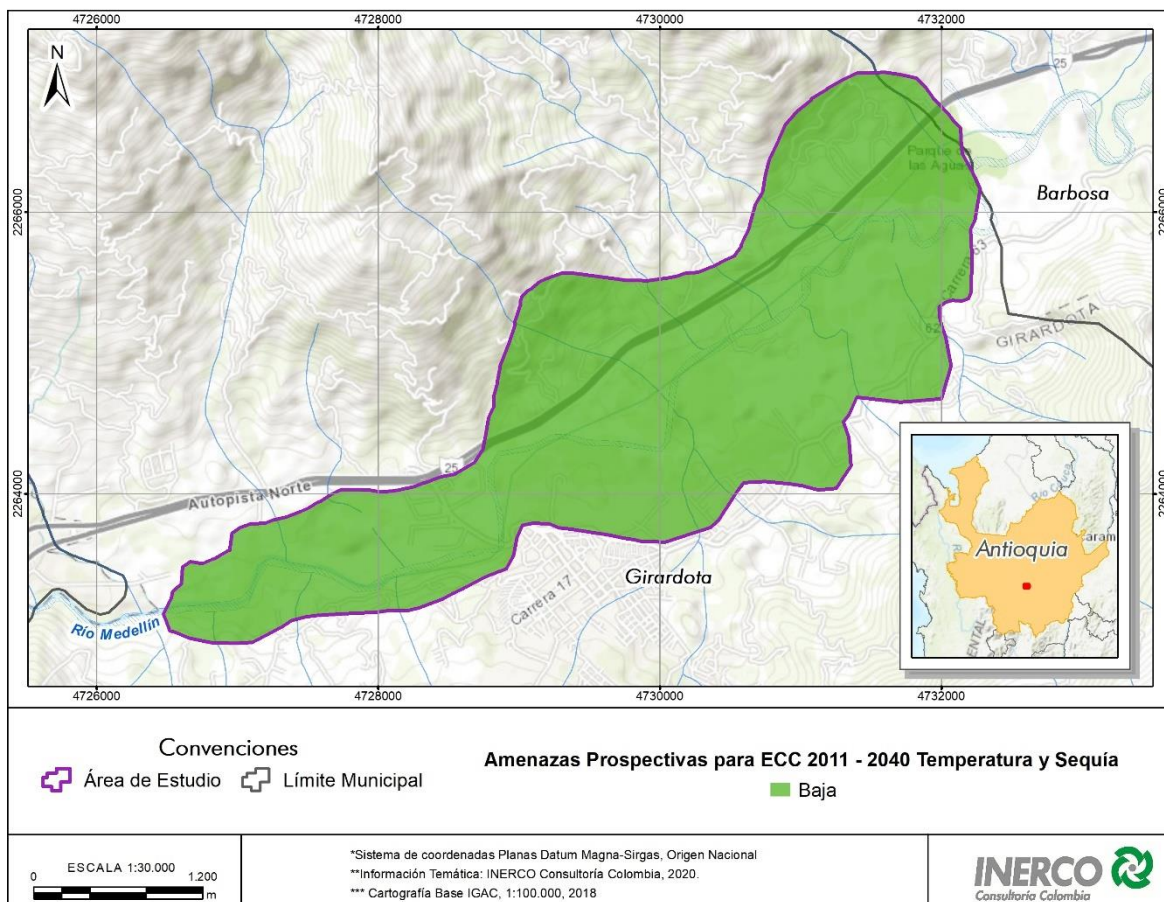


Fuente: IDEAM⁷⁰. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020

Considerando el aumento de temperatura que presenta el IDEAM para el escenario 2011-2040, se ha obtenido el modelo prospectivo que se presenta en la figura 3-36. En este modelo, el 100 % del área de estudio se encontraría en zona de amenaza baja.

⁷⁰ COLOMBIA. IDEAM. Mapa Índice de Vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico por Subzona Hidrográfica. Bogotá: IDEAM, 2015.

Figura 3-36. Escenario prospectivo 2011-2040 amenaza por sequía. Aumento de temperatura, área de estudio Girardota



Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2020

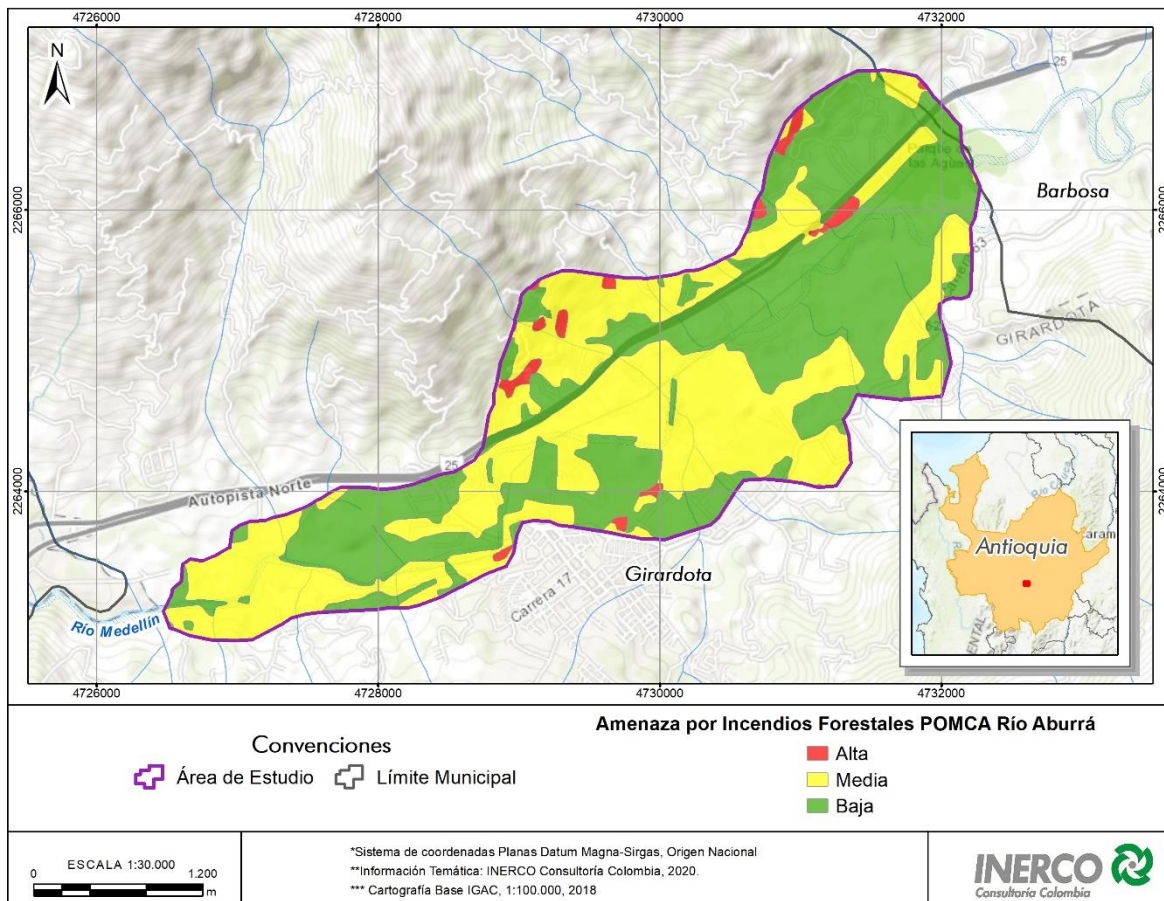
3.2.3.1.6 Incendios forestales

El modelo de amenaza por inundaciones proviene del POMCA del río Aburrá, en el cual se obtienen los polígonos de amenaza a escala 1:25.000 que se presentan en la siguiente figura. Para el área de estudio Girardota, el 52,7 % se encuentra en amenaza baja, seguida por el 45,7 % en amenaza media y el 1,6 % en amenaza alta.

Los bosques, las plantaciones forestales y los cultivos permanentes arbustivos identificados en la cuenca del río Aburrá presentan los mayores rangos de carga de combustible, a su vez, cuentan con una alta distribución espacial a lo largo de la cuenca del río Aburrá⁷¹.

