



**CIUDADES COSTERAS RESILIENTES
PAUTAS PARA EL DIAGNÓSTICO DE RESILIENCIA AL INCREMENTO EN EL
NIVEL DEL MAR EN CIUDADES DE LA COSTA CARIBE COLOMBIANA**

**ARQ. JIM HÉCTOR HURTADO MORALES
2019**

**TUTOR
DR. ALEXANDER STWARD NIÑO SOTO**

**UNIVERSIDAD DEL NORTE
ESCUELA DE ARQUITECTURA, URBANISMO Y DISEÑO
MAESTRÍA EN URBANISMO Y DESARROLLO TERRITORIAL**

RESUMEN

Este informe de investigación tiene como objetivo general implementar una metodología para la valoración de la resiliencia urbana para ciudades costeras en la costa caribe de Colombia a partir de información primaria que permita la identificación de indicadores cualitativos y cuantitativos, con lo que se logre analizar diferentes enfoques sobre la resiliencia urbana en entornos urbanos costeros a partir de la construcción de elementos medibles en los centros urbanos.

En la primera fase se buscó definir el marco conceptual y metodológico a partir de la gestión del riesgo para la construcción del conjunto de indicadores para la evaluación de la resiliencia en entornos urbanos costeros, luego se identificaron los principios de resiliencia urbana para la formulación de modelos de urbanismo sostenible en ciudades costeras. Así se consultaron los estudios realizados por las autoridades estatales costeras y se cruzaron con las localizaciones de los centros urbanos. Luego de la anterior construcción conceptual y metodológica se procedió a proyectar los alcances de afectación por aumento en el nivel del mar determinado por el incremento en la temperatura global, los datos obtenidos sirvieron de fuente para la elaboración de los perfiles cualitativo y cuantitativo de afectación sobre los centros urbanos costeros y se estimó la magnitud de respuesta de acuerdo con sus capacidades instaladas y cuantificadas como indicador del nivel de resiliencia de cada sistema urbano.

Se recolectó información a partir de los estudios y proyecciones de inundación realizados por Climate Central Organization, con disponibilidad abierta en la herramienta Surging Seas. A partir de las imágenes georreferenciadas de los modelos de Surging Seas e imágenes satelitales de Google Earth pro, sobre las que se superpone información planimétrica del Departamento Administrativo de Estadística - DANE, se construyeron las cartografías de cada uno de los municipios costeros de las Unidades Ambientales Costeras del Darién, Golfo de Morrosquillo, Rio Magdalena, Sierra Nevada de Santa Marta y La Guajira. A partir de la información acopiada se elaboraron un total de 38 mapas de 25 municipios y sus zonas de influencia, así mismo se construyeron tablas de análisis e interpretación de los datos, en los que se cuantificaron los impactos por aumento en el nivel del mar en tres escenarios de incremento en la temperatura global y se evaluaron indicadores relevantes para el diagnóstico de las dimensiones social, ambiental y económica, que con la implementación de métodos de inducción al riesgo, pudieran

permitir la estimación de la capacidad de resistencia y respuesta al impacto inducido, traducido en el nivel de resiliencia de cada uno de los municipios estudiados.

El estudio logró concluir, entre otros apartes que el impacto generado por el incremento en los niveles del mar proyectados de acuerdo con la expectativa de incremento de la temperatura global dejará en muy críticas condiciones a los municipios costeros pero esencialmente se quedará sin administración central los departamentos y las ciudades emblemáticas de la costa caribe, razón por la cual es inminente la generación de planes alternativos de evacuación, traslado y acomodación progresiva hacia el continente de la población con amenaza latente, restringiendo los futuros desarrollos en áreas con comprobación de amenazas y la generación de sistemas naturales de amortiguación del territorio, todo ello con el importante aporte de programas de investigación robustos y multidisciplinarios que sustenten la toma de decisiones.

ABSTRACT

The general objective of this research report is to construct a model for the assessment of urban resilience for coastal cities on the Caribbean coast of Colombia, where different approaches to urban resilience in coastal urban environments will be analysed through the construction of measurable elements in urban centres.

The first phase sought to define the conceptual and methodological framework based on risk management for the construction of the set of indicators for the assessment of resilience in coastal urban environments, then identified the principles of urban resilience for the formulation of models of sustainable urbanism in coastal cities. In this way, the studies carried out by coastal state authorities were consulted and cross-checked with the locations of urban centres. After the previous conceptual and methodological construction, we proceeded to project the scope of the effect of the increase in sea level determined by the increase in global temperature. The data obtained served as a source for the elaboration of qualitative and quantitative profiles of the effect on coastal urban centers, and we estimated the magnitude of the response according to their installed and quantified capacities as an indicator of the level of resilience of each urban system.

Information was collected from flood studies and projections conducted by the Climate Central Organization, with open availability in the Surging Seas tool. From the georeferenced images of the Surging Seas models and Google Earth pro satellite images, on which planimetric information of the Administrative Department of Statistics - DANE is superimposed, the cartographies of each of the coastal municipalities of the Coastal Environmental Units of Darién, Golfo de Morrosquillo, Rio Magdalena, Sierra Nevada de Santa Marta and La Guajira were constructed. Based on the information gathered, a total of 38 maps of 25 municipalities and their areas of influence were elaborated, as well as tables of analysis and interpretation of the data were constructed, in which the impacts of sea level rise were quantified in three scenarios of increase in global temperature and relevant indicators were evaluated for the diagnosis of the social, environmental and economic dimensions, which with the implementation of risk induction methods, could allow the estimation of the capacity of resistance and response to the induced impact, translated into the level of resilience of each of the municipalities studied.

The study managed to conclude, among other things, that the impact generated by the increase in sea levels projected in accordance with the expectation of an increase in global temperature will leave coastal municipalities in very critical conditions, but essentially the departments and emblematic cities of the Caribbean coast will be left without central administration, For this reason, it is imminent to generate alternative plans for evacuation, transfer and progressive accommodation towards the continent of the population with a latent threat, restricting future developments in areas with evidence of threats and the generation of natural systems for cushioning the territory, all with the important contribution of robust and multidisciplinary research programs that support decision making.

1. Contenido

RESUMEN.....	II
ABSTRACT.....	IV
LISTA DE TABLAS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	IX
Capítulo 1.....	15
2. Introducción.....	15
Capítulo 2.....	18
3. Marco teórico.....	18
3.1. Hombre, espacio y ambiente.....	19
3.2. Planificación sostenible: respuesta, estrategia o método.....	22
3.3. Resiliencia urbana.....	24
3.4. Consideraciones al diseño de ciudades resilientes como avance hacia la sostenibilidad urbana	30
3.5. Adaptación y desarrollo, la ruta de ciudades medias resilientes.....	32
3.6. Modelos metodológicos para la estimación de la resiliencia en entornos urbanos....	34
Capítulo 3.....	38
4. Generalidades del fenómeno en estudio.....	38
4.1. Cambio climático y su repercusión en América latina y la Región caribe de Colombia	38
4.2. Delimitación del área de estudio, definición del fenómeno e identificación de impactos	41
4.3. Litoral caribe colombiano, características geomorfológicas.....	42
4.4. El fenómeno a analizar.....	49
4.4.1. Erosión costera.....	51
4.4.2. Variación en la línea costa.....	54

4.4.3. Amenaza por inundación del litoral Caribe.....	56
Capítulo 4.....	58
5. METODOLOGIA	58
5.1. Perfil cuantitativo del riesgo.....	58
5.2. Perfil cualitativo para la capacidad de respuesta	59
5.2.1. Dimensión ambiental:	60
5.2.2. Dimensión social:.....	63
5.2.3. Dimensión económica:	65
6. Análisis documental del modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global	68
6.1. Análisis de afectación por Unidades Ambientales Costeras UAC	68
6.2. Consideraciones generales acerca de la estimación del impacto por ANM en el litoral caribe colombiano y su capacidad de respuesta hacia la resiliencia.	69
6.3. Unidad Ambiental Costera del Darién.....	76
6.4. Unidad Ambiental Costera Estuarina del río Sinú y el Golfo de Morrosquillo	80
6.5. Unidad Ambiental Costera Río Magdalena.....	84
6.6. Unidad Ambiental Costera de la Vertiente Norte de La Sierra Nevada de Santa Marta	88
6.7. Unidad Ambiental Costera de la Alta Guajira.....	92
Capítulo 5.....	96
7. Conclusiones y recomendaciones.....	96
8. ANEXOS.....	99
9. Bibliografía.....	150

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Aspectos climáticos generales de la costa caribe colombiana.	44
Tabla 2. Inventario de tipos de costa y su longitud en cada uno de los departamentos.....	44
Tabla 3. . Susceptibilidad a la erosión marina de la línea de costa colombiana.	52
Tabla 4. Extensión de la erosión costera por tipo de costas en el litoral caribe.....	52
Tabla 5. Extensión de la erosión costera por departamentos.	53
Tabla 6. Valores de variación de áreas en los departamentos de Magdalena, Bolívar y Atlántico en Ha.	55
Tabla 7. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global por UAC.	70
Tabla 8. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Totalizado (con respecto a área municipal)	74
Tabla 9. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Totalizado (con respecto a área Urbana municipal).	75
Tabla 10. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – UAC Darién).....	77
Tabla 11. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – UAC Golfo de Morrosquillo.	81
Tabla 12. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – UAC Rio Magdalena.....	85
Tabla 13. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – UAC Sierra Nevada de Santa Marta	89
Tabla 14. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – UAC La Guajira.....	93

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Future City. By Andy Kandy.....	19
Figura 2. Ciudad de Masdar en Abu Dhabi By Foster + Partners.....	21
Figura 3. La resiliencia del ser haitiano	24
Figura 4. Un vecino de San Juan de Miraflores, Lima, trabaja en la construcción de una carretera que mejorará el acceso al agua de su comunidad. PABLO TOSCO (OXFAM INTERMÓN).	24
Figura 5. Diagrama de resiliencia en el marco del desarrollo sostenible.	27
Figura 6. Tipos de resiliencia – relación de subsistemas.	29
Figura 7. Estrategias para la resiliencia y el desarrollo sostenible.....	30
Figura 8. Registro de temperaturas anuales de la superficie terrestre.....	39
Figura 9. Estimaciones de medición y proyecciones de nivel del mar global.	40
Figura 10. Cuenca del Caribe.....	41
Figura 11. Litoral Caribe Colombiano. Base mapa digital integrado IGAC, 2002.	43
Figura 12. Tipos de línea de costa del caribe colombiano.	45
Figura 13. Localización de las Unidades Ambientales Costeras..	47
Figura 14. Unidades Ambientales Costeras del caribe colombiano.....	48
Figura 15. Extensión y localización de la erosión y acrecimiento costero.	52
Figura 16. Extensión de la erosión costera por tipo de costas en el litoral caribe.....	53
Figura 17. Valores de variación de áreas en los departamentos de Magdalena, Bolívar y Atlántico en Ha.	55
Figura 18. Distribución de indicadores por dimensión en gráfico.	66
Figura 19. Mapa de delimitación de Unidades Ambientales Costeras UAC.	68
Figura 20. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global por UAC.....	70
Figura 21. Modelo de valoración cualitativa de capacidad de respuesta al ANM - por UAC.	71
Figura 22. Modelo de valoración cualitativa de capacidad de respuesta al ANM - por UAC.	72
Figura 23. Modelo de inundación por incremento en la temperatura global – UAC Darién. ..	76
Figura 24. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – UAC Darién.	77

Figura 25. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – UAC Darién.	78
Figura 26. Modelo de inundación por incremento en la temperatura global – UAC Golfo de Morrosquillo.	80
Figura 27. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – UAC Golfo de Morrosquillo.	81
Figura 28. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – UAC Golfo de Morrosquillo.	82
Figura 29. Modelo de inundación por incremento en la temperatura global – UAC Rio Magdalena.	84
Figura 30. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – UAC Rio Magdalena.	85
Figura 31. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – UAC Rio Magdalena.	86
Figura 32. Modelo de inundación por incremento en la temperatura global – UAC VNSNSM.	88
Figura 33. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – UAC Sierra Nevada de Santa Marta.	89
Figura 34. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – UAC Sierra Nevada de Santa Marta.	90
Figura 35. Modelo de inundación por incremento en la temperatura global – UAC La Guajira.	92
Figura 36. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – UAC La Guajira.	93
Figura 37. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – UAC La Guajira.	94
Figura 38. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Acandí Chocó.	100
Figura 39. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Unguía Chocó.	100

Figura 40. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Turbo, Antioquia.....	101
Figura 41. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Necoclí, Antioquia.....	101
Figura 42. . Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – San Juan de Urabá, Antioquia.....	102
Figura 43. . Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Arboletes, Antioquia.....	102
Figura 44. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Moñitos, Córdoba.....	103
Figura 45. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Puerto Escondido, Córdoba.....	103
Figura 46. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – San Bernardo del Viento, Córdoba.....	104
Figura 47. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – San Antero, Córdoba.....	104
Figura 48. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Coveñas, Sucre.....	105
Figura 49. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Santiago de Tolú, Sucre.....	105
Figura 50. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – San Onofre, Sucre.....	106
Figura 51. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Cartagena, Bolívar.....	107
Figura 52. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Santa Catalina, Bolívar.....	107
Figura 53. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Puerto Colombia, Atlántico.....	108
Figura 54. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Tubará, Atlántico.....	108

Figura 55. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Barranquilla, Atlántico.....	109
Figura 56. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Juan de Acosta, Atlántico.	109
Figura 57. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Ciénaga, Magdalena.....	110
Figura 58. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Santa Marta, Magdalena.	111
Figura 59. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Riohacha, La Guajira.	111
Figura 60. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Dibulla, La Guajira.	112
Figura 61. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Manaure, La Guajira.	113
Figura 62. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Uribia, La Guajira.	113
Figura 63. Extensión y localización de la erosión y acrecimiento costero.	115
Figura 64. Mapa de delimitación de Unidades Ambientales Costeras UAC.	116
Figura 65. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – UAC Darién.	117
Figura 66. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – UAC Golfo de Morrosquillo.	118
Figura 67. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – UAC Rio Magdalena.....	119
Figura 68. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – UAC VNSNSM.	120
Figura 69. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – UAC La Guajira.....	121
Figura 70. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Acandí, Chocó.....	122

Figura 71. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Arboletes, Antioquia.....	123
Figura 72. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Turbo, Antioquia.....	124
Figura 73. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Necoclí, Antioquia.....	125
Figura 74. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Moñitos, Córdoba.....	126
Figura 75. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – San Antero, Córdoba.....	127
Figura 76. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – San Bernardo del Viento, Córdoba.....	128
Figura 77. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Coveñas, Sucre.....	129
Figura 78. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Berrugas, Sucre.....	130
Figura 79. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Rincón del Mar, Sucre.....	131
Figura 80. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Galerazamba, Bolívar.....	132
Figura 81. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Loma de Arena, Bolívar.....	133
Figura 82. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Pasacaballos, Bolívar.....	134
Figura 83. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Cartagena de Indias D.T., Bolívar).....	135
Figura 84. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – La Boquilla, Bolívar.....	136
Figura 85. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Manzanillo del Mar, Bolívar.....	137

Figura 86. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Playa Mendoza, Atlántico.....	138
Figura 87. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Puerto Colombia, Atlántico.....	139
Figura 88. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Puerto Salgar, Atlántico.....	140
Figura 89. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Juan de Acosta.....	141
Figura 90. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Barranquilla D.E.P., Atlántico.....	142
Figura 91. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Ciénaga, Magdalena.....	143
Figura 92. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Santa Marta D.T, Magdalena.....	144
Figura 93. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Buritaca, Magdalena.....	145
Figura 94. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Taganga, Magdalena.....	146
Figura 95. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Riohacha, La Guajira.....	147
Figura 96. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Camarones, La Guajira.....	148
Figura 97. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Dibilla, La Guajira.....	149

Capítulo 1

2. Introducción

Históricamente el hombre ha revalorado el significado del término evolución, marcando una serie de etapas espacio temporales a través de rasgos físicos y comportamentales de las sociedades de cada época. El desarrollo ha servido de pretexto para la configuración de asentamientos más grandes y comunidades con mayor nivel de complejidad; consumiendo enormes cantidades de recursos y cambiando radicalmente la imagen del planeta.

Tal y como lo describe (Winchester, 2006) , definitivamente las tensiones y contradicciones características del desarrollo urbano no – sostenible, han tenido en la configuración física e inmaterial de las sociedades modernas un importante nicho. Por ello y dadas las proyecciones para el crecimiento de la población urbana en el mundo (70% para el 2050 según ONU – DAES), y el impacto que en materia de vulnerabilidad representa, Rio+20 convocó urgentemente al compromiso mancomunado en pro de la disminución de riesgos de desastre, el aumento de la resiliencia ante los desastres y la erradicación de la pobreza, todo en el marco del desarrollo sostenible y sustentable. Este crecimiento desmedido e incontrolado de las ciudades, ha generado fuertes presiones en la dinámica natural de los ecosistemas, derivadas de la imposición de condiciones urbanas sobre un terreno paradójicamente desconocido; expandir la urbe escenifica un permanente conflicto con el territorio, evidenciando la vulnerabilidad ante sistemas en cambio constante.

La dependencia de materia y energía para un sistema evolutivo de ciclo abierto, ocasiona un grave deterioro y degradación de los ecosistemas naturales en los que se insertan los asentamientos humanos, reduciendo progresivamente la capacidad de regenerarse. Así, el desconocimiento de la fragilidad de la naturaleza y del territorio en la inserción de patrones urbanísticos, no solo origina el desgaste irracional de los recursos; abre la ventana de exposición a cualquier evento crítico e incrementa la susceptibilidad del asentamiento, al que un organismo constantemente cambiante cobrará renta a futuro.

La segunda mitad del siglo XX y el inicio del XXI se ven marcadas por una profunda inquietud acerca de la realidad del cambio climático y la variedad de efectos relacionados sobre el planeta que conocemos. Por otro lado, no hay duda que las alteraciones en el balance de radiación del sistema superficie – atmósfera, ha sido influenciado, entre otros, por el incremento

en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), conduciéndose al calentamiento heterogéneo de la atmósfera global. Según el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), la temperatura media global ha aumentado en 0.6°C a lo largo del último siglo, con distribución espacial diferenciada de las variables climatológicas y los sistemas sociales y ecológicos.

De acuerdo con Joan Clos (Director Ejecutivo de ONU – HÁBITAT) los graves efectos derivados del cambio climático, tendrían origen y vertimiento en las ciudades; efectos capaces de desarticular la estructura básica de cualquier asentamiento, siendo los fenómenos hidrometeorológicos y climáticos los de mayor acento en zonas o ciudades costeras. Por ello, el incremento en el nivel medio del mar producido por el calentamiento global, representa graves riesgos para un país con acceso geográfico a dos mares como el nuestro (Mar Caribe al norte y Océano Pacífico al occidente), en el que se han edificado importantes ciudades a lo largo de la franja costera, disponiendo toda suerte de infraestructura y equipamientos clave en el funcionamiento y competitividad regional y nacional.

Ante tal situación, la mejor herramienta para formular estrategias de adaptación y resiliencia de cara a la crisis, y la elaboración de pautas para la consolidación de asentamientos sostenibles, será la construcción metodológica del conocimiento acerca de la realidad que nos rodea. Por ello, partiendo de la hipótesis de que la construcción de conocimiento a partir del estudio de teorías expuestas sobre la resiliencia urbana y la condensación de indicadores en la elaboración de un efectivo diagnóstico, constituye una potente herramienta para la formulación de un modelo de desarrollo sostenible en ciudades costeras; este informe de investigación se ha planteado como objetivo articular una propuesta metodológica que incorpore los procesos de investigación y diagnóstico, para el análisis y la espacialización de la vulnerabilidad en ciudades de la costa caribe colombiana, ante amenazas derivadas del aumento en el nivel del mar como resultado del cambio climático; mediante el análisis de diferentes enfoques teóricos para el estudio de la resiliencia urbana, la identificación de principios de resiliencia urbana para la formulación de modelos de urbanismo sostenible y la definición de un marco conceptual para la coordinación y valoración de un conjunto de indicadores que permita evaluar la resiliencia en entornos urbanos costeros del caribe colombiano.

Así pues, ésta investigación pretende aportar conocimientos orientados a una mejor gestión de los territorios en función del desarrollo sostenible; enfocado en la gestión del riesgo para el

fortalecimiento y construcción de la resiliencia urbana. Este enfoque permitirá crear herramientas para la aportación de conocimiento útil en la toma de decisiones, en la gestión urbana y la construcción de ciudad.

El presente informe de investigación se ha estructurado en cuatro capítulos principales que versan sobre el análisis de la construcción y configuración de la ciudad a partir de la conceptualización sociológica del espacio, planificación sostenible y resiliencia urbana como avance hacia la sostenibilidad urbana; Aumento en el Nivel del Mar (ANM) como fenómeno asociado al cambio climático y su contextualización en el Litoral Caribe Colombiano, y por último, la evaluación y estimación del nivel de afectación en el Litoral Caribe Colombiano por concepto del Aumento en el Nivel del Mar, a través de la elaboración de perfiles cualitativos y cuantitativos para cada municipio ubicado sobre la franja costera, aportando información que permita estimar el nivel de resiliencia para cada caso en particular.

Como herramienta de soporte al estudio se presenta material cartográfico de estimación de afectación, además de tablas y gráficos con información estadística que de forma conjunta con el material cartográfico permiten la elaboración de un diagnóstico y valoración de resiliencia para cada municipio.

Capítulo 2

3. Marco teórico

Los efectos del cambio climático perceptibles desde hace ya varios años, han revelado la imperiosa necesidad de acometer físicamente los resultados de la investigación científica. La conversación referente a temas como el calentamiento global, el incremento de las emisiones, el deshielo y toda suerte fenómenos climáticos ha superado las barreras del claustro investigativo para ser de manejo, cada día con mayor frecuencia, del habitante del común.

Es la ciudad y su proceso imparable de transformación, el mayor campo de pruebas para la evaluación del cambio climático y sus efectos sobre la vida. Los impactos del cambio climático medidos a partir de la vulnerabilidad, exposición y susceptibilidad, varían significativamente de una población a otra, de acuerdo con las características específicas de cada asentamiento. Paradójicamente el concepto de crecimiento, que a todas luces dista del desarrollo, ha dado una considerable contribución al deterioro de las condiciones de habitabilidad; de acuerdo con ONU Hábitat 2012, el aporte de las áreas urbanas a la alteración de las condiciones climáticas resulta de múltiples factores que incluyen el diseño y densidad de población, modo de organización de transporte, tipologías constructivas, tipo y producción de energías, patrones de consumo, entre otros. Teniendo en cuenta que las afectaciones asociadas al cambio climático se hacen cada día más drásticas; que el aumento en los niveles del mar, los ciclones tropicales, las fuertes precipitaciones ligadas a graves inundaciones y las fuertes oleadas de calor, pueden desarticular la estructura básica y el funcionamiento de las ciudades con repercusiones generalizadas en la infraestructura física, económica y social de las mismas; siendo particularmente más severos en las ciudades costeras, tal y como lo afirmó el Dr. Johan Clos, Secretario General Adjunto de Naciones Unidas y Director Ejecutivo de ONU – Hábitat en el año 2011, y considerando que con frecuencia los desastres se intensifican en asentamientos humanos no sujetos a control o mal planificados, ONU HABITAT ha instado desde finales del siglo XX a todos los países a propender por una planificación a partir de la evaluación del riesgo, la vulnerabilidad y la resiliencia.

Varias son las alternativas a analizar en la búsqueda de estrategias de desarrollo sostenible que le permitan a las ciudades del caribe colombiano ser competitivas y brindar mejores condiciones de habitabilidad.

3.1. Hombre, espacio y ambiente

De acuerdo con (Kuri Pineda, 2013) , reiteradamente se reflexiona acerca del espacio como área físicamente delimitada, conteniendo objetos, personas y convertido en escenario de las actividades propias del ser humano, ello presenta la necesidad de ser abordado más allá de la imagen formal o material del mismo y estudiar la íntima relación entre el espacio y la dinámica social, por lo cual, a través de los años varios exponentes del pensamiento sociológico, le han consolidado como componente coyuntural en las dinámicas sociales y reiteran la importancia en la configuración física de los territorios a mayor y menor escala. Es la ciudad entonces, huella física y materialización de las actividades y vínculos sociales; construidos y articulados teniendo como fundamento, entre otros, los rasgos comportamentales de los individuos en sociedad, tal y como lo ilustrara Andy – Kandy en “*Future City*” de 2009.

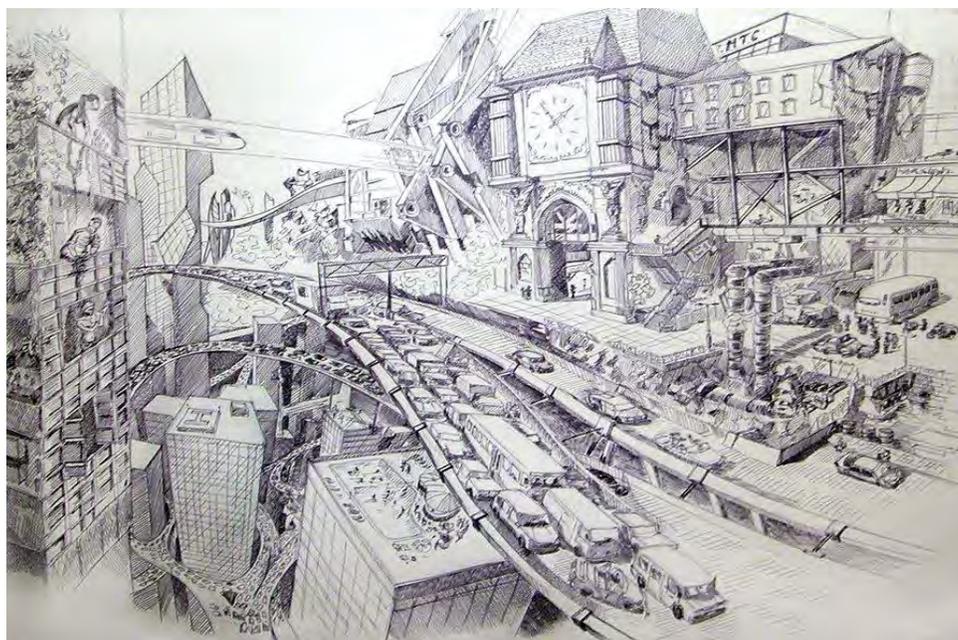


Figura 1. *Future City*. By Andy Kandy. (Fuente. <https://andy-kandy.deviantart.com/art/Future-city-147272649>)

(Simmel, 1986), describe la configuración sociológica del espacio a través de rasgos fundamentales como exclusividad, división, fijación, proximidad o distancia y movilidad; por medio de los cuales reseña la influencia del comportamiento social en la construcción espacial y viceversa, de esta manera, se sustenta su apropiación – uso, además de la delimitación cualitativa y cuantitativa, propio de las ciudades modernas. (Augé, 1992) por su parte, acota que, gracias a

la materialidad del espacio, el poder recurre a él como una forma de buscar la perpetuidad, la continuidad, es decir, la reproducción social de su existencia. Todo esto hace parte de la simbología impresa por las sociedades sobre los territorios que le hacen de alguna manera identificable e inexpugnable a lo largo de los años. El fenómeno de transformación es recíproco, por cuanto el espacio hace posible la construcción y fortalecimiento de la identidad del ser humano, le arraiga y le forma.

De lo anterior, se infiere que la configuración espacial de las ciudades es marca legible de la sociedad que las habita y que les apropia; constituye la representación física de las dinámicas sociales y su adaptación al territorio.

(Cruz Petit, 2014), afirma que el apresurado crecimiento y desarrollo de los centros poblados se convierte en rasgo fundamental que marca la diferencia entre “lo urbano y lo rural”, fortaleciendo el concepto de orden y civilización en la apropiación y construcción de espacios como claro ejemplo de sociedad urbana. La ciudad, gran escenario para el desarrollo de las diferentes dinámicas sociales, refleja espacialmente al individuo en sus distintas caracterizaciones y/o comportamientos, alimentado por la inherente sed de evolución particular; ésta carrera por la “apropiación y personalización” del espacio, ha llevado a la ocupación exponencial de grandes extensiones de territorio, con el consecuente deterioro ambiental conocido a día de hoy. La ciudad, tal como la describe (Higueras, 2009) desde su más mínima configuración, es el mayor ecosistema artificial existente, dependiente de los recursos que provee su entorno para la transformación en materia y energía que sustente la vida; con patrones de transformación y desarrollo marcados por ciclos cruzados de consumo y desecho excesivo; alimentando constantemente la sed de una creciente población y una dinámica de crecimiento cambiante y acelerado. Esta dinámica de crecimiento y su traducción en el desequilibrio entre la provisión, consumo y regeneración de los recursos, se ha manifestado en el desgaste y degradación de los ecosistemas naturales a escala global, deterioro físico de los sistemas urbanos y su incapacidad de auto – regeneración.

Al igual que un grano de arena se inserta en un molusco para producir la perla, un elemento estéticamente perfecto; la ciudad como ecosistema artificial, se inserta en un medio natural, con ciclos perfectamente armónicos, en el que el ser humano impone su ideal, generando entornos de “aprovechamiento” de los recursos. La analogía se atreve a evidenciar la alteración forzada del medio natural como parte del proceso de transformación de los recursos para la satisfacción del

organismo usuario, sin embargo, esto trae a discusión cuanta y de qué tipo deberá ser la afectación al medio, tal que garantice la relación efectiva de cada sistema y sus diferentes ciclos.

La crisis ambiental que afronta el planeta abre el debate acerca de la actuación descarnada e irracional del hombre frente al proceso de lo que él mismo considera desarrollo; de ahí que autores como (Burgess, 2003), en *Ciudad y sostenibilidad: desarrollo urbano sostenible*, cuestionen la razón por la cual el tema de la sostenibilidad ambiental perdió importancia, dejó de ser prioritario. Por ello, impera la necesidad de que el hombre proponga un giro radical en el uso de los espacios, adaptando la dinámica de vida a un proceso simbiótico con su entorno, lo que propicia el aprendizaje y la adopción de prácticas que reduzcan el impacto negativo al ambiente, para brindar mejores condiciones de habitabilidad; definiendo estrategias y directrices en la búsqueda de un desarrollo sostenible¹; estrategias que sin duda deberán ser económicamente viables, respetar el ambiente y ser socialmente equitativas, como lo señala (ONU, 2010)



la proyección de Foster and Partners para la ciudad de Masdar en Abu Dhabi en el año 2006 constituye un claro ejemplo del compromiso del hombre de hoy con el análisis previo del impacto de las transformaciones y el fortalecimiento de una relación sincrónica con el espacio, con el fin de proporcionar ambientes saludables y perdurables en el tiempo.

Figura 2. Ciudad de Masdar en Abu Dhabi By Foster + Partners. (Fuente. <http://ecosistemaurbano.org/castellano/norman-foster-disena-la-primera-ciudad-sostenible/>)

¹ El término desarrollo sostenible aparece por primera vez de forma oficial en 1987 en el Informe Brundtland sobre el futuro del planeta y la relación entre ambiente y desarrollo; y se entiende como tal aquel que satisface las necesidades presentes sin colocar en peligro la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

El Informe Brundtland² presenta un enfoque de estado estacionario respecto a la definición del desarrollo sostenible, en el cual los sistemas ecológicos y sociales, pueden subsistir en equilibrio con el entorno; esta concepción se soporta en la estabilidad de las condiciones iniciales, que con una organización eficiente de los recursos existentes garantiza la subsistencia. Sin embargo, según (Ahern J. , 2011), los sistemas no contemplan la crisis, ni los cambios repentinos e inesperados; al ser vulnerables, pueden evitar el colapso inminente manteniéndose en el borde del precipicio a la espera del próximo evento. A partir de tal incertidumbre, se promueven políticas y estrategias de ordenamiento territorial en el marco de la sostenibilidad, elaborando efectivos diagnósticos de todos los sistemas que componen la ciudad e incorporando métodos de planificación prospectiva, dada la importancia de poder orientar eficazmente la aplicación de instrumentos de planeación a entornos cambiantes y con proyecciones a largo plazo. De acuerdo con (Montes Lira, 2001), la flexibilidad e interdisciplinariedad deben ser rasgos imprescindibles en la formulación de políticas de ordenamiento territorial, con una visión de planificación holística del territorio, que reconozca e integre las bases estructurales heredadas de la planeación con nuevas estrategias de ordenamiento que reduzcan la brecha en materia de operatividad frente a una realidad urbana / ambiental en permanente cambio.

3.2. Planificación sostenible: respuesta, estrategia o método

Habitar un planeta con condiciones en continuo cambio, impone la necesidad de reconfigurar constantemente la forma en la que organizamos la dinámica de transformación y consumo de los recursos (metabolismo urbano), siendo la configuración espacial de las ciudades un aparte de gran importancia, teniendo en cuenta que la ciudad como organismo, es el principal consumidor de recursos y emisor de impactos antropogénicos. Las nuevas políticas de planificación urbana tienen un papel claramente importante en la consecución del desarrollo sostenible, dado que el urbanismo y la edificación de ciudad son la fuente más poderosa de impacto al ambiente global.

² Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo (1987). Informe Brundtland. informe que enfrenta y contrasta la postura de desarrollo económico actual junto con el de sustentabilidad ambiental, realizado por la ex-primer ministro noruega Gro Harlem Brundtland, con el propósito de analizar, criticar y replantear las políticas de desarrollo económico globalizador, reconociendo que el actual avance social se está llevando a cabo a un costo medioambiental alto.

De acuerdo con (Souch & Grimmond, 2006), es la ciudad, la más radical transformación al paisaje natural, cuyo rasgo principal es la aparición de un espacio eminentemente humanizado, en el que la actuación del hombre se hace manifiesto, por un lado, en modificaciones introducidas directa y conscientemente con manifestación en el plano y morfología urbana; por otra parte, en modificaciones que indirectamente se derivan del espacio construido mismo, con manifestaciones significativas como la contaminación de la atmosfera y un aumento térmico en relación a las zonas próximas. La magnitud de la urbanización ha hecho de las ciudades verdaderos laboratorios para la experimentación de los efectos derivados de las transformaciones antrópicas sobre el medio natural, los impactos en la sociedad y los mecanismos de adaptación y mitigación. Cada día se revelan nuevos requerimientos para el proceso de planificación urbana, teniendo configuración e impacto heterogéneo en el territorio; hecho identificable en las variadas directrices de planificación urbana en los países en desarrollo y países desarrollados; en los primeros se da prioridad a asuntos relacionados con la rápida urbanización, pobreza urbana, informalidad, precariedad de los asentamientos y accesibilidad a servicios básicos; en tanto que en los países desarrollados y países en transición, otorgan prioridad a las causas e impactos del cambio climático y la urbanización sostenible, sin embargo es necesario aclarar que lo anterior no es característica obligatoria de cada proceso de planificación puntual.

El siglo XX ha traído a escena una profunda preocupación por el ambientalismo y las transformaciones infundidas por el hombre a la naturaleza, tanto que para el año de 1972, durante la conferencia de las Naciones Unidas en Estocolmo, se introdujo en la agenda política internacional la dimensión ambiental como factor condicionante del modelo tradicional de crecimiento económico y del uso de los recursos naturales; hecho que posteriormente sería ratificado con la creación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático o IPCC.

La planificación sostenible coloca en la mesa la necesidad de articular toda suerte de metodologías que permitan, con las fortalezas territoriales particulares identificadas, dar respuesta de mitigación eficaz ante la amenaza de corto y mediano plazo, acometer estrategias de adaptación que garanticen mejores condiciones de habitabilidad en los entornos urbanos en espacios de tiempo prolongado, y la construcción de conocimiento que permita la elaboración metódica de procedimientos replicables a entornos semejantes.

Como respuesta a la creciente preocupación por el deterioro de los ecosistemas naturales y artificiales, la nueva conceptualización del urbanismo echa mano de una amplia variedad de mecanismos de impacto directo en la planificación de las ciudades existentes. La hoja de ruta hacia el reajuste de políticas urbanas y la reinención de las ciudades estaría enmarcada en un sistema de buenas prácticas que ONU – Hábitat 2012 reconociera como Resiliencia Urbana, cuya descripción surge a partir de la inmersión del término resiliencia, que de acuerdo con (Holling, 1973) es la capacidad de un sistema complejo de absorber perturbaciones, reorganizarse y ajustarse a la vez que mantiene su identidad y funcionalidad, y que posteriormente se definiera como...”*la capacidad de los sistemas urbanos para recuperarse rápidamente ante cualquier evento ocasionado por fenómenos perturbadores de origen natural o antrópico. Su propósito es evitar que un evento evolucione hasta convertirse en desastre.*” ...



Figura 3. La resiliencia del ser haitiano. (Fuente. <http://www.lescacosnoirs.com/la-resiliencia-del-ser-haitiano-resultado-de-la-historia-y-de-la-cultura-de-haiti/>)



Figura 4. Un vecino de San Juan de Miraflores, Lima, trabaja en la construcción de una carretera que mejorará el acceso al agua de su comunidad. PABLO TOSCO (OXFAM INTERMÓN). (Fuente. https://elpais.com/elpais/2016/07/15/planeta_futuro/1468584649_155215.html)

3.3. Resiliencia urbana

La urbanización contemporánea es un proceso global en varias dimensiones, expresado a través del rápido incremento en la densidad de población y la ocupación de tierras; la población mundial es cada vez más urbana, de acuerdo con (Agencia E F E, 2018), Naciones Unidas prevé que para el año 2050 la población mundial que vivirá en zonas urbanas supere el 68%. La creciente incertidumbre a la que se enfrenta la humanidad por cuenta del cambio climático, los procesos migratorios y los cambios en la capacidad de los ecosistemas para generar bienes y servicios, obliga al análisis consiente de los elementos potenciales y críticos del territorio, bajo

un esquema de planificación que abandone el directorio de condiciones ambientales predecibles y avance en la concreción de estrategias orientadas hacia la sostenibilidad. Un funcionamiento más sostenible de los sistemas urbanos exige la transición a una gestión urbana que considere las lecciones de la naturaleza en el ámbito de la gestión ecológica y económica de los flujos (COMISIÓN EUROPEA, 1996).

Recientemente la sociedad ha tomado conciencia del carácter finito de los recursos y del riesgo que para la humanidad representa un ambiente en peligro. Se ha convertido entonces en una temática obligada no solo en la escena social cotidiana, sino en las diferentes escalas de gobierno de los territorios. Tal como señala (Ramírez Treviño, 2009), el urbanismo ha asumido la tarea compleja de coordinar la protección de los recursos naturales, la participación social y el desarrollo económico en la carrera por proveer ámbitos de convivencia sostenible. Se pretende un cambio razonable en la relación sociedad – ambiente, teniendo en cuenta la importancia de éste último en la provisión de los recursos y del espacio físico para la edificación de la ciudad como organismo contenedor de la sociedad, delineada y organizada por el mismo hombre para la satisfacción de sus necesidades.

Con el creciente riesgo de deterioro de los ecosistemas que sirven de soporte a las grandes concentraciones urbanas y la incertidumbre por la ocurrencia, cada vez más a menudo, de fenómenos de gran impacto en la calidad de vida de los seres humanos y el espacio que habitan; la sociedad del siglo XXI debate acerca de gran variedad de prácticas encaminadas a la construcción de un desarrollo urbano sostenible, principio rector para los procesos de adaptación y reorganización de las urbes; dentro del decálogo de buenas prácticas, toma fuerza la resiliencia urbana.

Se entiende por resiliencia, la habilidad de un sistema, comunidad o sociedad expuesta a riesgos de resistir, absorber, acomodarse y reconstituirse ante los efectos de un desastre en tiempo y modos adecuados, incluyendo la preservación y restauración de sus estructuras y funciones esenciales³. De acuerdo con Susan Cutter (2003) citado en (Tumini, 2016), en la resiliencia se distinguen dos cualidades: la inherencia (mantenimiento de las funcionalidades durante la crisis) y la flexibilidad (adaptación y respuesta durante el evento). Estas características son aplicables tanto a las infraestructuras, como a la organización institucional o a los sistemas sociales y económicos. De cara a la crisis la resiliencia contempla no sólo la reducción de riesgos

3 www.integracion.gov.br/ciudadesresilientes

y daños de catástrofes (como pérdidas humanas y bienes materiales), también considera la capacidad de volver rápidamente a la situación estable anterior. Mientras que las típicas medidas de reducción de riesgos suelen concentrarse en una amenaza específica dejando de lado la vulnerabilidad frente a otro tipo de peligros, el enfoque multi direccional de la resiliencia considera la recuperación frente a todo tipo de peligros.

De acuerdo con (Fernández Armesto & Noguera, 2015), ONU-Hábitat (CRPP) define las ciudades resilientes como “aquellas que tienen la capacidad de recuperarse rápido de los impactos que sufre el sistema. Esta definición reconoce a la urbe como un sistema de sistemas, cuya sostenibilidad depende del buen funcionamiento de todos los componentes. Los sistemas naturales son armónicos, estables y resistentes; resiliencia significa plasticidad y facilidad de recuperación, por tanto, reconocer la naturaleza sistémica de los conjuntos urbanos es un primer punto de convergencia en la concepción adoptada sobre los riesgos urbanos y la resiliencia (Metzger & Robert, 2013, págs. 21- 40).

Desde el punto de vista de (Méndez Gutiérrez del Valle, 2013), el sustento teórico de la resiliencia es el concepto de sistema complejo, por cuanto en él se ejerce el debate acerca de las diferentes relaciones de causalidad y sus resultados, corresponde al conjunto de elementos y la complejidad de sus relaciones; por otro lado, constituye la capacidad de gestionar un sistema frente a cualquier riesgo. Es por ello que paradójicamente el concepto de resiliencia se encuentra estrechamente ligado al de crisis, por cuanto la crisis de cualquier índole será necesaria y hará parte del proceso de evolución y sobrevivencia del sistema. El riesgo más importante al que se enfrentan las ciudades es la posibilidad de perder los elementos que permiten su funcionamiento y desarrollo, por lo tanto, la resiliencia urbana como proceso, tiene origen en el análisis de los componentes críticos del sistema, a fin de identificar las posibles vulnerabilidades y fortalezas, con lo que posteriormente se implementarían medidas y estrategias que contrarresten los riesgos (ver figura 5). Por esto, el Marco de Sendai⁴ evidencia la necesidad de una mejor comprensión del riesgos en todas sus dimensiones relativas a la exposición, la vulnerabilidad y características de las amenazas; un fortalecimiento obligado de gobernanza del riesgo; un efectivo proceso de evaluación y rendición de cuentas en los procesos de gestión del riesgo; la formación técnica para una mejor reconstrucción posterior a la crisis, que garantice una efectiva movilización de

⁴ Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015 – 2030. Naciones Unidas.

los recursos económicos y humanos a fin de reducir la aparición de nuevos riesgos; el fortalecimiento de los sistemas básicos de infraestructura de servicios; y por último, la consolidación de una efectiva red de colaboración y participación nacional e internacional.

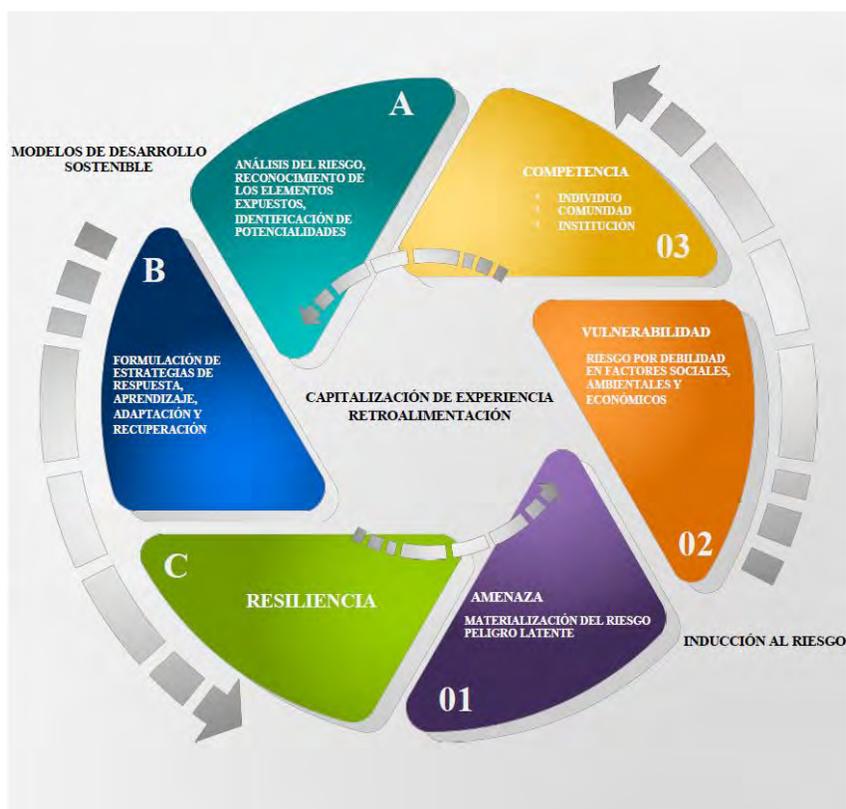


Figura 5. Diagrama de resiliencia en el marco del desarrollo sostenible. (Fuente. Autor)

Asimismo, las Plataformas Mundial y regionales para la Reducción del Riesgo de Desastres son claramente mecanismos que refuerzan la coherencia entre las agendas, el seguimiento y las revisiones periódicas apoyo a los organismos de gobernanza de las Naciones Unidas.

Algunos de los factores de riesgo que pueden considerarse en las ciudades son los relacionados con

- Concentración de la población sin políticas claras de planificación.
- Oferta de viviendas deficiente.
- Dependencia y centralismo en las decisiones por concentración de recursos y capacidades.

- Gestión inadecuada de recursos hídricos y disposición de residuos sólidos.
- Débil reglamentación de la edificación y débil gobernanza para la planificación y gestión urbana.

Partiendo de la conceptualización del término resiliencia y su interpretación en el sistema urbano, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL-ONU), define 4 tipos de resiliencia a saber:

- **Resiliencia social:** capacidad de grupos de superar la adversidad y fortalecerse o transformarse. Vinculada al perfil demográfico (sexo, edad, étnico, status socio-económico, capital social, habilidades, emprendimiento e innovación, inclusividad, entre otras.).
- **Resiliencia Infraestructural:** capacidad de conocer riesgos, adaptarse a eventos, responder, restablecer la normalidad y aprender. Se refiere a la vulnerabilidad de las estructuras construidas (propiedades, edificios, sistemas de transporte, salud pública, etc.) y a la infraestructura crítica, la disponibilidad de vías de evacuación y sistemas de provisión post-desastres.
- **Resiliencia económica:** vinculada a la actividad y diversidad económica, las condiciones de empleo, la malla productiva y su capacidad de soportar el embate de un desastre.
- **Resiliencia Institucional:** se relaciona con las capacidades de los sistemas gubernamentales y la sociedad civil para dar respuesta.

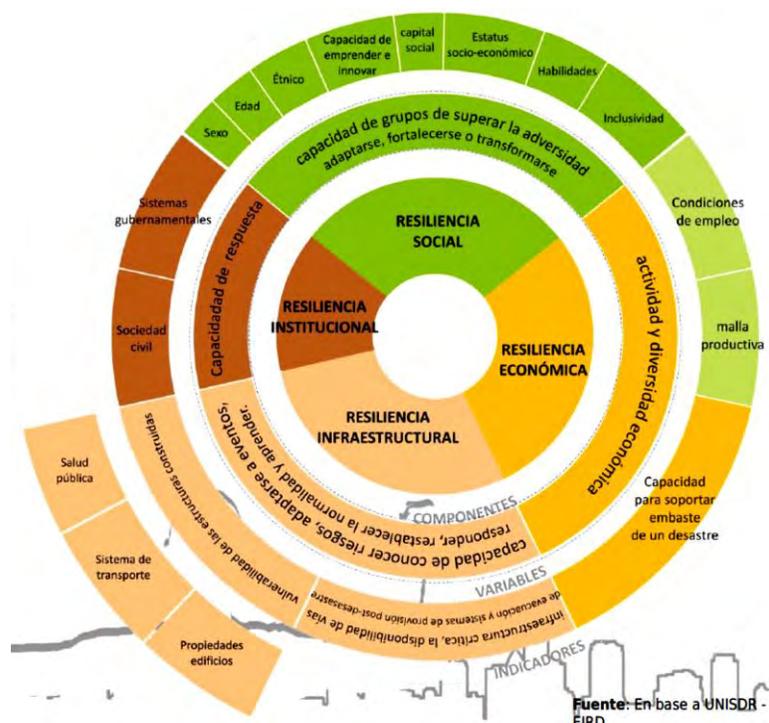


Figura 6. Tipos de resiliencia – relación de subsistemas. (Fuente. UNISDR – EIRD)

Así, enfrentada la crisis, el sistema complejo llamado ciudad, debe tener la capacidad de proveer recursos e instrumentalizar estrategias para la pronta recuperación y la vuelta al funcionamiento (ver figura 5). En consecuencia, el análisis de resiliencia se organiza alrededor de cuatro atributos principales:

- **Diversidad** en las estructuras y funciones, lo que permite un conjunto variado de respuestas ante el evento, diversidad en las opciones y recursos disponibles para la recuperación (Walker et al. 2015)⁵.
- **Flexibilidad**, descrita por la capacidad de los elementos urbanos para adaptarse a los cambios y asumir nuevas funciones (Allan et al. 2013)⁶.
- **Conectividad** física e intercambio de información imprescindible para mantener la funcionalidad.

⁵ Walker, B. et al. 2015. General Resilience. A discussion paper based on insights from ctchment área workshop in south Eastern Australia 1 – 4.

⁶ Allan, P. et al. (2013) The Influence of Urban Morphology on the Resilience of Cities Following an Earthquake. Journal of Urban Design, 18(October 2014), pp.242–262. Available at: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13574809.2013.772881>.

- **Modularidad** u organización modular del sistema, que permite la división física – funcional de “módulos”, que en caso del colapso de unos de los elementos el resto del conjunto o la red pueda proveer recursos y servicios para la recuperación.



Figura 7. Estrategias para la resiliencia y el desarrollo sostenible. (Fuente. Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. Ginebra 2012)

3.4. Consideraciones al diseño de ciudades resilientes como avance hacia la sostenibilidad urbana

De acuerdo con (Fernández Armesto & Noguera, 2015), la resiliencia urbana analiza, cuestiona y proyecta la preparación de las ciudades para el manejo de la crisis y su adaptabilidad frente a los trastornos que se puedan experimentar; este enfoque promueve la reducción de los daños y no del riesgo inevitable al que se ven sometidas.

Desde esta óptica, la resiliencia entra a fortalecer la autonomía de las comunidades, distanciándole del discurso político e implantándola en el debate científico, ejerciendo un papel de guía hacia el camino de la previsión de la vulnerabilidad de cada uno de los elementos críticos del sistema complejo (nación – territorio). Dada la polivalencia del termino y su importancia en el discurso ambiental del siglo XXI, varios autores confluyen en definirle como el final del ciclo conformado por fases de crecimiento, destrucción y reorganización [Guderson & Holling, como se citó en (Robert & Metzger, 2013)] y la explicación de la capacidad de algunas ciudades para

regenerarse o no, luego de algún declive. De esta manera se puede inferir que sostenibilidad y resiliencia pueden trabajar de forma conjunta promoviendo cohesión social, equidad y formación del capital social. La resiliencia induce al fortalecimiento de la conciencia social, implementando prácticas de organización comunitaria y autogestión del cambio, respuesta primordial ante un suceso crítico, así, toda política social actuará solo ante la incapacidad de los individuos para manejar el riesgo por si solos. Una comunidad unida y equilibrada es más resistente porque tienen mayor capacidad de generar lazos y redes de apoyo, elementos clave para la recuperación temprana post – desastre.

No debe contemplarse la resiliencia como conjuro de soluciones ante cualquier crisis o perturbación de los sistemas urbanos sin la participación activa de la sociedad, actor fundamental de cualquier emprendimiento. De acuerdo con (Biggs, Schlüter, & Schoon, 2015), principios como promover y mantener la diversidad, administrar la conectividad, manejar variables de control, fomentar el pensamiento de sistema complejo urbano que ayude a anticipar en lugar de reaccionar al acontecimiento, impulsar las prácticas de aprendizaje y la creación de conocimientos que fomenten la gestión de la adaptación y la preparación para la transformación, inducir a la participación y la incorporación de todas las partes en la toma de decisiones y un sistema de gobernanza multinivel, otorgan ventajas a los procesos de planificación espacial, mejorando los niveles de resiliencia. Se infiere que el desarrollo de nuevos modelos de crecimiento y ordenamiento urbano, será pieza clave en la configuración de ciudades menos vulnerables a los desequilibrios ambientales, brindando protección a los ciudadanos y bienes comunes. De esta forma la resiliencia da valor a la capacidad de la población para enfrentar la crisis; motivando al sujeto al abandono de la pasividad y a convertirse en agentes activos de su propio desarrollo, siendo la resiliencia urbana un proceso vivo y dinámico, de revisión y actualización constante; de ahí que, cualquier estrategia deba mantener relación íntima con los procesos de transformación de la ciudad misma. Finalmente, también se hace necesario tener presente que la resiliencia no es una respuesta, es un método que no constituye una fórmula infalible ante la vulnerabilidad.

La simple comprensión de la resiliencia urbana como una característica básica y particular de las ciudades en respuesta a un fenómeno, sin duda le hace más vulnerable, pues puede entrarse en una peligrosa carrera dominada por el “dejar pasar – inferir respuesta”, se obliga al estudio

diferenciado de cada uno de los elementos, por cuanto no existe homogeneidad en los eventos (desastres), de hecho, la variación misma del tiempo modifica constantemente las condiciones. Aunque se plantee la compilación y estudio de los fenómenos a través de indicadores, es el uso del conocimiento, la innovación y su instrumentalización en la creación de una cultura de resiliencia, es sin duda uno de los mejores factores diferenciales en los procesos de adaptación a las condiciones cada día. Frente a la crisis o declive, autores como Pólese (2010), Christopherson & al. (2010), citados en (Méndez Gutiérrez del Valle, 2013), identifican como aspectos clave para el éxito de las ciudades resilientes la presencia de población calificada e innovadora, una economía diversificada soportada en infraestructura moderna, sinergia territorial y empresarial y, por último, sistemas de gobernanza eficaces promotores del cambio.

Visto que la estructura física y social de las ciudades serían los actores protagónicos de todo emprendimiento de resiliencia, es necesario considerar la evolución histórica de la ciudad misma, pues generalmente se heredan recursos y una línea comportamental ante los eventos históricos, éstos tienen la posibilidad de favorecer o no los tiempos y resultados de la regeneración. Dicho de esta manera, la gestión de las ciudades resilientes parte desde el análisis y valoración de los recursos disponibles e identificación de los puntos críticos, propiciar la sinergia de los actores cívicos e incentivar la inversión del capital económico; todo esto en busca de promover una ciudad competitiva, incluyente, innovadora, integrada y con agradables condiciones de habitabilidad; ello promueve el trámite constante de estrategias y no ante la incertidumbre de la ocurrencia de la crisis. En resumen, debe tenerse muy presente que la resiliencia tiene una naturaleza sistémica y que exige, por tanto, considerar de forma integrada sus distintas dimensiones y escalas.

3.5. Adaptación y desarrollo, la ruta de ciudades medias resilientes

De acuerdo con (Méndez Gutiérrez del Valle, 2013), en el marco del desarrollo competitivo derivado de procesos de globalización y de la crisis sistémica, para muchos, heredada de modelos de crecimiento anteriores, las ciudades del siglo XXI tienen entre sus objetivos potenciar la formulación de proyectos de economía y sociedad innovadores, que le permitan la recuperación ante momentos históricos de declive.

Las ciudades medias han ganado creciente importancia en la conformación de sistemas urbanos policéntricos y equilibrados, con mayor cohesión territorial en su función de intermediador con el territorio rural. Además de constituirse en laboratorio de pruebas, para la aplicación de diversas estrategias que buscan la constitución de ciudades competitivas, gestoras de procesos de transformación constante, llevando la resiliencia como estrategia omnipresente en todo el proceso (antecedente – consecuente). Al no ser tomada como una meta, la resiliencia promueve la configuración de espacios que permitan el desarrollo del conocimiento como iniciativa para el crecimiento consiente, constante y estratégicamente innovador, capaz de poder transferirse de diversas formas (teórico – práctico, científico – simbólico, analítico – sintético), con el objetivo central de incrementar el inventario intelectual y el capital humano para favorecer el desarrollo local. Es evidente la necesidad de incrementar la generación, aplicación y difusión del conocimiento, en el avance hacia el objetivo de un crecimiento inteligente, sostenible e integrador (Comisión Europea 2010).