⁷¹ AMVA-CORANTIOQUIA-CORNARE. Actualización del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Aburrá: 2. Fase de diagnóstico - 2.7. Caracterización de las condiciones de riesgo. Elaborado por CPA Ingeniería. [En línea] 2018. pp. 1818,1945. [Citado el 2021-02-02]. Disponible en Internet: <https://www.corantioquia.gov.co/SiteAssets/PDF/Tematicas/Agua/POMCA_Aburra/2.7.Caract_CondiRiesgo_vf.pdf>

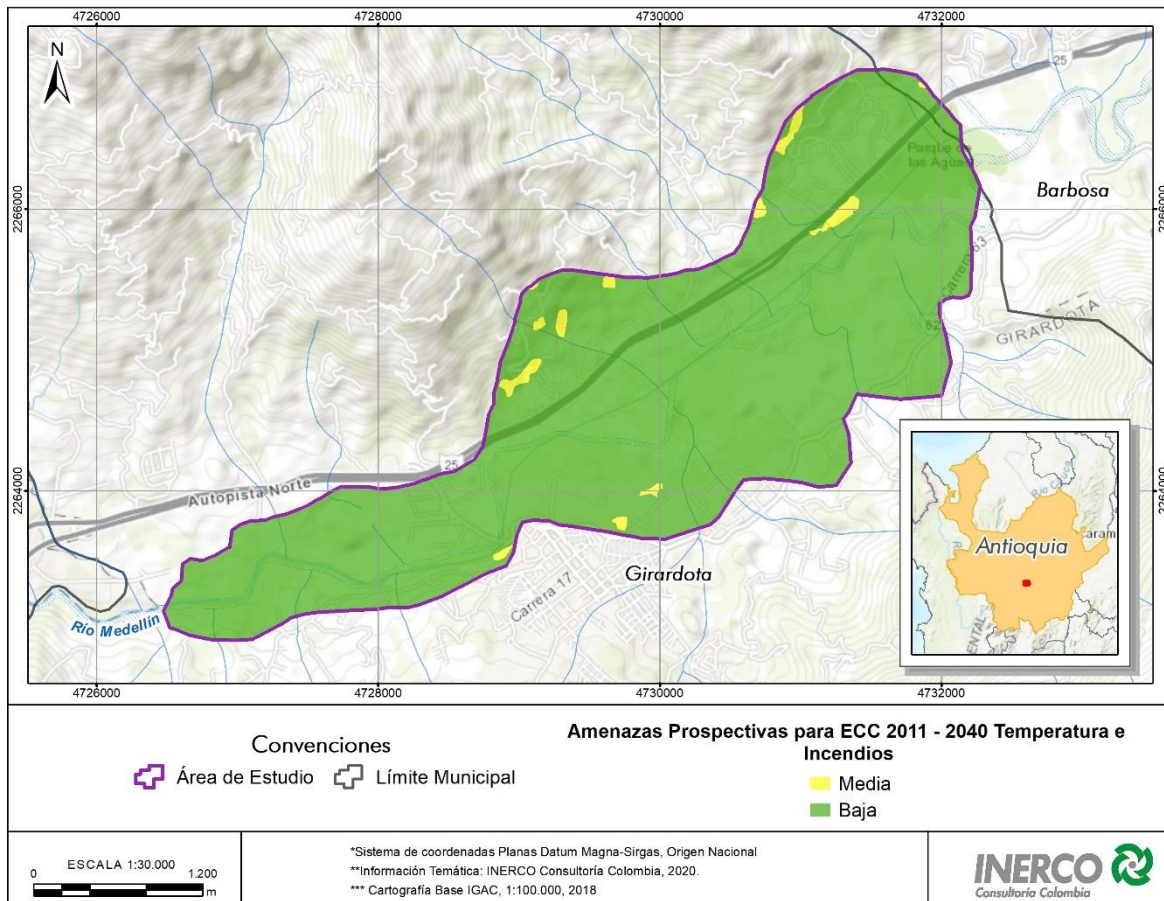
Figura 3-37. Amenaza por incendios forestales área de estudio Girardota



Fuente: Minambiente et al. Adaptada por INERCO Consultoría Colombia, 2020.

En el escenario de aumento de temperatura 2011 – 2040 del IDEAM, el comportamiento de la amenaza es el que se presenta en la figura 3-38 donde se evidencia que el 98,40 % del área de estudio se encontraría en zonas de amenaza baja y el 1,60 % restante en zonas de amenaza media.

Figura 3-38. Escenario prospectivo amenaza por incendios forestales área de estudio Girardota



Fuente: INERCO Consultoría Colombia, 2020

3.2.3.1.7 Conclusiones de eventos y subeventos

Como resultado de los análisis anteriores se obtuvieron las siguientes conclusiones respecto a la posible ocurrencia de subeventos amenazantes para la minería de materiales de construcción en el área de estudio Girardota. El detalle del análisis realizado se presenta en el anexo 2-3. Matriz: Caracterización Eventos.

3.2.3.1.7.1 Subeventos amenazantes asociados al incremento de precipitaciones

En todos los escenarios planteados por la TCNCC, se espera aumento de la precipitación para el área de estudio. Los rangos de variación están entre 21 % y el 30 % correspondiente a exceso de lluvias y, por lo tanto, se podría favorecer la generación de inundaciones, fenómenos de remoción en masa y avenidas torrenciales.

De acuerdo con el Pomca del río Aburrá-Medellín, la mayor parte del área de estudio presenta amenaza alta por inundación y baja por avenidas torrenciales y fenómenos de remoción en masa.

Ahora bien, al considerar el escenario 2011 – 2040 de cambio climático del IDEAM, la amenaza en el futuro podría calificarse como alta en el caso de inundaciones y media para avenidas torrenciales. Para fenómenos de remoción en masa la amenaza es baja teniendo en cuenta que en la mayor parte del área de estudio la topografía es plana.

3.2.3.1.7.2 Subeventos amenazantes asociados a la disminución de precipitaciones

Para ninguno de los escenarios planteados por el IDEAM se espera disminución de las precipitaciones en el área de análisis, por lo tanto, no se consideran subeventos amenazantes atribuibles dicha disminución.

3.2.3.1.7.3 Subeventos amenazantes asociados al aumento de temperatura

En todos los escenarios planteados por la TCNCC, se espera aumento de la temperatura para el área de estudio Girardota. Los rangos de variación están entre 0,51 °C y 0,8 °C (bajo) para el escenario 2011-2040; 1,21 °C a 1,6 °C (alto) para el escenario 2041-2070; y 1,8 °C a 2,1 °C (alto) para el escenario 2071-2100.

De acuerdo con lo anterior, se esperaría que el aumento de la temperatura incida en la generación de fenómenos de sequía, olas de calor e incendios forestales. Según la información proveniente del Pomca del río Medellín-Aburrá, en el área de estudio la amenaza por sequía y olas de calor es media mientras que para incendios forestales es baja. Ahora bien, al considerar el escenario 2011-2040 de cambio climático del IDEAM, en el futuro estas amenazas se podrían calificar como bajas.

3.2.3.1.7.4 Subeventos amenazantes asociados a la variabilidad climática

En el área de estudio, ante la ocurrencia de un fenómeno típico de La Niña la alteración más probable sería un incremento de precipitaciones entre 120 % y 160 % mientras que, en caso de que se presente un fenómeno típico de El Niño, la precipitación estaría dentro de un rango normal, entre 80 % y 120 %. En los casos en los que se presenta exceso, se podría favorecer la ocurrencia de inundaciones, avenidas torrenciales y fenómenos de remoción en masa.

El comportamiento de la temperatura ante la ocurrencia de estos fenómenos de variabilidad climática muestra reducción por debajo de -0,5 °C en caso de que se presente el fenómeno de La Niña (enfriamiento severo), y de calentamiento severo, mayor a 0,5 °C, si se presenta El Niño. Esta última situación favorece la ocurrencia de subeventos de sequía, olas de calor e incendios forestales.

La amenaza derivada de escenarios de variabilidad climática se estima en función de la variación de la temperatura y la precipitación inducida por el evento, bien sea la fase de El Niño, o la fase fría La Niña. El modelo base considerado está constituido por el mapa de amenaza disponible para el área de estudio para cada subevento en particular. Las variaciones aportadas por los

escenarios de variabilidad climática afectan el nivel de amenaza dada la variación de temperatura o precipitación en el mismo sentido al análisis realizado en el caso de escenarios de cambio climático. Como conclusión, se obtuvo una valoración alta para inundaciones, media para avenidas torrenciales, media, igualmente, para sequía y olas de calor, y baja para incendios forestales y fenómenos de remoción en masa.