(Méndez Gutiérrez del Valle, 2013) afirma que, aunque el aumento del saber no permita controlar lo imprevisible, si puede favorecer a la adaptación positiva. Desde esta perspectiva, la consolidación redes de aportación innovadora a los procesos de competitividad y producción de capital, que incorporen mejoras tecnológicas, en algunos casos, fusionadas con buenas practicas recicladas, favorecen la respuesta positiva ante la adversidad, configurándole como un reto y no una dificultad. Estudios sobre modelos territoriales de innovación, evidencian buenos resultados en áreas en las que unos conjuntos de empresas innovadoras trabajan en un mismo tipo de productos, estableciendo estrechas relaciones de complementariedad y colaboración; que, llevado a la escala de unidad territorial, puede representar ventajas en materia de eficiencia colectiva. Por ello es necesario tener en cuenta que gestionar ciudades resilientes compromete el esfuerzo multisectorial, que tiene como punto de partida el individuo y su formación socio cultural, regida por políticas de gobierno impersonales que incentiven la cohesión social, generando mejores condiciones de habitabilidad y sostenibilidad. El plan abarca el análisis profundo del inventario físico e intelectual y la trayectoria de los procesos de crecimiento histórico, para el planteamiento de programas de formación intelectual – económico y social, que busque dinamizar el proceso productivo y la economía de las ciudades mismas, recreando proyectos de gobierno participativo y transformación social hacia la inclusión.

De lo anterior se concluye que, la realidad actual de las ciudades, obliga al análisis introspectivo, que permita la concentración de esfuerzos en la solución de problemáticas puntuales y potenciación de favorabilidades, sustento de todo proceso de resiliencia urbana. En consecuencia, la respuesta a cualquier crisis, estará al interior mismo de la ciudad y deberá ser explorada por la sociedad como actor protagónico.

3.6. Modelos metodológicos para la estimación de la resiliencia en entornos urbanos

(UNISDR, 2012) afirma que la gestión de las ciudades resilientes parte desde el análisis y valoración de los recursos disponibles e identificar los puntos críticos, propiciar la sinergia de los actores cívicos, incentivar la inversión del capital económico. En resumen, debe tenerse muy presente que la resiliencia tiene una naturaleza sistémica y que exige, por tanto, considerar de forma integrada sus distintas dimensiones y escalas.

A partir de la premisa de que un completo conocimiento del estado de los recursos expreso en un efectivo diagnóstico de cada asentamiento con características particulares, comprende la primera y más fuerte herramienta para el desarrollo de estrategias de sostenibilidad ambiental y la construcción de ciudades resilientes, ONU HABITAT y otros grupos de investigación como ARUP, han propuesto el desarrollo e complejas herramientas para la elaboración de un perfil de resiliencia aplicable en diferentes sistemas urbanos, herramienta que no es más que un completo diagnóstico construido a partir de un amplio cuestionario cuyas preguntas se enmarcan en el componente físico del asentamiento, el capital ambiental, el componente social y los recursos económicos dispuestos para la atención al evento de riesgo.

En el marco del programa City Resilience Profiling Programme (CRPP) de ONU-Hábitat, con el que ONU HABITAT busca proveer a los gobiernos nacionales y locales de herramientas necesarias para la medición de la resiliencia y la identificación de estrategias para su aumento frente al impacto de amenazas de múltiple índole, se lanza la herramienta City Resilience Profiling Tool (CRPT) (ONU HABITAT, 2018).

La CRPT parte del análisis de las ciudades como verdaderos sistemas complejos, en el que las redes, infraestructura, medio ambiente, flujos y estructuras multinivel interactúan dentro de un área urbana; permitiendo la identificación preliminar de fallas y oportunidades sobre una serie de aspectos relacionados con la estructura y funcionalidad de la ciudad. Para ello, se plantea en

primer lugar, generar métricas de la resiliencia urbana, con lo que puedan establecerse perfiles del sistema urbano en materia de vulnerabilidad y fortalezas, lo anterior siguiendo un enfoque multisectorial y multiescalar. La CRPT utiliza una metodología de diagnóstico para determinar los choques y las tensiones a las que se enfrenta una ciudad y establece acciones prioritarias que permiten a las ciudades capitalizar sus datos existentes.

Para el análisis, la herramienta propuesta considera los atributos espaciales, organizacionales, físicos y funcionales, y su progresión en el tiempo, como las cinco dimensiones críticas e interdependientes comunes a todos los seres humanos; ratificando el enfoque holístico de la CRPT, en el que las especificidades de cada ciudad son de gran relevancia para las etapas de recopilación y análisis de datos.

El proceso de implementación parte de la capacitación de los grupos representativos de la ciudad (Entes gubernamentales, ONG, Líderes sociales, entre otros) en la aplicación de la herramienta y el correcto acceso a los datos. En segunda instancia se procede a la recolección de los datos mediante la aplicación de encuestas de alto nivel agrupadas en lo que la CRPT ha denominado 4 Sets, que colectivamente proporcionan una imagen en profundidad de la ciudad y sus grupos de interés.

El Set 1, proporciona una visión general de la ciudad en la que se está implementando la herramienta, a partir de la recopilación de datos contextuales, antecedentes históricos, clima, ecosistemas, zonas urbanas y bienes físicos; atributos que otorgan a la ciudad una única identidad.

Los SET 2,3 y 4, proporcionan el análisis en profundidad del sistema urbano, en el que se considera todos los aspectos y atributos (personas, procesos y activos) que conforman el área urbana, contextualizados a través del SET1 y se evalúa las interconexiones entre ellos; construyendo un análisis de la funcionalidad del sistema urbano en su conjunto, con especial atención a los aspectos de gobernanza y, por último se evalúa la propensión de la ciudad a las tensiones, los choques y los desafíos futuros, así como la aplicación de medidas y estrategias de reducción del riesgo destinadas a reducir los posibles efectos de esas amenazas a escala urbana.

Finalmente, los datos recopilados son ingresados a un software desarrollado para ONU HABITAT, teniendo como producto el perfil de resiliencia único para cada ciudad.

ARUP por su parte, con el apoyo de la Fundación Rockefeller ha diseñado la herramienta The City Resilience Index (Arup Group, 2019), un aporte al monitoreo y medición de los múltiples

factores que contribuyen al desarrollo de ciudades resilientes. Su propósito principal es diagnosticar las fortalezas y debilidades y medir el desempeño. Esto proporciona una articulación en múltiples aspectos de la resiliencia en entornos urbanos, estructurada en torno a cuatro dimensiones, 12 objetivos y 52 indicadores que son críticos para la resiliencia de las ciudades. La herramienta permitirá medir el desempeño relativo en espacios de tiempo, en lugar de realizar comparaciones entre centros poblados, no se contempla el establecimiento de un escalafón o ranking de las ciudades con mayores índices de resiliencia o las más resistentes. Sin embargo, puede proporcionarse una base común de medición, que facilite el dialogo y el intercambio del conocimiento entre las ciudades, lo que sin duda fortalecería las redes de comunicación y transmisión de experiencia fundamental en la formulación de mecanismos de respuesta a toda crisis.

El análisis de la información del índice de resiliencia propuesto por Arup se estructura a partir de 4 dimensiones a saber: la dimensión de salud y bienestar, relacionada con la medida en la que la ciudad proporciona a sus habitantes la satisfacción de sus necesidades básicas (alimentación, agua y vivienda) especialmente en tiempos de crisis; por otro lado, la capacidad de las ciudades para garantizar la salud de la población. El análisis de la dimensión salud y bienestar, tiene como objetivos rectores minimizar la vulnerabilidad humana, acceder a medios de vida y empleo diversos y garantizar la protección de la salud y la vida. La dimensión economía y sociedad, relacionada con las organizaciones que permiten la convivencia en paz y la actuación colectiva de las poblaciones urbanas, además de del patrimonio cultural e identidad colectiva. Todo soportado en la satisfacción de las necesidades mínimas a través del suministro de alimentos, agua, vivienda y energía. El análisis de la dimensión salud y bienestar, tiene como objetivos rectores el fortalecimiento de la identidad colectiva y apoyo mutuo, la provisión de seguridad integral y el fortalecimiento de una economía sustentable. La dimensión de infraestructura y medio ambiente, está relacionada con la calidad y robustez de la infraestructura de protección y conexión, además de la calidad de los ecosistemas que brindan salvaguarda ante las amenazas naturales. Los objetivos de ésta dimensión se sitúan en la reducción de la exposición y la fragilidad, la efectiva provisión de los servicios considerados críticos y, la fiabilidad de las redes de comunicación y movilidad. Por último, la dimensión de liderazgo y estrategia, relacionada con la construcción del conocimiento como base fundamental para el establecimiento de un liderazgo efectivo y una gobernanza inclusiva, que asegure el desarrollo de estrategias basadas

en la evidencia. Los objetivos definidos para la dimensión son el liderazgo y gestión efectivos, empoderamiento de las partes interesadas y la planificación integrada del desarrollo.

La información acopiada será materia de análisis en la búsqueda de atributos que den soporte a la configuración de estrategias de respuesta efectiva ante la crisis, lo que será traducido como perfil o nivel de resiliencia. Finalmente, los resultados serán catalogados por dimensión y serán la base para la definición de estrategias o planes de fortalecimiento sectorial en la búsqueda de soluciones eficientes y eficaces.

Capítulo 3

4. Generalidades del fenómeno en estudio

4.1. Cambio climático y su repercusión en América latina y la Región caribe de Colombia

De acuerdo con las reiteraciones de los informes del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), el cambio climático es considerado la mayor amenaza ambiental del planeta y las amenazas debido al aumento de los gases de efecto invernadero son cada vez mayores. En general Latinoamérica y la región caribe tienen una baja participación en el agregado mundial GEI, muy a pesar de ello, es una región altamente vulnerable a los efectos del cambio climático.

Del estudio elaborado por (Nakicenovic & Swart, 2000), se estima que para el año 2100, en el escenario pesimista A1FI del IPCC a nivel global aumentará la concentración de CO₂ atmosférico en un 350% frente a la época preindustrial con una referencia de 280 partes por millón de volumen. Por su parte, el cuarto informe del IPCC (2007) sugirió que el calentamiento de los últimos 50 años ha sido, probablemente, el mayor registrado en los últimos 1.300 años, lo que ha influido en cambios sustanciales en la cantidad de precipitaciones, el deshielo ártico, salinidad de los océanos, patrones de viento, sequías y el incremento en el nivel del mar, siendo éste último el aparte central de estudio en este informe.

En 2017, el planeta registró uno de los más altos promedios anuales de temperaturas en la superficie; de acuerdo con informes emitidos por la NOAA (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica) y la NASA, el 2017 ha sido el segundo más caliente registrado desde que se comenzaron a llevar registros confiables en 1880. Los datos evidenciados contravirtieron la idea de que los niveles de temperatura se redujeran, teniendo en cuenta que no se presentó el fenómeno de El Niño, y por el contrario se esperaba beneficiarse de La Niña, un fenómeno que generalmente se asocia con temperaturas más bajas. De acuerdo con la publicación de (Fountain, Patel, & Popovich, 2018) en *The New York Times*, el 2017 fue uno de los años más calurosos de los que hay registro; en general, las temperaturas promedio globales han aumentado más de un grado Celsius desde finales del siglo XIX, alimentadas por las emisiones de dióxido de carbono y gases de efecto invernadero, tal como lo muestra la figura 8.

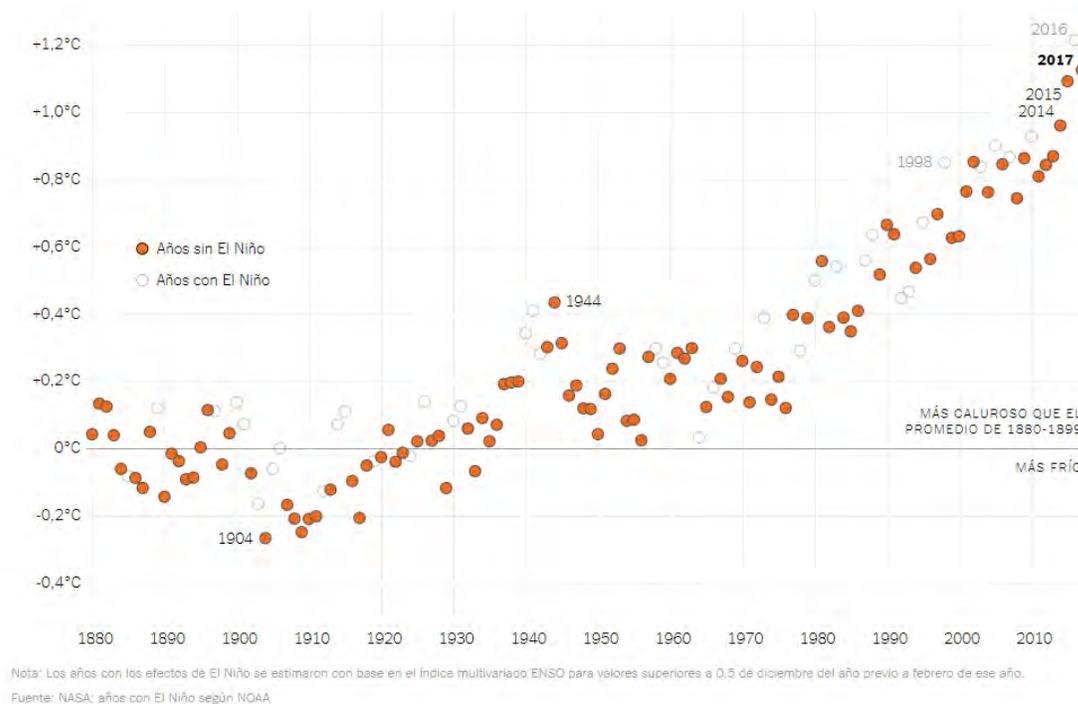


Figura 8. Registro de temperaturas anuales de la superficie terrestre. (Fuente. <https://www.nytimes.com/es/2018/01/22/temperaturas-mundo-record-calor/>)

Indicadores como la pérdida de la banquisa⁷ y permafrost⁸ dan cuenta de que el Ártico se está calentando al doble de la velocidad que otras regiones del planeta, por otro lado, los vínculos entre el cambio climático y el incremento en la frecuencia y severidad de desastres asociados a acontecimientos climáticos se hace más evidente. Los escenarios proyectados para las dos próximas décadas dan un incremento en el calentamiento global en un rango de 0.2°C por década (Special Report in Emissions Scenarios – SRES), derivando, entre otros, en un aumento en el nivel del mar de entre 0.18 y 0.59 m (ver figura 9), suficiente para sumergir las tierras que actualmente albergan de 470 a 760 millones de personas a nivel mundial.

⁷ La banquisa o hielo marino es una capa de hielo flotante que se forma en las regiones oceánicas polares. Su espesor típico se sitúa entre 1 y 5 metros.

⁸ Capa de suelo permanentemente congelado —pero no permanentemente cubierto de hielo o nieve— de las regiones muy frías o periglaciares.

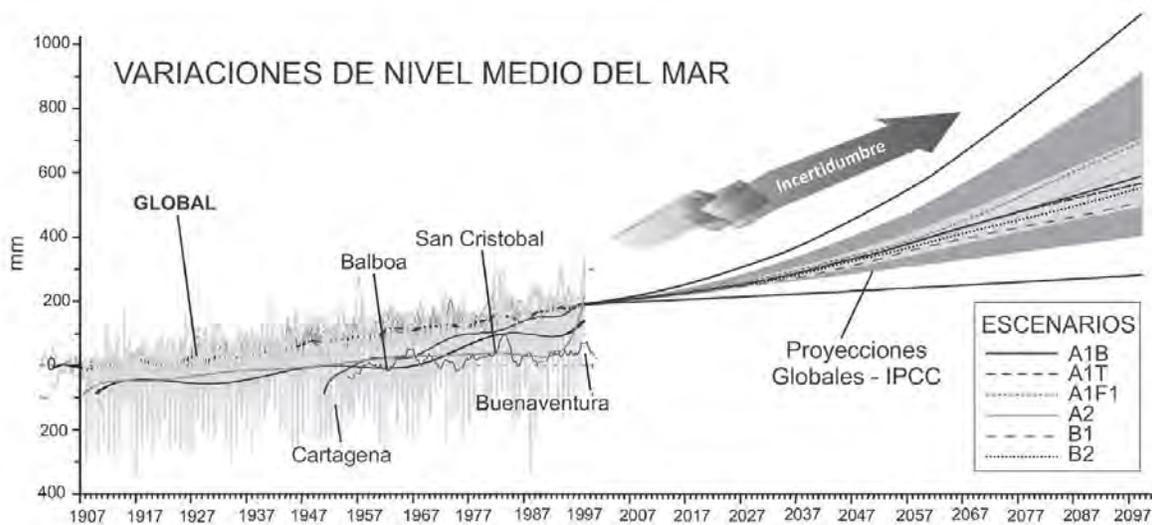


Figura 9. Estimaciones de medición y proyecciones de nivel del mar global. (Fuente. Gestión costera como respuesta al ascenso del nivel del mar. Guía para administradores de la zona costera del Caribe. Serie de Documentos Generales del Invemar No. 57. Sta. Marta)

(Quiceno Cuartas, 2016), afirma que los impactos asociados al cambio climático sobre las costas colombianas tendrán reflejo en el aumento de las crecidas marinas, reduciendo sustancialmente las franjas de playa a causa de la erosión; por otro lado, los ecosistemas de manglar, arrecifes, corales y fuentes de agua dulce serían críticamente vulnerables a la acidificación, ya que los cambios en la salinidad y la circulación de las corrientes marinas, afectarían seriamente los ecosistemas y población de animales con repercusión directa en la seguridad alimentaria de las poblaciones asentadas a lo largo de la costa.

Aunque los últimos números de proyección de ANM pueden ser considerados pequeños, pues se habla en términos de milímetros, los impactos del mismo son significativos en materia de erosión, inundaciones e intrusión marina, reflujos de aguas negras, acidificación de cuerpos de agua dulce, sedimentación, entre otros; incluso, se ha sugerido que las variaciones en el nivel medio del mar sobre las zonas costeras del Caribe colombiano son responsables de los graves problemas de erosión que evidencian algunas comunidades costeras (Posada Posada & Henao Pineda, 2008).

4.2. Delimitación del área de estudio, definición del fenómeno e identificación de impactos

El mar Caribe junto con el Golfo de México y el Estrecho de Florida son parte de un gran sistema conocido como Mar Intra-americano, conformado por tres cuencas principales, la Cuenca Venezuela en el Caribe oriental, el Mar Caimán en la parte occidental y la Cuenca Colombia en la parte central y suroccidental, limitada por Colombia, Centroamérica y el Este de Honduras; ocupando ésta última cerca del 40% del mar caribe. En esta región se forma el sistema de la Corriente del Golfo, uno de los mecanismos de transporte de calor y de sal más importantes del mundo (e.g. Fillenbaum et al., 1996)⁹.

Delimitada al este por el arco del archipiélago de las Antillas, la cuenca del Caribe es el área geográfica que va desde la isla de Cuba hacia el oeste, extendiéndose hacia el sur por el litoral caribeño mexicano de la península de Yucatán, continuando por las costas caribeñas de América Central, y luego continúa hacia el este a través del litoral norte de América del Sur, específicamente por Venezuela y la Región Caribe de Colombia. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 4 de marzo de 2019 de https://es.wikipedia.org/wiki/Cuenca_del_Caribe.



Belice, República Dominicana, Costa Rica, Cuba, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Venezuela y Colombia, conforman el conjunto de países con costas continentales en el Mar Caribe. Colombia por su parte cuenta con una longitud de línea de costa de 1.760 km y un área de zona costera de 35.207 km², según (INVEMAR 2002).

Figura 10. Cuenca del Caribe. (Fuente. <http://www.acs-aec.org/index.php?q=fr/node/4455>)

⁹ Fillenbaum, E.R.; T.N. Lee; W.E. Johns and R.J. Zantopp. Meridional heat transport variability at 26.5oN in the North Atlantic. J. Phys. Oceanogr. (in press), 1996.

En cuanto a las particularidades de las masas de agua en el Caribe, se afirma que son fruto de la mezcla de Agua Superficial del Caribe, caracterizada por bajas salinidades debidas a las descargas de los ríos y la precipitación en la región; Agua Subsuperficial Subtropical que viene del Océano Atlántico Norte (*Defant, 1961*)¹⁰, Agua Intermedia Antártica introducida a lo largo de la Corriente del Caribe; Agua Profunda del Atlántico Norte que pasa sobre las sillas entre las islas y Agua del Fondo del Caribe (*Wust, 1963*)¹¹. Por otro lado, tres enormes ríos influyen en el Caribe a saber, el Amazonas, el Orinoco y el Magdalena, dominando los patrones de salinidad superficial en la región. Estos tres ríos juntos contribuyen con alrededor del 20% del total de la descarga de agua dulce a los océanos del mundo. El Magdalena es el único que descarga en el Caribe suroccidental. Los otros dos descargan justo afuera del Caribe sur oriental exponiendo sus deltas a la influencia de la corriente de Guyana.

El mar Caribe posee un régimen micro-mareal, para la mayor parte de entre 0.1 y 0.2 m. La marea es generalmente mixta semi-diurna o mixta diurna. El nivel del mar experimenta una fluctuación de 4 a 5 días (el periodo inercial local) coherente y en fase con las ondas atmosféricas de los vientos Alisios (Andrade Amaya, 2015).

4.3. Litoral Caribe colombiano, características geomorfológicas

Para efectos de la descripción y análisis del litoral Caribe colombiano, la presente investigación tomó como base teórica el componente investigativo derivado de INVEMAR, en las publicaciones referentes al estudio del Caribe colombiano, caracterización y delimitación.

El Caribe colombiano se encuentra localizado en el extremo noroeste de Suramérica. Limita al norte con Jamaica, Haití y República Dominicana; al noroeste con Nicaragua y Costa Rica; al este con Venezuela, en la zona de castilletes (N11°50'W71°18'); y al oeste con Panamá, en la zona de Cabo Tiburón (N 08°42'W 77°19') (ver figura 12). Tiene una longitud de línea de costa de 1.760 km y un área de zona costera de 35.207 km² (Posada Posada & Henao Pineda, 2008).

10 Defant, A. *Physical Oceanography*, Pergamon Press, pp.1319, 1961.

11 Wust, G. *Stratification and circulation in the Antillean-Caribbean Basins, Part I, Spreading and Mixing of the Water Types with an Oceanographic Atlas*. Columbia Univ. Press, New York, 20 pp. + appendices, 1964.

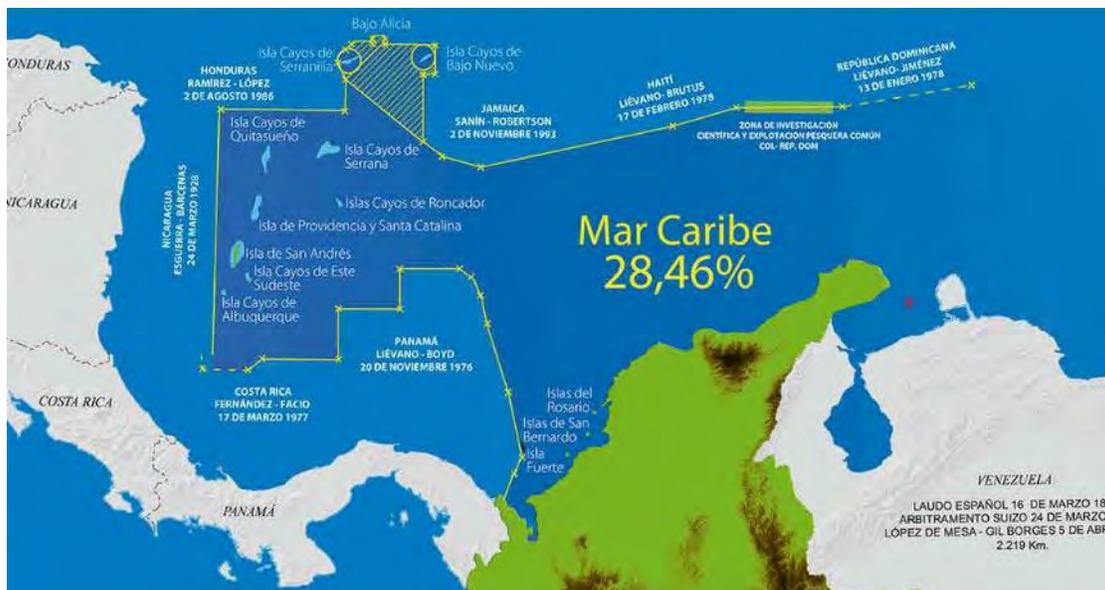


Figura 11. Litoral Caribe Colombiano.
(Fuente: https://static.iris.net.co/sostenibilidad/upload/images/2017/7/27/38296_1.jpg)

(Posada Posada & Henao Pineda, 2008) describen la Costa Caribe como un extenso paisaje conformado por depósitos cuaternarios y colinas terciarias bajas; con serranías conformadas por rocas antiguas (hacia la guajira) y un cuerpo piramidal aislado con alturas de hasta 5.770 msnm entre los departamentos de La Guajira, Cesar y Magdalena. Como consecuencia de movimientos tectónicos y efecto diapírico ampliamente extendido, y asociadas a costas altas, se presentan plataformas de abrasión, terrazas y cuerpos arrecifales¹² antiguos que sobresalen en el borde costero a diferentes niveles. El perfil de la línea de costa es accidentado, con bahías tranquilas y ambientes de estuarios, acantilados y salientes rocosos, frentes deltaicos altamente dinámicos, al igual que lagunas costeras y pantanos de manglar.

Como rasgos notorios del paisaje, sobresalen la península de La Guajira, las bahías de Honda y Portete, el sector acantilado del alto de Los Muchachitos; la barra de Salamanca y el complejo de ciénagas de la Ciénaga Grande de Santa Marta que hace parte del sistema deltaico del río Magdalena, el cual se extiende en buena parte al departamento del Atlántico, en donde se localiza Bocas de Ceniza; en Bolívar, se destacan la isla de Barú; en Córdoba, el delta del río Sinú; y en el golfo de Urabá el del río Atrato. La plataforma continental, por su parte, destaca las

¹² De arrecife, que en terminología náutica, es una roca, banco de arena, o cualquier otro elemento que yace 6 brazas (aprox. 11 metros) o menos bajo la superficie del agua durante marea baja.

islas del Rosario y San Bernardo que forman parte del relieve originado por el diapirismo¹³ arcilloso asociado al Cinturón del Sinú, las formaciones coralinas asociadas a las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta y los cañones profundos como el del Magdalena, La Aguja y el del río Ranchería.

El clima del Caribe colombiano es, en términos generales, tropical semiárido, con dos periodos climáticos (verano e invierno), y una época de transición, conocida como veranillo de San Juan. El clima, se encuentra bajo la influencia de los desplazamientos norte-sur de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y del movimiento meridional del sistema de monzones americanos. Adicionalmente está influenciado por la temporada de huracanes del Caribe que se extiende desde junio hasta noviembre, periodo durante el cual departamentos como La Guajira, Cesar, Córdoba, Magdalena, Atlántico y Bolívar pueden verse afectados por vientos fuertes, abundantes lluvias y marejadas en la costa (ver tabla 1).

CARACTERIZACIÓN GENERAL CLIMÁTICA DE LA COSTA CARIBE COLOMBIANA							
DEPARTAMENTO	CLIMA	PRECIPITACIÓN (mm/año)	DIAS (lluvia/año)	TEMPERATURA (en°C)	HUMEDAD (EN%)	PRESIÓN ATMOSFÉRICA (hpa)	VEGETACIÓN
LA GUAJIRA	SEMIÁRIDO	500-1.000	45-50	30 +- 2	80-90	1.010-1.012	MATORRALES CACTACEAS
NORTE SNSM SANTA MARTA, BARRANQUILLA Y CARTAGENA	HÚMEDO	2500		27 +- 2	80 - 90	1.010 -1.012	BOSQUE SECO O SUBXEROFÍTICO XEROFITA HIGROFÍTICA
SUCRE Y CÓRDOBA	HÚMEDO	1.500 - 2.000		27 +- 2	80 - 90	1.010-1.012	RASTROJOS, ARBOLES Y ARBUSTOS PLANTAS ESPINOSAS
GOLFO DE URABÁ	HÚMEDO	1.500 - 2.000		27 +- 2	80 - 90	1.010-1.012	BOSQUES HÚMEDOS

Tabla 2. Aspectos climáticos generales de la costa caribe colombiana. (Fuente. Posada P., Blanca y Henao P., William (2008). Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano. INVEMAR, Serie Publicaciones Especiales No. 13, Sta Marta, 200 pág)

INVENTARIO DE TIPOS DE COSTA Y SU LONGITUD POR DEPARTAMENTO							
	LONGITUD TOTAL DE LÍNEA DE COSTA (en km)	COSTA CON ROCAS COHESIVAS (%total de línea de costa)	COSTA CON ROCAS NO COHESIVAS (%total de línea de costa)	PLAYAS Y OTROS DEPOSITOS ARENOSOS (%total de línea de costa)	COSTAS PANTANOSAS Y LAGUNAS (%total de línea de costa)	SISTEMAS DELTÁICOS O ESTUARINOS (%total de línea de costa)	COSTA URBANIZADA O ARTIFICIAL (%total de línea de costa)
LA GUAJIRA	697	17	2	42	37	0	2
MAGDALENA	306	39		54	1		6
ATLÁNTICO	71	10	7	59		11	13
BOLÍVAR	366	16	24	16	18	11	15
SUCRE	112			36	40	19	5
CÓRDOBA	228	0	26	14	3	53	3
ANTIOQUIA	489		14	19	17	47	4
CHOCÓ	97	64		24	10		2

Tabla 1. Inventario de tipos de costa y su longitud en cada uno de los departamentos. (Fuente. Posada, P., Blanca Oliva y Henao P., William, 2008. Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe Col. INVEMAR, Serie Publicaciones Especiales No. 13)

¹³ El diapirismo o también llamado halocinesis, es el proceso de ascensión tectónica de una roca poco densa y plástica a través de rocas suprayacentes más densas y recientes.

(Molares et al, 2001), citado por (Posada Posada & Henao Pineda, 2008) afirma que el fenómeno conocido como “mar de leva”¹⁴ es típico de la época seca o de vientos (diciembre-abril), aunque las estadísticas muestran que casi siempre se presenta entre enero y febrero, y en algunas ocasiones se extiende hasta marzo. Su duración es de aproximadamente 48 horas, pero su fuerza puede adquirir mayor robustez por la acción de los vientos alisios que por la época soplan de este a noreste y son más intensos en horas de la tarde. Del mismo estudio se desprende que, a partir de la respuesta de los materiales en la zona litoral a los agentes marinos, los tipos de línea de costa según la geomorfología de la costa Caribe colombiana pueden dividirse en costas conformadas por rocas cohesivas y no cohesivas, playas, planicies pantanosas - lodosas, zonas deltaicas y costas urbanizadas (ver figura 12), relacionadas para el caribe colombiano en tabla No. 2

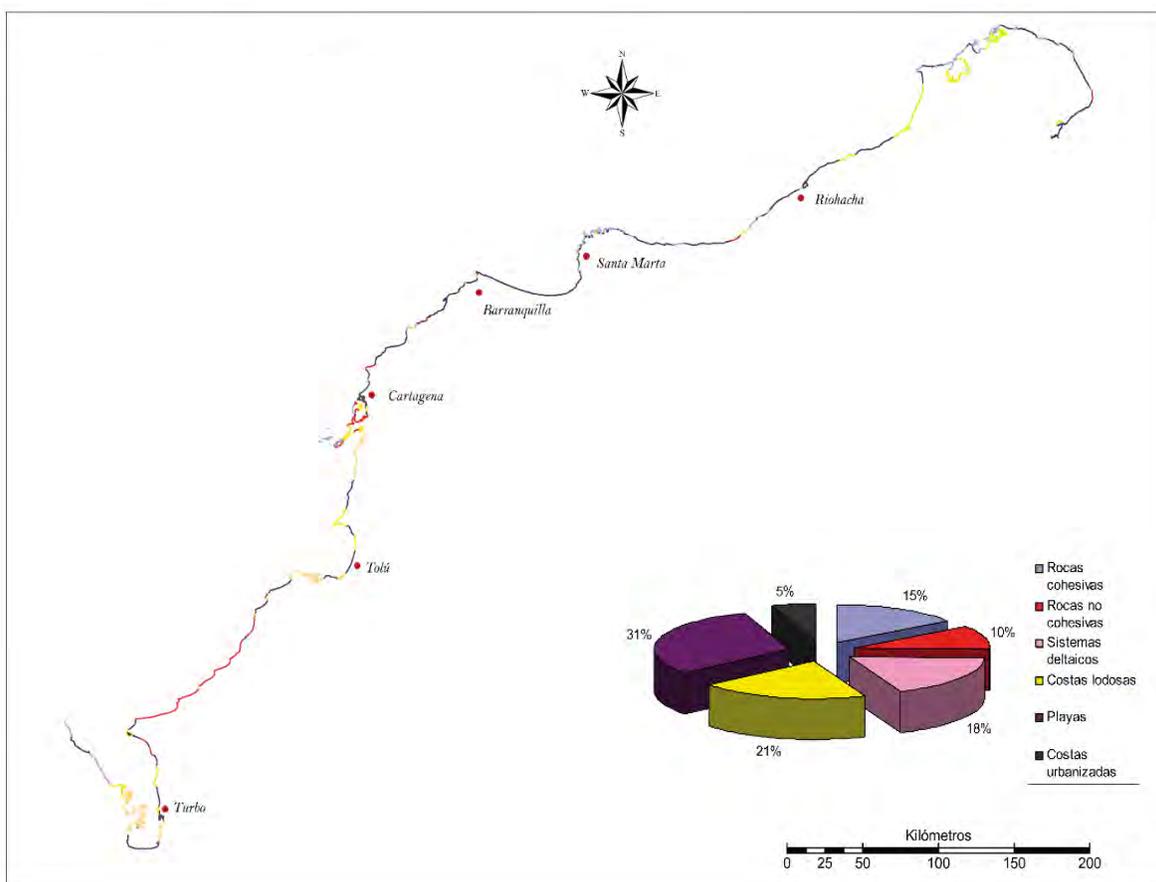


Figura 12. Tipos de línea de costa del caribe colombiano. (Fuente. Posada, P., Blanca Oliva y Henao P., William, 2008. Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano. INVEMAR, Serie Publicaciones Especiales No. 13, Santa Marta, 200 páginas.)

¹⁴ Mar de leva o también llamado Mar de fondo es el movimiento de las olas que se propaga fuera de la zona donde se ha generado, pudiendo llegar a lugares muy alejados.

Como estrategia administrativa y producto de la “Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia” (PNAOCI), se adopta el enfoque de Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC), en el que se establecen unidades integrales de planificación y ordenamiento ambiental territorial en las regiones oceánicas y costeras del Caribe, Pacífico y Caribe Insular, declarando a sus ecosistemas como espacio fundamental de este ordenamiento, conformándose 12 unidades ambientales y geográficas continuas, denominadas Unidades Ambientales Costeras (UAC), definidas y delimitadas de la siguiente forma:

- **Unidad Ambiental Costera (UAC) de la Alta Guajira.** Desde Castilletes (frontera con Venezuela) hasta la margen noreste del río Ranchería en el departamento de La Guajira.
- **Unidad Ambiental Costera (UAC) de la Vertiente Norte de La Sierra Nevada de Santa Marta.** Desde la margen boca del río Ranchería (incluyéndola) hasta la boca del río Córdoba (incluyéndola) en el departamento del Magdalena.
- **Unidad Ambiental Costera (UAC) del Río Magdalena, complejo Canal del Dique - Sistema Lagunar de la Ciénaga Grande de Santa Marta.** Desde la boca del río Córdoba hasta Punta Comisario. Incluye isla Tierra Bomba, isla Barú, y el Archipiélago de Nuestra Señora del Rosario.
- **Unidad Ambiental Costera (UAC) Estuarina del río Sinú y el Golfo de Morrosquillo.** Desde Punta Comisario hasta Punta del Rey, límites de los departamentos de Antioquia y Córdoba. Incluye el archipiélago de San Bernardo, isla Palma, isla Fuerte e isla Tortuguilla.
- **Unidad Ambiental Costera (UAC) del Darién.** Desde Punta del Rey, límites de los departamentos de Antioquia y Córdoba hasta cabo Tiburón (frontera con Panamá) en el Departamento del Chocó.
- **Unidad Ambiental Costera (UAC) Pacífico Norte Chocoano.** Desde la frontera con Panamá (Hito Pacífico) hasta cabo Corrientes en el departamento del Chocó.
- **Unidad Ambiental Costera (UAC) Baudó – San Juan.** Desde cabo Corrientes hasta el delta del río San Juan (incluyéndolo), en el departamento del Chocó.

- **Unidad Ambiental Costera (UAC) del Complejo de Málaga – Buenaventura.** Desde el delta del río San Juan hasta la boca del río Naya en el departamento del Valle del Cauca.
- **Unidad Ambiental Costera (UAC) de la Llanura Aluvial Sur:** Desde la boca del río Naya en el límite del departamento del Cauca, hasta la boca del río Mataje (Hito Casas Viejas - Frontera con Ecuador) en el departamento de Nariño. Incluye las islas de Gorgona y Gorgonilla.
- **Unidad Ambiental Costera (UAC) Caribe Insular.** Comprende el territorio del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, incluyendo su territorio emergido y sumergido.
- **Unidad Ambiental Costera (UAC) Caribe Oceánico**
- **Unidad Ambiental Costera (UAC) Pacifico Oceánico**

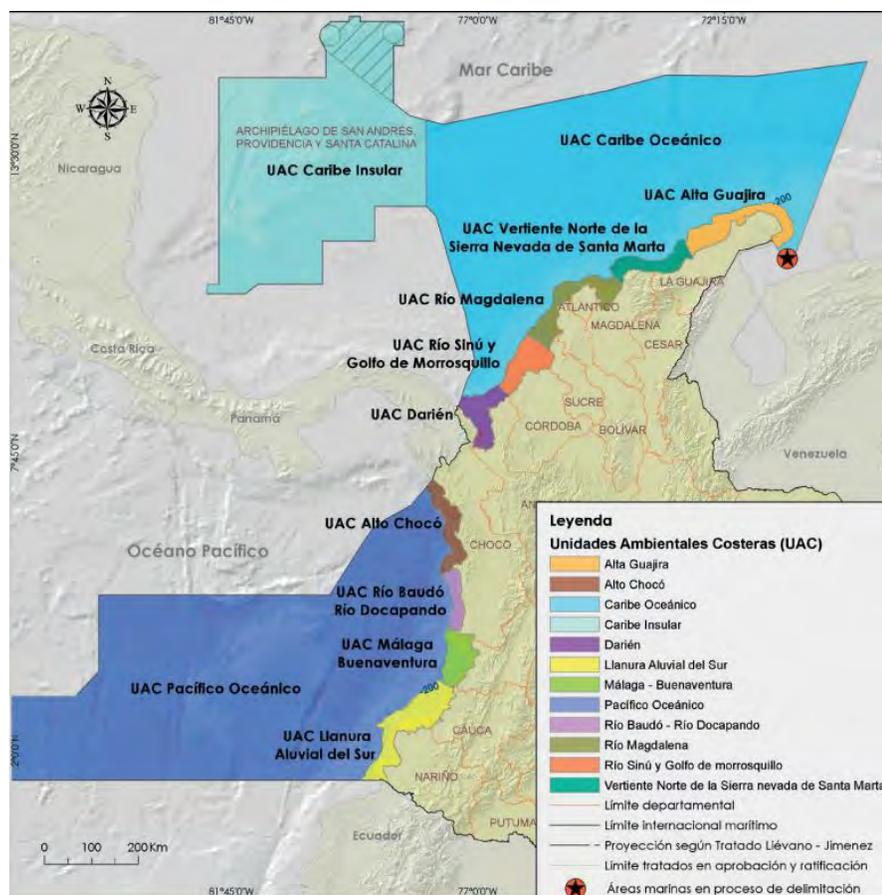


Figura 13. Localización de las Unidades Ambientales Costeras. (Fuente INVEMAR 2000).

El escenario de la investigación descrita en el presente informe corresponde al litoral caribe colombiano, para tal efecto, se analizarán las unidades ambientales costeras (UAC) de Alta Guajira, Vertiente Norte de La Sierra Nevada de Santa Marta (VNSNSM), Rio Magdalena, Rio Sinú y Golfo de Morrosquillo, y Darién.

Partiendo del análisis y caracterización del riesgo y vulnerabilidad de la franja costera del litoral caribe continental y para efectos de la elaboración del diagnóstico de riesgo y resiliencia, se describen las amenazas relacionadas con la erosión costera, el Aumento en el Nivel del Mar (ANM) y su impacto en la costa caribe colombiana; para ello, la información relacionada tiene como fuente principal el documento técnico de investigación “*Análisis de vulnerabilidad marino costera e insular ante el cambio climático para Colombia como insumo para la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático*”, INVEMAR (2017)¹⁵

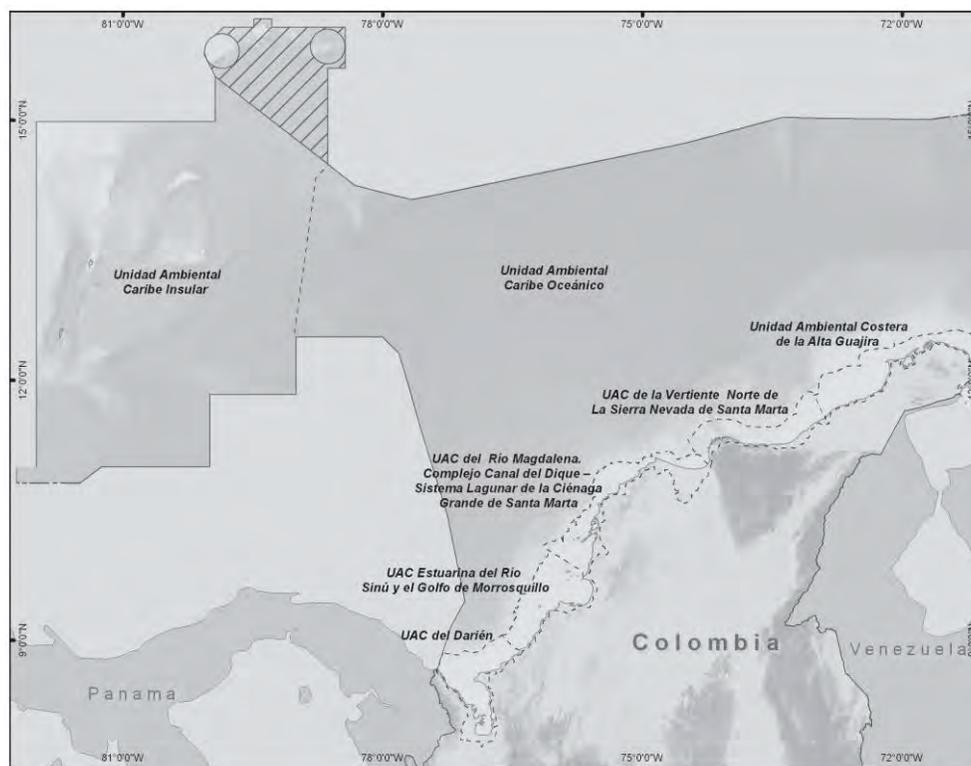


Figura 14. Unidades Ambientales Costeras del caribe colombiano. (Fuente. PNAOCI 2000)

¹⁵ INVEMAR. (2003). Análisis de vulnerabilidad marino costera e insular ante el cambio climático para Colombia como insumo para la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. Santa Marta, noviembre de 2017.

4.4. El fenómeno a analizar

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, en el numeral 2 de su capítulo 1, define el cambio climático como “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables”. En el mismo orden (Naciones Unidas, 2019) afirma que el cambio climático constituye el mayor desafío de nuestros tiempos, con amenazas generalizadas que van desde disminución en la producción de alimentos, hasta el riesgo inminente por inundaciones catastróficas por el aumento en el nivel del mar; de ahí que para el mes de octubre de 2018, el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) publicara un informe especial sobre el calentamiento global¹⁶, informe en el que se hace énfasis especial sobre la necesidad de limitar el calentamiento a un valor de 1.5°C, reconociendo que ello implicará un férreo compromiso por la reducción de las emisiones de dióxido de carbono, alcanzando una reducción del 45% para 2030 respecto de los niveles de 2010. El mismo informe acota que si se permitiera que la temperatura global supere los 1,5 °C, sería necesario depender en mayor medida de técnicas que absorbieran CO2 de la atmósfera para volver a un calentamiento global inferior a 1,5 °C en 2100, y la efectividad de esas técnicas no está probada a gran escala, temiendo que algunas de ellas puedan conllevar a importantes riesgos para el desarrollo sostenible.

El aumento de la temperatura atmosférica como fenómeno asociado al cambio climático, desencadena a su vez una serie de amenazas ligadas a la variabilidad climática, entre los que se encuentran tormentas tropicales e incrementos súbitos de las mareas; lo que eleva el índice de riesgo de las costas colombianas, en especial el litoral caribe, por su alta vulnerabilidad al aumento progresivo del nivel del mar e inundaciones prolongadas, considerando que según las proyecciones del IDEAM (2003)¹⁷ y las estimaciones del población del DANE para el año 2017 los municipios ubicados en las costas colombianas tendrán unos 4'973.578 habitantes, de los cuales el 56% se localizan en zonas con algún grado de amenaza de inundación, un 14% en

¹⁶ *Calentamiento global de 1,5 °C, Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza.* Publicado el 08 de octubre en la República de Corea.

¹⁷ IDEAM (2003). “El océano”, p. 220, s.m.d.

zonas dominadas por otros efectos y, solo el 30% se localiza en zonas donde el riesgo de impacto sobre la población sería mínimo o inexistente; lo que representaría un total de 3'481.504 habitantes con algún tipo de riesgo o el equivalente a un 7.06% de la población nacional según DANE (2018).

Teniendo en cuenta que, en función de los criterios de riesgo, amenaza y vulnerabilidad se encuentra definido el presente análisis, es necesario precisar la definición de cada uno de los conceptos antes mencionados.

De acuerdo con (Chavarro Pinzón, y otros, 2008) se definen como:

- **Riesgo:** se refiere a la probabilidad, la estimación y cuantificación de la magnitud y las consecuencias de los daños ambientales, sociales, económicos o culturales y/o pérdidas – humanas, de bienes, especies, prácticas culturales, entre otros, en un lugar y tiempo determinados, resultado del desencadenamiento de una amenaza.

Los riesgos son estimables de acuerdo con el tipo de amenaza, el grado de exposición, la magnitud de los daños, la capacidad de respuestas en prevención, la vulnerabilidad que se tiene.

- **Amenaza:** una amenaza climática se puede definir como la posibilidad, probabilidad o potencialidad que cambios o fenómenos climáticos afecten por un tiempo prolongado lugares específicos, o el bienestar y la salud de las personas o poblaciones en territorios. Las amenazas pueden variar de acuerdo a el impacto geográfico y su escala, la aparición, la intensidad, la permanencia y la duración.
- **Vulnerabilidad:** relacionada con el grado en el que un sistema o asentamiento está expuesto a alguna amenaza climática y a la capacidad que tienen para manejar los daños, sin que les afecte. La vulnerabilidad está intrínsecamente relacionada con la amenaza a la que se está expuesto y a la sensibilidad y capacidad de adaptación de quienes están expuestos.

Para la construcción del diagnóstico se aplicará el marco metodológico desarrollado por (Martínez et al., 2001), basado en los aspectos fundamentales establecidos por IPCC (1995) a saber:

- Evaluación de la susceptibilidad del área costera a los cambios físicos impuestos por el ascenso del nivel del mar, que de acuerdo con (Vides, Sierra Correa, & Cortés , 2012),

pueden ser: erosión costera; inundación progresiva y acumulativa determinada por el incremento en la intensidad de los fenómenos hidrometeorológicos; intrusión salina con afectación a la calidad de los suelos y acuíferos costeros, y por último, refluo sanitario (aguas negras y servidas) ligado al incremento en la presión sobre los emisores submarinos de aguas negras de las ciudades edificadas sobre el litoral.

- Identificación de los cambios físicos y los impactos sobre los asentamientos humanos, los sistemas socioeconómicos y ecosistemas estratégicos.

4.4.1. Erosión costera

La erosión costera corresponde a la pérdida de los terrenos ubicados en la interface continente - mar, denominada comúnmente como la zona litoral. Esta franja, puede tomarse como la parte más externa de la costa, e incluye también la plataforma marina somera, que abarca los fondos marinos hasta la profundidad de 10 - 15 m. (Gutiérrez Moreno, y otros, 2017)

Las interacciones entre todos estos procesos de erosión y sedimentación, hundimientos y levantamientos, hacen que a lo largo de la franja litoral se encuentren ecosistemas y paisajes muy variados, conformados por elementos (geoformas) cuyas características cambian naturalmente a diferentes velocidades (Gutiérrez Moreno, y otros, 2017).

El informe de vulnerabilidad y adaptación de la zona costera colombiana al ascenso acelerado del nivel del mar, IDEAM, 2011, determinó que, de los 1818.5 km de la línea de costa del litoral caribe analizados, el 19% está compuesto por geoformas con muy baja susceptibilidad a la erosión, el 25.4% con baja susceptibilidad y el 31.2% con moderada susceptibilidad. De la línea de costa restante, el 27.8% está compuesto por geoformas altamente susceptibles y 6.0% presentan muy alta susceptibilidad, tal como se describe en la tabla No. 3.

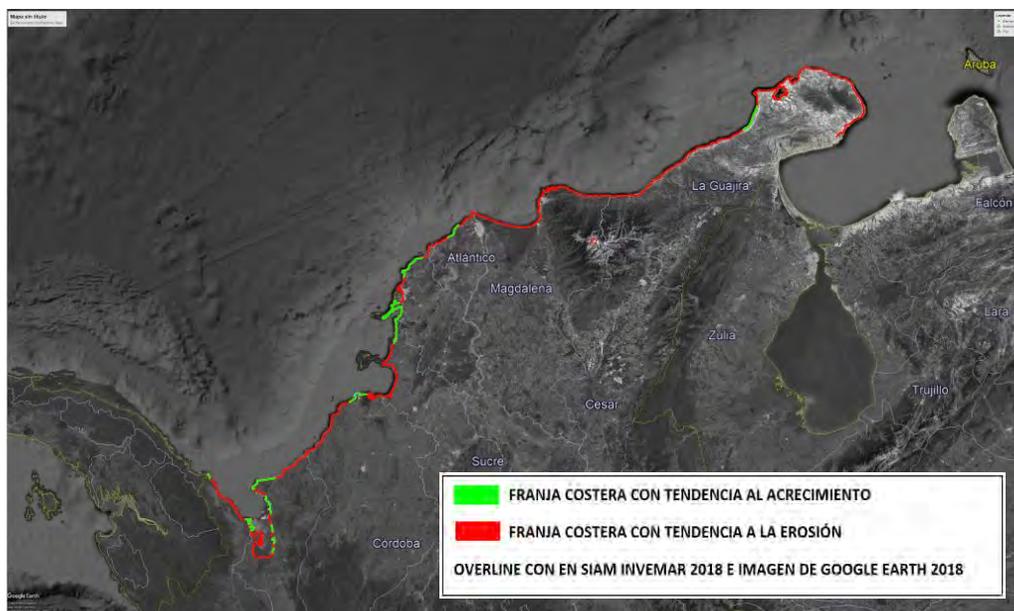


Figura 15. Extensión y localización de la erosión y acrecimiento costero. (Fuente. Elaboración propia basado en datos de SIAM INVEMAR 2018.)

SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSIÓN MARINA DE LA COSTA CARIBE COLOMBIANA		
CATEGORÍA	LITORAL CARIBE	
	EXTENSIÓN (Km)	%
MUY BAJA	173,7	9,6
BAJA	462,2	25,4
MEDIA	569,2	31,2
ALTA	504,7	27,8
MUY ALTA	108,4	6
NO APLICA		
TOTAL	1818,5	100

Tabla 3. . Susceptibilidad a la erosión marina de la línea de costa colombiana. (Fuente. Vulnerabilidad y adaptación de la zona costera colombiana al ascenso acelerado del nivel del mar, IDEAM, 2011.)

EXTENSIÓN DE LA EROSIÓN COSTERA POR TIPO DE COSTA. LONGITUD TOTAL DE LÍNEA DE COSTA (en Km)								
Tipo de costa	LA GUAJIRA	MAGDALEN	ATLÁNTICO	BOLIVAR	SUCRE	CÓRDOBA	ANTIOQUIA	CHOCÓ
Costa con rocas cohesiva	122	119	7	59		1		62
en erosión	46	12				1		4
Costa con rocas no cohesiva	12		5	88		59	68	
en erosión	4			2		53	9	
playas y depósitos arenos	289	163	42	59	40	32	91	23
en erosión	76	58	8	2	17	9	17	
costa lodosa o lagunar	260	3		65	44	6	81	10
en erosión	50			4	22	7	10	6
sistemas deltáicos	3		8	40	22	122	231	
en erosión	1					15	41	
costa urbanizada o artificial	11	17	9	56	6	8	18	2
en erosión	6	9	1	14	2	4	4	1
Total línea de costa	697	302	71	367	112	228	489	97
Total erosión	183	79	9	22	41	89	81	11

Tabla 4. Extensión de la erosión costera por tipo de costas en el litoral caribe. (Fuente. Vulnerabilidad y adaptación de la zona costera colombiana al ascenso acelerado del nivel del mar, IDEAM, 2011.)

Los departamentos cuya franja costera presenta mayor índice de erosión en el Litoral Caribe colombiano, son los departamentos de Córdoba y Sucre, superando un 37% del total del borde costero con tendencia a la erosión. Son, sin embargo, los departamentos de La Guajira y Magdalena, los de mayor afectación total, llegando a 183 km de franja costera proclive a la erosión en el caso de La Guajira y a 79 km en el caso del Magdalena (véase tabla 5).

EXTENSIÓN DE LA EROSIÓN COSTERA POR TIPO DE COSTA. LONGITUD TOTAL DE LÍNEA DE COSTA (en Km)								
	LA GUAJIRA	MAGDALEN	ATLÁNTICO	BOLIVAR	SUCRE	CÓRDOBA	ANTIOQUIA	CHOCÓ
Total línea de costa	697	302	71	367	112	228	489	97
Total erosión	183	79	9	22	41	89	81	11
porcentaje de erosión costera por departamento	26%	26%	13%	6%	37%	39%	17%	11%

Tabla 5. Extensión de la erosión costera por departamentos. (Fuente. Vulnerabilidad y adaptación de la zona costera colombiana al ascenso acelerado del nivel del mar, IDEAM, 2011.)

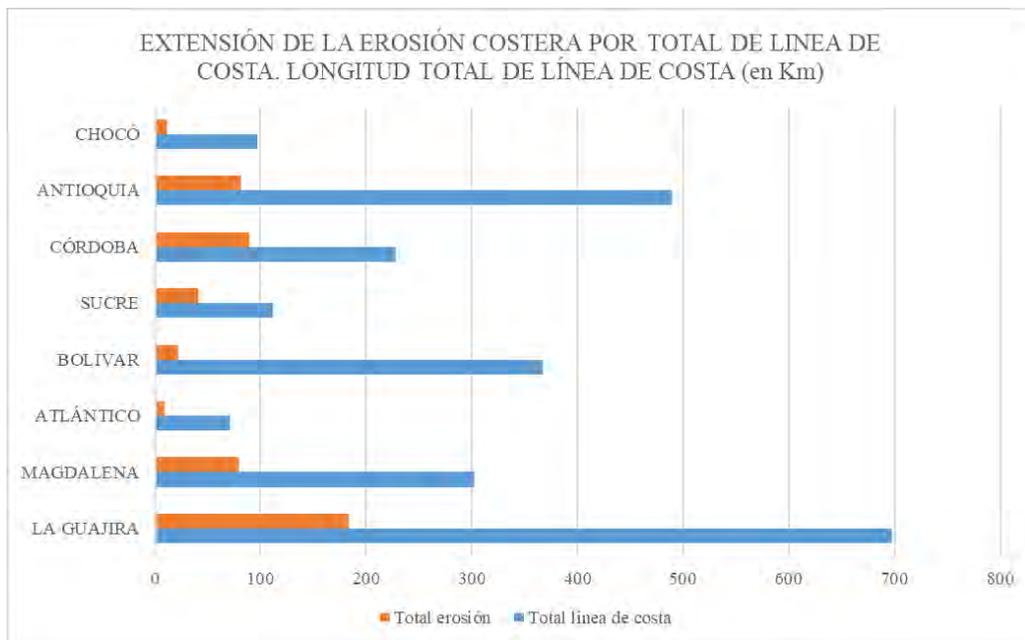


Figura 16. Extensión de la erosión costera por tipo de costas en el litoral Caribe. (Fuente. Vulnerabilidad y adaptación de la zona costera colombiana al ascenso acelerado del nivel del mar, IDEAM, 2011.)

4.4.2. Variación en la línea costa

El informe de (INVEMAR, 2017) revela que las tasas de cambio en Caribe mostraron que 6 de 8 departamentos presentan valores negativos sobre su línea de costa, encontrándose en los departamentos de La Guajira y Atlántico los valores negativos más altos, por otro lado, solo los departamentos de Córdoba y Bolívar presentaron variaciones positivas en la línea de costa. El mismo informe desvela que para el departamento del Magdalena el aspecto más crítico y representativo es que toda la barra de Salamanca ha retrocedido, desde Tasajera hasta casi la desembocadura del Rio Magdalena; el departamento del Atlántico por su parte, presenta las tasas de cambio negativas más altas en el Caribe, sectores como la Ciénaga de Mallorquín, Puerto Colombia y la Ensenada Rincón Hondo, han presentado cambios de retroceso de la línea de costa con valores entre -20 y -40 m/año; y por último el departamento de Bolívar presentó valores positivos en cambios de línea de costa (1.68 m/año), se asocia estos resultados con sectores cercanos a las desembocaduras del canal de Dique, donde se presentaron cambios de entre 30 y 50 m/año. Por otro lado, las tasas negativas solo alcanzaron valores máximos entre -10 y -30 m/año al sur de departamento. El mismo informe apunta que, de acuerdo a las proyecciones realizadas para el año 2040 se perderían 5049 Ha de la región Caribe, en 2070 serían 12827 Ha y en 2100 los valores estarían en 23070 Ha. En general son mayores los valores de ganancia que de pérdida, esto se da en las desembocaduras de los ríos o las zonas de descarga de sedimentos, los cuales crecen a un ritmo mayor, indiferente de esto la pérdida de área es muy significativa y la diferencia equivale solo a un 6%. La variación de las áreas proyectadas para la región Caribe indica que los departamentos que se verían más afectados son La Guajira y Magdalena. Por su parte los departamentos donde habría variación de ganancia serian Bolívar, Córdoba, Atlántico y Antioquia. Sucre y Chocó son los departamentos que tendrían menor variación en relación con los otros departamentos de la región. Finalmente, en el departamento del Atlántico se observan pérdidas y ganancias casi de la misma magnitud (ver Tabla 6).

Ha	PÉRDIDA			GANANCIA		
	2040	2070	2100	2040	2070	2100
LA GUAJIRA	- 1086.75	- 2660.60	- 4730.16	372.01	908.44	1554.71
MAGDALENA	- 976.75	- 2526.54	- 4626.61	224.36	581.74	1208.96
ATLÁNTICO	- 1133.38	- 3020.1	-5869	590.3	2240.6	5232.04
BOLÍVAR	- 243.22	- 576.06	- 984.2	1432.88	3366.7	7209.01
SUCRE	- 116.17	- 305.45	- 555.77	196.85	499.99	905.39
CORDOBA	- 423.46	- 1044.56	- 1736.57	1277.54	4127.45	9647.83
ANTIOQUIA	- 867.79	- 2198.43	- 3710.79	1199.33	2771.07	4719.14
CHOCÓ	- 202.31	- 495.50	- 857.01	58.35	143.60	250.15

Tabla 6. Valores de variación de áreas en los departamentos de Magdalena, Bolívar y Atlántico en Ha. (Fuente. INVEMAR. Análisis de vulnerabilidad marino costera e insular ante el cambio climático para Colombia como insumo para la Tercera Comunicación Nal. 2017)

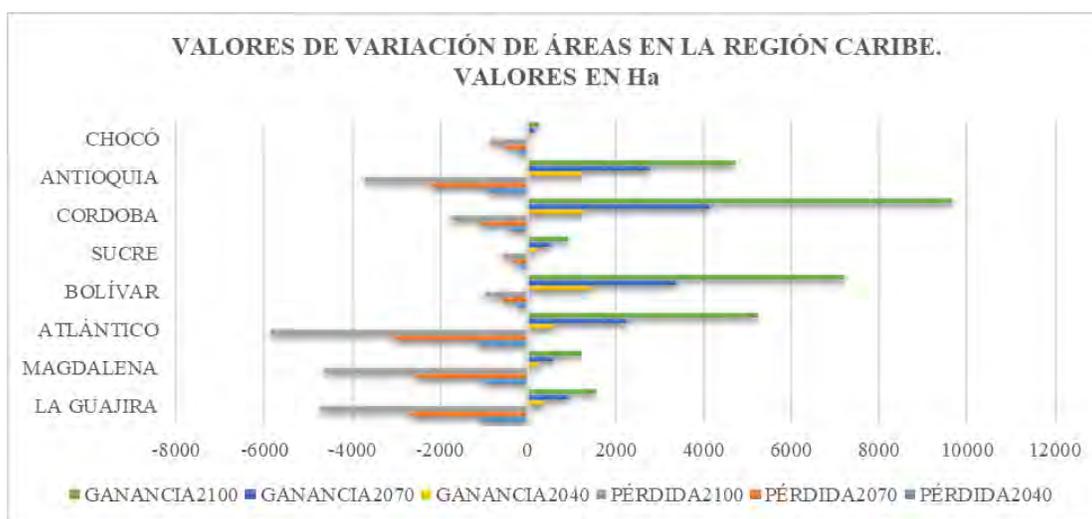


Figura 17. Valores de variación de áreas en los departamentos de Magdalena, Bolívar y Atlántico en Ha. (Fuente. INVEMAR. Análisis de vulnerabilidad marino costera e insular ante el cambio climático para Colombia como insumo para la Tercera Comunicación Nal. 2017)

4.4.3. Amenaza por inundación del litoral Caribe

Históricamente los litorales han representado un gran atractivo para la concentración preferencial de las ciudades, fundamentada en su estratégica cercanía al agua, posibles nexos comerciales y el paisaje ofrecido. En éstas ciudades se llevan a cabo vitales actividades socioeconómicas que pueden verse afectadas por el ascenso en el nivel del mar y fenómenos asociados como: impactos biofísicos, profundización de los cuerpos de agua, ascenso del nivel freático, y salinización. Fenómenos hidrometeorológicos como las inundaciones costeras son cada vez más recurrentes, y se presentan con mayor intensidad; (Strauss, Klup, & Livermann, 2015) afirman que, a medida que el mundo se calienta, el hielo terrestre y las plataformas de hielo se derriten, y su agua fluye hacia los océanos globales, al mismo tiempo, el volumen del agua se expande cuando se calienta. Estos dos elementos contribuyen al aumento del nivel del mar; que a nivel mundial registra incrementos de 7 pulgadas aproximadamente desde principios del siglo XX. Un mayor nivel de agua propicia el aumento en la frecuencia e intensidad de las inundaciones costeras, ya sea durante los periodos de marea regular o por efecto de tormentas costeras; desencadenando daños recurrentes a la infraestructura y deterioro de algunos hábitats costeros.

Tal y como lo afirma (Quiceno Cuartas, 2016), la zona marino – costera colombiana es reconocida como un sistema particularmente susceptible a los cambios climáticos globales, destacándose su sensibilidad al aumento en la temperatura del aire, del mar y del suelo; además de la susceptibilidad a las variaciones en la frecuencia e intensidad de las tormentas, cantidad y patrones de lluvia. En este sentido, el documento técnico de investigación (INVEMAR, 2017) sostiene que en la Región Caribe e Insular, los departamentos con las mayores áreas de inundación por ANM son Magdalena, Córdoba, Bolívar y Antioquia; estimando además que el área de inundación por ANM para el año 2040 sería de 609.249 ha (Caribe: 38,57%; Caribe Insular: 0,02%; Pacífico: 61,41%), para 2070 de 641.375 ha (Caribe: 39,90%; Caribe Insular: 0,03%; Pacífico: 60,07%) y para el 2100 asciende a 674.627 ha (Caribe: 41,49%; Caribe Insular: 0,03%; Pacífico: 58,49%). El mismo estudio manifiesta que a nivel de ecosistemas el 80% de los manglares podría verse afectado por el aumento del nivel del mar (26% en el Caribe y 74% en el Pacífico) y también por la erosión costera que puede impactar un 5% de los mismos, principalmente en el Pacífico con un 69% y 31% en el Caribe.

Así, considerando que la variedad en las características geomorfológicas, las condiciones sociales, económicas y ambientales, y el nivel de influencia antropogénica sobre el medio natural, pueden determinar el nivel de vulnerabilidad y exposición particular de cada asentamiento, se hace necesario aplicar un método de evaluación y cuantificación de la afectación por inundación en cada Unidad Ambiental Costera (UAC), utilizando modelos y proyecciones de inundación en las poblaciones afectadas por separado.

Capítulo 4

5. METODOLOGIA

El impacto del cambio climático sobre las regiones del mundo es irrefutable y las características particulares de cada región hacen que las afectaciones en consecuencia presenten variedad en tipo y escala. (Oviedo Torres, 2010) concluye que conocer con exactitud qué probable afectación se tendrá en un área de interés, es posible sólo a través de la generación de escenarios de cambio climático para cada región o departamento en particular, ello permitirá conocer los posibles riesgos y vulnerabilidades en ecosistemas, sectores productivos y población, conforme a supuestos incrementos definitivos de la temperatura superficial. De este modo, plantear alternativas para la investigación de un fenómeno con origen y afectación multiescala, requiere la evaluación conjunta de diversas variables, por ello es necesario acudir a variadas fuentes de información relevante y la aplicación de metodologías alternativas que permitan llegar a conclusiones válidas al respecto. Para tal efecto, ésta investigación se planteó elaborar un perfil u diagnóstico cuantitativo frente al impacto del fenómeno señalado (ANM) sobre el área de estudio, teniendo como base la compilación, análisis y descarte de información existente en diferentes fuentes documentales (gráficos, imágenes, planimetría, altimetría, ortofotometría, informes, textos, tablas); y un perfil cualitativo que tiene como base el análisis de una serie de doce indicadores, agrupados en las dimensiones social, económica y ambiental.

5.1. Perfil cuantitativo del riesgo

Teniendo en cuenta que el fenómeno a estudiar compromete lo que se ha denominado en la presente investigación como inducción al riesgo y la proyección de escenarios de afectación, es necesario implementar una metodología compuesta, en el que la obtención de datos de cuantificación y representación de alcance de afectación, se obtienen a partir de la aplicación *Surging Seas*¹⁸ desarrollada por ClimateCentral.org, que utiliza datos de elevación en una cuadrícula de resolución horizontal de aproximadamente 90 metros, producidas por la Misión Topográfica de Radar de la NASA (SRTM)¹⁹, y proporciona elevaciones de superficie en tierra

¹⁸ <https://seeing.climatecentral.org/#12/10.3910/-75.4794?show=lockinAnimated&level=0&unit=feet&pois=hide>

¹⁹ La **Misión Topográfica Shuttle Radar** (acrónimo en inglés **SRTM**, de *Shuttle Radar Topography Mission*) proyecto internacional entre la Agencia Nacional de Inteligencia-Geoespacial, NGA, y la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio, NASA. para obtener un modelo digital de elevación de la zona del globo terráqueo

no desnuda, permitiendo la formulación de escenarios de afectación establecidos por la variación en la temperatura global con incrementos de 1.5°C, 2.0°C y 3.0°C, incrementos determinados por los niveles de emisiones antropogénicas de dióxido de carbono. Los datos obtenidos a manera de imágenes en formato KML de Google Earth son contrastados con cartografía digital en formato (.dwg) provenientes del Geoportal del Departamento Nacional de Estadística (DANE) e imágenes satelitales provenientes de Google Earth Pro. Seguidamente se elaboraron “overlays”, partiendo de la imagen o gráfico del escenario de afectación aportado por Surging Seas, el que se superpone a la imagen satelital del Google Earth Pro, de lo que se obtiene una imagen georreferenciada y escalada, sobre la cual se superpone la información planimétrica registrada en el Geoportal del Departamento Nacional de Estadística (DANE); lo que permitió graficar y cuantificar el área de afectación sobre un territorio específico, además de la visualización de los patrones de afectación. Para la georreferenciación y cuantificación del alcance de afectación, se utilizan ArcGis y AutoCad. Los resultados son representados en forma de cartografía, tablas y gráficos estadísticos; y conforman el primero de los indicadores de afectación, con el que se elaboró el correspondiente perfil cuantitativo.

Para la valoración y evaluación de los indicadores de impacto se han definido los siguientes rangos:

CONDICIÓN INVIABLE	AFECTACIÓN => 80% DE LA MUESTRA
RIESGO CRÍTICO	AFECTACIÓN => 60.1% O <= 80% DE LA MUESTRA
ATENCIÓN INMEDIATA	AFECTACIÓN => 40.1% O <= 60% DE LA MUESTRA
RIESGO BAJO	AFECTACIÓN => 20.1% O <= 40% DE LA MUESTRA
CONDICIÓN VIABLE	AFECTACIÓN => 0% O <= 20% DE LA MUESTRA

5.2. Perfil cualitativo para la capacidad de respuesta

Para la elaboración del respectivo diagnóstico y construcción del perfil para la capacidad de respuesta, se hizo necesaria la verificación de las bases de información que permitiera la valoración de las condiciones de los ecosistemas, el estado y uso de los recursos ambientales; la

entre 56 °S a 60 °N, de modo que genere una completa base de mapas topográficos digitales de alta resolución de la Tierra.

accesibilidad y calidad de los servicios que puedan proveer a la sociedad condiciones de bienestar, así como la satisfacción de las necesidades básicas, y por último, la valoración del nivel de ingresos en función del poder adquisitivo de bienes y servicios. Partiendo de los criterios de pertinencia y afinidad para la asociación de los datos recolectados y teniendo como gran limitante la poca accesibilidad a la información desagregada por municipios se tomaron una serie de doce indicadores que puedan proveer información cuantitativa y cualitativa con los que pueden estimarse los niveles de flexibilidad, diversidad, robustez, conectividad y complementariedad del área objeto de estudio. Los doce indicadores fueron agrupados en tres dimensiones (ambiental, social y económico). La información de cada uno de los indicadores tiene como fuente la base datos del Sistema de Estadísticas Territoriales de Colombia – TERRIDATA (DNP), Sistema de Información del Ministerio de Salud de Colombia, Sistema de Datos Transparencia por Colombia, Observatorio de Ciudades (DNP) y el Departamento Nacional de Estadísticas (DANE), tomando como línea base temporal de análisis diciembre de 2016.

Los grupos de indicadores elegidos para el estudio son:

5.2.1. Dimensión ambiental:

Esta dimensión se relaciona con la calidad de los ecosistemas y su nivel de vulnerabilidad, el uso adecuado de los recursos naturales y las políticas de regulación ambiental; todo ello como indicador del fortalecimiento hacia una mejor respuesta ambiental frente a la crisis.

- Índice de riesgo ajustado por capacidades (indicador de afectación): según (DNP, 2018) el El Índice Municipal de Riesgo de Desastres ajustado por Capacidades (IMRC) es una herramienta que mide el riesgo a nivel municipal ante eventos hidrometeorológicos asociados a aumentos de precipitaciones y las capacidades de las entidades territoriales para gestionarlo. Índice Municipal de Riesgo de Desastres ajustado por Capacidades se construye a partir de dos componentes: el primero que mide el riesgo y el segundo que mide las capacidades

La primera dimensión del índice municipal del riesgo de desastres es la amenaza. Ésta se obtiene de la unión de las áreas municipales con las condiciones más críticas, en las que pueden presentarse inundaciones lentas, flujos torrenciales y movimientos en masa. La

información base proviene de los mapas generados por las entidades técnico-científicas del país – Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y Servicio Geológico Colombiano (SGC) - a escalas semi-detalladas (1:100.000 y 1:500.000).

La segunda dimensión, la exposición, corresponde a la proporción de la población del municipio expuesta a alguno de los tres fenómenos considerados en la dimensión de amenaza. La dimensión de vulnerabilidad, por su parte, está referida a la predisposición de las personas a verse afectadas negativamente por un evento físico peligroso. En el marco del Índice Municipal de Riesgo de Desastres, la vulnerabilidad refleja el grado de privación de las condiciones mínimas de calidad de vida de las personas del municipio, ya que para su medición fue empleado el índice sintético de condiciones de vida, elaborado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en 2014.

El Índice Municipal de Riesgo de Desastres ajustado por Capacidades se calcula de la siguiente forma:

$$IMRC_i = \sqrt{(100 - \text{índice de riesgo}_i)^2 + \text{índice de capacidades}_i^2}$$

Donde i = municipio

El índice de riesgo ajustado por capacidades, una vez se estandariza, asigna valores de cero (0) a cien (100), donde el cero está asociado a un municipio con menor riesgo y mayor capacidad, y cien, a un municipio con mayor riesgo y baja capacidad

- Índice de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático (indicador de afectación)

A partir de la revisión y análisis de producción académica internacional y nacional en torno a Riesgos de amenaza de desastres y riesgos por cambio climático, la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & CANCELLERÍA, 2017) propone una metodología con los siguientes atributos:

1. Uso del Escenario RCP 6.0
2. Uso de la ventana temporal de análisis 2011-2040
3. Análisis Multidimensional
4. Integración de análisis Marino costeros e insulares con

análisis continentales

5. Comparatividad entre las unidades de análisis

municipales

6. Trazabilidad en el análisis

7. Generación de línea base para comparatividad futura

8. Datos abiertos

En el marco de los desarrollos propuestos por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, la Tercera Comunicación retoma la sugerencia de abordar los de Riesgo por cambio climático y se acoge a la fórmula general:

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$$

- Porcentaje de área municipal en uso adecuado (indicador de cobertura)

De acuerdo con la base de datos (DNP, 2019) corresponde al porcentaje del área municipal que se usa correctamente, tiene como fuente la base de datos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), se calcula de la siguiente manera:

$$(\text{Área de la entidad en uso adecuado del suelo} / \text{Área del municipio (IGAC 1:100.000)}) * 100$$

- Índice de riesgo del agua – IRCA (indicador de afectación)

Según (Instituto Nacional de Salud, 2007) el IRCA es un indicador que determina la calidad del agua, por el grado de riesgo de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el no cumplimiento de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano, basado en análisis de características físicas, químicas y microbiológicas en muestras de agua y se calcula mediante una media ponderada, donde son atribuidos puntajes de riesgo a cada característica (física, química, microbiológica) según su impacto en la calidad del agua y el riesgo para la salud. En el numerador se suman de los puntajes atribuidos a cada característica que no cumplieron con los parámetros de calidad, en el denominador se suman todos los puntos de las características analizadas.

$$\text{IRCA}(\%) = \frac{\sum \text{Puntajes de riesgo asignado a las características no aceptables}}{\sum \text{Puntajes de riesgo asignados a todas las características analizadas}} \times 100$$

5.2.2. Dimensión social:

Esta dimensión se relaciona con los valores que provean a la sociedad condiciones de bienestar, satisfacción de las necesidades básicas, regulación de la ley y el orden, accesibilidad a servicios públicos básicos y la educación como herramienta de fortalecimiento y crecimiento social; todo ello como indicador del fortalecimiento hacia una mejor respuesta social frente a la crisis.

- Porcentaje de hogares en déficit (indicador de afectación)

Según (DANE, 2009) El indicador del Déficit de Vivienda determina el total y la proporción de hogares con carencias habitacionales y sin estas. Para realizar la estimación, se deben identificar las viviendas a remplazar, mejorar o adicionar dentro de la totalidad de las viviendas ocupadas con personas presentes, para lo cual es necesario establecer la tipología de vivienda y condiciones a tener en cuenta. La cuantificación de las carencias habitacionales se obtiene como la sumatoria del déficit cuantitativo y cualitativo.

$$\%HD = ((HDCTVO + HDCLVO) / TH) * 100$$

Donde:

HD = Hogares en Déficit

HDCTVO = Número de Hogares en Déficit Cuantitativo

HDCLVO = Número de Hogares en Déficit Cualitativo

TH = Total Hogares del municipio

- Proporción de personas en NBI (indicador de afectación)

De acuerdo con el Boletín General Censo 2005 del DANE, corresponde a la proporción de personas con necesidades básicas que no se encuentra cubiertas; ésta clasificación se realiza a partir del análisis de varios indicadores simples como:

- Viviendas inadecuadas,
 - Viviendas con hacinamiento crítico,
 - Viviendas con servicios inadecuados,
 - Viviendas con alta dependencia económica,
 - Viviendas con niños en edad escolar que no asisten a la escuela.
- Porcentaje de cobertura de servicios públicos básicos (indicador de cobertura)

De acuerdo con el Boletín General Censo 2005 del DANE, corresponde a la proporción de hogares con acceso sostenible a métodos de abastecimiento de los servicios públicos básicos adecuadamente (entiéndase por servicios públicos básicos; acueducto y alcantarillado, electricidad, gas).

- Cobertura de educación total (indicador de cobertura)
De acuerdo con (MinTIC, 2019) Es la relación entre el número de estudiantes matriculados que tienen la edad teórica para cursar los niveles educativos y el total de la población proyectada correspondiente a esa misma edad.
5 años: Transición
6-10 años: Básica primaria
11-14 años: Básica secundaria
15-16 años: Media
- Cobertura y aseguramiento en salud (indicador de cobertura)
Corresponde a la relación del número de personas afiliadas al sistema de salud (régimen contributivo + régimen subsidiado + régimen de excepción) con respecto al total de la población estimada por el DANE (MinSalud, 2019)
- Índice de transparencia de las entidades públicas departamentales (indicador de afectación)
De acuerdo con la Organización No Gubernamental Transparencia por Colombia, el Índice de Transparencia de las Entidades Públicas (ITEP) se utiliza para medir el riesgo de corrupción administrativa de cada entidad con base en diversas condiciones institucionales y prácticas en la gestión administrativa. La medición que anualmente se realiza con el Índice

de Transparencia de las Entidades Públicas (ITEP) se basa en información oficial, obtenida directamente de la entidad pública evaluada y de los órganos de regulación y control del Estado. (Córdoba Larrarte, Ocampo Niño, & Villava, 2015, págs. 6 - 7)

5.2.3. Dimensión económica:

Esta dimensión se relaciona con los valores que provean a la sociedad recursos o ingresos económicos, permitiendo accesibilidad a bienes y servicios.

- Proporción de personas ocupadas formalmente con respecto a la población total (indicador de cobertura)
Según DNP es la relación porcentual entre la población ocupada (OC) y el número de personas que integran la población en edad de trabajar (PET).
- Ingresos corrientes per cápita (indicador de cobertura)
El PIB per cápita, ingreso per capita o renta per cápita es un indicador económico que mide la relación existente entre el nivel de renta de un país y su población. Para ello, se divide el Producto Interior Bruto (PIB) de dicho territorio entre el número de habitantes.

$$PIB\ pc = \frac{PIB}{Población}$$

Para la valoración y evaluación de los indicadores de afectación se han definido los siguientes rangos:

CONDICIÓN INVIABLE	AFECTACIÓN => 80% DE LA MUESTRA
RIESGO CRÍTICO	AFECTACIÓN => 60.1% O <= 80% DE LA MUESTRA
ATENCIÓN INMEDIATA	AFECTACIÓN => 40.1% O <= 60% DE LA MUESTRA
RIESGO BAJO	AFECTACIÓN => 20.1% O <= 40% DE LA MUESTRA
CONDICIÓN VIABLE	AFECTACIÓN => 0% O <= 20% DE LA MUESTRA

Para la valoración y evaluación de los indicadores de alcance se han definido los siguientes rangos:

CONDICIÓN VIABLE	AFECTACIÓN => 80% DE LA MUESTRA
RIESGO BAJO	AFECTACIÓN => 60.1% O <= 80% DE LA MUESTRA
ATENCIÓN INMEDIATA	AFECTACIÓN => 40.1% O <= 60% DE LA MUESTRA
RIESGO CRÍTICO	AFECTACIÓN => 20.1% O <= 40% DE LA MUESTRA
CONDICIÓN INVIABLE	AFECTACIÓN => 0% O <= 20% DE LA MUESTRA

CONDICIÓN INVIABLE	RIESGO CRÍTICO	ATENCIÓN INMEDIATA	RIESGO BAJO	CONDICIÓN VIABLE
1	2	3	4	5

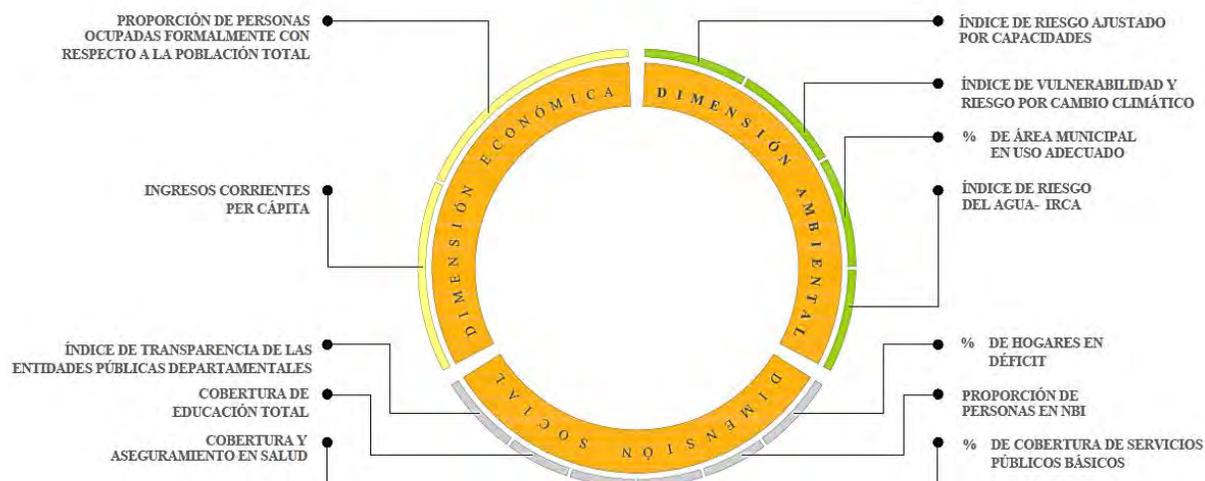


Figura 18. Distribución de indicadores por dimensión en gráfico. (Fuente: elaboración autor)

El producto de la evaluación de los datos de estimación e indicadores serán condensados en una tabla en el que se describirán los resultados para cada municipio que conforma las unidades ambientales costeras y que presentan afectación directa por el fenómeno descrito Aumento en el Nivel del Mar (ANM), para efecto del análisis de cada UAC en particular, serán tomados los promedios de cada indicador. Es necesario tener en cuenta que el análisis de afectación se realiza tomando el área urbana de cada municipio como objeto de impacto, partiendo del supuesto que

los centros poblados acusan mayor impacto representado en infraestructura de vivienda, infraestructura vial y de servicios, y toda infraestructura de soporte sensible de deterioro y correspondiente reconstrucción. así las afectaciones reflejadas por incremento en la temperatura de 1.5°C, 2.0°C y 3.0°C serán estimadas sobre el área urbana y no el área total del municipio.

6. Análisis documental del modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global

6.1. Análisis de afectación por Unidades Ambientales Costeras UAC

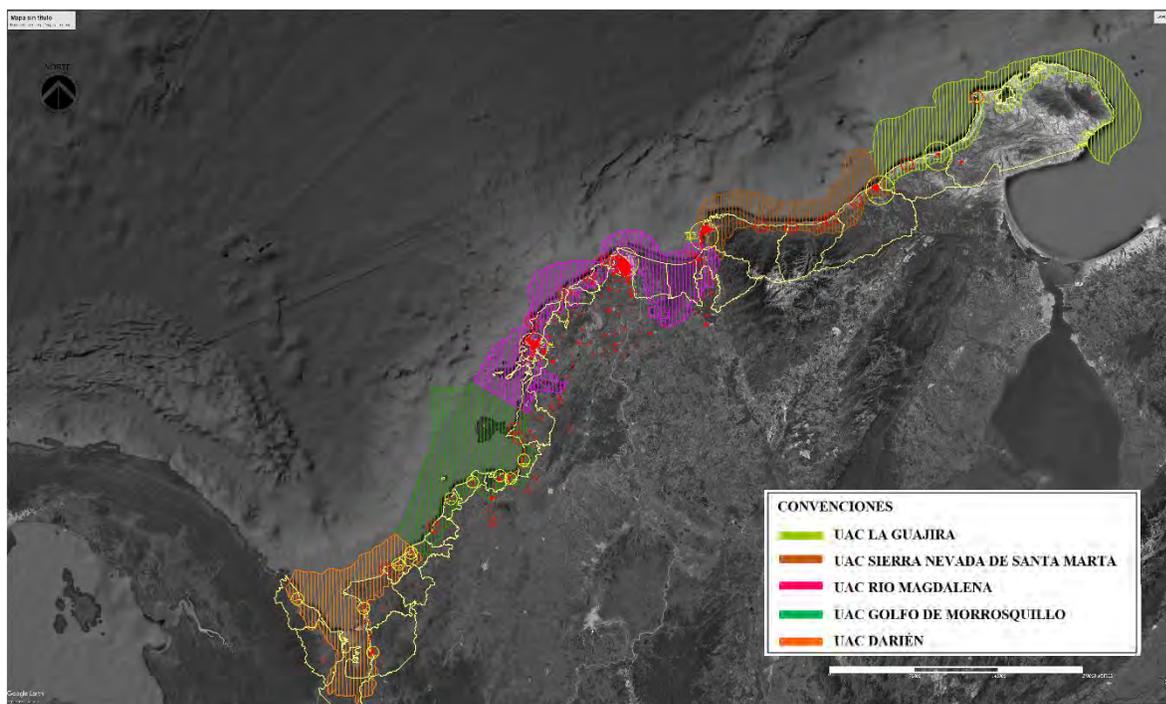


Figura 19. Mapa de delimitación de Unidades Ambientales Costeras UAC. (Fuente. Elaboración propia a partir de informes INVEMAR 2000.)

Para el análisis de la afectación por aumento en el nivel del mar, los 1.600 km de línea de costa continental sobre el mar caribe, se elaboraron 38 mapas a saber:

- Mapa de identificación de tendencias a la erosión o acrecimiento sobre la línea de costa (1)
- Mapa de identificación de Unidades Ambientales Costeras en el Litoral Caribe de Colombia (1)
- 5 mapas de estimación de afectación por ANM para Unidades Ambientales Costeras continentales
- 31 mapas de estimación de afectación por ANM para cabeceras municipales, corregimientos y veredas edificadas sobre la línea costera.

Los mapas de estimación presentan los niveles de afectación por ANM determinado por el incremento en la temperatura global para los escenarios de 1.5°C, 2.0°C y 3.0°C, a través de manchas o patrones sobre la imagen georreferenciada de cada municipio o centro poblado. Ésta

información permitió la elaboración del perfil cuantitativo por municipio y por UAC, que posteriormente haría parte de los indicadores a evaluar en el perfil de resiliencia. La información se condensó en una tabla en la que posteriormente se implementaría la normalización de las variables a través de la definición de 5 rangos de acuerdo con los porcentajes de área afectada (descrito en página 57 – perfil cuantitativo). Paso a seguir, se condensó la información correspondiente a los 12 indicadores agrupados en las dimensiones social, ambiental y económico, para lo cual se implementó la normalización de las variables a través de la definición de 5 rangos de acuerdo con los porcentajes de afectación y cobertura (descritos en la página 62 – perfil cualitativo).

6.2. Consideraciones generales acerca de la estimación del impacto por ANM en el litoral caribe colombiano y su capacidad de respuesta hacia la resiliencia.

En términos generales, el territorio y sus condiciones ambientales constituyen el primer y más importante activo de soporte a un sistema de gestión y respuesta al riesgo; de ahí que los niveles de afectación por aumento en el nivel del mar sobre cada territorio en particular será determinante en el momento, tipo y alcance de las estrategias para enfrentar la crisis, es por ello que ante valores de condición inviable y riesgo crítico, cualquier medida de mitigación y adaptación resulte poco eficaz e incluso probable. Es claro entonces que las poblaciones con impacto superior al 50% de su área urbana para un incremento de 1.5°C deben tomar medidas inmediatas con carácter de obligatoriedad y urgencia manifiesta, partiendo de que la meta planteada en el acuerdo de París en 2015²⁰ fue mantener el aumento en la temperatura media mundial en los esperanzadores 1.5°C hasta finales de siglo, y la Declaración de la OMN sobre el Estado del Clima Global de 2018, reveló que el promedio durante los últimos cinco años fue de $\pm 0.09^\circ$.

En este orden de ideas, un ejercicio de proyección y dimensión del impacto obtenido con métodos de inducción al riesgo, nos permite identificar que cerca del 36% del litoral caribe colombiano presentará afectación entre los rangos de condición inviable y riesgo crítico (de acuerdo a sistema de valoración propuesta por el estudio) y un 16% requiere acciones

²⁰ Acuerdo dentro del marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que establece medidas para la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Negociado durante la XXI Conferencia sobre el Cambio Climático (COP 21) de 2015.

inmediatas, con un incremento en la temperatura global del 1.5°C, siendo los municipios de Turbo Antioquia, Moñitos Córdoba, San Antero Córdoba, Santa Catalina Bolívar, Ciénaga Magdalena y Manaure en el departamento de la Guajira, los casos más extremos (ver tabla 8 y tabla 9). Es relevante anotar que con un incremento de 0.5°C adicionales, los niveles de afectación pueden llegar a duplicarse, llegando al 64% de afectación entre los rangos de condición inviable y riesgo crítico y un 8% con requerimientos de atención inmediata.

UNIDAD AMBIENTAL COSTERA (UAC)	AFECTACIÓN TOTAL URBANA UAC (ANM) en km2		
	1.5°	2.0°	3.0°
DARIEN	8,80	26,12	45,12
GOLFO DE MORROSQUILLO	16,01	45,05	85,56
RIO MAGDALENA	101,93	234,65	382,17
SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA	14,78	37,62	68,74
LA GUAJIRA	5,28	11,04	17,29

Tabla 7. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global por UAC. (Fuente. Elaboración propia.)

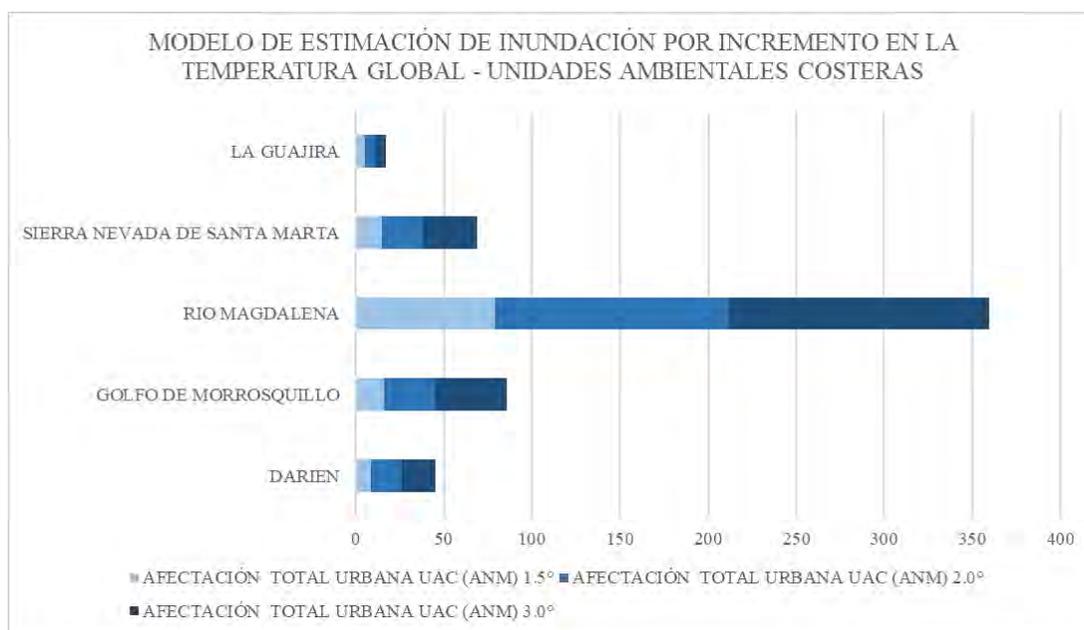
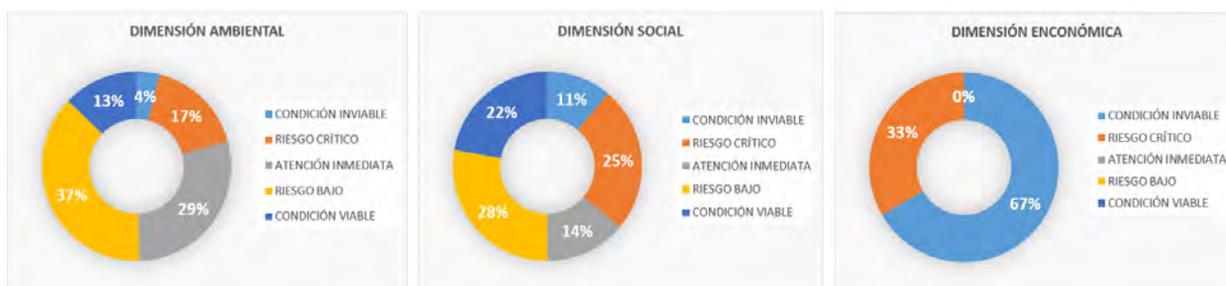


Figura 20. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global por UAC. (Fuente. Elaboración propia.)

Como complemento a la cuantificación y evaluación del impacto físico por ANM, se ha evaluado una serie de 12 indicadores con los que pueden estimarse los niveles de flexibilidad, diversidad, robustez, conectividad y complementariedad de cada una de las dimensiones (ambiental, social y económico), lo que se traduce en la fortaleza de cada sistema para la estructuración de programas de gestión de riesgos, estrategias para la absorción del impacto y la reconstrucción post crisis. Los resultados exhiben que un 57% del litoral caribe colombiano (agrupado en cinco UAC) presenta indicadores con valoración entre atención inmediata y condición inviable, siendo la dimensión económica el componente más crítico (ver [análisis por municipios](#)), esto se refleja explícitamente en la fragilidad en el soporte para la construcción de sistemas de gestión del riesgo robustos de amplio alcance y sostenibles en el tiempo; por otro lado, la dimensión social revela condiciones favorables aunque con requerimientos de mejora.

Unidad Ambiental Costera del Darién



Unidad Ambiental Costera Estuarina del río Sinú y el Golfo de Morrosquillo

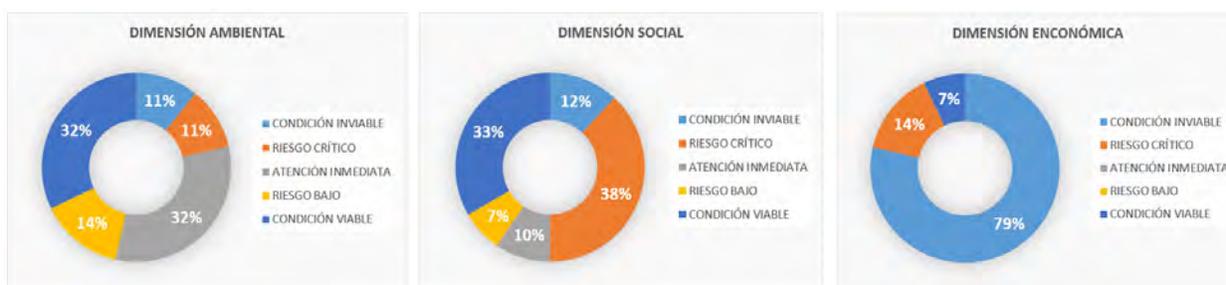
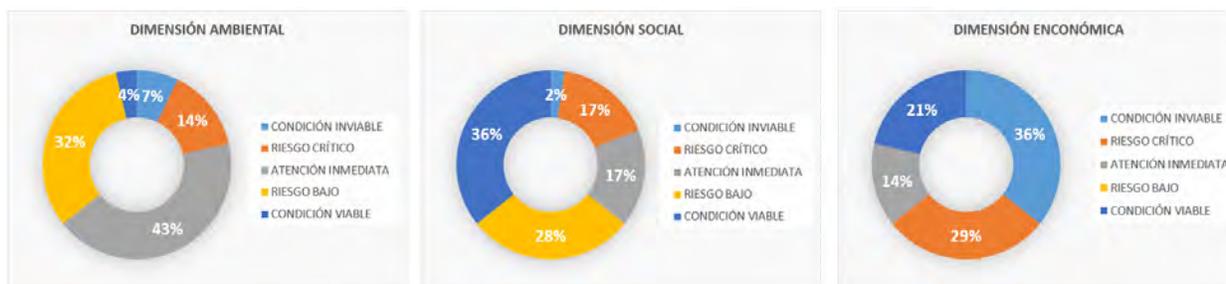
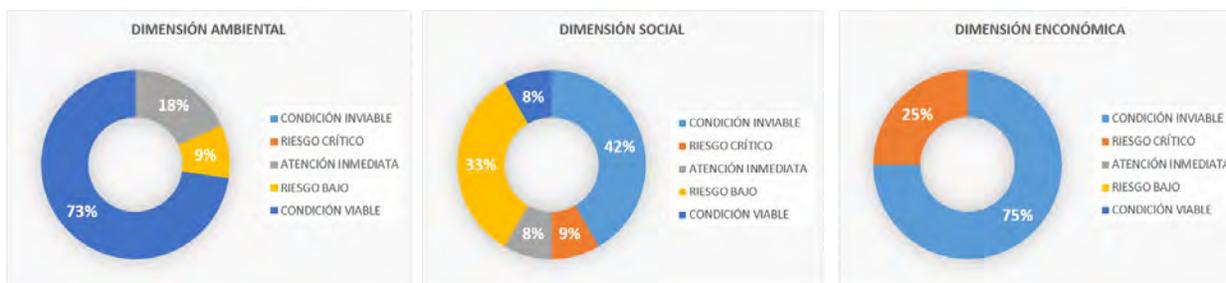


Figura 21. Modelo de valoración cualitativa de capacidad de respuesta al ANM - por UAC. (Fuente. Elaboración propia.)

Unidad Ambiental Costera Río Magdalena



Unidad Ambiental Costera de la Vertiente Norte de La Sierra Nevada de Santa Marta



Unidad Ambiental Costera de la Alta Guajira

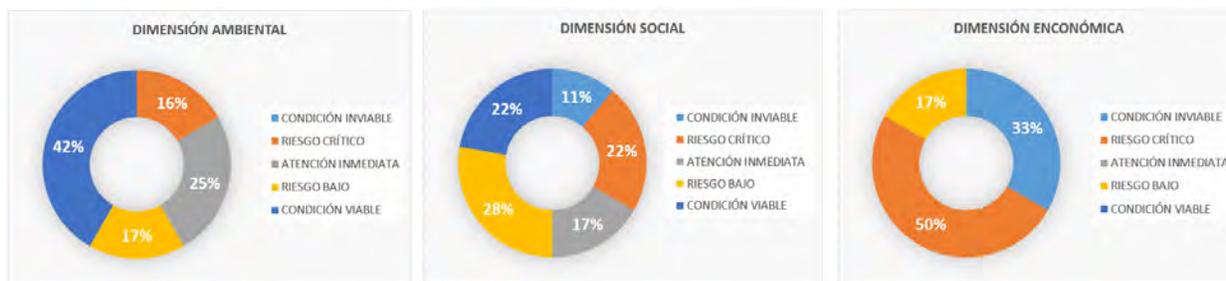


Figura 22. Modelo de valoración cualitativa de capacidad de respuesta al ANM - por UAC. (Fuente. Elaboración propia.)

Una rápida revisión a los perfiles cuantitativo y cualitativo de los 25 municipios analizados describe paradojas muy puntuales, tal es el caso de municipios como Unguía en el Chocó, Juan de Acosta en el Atlántico y Uribia en la Guajira (ver anexos), en los que pese a enfrentar un mínimo impacto por ANM en los 3 escenarios (1.5°C, 2.0°C, 3.0°C), presentan valores críticamente adversos en la tres dimensiones analizadas cualitativamente, prueba manifiesta de fragilidad y niveles muy bajos de resiliencia a cualquier otro impacto.

El panorama para las principales ciudades del litoral caribe colombiano exhibe un nivel mínimo de tolerancia en los plazos para el emprendimiento de serios programas de gestión del riesgo por ANM, siendo la ciudad de Cartagena en el departamento de Bolívar un caso crítico, en el que puede pensarse incluso en el traslado gradual de los habitantes e infraestructura dispuesta sobre la franja costera a día de hoy, como única estrategia para la reducción del riesgo. Es necesario acotar que, si bien las ciudades como barranquilla, Santa marta y Cartagena han consolidado un importante nivel de industria, infraestructura portuaria y de servicios con grandes aportes a la economía local y nacional, el nivel de inversión en la planificación urbana, gestión de los recursos ambientales y mejoramiento de la calidad de vida ha sido escaso, en algunos casos mínimo como en La guajira, por citar un ejemplo; traduciéndose en sistemas frágiles y con baja resiliencia urbana aun cuando sean comunidades culturalmente resilientes.

MODELO DE ESTIMACIÓN DE INUNDACIÓN POR INCREMENTO EN LA TEMPERATURA GLOBAL													
UNIDAD AMBIENTAL COSTERA (UAC)	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	CENTRO POBLADO	AREA MUNICIPIO DANE km2	AFECTACIÓN (ANM) km2			% AFECTACIÓN (ANM)			AFECTACIÓN TOTAL URBANA UAC (ANM) km2		
					1.5°	2.0°	3.0°	1.5°	2.0°	3.0°	1.5°	2.0°	3.0°
DARIEN	CHOCÓ	ACANDÍ	ACANDÍ	797,6605	0,3203	1,0483	1,1963	0,040%	0,131%	0,150%	8,7971	26,1236	45,1199
		UNGUÍA	UNGUÍA	1190,3213	0,0000	0,0000	0,0359	0,000%	0,000%	0,003%			
	ANTIOQUIA	ARBOLETES	ARBOLETES	754,2525	0,2721	0,3880	0,7253	0,036%	0,051%	0,096%			
		TURBO	TURBO	2959,3632	5,3526	10,9465	11,1489	0,181%	0,370%	0,377%			
		NECOCLÍ	NECOCLÍ	1255,5439	1,7176	2,5966	3,5425	0,137%	0,207%	0,282%			
		SAN JUÁN DE URABÁ	SAN JUÁN DE URABÁ	251,9969	1,1344	2,3473	2,3473	0,450%	0,931%	0,931%			
VDA. ZAPATA	VDA. DAMAQUIEL												
VDA. UVEROS													
GOLFO DE MORROSQUILLO	CÓRDOBA	MOÑITOS	MOÑITOS	203,1729	1,7156	3,3802	4,0817	0,844%	1,664%	2,009%	16,0072	45,0526	85,5633
			SANTANDER DE LA CRUZ										
			BROQUELES										
		EL CEDRO											
	PUERTO ESCONDIDO	PUERTO ESCONDIDO	411,0417	0,9074	2,6283	2,6283	0,221%	0,639%	0,639%				
		VDA. CRISTO REY											
	SUCRE	SAN ANTERO	SAN ANTERO	207,4904	3,5328	4,8071	5,2745	1,703%	2,317%	2,542%			
		SAN BERNARDO DEL VIENTO	SAN BERNARDO DEL VIENTO	315,9720	0,8447	0,8447	6,5207	0,267%	0,267%	2,064%			
SANTIAGO DE TOLÚ		SANTIAGO DE TOLÚ	302,5157	4,2979	8,2588	10,8784	1,421%	2,730%	3,596%				
COVEÑAS		COVEÑAS	56,5559	3,8124	6,7885	8,7660	6,741%	12,003%	15,500%				
SUCRE	SAN ONOFRE	SAN ONOFRE	1035,0779	0,8965	2,3378	2,3611	0,087%	0,226%	0,228%				
	BERRUGAS												
	RINCÓN DEL MAR												
RIO MAGDALENA	BOLÍVAR	SANTA CATALINA	GALERAZAMBA	172,7742	1,1519	3,0687	4,1042	0,667%	1,776%	2,375%	101,9279	234,6513	382,1680
			LOMA DE ARENA										
		PUEBLO NUEVO											
	CARTAGENA	PASACABALLOS	593,2364	50,4785	68,9231	74,6955	8,509%	11,618%	12,591%				
		CARTAGENA											
		LA BOQUILLA											
	ATLÁNTICO	TUBARÁ	PLAYA MENDOZA	182,9913	0,2045	0,3063	0,3505	0,112%	0,167%	0,192%			
			PUERTO COLOMBIA	70,5671	2,3150	3,1359	4,1039	3,281%	4,444%	5,816%			
JUAN DE ACOSTA		SABANILLA											
		PUERTO SALGAR											
MAGDALENA	SANTA VERÓNICA	167,9300	0,0000	0,0000	0,0000	0,000%	0,000%	0,000%					
	BARRANQUILLA	154,2040	17,2900	44,1884	48,7895	11,212%	28,656%	31,640%					
	CIÉNAGA	1324,7658	7,8036	13,1010	15,4730	0,589%	0,989%	1,168%					
TIERRA NEVADA DE SANTA MARTA	MAGDALENA	SANTA MARTA	SANTA MARTA	2347,1393	7,0195	10,0029	12,1346	0,299%	0,426%	0,517%	14,7809	37,6157	68,7417
			BURITACA										
	LA GUAJIRA	RIOHACHA	RIOHACHA	3088,7157	7,0302	11,8942	17,8120	0,228%	0,385%	0,577%			
			CAMARONES										
		DIBULLA	1749,9733	0,7312	0,9377	1,1794	0,042%	0,054%	0,067%				
LA GUAJIRA	LA GUAJIRA	CABO DE LA VELA	7886,0523	0,3761	0,3761	0,3761	0,005%	0,005%	0,005%				
		URIBIA	1619,6553	4,8999	5,3854	5,8715	0,303%	0,333%	0,363%				

Tabla 8. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Totalizado (con respecto a área municipal).
(Fuente. Elaboración propia.)

MODELO DE ESTIMACIÓN DE INUNDACIÓN POR INCREMENTO EN LA TEMPERATURA GLOBAL														
UNIDAD AMBIENTAL COSTERA (UAC)	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	CENTRO POBLADO	AREA URBANA DANE km2	AFECTACIÓN (ANM) km2			% AFECTACIÓN (ANM)			AFECTACIÓN TOTAL URBANA UAC (ANM) km2			
					1.5°	2.0°	3.0°	1.5°	2.0°	3.0°	1.5°	2.0°	3.0°	
DARIEN	CHOCÓ	ACANDÍ	ACANDÍ	0,7712	0,3203	1,0483	1,1963	41,538%	135,928%	155,127%	8,7971	26,1236	45,1199	
		UNGUÍA	UNGUÍA	1,1982	0,0000	0,0000	0,0359	0,000%	0,000%	3,000%				
	ANTIOQUIA	ARBOLETES	ARBOLETES	1,0086	0,2721	0,3880	0,7253	26,978%	38,466%	71,913%				
		TURBO	TURBO	6,3813	5,3526	10,9465	11,1489	83,880%	171,540%	174,712%				
		NECOCLÍ	NECOCLÍ	2,4404	1,7176	2,5966	3,5425	70,382%	106,400%	145,161%				
		SAN JUÁN DE URABÁ	SAN JUÁN DE URABÁ		2,7393	1,1344	2,3473	2,3473	41,413%	85,688%				85,688%
			VDA. ZAPATA											
VDA. DAMAQUIEL														
VDA. UVEROS														
GOLFO DE MORROSQUILLO	CÓRDOBA	MOÑITOS	MOÑITOS	1,4126	1,7156	3,3802	4,0817	121,447%	239,288%	288,948%	16,0072	45,0526	85,5633	
			SANTANDER DE LA CRUZ											
			BROQUELES											
			EL CEDRO											
	PUERTO ESCONDIDO	PUERTO ESCONDIDO	2,6283	0,9074	2,6283	2,6283	34,522%	100,000%	100,000%					
		VDA. CRISTO REY												
		SAN ANTERO												
	SAN ANTERO	SAN ANTERO	4,1376	3,5328	4,8071	5,2745	85,384%	116,180%	127,478%					
	SAN BERNARDO DEL VIENTO	SAN BERNARDO DEL VIENTO	2,2347	0,8447	0,8447	6,5207	37,799%	37,799%	291,792%					
	SUCRE	SANTIAGO DE TOLÚ	SANTIAGO DE TOLÚ	5,7218	4,2979	8,2588	10,8784	75,115%	144,339%	190,121%				
COVEÑAS		COVEÑAS	8,3022	3,8124	6,7885	8,7660	45,920%	81,767%	105,587%					
SAN ONOFRE		SAN ONOFRE	3,4675	0,8965	2,3378	2,3611	25,855%	67,421%	68,093%					
BERRUGAS														
RINCÓN DEL MAR														
RIO MAGDALENA	BOLÍVAR	SANTA CATALINA	GALERAZAMBA	1,176	1,1519	3,0687	4,1042	97,948%	260,945%	348,999%	101,9279	234,6513	382,1680	
			LOMA DE ARENA											
			PUEBLO NUEVO											
			PASACABALLOS											
	CARTAGENA	CARTAGENA	64,9152	50,4785	68,9231	74,6955	77,761%	106,174%	115,066%					
		LA BOQUILLA												
		MANZANILLO												
	ATLÁNTICO	TUBARÁ	PLAYA MENDOZA	0,9698	0,2045	0,3063	0,3505	21,083%	31,579%	36,141%				
		PUERTO COLOMBIA	PUERTO COLOMBIA	5,1293	2,3150	3,1359	4,1039	45,133%	61,137%	80,010%				
			SABANILLA											
JUAN DE ACOSTA		SANTA VERÓNICA	2,434	0,0000	0,0000	0,0000	0,000%	0,000%	0,000%					
BARRANQUILLA	BARRANQUILLA	81,5704	17,2900	44,1884	48,7895	21,196%	54,172%	59,813%						
MAGDALENA	CIÉNAGA	CIÉNAGA	7,7884	7,8036	13,1010	15,4730	100,195%	168,212%	198,668%					
TIERRA NEVADA DE SANTA MARTA	MAGDALENA	SANTA MARTA	SANTA MARTA	34,173	7,0195	10,0029	12,1346	20,541%	29,271%	35,509%	14,7809	37,6157	68,7417	
			BURITACA											
			TAGANGA											
	LA GUAJIRA	RIOHACHA	RIOHACHA	13,5518	7,0302	11,8942	17,8120	51,876%	87,769%	131,436%				
		CAMARONES												
DIBULLA	DIBULLA	DIBULLA	1,6884	0,7312	0,9377	1,1794	43,306%	55,538%	69,853%					
	LA PUNTA DE LOS REMEDIOS													
PALOMINO														
LA GUAJIRA	LA GUAJIRA	URIBIA	CABO DE LA VELA	4,0214	0,3761	0,3761	0,3761	9,353%	9,353%	9,353%	5,2760	11,0376	17,2852	
			URIBIA											
			MANAURE											MANAURE

Tabla 9. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Totalizado (con respecto a área Urbana municipal).
(Fuente. Elaboración propia.)