3.2.3.2 Estimación de amenazas directas

Con base en los eventos y subeventos expuestos en los numerales anteriores, se definieron las amenazas que pueden actuar directamente sobre los componentes de la cadena de valor y se calificó la posibilidad de ocurrencia definiendo, en cada caso, si es alta, media o baja. El detalle de este análisis se presenta en el anexo 2-3 matriz: «Amenazas Directas»

3.2.3.2.1 Sub evento inundaciones

- La posibilidad de que ocurran inundaciones podría generar algún impacto en la continuidad de las labores extractivas, lo que constituye una amenaza sobre el componente administrativo y financiero. La posibilidad de ocurrencia es baja.
- Existe una baja posibilidad de que ocurran inundaciones en el río Medellín dada la presencia de jarillones en las orillas del cauce; sin embargo, esta posibilidad es media para las quebradas aferentes lo cual podrían ocasionar accidentes constituyéndose en una amenaza sobre el componente de recursos humanos. La posibilidad de ocurrencia es baja.
- La ocurrencia de inundaciones por incremento de la precipitación sugiere la posibilidad de que se altere la infraestructura vial y afectar el transporte que es primordial para la cadena de suministros. Adicionalmente, se pueden impactar las infraestructuras de servicios públicos y/o de suministro de combustibles. Lo anterior representa una amenaza al componente de la cadena de suministro. La posibilidad de ocurrencia es media.
- La posibilidad de ocurrencia de inundaciones del río Medellín en la zona de estudio es baja dada la presencia de jarillones en las orillas de su cauce que protegen las áreas de explotación, mientras que es media en el caso de las quebradas aferentes lo cual constituye una amenaza para los componentes extractivo, almacenamiento temporal y beneficio. La posibilidad de ocurrencia es media.
- La posibilidad de ocurrencia de inundaciones por incremento de la precipitación sugiere que se podrían presentar alteraciones en la infraestructura vial, esta situación constituye una amenaza al componente de transporte y comercialización. La posibilidad de ocurrencia es media.
- La ocurrencia de inundaciones por incremento de la precipitación podría afectar la continuidad de la implementación de las medidas de cierre lo cual constituye una amenaza al componente de cierre minero, con posibilidad de ocurrencia media.
- Los fenómenos de inundación generan una posibilidad de afectación a la infraestructura vial (puentes y vías), predios vecinos y a las actividades productivas, esto tendría un

impacto en las familias de la zona cercana a las operaciones mineras. Mientras, el abastecimiento de agua también se podría afectar, pero en menor proporción. Lo anterior constituye una amenaza para el componente de entorno social y ambiental con alta posibilidad de ocurrencia.

3.2.3.2.2 Sub evento avenidas torrenciales (crecientes súbitas)

- La posibilidad de ocurrencia de avenidas torrenciales en las quebradas aferentes supone algún impacto en la continuidad de las labores extractivas y de beneficio lo cual constituye una amenaza para el componente administrativo y financiero, pero con baja posibilidad de ocurrencia.
- La posibilidad de ocurrencia de avenidas torrenciales en las quebradas aferentes es baja; no obstante, pueden ocasionar accidentes, lo cual constituye una amenaza para el componente de recursos humanos con baja posibilidad de ocurrencia.
- La ocurrencia de avenidas torrenciales por incremento de la precipitación puede alterar la infraestructura vial, el transporte y en infraestructuras de servicios públicos y/o de suministro de combustibles. Lo anterior constituye una amenaza en el componente de la cadena de suministros con posibilidad de ocurrencia media.
- El incremento en la precipitación posibilita que se presenten avenidas torrenciales en las quebradas aferentes a las zonas de operación de las empresas, lo que constituye una amenaza para los componentes extractivo, de almacenamiento temporal y beneficio. La posibilidad de ocurrencia en todos los casos es media.
- La posibilidad de que ocurran fenómenos de avenidas torrenciales por incremento de la precipitación sugiere que se podría afectar la infraestructura vial y, por lo tanto, este subevento constituye una amenaza para el componente de transporte y comercialización. La posibilidad de ocurrencia es media.
- La posibilidad de ocurrencia de avenidas torrenciales sugiere que se podría afectar la continuidad de la implementación de las medidas de cierre lo cual constituye una amenaza en el componente de cierre minero; sin embargo, la posibilidad de ocurrencia es baja.
- Existe una posibilidad media de que ocurran avenidas torrenciales que generen afectaciones a la infraestructura vial (puentes y vías), los predios vecinos y las actividades productivas. Mientras, el abastecimiento de agua también se podría afectar, aunque en menor proporción. Esta situación tendría un impacto en las familias de la zona cercana a las operaciones mineras, lo que constituye una amenaza al componente de entorno social y ambiental.

3.2.3.2.3 Sub evento fenómenos de remoción en masa

La topografía plana de la zona de estudio y el tipo de explotación hacen que no resulte posible que se presenten afectaciones a los componentes de la cadena de valor objeto de análisis.

3.2.3.2.4 Sub evento olas de calor

No se considera posible que la ocurrencia de olas de calor afecte algún componente de la cadena de valor del subsector de materiales de construcción de la zona de estudio.

3.2.3.2.5 Sub evento sequías o déficit de lluvias

- Existe una baja posibilidad de que se presenten sequías; no obstante, considerando los efectos de este subevento sobre el componente de beneficio y de almacenamiento temporal, se considera que pueden representar una amenaza sobre el componente administrativo y financiero con baja posibilidad de ocurrencia.
- La ocurrencia de períodos más largos sin precipitación sugiere la posibilidad de que se incrementen las emisiones de material particulado a la atmósfera con la consecuente afectación a la fuerza laboral. Esta situación constituye una amenaza al componente de recursos humanos con baja posibilidad de ocurrencia.
- La posibilidad de falta de disponibilidad hídrica para el control de material particulado durante períodos de sequía sugiere que se puede reducir la producción para garantizar el cumplimiento de las normas ambientales, lo que constituye una amenaza para el componente almacenamiento temporal con posibilidad de ocurrencia baja.
- La posibilidad de falta de disponibilidad hídrica para el control de material particulado durante períodos de sequía sugiere la posible reducción de la producción para garantizar el cumplimiento de las normas ambientales; es decir, se constituye en una amenaza al componente de beneficio con posibilidad de ocurrencia baja.
- La ocurrencia de períodos más largos sin precipitación sugiere que se podría presentar un incumplimiento de la normativa ambiental relacionada con el control de material particulado, lo que produce una amenaza al componente gestión ambiental. La posibilidad de ocurrencia es baja.
- La ocurrencia de períodos más largos sin precipitación sugiere riesgos de incumplimiento de la normativa ambiental relacionada con el control de material particulado, requisito que también se debe cumplir durante la etapa de cierre, manifestándose así una amenaza para el componente de cierre minero; no obstante, la posibilidad de ocurrencia es baja.
- Los fenómenos de sequía pueden afectar procesos productivos agropecuarios y agroindustriales que requieran altos volúmenes de agua. Esto constituye una amenaza para las posibilidades de empleo de las comunidades y compromete sus fuentes de ingreso en el componente de entorno social y ambiental; no obstante, la posibilidad de ocurrencia es baja.

3.2.3.2.6 Sub evento Incendios forestales

No se considera posible que la ocurrencia de este sub evento pueda afectar los componentes de la cadena de valor del subsector de materiales de construcción.

3.2.3.3 Estimación de amenazas indirectas

A partir de la definición de las amenazas directas y de la calificación de la posibilidad de ocurrencia de las mismas, se determinaron las amenazas que pueden actuar indirectamente sobre los componentes de la cadena de valor. En este punto, es necesario considerar que las amenazas indirectas se manifiestan cuando una amenaza directa a un componente del sistema minero (que se han descrito en el numeral anterior) genera una amenaza sobre otro componente. Al igual que en el caso de las amenazas directas, para las amenazas indirectas se ha determinado la posibilidad de ocurrencia como se muestra en el anexo 2 – 3 matriz: Amenazas Dir. e Indirectas.