6.3. Unidad Ambiental Costera del Darién

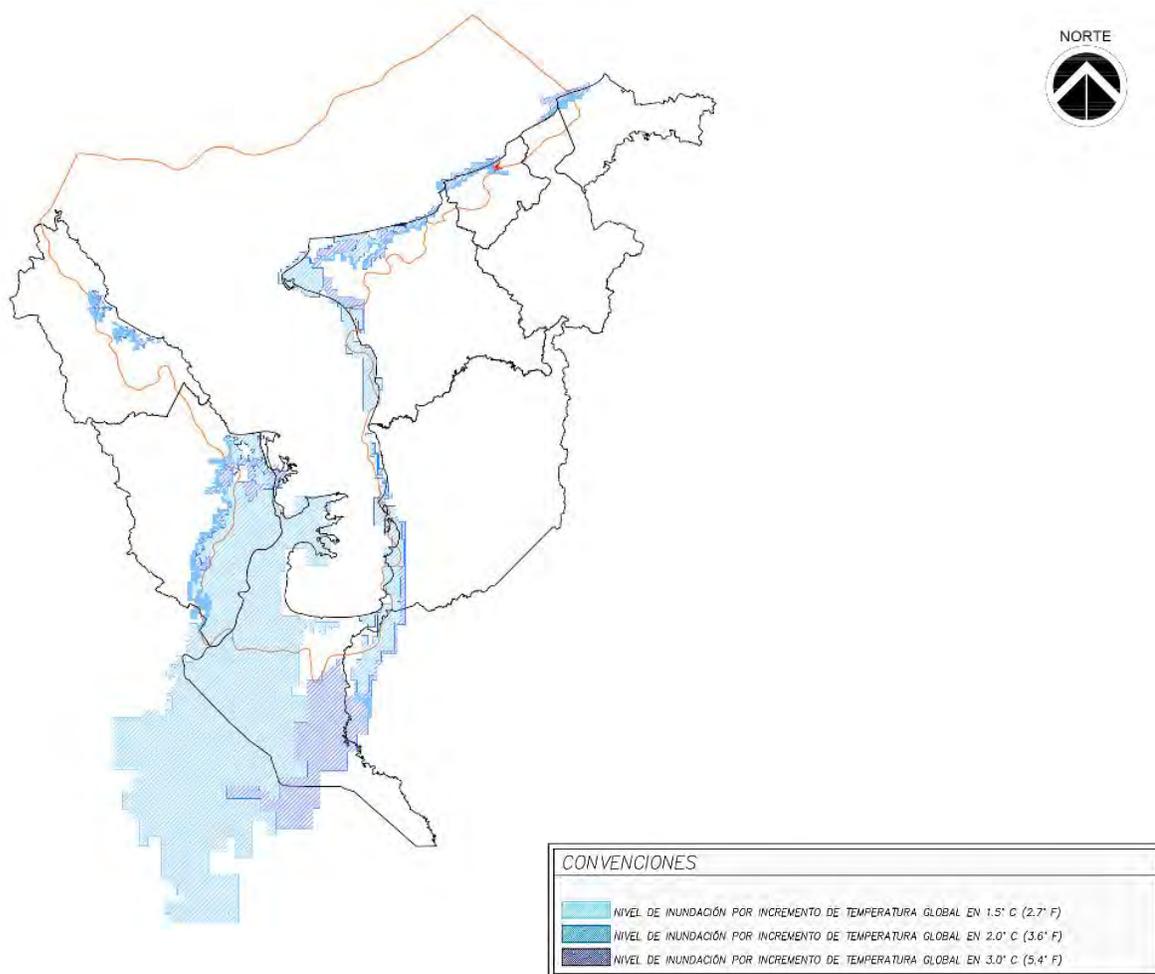


Figura 23. Modelo de inundación por incremento en la temperatura global – UAC Darién. (Fuente. Elaboración propia a partir de overlays con información de Surgin Seas – Google Earth – AutoCad)

Corresponde a una extensión de 6.824 km², desde Punta del Rey, límites de los departamentos de Antioquia y Córdoba hasta cabo Tiburón (frontera con Panamá) en el Departamento del Chocó; cubriendo los municipios de San Juan de Urabá, Necoclí y Turbo en el departamento de Antioquia y los municipios de Unguía y Acandí en el departamento del Chocó.

MODELO DE ESTIMACIÓN DE INUNDACIÓN POR INCREMENTO EN LA TEMPERATURA GLOBAL									
UNIDAD AMBIENTAL COSTERA (UAC)		DARIÉN							
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO - CENTRO POBLADO	COD. DANE	AREA URBANA DANE km2	AFECTACIÓN (ANM)			% AFECTACIÓN (ANM)		
				1.5°	2.0°	3.0°	1.5°	2.0°	3.0°
CHOCÓ	ACANDÍ	27006	0,7712	0.3203	1.0483	1.1963	41.54%	135.93%	155.13%
	UNGUÍA	27800	1,1982	0.0000	0.0000	0.0359	0.00%	0.00%	3.00%
ANTIOQUIA	ARBOLETES	05051	1,0086	0.2721	0.3880	0.7253	26.98%	38.47%	71.91%
	TURBO	05837	6,3813	5.3526	10.9465	11.1489	83.88%	171.54%	174.71%
	NECOCLÍ	05490	2,4404	1.7176	2.5966	3.5425	70.38%	106.40%	145.16%
	SAN JUÁN DE URABÁ	05659	0,7841	0.1568	0.3921	0.3921	20.00%	50.00%	50.00%
	VDA. ZAPATA	05490000	0,1760	0.0880	0.1760	0.1760	50.00%	100.00%	100.00%
	VDA. DAMAQUIEL	05659001	0,1392	0.0696	0.1392	0.1392	50.00%	100.00%	100.00%
	VDA. UVEROS	05659003	1,6400	0.8200	1.6400	1.6400	50.00%	100.00%	100.00%

Tabla 10. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – UAC Darién. (Fuente. Elaboración propia.)

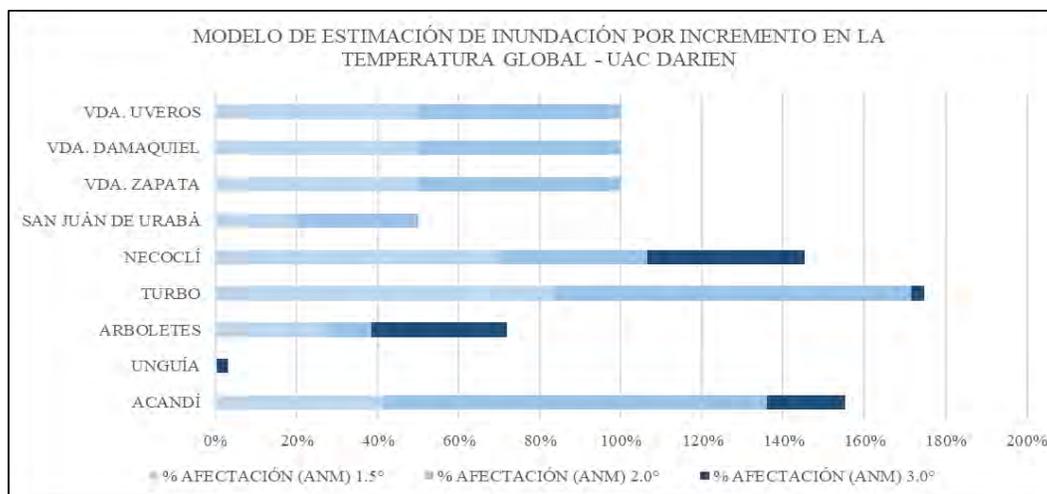
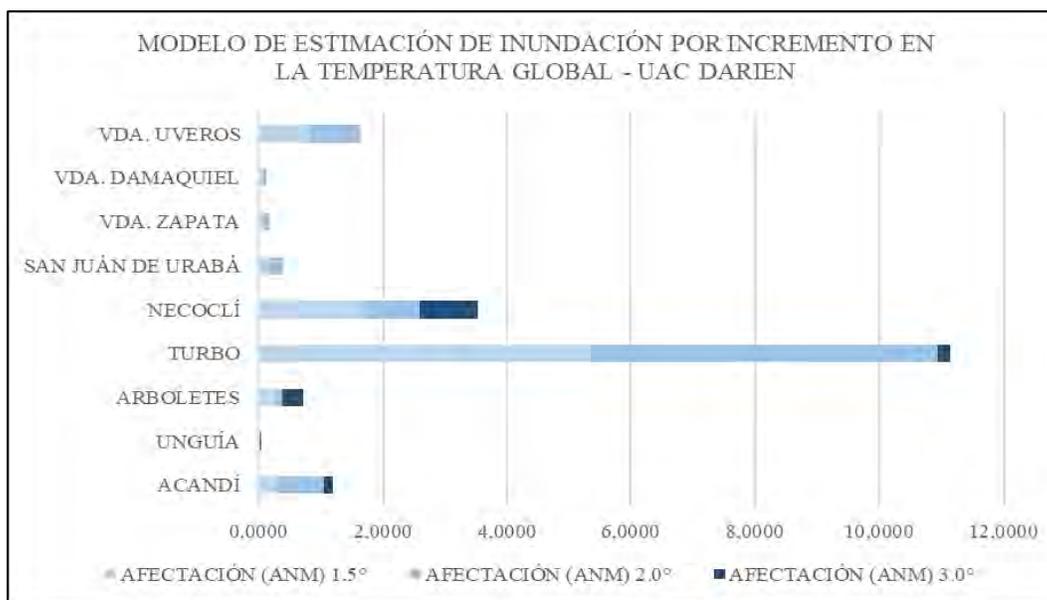


Figura 24. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – UAC Darién. (Fuente. Elaboración propia.)

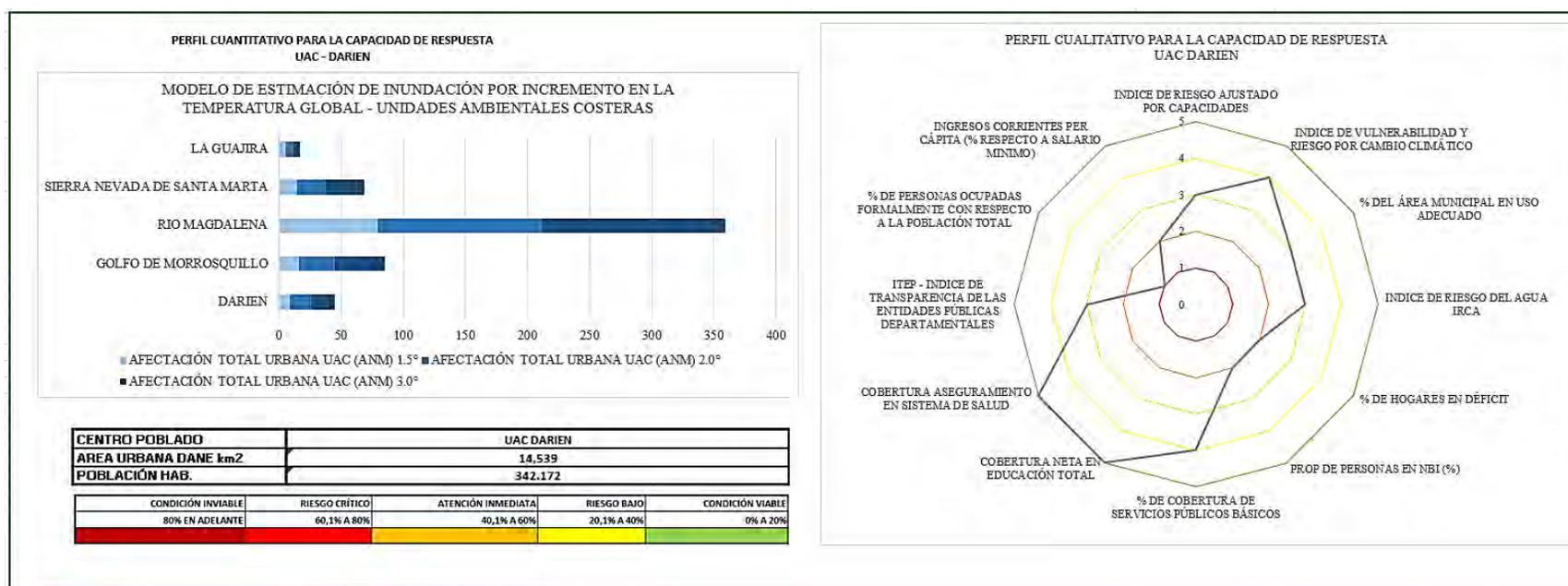


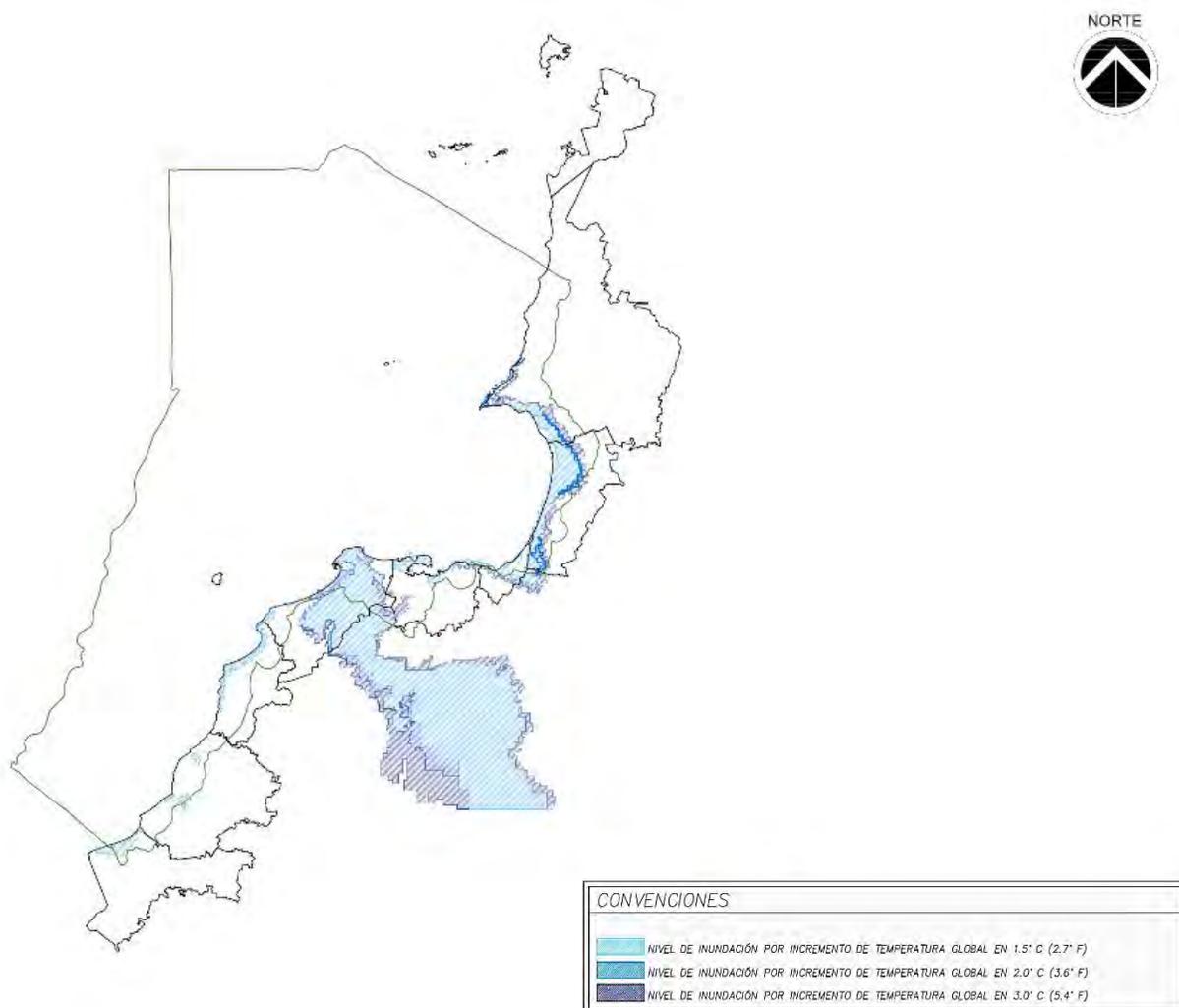
Figura 25. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – UAC Darién.
(Fuente. Elaboración propia.)

La UAC Darién, presenta mayor afectación en el departamento de Antioquia, específicamente en los municipios de Necoclí, Turbo y Arboletes. Si bien los porcentajes de afectación reflejados en los municipios del Chocó son considerables, se debe a que el área urbana de los mismos es pequeña con respecto a los municipios antioqueños afectados. El 80% de los municipios y centros poblados de la UAC Darién (5 de 6 municipios), presentan afectación superior al 50% del área urbana con un incremento en la temperatura global de 1.5°C y afectación total para un incremento de 2.0°C; el municipio de Unguía en el departamento del Chocó presenta impacto bajo, representado en la inundación de un 3% del área urbana para un incremento en la temperatura de 3.0°C.

De acuerdo con (Klooster, 2017) e IDEAM (2011), alrededor del 70% de la línea de costa presenta crítica tendencia a la erosión, con alto riesgo por pérdida de la franja de playa, desgaste de las barreras naturales, acidificación de cuerpos de agua. De ahí que, conociendo que la vocación económica de estos municipios se orienta a la extracción pesquera, agrícola y el turismo según (CODECHOCÓ, 2008); el mayor impacto se vea reflejado sobre el componente ecosistémico y ambiental; teniendo como base los daños en infraestructura de servicios básicos y viviendas.

El perfil cualitativo refleja favorabilidad en la dimensión ambiental, representado en un 51% de la muestra evaluada con indicadores en situación de riesgo bajo y condición viable, lo que se traduce en mayor robustez y diversidad ante la respuesta a la crisis; el caso opuesto se observa en la dimensión económica en el que el 50% de la muestra presentan valoración con algún tipo de riesgo, con una mayor incidencia del riesgo crítico en los resultados, ello evidencia fragilidad en el sistema de soporte a la consolidación de mecanismos de atención y prevención de desastres robustos y la restricción de respuestas diversas ante la crisis.

6.4. Unidad Ambiental Costera Estuarina del río Sinú y el Golfo de Morrosquillo



*Figura 26. Modelo de inundación por incremento en la temperatura global – UAC Golfo de Morrosquillo.
(Fuente. Elaboración propia a partir de overlays con información de Surgin Seas – Google Earth – AutoCad)*

Corresponde a una extensión de 2.547 km², de los cuales 508 km² corresponden al área continental; desde Punta Comisario hasta Punta del Rey, límites de los departamentos de Antioquia y Córdoba. Incluye el archipiélago de San Bernardo, isla Palma, isla Fuerte e isla Tortuguilla. Cubriendo los municipios de San Bernardo del Viento, Moñitos, Broqueles, Cedro, Cristo Rey, Puerto escondido, Los Córdoba y San Antero en el departamento de Córdoba; y los municipios de Santiago de Tolú, Coveñas y San Onofre en el departamento de Sucre.

MODELO DE ESTIMACIÓN DE INUNDACIÓN POR INCREMENTO EN LA TEMPERATURA GLOBAL									
UNIDAD AMBIENTAL COSTERA (UAC)		GOLFO DE MORROSQUILLO							
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO - CENTRO POBLADO	COD. DANE	AREA URBANA DANE km2	AFECTACIÓN (ANM)			% AFECTACIÓN (ANM)		
				1.5°	2.0°	3.0°	1.5°	2.0°	3.0°
CÓRDOBA	MONITOS	235500	1,1167	1.4197	3.0843	3.7858	127%	276%	339%
	SANTANDER DE LA CRUZ	23500002	0.1053	0.1053	0.1053	100%	100%	100%	
	BROQUELES	23500006	0.0787	0.0787	0.0787	100%	100%	100%	
	EL CEDRO	23068004	0.1119	0.1119	0.1119	100%	100%	100%	
	PUERTO ESCONDIDO	235574	2.4585	0.7376	2.4585	2.4585	30%	100%	100%
	VDA. CRISTO REY	23574001	0.1698	0.1698	0.1698	100%	100%	100%	
	SAN ANTERO	23672	4.1376	3.5328	4.8071	5.2745	85%	116%	127%
	SAN BERNARDO DEL VIENTO	23675	2.2347	0.8447	0.8447	6.5207	38%	38%	292%
	SANTIAGO DE TOLÚ	70820	5.7218	4.2979	8.2588	10.8784	75%	144%	190%
SUCRE	COVEÑAS	70221	8.3022	3.8124	6.7885	8.7660	46%	82%	106%
	SAN ONOFRE	70713000	2.7803	0.0000	0.0000	0.0000	0%	0%	0%
	BERRUGAS	70713003	0.3355	0.2939	0.4779	0.5012	88%	142%	149%
	RINCÓN DEL MAR	70713010	0.3517	0.6026	1.8599	1.8599	171%	529%	529%

Tabla 11. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – UAC Golfo de Morrosquillo. (Fuente. Elaboración propia.)

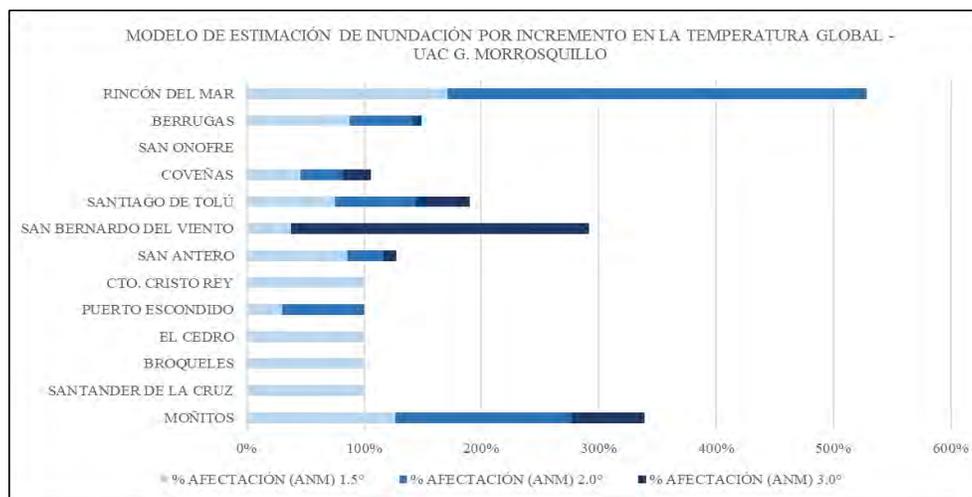
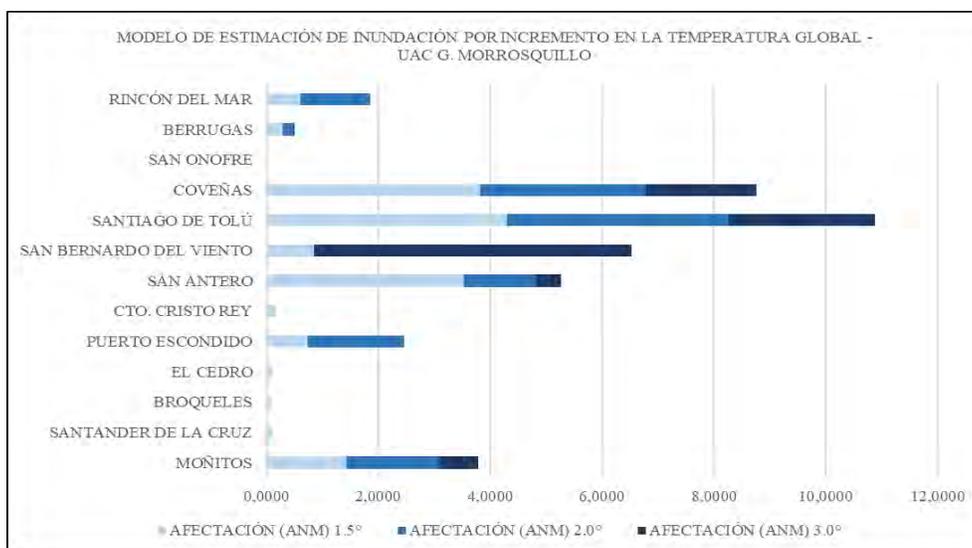


Figura 27. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – UAC Golfo de Morrosquillo. (Fuente. Elaboración propia.)

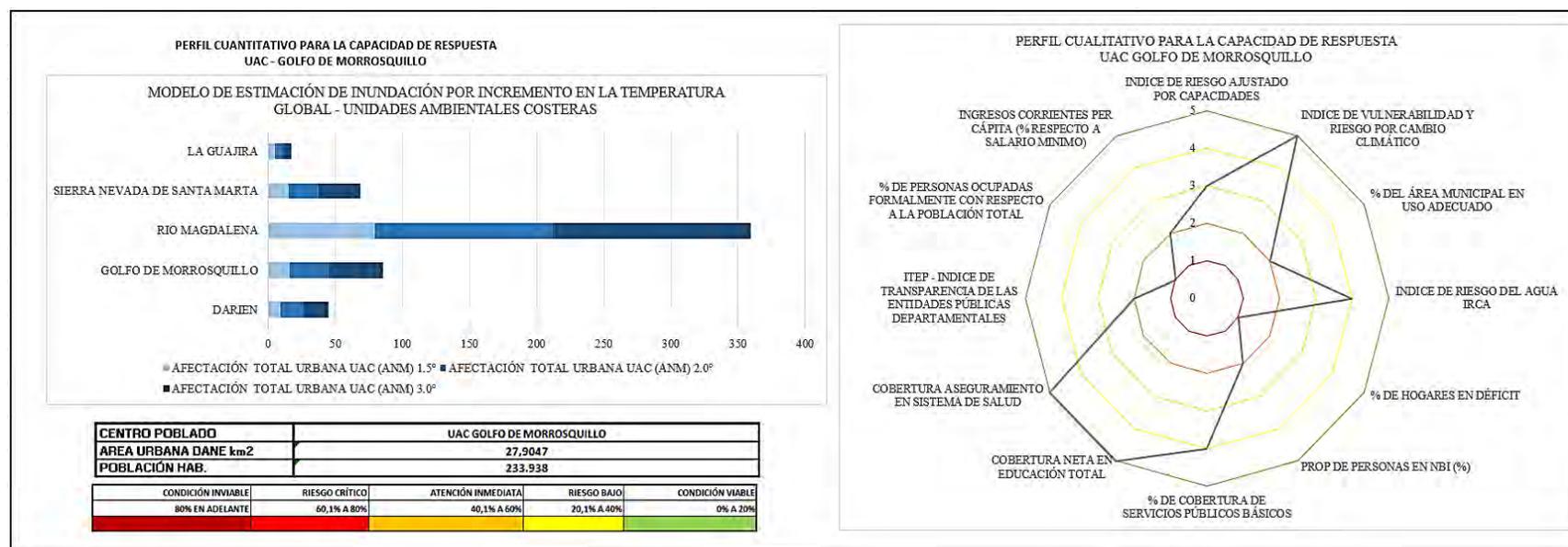


Figura 28. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – UAC Golfo de Morrosquillo.
(Fuente. Elaboración propia.)

La Unidad Ambiental Costera del Golfo de Morrosquillo, presenta mayor afectación en los municipios de Coveñas y Santiago de Tolú en el departamento de Sucre y San Antero en el departamento de Córdoba; para los cuales un incremento de 1.5°C en la temperatura global, representaría la inundación del 50% del área urbana aproximadamente. Para los corregimientos de Cristo Rey, Rincón del Mar, El Cedro, Broqueles, Santander de la Cruz y Moñitos, el impacto resulta ser bastante drástico, teniendo en cuenta que la totalidad del área urbanizada quedaría inundada en el escenario de un incremento del 1.5°C.

En materia de infraestructura impactada, los municipios de Coveñas y Santiago de Tolú tienen el más crítico panorama, puesto que para el menor de los escenarios de incremento en la temperatura global (1.5°C), el impacto se vería reflejado en el compromiso del Centro de Acopio de Hidrocarburos del Golfo de Morrosquillo, muelle del terminal petrolero, sede de la Base Naval, aeródromos e infraestructura hotelera y habitacional. Los daños ambientales también serían de importante magnitud, por cuanto la desaparición de una extensa franja de playas y la salinización de los ecosistemas de manglar, entre los que se encuentra la ciénaga de La Caimanera, afecta gravemente la vocación turística y pesquera de Coveñas y Santiago de Tolú.

El perfil cualitativo refleja condición desfavorable en la dimensión ambiental, representado en un 68% de la muestra evaluada con indicadores en algún tipo de riesgo, del cual el 22% se encuentran en condición inviable y con alto riesgo; caso similar se presenta en la dimensión social, en el que el 60% de la muestra evaluada exhibe indicadores con valoraciones de atención inmediata, riesgo crítico y condición inviable. Sin embargo, es la dimensión económica la que refleja la condición más crítica, en el que el 93% de la muestra expone valores de riesgo crítico y condición inviable. El perfil cualitativo de la UAC Golfo de Morrosquillo expone un sistema con gran fragilidad en la gestión del componente ambiental y territorial, lo que sin duda restringe los recursos y la flexibilidad de los mecanismos de respuesta ante cualquier amenaza; la fragilidad descrita se ve potenciada por condiciones socio económicas precarias, que imposibilitan la estructuración de sistemas y planes de atención y prevención de desastres.

6.5. Unidad Ambiental Costera Río Magdalena

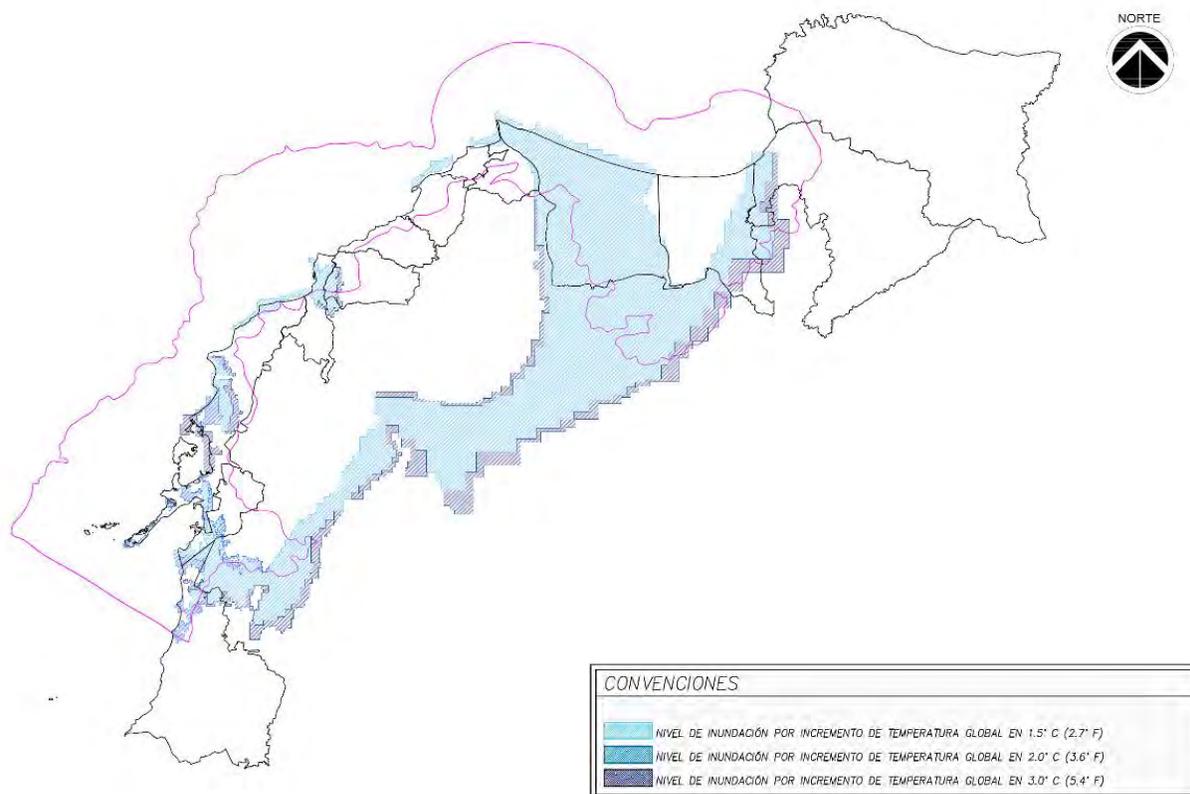


Figura 29. Modelo de inundación por incremento en la temperatura global – UAC Río Magdalena.
(Fuente. Elaboración propia a partir de overlays con información de Surgin Seas – Google Eart – AutoCad)

Corresponde a una extensión de 8.966 km², de los cuales 3.650 km² corresponden al área continental; Desde la boca del río Córdoba hasta Punta Comisario. Incluye isla Tierra Bomba, isla Barú, y el Archipiélago de Nuestra Señora del Rosario. Comprende territorio costero de los departamentos de Bolívar, Atlántico y Magdalena; agrupando los municipios de Santa Catalina, Cartagena D.T.C, Tubará, Puerto Colombia, Juan de Acosta, Barranquilla D.I.P y Ciénaga.

Es quizás una de las Unidades Ambientales Costeras más complejas, teniendo en cuenta la amplia variedad ecosistémica y la convergencia de importantes nodos de actividad comercial, turística e industrial; albergando además a dos de los más importantes puertos marítimos sobre el Mar Caribe.

MODELO DE ESTIMACIÓN DE INUNDACIÓN POR INCREMENTO EN LA TEMPERATURA GLOBAL									
UNIDAD AMBIENTAL COSTERA (UAC)		RÍO MAGDALENA							
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO - CENTRO POBLADO	COD. DANE	AREA URBANA DANE km2	AFECTACIÓN (ANM)			% AFECTACIÓN (ANM)		
				1.5°	2.0°	3.0°	1.5°	2.0°	3.0°
BILÍVAR	GALERAZAMBA	13673003	0.4598	0.2027	0.8249	1.3520	44%	179%	294%
	LOMA DE ARENA	13673005	0.5746	0.8076	2.1022	2.6106	141%	366%	454%
	PUEBLO NUEVO	13673006	0.1416	0.1416	0.1416	0.1416	100%	100%	100%
	PASACABALLOS	13001009	1.1469	0.7333	2.5767	2.8432	64%	225%	248%
	CARTAGENA	13001	61.3172	46.8840	63.4206	68.9266	76%	103%	112%
	LA BOQUILLA	13001008	2.3282	2.7206	2.7206	2.7206	117%	117%	117%
	MANZANILLO	13001029	0.1229	0.1406	0.2051	0.2051	114%	167%	167%
ATLÁNTICO	PLAYA MENDOZA	08832010	0.9698	0.2045	0.3063	0.3505	21%	32%	36%
	PUERTO COLOMBIA	08573	3.0772	0.7906	1.0313	1.4016	26%	34%	46%
	PUERTO SALGAR	08573002	1.3340	0.5174	0.6965	0.7213	39%	52%	54%
	SANTA VERÓNICA	08372004	2.4340	1.0071	1.4080	1.9810	41%	58%	81%
	SABANILLA	0573003	0.7181	0.0000	0.0000	0.0000	0%	0%	0%
	BARRANQUILLA	08001	81.5704	17.2900	44.1884	48.7895	21%	54%	60%
MAGDALENA	CIENAGA	47189000	7.7884	7.8036	13.1010	15.4730	100%	168%	199%

Tabla 12. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – UAC Río Magdalena.
(Fuente. Elaboración propia.)

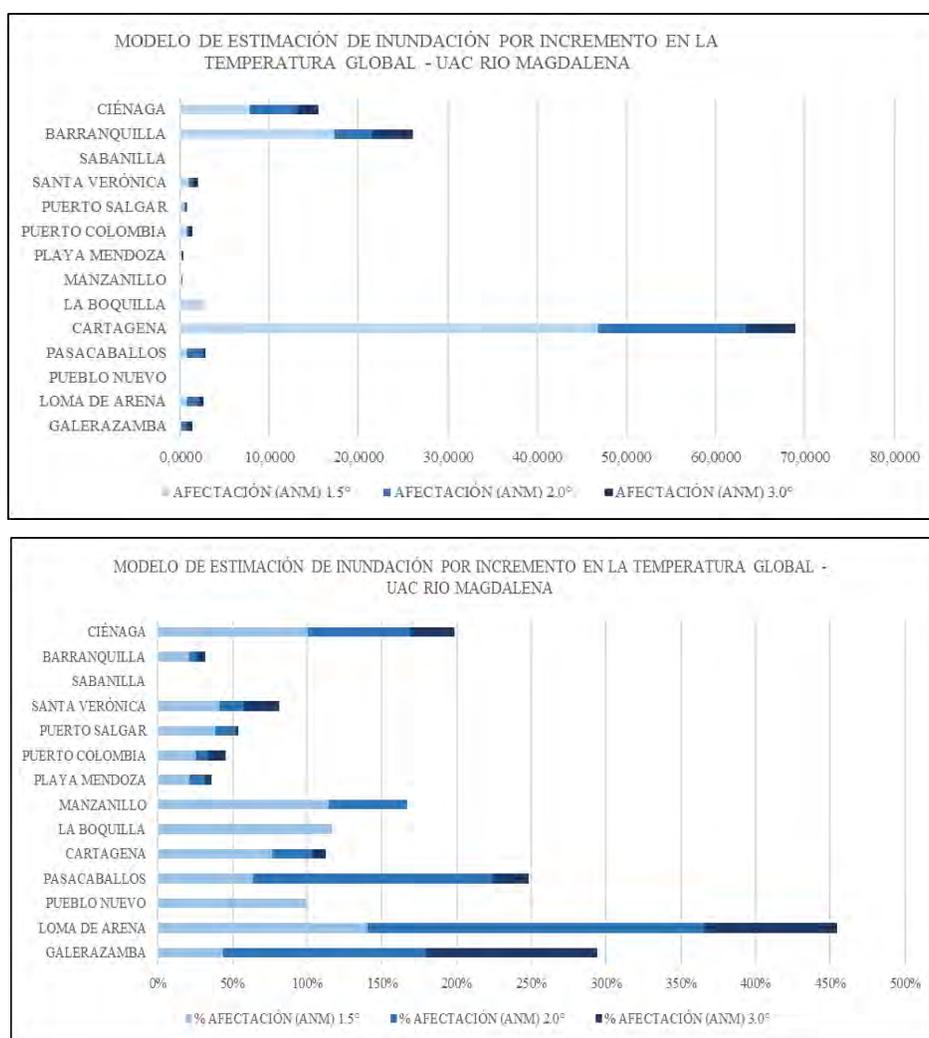


Figura 30. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – UAC Río Magdalena.
(Fuente. Elaboración propia.)

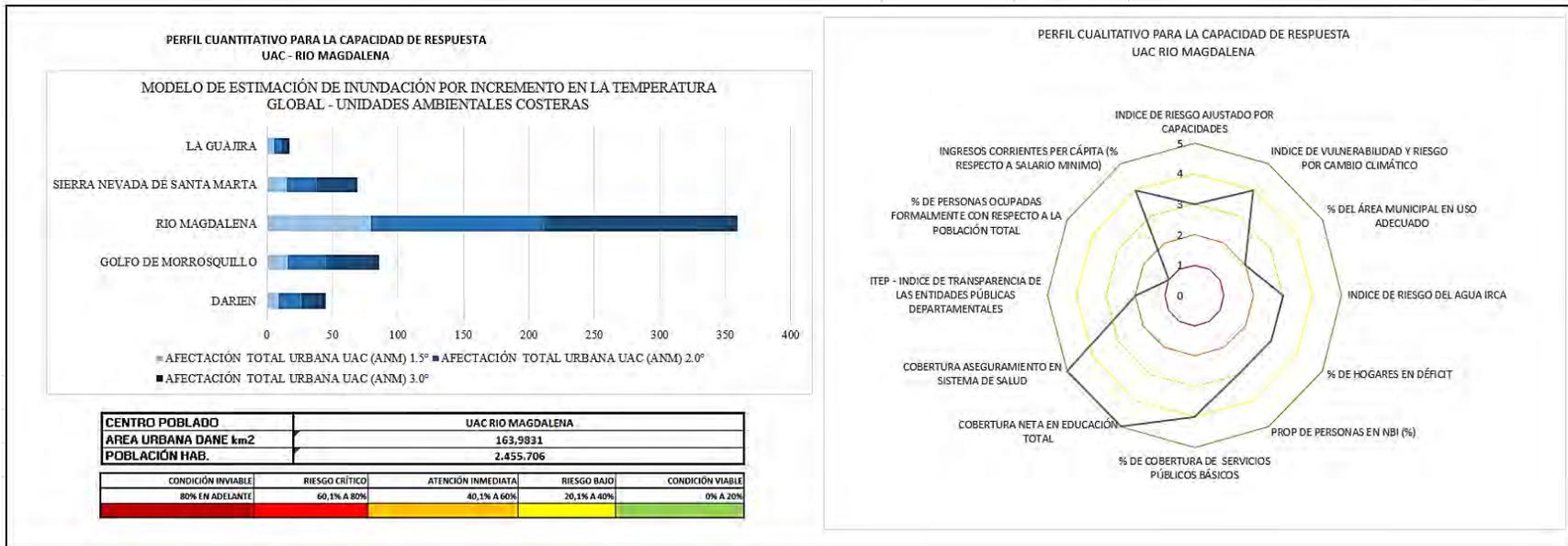


Figura 31. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – UAC Rio Magdalena. (Fuente. Elaboración propia.)

El modelo de estimación de inundación para la Unidad Ambiental Costera del Rio Magdalena, evidencia completa afectación del 36% del total de los centros poblados continentales de la UAC para un incremento en la temperatura global de 1.5°C. Con alto índice de erosión costera, los mayores riesgos de impacto a la infraestructura se dan lugar en el distrito de Cartagena y el municipio de Pasacaballos, expreso en la afectación al parque industrial y zona franca de Cartagena, en el que se incluye por supuesto la refinería de Cartagena REFICAR; además del compromiso del sistema de pistas y área maniobras del aeropuerto internacional Rafael Núñez de la ciudad de Cartagena. En materia de afectación ecosistémica, la desaparición total de la línea de costa actual y la salinización del acuífero Ciénaga de Tesca, además del incremento en el riesgo de reflujos sanitarios por aumento en las presiones sobre el emisor marítimo, darían cuenta de uno de los mayores detrimentos a la infraestructura de oferta turística.

Por último, dada la ubicación del centro amurallado e inmuebles de carácter patrimonial, quizás el impacto de mayor relevancia se encuentra en la inundación progresiva del centro histórico de Cartagena.

Para el distrito de Barranquilla y el municipio de Ciénaga, un incremento en la temperatura global de 1.5°C, representaría graves daños a importantes complejos ecosistémicos, como el complejo lagunar parque Isla Salamanca, Ciénaga de Mallorquín y la Ciénaga Grande de Santa Marta, en los que el nivel de acidificación de las aguas se incrementaría exponencialmente. En cuanto a afectación de infraestructura, el Distrito de Barranquilla refleja mayor afectación sobre la franja ribereña de la vía 40 y el entorno de la Ciénaga de Mallorquín.

El perfil cualitativo de la UAC Rio Magdalena, presenta dos escenarios particularmente opuestos, por una parte, las dimensiones ambiental y económica con el 64% y el 79% respectivamente, con valoraciones entre los rangos de atención inmediata y condición inviable, lo que a toda costa representa condiciones críticas ante la capacidad de respuesta, en un territorio ampliamente sensible por su vocación turística y portuaria, en el que se mantiene constante interacción de los servicios ecosistémicos e infraestructurales.

Por otra parte, la dimensión social exhibe un 64% de la muestra con indicadores en rangos de riesgo bajo y condición viable, una de las valoraciones más altas de todas las Unidades Ambientales Costeras, ello podría traducirse en procesos de investigación y estructuración de sistemas de gestión del riesgo más flexibles, diversos y robustos, en sociedades con mayor nivel de capacitación y mejores niveles de vida, capaces de ofrecer mejor y mayor nivel de respuesta ante la crisis.

6.6. Unidad Ambiental Costera de la Vertiente Norte de La Sierra Nevada de Santa Marta

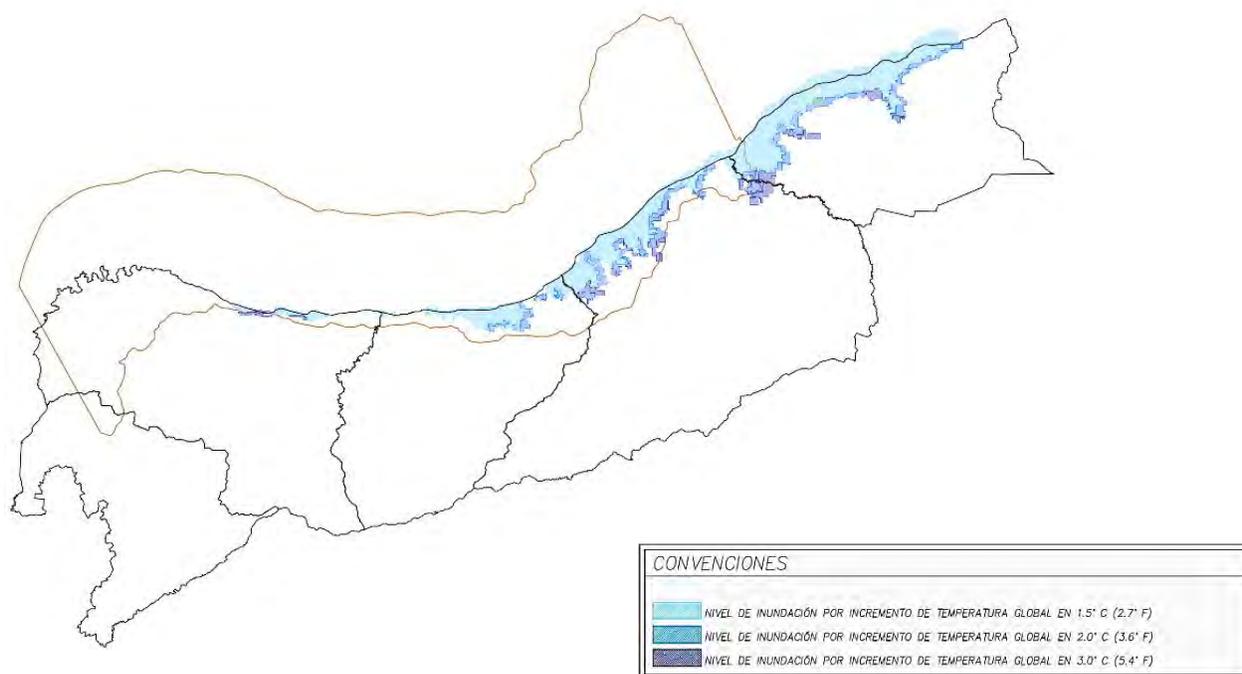


Figura 32. Modelo de inundación por incremento en la temperatura global – UAC VNSNSM. (Fuente. Elaboración propia a partir de overlays con información de Surgin Seas – Google Eart – AutoCad)

Corresponde a una extensión de 5.569.14 km², de los cuales 962.66 km² corresponden al área continental; limitando al Nor-orienté con el municipio de Manaure en la planicie de la península de La Guajira (11° 49' 25.2" Latitud norte y 73°0' 47".3" Longitud oeste) y al surorienté con el Municipio de Ciénaga y la Ciénaga Grande de Santa Marta en el departamento del Magdalena (11° 1'59.5" latitud norte y 74°14'43 .3" longitud oeste).

Comprende territorio costero de los departamentos de Magdalena y La Guajira; agrupando los municipios de Santa Marta D.T.P, Riohacha y Dibulla.

MODELO DE ESTIMACIÓN DE INUNDACIÓN POR INCREMENTO EN LA TEMPERATURA GLOBAL									
UNIDAD AMBIENTAL COSTERA (UAC)		VERTIENTE NORTE DE LA SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA							
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO - CENTRO POBLADO	COD. DANE	AREA URBANA DANE km2	AFECTACIÓN (ANM)			% AFECTACIÓN (ANM)		
				1,5°	2,0°	3,0°	1,5°	2,0°	3,0°
MAGDALENA	SANTA MARTA	47001	33.245	6.4981	9.4205	11.4757	20%	28%	35%
	BURITACA	47001011	0.1912	0.1431	0.1959	0.1959	75%	102%	102%
	TAGANGA	47001010	0.7368	0.3783	0.3864	0.4630	51%	52%	63%
LA GUAJIRA	RIOHACHA	44001	13.1128	6.1319	10.8683	16.5579	47%	83%	126%
	DIBULLA	44090	0.9147	0.8983	1.0259	1.2541	98%	112%	137%
	LA PUNTA DE LOS REMEDIOS	44090001	0.2439	0.2439	0.2439	0.2439	100%	100%	100%
	PALOMINO	44090004	0.5298	0.0000	0.0530	0.0795	0%	10%	15%
	CAMARONES	44001003	0.4390	0.4873	0.6408	0.8560	111%	146%	195%

Tabla 13. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – UAC Sierra Nevada de Santa Marta. (Fuente. Elaboración propia.)

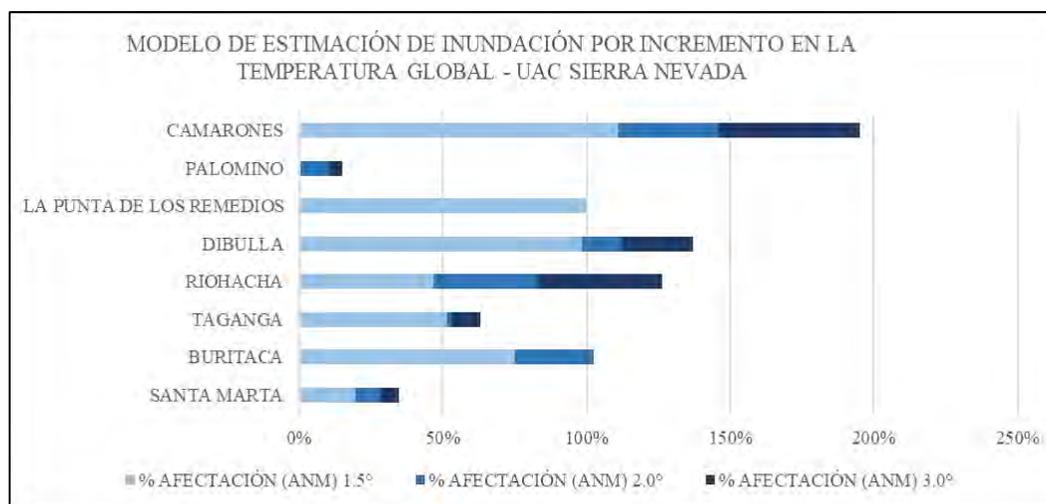
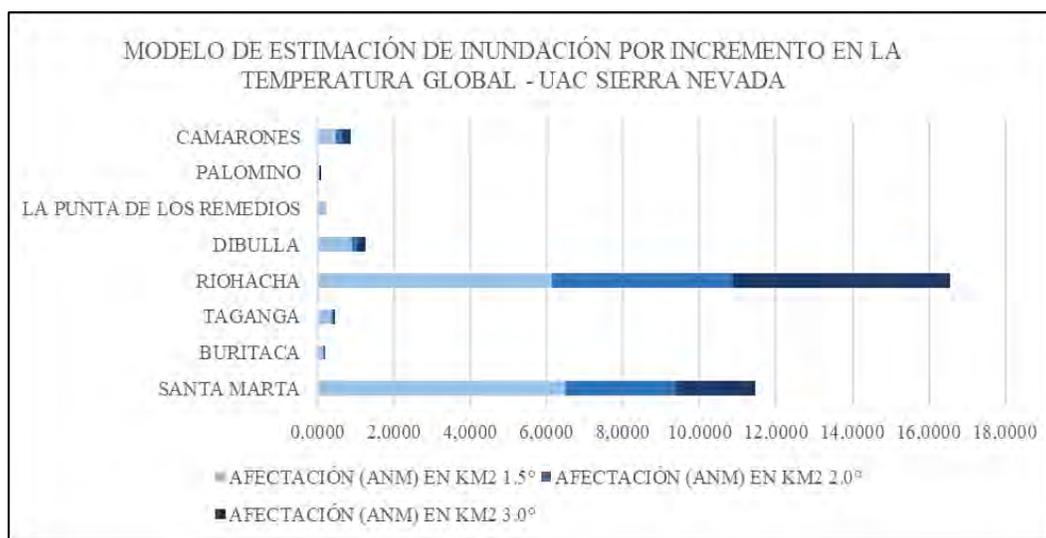


Figura 33. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – UAC Sierra Nevada de Santa Marta. (Fuente. Elaboración propia.)

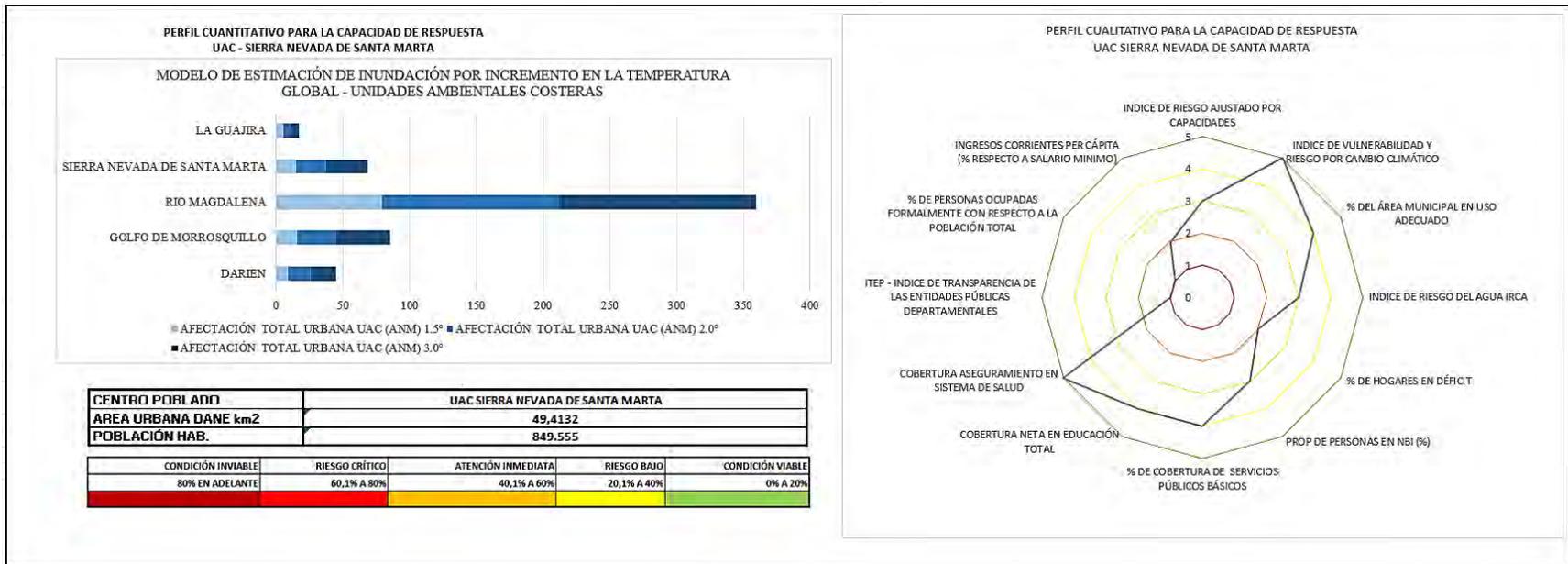


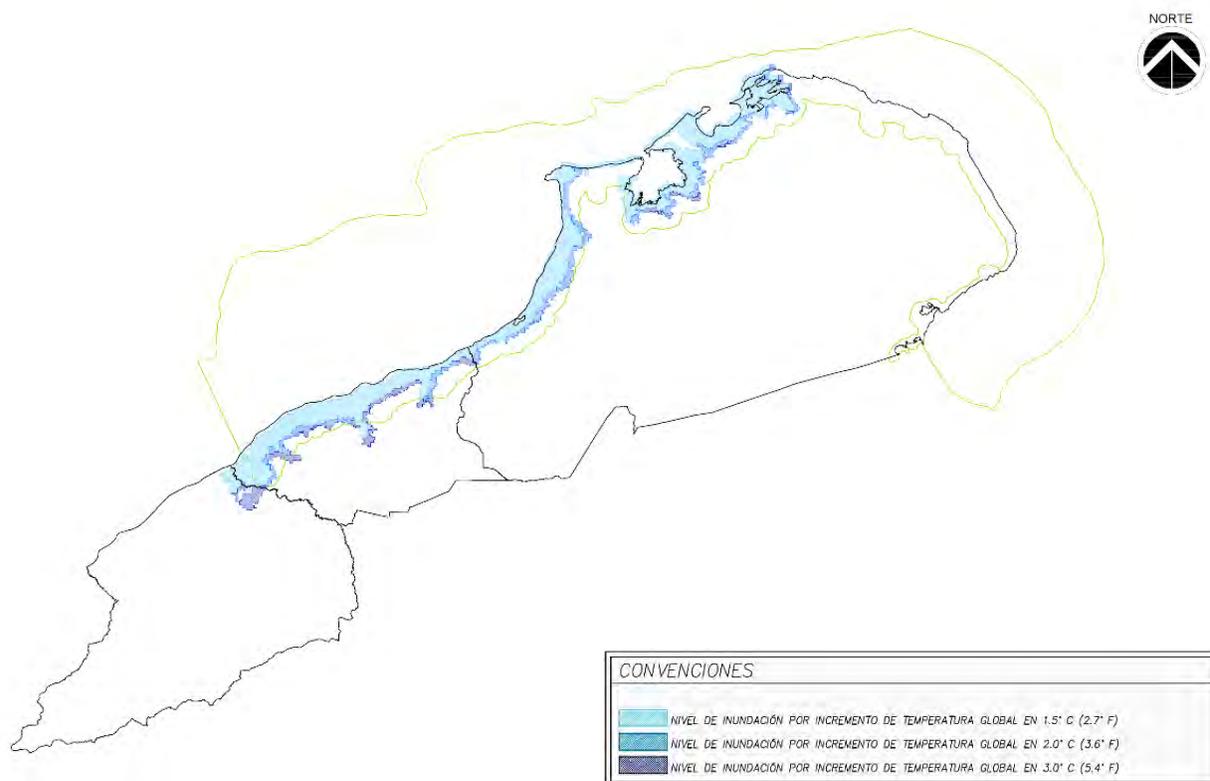
Figura 34. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – UAC Sierra Nevada de Santa Marta. (Fuente. Elaboración propia.)

La UAC Vertiente Norte de la Sierra Nevada de Santa Marta (VNSNSM), presenta impactos relativamente parecidos a los evidenciados en la UAC Rio Magdalena en materia de infraestructura afectada, expreso en el compromiso parcial del Aeropuerto Internacional Simón Bolívar, Centro de Acopio de Hidrocarburos de Pozos Colorados, Puerto y zona franca de Santa Marta. Al igual que de Cartagena, la UAC VNSNSM, presenta fuerte afectación por inmersión y desaparición de una amplia franja de playas destinadas a la industria turística, con efectos colaterales en la infraestructura de soporte a la misma. Si bien, la totalidad de la franja costera presenta tendencia a la erosión, el impacto es relativamente bajo, a consecuencia de la baja influencia antropogénica sobre esta sección del litoral caribe.

Pese a que el polígono urbano la ciudad de Riohacha en el departamento de la Guajira, se encuentra en promedio a menos de cien metros de la línea de borde marino u orilla, presenta baja afectación en un escenario de incremento de 1.5°C en la temperatura global; sin embargo, el riesgo combinado de erosión costera y aumento en el nivel del mar, puede representar alto riesgo de afectación.

El perfil cualitativo refleja condiciones favorables en la dimensión ambiental, mostrando un 58% de la muestra evaluada con indicadores en situación de riesgo bajo y condición viable, además de presentar el 0% de la muestra en condición inviable; el caso opuesto se observa en la dimensión económica, en el que el 83% de la muestra presenta valoración entre los rangos de condición inviable y riesgo crítico. Lo anterior refleja un sistema potencialmente capaz de absorber impactos desde la dimensión ambiental, en el que la gestión de los recursos permite mejores condiciones para el trámite de la crisis y su posterior recuperación; no obstante, la gestión de los recursos desde la dimensión económica, no ofrecen sustento a cualquier iniciativa de gestión del riesgo, lo que sumado a niveles críticos de robustez del componente social, sin duda terminan por debilitar cualquier otra fortaleza del sistema para hacer frente a la crisis.

6.7. Unidad Ambiental Costera de la Alta Guajira



*Figura 35. Modelo de inundación por incremento en la temperatura global – UAC La Guajira.
(Fuente .Elaboración propia a partir de overlays con información de Surgin Seas – Google Eart – AutoCad)*

Corresponde a una extensión de 9.780.76 km², de los cuales 1.369 km² corresponden al área continental; localizada en el extremo nor-occidental del continente americano, en la costa Caribe colombiana, se extiende desde Castilletes (frontera con Venezuela) hasta la boca del río Ranchería en el departamento de La Guajira. Cubriendo los municipios de Manaure y Uribia.

MODELO DE ESTIMACIÓN DE INUNDACIÓN POR INCREMENTO EN LA TEMPERATURA GLOBAL									
UNIDAD AMBIENTAL COSTERA (UAC)		LA GUAJIRA							
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO - CENTRO POBLADO	COD. DANE	AREA URBANA DANE km2	AFECTACIÓN (ANM)			% AFECTACIÓN (ANM)		
				1.5°	2.0°	3.0°	1.5°	2.0°	3.0°
LA GUAJIRA	CABO DE LA VELA	44847003	0.2353	0.3761	0.3761	0.3761	160%	160%	160%
	URIBIA	44847	3,7861	0.0000	0.0000	0.0000	0%	0%	0%
	MANAURE	44560	4,0805	4.8999	5.3854	5.8715	120%	132%	144%

Tabla 14. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – UAC La Guajira. (Fuente. Elaboración propia.)

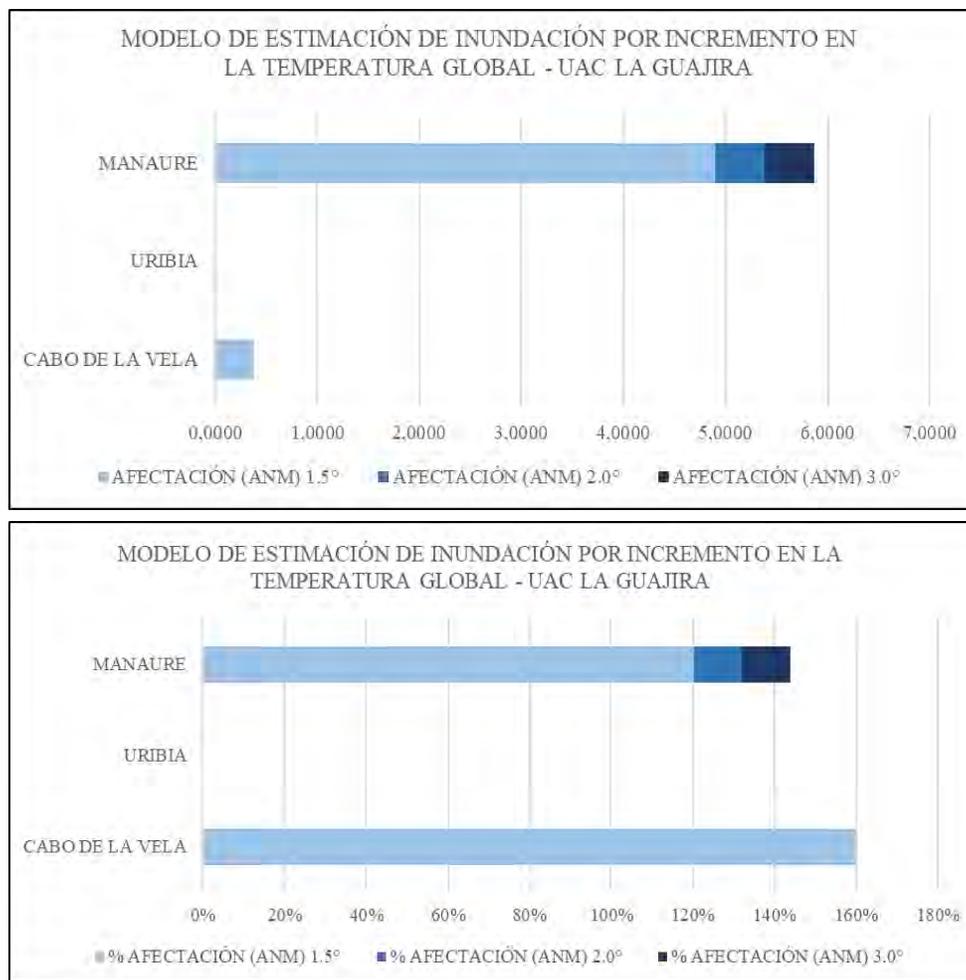


Figura 36. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – UAC La Guajira. (Fuente. Elaboración propia.)

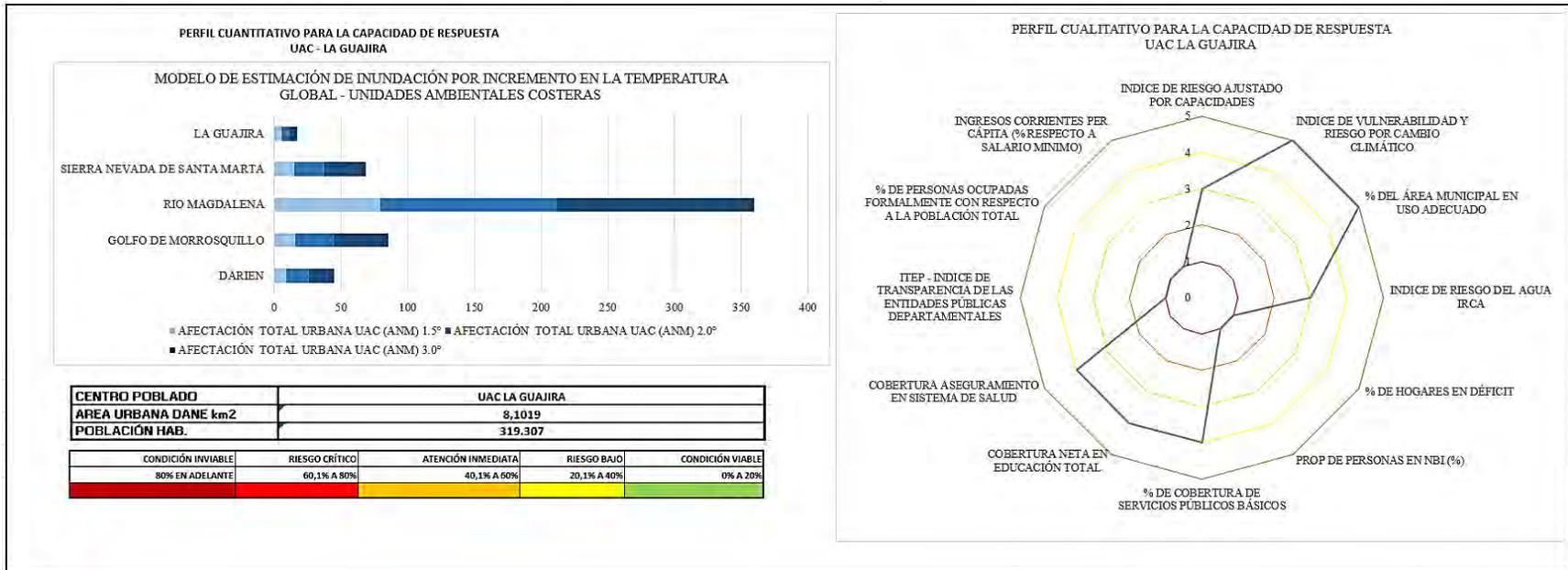


Figura 37. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – UAC La Guajira. (Fuente. Elaboración propia.)

El borde costero del departamento de La Guajira, ha sido uno de los de menor intervención antropogénica, dada las condiciones socio – culturales y ambientales del territorio. Los municipios costeros de Uribia y Manaure, han basado su crecimiento y desarrollo en la explotación del carbón y la sal, además de la pesca. Son municipios ligados al mar, por lo que se han edificado estratégicamente a partir de la línea de costa; de ahí el alto porcentaje de afectación de área urbanizada para un escenario incremento de 1.5°C en la temperatura global. En cuanto a infraestructura de alto impacto económico, puede identificarse el grave riesgo de inundación al que se ve expuesto el puerto carbonero de Puerto Bolívar en el municipio Uribia, impactando de igual manera la Central de Distribución del Gaseoducto Transoceánico.

El perfil cuantitativo de la UAC La Guajira, presenta dos escenarios opuestos, por una parte, la dimensión ambiental con la mejor valoración de las cinco UAC, la cual presenta el 73% de la muestra con indicadores en condición viable y, por otra parte, la dimensión económica con la valoración más baja de todas las Unidades Ambientales costeras, exhibiendo un 100% de la muestra con indicadores en rangos de riesgo alto y condición inviable. La UAC de la Guajira, presenta la menor intervención antropogénica, de ahí que la valoración de la gestión ambiental sea favorable; sin embargo, la gestión de las dimensiones social y económica reflejan escenarios críticos ante la respuesta a cualquier riesgo, con ausencia de valores positivos en la accesibilidad y manejo de recursos económicos que sustenten cualquier mecanismo de respuesta ante la amenaza y valores crudamente exiguos en el componente social, lo que ciertamente hace inflexible y frágil cualquier respuesta metódica de gestión del riesgo.

Capítulo 5

7. Conclusiones y recomendaciones

Este informe de investigación ha tenido como finalidad implementar una metodología para la valoración de la resiliencia urbana en ciudades de la costa caribe de Colombia, a partir de la conjunción de información para la determinación y estimación del riesgo, y sistemas de indicadores de medición para la gestión del mismo; en el escenario de afectaciones por el aumento en el nivel del mar proyectado en tres niveles diferentes. Con el fin de ilustrar los indicadores escogidos, fue necesario agruparlos en tres dimensiones de acuerdo a criterios de pertinencia y afinidad, y posteriormente, dada la diferencia en la medición y el formato de los resultados, debieron normalizarse a través de una escala de valoración propuesta entre los rangos de condición inviable y condición viable (ver capítulo de metodología), lo que permitiría la evaluación del estado de cada uno de los componentes de cada dimensión y así determinar la estimación de la capacidad de respuesta y consecuentemente el nivel de resiliencia del sistema urbano.

A partir de la implementación metodología para la valoración de resiliencia urbana al aumento en el nivel del mar, es posible concluir, en primer lugar, que el total de los municipios y centros poblados del litoral caribe colombiano presentan valores poco favorables de respuesta al impacto por el aumento en el nivel del mar, y en consecuencia un bajo nivel de resiliencia la mismo, todo ello si se tiene en cuenta que el 77% de los indicadores analizados presentan valoraciones con algún tipo de riesgo, de los cuales solo el 20% tiene valoración de riesgo bajo; siendo los indicadores de la dimensiones social y económica las de mayor valoración negativa.

Aunque la fundación y consolidación de éstos centros poblados y municipios se ha gestado a partir de la relación directa con el mar, los procesos de gestión y regulación urbana han fracasado, traduciéndose en el incremento de la exposición y vulnerabilidad a fenómenos derivados del cambio climático. Así, el presente estudio a través de un ejercicio de proyección y dimensión del impacto obtenido con métodos de inducción al riesgo, identificó que cerca del 36% de los municipios y centros ubicados en litoral caribe colombiano presentarán afectaciones producto del Aumento en el Nivel del Mar (ANM), generando condiciones de riesgo crítico, con escenarios de inhabitabilidad de los territorios por inundaciones prolongadas en un área superior al 80% del casco urbano; además de un 16% con requerimientos de acciones inmediatas, para un

incremento en la temperatura global del 1.5°C (escenario conservador). Es relevante anotar que con un incremento de 0.5°C adicionales, los niveles de afectación pueden llegar a duplicarse.

La superpoblación y extrema densificación de amplias franjas de la línea costera, hacen verdaderamente crítico el futuro de las ciudades más importantes del Caribe colombiano. Éste informe investigativo revela que cerca del 52% del total de la población hoy localizada en el área de estudio (4'200.678 habitantes aproximadamente) tendrá graves afectaciones por Aumento en el Nivel del Mar (ANM) en el escenario de un incremento en 1.5°C en el calentamiento global, lo que representaría 1'184.353 habitantes potencialmente afectados; número que se ampliaría a 3'024.488 habitantes para un aumento en la temperatura global de 2.0°C, habitantes que consecuentemente entrarían a engrosar las listas de potenciales desplazados, teniendo presente que cerca del 80% de la población afectada está radicada en centros urbanos, en tanto que el 20% restante se encuentra disperso en veredas y corregimientos impactados sobre el borde costero. Esta superpoblación ha originado fuertes presiones sobre los ecosistemas costeros (humedales costeros, marismas, bosques de manglar y terrenos costeros de inundación periódica) confinándolos y reduciéndolos progresivamente, con lo que la infraestructura verde nativa de los terrenos sobre el borde costero se ha visto debilitada y por tanto la función de amortiguación a los fenómenos hidrometeorológicos, además de los servicios ecosistémicos marinos.

Pese al entero conocimiento de las importantes prestaciones que en materia de servicios ecosistémicos ofrece la llamada infraestructura verde a las ciudades, los principales asentamientos del Litoral Caribe de Colombia a través del desarrollo inmobiliario han construido una férrea barrera para los ecosistemas del litoral, de ahí que extensos complejos lagunares y grandes manglares han sido desaparecidos progresivamente; este acelerado crecimiento inmobiliario se ha acompañado de fenómenos como el desplazamiento interno, que ha llevado a grandes masas poblacionales a asentarse en zonas de alto riesgo, incrementando el margen de exposición y consecuentemente vulnerabilidad.

Es necesario acometer estrategias de adaptación autónoma y adaptación planeada como respuesta a la vulnerabilidad de la zona costera colombiana al ANM, sin embargo, debido al alto impacto antropogénico y la consecuente reducción de la capacidad natural de resiliencia y resistencia de los sistemas, sólo la adaptación planeada sería una ruta viable. Las medidas a acometer deben inicialmente propender por reducir la interferencia antrópica en la dinámica natural, minimizando el uso inadecuado de la tierra; por otro lado, fortalecer las políticas de

gestión del territorio, promoviendo regulaciones “cero tolerantes” ante la ocupación inapropiada de áreas de amortiguación y de servicios ecosistémicos marinos, reduciendo la intromisión en los procesos naturales y autónomos de adaptación y recuperación. Debe considerarse probable emprender estrategias más radicales; debe contemplarse como alternativa el traslado y acomodación progresivo hacia el continente de la población con amenaza latente, restringiendo los futuros desarrollos en áreas con comprobación de amenazas.

Si bien los costos económicos y administrativos de implementar políticas de planificación sobre proyecciones de cambio climático han resultado particularmente altos, los costos de atención a desastres son mucho mayores. De ahí que una excelente estrategia será propender por estudio de modelos de mitigación y adaptación a los fenómenos hidrometeorológicos (Holanda, New Orleans, Venecia y el mismo Golfo de México, por ejemplo), que han dado luces acerca de la posibilidad de potenciar los comportamientos culturalmente adaptativos de algunas poblaciones, fortaleciendo la dinámica de habitación simbiótica presentes en algunas poblaciones del litoral caribe colombiano, mejorada con estrictas políticas del uso del suelo, tipologías constructivas menos invasivas, además de la regulación de áreas protegidas y, sin duda, el incentivo para programas de investigación robustos y multidisciplinarios que sustenten la toma de decisiones.

8. ANEXOS

UAC DARIEN

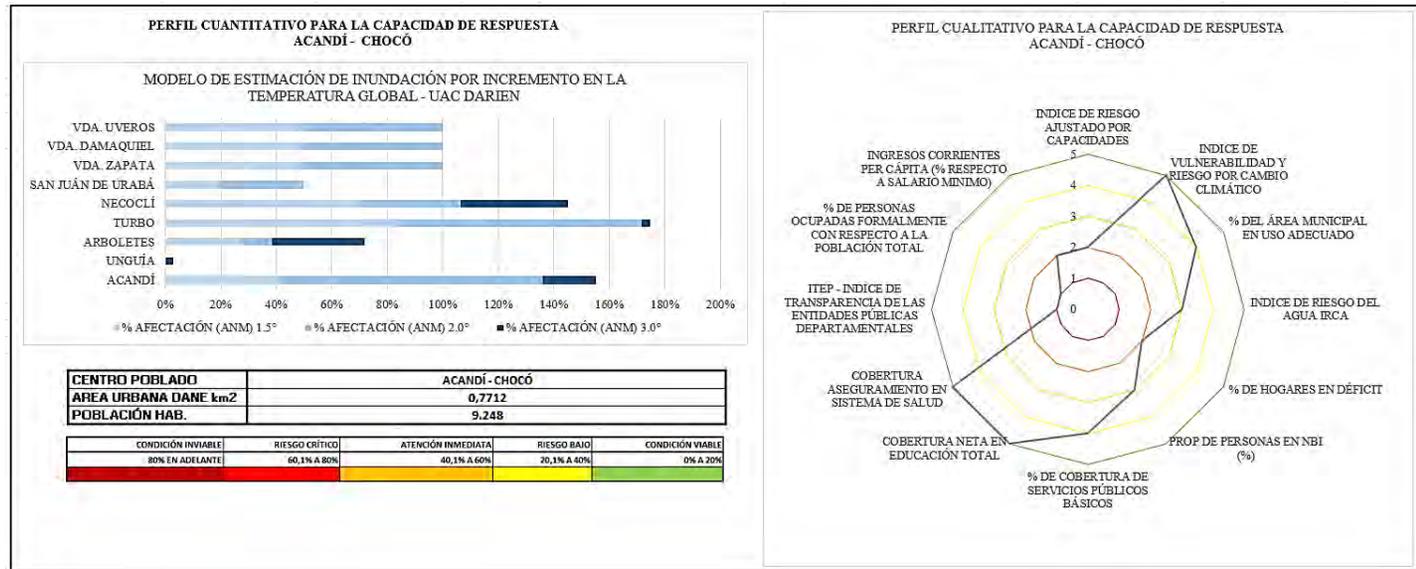


Figura 38. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Acandí Chocó. (Fuente. Elaboración propia.)

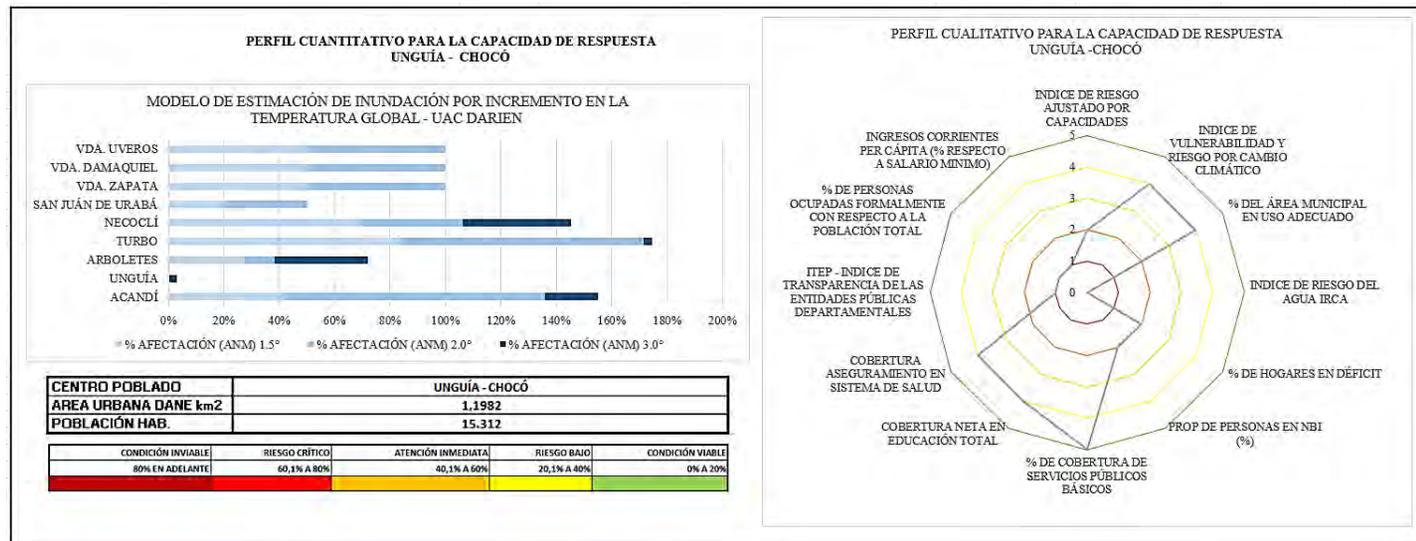


Figura 39. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Unguía Chocó. (Fuente. Elaboración propia.)

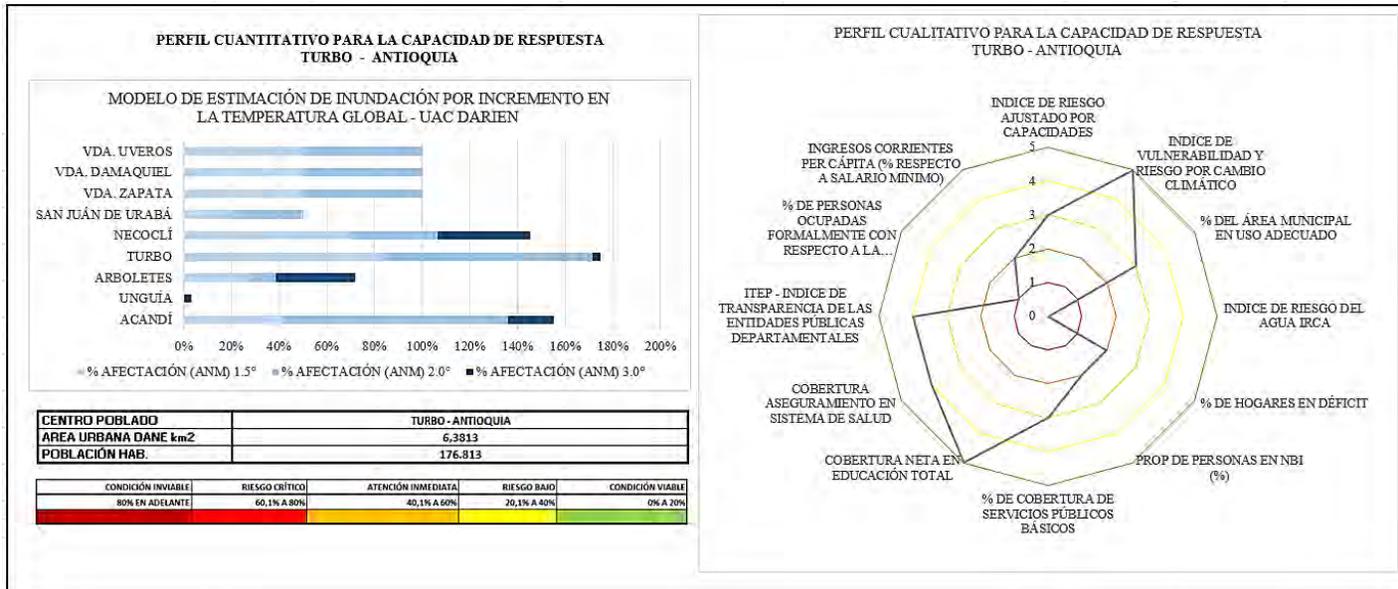


Figura 40. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Turbo, Antioquia. (Fuente. Elaboración propia.)

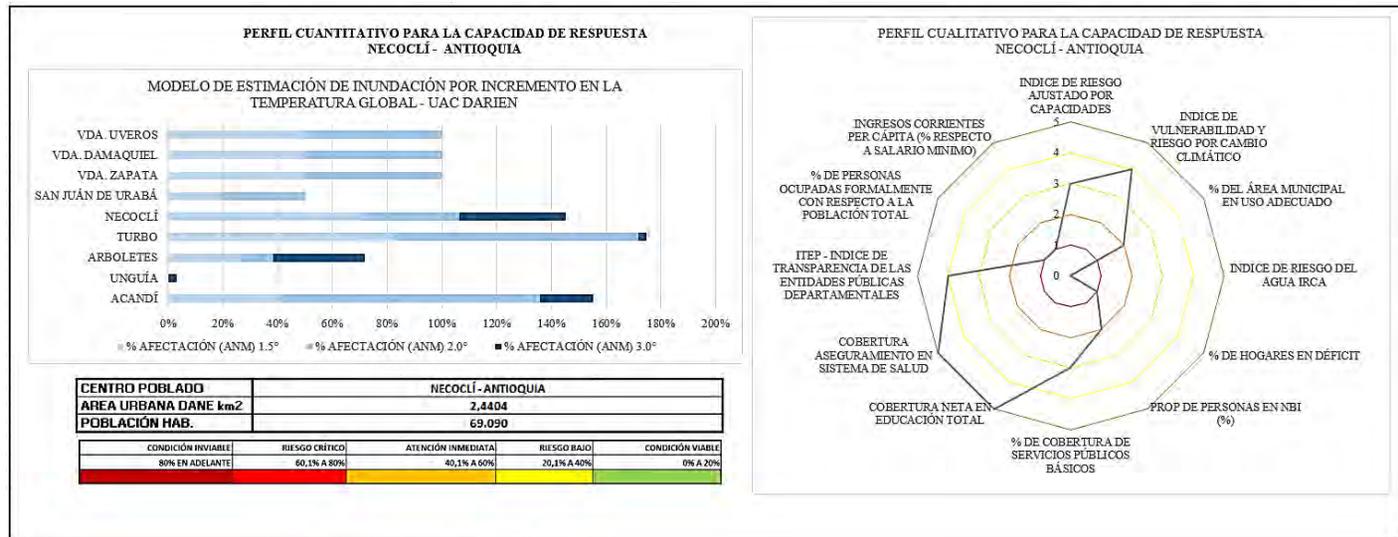


Figura 41. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Necoclí, Antioquia. (Fuente. Elaboración propia.)

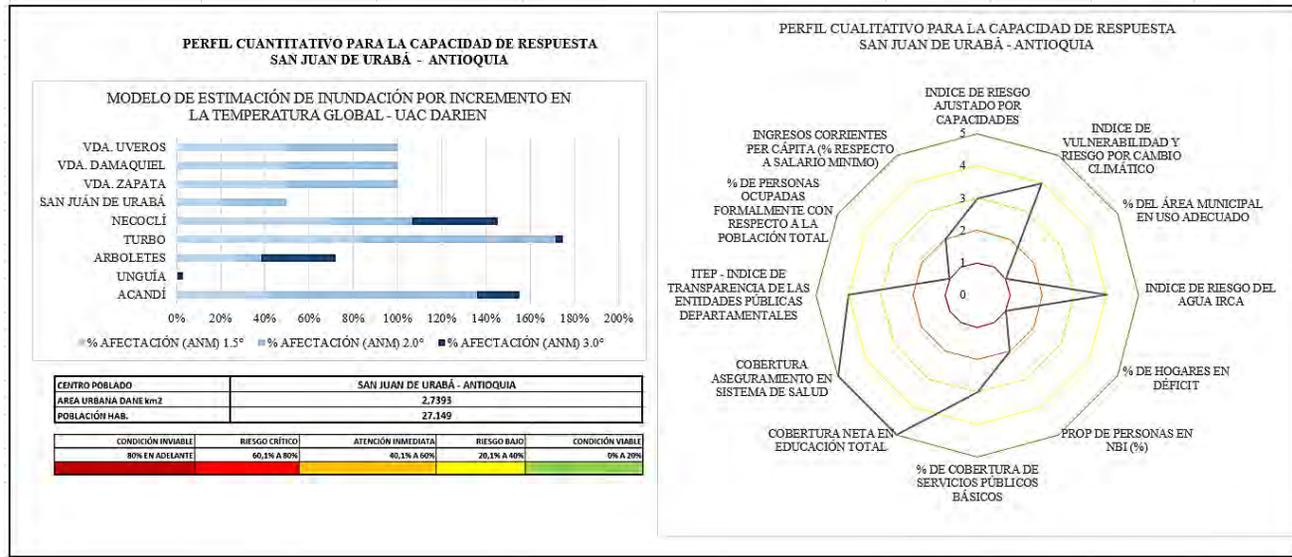


Figura 42. . Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – San Juan de Urabá, Antioquia. (Fuente. Elaboración propia.)

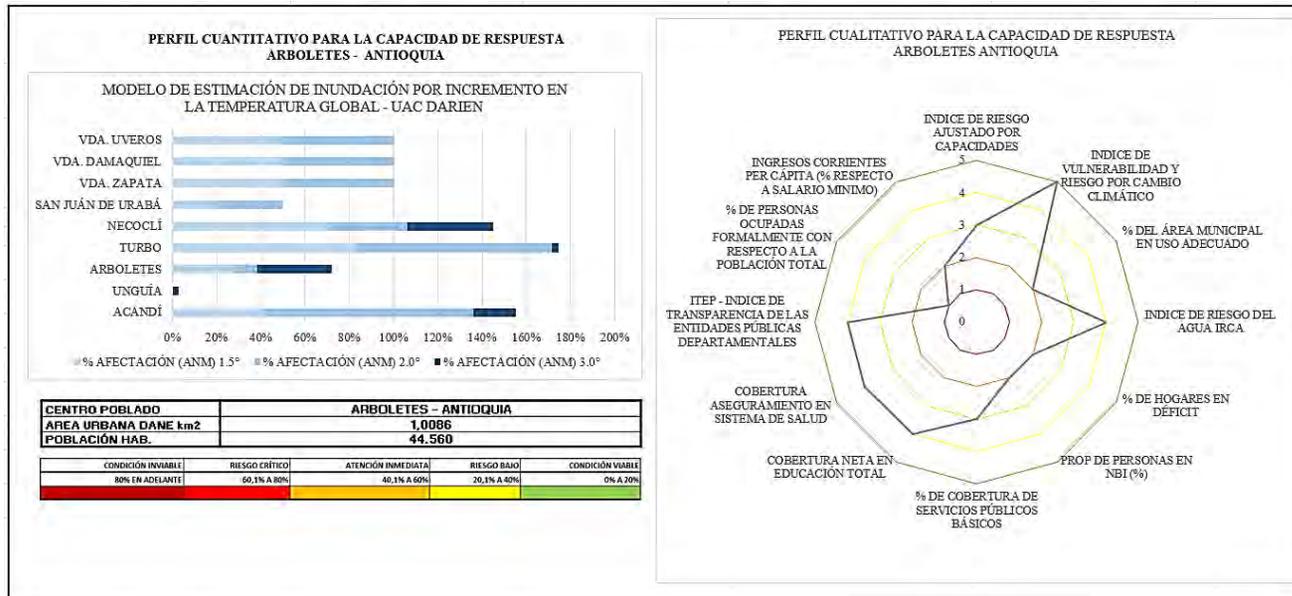


Figura 43. . Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Arboletes, Antioquia. (Fuente. Elaboración propia.)

UAC GOLFO DE MORROSQUILLO

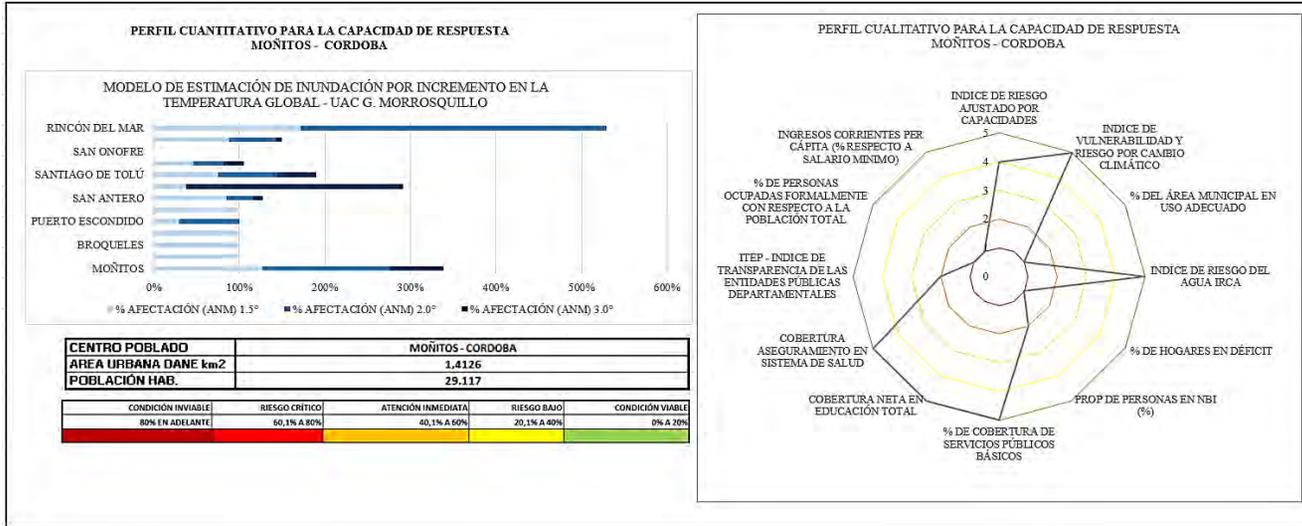


Figura 44. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Moñitos, Córdoba. (Fuente. Elaboración propia.)

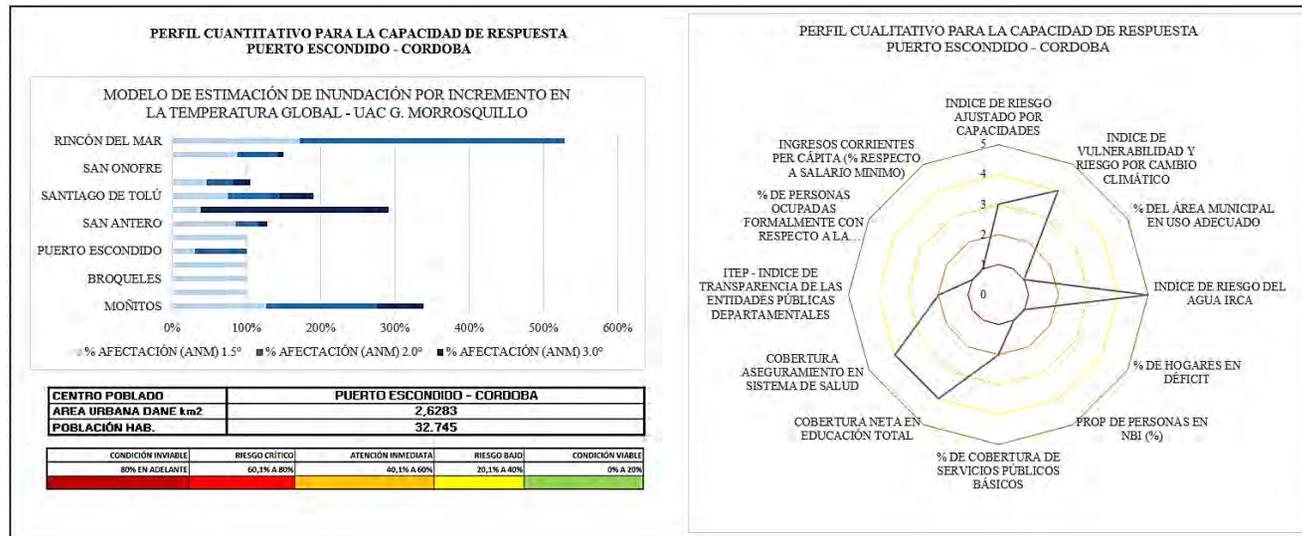


Figura 45. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Puerto Escondido, Córdoba. (Fuente. Elaboración propia.)

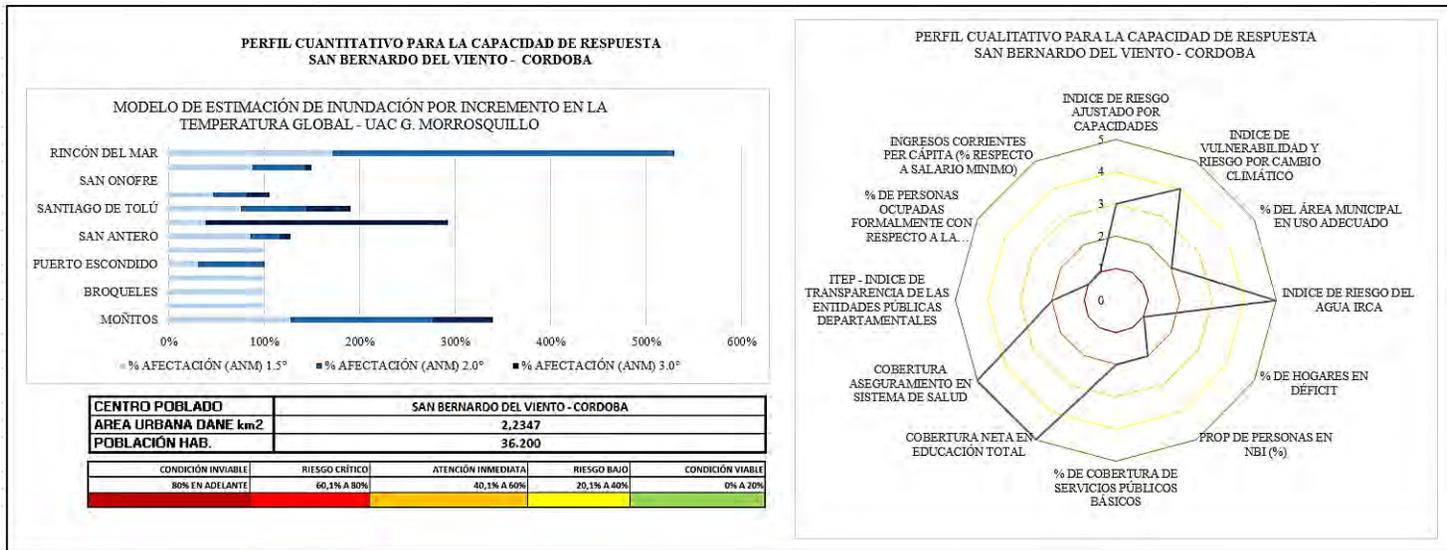


Figura 46. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – San Bernardo del Viento, Córdoba. (Fuente. Elaboración propia.)

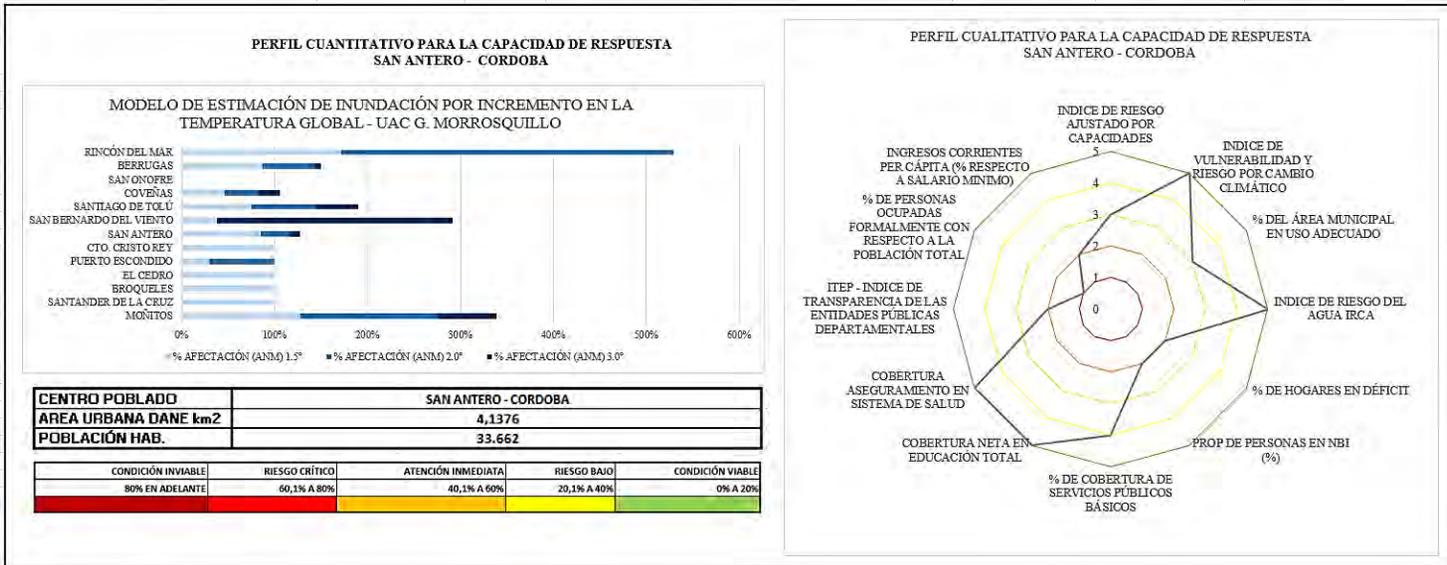


Figura 47. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – San Antero, Córdoba. (Fuente. Elaboración propia.)

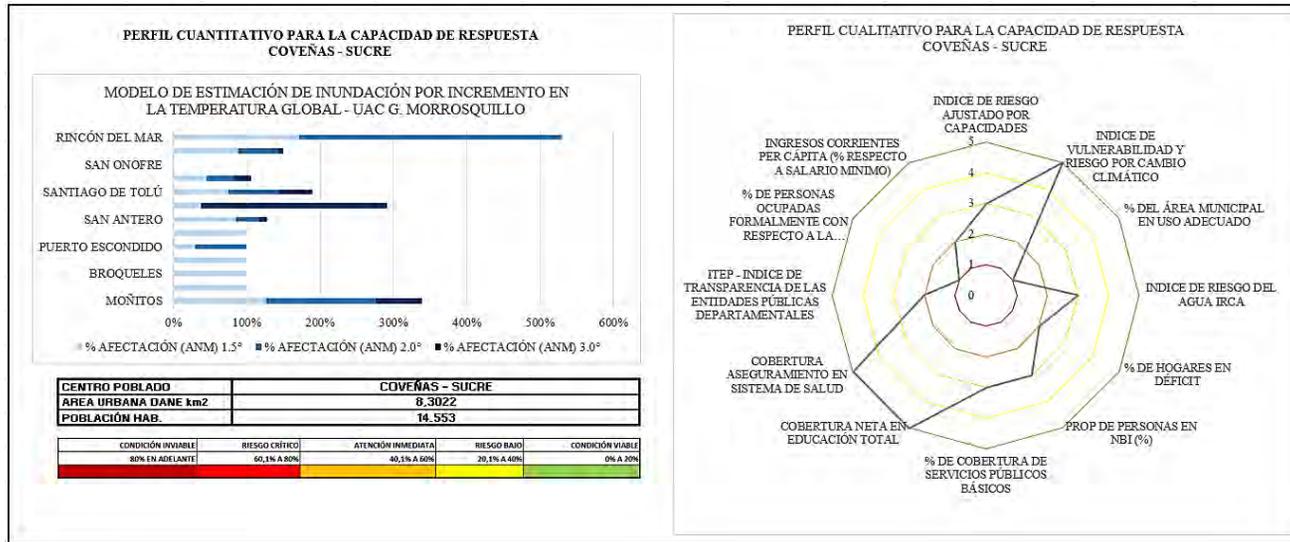


Figura 48. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Coveñas, Sucre. (Fuente. Elaboración propia.)

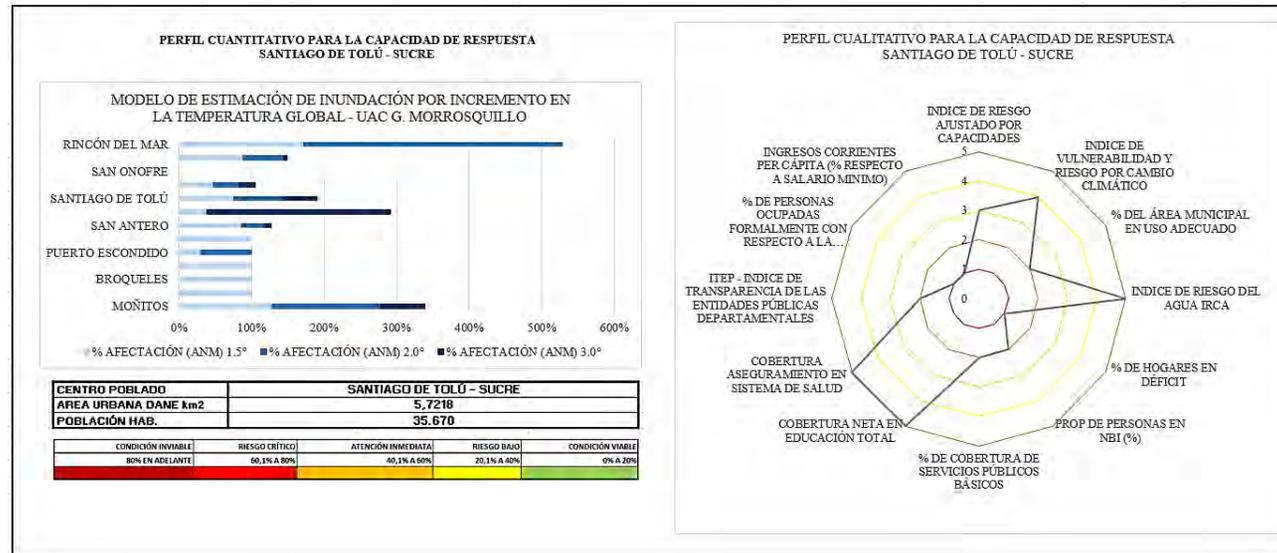


Figura 49. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Santiago de Tolú, Sucre. (Fuente. Elaboración propia.)

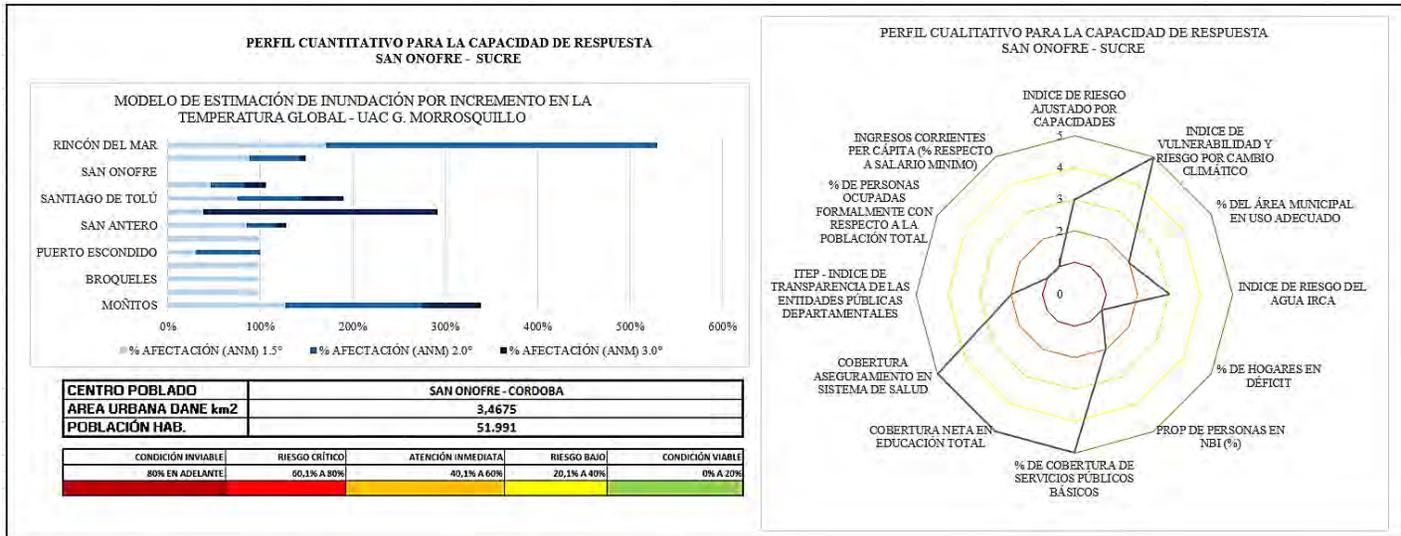


Figura 50. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – San Onofre, Sucre. (Fuente. Elaboración propia.)

UAC RIO MAGDALENA

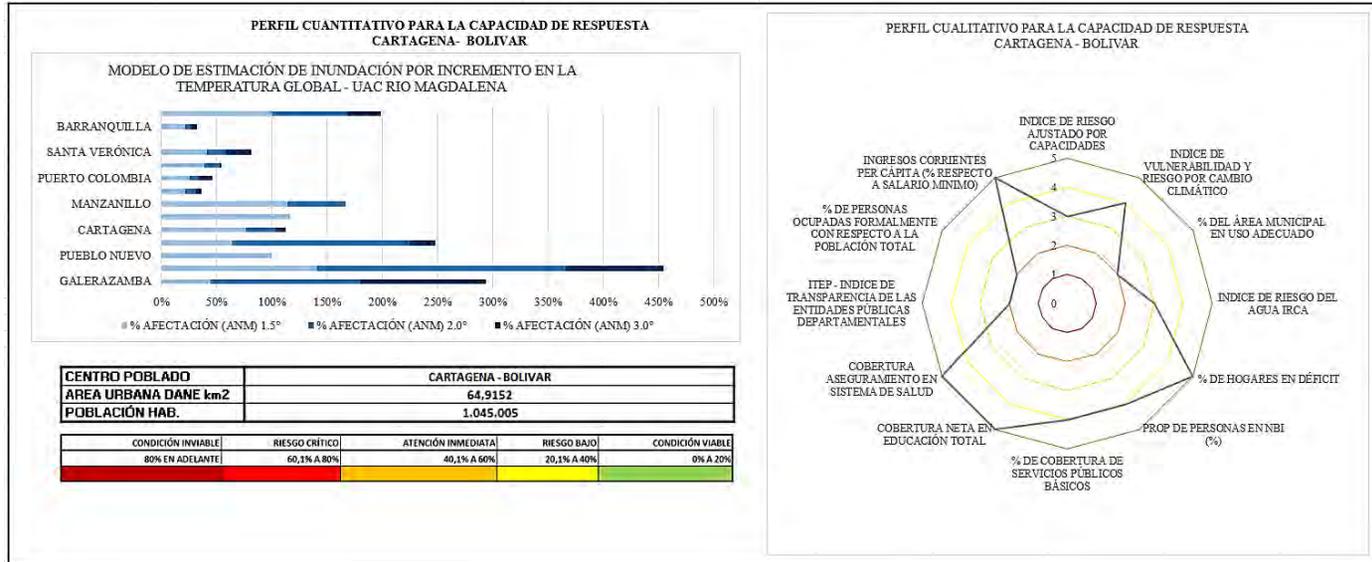


Figura 51. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Cartagena, Bolívar. (Fuente. Elaboración propia.)

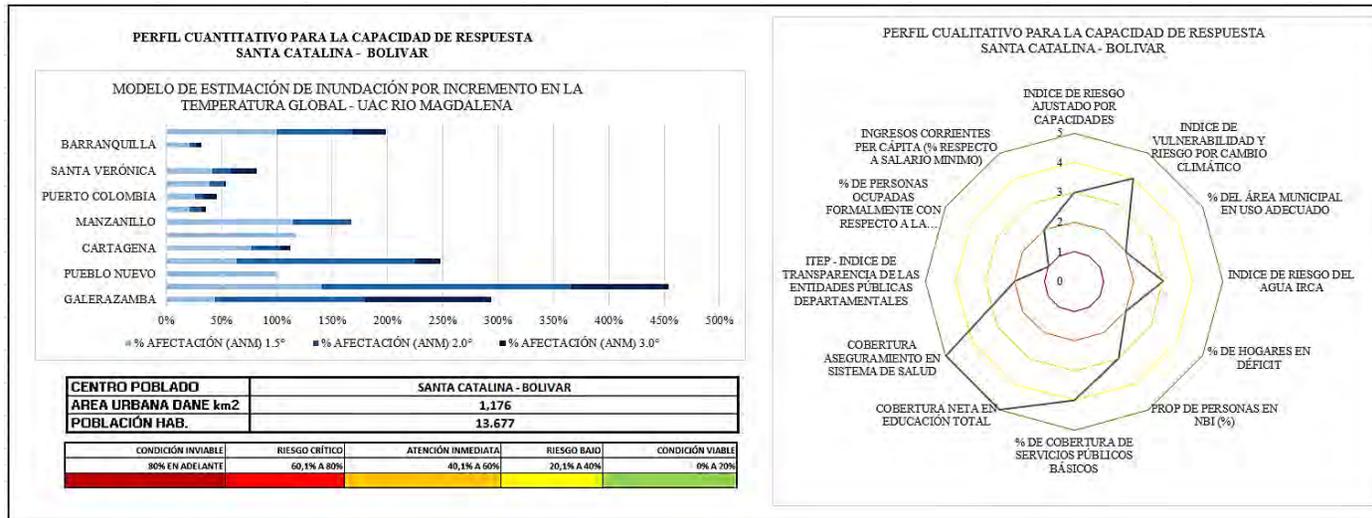


Figura 52. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Santa Catalina, Bolívar. (Fuente. Elaboración propia.)