3.2.3.3.1 Componente administrativo y financiero

- La ocurrencia de inundaciones o avenidas torrenciales puede causar accidentes en la operación, lo que constituye una amenaza directa para el componente de recursos humanos. Esta situación genera una posibilidad baja de que el componente administrativo y financiero se afecte por incurrir en costos adicionales por cubrimiento de incapacidades y demandas laborales, reentrenamientos y demás costos asociados con el personal que se puede afectar.
- La ocurrencia de periodos más largos sin precipitación (sequía) sugiere que se incrementará la emisión de material particulado, lo que constituye una amenaza directa para el componente de recursos humanos que incidiría en la salud de los trabajadores. Esta situación genera una posibilidad baja de que el componente administrativo y financiero se afecte por incurrir en costos adicionales por cubrimiento de incapacidades y demandas laborales, reentrenamientos y demás costos asociados con el personal que se afecte.
- La ocurrencia de inundaciones y avenidas torrenciales por incremento de la precipitación puede alterar la infraestructura vial y de suministro de combustible, lo que afecta el componente de cadena de suministro. Estas alteraciones podrían representar la suspensión temporal de las actividades productivas afectando el componente financiero. La posibilidad de ocurrencia se ha calificado como baja.
- La ocurrencia de inundaciones y avenidas torrenciales puede afectar directamente el componente extractivo obligando a que se suspendan parcialmente las labores de minería. Esto implica una posibilidad baja de que se afecte indirectamente el componente financiero, debido la consecuente reducción de producción.
- La posible ocurrencia de inundaciones y avenidas torrenciales puede afectar directamente el componente de almacenamiento temporal. Esto implica una posibilidad baja de que se afecte indirectamente el componente financiero ya que se podría afectar la disponibilidad de material que ingresa al proceso de beneficio y en última instancia la producción.
- Asimismo, para el componente de almacenamiento temporal es posible que se presenten eventos de sequía y en ese caso hay una alta posibilidad de reducción en el acopio de material para garantizar el cumplimiento de las normas ambientales. Dado lo anterior,

se puede reducir la producción de agregados pétreos y esto afectaría el componente financiero. La posibilidad de ocurrencia es baja.

- El componente de beneficio se puede afectar directamente por la ocurrencia de inundaciones o avenidas torrenciales, esta situación puede generar indirectamente afectaciones al componente financiero por cuenta de las adecuaciones que se deban realizar o en caso de que se deban suspender temporalmente las actividades de beneficio. La posibilidad de ocurrencia es baja.
- Los eventos de sequía podrían causar aumento de las emisiones de material particulado causando un efecto directo sobre el componente de beneficio por reducción de la producción para garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental. Esta situación puede repercutir indirectamente en el componente financiero con una posibilidad baja de ocurrencia.
- La ocurrencia de inundaciones y avenidas torrenciales por incremento de la precipitación puede alterar la infraestructura vial, afectando directamente al componente de transporte y los procesos de comercialización. En caso de que esta amenaza se materialice, el componente financiero se podría impactar indirectamente al disminuir las ventas. La posibilidad de ocurrencia se ha calificado como baja.
- En caso de que se presente una sequía en el área de estudio, existe el riesgo de incumplir los estándares de la normativa ambiental relacionada con el control de material particulado, lo que constituye una amenaza directa para el componente de gestión ambiental. Esta situación puede afectar indirectamente el componente financiero por pago de posibles sanciones o por incurrir en costos adicionales para el control del material particulado. La posibilidad de ocurrencia se ha calificado como baja.
- Con la ocurrencia de inundaciones o avenidas torrenciales se podría comprometer la continuidad de algunas medidas que se planteen para el cierre viéndose afectado directamente el componente de cierre minero. En caso de que la amenaza se materialice, la reparación de las medidas que resulten afectadas implicaría algún impacto al componente financiero, la posibilidad de ocurrencia es baja.
- En el evento en que se presenten periodos largos sin precipitación (sequía), se podría presentar un incumplimiento de la normativa ambiental relacionada con el control de material particulado, requisito que también se debe cumplir en la etapa de cierre minero. En caso de que se presente algún incumplimiento que requiera el pago de sanciones, se puede afectar el componente administrativo y financiero. La posibilidad de ocurrencia se ha calificado como baja.
- Los fenómenos de inundación y avenidas torrenciales generan afectaciones en el componente de entorno social y ambiental, específicamente en la infraestructura vial (puentes y vías), predios vecinos, cultivos y ganadería. Al considerar las afectaciones sobre la infraestructura vial, se podría afectar el componente financiero del subsector de materiales de construcción, al suspenderse los procesos de transporte y comercialización. La posibilidad de ocurrencia se ha calificado como media para inundaciones y baja para avenidas torrenciales.

3.2.3.3.2 Componente recursos humanos

No se consideran amenazas indirectas para este componente.

3.2.3.3.3 Componente de la cadena de suministros

- Los fenómenos de inundación y avenidas torrenciales generan afectaciones en el componente de entorno social ambiental, específicamente en la infraestructura vial (puentes y vías), predios vecinos, cultivos y ganadería. Al considerar las afectaciones sobre la infraestructura vial, se podría afectar el componente de cadena de suministro del subsector de materiales de construcción. La posibilidad de ocurrencia se ha calificado como media para inundaciones y baja para avenidas torrenciales.

3.2.3.3.4 Componente extractivo

- El componente de recursos humanos se puede afectar en caso de que se presenten accidentes asociados a la ocurrencia de inundaciones o avenidas torrenciales. Esta situación puede incidir indirectamente en el componente extractivo ya que podría representar la suspensión temporal de las labores asociadas a este; no obstante, la posibilidad de ocurrencia es baja.
- La ocurrencia de fenómenos de remoción en masa y avenidas torrenciales por incremento de la precipitación puede alterar la infraestructura vial y de suministro de combustibles afectando directamente el componente cadena de suministros, e indirectamente el componente extractivo, ya que se podrían suspender temporalmente las actividades extractivas por falta de insumos, maquinaria, piezas de repuesto, etc. La posibilidad de ocurrencia es baja.

3.2.3.3.5 Componente de beneficio

- El componente de recursos humanos se puede afectar en caso de que se presenten accidentes asociados a la ocurrencia de inundaciones o avenidas torrenciales. Esta situación puede incidir indirectamente en el componente de beneficio ya que podría representar la suspensión temporal de las labores asociadas a este; no obstante, la posibilidad de ocurrencia es baja.
- La ocurrencia de inundaciones y avenidas torrenciales por incremento de la precipitación puede alterar la infraestructura vial y de suministro de combustibles, lo que afecta directamente el componente cadena de suministros, e indirectamente el componente de beneficio, ya que se podrían suspender temporalmente las actividades asociadas a este por falta de insumos, maquinaria, piezas de repuesto, etc. La posibilidad de ocurrencia es baja.
- Los procesos de remoción en masa y las avenidas torrenciales pueden afectar directamente la continuidad de las labores asociadas al componente extractivo, esta

situación sugiere que, indirectamente, estas amenazas pueden incidir negativamente en la operación habitual de las actividades de beneficio (componente de beneficio) al disminuir el material proveniente de las áreas de minado. No obstante, la posibilidad de ocurrencia se ha calificado como baja.

- Para el componente de almacenamiento temporal, la ocurrencia de eventos de sequía implicaría la reducción en el acopio de material para garantizar el cumplimiento de las normas ambientales. Dado lo anterior, se podría impactar la actividad de beneficio por falta de material para procesar, la posibilidad de ocurrencia es baja.
- La posible ocurrencia de inundaciones y avenidas torrenciales puede afectar directamente el componente de almacenamiento temporal. Esto implica una posibilidad baja de que se afecte indirectamente el componente de beneficio ya que se podría afectar la disponibilidad de material que ingresa a este proceso.

3.2.3.3.6 Componente almacenamiento temporal

No se consideran amenazas indirectas en este componente.

3.2.3.3.7 Componente de transporte y comercialización

- El componente de recursos humanos se puede afectar en caso de que se presenten accidentes asociados a la ocurrencia de inundaciones o avenidas torrenciales. Esta situación puede incidir indirectamente en el componente de transporte y comercialización ya que se podrían suspender temporalmente las labores extractivas y de beneficio y, por lo tanto, disminuiría el volumen de material disponible para comercializar. No obstante, la posibilidad de ocurrencia es baja.
- La ocurrencia de inundaciones y avenidas torrenciales por incremento de la precipitación puede alterar la infraestructura vial y de suministro de combustibles, y afectar directamente el componente cadena de suministros, e indirectamente al componente de transporte y comercialización, ya que se podrían suspender temporalmente las actividades productivas por falta de insumos, maquinaria, piezas de repuesto, etc. La posibilidad de ocurrencia es baja.
- Las inundaciones y avenidas torrenciales pueden afectar directamente la continuidad de las labores asociadas al componente extractivo, esta situación sugiere que, indirectamente, estas amenazas pueden incidir negativamente en la operación habitual de las actividades de comercialización (componente de transporte y comercialización) al disminuir el material vendible. No obstante, la posibilidad de ocurrencia se ha calificado como baja.
- Para el componente de almacenamiento temporal, la ocurrencia de eventos de sequía implicaría la reducción en el acopio de material para garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental. Dado lo anterior, se podría impactar la actividad de beneficio y en consecuencia el componente de transporte y comercialización. La posibilidad de ocurrencia es baja.

- Asimismo, la posible ocurrencia de inundaciones y avenidas torrenciales puede afectar directamente el componente de almacenamiento temporal. Esto implica una posibilidad baja de que se afecte indirectamente el componente de transporte y comercialización ya que se podrían afectar las actividades de beneficio y reducirse el volumen de material vendible. La posibilidad de ocurrencia es baja.
- La ocurrencia de inundaciones y avenidas torrenciales puede afectar directamente las áreas en las que se desarrollan los procesos de beneficio. Esto implica una posibilidad baja de que se afecte indirectamente el componente de transporte y comercialización ya que se podría afectar la producción y reducir el volumen de material vendible. La posibilidad de ocurrencia es baja.
- Los eventos de sequía podrían causar aumento de las emisiones de material particulado causando un efecto directo sobre el componente de beneficio por reducción de la producción para garantizar el cumplimiento de la normativa respectiva de calidad de aire. Esta situación puede repercutir indirectamente en el componente de transporte y comercialización al disminuir el volumen de material vendible. La posibilidad de ocurrencia es baja.
- Los fenómenos de inundación y avenidas torrenciales generan afectaciones en el componente de entorno social y ambiental, específicamente en la infraestructura vial (puentes y vías), predios vecinos, cultivos y ganadería. Al considerar las afectaciones sobre la infraestructura vial, se podría afectar el componente transporte y comercialización del subsector de materiales de construcción. La posibilidad de ocurrencia se ha calificado como media para el caso de inundaciones y baja para avenidas torrenciales.

3.2.3.3.8 Componente de gestión ambiental

- La ocurrencia de inundaciones y avenidas torrenciales por incremento de la precipitación puede alterar la infraestructura vial y afectar directamente el componente de la cadena de suministro, esta afectación puede representar la suspensión de actividades de gestión ambiental (componente de gestión ambiental) por falta de insumos, personal contratista, etc. No obstante, la posibilidad de ocurrencia es baja.
- Los fenómenos de inundación y avenidas torrenciales generan afectaciones en el componente de entorno social y ambiental, específicamente en la infraestructura vial (puentes y vías), predios vecinos, cultivos y ganadería. Al considerar las afectaciones sobre la infraestructura vial, se podría afectar el componente de la cadena de suministro y esta situación podría representar la suspensión temporal de actividades de gestión ambiental por falta de insumos, personal contratista, etc. La posibilidad de ocurrencia se ha calificado como baja.

3.2.3.3.9 Componente de cierre minero

- La ocurrencia de procesos de inundación y avenidas torrenciales por incremento de la precipitación puede alterar la infraestructura vial afectando directamente el componente

de la cadena de suministro, esta afectación puede representar la suspensión de actividades de cierre (componente de cierre minero) por falta de insumos, personal contratista, etc. No obstante, la posibilidad de ocurrencia es baja.

3.2.3.3.10 Componente entorno ambiental y social

- La ocurrencia de inundaciones y avenidas torrenciales pueden causar accidentes en la operación, lo que constituye una amenaza directa para el componente de recursos humanos. El aumento de accidentes que pongan en riesgo la salud de los empleados mineros, podría ocasionar conflictos con las comunidades vecinas. La posibilidad de ocurrencia es baja.
- La ocurrencia de periodos más largos sin precipitación (sequía) sugiere que se incrementará en la emisión de material particulado, lo que constituye una amenaza directa para el componente de recursos humanos que incidiría en la salud de los trabajadores. La posibilidad de que se presenten enfermedades respiratorias ligadas con la emisión de materia particulado, podría ocasionar problemas con las comunidades vecinas. La posibilidad de ocurrencia es baja.
- La posibilidad de ocurrencia de períodos más largos sin precipitación (sequía) sugieren una alta posibilidad de riesgos de incumplimiento de la normativa ambiental relacionada con el control de material particulado, representando una amenaza directa sobre el componente de gestión ambiental. Esta situación representa una amenaza indirecta para el componente de entorno ambiental y social, ya que se podrían presentar conflictos con las comunidades del área de influencia. La posibilidad de ocurrencia es media.
- La posibilidad de ocurrencia de períodos más largos sin precipitación (sequía) sugiere una alta posibilidad de riesgos de incumplimiento de la normativa ambiental relacionada con el control de material particulado, requisito que también se debe cumplir en la etapa de cierre, lo que representa una amenaza directa sobre el componente de cierre minero. Esta situación constituye una amenaza indirecta para el componente de entorno ambiental y social, ya que se podrían presentar conflictos con las comunidades del área de influencia. La posibilidad de ocurrencia es baja.

3.2.3.4 Valoración de las amenazas directas e indirectas

En los pasos anteriores se identificaron los subeventos de cambio y variabilidad climática que pueden tener lugar en el área de estudio Girardota (por ejemplo, inundaciones, sequías, avenidas torrenciales, incendios forestales, etc.). Asimismo, se establecieron los escenarios prospectivos para cada uno de esos subeventos. Dichos escenarios se construyeron a partir del cruce de la información cartográfica del comportamiento que cada subevento tiene en el área de estudio (información proveniente de fuentes oficiales como los planes de ordenamiento y manejo de cuencas, entre otros), con la información cartográfica de las proyecciones de temperatura y precipitación que presenta la tercera comunicación de cambio climático del IDEAM. Como

resultado del ejercicio anterior, se obtuvieron mapas que presentan el posible comportamiento futuro de cada uno de los subeventos de cambio y variabilidad climática.

Posteriormente, se analizó cada componente de la cadena de valor a la luz de los escenarios prospectivos, para determinar así la posibilidad de ocurrencia de las amenazas directas e indirectas que los subeventos de cambio y variabilidad climática pueden desencadenar en el sistema minero. Las amenazas directas son las que se pueden manifestar sobre los diferentes componentes de la cadena de valor en caso de ocurrir alguno o varios de los subeventos analizados, mientras que, las amenazas indirectas se manifiestan cuando una amenaza directa a un componente del sistema minero genera una amenaza sobre otro componente.

Ahora bien, para obtener la valoración final de las amenazas directas e indirectas, se pondera el grado de posibilidad con el potencial de daño. El grado de posibilidad se obtiene de las calificaciones de posibilidad de ocurrencia que se han efectuado anteriormente (anexo 2-3. Matriz: Amenazas Val Pos) y el potencial de daño se califica mediante el uso de la matriz *Amenazas Val Daño* del anexo 2-3.

Finalmente, se obtiene una cualificación de la gravedad de cada una de las amenazas directas e indirectas identificadas para los componentes de la cadena de valor del subsector de materiales de construcción. En el detalle del análisis se presenta en el anexo 2-3. Matriz: Amenazas Val Gravedad.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en forma de cadena de amenazas, es decir, por cada subevento considerado se presenta, en primer lugar, la respectiva amenaza directa y luego se presentan las amenazas indirectas derivadas.

- **1ª Cadena de amenazas Amenaza directa: inundaciones por incremento de precipitaciones, componente administrativo y financiero**

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran inundaciones por el incremento de precipitaciones sugiere que se pueden suspender temporalmente las actividades extractivas. Esta situación representa una baja posibilidad de afectar las finanzas de la empresa al disminuir el material que provienen de la mina y que ingresará al proceso de beneficio para ser comercializado posteriormente. El potencial de daño calculado para el componente administrativo y financiero es medio de manera que, en resumen, el subevento de inundaciones constituye una amenaza secundaria para el sistema minero.

- 2ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: avenidas torrenciales por incremento de precipitaciones, componente administrativo y financiero

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran avenidas torrenciales por el incremento de precipitaciones sugiere que se pueden suspender temporalmente las actividades extractivas. Esta situación representa una baja posibilidad de afectar las finanzas de la empresa al disminuir el material que provienen de la mina y que ingresará al proceso de beneficio para ser comercializado posteriormente. El potencial de daño calculado para el componente administrativo y financiero es medio de manera que, en síntesis, el suceso de avenidas torrenciales constituye una amenaza secundaria para el sistema minero.

- 3ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: sequías por incremento de temperatura, componente administrativo y financiero

Amenaza directa. El aumento de temperatura posibilita la ocurrencia de sequías en el área de estudio y, en consecuencia, se podrían suspender temporalmente las actividades de almacenamiento temporal y beneficio para garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental. Esta situación representa una baja posibilidad de afectar el componente administrativo y financiero ya que se reduciría la producción del material vendible. El potencial de daño calculado es medio de manera que, en síntesis, el suceso de sequía constituye una amenaza secundaria para el sistema minero.