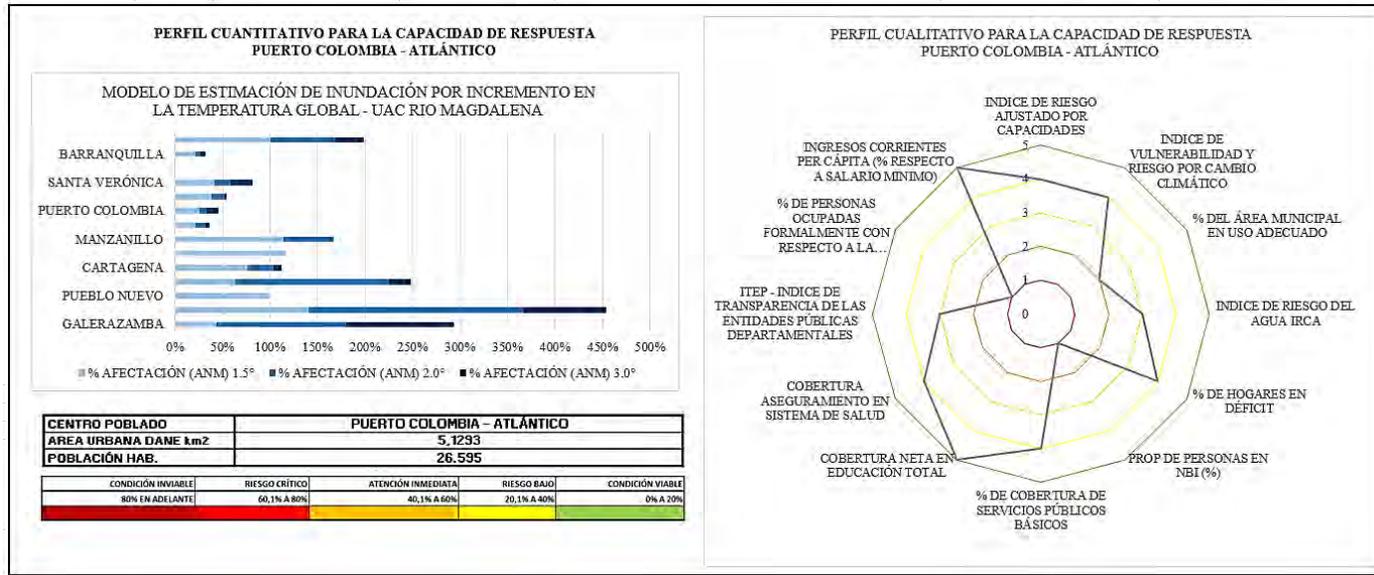


Figura 53. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Puerto Colombia, Atlántico. (Fuente. Elaboración propia.)

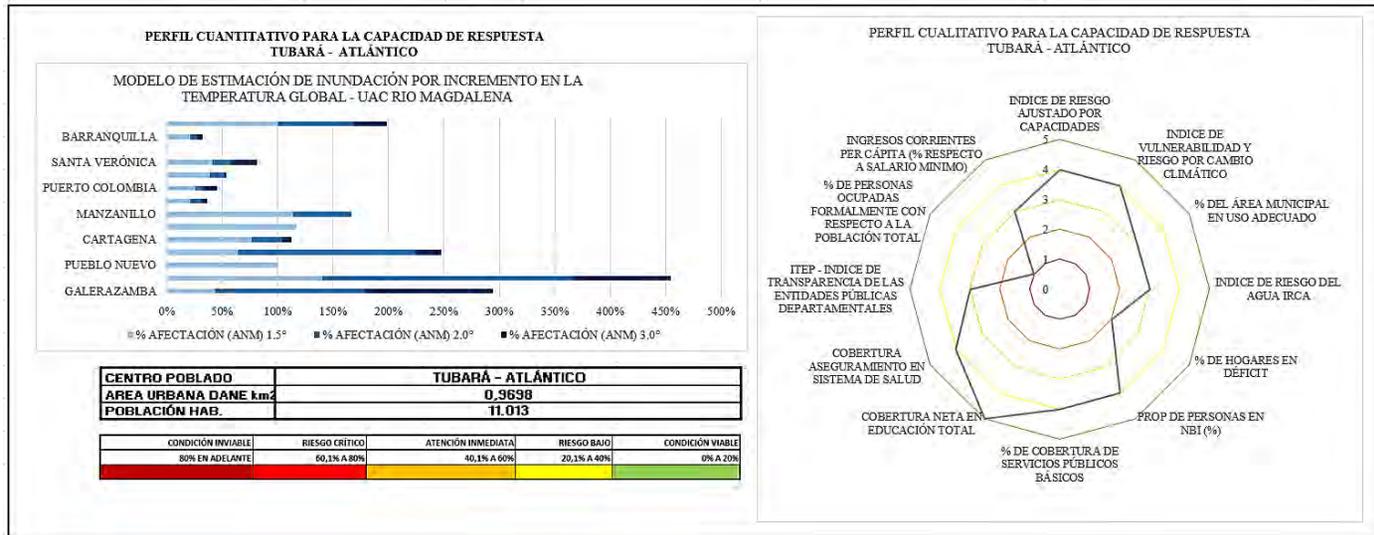


Figura 54. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Tubará, Atlántico. (Fuente. Elaboración propia.)

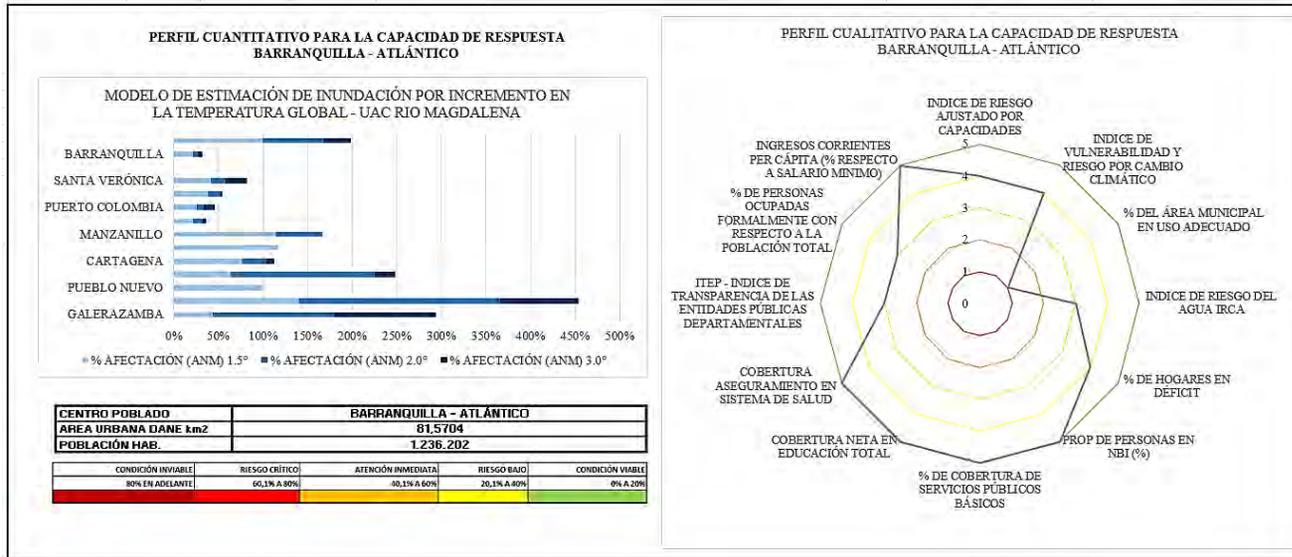


Figura 55. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Barranquilla, Atlántico. (Fuente. Elaboración propia.)

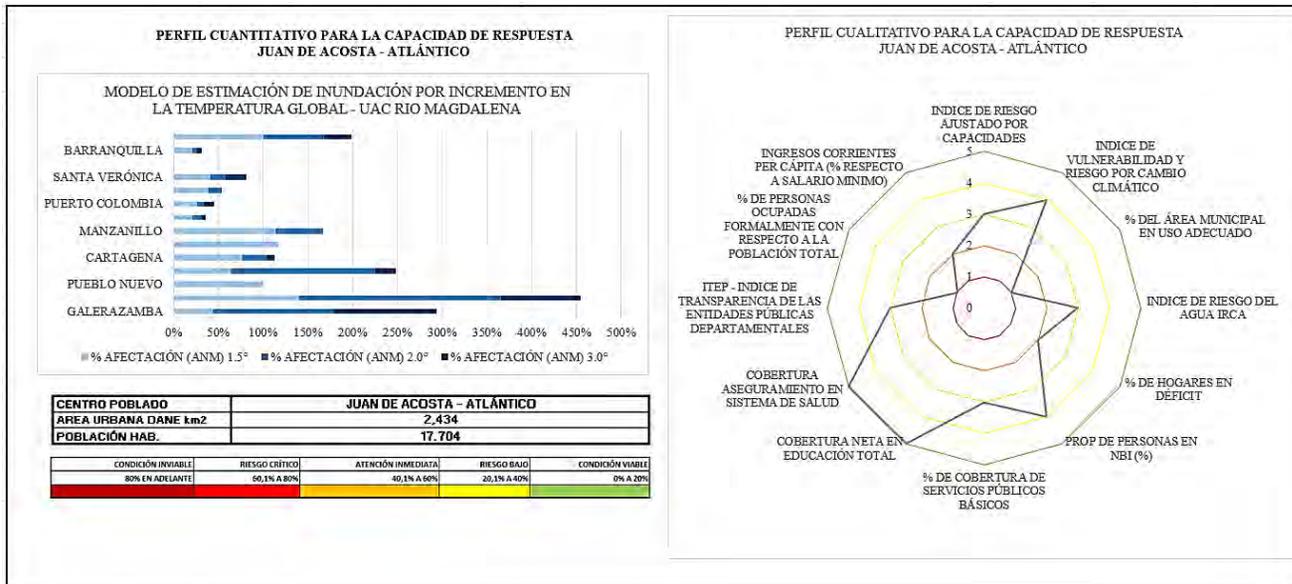


Figura 56. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Juan de Acosta, Atlántico. (Fuente. Elaboración propia.)

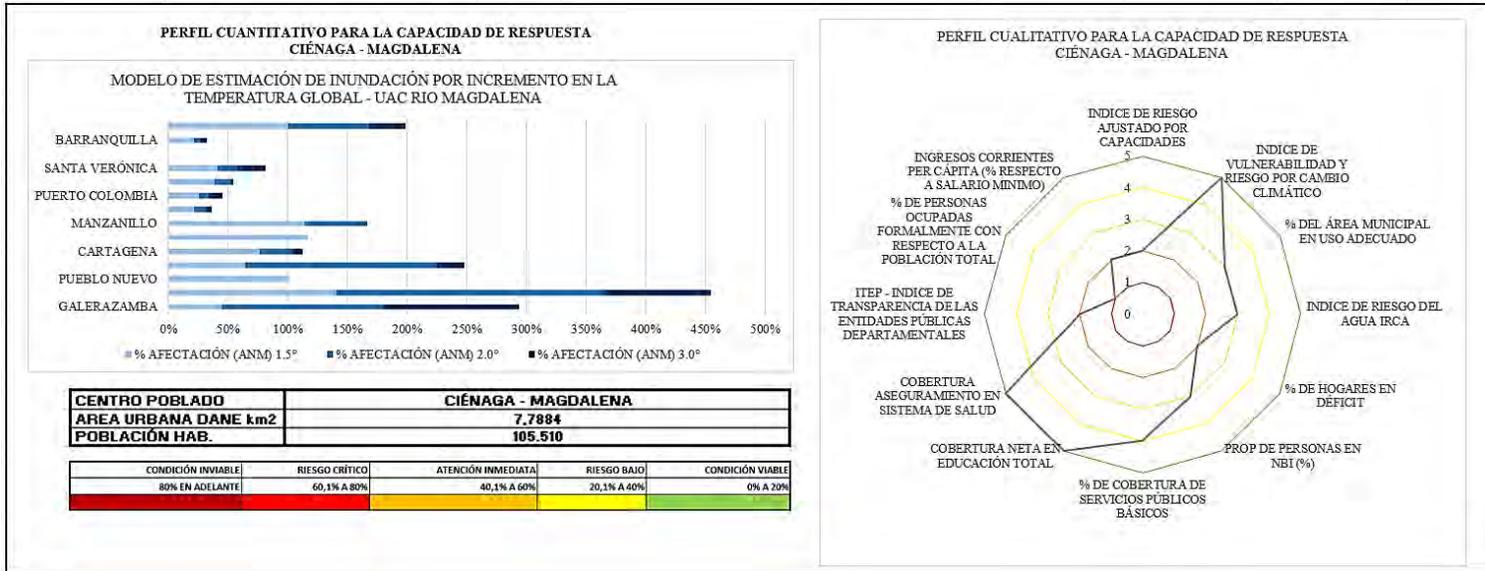


Figura 57. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Ciénaga, Magdalena. (Fuente. Elaboración propia.)

UAC DE LA VERTIENTE NORTE DE LA SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA.

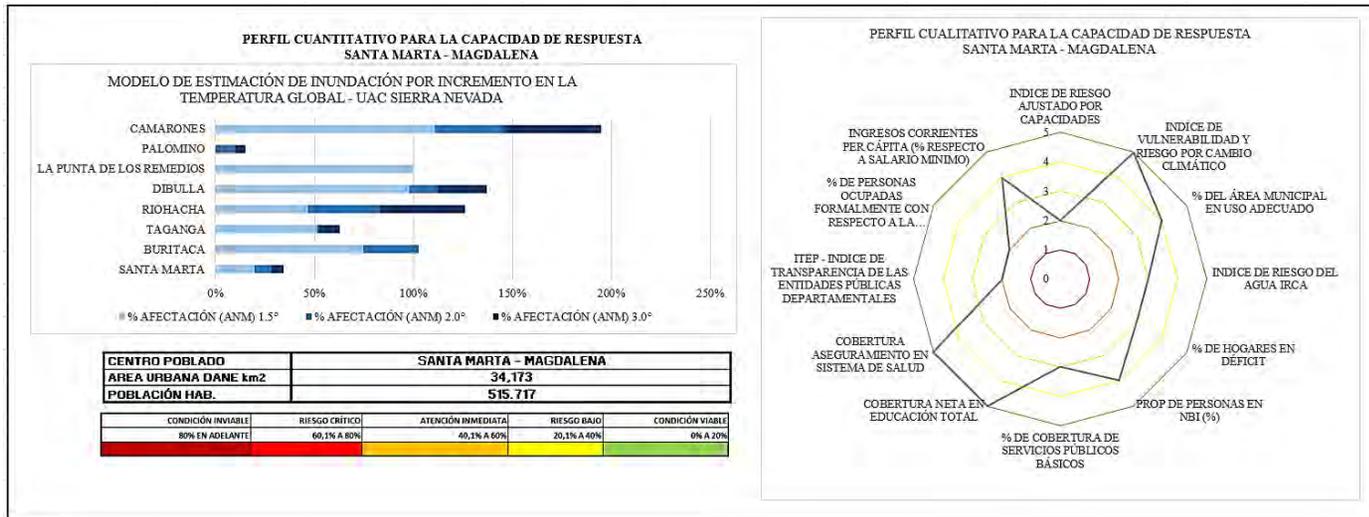


Figura 58. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Santa Marta, Magdalena. (Fuente. Elaboración propia.)

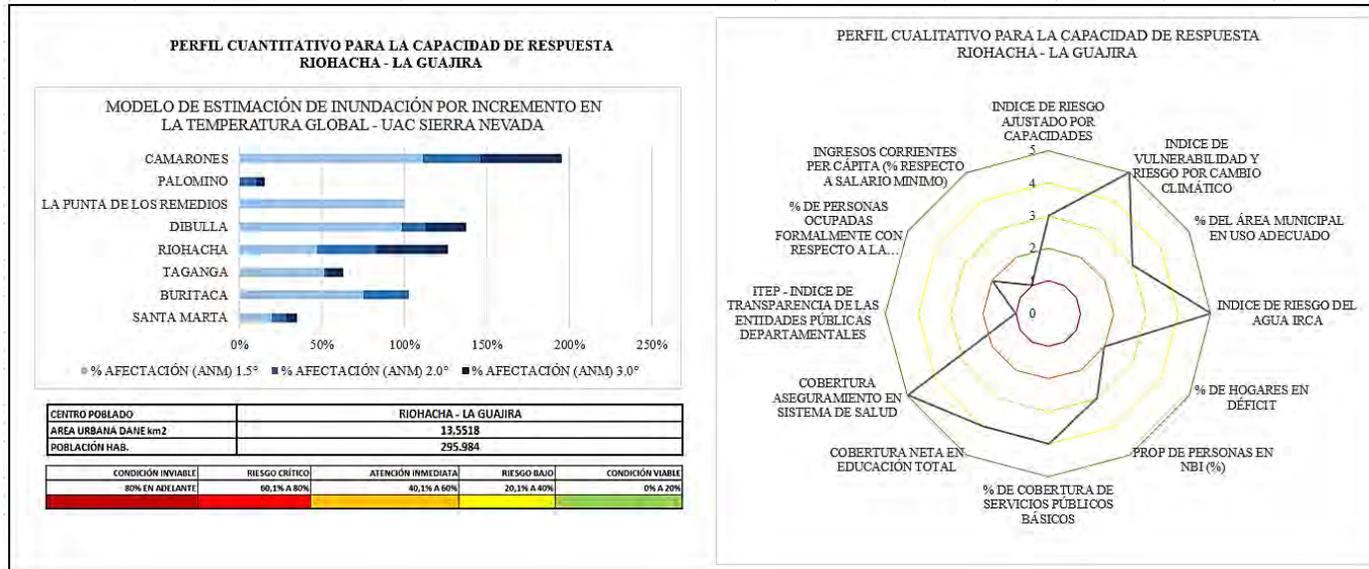


Figura 59. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Riohacha, La Guajira. (Fuente. Elaboración propia.)

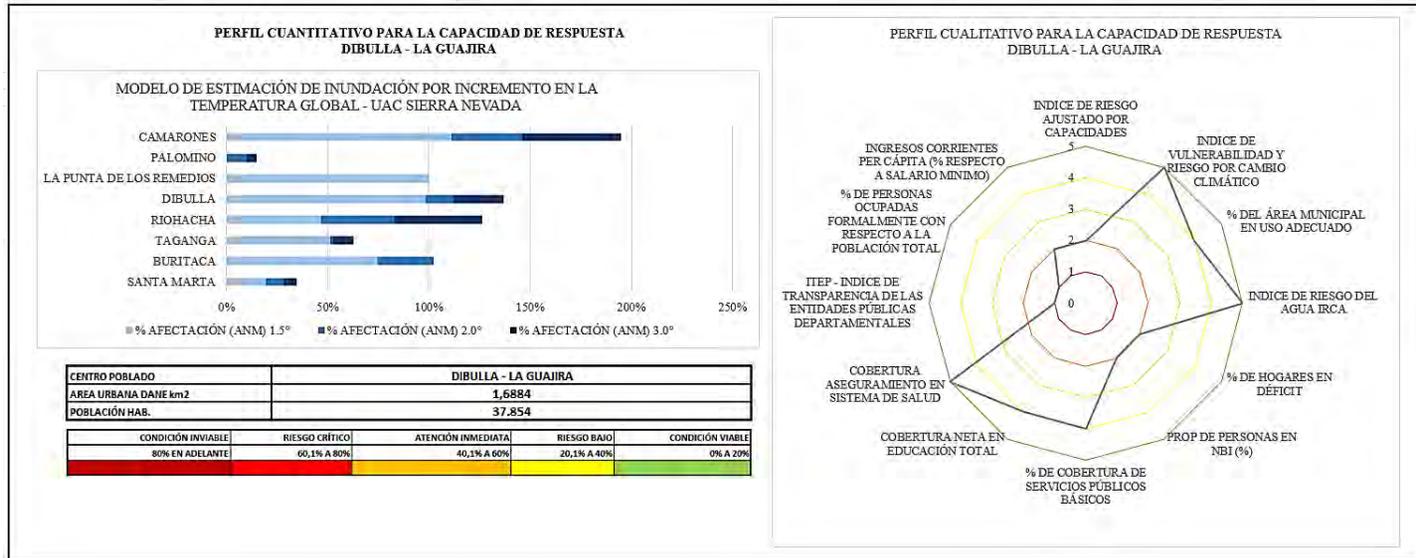


Figura 60. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Dibuilla, La Guajira. (Fuente. Elaboración propia.)

UAC LA GUAJIRA

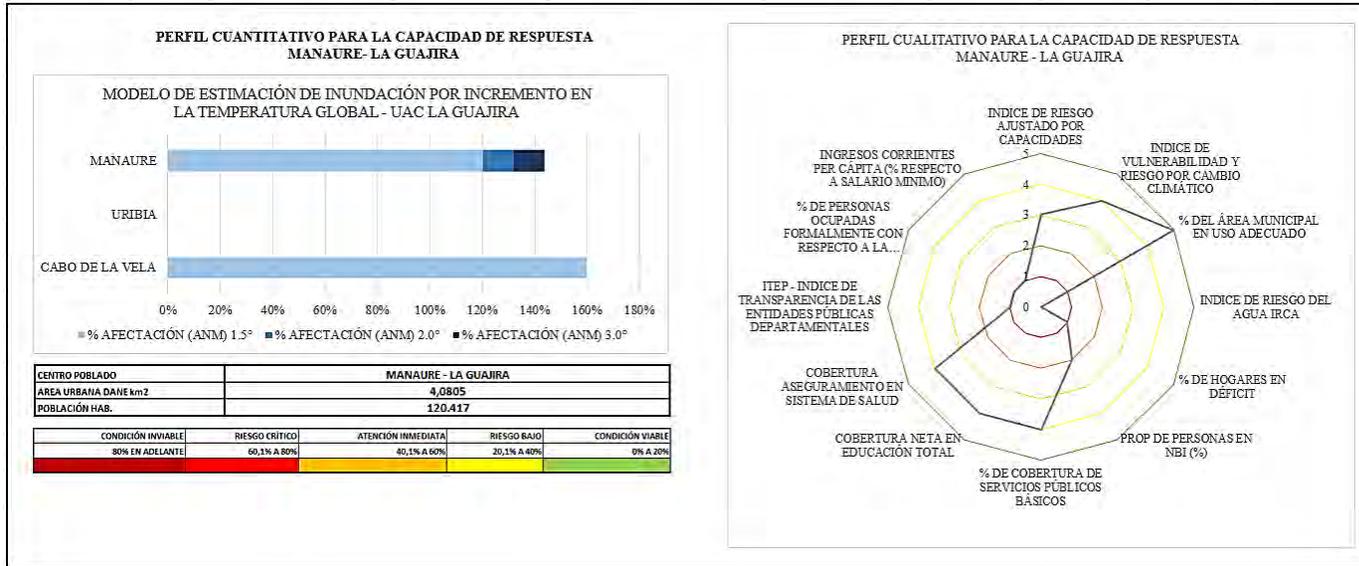


Figura 61. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Manaure, La Guajira. (Fuente. Elaboración propia.)

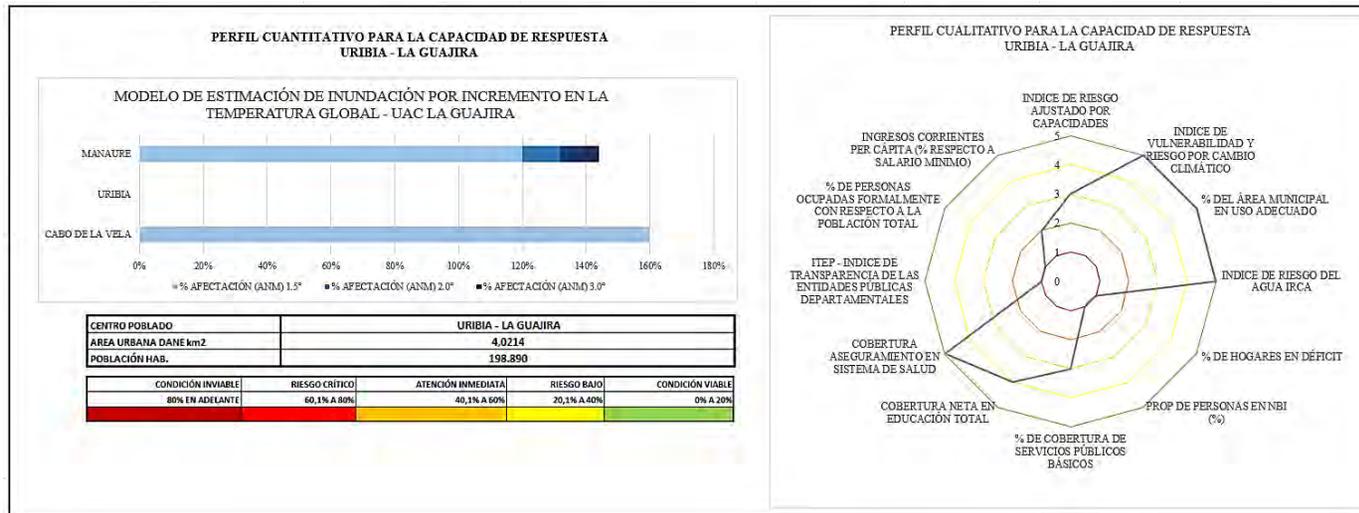
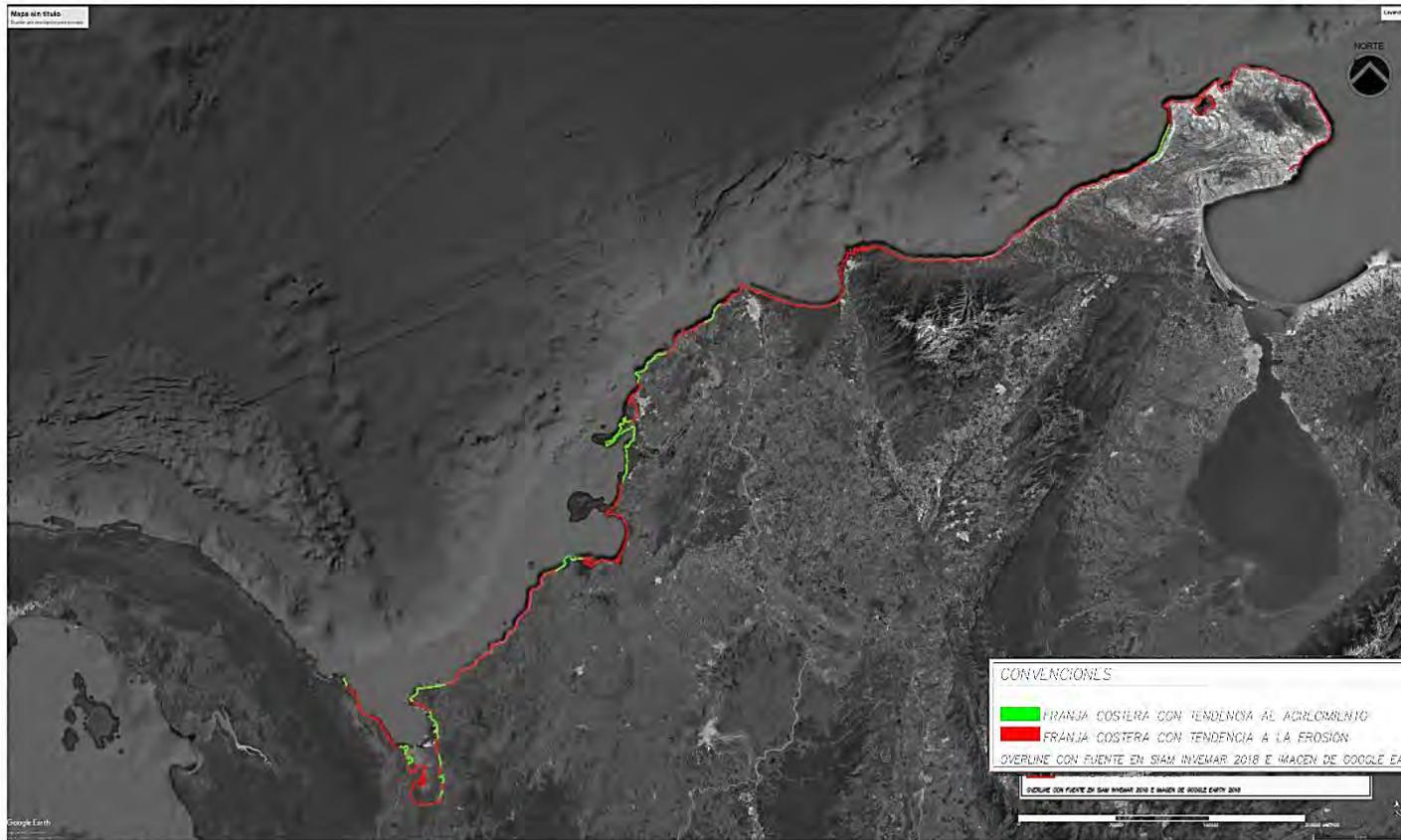


Figura 62. Modelo de valoración cuantitativa y cualitativa de capacidad de respuesta al ANM – Uribia, La Guajira. (Fuente. Elaboración propia.)

MAPAS



UNIVERSIDAD DEL NORTE
MAESTRÍA EN URBANISMO Y DESARROLLO TERRITORIAL

RESILIENCIA AL AUMENTO EN EL NIVEL DEL MAR EN EL LITORAL CARIBE COLOMBIANO

ARG. JIM HURTADO MORALES
SÉPTIMA COHORTE

MODELO DE INUNDACIÓN POR INCREMENTO EN LA TEMPERATURA GLOBAL

TENDENCIA A LA EROSIÓN O ACRECIMIENTO EN LÍNEA COSTERA

DEPARTAMENTO:

MUNICIPIO / CORREGIMIENTO:

LONGITUD:

LATITUD:

ÁREA DANE:

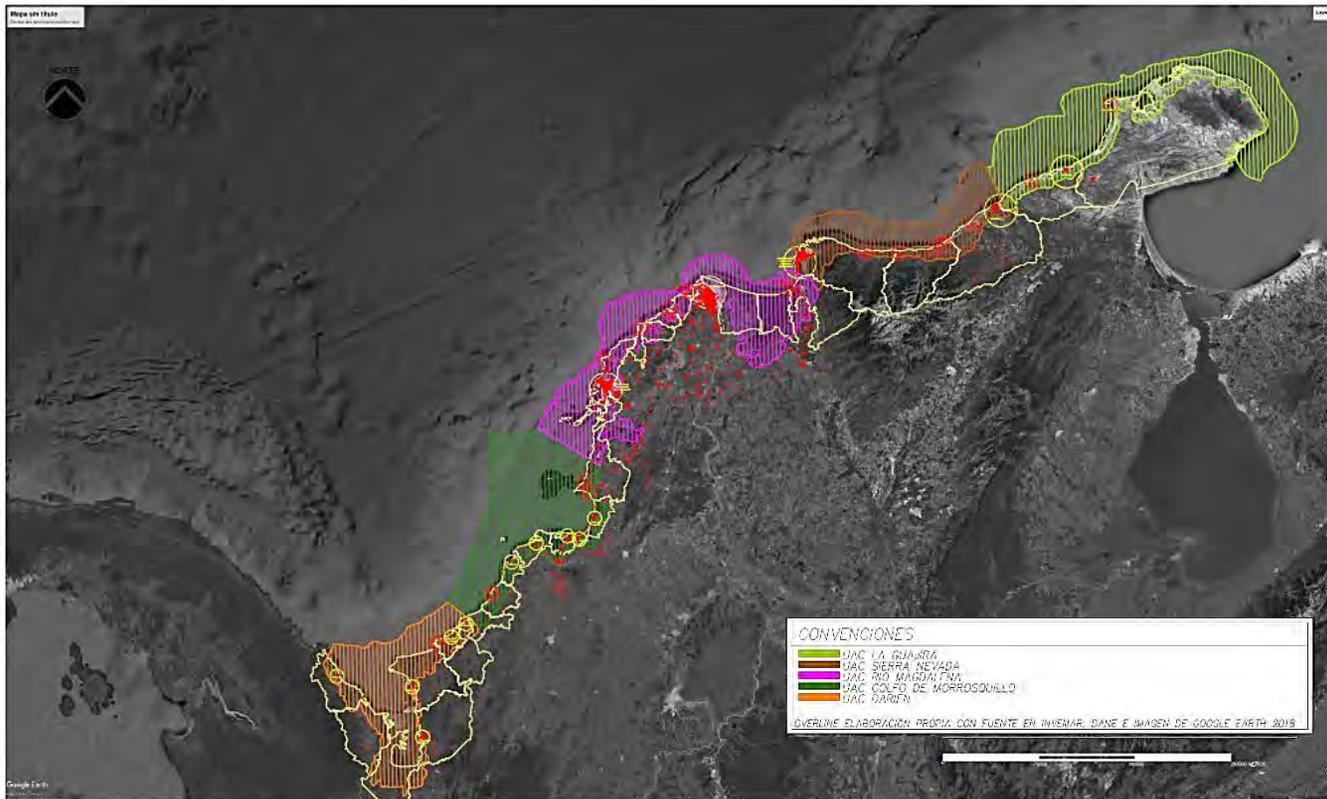
MITG - UDTT - 2018

1 : 250000

2018-01-30

01 DE 38

Figura 63. Extensión y localización de la erosión y acrecimiento costero. (Fuente. Elaboración propia basado en datos de SIAM INVEVAR 2018.)



 <p>UNIVERSIDAD DEL NORTE MAESTRÍA EN URBANISMO Y DESARROLLO TERRITORIAL</p>	<p>RESILIENCIA AL AUMENTO EN EL NIVEL DEL MAR EN EL LITORAL CARIBE COLOMBIANO</p>	<p>MODELO DE INUNDACIÓN POR INCREMENTO EN LA TEMPERATURA GLOBAL</p>	<p>MUNICIPIO / CORREOIMIENTO:</p>	<p>MITG-UDN77 - 2019</p>
	<p>ABD. JIM HURTADO MORALES</p>	<p>DELIMITACIÓN DE UNIDADES AMBIENTALES COSTERAS</p>	<p>LONGITUD:</p>	<p>1 : 250000</p>
	<p>SEPTIMA COHORTE</p>	<p>DEPARTAMENTO:</p>	<p>LATITUD:</p>	<p>2019-01-30</p>
			<p>AREA DANE:</p>	<p>03 DE 38</p>

Figura 64. Mapa de delimitación de Unidades Ambientales Costeras UAC. (Fuente. Elaboración propia a partir de informes INVEMAR 2000.)

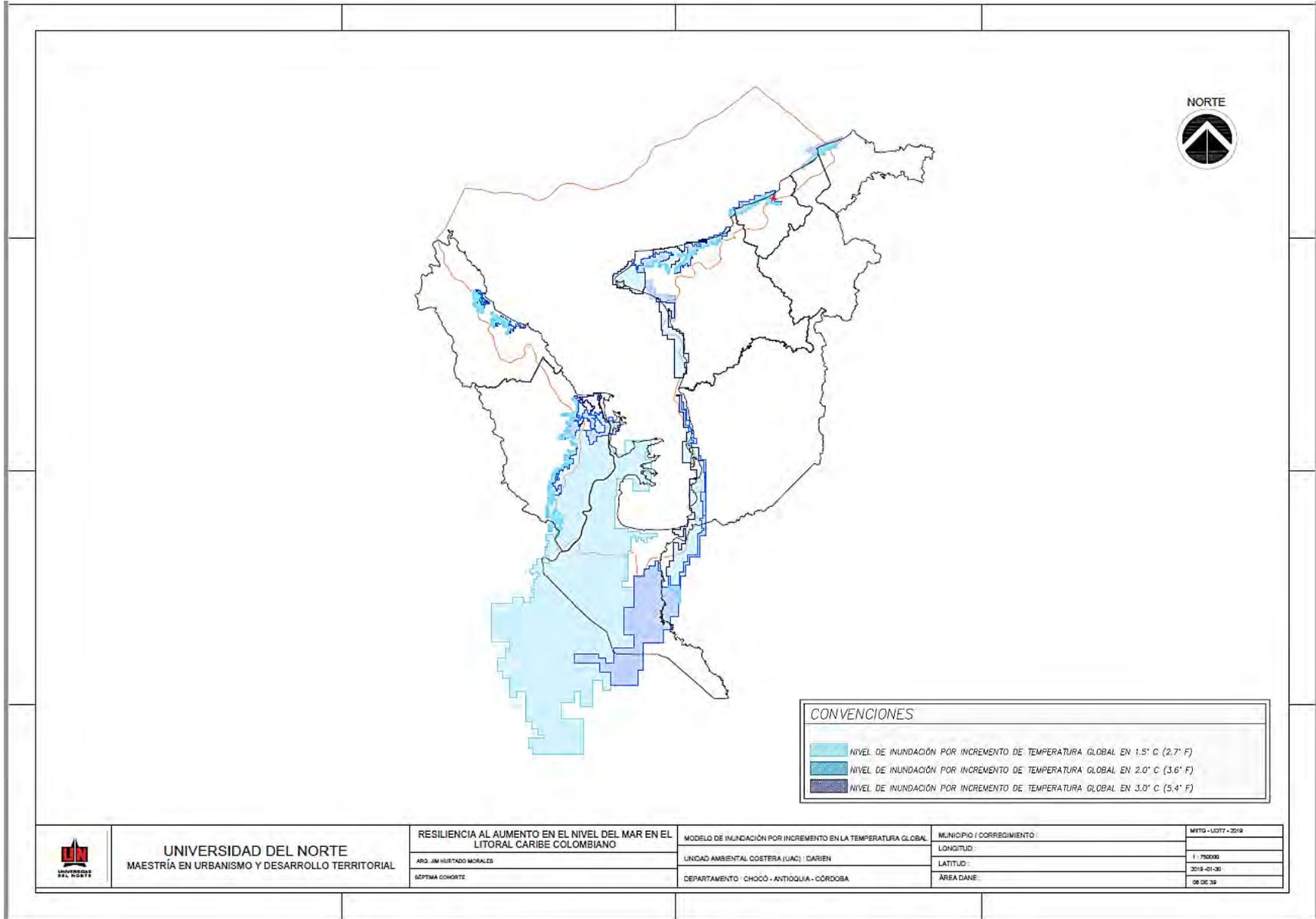


Figura 65. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – UAC Darién. (Fuente. Elaboración propia.)

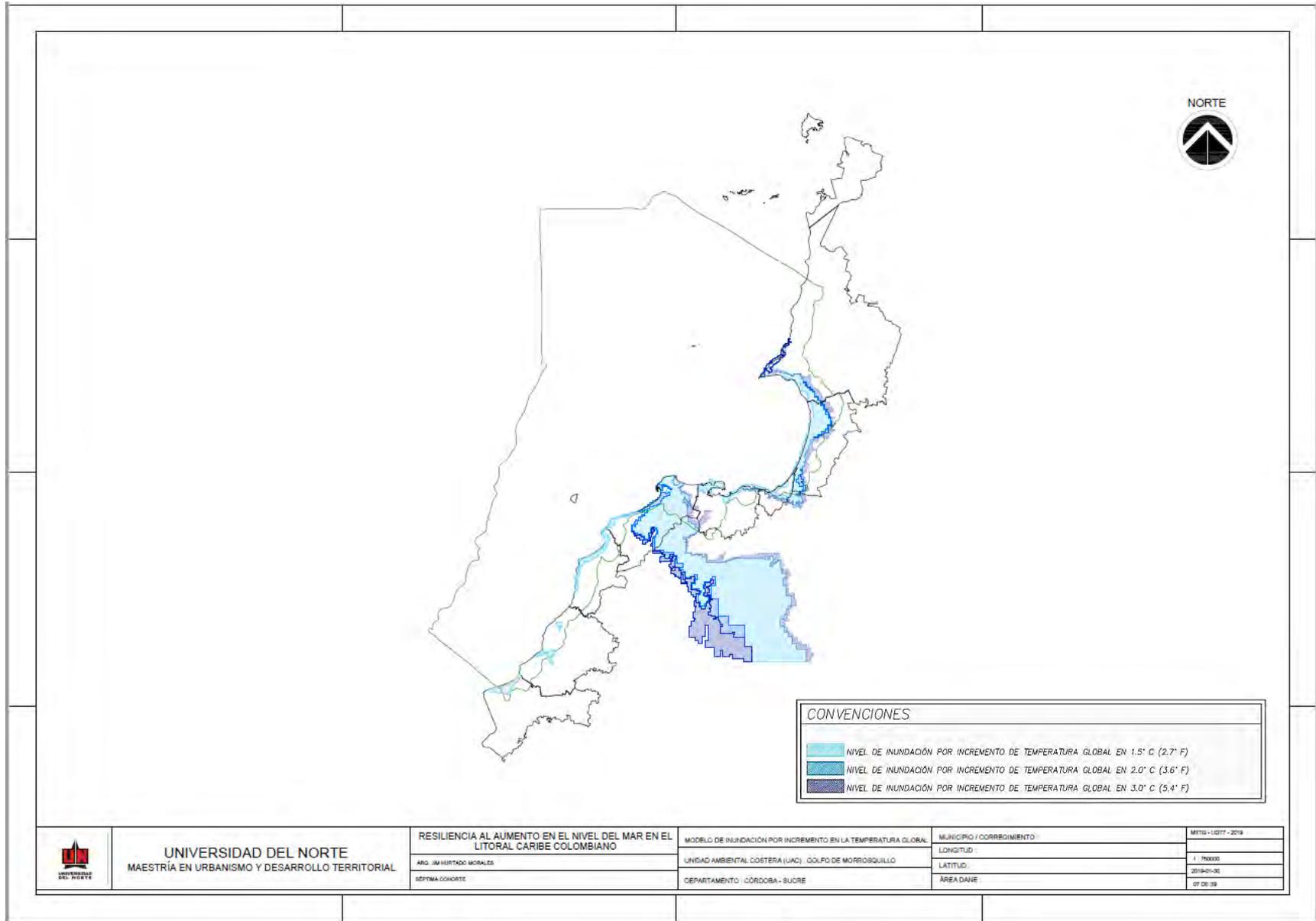


Figura 66. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – UAC Golfo de Morrosquillo. (Fuente. Elaboración propia.)

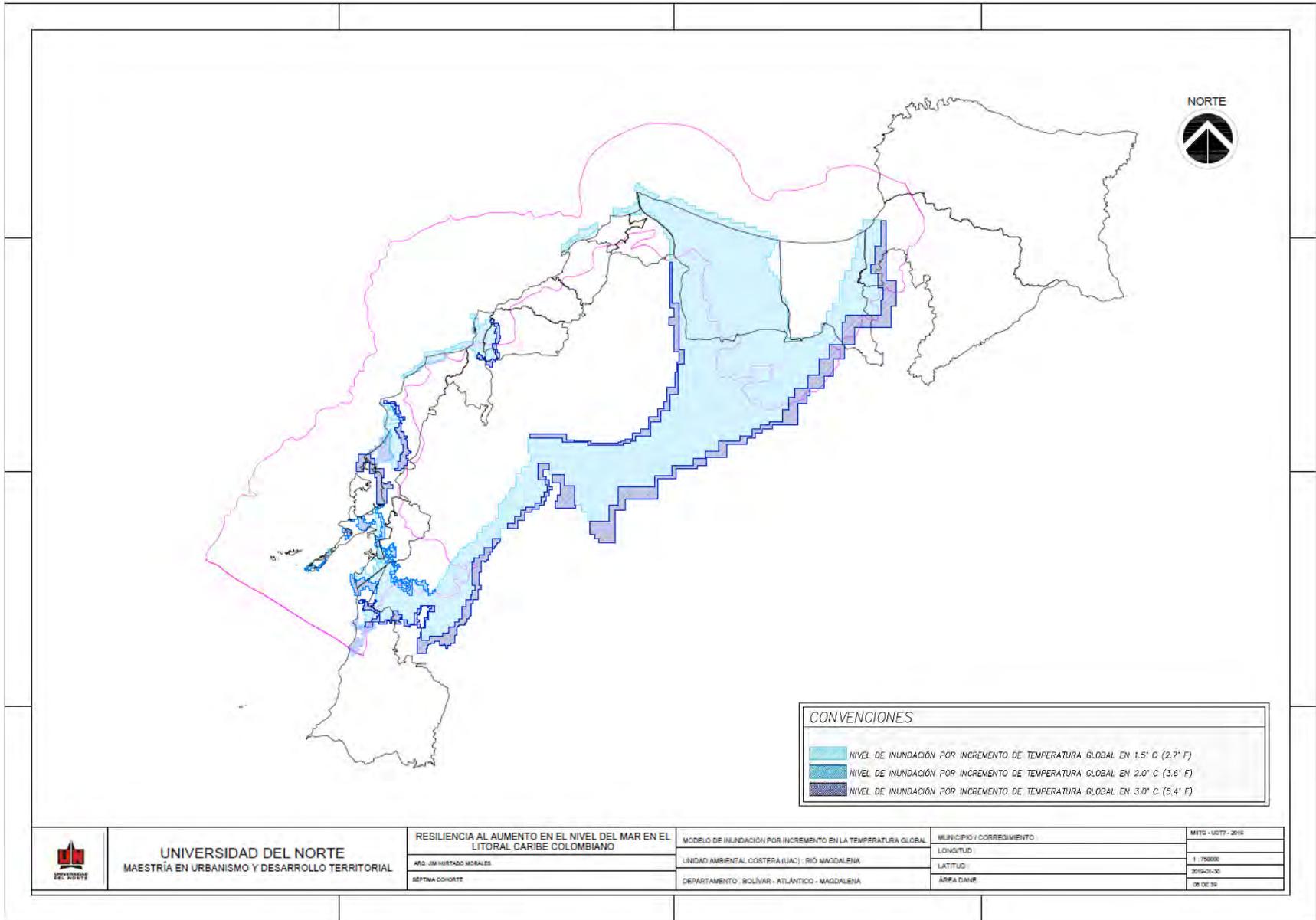


Figura 67. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – UAC Rio Magdalena. (Fuente. Elaboración propia.)

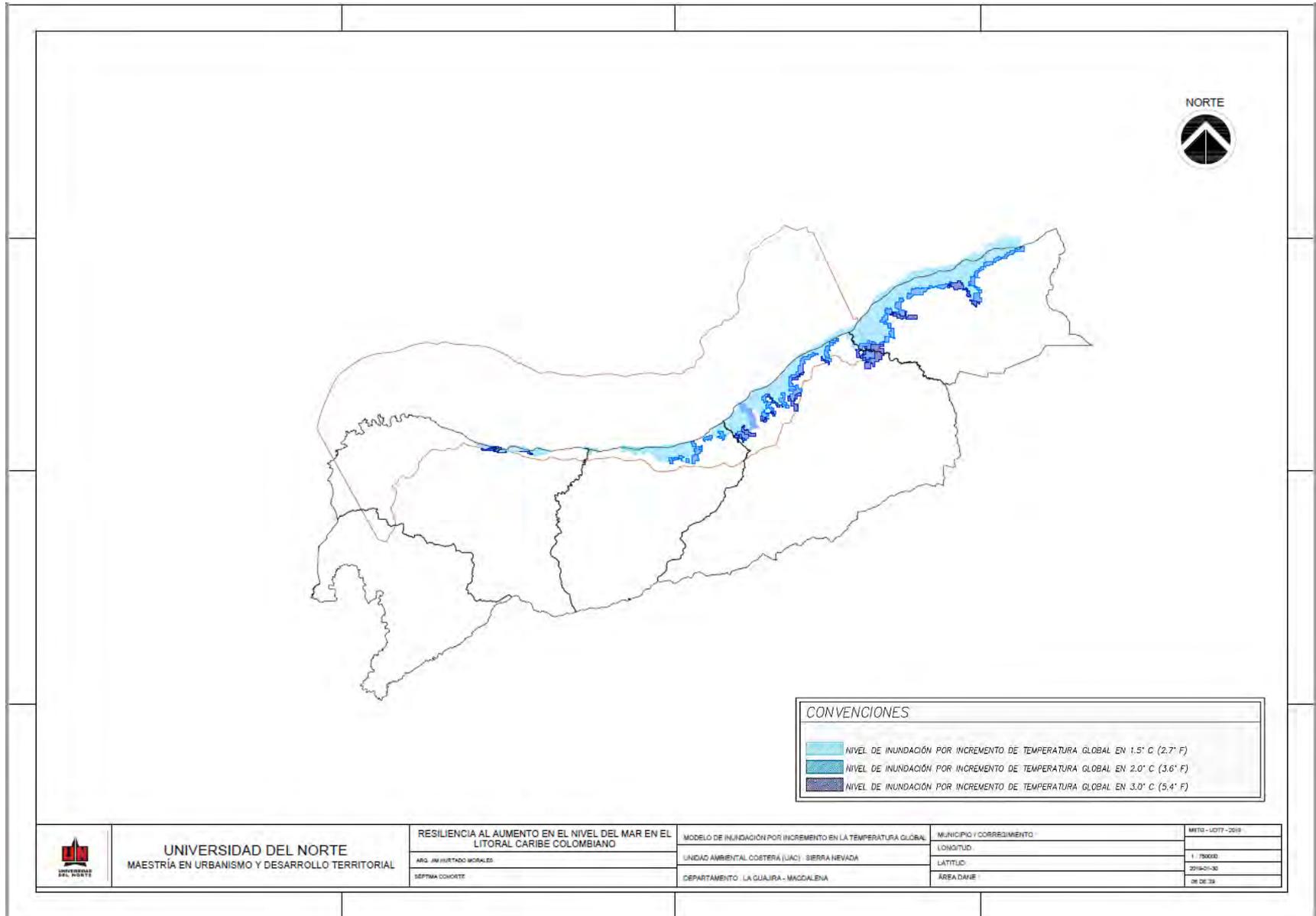


Figura 68. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – UAC VNSNSM. (Fuente. Elaboración propia.)

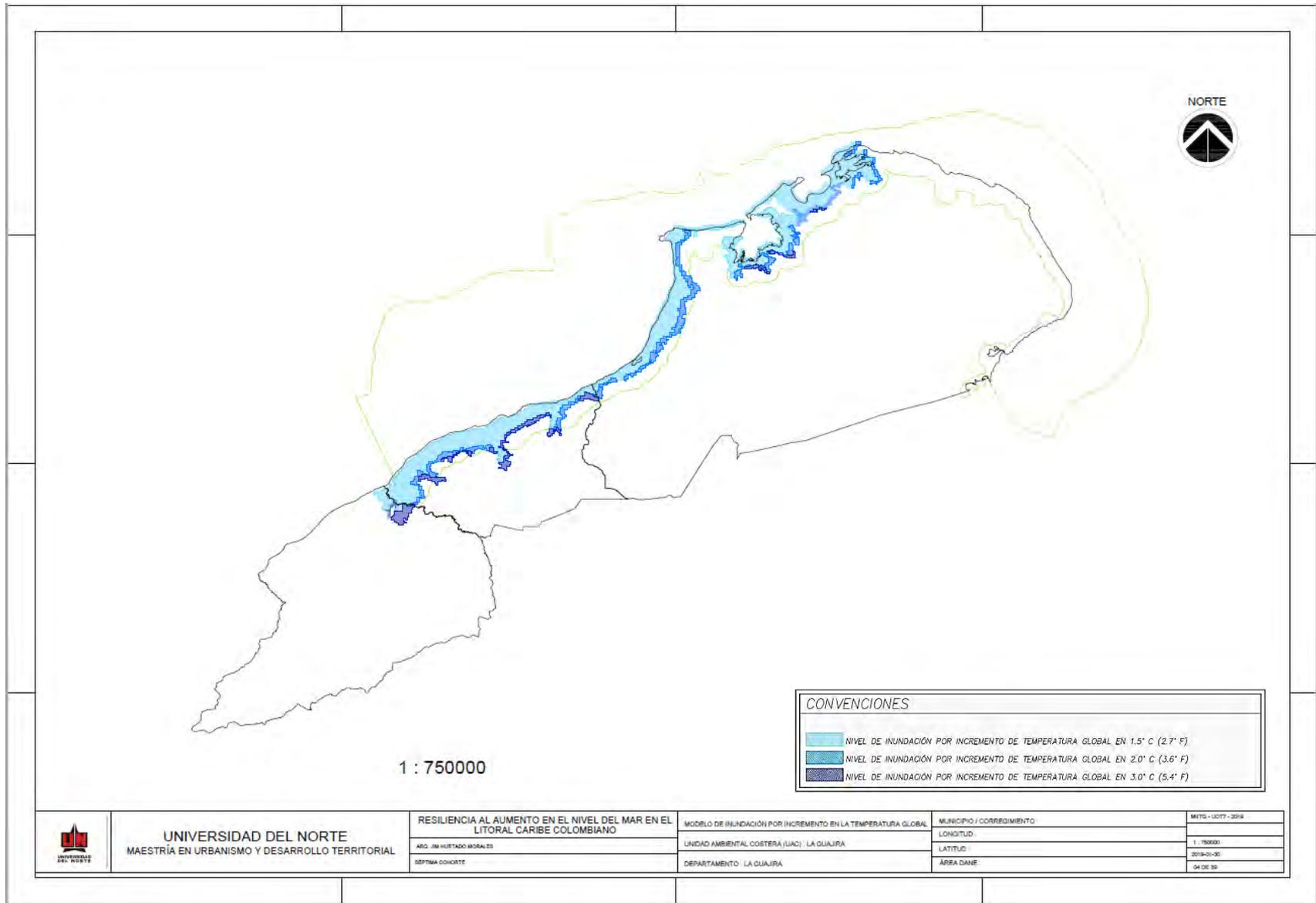


Figura 69. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – UAC La Guajira. (Fuente. Elaboración propia.)

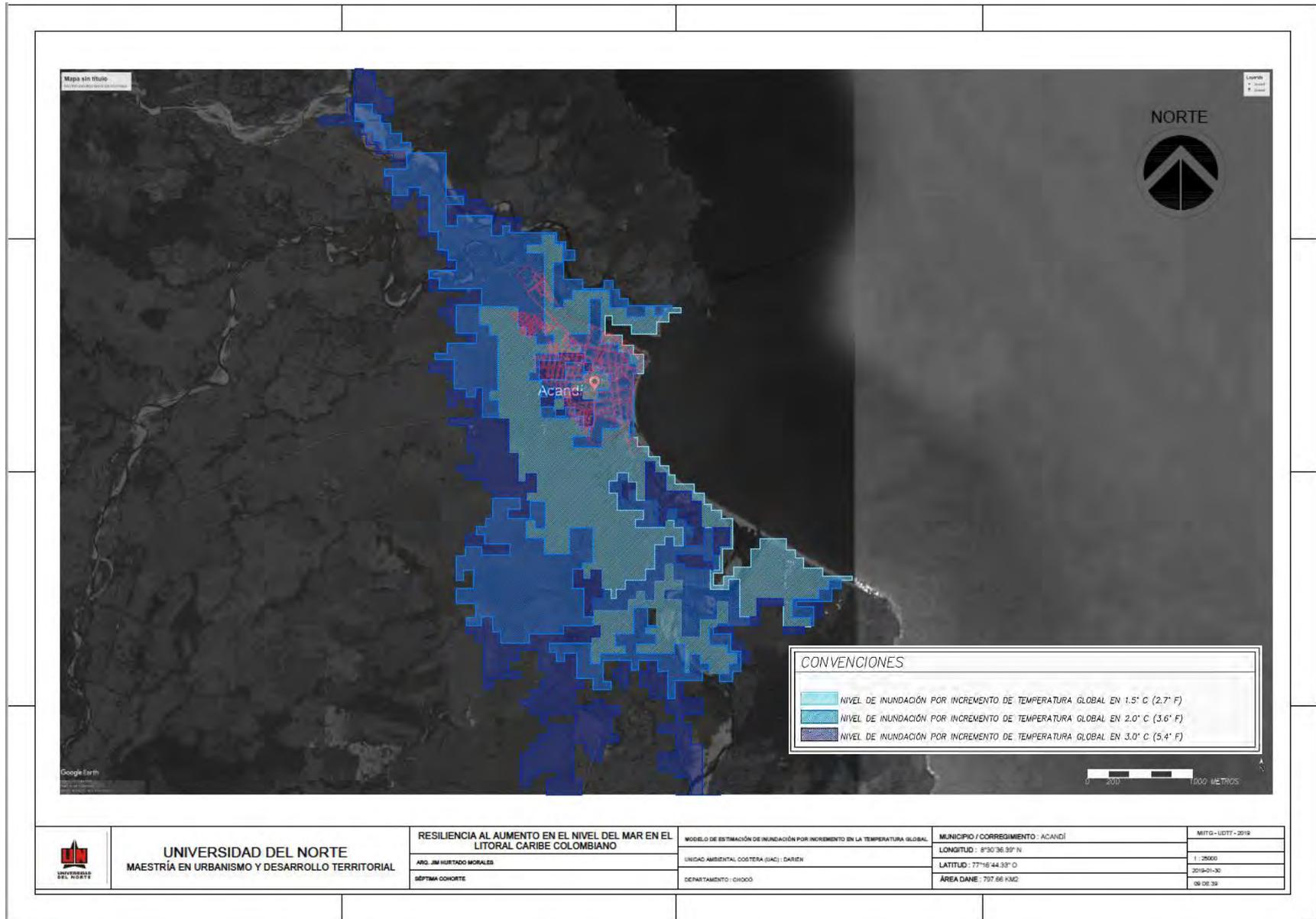


Figura 70. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Acandí, Chocó. (Fuente. Elaboración propia.)