- 4ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: inundaciones por incremento de precipitaciones, componente recursos humanos

<p>Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran inundaciones por el incremento de precipitaciones sugiere que pueden ocurrir accidentes. Esta situación representa una baja posibilidad de afectar la fuerza laboral de las operaciones mineras, teniendo en cuenta que en las orillas del río Medellín se han construido jarillones y, en ese sentido, las quebradas aferentes son las que representarían la principal amenaza. El potencial de daño al componente de recursos humanos es bajo y, en síntesis, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación al componente de recursos humanos por efecto de las inundaciones sugiere una baja posibilidad de afectación al componente administrativo y financiero por incurrir en costos adicionales por cubrimiento de incapacidades y demandas laborales, reentrenamientos y demás costos asociados con el personal afectado. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La posibilidad de que ocurran accidentes por efecto de inundaciones que afecten a los trabajadores podría representar la suspensión temporal de las actividades extractivas (componente extractivo); no obstante, la posibilidad de ocurrencia es baja. El potencial de daño calculado es igualmente bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. En caso de que se presenten accidentes con el personal operativo se podrían suspender temporalmente las actividades extractivas y de beneficio, no obstante, la posibilidad de ocurrencia es baja, así como el potencial de daño y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La afectación del componente recursos humanos sugiere que se pueden suspender las labores productivas y, en ese sentido, hay una posibilidad baja de afectación al componente de transporte y comercialización por falta de disponibilidad del material vendible. El potencial de daño es igualmente bajo y, en ese sentido, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La afectación del componente de recursos humanos sugiere una posibilidad baja de afectación al componente de entorno social y ambiental, pues si el personal de las operaciones mineras se expone a accidentes, se podrían generar conflictos con la comunidad. Esta situación constituye un potencial de daño bajo y, en ese sentido, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>

- 5ª Cadena de amenazas **Amenaza directa: avenidas torrenciales por incremento de precipitaciones, componente recursos humanos**

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran avenidas torrenciales por el incremento de precipitaciones sugiere que pueden ocurrir accidentes. Esta situación representa una baja posibilidad de afectar la fuerza laboral de las operaciones mineras e igualmente representaría un potencial bajo de daño al componente de recursos humanos; en síntesis, constituye una amenaza secundaria para el sistema minero.
Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación al componente de recursos humanos por efecto de las avenidas torrenciales sugiere una baja posibilidad de afectación al componente administrativo y financiero por incurrir en costos adicionales por cubrimiento de incapacidades y demandas laborales, reentrenamientos y demás costos asociados con el personal afectado. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.
Amenaza indirecta. La posibilidad de que ocurran accidentes por efecto de las avenidas torrenciales que afecten a los trabajadores podría representar la suspensión temporal de las actividades extractivas; no obstante, la posibilidad de ocurrencia es baja. El potencial de daño calculado es igualmente bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.
Amenaza indirecta. En caso de que se presenten accidentes con el personal operativo se podrían suspender temporalmente las actividades extractivas y de beneficio, no obstante, la posibilidad de ocurrencia es baja, así como el potencial de daño y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.
Amenaza indirecta. La afectación del componente recursos humanos sugiere que se pueden suspender las labores productivas y, en ese sentido, hay una posibilidad baja de afectación al componente de transporte y comercialización por falta de disponibilidad del material vendible. El potencial de daño es igualmente bajo, por lo que se constituye, en síntesis, una amenaza secundaria para el sistema minero.
Amenaza indirecta. La afectación del componente de recursos humanos sugiere una posibilidad baja de afectación al componente de entorno social y ambiental, pues si el personal de las operaciones mineras se expone a accidentes, se podrían generar conflictos con la comunidad. El potencial de daño calculado es bajo y, en ese sentido, la amenaza secundaria para el sistema minero.

- 6ª Cadena de amenazas **Amenaza directa: sequías por incremento de temperatura, componente recursos humanos**

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran sequías por el aumento de temperatura en el área de estudio sugiere que se pueden ocasionar enfermedades a los trabajadores de las operaciones mineras por el aumento de emisiones de material particulado. Esta situación representa una baja posibilidad de afectar la fuerza laboral y, asimismo, un potencial bajo de dañar el componente de recursos humanos; en síntesis, constituye una amenaza secundaria para el sistema minero.
Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación al componente de recursos humanos por efecto de las sequías sugiere una baja posibilidad de afectación al componente administrativo y financiero por incurrir en costos adicionales por cubrimiento de incapacidades y demandas laborales, reentrenamientos y demás costos asociados con el personal afectado. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.
Amenaza indirecta. La afectación del componente de recursos humanos sugiere una posibilidad baja de afectación al componente de entorno social y ambiental, pues si el personal de las operaciones mineras adquiere enfermedades relacionadas con las emisiones de material particulado, se podrían generar conflictos con la comunidad. Esta situación constituye un potencial de daño bajo y, en ese sentido, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

- 7ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: inundaciones por incremento de precipitaciones
– componente cadena de suministro

<p>Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran inundaciones por el incremento de precipitaciones sugiere que se puede afectar la infraestructura vial o la infraestructura de suministro de combustibles. Esta situación representa una posibilidad media de afectar el transporte, que es primordial para la cadena de suministro y, asimismo, de afectar el abastecimiento de combustible. De acuerdo con lo anterior, las inundaciones tienen un potencial medio de dañar el componente de cadena de suministro; en síntesis, constituye una amenaza relevante para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la cadena de suministro por efecto de las inundaciones que afecten la infraestructura vial podría representar la suspensión temporal de actividades productivas por falta de insumos, maquinaria, piezas de repuesto, etc.; en ese sentido, hay una baja posibilidad de afectar el componente administrativo y financiero. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La ocurrencia de inundaciones que afecten la infraestructura vial y, en ese sentido, la cadena de suministro, representa una posibilidad baja de que se suspendan las labores del componente extractivo por falta de insumos, maquinaria, piezas de repuesto, etc. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La ocurrencia de inundaciones que afecten la infraestructura vial y, en ese sentido, la cadena de suministro, representa una posibilidad baja de que se suspendan las labores del componente de beneficio por falta de insumos, maquinaria, piezas de repuesto, etc. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La afectación de la cadena de suministro sugiere una posibilidad baja de afectación al componente transporte y comercialización, pues si se afecta la cadena de producción por falta de insumos, se afectaría también la disponibilidad de material a transportar y comercializar. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la cadena de suministro por efecto de las inundaciones que afecten la infraestructura vial podría representar la suspensión temporal de actividades de gestión ambiental por falta de insumos, personal contratista, etc.; en ese sentido, hay una baja posibilidad de afectar el componente de gestión ambiental. El potencial de daño calculado es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la cadena de suministro por efecto de inundaciones que afecten la infraestructura vial podría representar la suspensión temporal de actividades de cierre por falta de insumos, personal contratista, etc.; en ese sentido, hay una posibilidad baja de afectar este componente. El potencial de daño calculado es igualmente bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>

- 8ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: avenidas torrenciales por incremento de precipitaciones, componente cadena de suministro

<p>Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran inundaciones por el incremento de precipitaciones sugiere que se puede afectar la infraestructura vial o la infraestructura de suministro de combustibles. Esta situación representa una posibilidad media de afectar el transporte, que es primordial para la cadena de suministro y, asimismo, de afectar el abastecimiento de combustible. De acuerdo con lo anterior, las inundaciones tienen un potencial medio de dañar el componente de cadena de suministro; en síntesis, constituye una amenaza relevante para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la cadena de suministro por efecto de las inundaciones que afecten la infraestructura vial podría representar la suspensión temporal de actividades productivas por falta de insumos, maquinaria, piezas de repuesto, etc.; en ese sentido, hay una baja posibilidad de afectar el componente administrativo y financiero. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La ocurrencia de inundaciones que afecten la infraestructura vial y, en ese sentido, la cadena de suministro, representa una posibilidad baja de que se suspendan las labores del componente extractivo por falta de insumos, maquinaria, piezas de repuesto, etc. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La ocurrencia de inundaciones que afecten la infraestructura vial y, en ese sentido, la cadena de suministro, representa una posibilidad baja de que se suspendan las labores del componente de beneficio por falta de insumos, maquinaria, piezas de repuesto, etc. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La afectación de la cadena de suministro sugiere una posibilidad baja de afectación al componente transporte y comercialización, pues si se afecta la cadena de producción por falta de insumos, se afectaría también la disponibilidad de material a transportar y comercializar. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la cadena de suministro por efecto de las inundaciones que afecten la infraestructura vial podría representar la suspensión temporal de actividades de gestión ambiental por falta de insumos, personal contratista, etc.; en ese sentido, hay una baja posibilidad de afectar el componente de gestión ambiental. El potencial de daño calculado es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>
<p>Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la cadena de suministro por efecto de inundaciones que afecten la infraestructura vial podría representar la suspensión temporal de actividades de cierre por falta de insumos, personal contratista, etc.; en ese sentido, hay una posibilidad baja de afectar este componente. El potencial de daño calculado es igualmente bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.</p>

- 9ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: inundaciones por incremento de precipitaciones, componente extractivo

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran inundaciones por el incremento de precipitaciones sugiere que se pueden presentar afectaciones en las áreas de explotación minera. La posibilidad de ocurrencia es media, teniendo en cuenta que en las orillas del río Medellín se han construido jarillones y, en ese sentido, las quebradas aferentes son las que representarían la principal amenaza. El potencial de daño al componente extractivo es medio; en síntesis, constituye una amenaza relevante para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de que se dé una suspensión temporal de las labores extractivas por efecto de las inundaciones en las áreas de explotación podría representar una posibilidad baja de que se afecte el componente administrativo y financiero. Lo anterior, debido a que se puede comprometer la producción de los materiales vendibles. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La afectación del componente extractivo sugiere una baja posibilidad de afectación al componente de beneficio por la reducción en la disponibilidad de materiales que ingresarían al respectivo proceso. El potencial de daño calculado es medio y, en síntesis, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La afectación del componente extractivo sugiere una baja posibilidad de afectación al componente transporte y comercialización por restricciones en la disponibilidad de material a transportar y comercializar. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

- 10ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: avenidas torrenciales por incremento de precipitaciones, componente extractivo

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran avenidas torrenciales por el incremento de precipitaciones sugiere que se pueden presentar afectaciones en las áreas de explotación minera. La posibilidad de ocurrencia es media y el potencial de daño al componente extractivo es, igualmente, medio; en síntesis, constituye una amenaza relevante para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de que se dé una suspensión temporal de las labores extractivas por efecto de avenidas torrenciales que puedan ocurrir en el área de explotación podría representar una posibilidad baja de que se afecte el componente administrativo y financiero. Lo anterior, debido a que se puede comprometer la producción de los materiales vendibles. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La afectación del componente extractivo sugiere una baja posibilidad de afectación al componente de beneficio por la reducción en la disponibilidad de los materiales que ingresarían al respectivo proceso. El potencial de daño calculado es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La afectación del componente extractivo sugiere una baja posibilidad de afectación al componente transporte y comercialización por restricciones en la disponibilidad de material a transportar y comercializar. El potencial de daño es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

- 11ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: inundaciones por incremento de precipitaciones, componente almacenamiento temporal

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran inundaciones por el incremento de precipitaciones sugiere que se pueden presentar afectaciones en las áreas de almacenamiento temporal. La posibilidad de ocurrencia es media, teniendo en cuenta que en las orillas del río Medellín se han construido jarillones y, en ese sentido, las quebradas aferentes son las que representarían la principal amenaza. El potencial de daño al componente de almacenamiento temporal es medio; en síntesis, constituye una amenaza relevante para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de que se afecten los patios de acopio por efecto de las inundaciones podría representar una posibilidad baja de que se afecte el componente administrativo y financiero debido a que se podría reducir la producción del material vendible. El potencial de daño es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La afectación del componente almacenamiento temporal sugiere una baja posibilidad de afectación al componente de beneficio por la reducción en la disponibilidad de los materiales que ingresarían al respectivo proceso. El potencial de daño es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La afectación del componente extractivo sugiere una baja posibilidad de afectación al componente transporte y comercialización por restricciones en la disponibilidad de material a transportar y comercializar. El potencial de daño es medio por lo que, en síntesis, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

- 12ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: avenidas torrenciales por incremento de precipitaciones, componente almacenamiento temporal

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran inundaciones por el incremento de precipitaciones sugiere que se pueden presentar afectaciones en las áreas de almacenamiento temporal. La posibilidad de ocurrencia es media, teniendo en cuenta que en las orillas del río Medellín se han construido jarillones y, en ese sentido, las quebradas aferentes son las que representarían la principal amenaza. El potencial de daño al componente de almacenamiento temporal es medio; en síntesis, constituye una amenaza relevante para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de que se afecten los patios de acopio por efecto de las inundaciones podría representar una posibilidad baja de que se afecte el componente administrativo y financiero debido a que se podría reducir la producción del material vendible. El potencial de daño es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La afectación del componente almacenamiento temporal sugiere una baja posibilidad de afectación al componente de beneficio por la reducción en la disponibilidad de los materiales que ingresarían al respectivo proceso. El potencial de daño es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La afectación del componente extractivo sugiere una baja posibilidad de afectación al componente transporte y comercialización por restricciones en la disponibilidad de material a transportar y comercializar. El potencial de daño es medio por lo que, en síntesis, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

13ª Cadena de amenazas Amenaza directa: sequías por incremento de temperatura, componente almacenamiento temporal

Amenaza directa. El aumento de temperatura posibilita la ocurrencia de sequías en el área de estudio y, en consecuencia, se podría reducir el acopio de material en las zonas de almacenamiento temporal para garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental de calidad de aire. Esta situación representa una posibilidad baja de afectar el componente de almacenamiento temporal y, asimismo, un potencial bajo de dañar el componente; en síntesis, constituye una amenaza secundaria para el sistema minero.
Amenaza indirecta. La posibilidad de que se reduzca la cantidad de material dispuesto en los patios de acopio por efecto de las sequías, para garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental de calidad de aire, podría representar una posibilidad baja de que se afecte el componente administrativo y financiero, debido a que se podría reducir la producción del material vendible. El potencial de daño es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.
Amenaza indirecta. La afectación del componente de almacenamiento temporal sugiere una baja posibilidad de afectación al componente de beneficio por la reducción en la disponibilidad de materiales que ingresarían al respectivo proceso. El potencial de daño es medio, por lo que se constituye, en síntesis, una amenaza secundaria para el sistema minero.
Amenaza indirecta. La afectación del componente de almacenamiento temporal sugiere una posibilidad baja de afectación al componente transporte y comercialización por restricciones en la disponibilidad de material a transportar. El potencial de daño es medio, por lo que se constituye, en síntesis, una amenaza secundaria para el sistema minero.

- 14ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: inundaciones por incremento de precipitaciones, componente beneficio

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran inundaciones por el incremento de precipitaciones sugiere que se pueden presentar afectaciones en las áreas de beneficio. La posibilidad de ocurrencia es media, teniendo en cuenta que en las orillas del río Medellín se han construido jarillones y, en ese sentido, las quebradas aferentes son las que representarían la principal amenaza. El potencial de daño al componente de beneficio es, igualmente, medio, lo que constituye una amenaza relevante para el sistema minero.
Amenaza indirecta. La posibilidad de que se afecten las áreas de beneficio por efecto de las inundaciones podría representar una posibilidad baja de que se afecte el componente administrativo y financiero debido a que se podría reducir la producción del material vendible. El potencial de daño es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.
Amenaza indirecta. La afectación del componente beneficio sugiere una posibilidad baja de afectación al componente transporte y comercialización por restricciones en la disponibilidad de material a transportar y comercializar. El potencial de daño es medio, por lo que se constituye, en síntesis, una amenaza secundaria para el sistema minero.

- 15ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: avenidas torrenciales por incremento de precipitaciones, componente beneficio

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran avenidas torrenciales por el incremento de precipitaciones sugiere que se pueden presentar afectaciones en las áreas de proceso. La posibilidad de ocurrencia es media y el potencial de daño al componente de beneficio es, igualmente, medio, lo que constituye una amenaza relevante para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de que se afecten las áreas de beneficio por efecto de las avenidas torrenciales podría representar una posibilidad baja de que se afecte el componente administrativo y financiero debido a que se podría reducir la producción del material vendible o se podrían requerir adecuaciones en las zonas y la infraestructura afectadas. El potencial de daño es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La afectación del componente beneficio sugiere una posibilidad baja de afectación al componente transporte y comercialización por restricciones en la disponibilidad de material a transportar. El potencial de daño es medio, por lo que se constituye, en síntesis, una amenaza secundaria para el sistema minero.

- 16ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: sequías por incremento de temperatura, componente beneficio

Amenaza directa. El aumento de temperatura posibilita la ocurrencia de sequías en el área de estudio y, en consecuencia, se podrían suspender temporalmente las actividades de beneficio para cumplir con la normativa ambiental de calidad de aire. Esta situación representa una posibilidad baja de afectar el componente de beneficio y, asimismo, un potencial medio de dañar el componente, lo que constituye una amenaza secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de que se suspendan temporalmente las actividades de beneficio para garantizar el cumplimiento de la normativa de calidad de aire, podría representar una posibilidad baja de que se afecte el componente administrativo y financiero debido a que se podría reducir la producción del material vendible. El potencial de daño es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundario para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La afectación del componente beneficio sugiere una posibilidad baja de afectación al componente transporte y comercialización por restricciones en la disponibilidad de material a transportar. El potencial de daño es medio, por lo que se constituye, en síntesis, una amenaza secundaria para el sistema minero.