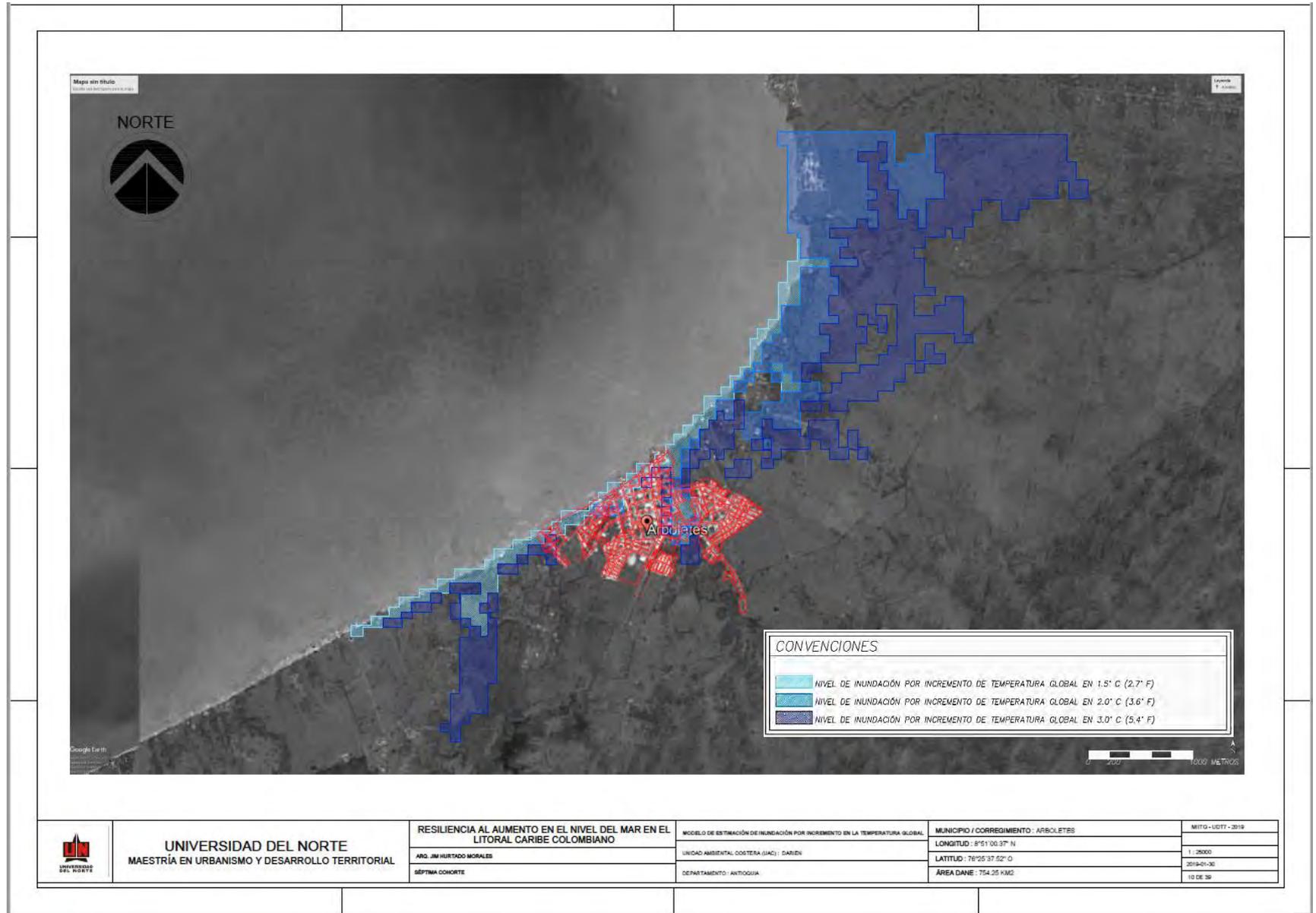


Figura 71. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Arboletes, Antioquia. (Fuente. Elaboración propia.)

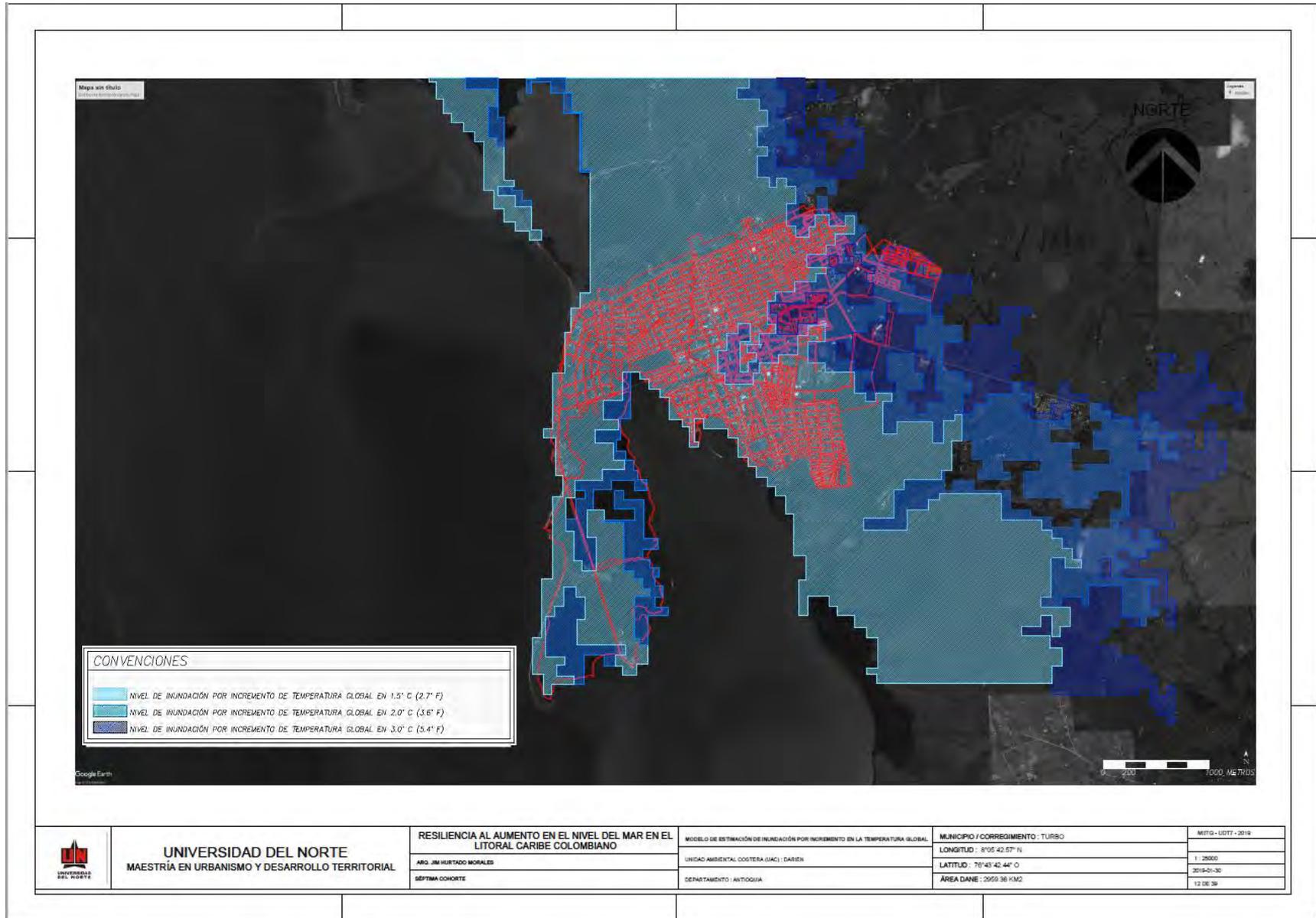
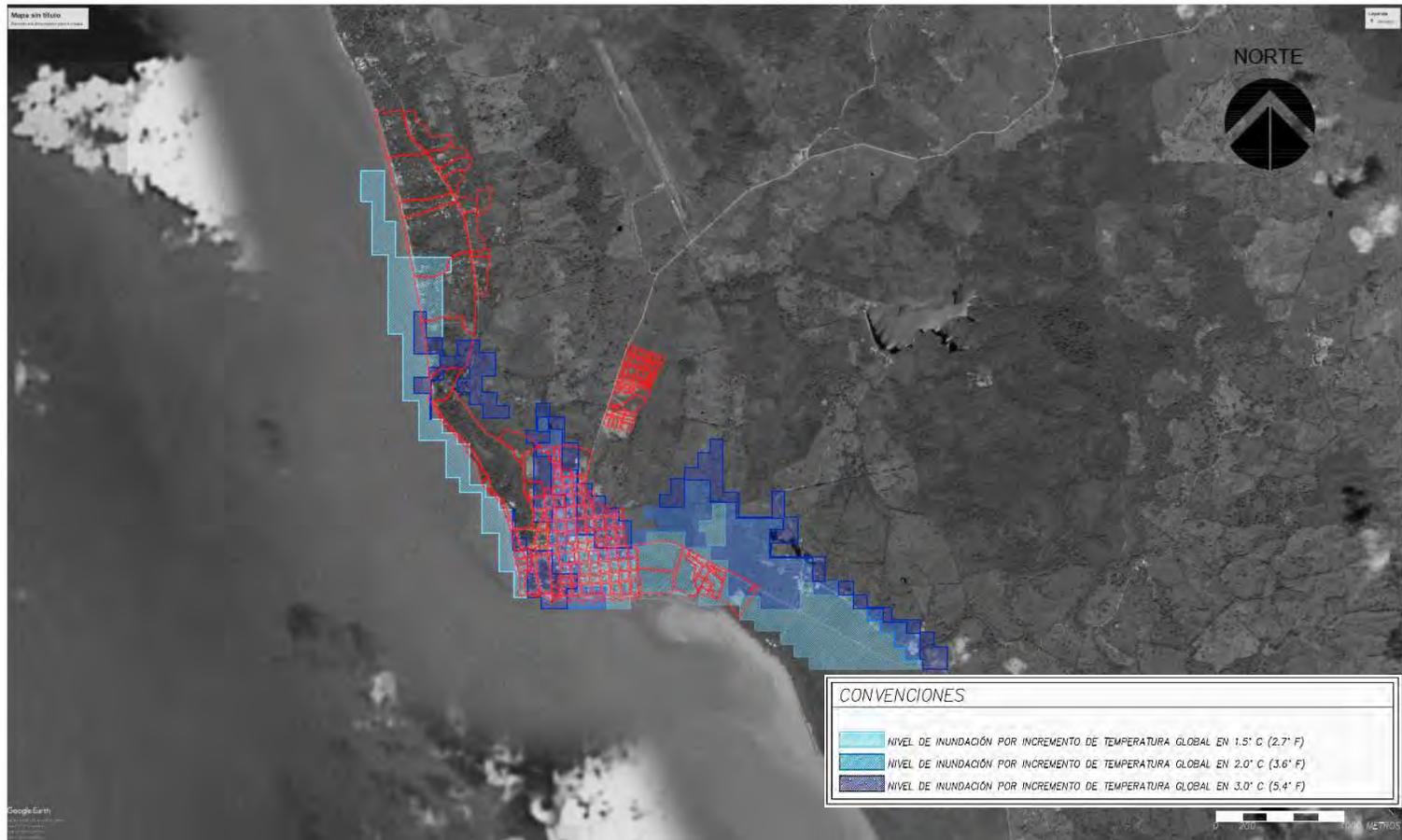


Figura 72. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Turbo, Antioquia. (Fuente. Elaboración propia.)



UNIVERSIDAD DEL NORTE
MAESTRÍA EN URBANISMO Y DESARROLLO TERRITORIAL

RESILIENCIA AL AUMENTO EN EL NIVEL DEL MAR EN EL LITORAL CARIBE COLOMBIANO

DRG. JIM HURTADO MORALES

SÉPTIMA COHORTE

MODELO DE ESTIMACIÓN DE INUNDACIÓN POR INCREMENTO EN LA TEMPERATURA GLOBAL

UNIDAD AMBIENTAL COSTERA (UAC): DARIEN

DEPARTAMENTO: ANTIOQUIA

MUNICIPIO / CORREGIMIENTO: NECOCLÍ

LONGITUD: 8°25' 37" 83" N

LATITUD: 78°25' 37" 83" O

ÁREA DANE: 1255.54 KM2

MITG - UDTT - 2019

1: 25000

2019-01-30

11 DE 38

Figura 73. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Necoclí, Antioquia. (Fuente. Elaboración propia.)

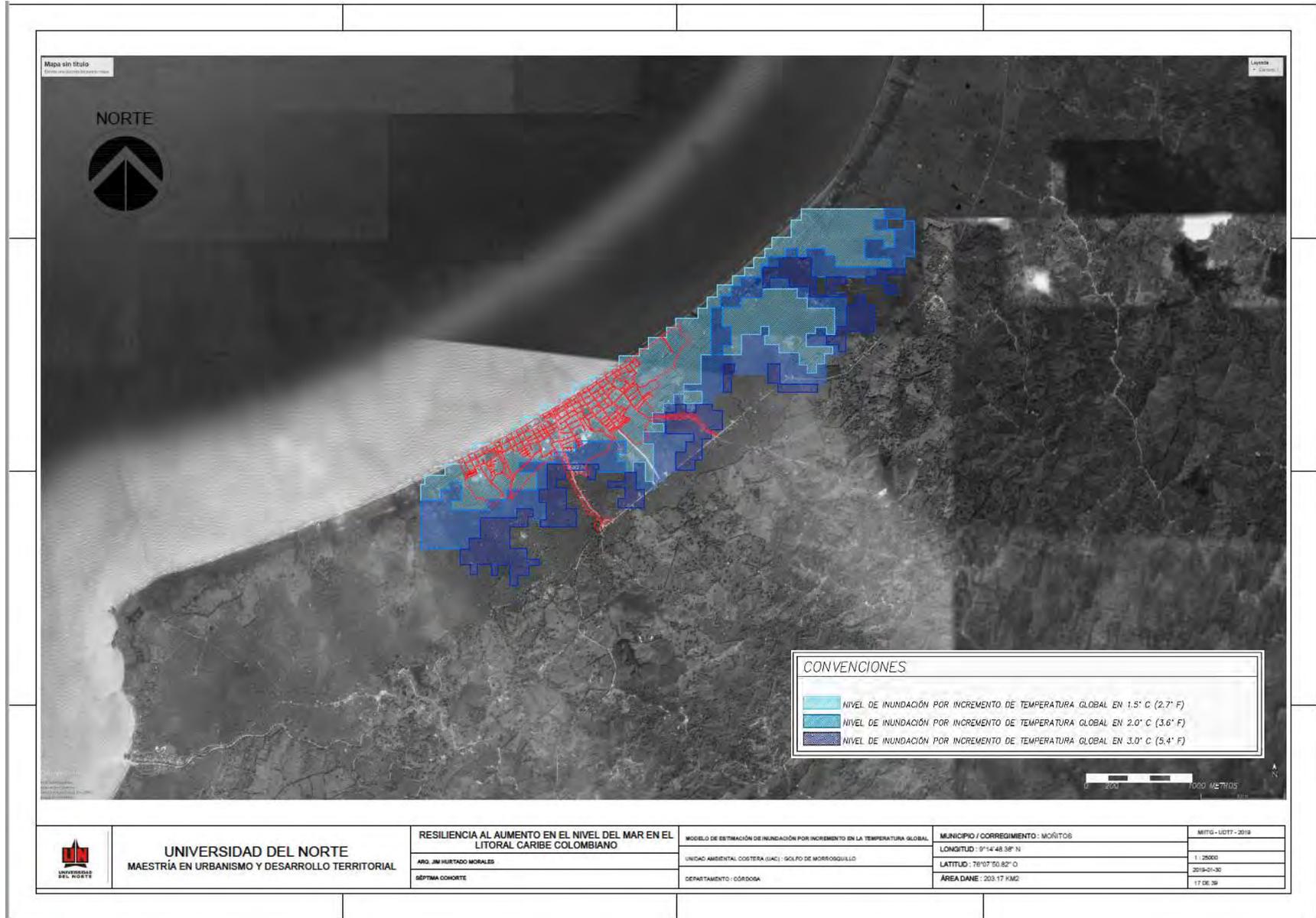


Figura 74. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Moñitos, Córdoba. (Fuente. Elaboración propia.)

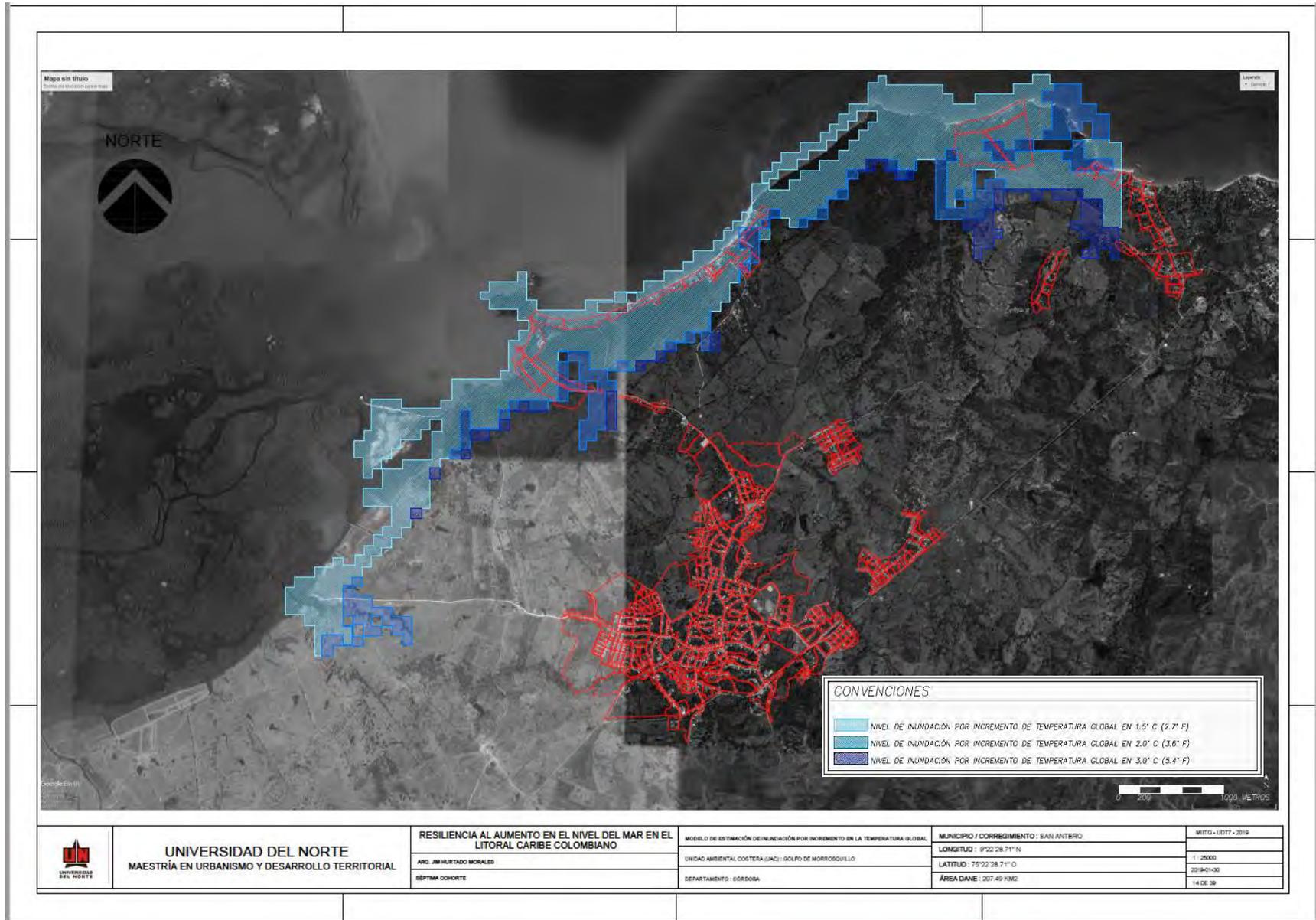


Figura 75. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – San Antero, Córdoba. (Fuente. Elaboración propia.)

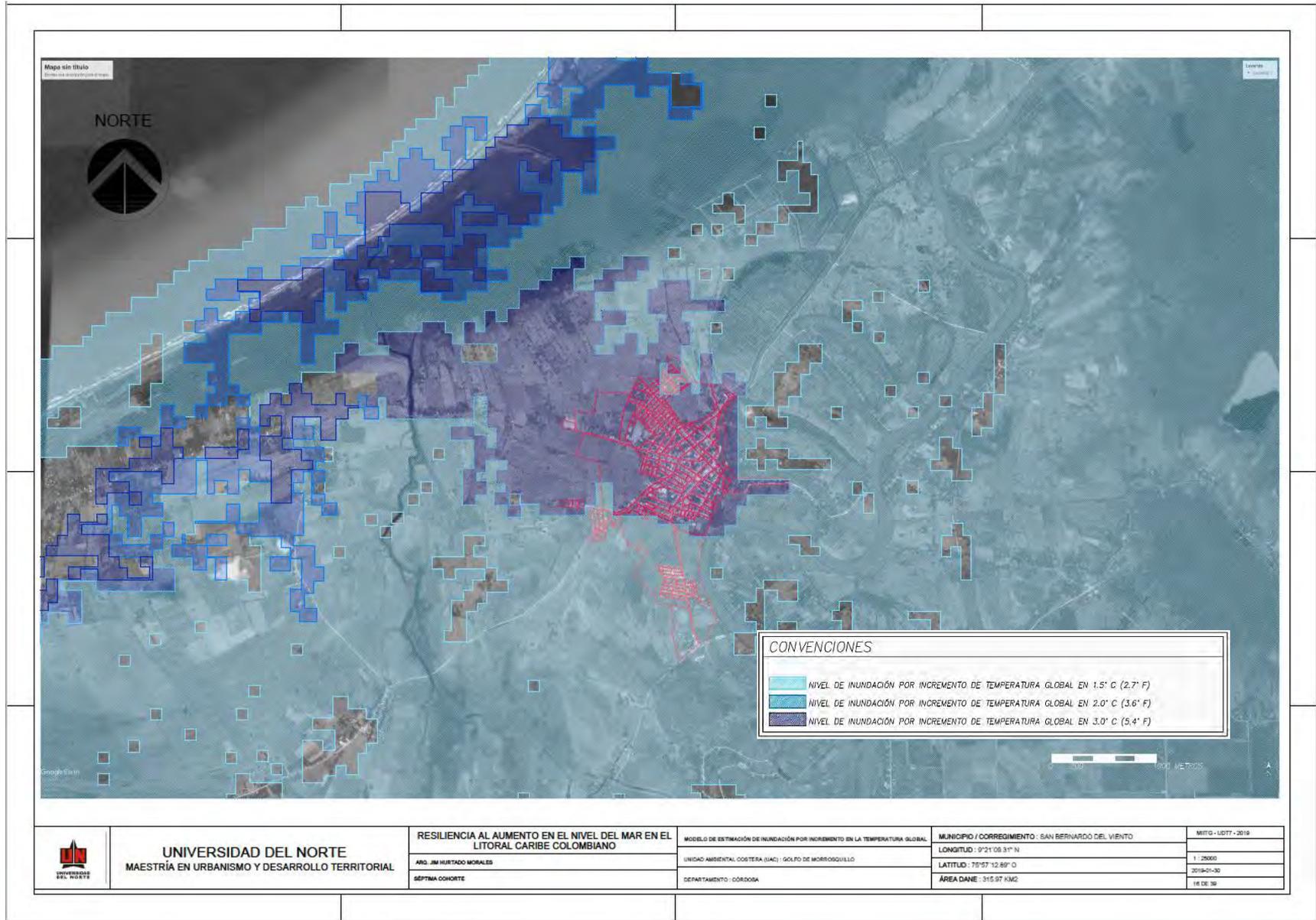


Figura 76. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – San Bernardo del Viento, Córdoba. (Fuente. Elaboración propia.)

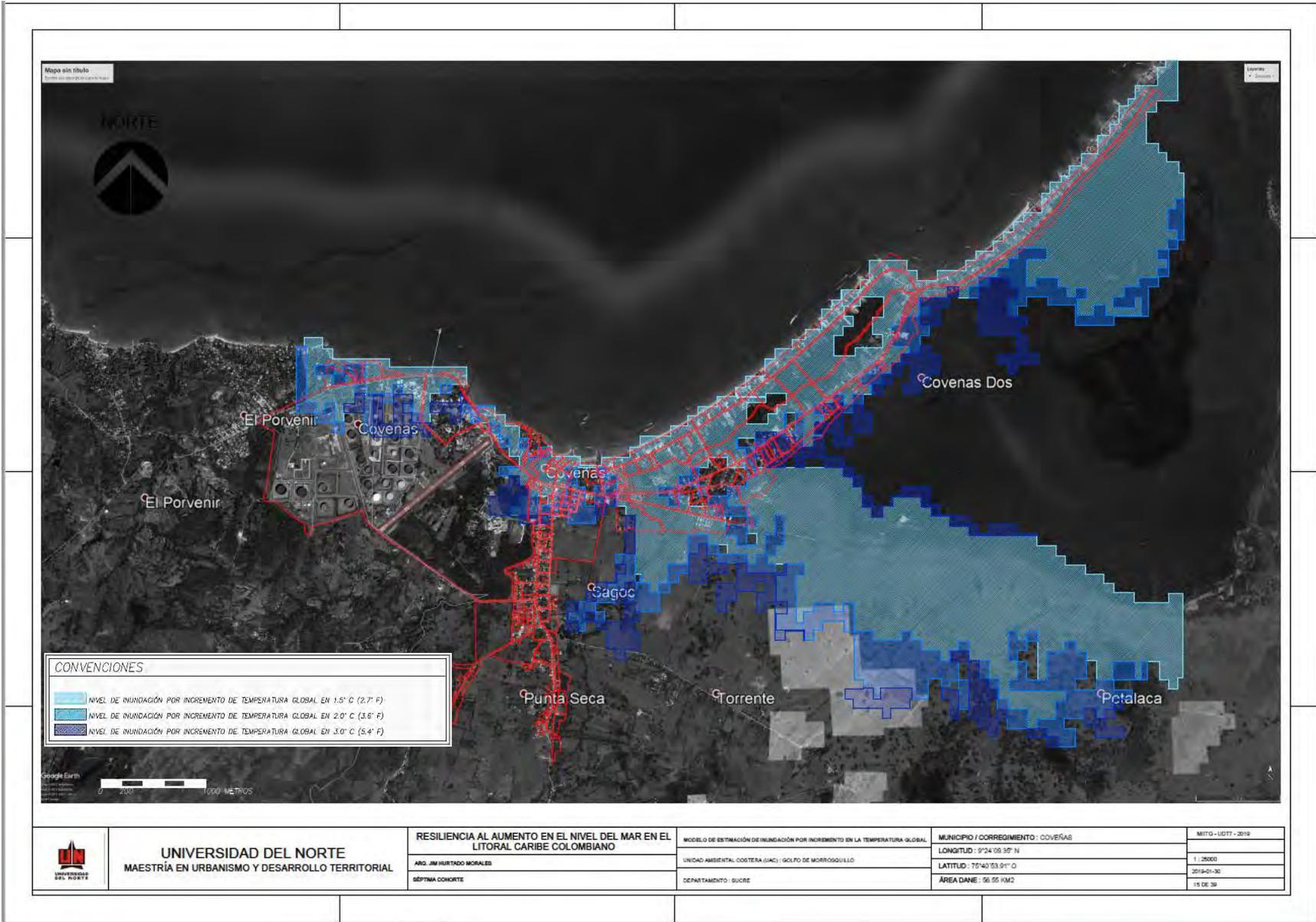


Figura 77. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Coveñas, Sucre. (Fuente. Elaboración propia.)

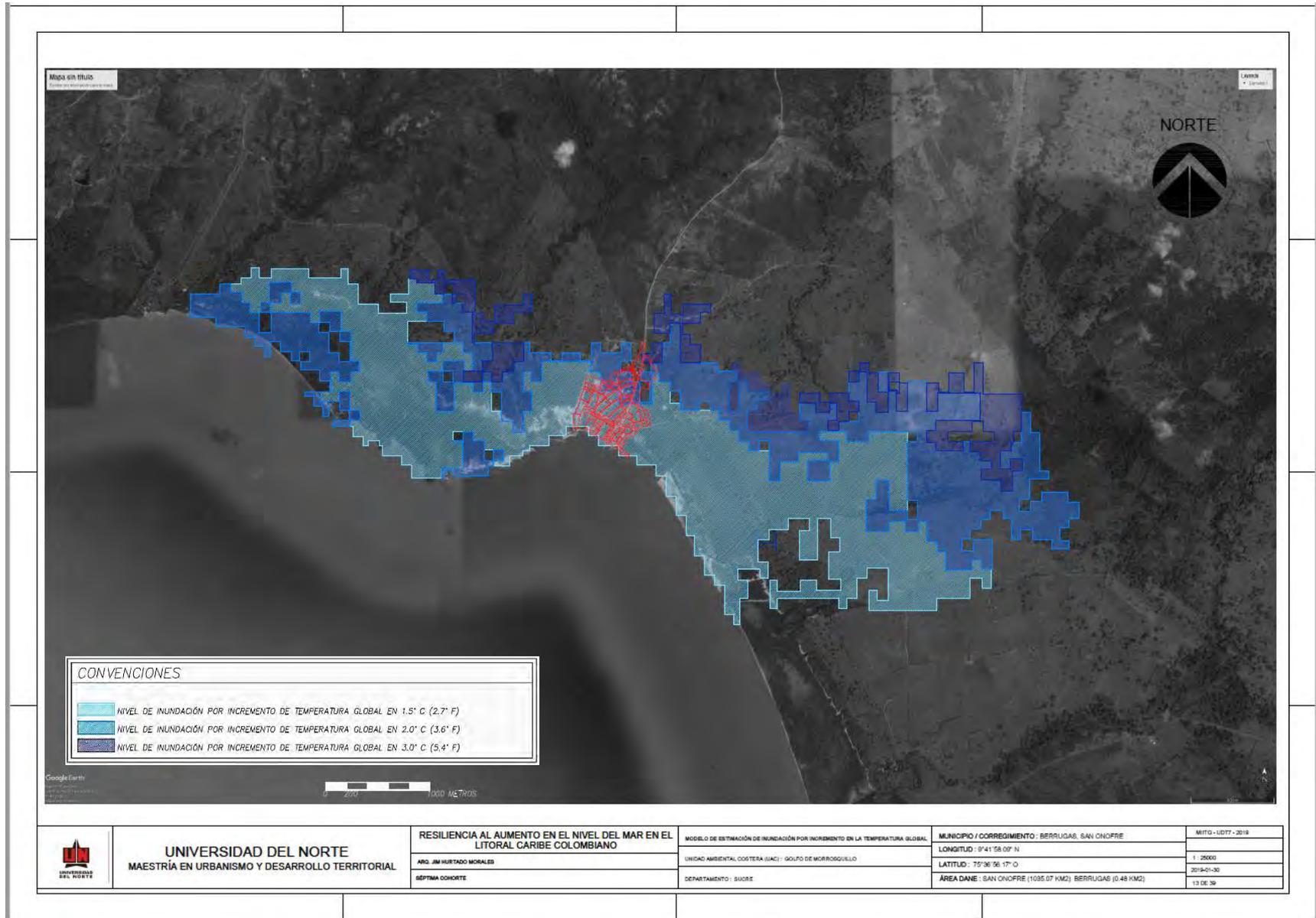


Figura 78. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Berrugas, Sucre. (Fuente. Elaboración propia.)

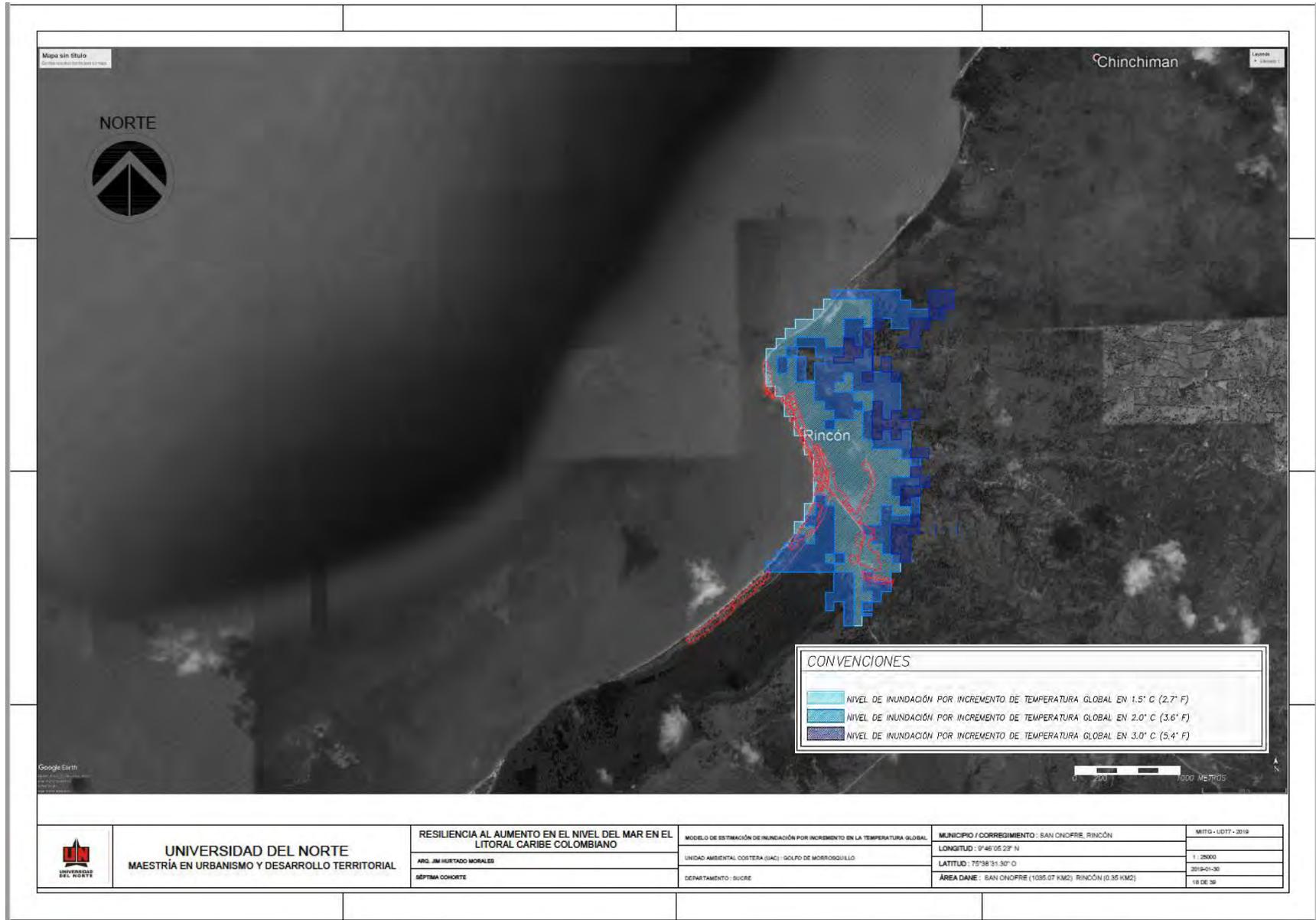


Figura 79. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Rincón del Mar, Sucre. (Fuente. Elaboración propia.)



Figura 80. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Galerazamba, Bolívar (Fuente. Elaboración propia.)

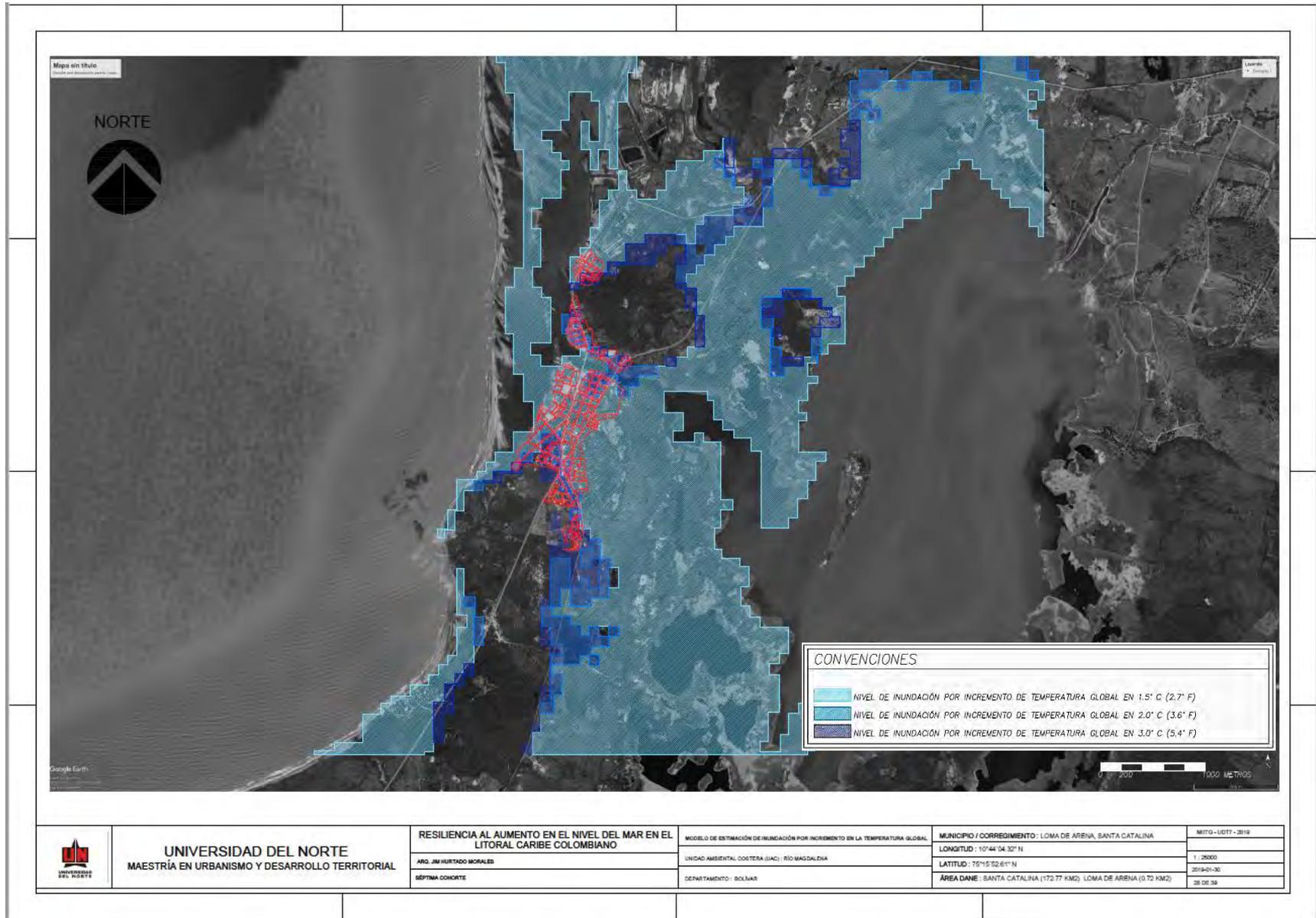
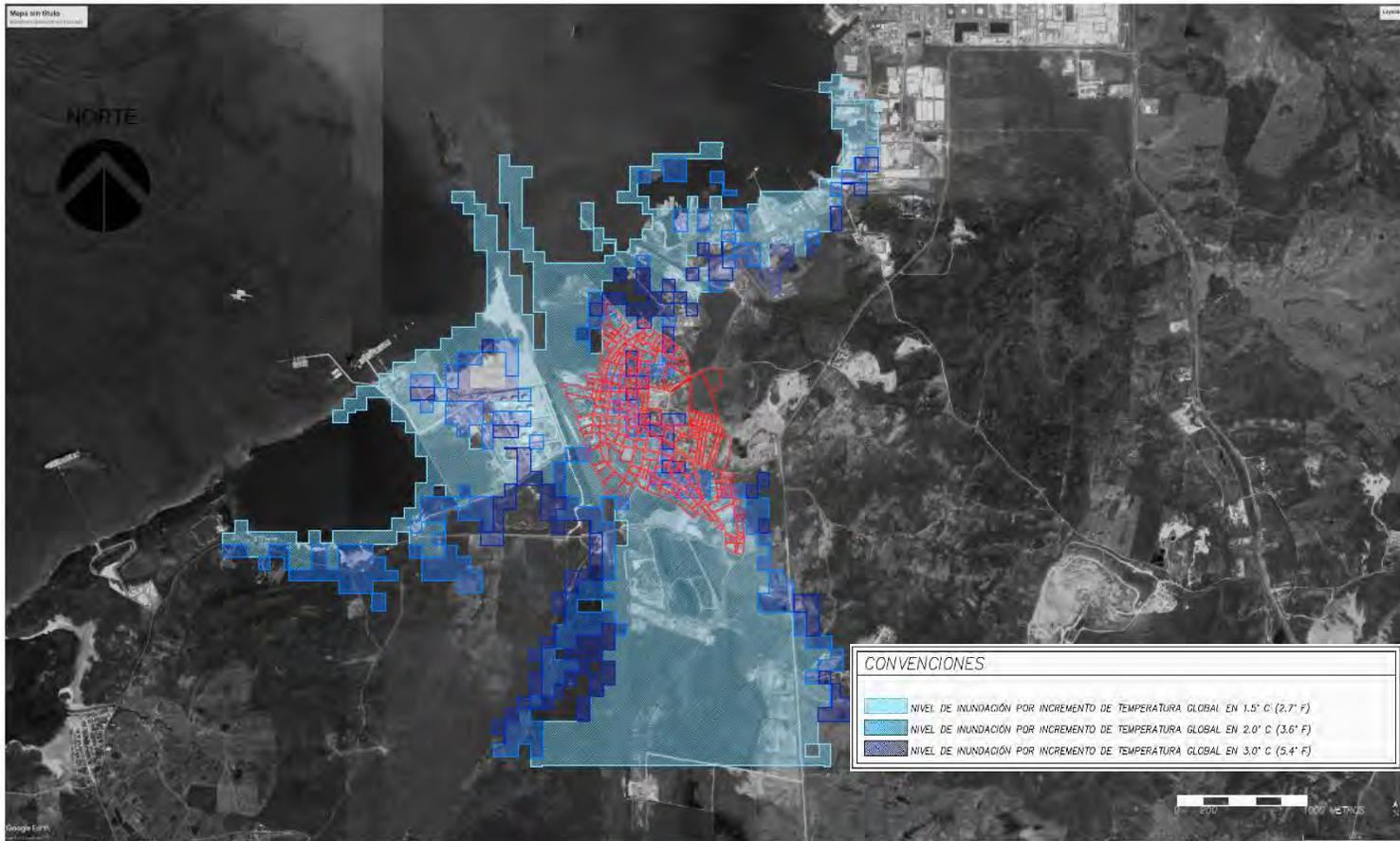


Figura 81. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Loma de Arena, Bolívar. (Fuente. Elaboración propia.)



 <p>UNIVERSIDAD DEL NORTE MAESTRÍA EN URBANISMO Y DESARROLLO TERRITORIAL</p>	<p>RESILIENCIA AL AUMENTO EN EL NIVEL DEL MAR EN EL LITORAL CARIBE COLOMBIANO</p>	<p>MODELO DE ESTIMACIÓN DE INUNDACIÓN POR INCREMENTO EN LA TEMPERATURA GLOBAL</p>	<p>MUNICIPIO / CORREGIMIENTO : PASACABALLOS, CARTAGENA D.T.</p>	<p>MITG-UDN-2019</p>
	<p>ARG. JIM HURTADO MORALES</p>	<p>UNIDAD AMBIENTAL COSTERA (UAC) : RÍO MAGDALENA</p>	<p>LONGITUD : 10°17' 11.75" N</p>	<p>1 : 25000</p>
	<p>SÉPTIMA COHORTE</p>	<p>DEPARTAMENTO : BOLÍVAR</p>	<p>LATITUD : 75°30' 47.20" O</p>	<p>2019-01-30</p>
			<p>ÁREA DANE : 0.77 KM2</p>	<p>20 DE 38</p>

Figura 82. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Pasacaballos, Bolívar. (Fuente. Elaboración propia.)

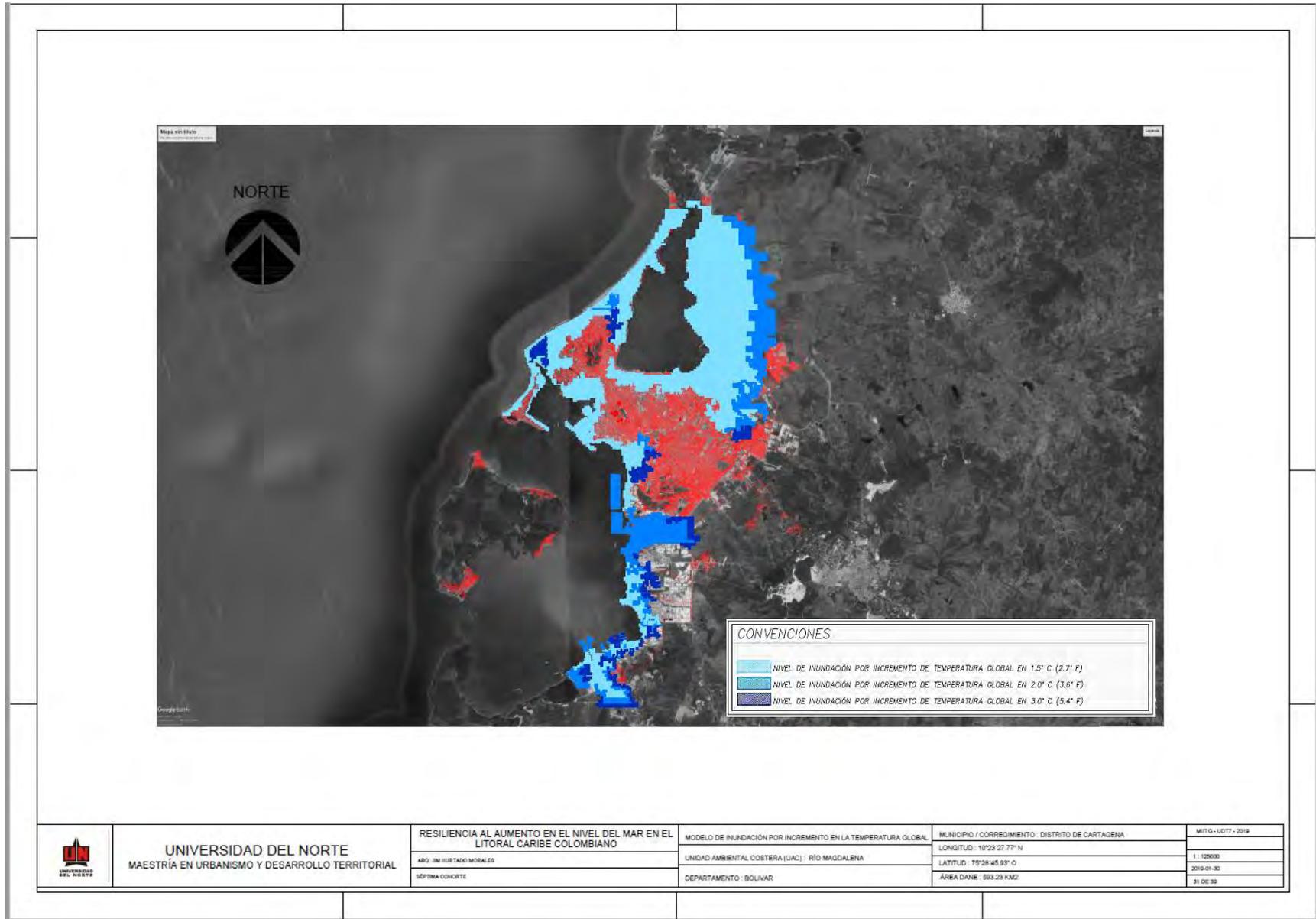


Figura 83. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Cartagena de Indias D.T., Bolívar (Fuente. Elaboración propia.)



Figura 84. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – La Boquilla, Bolívar. (Fuente. Elaboración propia.)

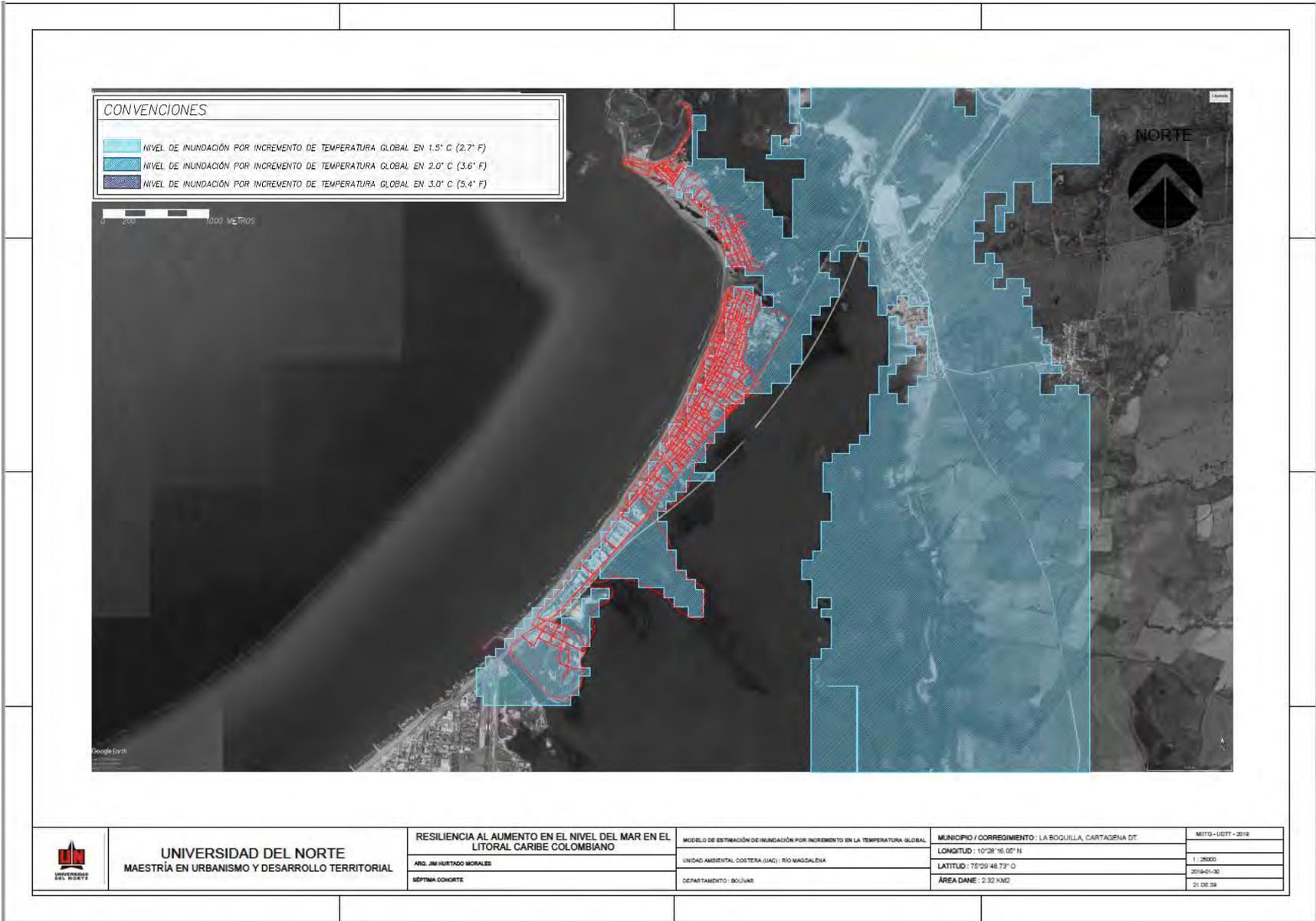


Figura 85. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Manzanillo del Mar, Bolívar. (Fuente. Elaboración propia.)

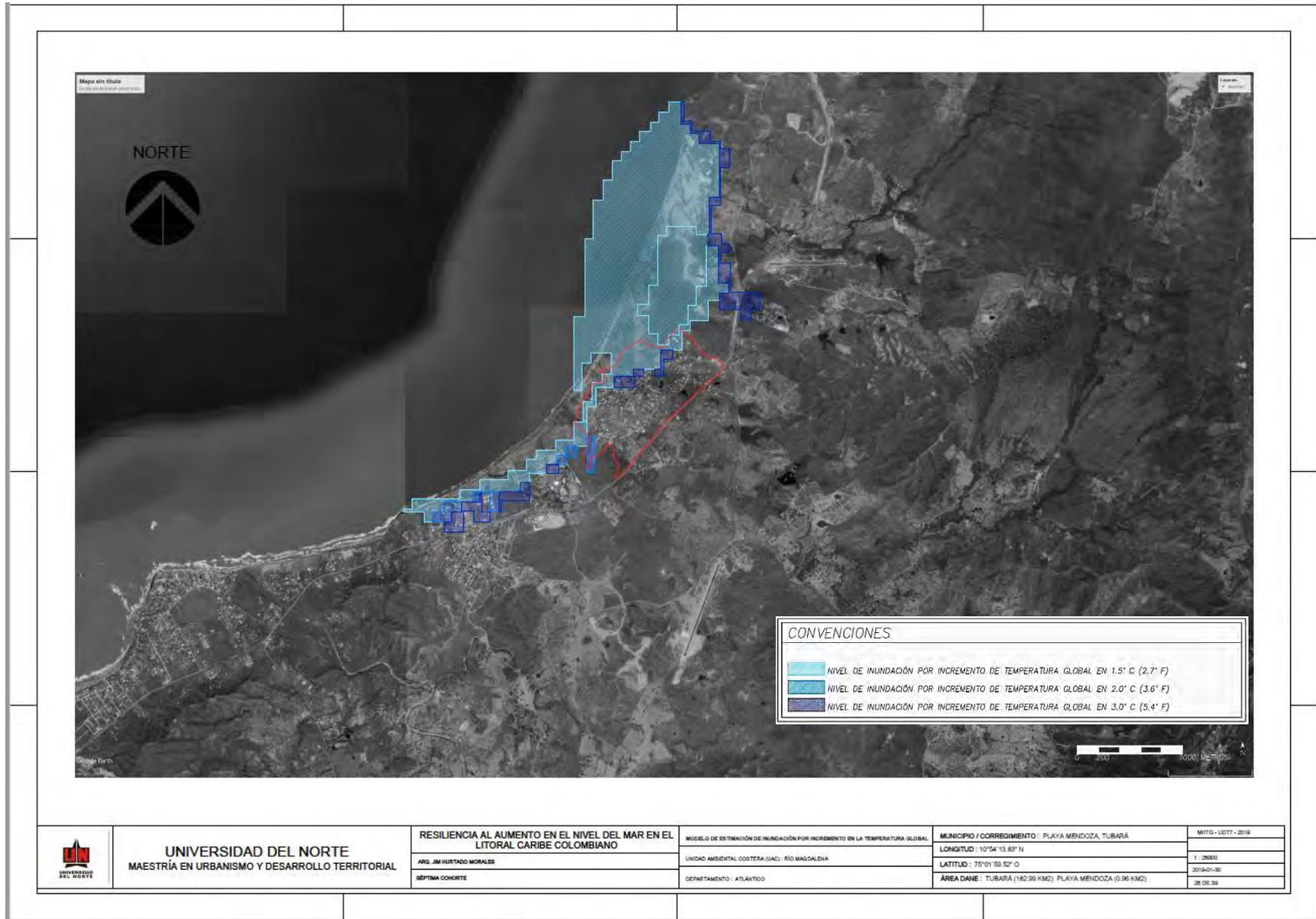
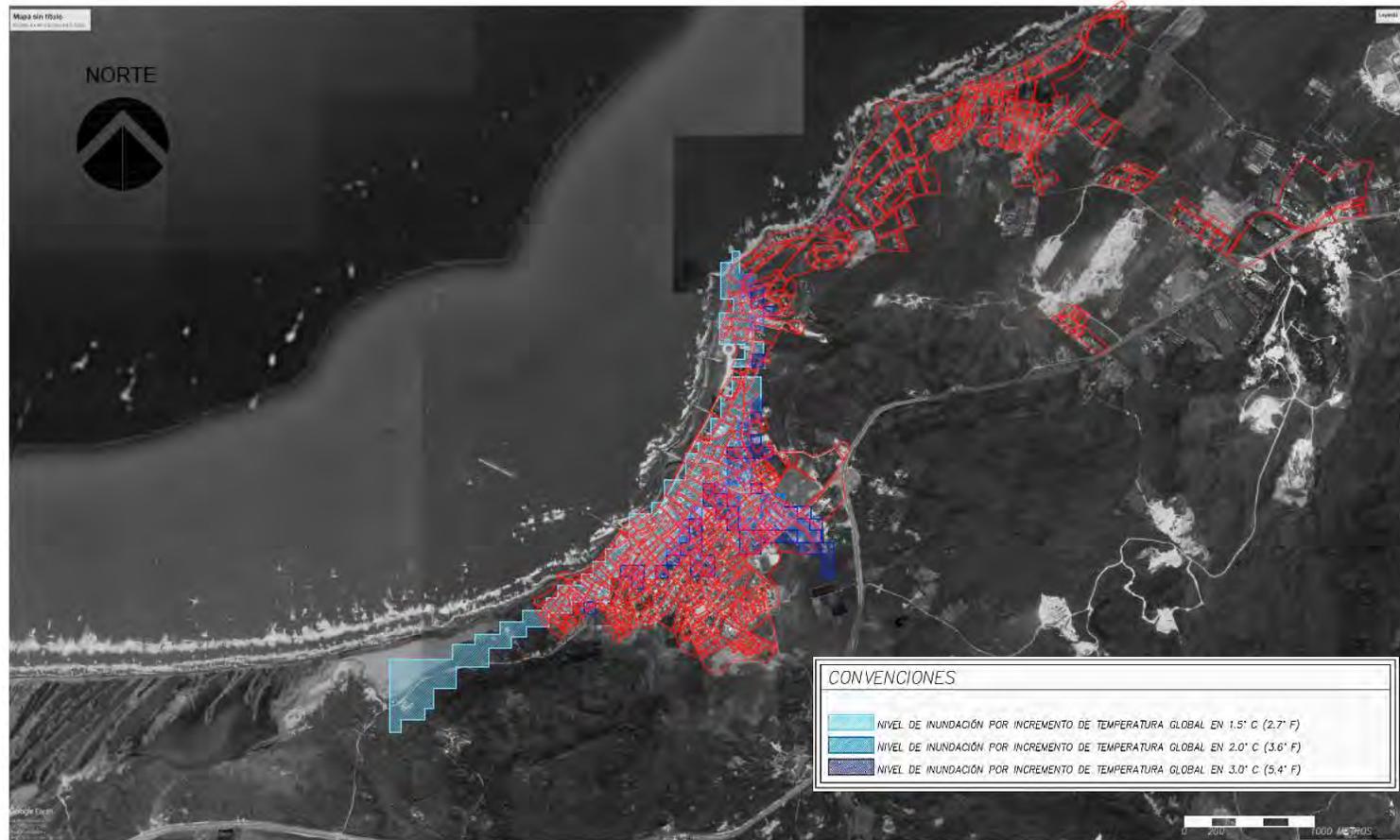


Figura 86. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Playa Mendoza, Atlántico. (Fuente. Elaboración propia.)