- 17ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: inundaciones por incremento de precipitaciones, componente transporte y comercialización

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran inundaciones por el incremento de precipitaciones sugiere que se puede afectar la infraestructura vial. Esta situación representa una posibilidad media de afectar el transporte y en consecuencia los procesos de comercialización. De acuerdo con lo anterior, las inundaciones tienen un potencial medio de dañar el componente de transporte y comercialización; en síntesis, constituye una amenaza relevante para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la infraestructura vial por efecto de las inundaciones podría representar una baja posibilidad de afectar el componente administrativo y financiero, debido a que se afectarían las actividades de transporte y comercialización, y se comprometerían los ingresos de las operaciones mineras. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

- 18ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: avenidas torrenciales por incremento de precipitaciones, componente transporte y comercialización

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran avenidas torrenciales por el incremento de precipitaciones sugiere que se puede afectar la infraestructura vial. Esta situación representa una posibilidad media de afectar el transporte, que es primordial en los procesos del componente de transporte y comercialización. De acuerdo con lo anterior, las avenidas torrenciales tienen un potencial medio de dañar el componente en mención; en síntesis, constituye una amenaza relevante para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la infraestructura vial por efecto de las avenidas torrenciales podría representar una baja posibilidad de afectar el componente administrativo y financiero, debido a que se afectarían las actividades de transporte y comercialización, y se comprometerían los ingresos de las operaciones mineras. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

- 19ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: sequías por incremento de temperatura, componente gestión ambiental

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran sequías por el aumento de temperatura en el área de estudio sugiere que se puede incumplir la normativa ambiental relacionada con calidad del aire. Esta situación representa una baja posibilidad de afectar el componente de gestión ambiental y, asimismo, un potencial bajo de dañar dicho componente; en síntesis, constituye una amenaza secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de que se incumpla la normativa ambiental por efecto de las emisiones de material particulado en época de sequía podría representar una baja posibilidad de afectar el componente administrativo y financiero por pago de sanciones o mayores inversiones para el control de las emisiones. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La afectación del componente de gestión ambiental sugiere una posibilidad media de afectación al componente de entorno social y ambiental, pues el aumento de emisiones de material particulado podría generar conflictos con la comunidad, lo cual constituye un potencial de daño bajo y, en síntesis, se estaría generando una amenaza secundaria para el sistema minero.

- 20ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: inundaciones por incremento de precipitaciones, componente de cierre minero

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran inundaciones por el incremento de precipitaciones sugiere que se puede afectar la continuidad de las medidas de cierre. Esta situación representa una posibilidad media de afectar el componente de cierre minero. De acuerdo con lo anterior, las inundaciones que se presenten en el área de estudio tienen un potencial medio de dañar el componente en mención; en síntesis, constituye una amenaza relevante para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de que se afecten las medidas de cierre por efecto de las inundaciones, podría representar una posibilidad baja de afectar el componente administrativo y financiero por efecto de las reparaciones que se deban efectuar. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

- **21ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: avenidas torrenciales por incremento de precipitaciones, componente de cierre minero**

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran avenidas torrenciales por el incremento de precipitaciones sugiere que se puede afectar la continuidad de las medidas de cierre. Esta situación representa una posibilidad baja de afectar el componente de cierre minero y, asimismo, un potencial bajo de dañar el componente en mención; en síntesis, constituye una amenaza secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de que se afecten las medidas de cierre por efecto de las avenidas torrenciales podría representar una posibilidad baja de afectar el componente administrativo y financiero por efecto de las reparaciones que se deban efectuar. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

- **22ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: sequías por incremento de temperatura, componente cierre minero**

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran sequías por el aumento de temperatura en el área de estudio sugiere que se puede incumplir la normativa ambiental relacionada con calidad del aire, requisito que también se debe cumplir en la etapa de cierre. Esta situación representa una posibilidad baja de afectar el componente de cierre minero y, asimismo, un potencial bajo de dañar dicho componente; en síntesis, constituye una amenaza secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de que se incumpla la normativa ambiental por efecto de las emisiones de material particulado en época de sequía, podría representar una posibilidad baja de afectar el componente administrativo y financiero por pago de sanciones. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La afectación del componente de cierre minero sugiere una posibilidad baja de afectación al componente de entorno social y ambiental, pues el aumento de emisiones de material particulado podría generar conflictos con la comunidad. El potencial de daño calculado es bajo por lo cual se constituye una amenaza secundaria para el sistema minero.

- 23ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: inundaciones por incremento de precipitaciones, componente de entorno ambiental y social

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran inundaciones por el incremento de precipitaciones sugiere que se pueden afectar la infraestructura vial, los predios vecinos y las actividades productivas. Mientras, el abastecimiento de agua también se podría afectar, aunque en menor proporción. Esta situación representa una posibilidad alta de afectar el componente de entorno ambiental y social y, asimismo, un potencial alto de dañar este componente; en síntesis, se constituye en una amenaza grave.

Amenaza indirecta. La posibilidad de que se afecten las vías por efecto de las inundaciones que ocurren en el área de influencia podría representar una posibilidad media de afectación al componente administrativo financiero, debido a que se podrían suspender temporalmente las actividades de transporte y comercialización del material vendible. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es relevante para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La afectación de la infraestructura vial en el componente de entorno social y ambiental sugiere una posibilidad media de afectación al componente cadena de suministro por restricciones importantes en la movilidad. El potencial de daño es alto, por lo que se constituye, en síntesis, una amenaza grave para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La afectación de la infraestructura vial en el componente de entorno social y ambiental sugiere una posibilidad media de afectación al componente transporte y comercialización por restricciones en la movilidad. El potencial de daño es igualmente medio, por lo que se constituye, en síntesis, una amenaza relevante para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la infraestructura vial por efecto de las inundaciones podría representar la afectación de la cadena de suministros y consecuentemente se podrían suspender temporalmente las actividades de gestión ambiental por falta de insumos, personal contratista, etc.; en ese sentido, hay una posibilidad baja de afectar el componente de gestión ambiental. El potencial de daño calculado es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

- **24ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: avenidas torrenciales por incremento de precipitaciones, componente de entorno ambiental y social**

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran avenidas torrenciales sugiere que se pueden afectar la infraestructura vial, los predios vecinos y las actividades productivas. Mientras, el abastecimiento de agua también se podría afectar, pero en menor proporción. Esta situación representa una posibilidad media de afectar el componente de entorno ambiental y social y, asimismo, un potencial medio de dañar este componente; en síntesis, constituye una amenaza relevante.

Amenaza indirecta. La posibilidad de que se afecten las vías por efecto de las avenidas torrenciales que ocurran en el área de influencia podría representar una posibilidad baja de afectación al componente administrativo y financiero, debido a que se podrían suspender temporalmente las actividades de transporte y comercialización del material vendible. El potencial de daño calculado es medio y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la infraestructura vial en el componente de entorno social y ambiental sugiere una posibilidad baja de afectación al componente cadena de suministro por restricciones en la movilidad. El potencial de daño calculado es medio, por lo que se constituye, en síntesis, una amenaza secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la infraestructura vial en el componente entorno social y ambiental sugiere una posibilidad baja de afectación al componente transporte y comercialización por restricciones en la movilidad. El potencial de daño es medio, por lo que se constituye, en síntesis, una amenaza secundaria para el sistema minero.

Amenaza indirecta. La posibilidad de afectación a la infraestructura vial por efecto de las avenidas torrenciales podría representar la afectación de la cadena de suministros y consecuentemente se podrían suspender temporalmente las actividades de gestión ambiental por falta de insumos, personal contratista, etc.; en ese sentido, hay una posibilidad baja de afectar el componente de gestión ambiental. El potencial de daño calculado es bajo y, por lo tanto, la amenaza es secundaria para el sistema minero.

- **25ª Cadena de amenazas. Amenaza directa: sequías por incremento de temperatura – componente de entorno ambiental y social**

Amenaza directa. La posibilidad de que ocurran sequías por el aumento de temperatura en el área de estudio sugiere que se pueden afectar los procesos productivos que requieran altos volúmenes de agua. Esto constituye una amenaza para las posibilidades de empleo de las comunidades y compromete sus fuentes de ingreso. Esta situación representa una baja posibilidad de afectar el componente de entorno ambiental y social y, asimismo, un potencial bajo de dañar dicho componente, lo que constituye, en síntesis, una amenaza secundaria.