<p>UNIVERSIDAD DEL NORTE MAESTRÍA EN URBANISMO Y DESARROLLO TERRITORIAL</p>	<p>RESILIENCIA AL AUMENTO EN EL NIVEL DEL MAR EN EL LITORAL CARIBE COLOMBIANO</p>	<p>MODELO DE ESTIMACIÓN DE INUNDACIÓN POR INCREMENTO EN LA TEMPERATURA GLOBAL</p>	<p>MUNICIPIO / CORREGIMIENTO: PUERTO COLOMBIA</p>	<p>MITO - UDTT - 2019</p>
	<p>ARO. JIM HURTADO MORALES</p>	<p>UNIDAD AMBIENTAL COSTERA (UAC): RÍO MAGDALENA</p>	<p>LONGITUD: 74°57' 03.61" N</p>	<p>1:25000</p>
	<p>SÉPTIMA COHORTE</p>	<p>DEPARTAMENTO: ATLÁNTICO</p>	<p>LATITUD: 74°57' 02.74" O</p>	<p>2019-01-30</p>
			<p>ÁREA DANIE: 70.56 KM2</p>	<p>22 DE 36</p>

Figura 87. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Puerto Colombia, Atlántico. (Fuente. Elaboración propia.)

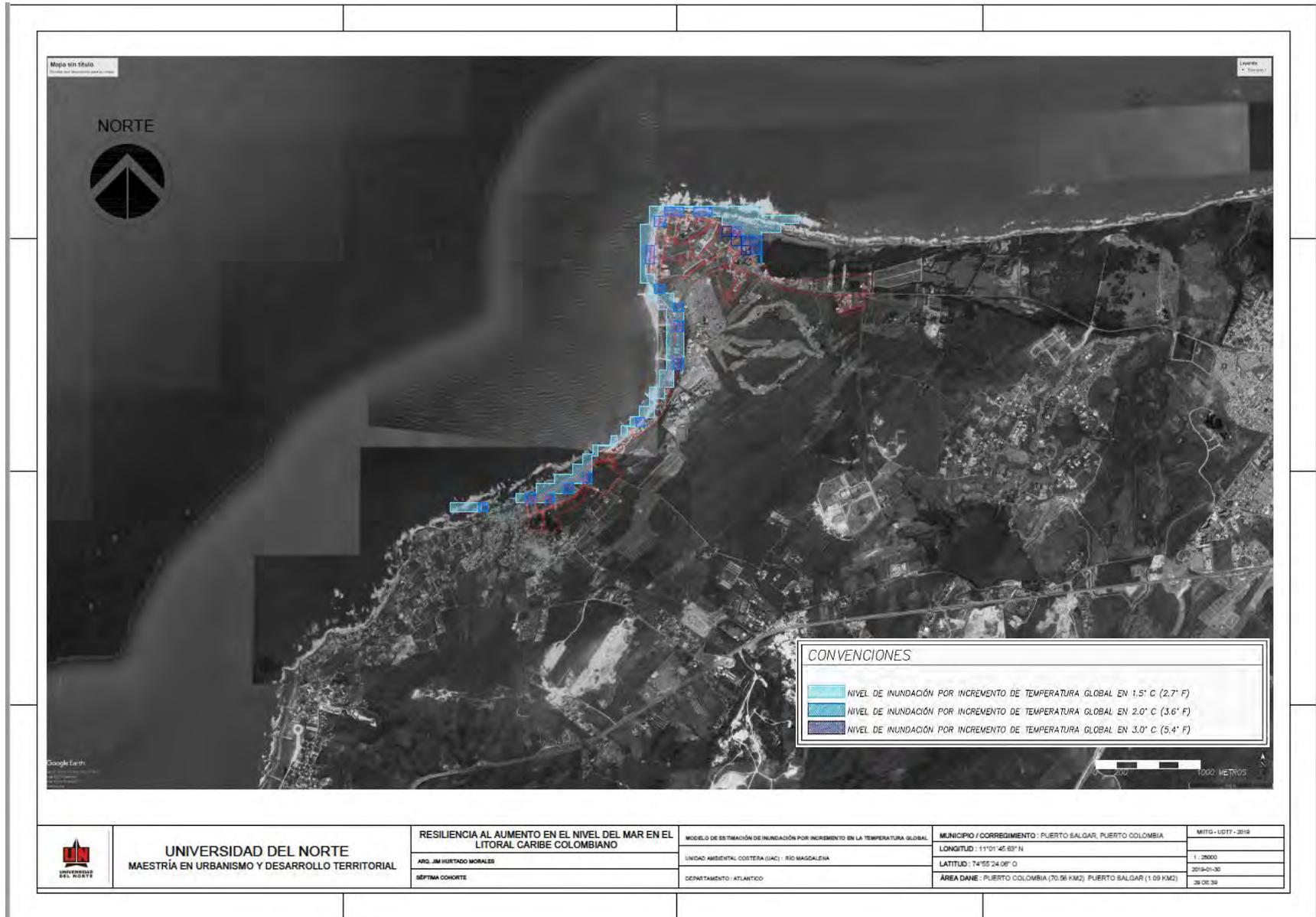


Figura 88. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Puerto Salgar, Atlántico. (Fuente. Elaboración propia.)

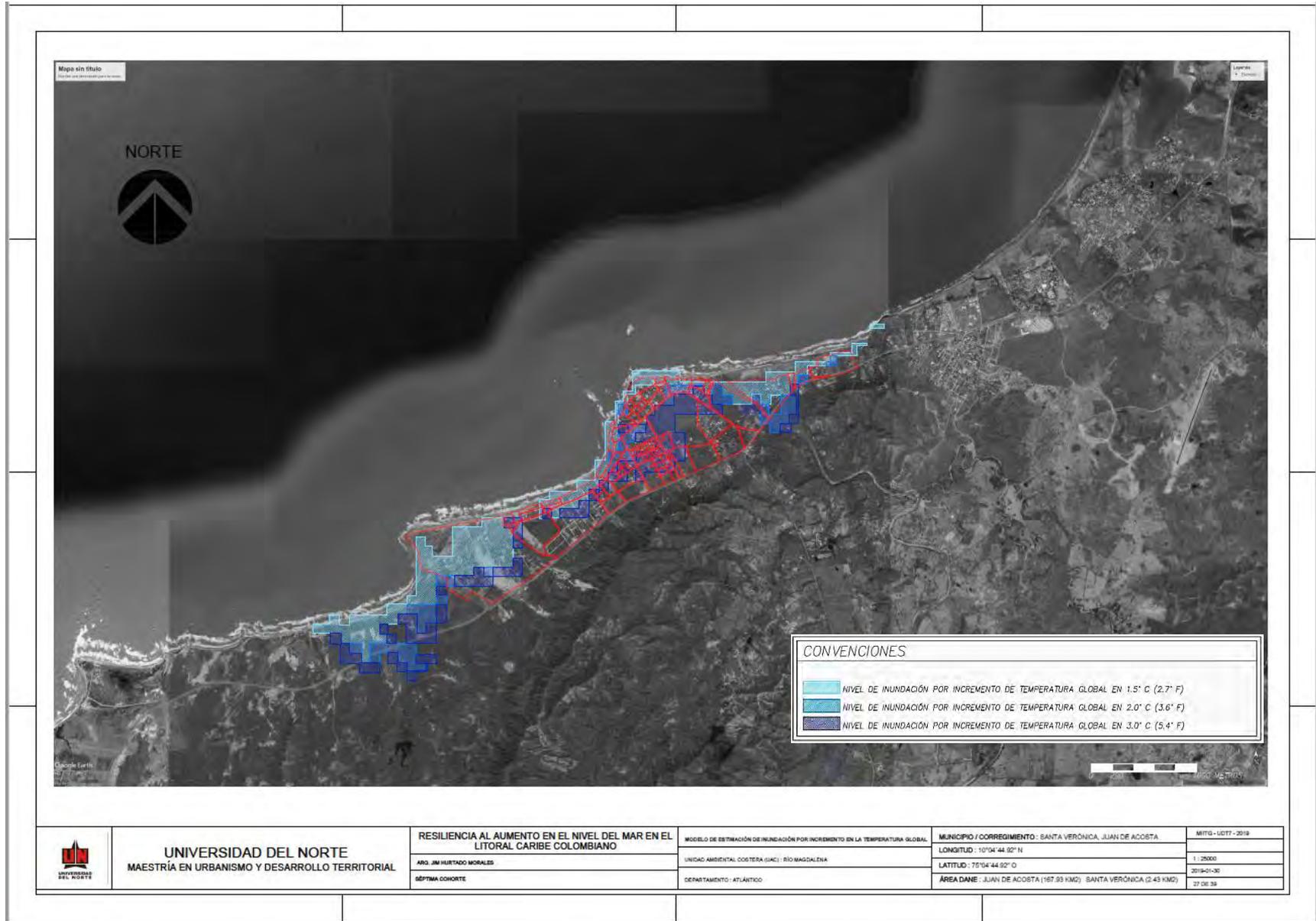
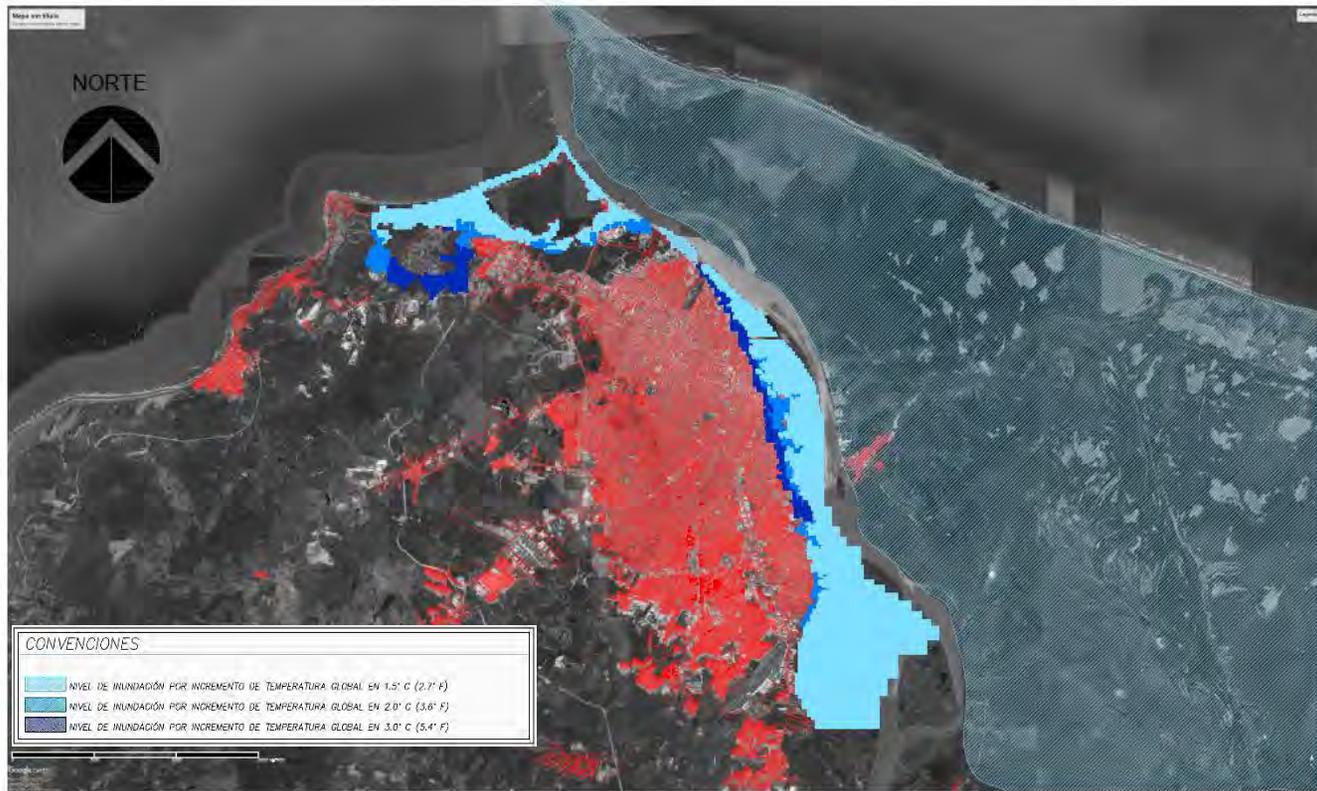


Figura 89. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Juan de Acosta. (Fuente. Elaboración propia.)



UNIVERSIDAD DEL NORTE
MAESTRÍA EN URBANISMO Y DESARROLLO TERRITORIAL

RESILIENCIA AL AUMENTO EN EL NIVEL DEL MAR EN EL LITORAL CARIBE COLOMBIANO

ABO. JIM HURTADO MORALES

SÉPTIMA COHORTE

MODELO DE INUNDACIÓN POR INCREMENTO EN LA TEMPERATURA GLOBAL

UNIDAD AMBIENTAL COSTERA (UAC): RÍO MAGDALENA

DEPARTAMENTO: ATLÁNTICO

MUNICIPIO / CORREGIMIENTO: DISTRITO DE BARRANQUILLA

LONGITUD: 74°48'14.79" N

LATITUD: 74°48'25.19" O

AREA DANE: 154.20 KM2

MIFG-10177-2019

1:125000

2019-01-30

30 06 39

Figura 90. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Barranquilla D.E.P., Atlántico (Fuente. Elaboración propia.)

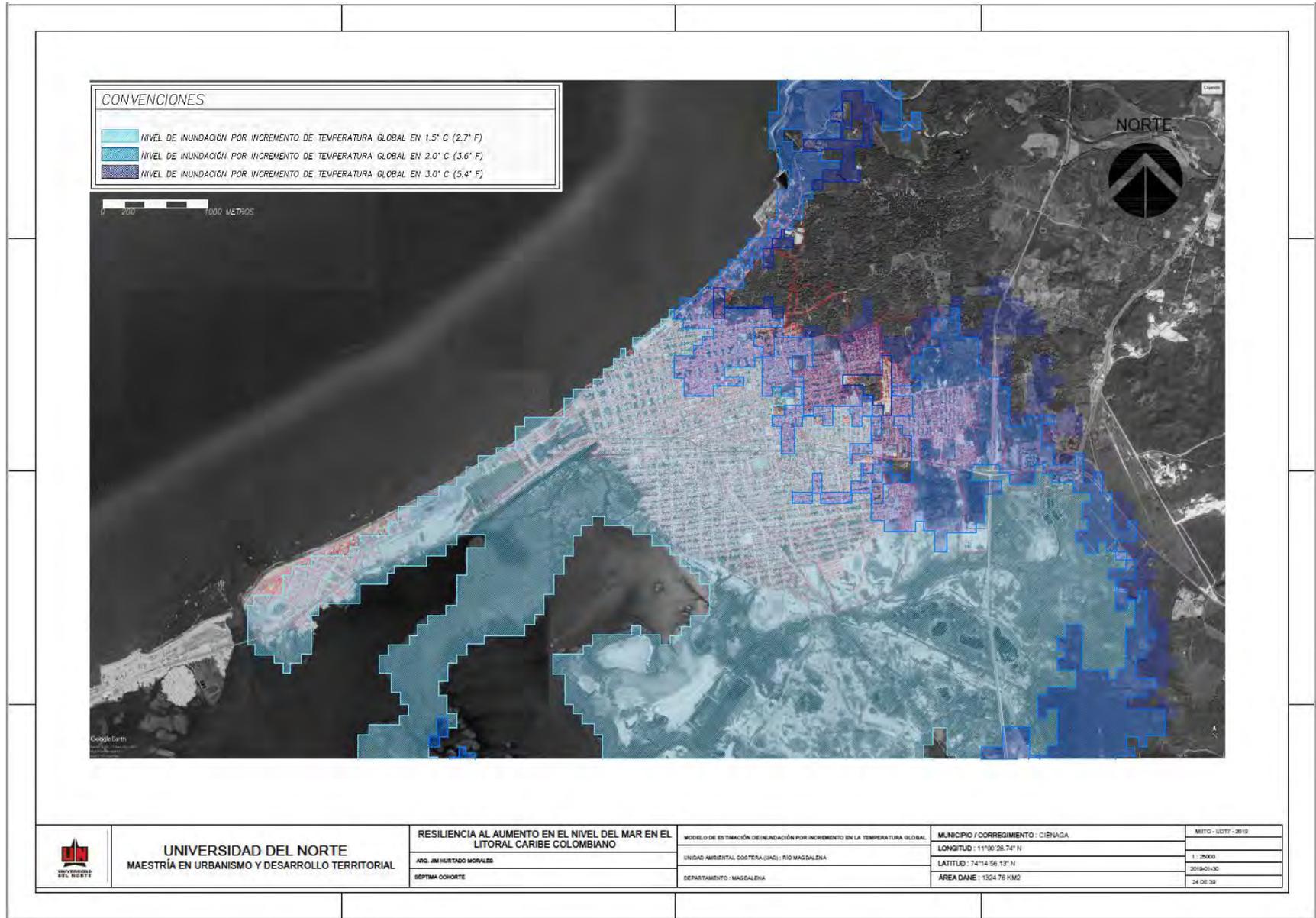


Figura 91. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Ciénaga, Magdalena. (Fuente. Elaboración propia.)

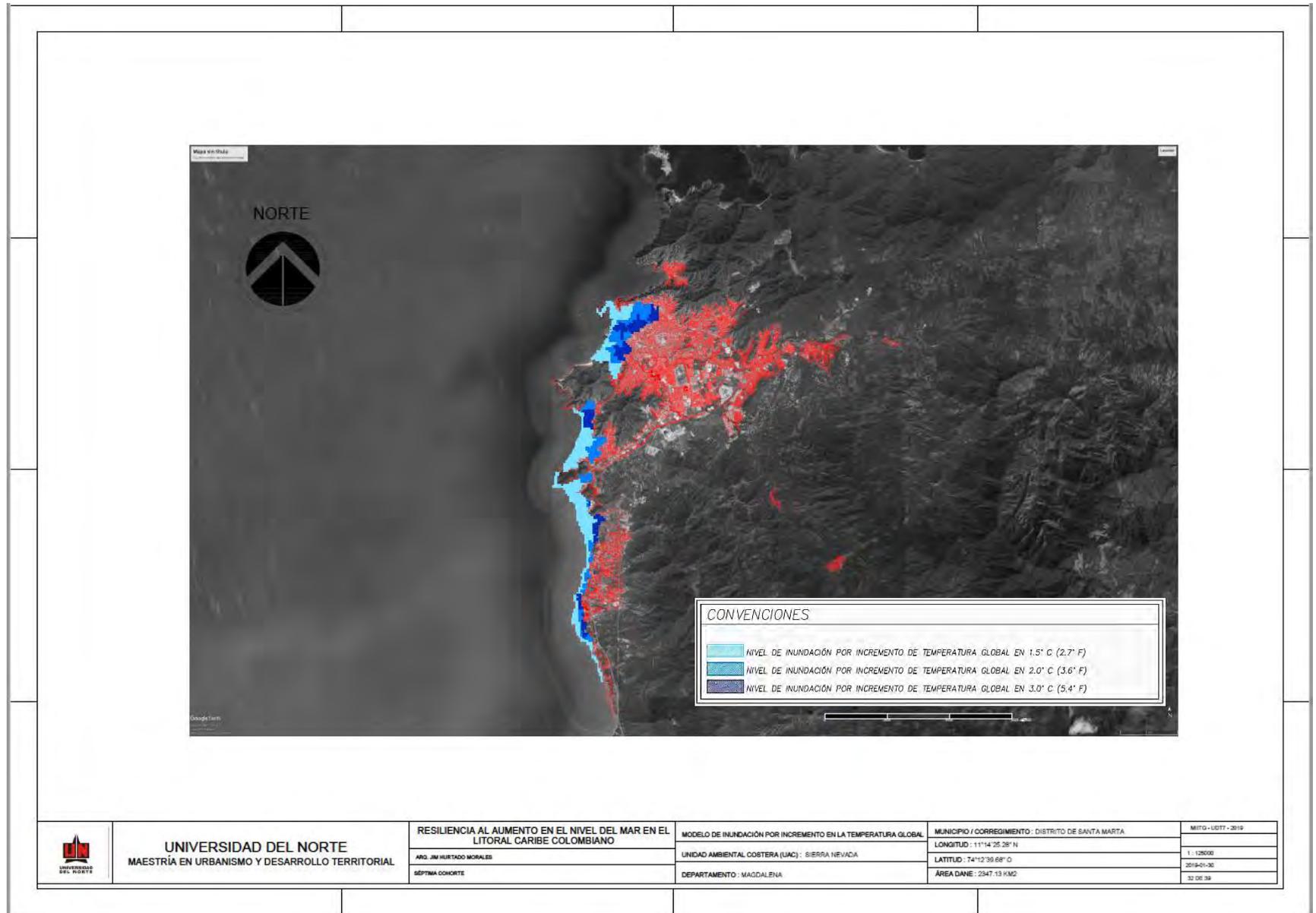
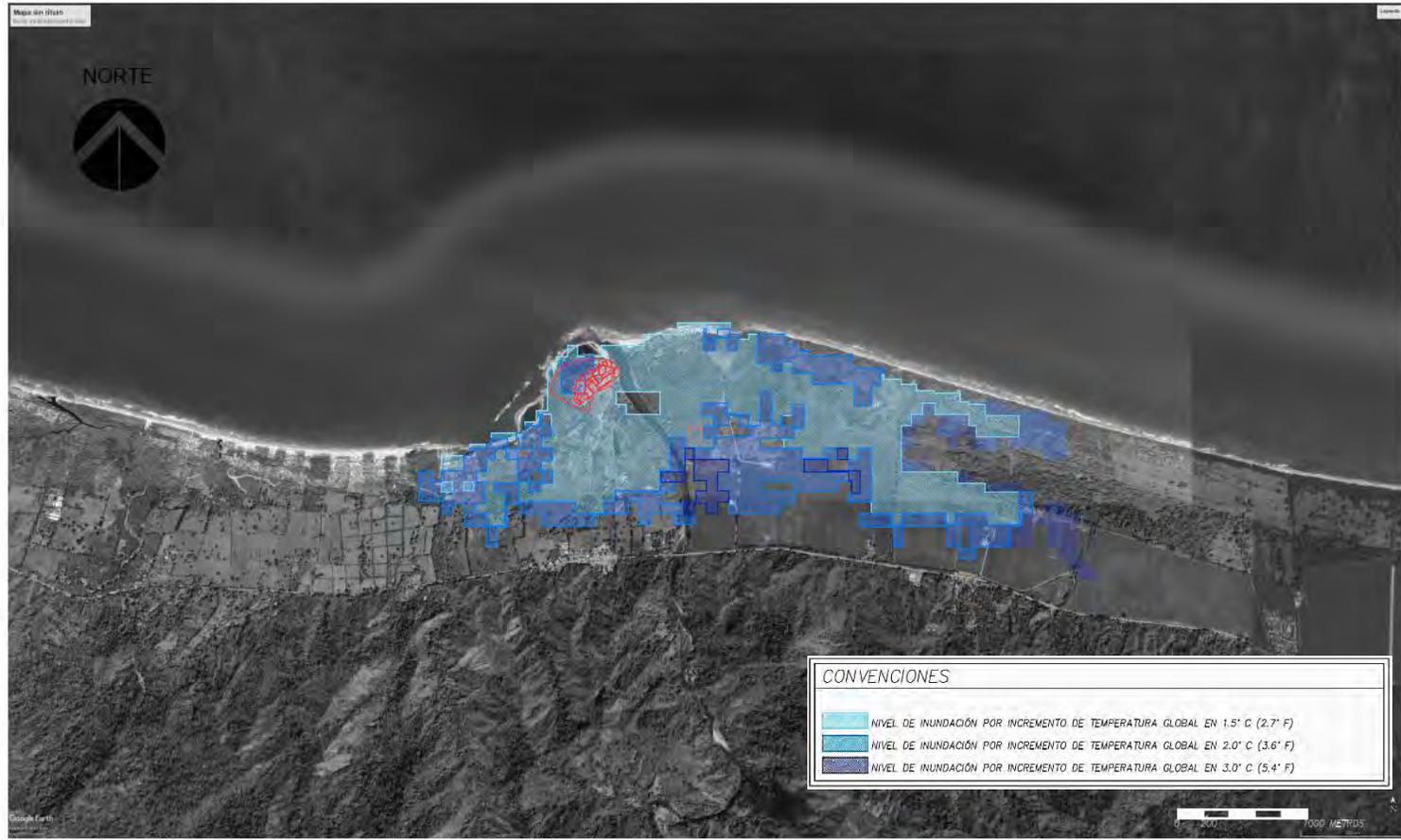


Figura 92. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Santa Marta D.T, Magdalena. (Fuente. Elaboración propia.)



<p>UNIVERSIDAD DEL NORTE MAESTRÍA EN URBANISMO Y DESARROLLO TERRITORIAL</p>	<p>RESILIENCIA AL AUMENTO EN EL NIVEL DEL MAR EN EL LITORAL CARIBE COLOMBIANO</p>	<p>MODELO DE ESTIMACIÓN DE INUNDACIÓN POR INCREMENTO EN LA TEMPERATURA GLOBAL</p>	<p>MUNICIPIO / CORREGIMIENTO : BURITACA, SANTA MARTA</p>	<p>MITG - 10717 - 2019</p>
	<p>ARG. JIM HURTADO MORALES</p>	<p>UNIDAD AMBIENTAL COSTERA (UAC) : SIERRA NEVADA</p>	<p>LONGITUD : 111°15'42.88" N</p>	<p>1 : 25000</p>
	<p>SÉPTIMA COHORTE</p>	<p>DEPARTAMENTO : MAGDALENA</p>	<p>LATITUD : 73°48'07.98" O</p>	<p>2019-01-30</p>
			<p>ÁREA DANE : SANTA MARTA (2347.19 KM2) BURITACA (0.11 KM2)</p>	<p>32 DE 38</p>

Figura 93. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Buritaca, Magdalena. (Fuente. Elaboración propia.)

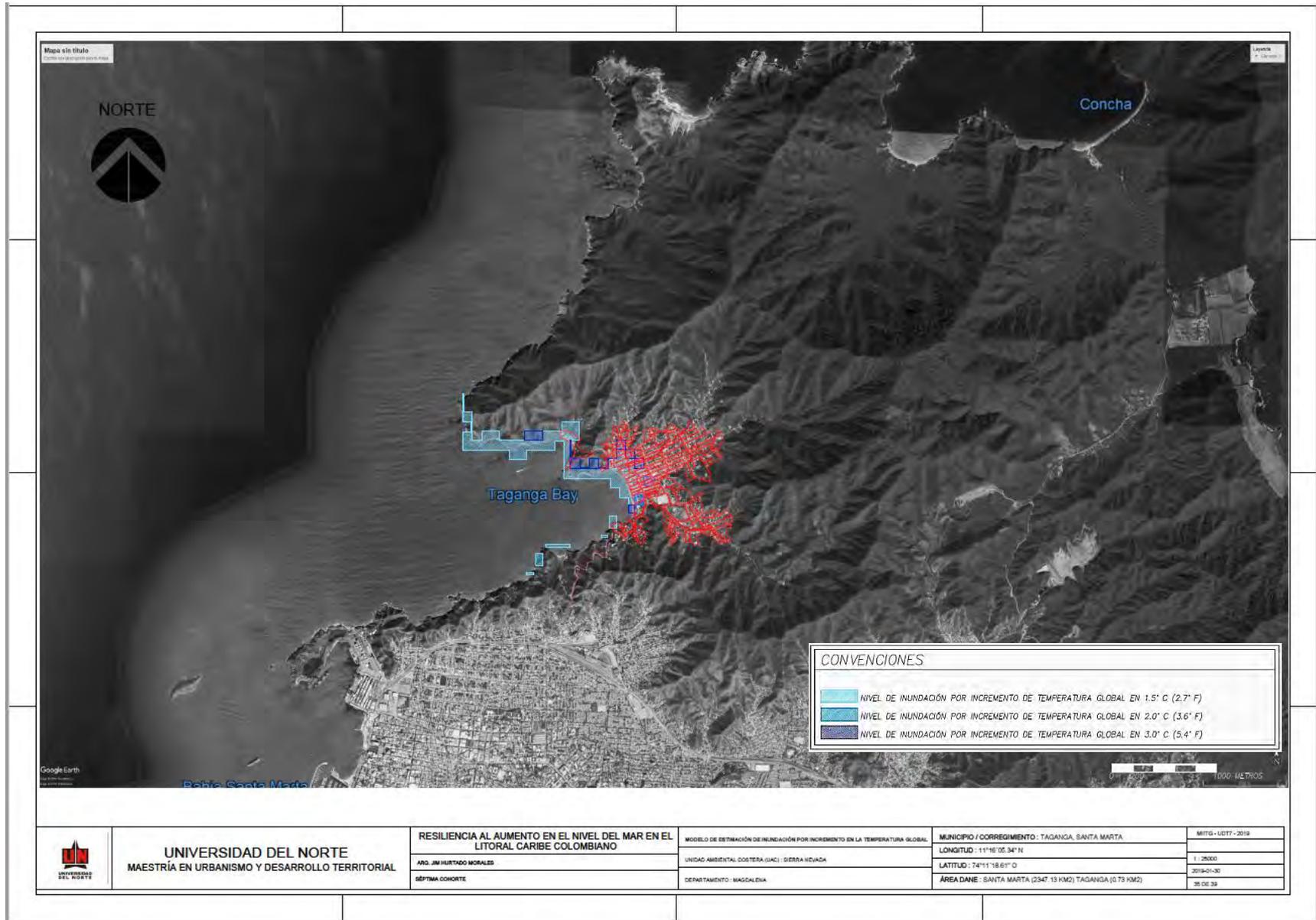


Figura 94. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Taganga, Magdalena. (Fuente. Elaboración propia.)

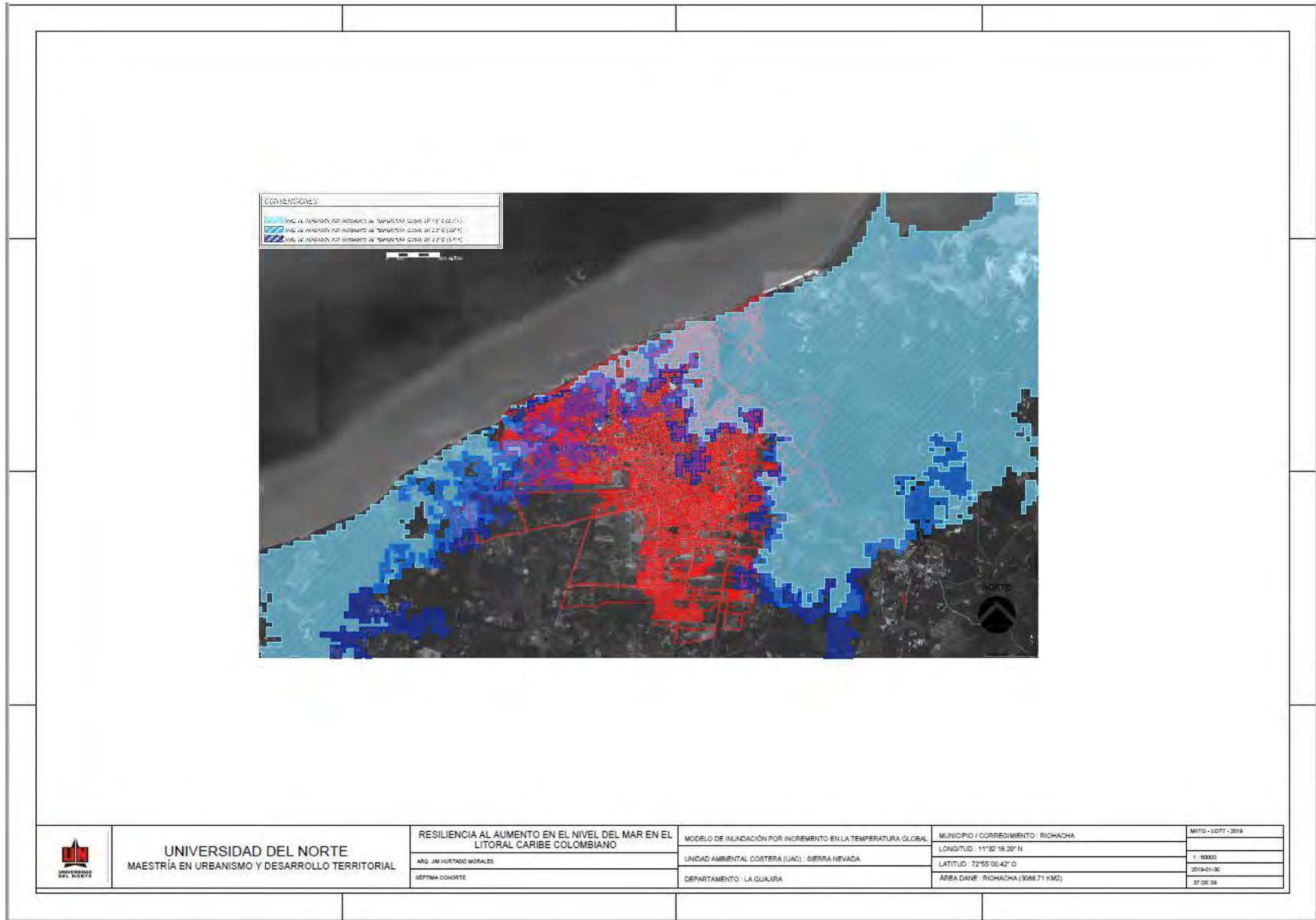


Figura 95. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Riohacha, La Guajira. (Fuente. Elaboración propia.)

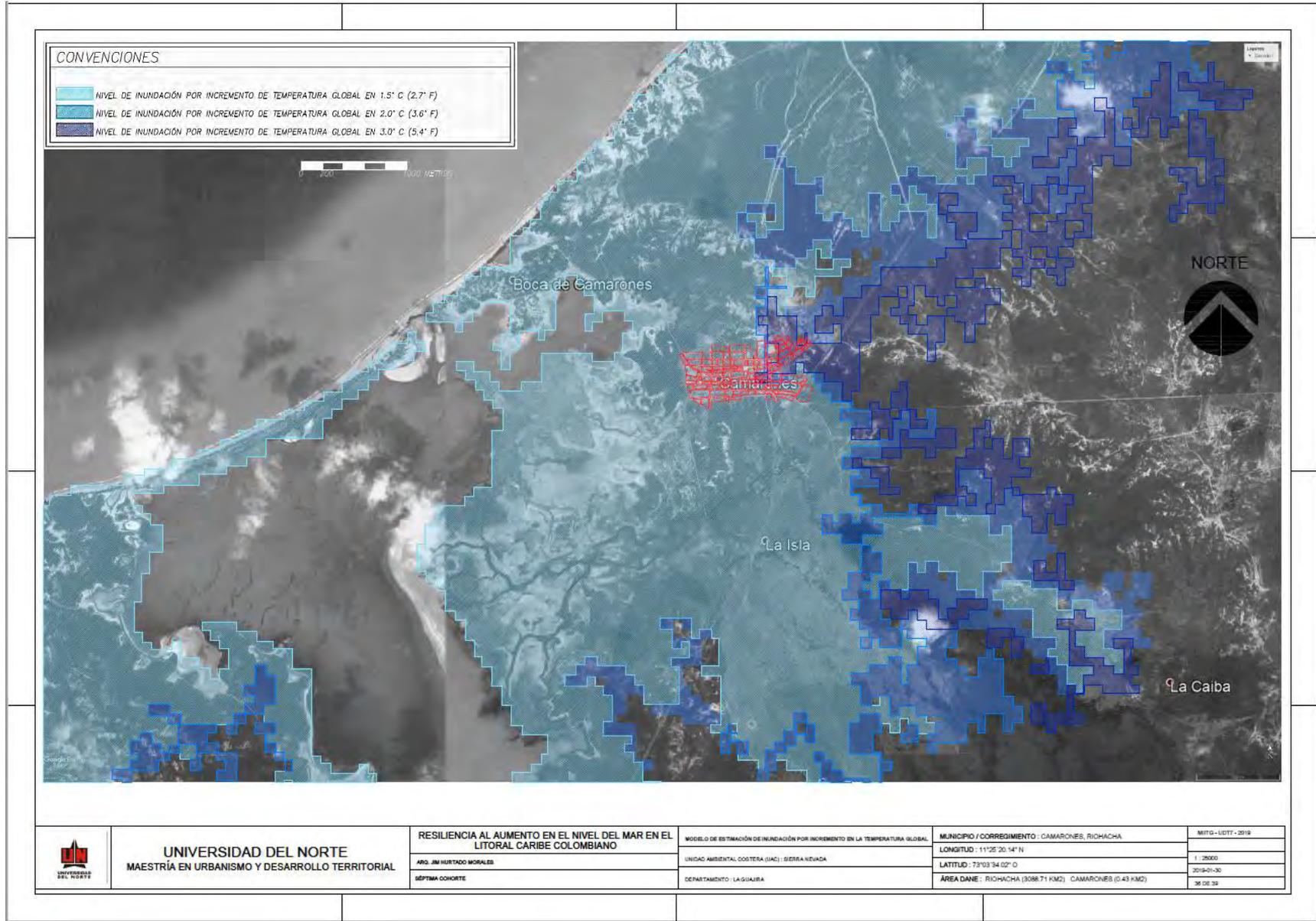
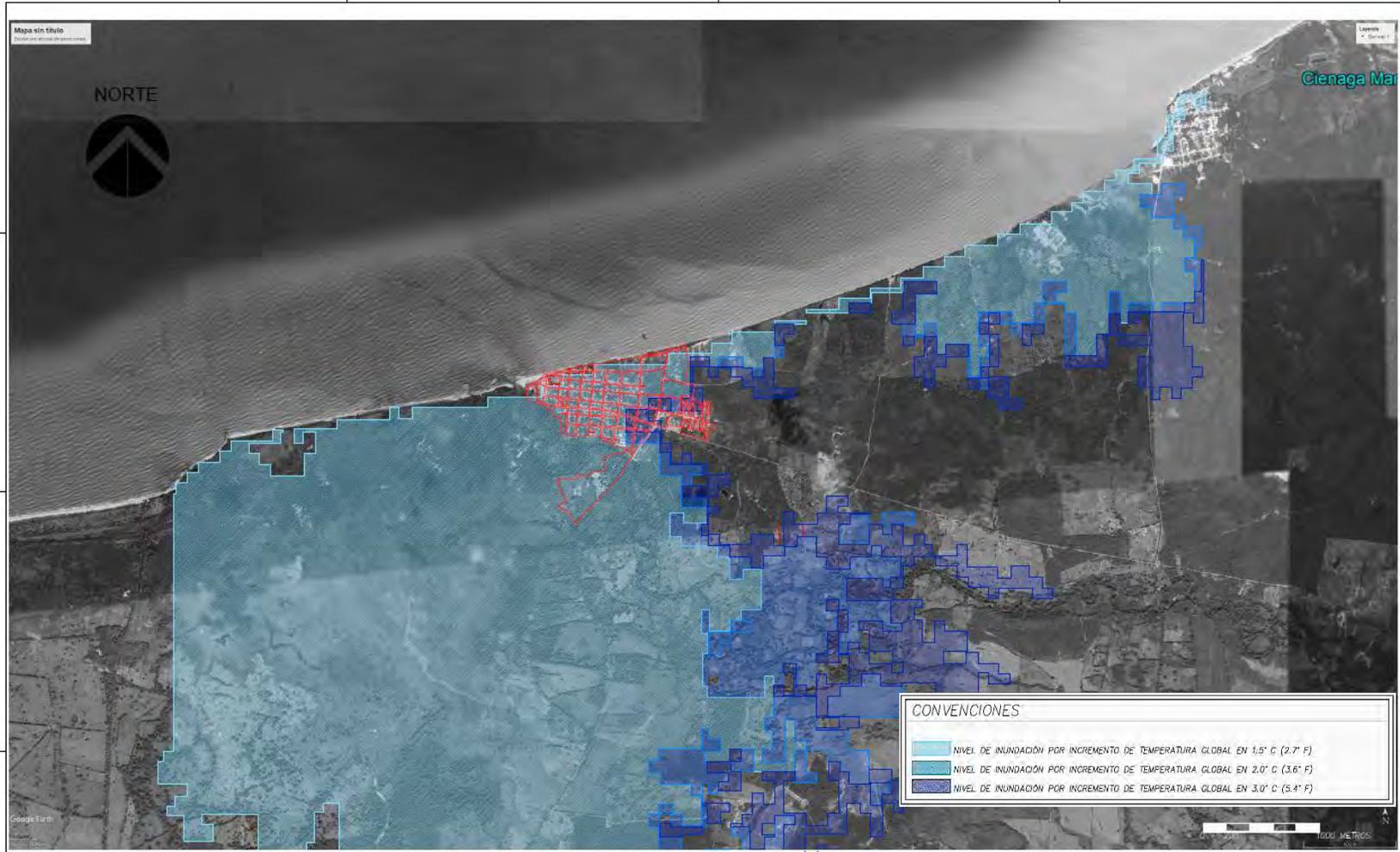


Figura 96. Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Camarones, La Guajira. (Fuente. Elaboración propia.)



CONVENCIONES	
■	NIVEL DE INUNDACIÓN POR INCREMENTO DE TEMPERATURA GLOBAL EN 1,5° C (2,7° F)
■	NIVEL DE INUNDACIÓN POR INCREMENTO DE TEMPERATURA GLOBAL EN 2,0° C (3,6° F)
■	NIVEL DE INUNDACIÓN POR INCREMENTO DE TEMPERATURA GLOBAL EN 3,0° C (5,4° F)

 <p>UNIVERSIDAD DEL NORTE MAESTRÍA EN URBANISMO Y DESARROLLO TERRITORIAL</p>	<p>RESILIENCIA AL AJUMENTO EN EL NIVEL DEL MAR EN EL LITORAL CARIBE COLOMBIANO</p>	<p>MODELO DE ESTIMACIÓN DE INUNDACIÓN POR INCREMENTO EN LA TEMPERATURA GLOBAL</p>	<p>MUNICIPIO / CORREGIMIENTO - DIBILLA</p>	<p>MITO - LIOFF - 2019</p>
	<p>ARG. JIM HURTADO MORALES</p>	<p>UNIDAD AMBIENTAL COSTERA (UAC) SIERRA NEVADA</p>	<p>LONGITUD : 11°18' 20.73" N</p>	<p>1 : 25000</p>
	<p>SÉPTIMA COHORTE</p>	<p>DEPARTAMENTO : LA GUAJIRA</p>	<p>LATITUD : 73°18' 33.81" N</p>	<p>2019-01-30</p>
			<p>ÁREA DANE : 1749.97 KM2</p>	<p>34 DE 38</p>

Figura 97 Modelo de estimación de inundación por incremento en la temperatura global – Dibilla, La Guajira. (Fuente. Elaboración propia.)

9. Bibliografía

- Agencia E F E. (16 de mayo de 2018). La ONU calcula que el 68 % de la población mundial será urbana en 2050. *ONU URBANIZACIÓN*, págs.
<https://www.efe.com/efe/america/sociedad/la-onu-calcula-que-el-68-de-poblacion-mundial-sera-urbana-en-2050/20000013-3617928#>.
- Ahern, J. (2011). Sustainability and resilience in the new urban world. *Landscape and Urban Planning*, 341 - 343.
- Ahern, J. F. (2012). Urban landscape sustainability and resilience: the promise and challenges of integrating ecology with urban planning and design. *Landscape Architecture & Regional Planning*, 1-13.
- Alonso, D. A., Vides, M. P., & Londoño, M. (2001). *AMENAZAS Y RIESGOS AMBIENTALES EN LAS ZONAS COSTERAS COLOMBIANAS*. Santa Marta, Colombia: INVEMAR.
- Andrade Amaya, C. A. (2015). *OCEANOGRAFÍA DINÁMICA DE LA CUENCA DE COLOMBIA*. Cartagena de Indias, Bolívar, Colombia: Alpha Editores. doi:ISBN: 978-958-99964-7-8
- Anglés Hernández, M. (2018). Una aproximación a la gestión integral de riesgos asociados al cambio climático en las ciudades mexicanas. En G. C. Delgado Ramos, *Ciudades sensibles al cambio climático* (págs. 35-54). Ciudad de México: UNAM.
- Arup Group. (15 de 02 de 2019). *Facing up to the future: the City Resilience Index*. Obtenido de <https://www.arup.com/perspectives/city-resilience-index>
- Augé, M. (1992). *LOS "NO LUGARES" ESPACIOS DE ANONIMATO. Una antropología de la Sobremodernidad*. España: Gedisa, S.A. Obtenido de <http://designblog.uniandes.edu.co/blogs/dise2609/files/2009/03/marc-auge-los-no-lugares.pdf>
- Barton, J. R. (2009). Adaptación al cambio climático en la planificación de ciudades - regiones. *CIUDRADevESi-sRtaEG dIOeN GESeografía Norte Grande*, 5-30.
- Biggs, R., Schlüter, M., & Schoon, M. L. (2015). An introduction to the resilience approach and principles to sustain ecosystem services in social–ecological systems. En R. Biggs, M. Schlüter, & M. L. Schoon, *Principles for Building Resilience, Sustaining Ecosystem Services in Social–Ecological Systems* (págs. 1 - 23). United Kingdom: University Printing House. doi:doi:10.1017/CBO9781316014240.002

- Burgess, R. (2003). Ciudad y sostenibilidad: desarrollo urbano sostenible. *UN. CEPAL. N° 88*, 193-214.
- Chacón Linares, E. (2013). *El reciclaje del hábitat social colectivo: estrategias y tecnologías (Tesis)*. Granada, España: Editorial de la Universidad de Granada.
- Chacón Linares, E., Valero Ramos, E., & Valverde Espinosa, I. (2012). Espacios de oportunidad. El reciclaje urbano en el contexto de la renovación del hábitat social en Francia. *Hábitat y Sociedad*, 77-94.
- Chavarro Pinzón, M., García Guerrero, A., García Portilla, J., Pabón Daniel, J., Prieto Roza, A., & Ulloa Cubillos, A. (2008). *Amenazas, riesgos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático*. Bogotá, Colombia: UNODC.
- Chuquisengo, O. (2013). La resiliencia en contextos urbanos. *Soluciones prácticas*, 01-14.
- Climate Central. (2015). *MAPPING CHOICES, CARBON, CLIMATE, AND RISING SEAS OUR GLOBAL LEGACY*. Princeton: climateteccentral.org.
- Climate Central. (2019). *Surging Seas, Stake Rising*. disponible en <https://stakes.climatecentral.org/index.html#13/36.8383/-76.2952?show=stakes&level=3&unit=feet&pois=hide>.
- CODECHOCÓ, I. -G.-C. (2008). *Formulación de los lineamientos y estrategias de manejo integrado de la Unidad Ambiental Costera del Darién*. Santa Marta, Colombia: INVEMAR.
- COMISIÓN EUROPEA. (1996). *CIUDADES EUROPEAS SOSTENIBLES*. BRUSELAS: EURONUMBER. Obtenido de <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0595456.pdf>
- Córdoba Larrarte, C. F., Ocampo Niño, J. C., & Villava, D. C. (2015). *Debilidad institucional de las contralorías departamentales según índice de transparencia de entidades públicas*. Bogotá, D.C.: Auditoría General de la República.
- CORPOGUAJIRA-INVEMAR. (2012). *PLAN DE MANEJO PARA LA ZONA COSTERA DEL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA. UAC-ALTA GUAJIRA*. Santa Marta, Colombia: INVEMAR.
- Cruz Petit, B. (2014). Las relaciones entre sociedad, espacio y medio ambiente en las distintas conceptualizaciones de la ciudad. *Estudios demográficos urbanos, VOL 29, NUM.1*, 183-

205. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-72102014000100183&lng=es&tlng=es.
- DANE. (2009). *COLECCIÓN DOCUMENTOS - ACTUALIZACIÓN 2009*. Bogotá, D.C:
 Disponible en https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/Deficit_vivienda.pdf.
- (DANE), D. A. (2018). *Información estadística por tema*. Disponible en
<http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema>.
- (DANE), D. A. (2019). *Información estadística y geoespacial de Colombia*. Disponible en
<https://geoportal.dane.gov.co/>.
- Departamento de asuntos económicos y sociales, N. U. (2014). *Más de la mitad de la población vive en áreas urbanas y seguirá creciendo*. New York.
- DNP. (2018). *Índice Municipal de Riesgo de Desastres Ajustado por Capacidades*. Bogotá, D.C.
 Colombia: Departamento Nacional de Planeación.
- DNP. (2019). *Fichas y tableros territoriales*. Disponible en
<https://terridata.dnp.gov.co/#/perfiles>.
- DNP. (2019). *Observatorio del sistema de ciudades*. Disponible en <https://osc.dnp.gov.co/>.
- Fernández Armesto, M., & Noguera, G. (22 de MAYO de 2015). La resiliencia urbana, clave del futuro de las ciudades. *EL PAIS*. Obtenido de
https://elpais.com/elpais/2015/05/21/planeta_futuro/1432231832_145438.html
- Fountain, H., Patel, J. K., & Popovich, N. (22 de enero de 2018). El 2017 fue uno de los años más calurosos de los que hay registro. *The New York Times Es*. Obtenido de
<https://www.nytimes.com/es/2018/01/22/temperaturas-mundo-record-calor/>
- Gutiérrez Moreno, L. C., Gutiérrez Rojas, Y., Noriega, O. d., Rangel Buitrago, N., Fonseca Gamba, C., Ortega Cuan, E., & García Quiñonez, H. (2017). *Caracterización, Diagnóstico y Análisis de Vulnerabilidades y Amenazas en el Departamento del Magdalena, Erosión costera*. Santa Marta: Corporación Autónoma Regional del Magdalena. Universidad del Atlántico. Obtenido de
https://www.corpamag.gov.co/archivos/riesgosAmbientales/2017_Doc04_ErosionCostera.pdf
- Henrik Ernstson, S. E., Charles L. Redman, D. M., Davis, G., Alfsen, C., & Elmqvist, T. (2010). *Urban Transitions: On Urban Resilience and Human-Dominated*. AMBIO.

- Hernández Pezzi, C. (2012). La excelencia de las transformaciones urbanas a través del reciclaje. *Hábitat y Sociedad*, 11-21.
- Higueras, E. (2009). LA CIUDAD COMO ECOSISTEMA URBANO. En E. Higueras , *El reto de la ciudad habitable y sostenible* (págs. 1-10). disponible en <http://oa.upm.es/16625/1/Ecosistema.pdf>: Editorial DAPP.
- Holling, C. S. (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1 - 23.
- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & CANCELLEERÍA. (2017). *Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático*. Bogotá D.C., Colombia.: IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLEERÍA, FMAM. Obtenido de http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023732/RESUMEN_EJECUTIVO_TCNCC_COLOMBIA.pdf
- Instituto Nacional de Salud. (2007). *FICHAS TÉCNICAS INDICADORES DE AGUA*. Bogotá, D.C: Disponible en <https://www.procuraduria.gov.co/portal/media/file/38.pdf>.
- INVEMAR. (2008). *FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO INTEGRADO DE LA UNIDAD AMBIENTAL COSTERA DE LA VERTIENTE NORTE DE LA SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA UAC-VNSNSM, CARIBE COLOMBIANO*. Santa Marta, Colombia: INVEMAR.
- INVEMAR. (2012). *DIAGNÓSTICO DE LA EROSIÓN COSTERA EN EL CARIBE COLOMBIANO*. Cartagena, Colombia: INVEMAR.
- INVEMAR. (2014). *Lineamientos del plan de ordenamiento y manejo de la Unidad Ambiental Costera (Pomiuac) río Magdalena*. Santa Marta, Colombia: Serie de Publicaciones Generales del INVEMAR.
- INVEMAR. (2017). *Análisis de vulnerabilidad marino costera e insular ante el cambio climático para Colombia como insumo para la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático*. Santa Marta, Colombia: INVEMAR. Obtenido de http://cinto.invemar.org.co/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/d81ae788-426d-40ee-8bd9-4124c888d615/Inf-Tec-vulnerabilidad-TCNCC-.pdf?ticket=TICKET_a09598c6c59fc09faafe4763f88a81780061992

- INVEMAR-CVS. (2011). *Lineamientos de Manejo Integrado de la Unidad Ambiental Costera Estuarina río Sinú-golfo de Morrosquillo*. Santa Marta, Colombia: INVEMAR.
- Klooster, J. (2017). *PLAN MAESTRO DE EROSIÓN COSTERA COLOMBIA - RESUMEN*.
https://www.arcadis.com/media/3/2/1/%7B3218C2E2-50C7-49CB-8A38-2FF72606CB23%7DMasterplan%20kusterosie%20Colombia_PMEC_Informe%20Principal_final_20171103_FINAL_ESENG%20-%20summary.pdf: Arcadis Nederland B.V.
- Kuri Pineda, E. E. (2013). Representaciones y significados en la relación espacio – sociedad: una reflexión teórica. *Sociológica*, año 28, número 78, 69-98. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-01732013000100003&lng=es&tlng=es.
- Magrin, G. O. (2015). *Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Naciones Unidas - CEPAL.
- Marín Herbert, S. (2014). *Plataforma CAT MED sobre Modelos Urbanos sostenibles y su proceso de capitalización URBAN EMPATHY*. Málaga, España: CONAMA .
- Martínez et al., 2. (2001). *Vulnerabilidad y adaptación de la zona costera colombiana al ascenso acelerado del nivel del mar*. Bogotá: IDEAM.
- Meisel Roca, A., & Pérez V., G. J. (2006). Geografía física y poblamiento en la Costa Caribe colombiana. *Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional*, 6-14.
- Méndez Gutiérrez del Valle, R. (2013). Ciudades y metáforas: sobre el concepto de resiliencia urbana. *Ciudad y territorio, estudios territoriales*, 220-2201. Obtenido de <https://www.eukn.eu/fileadmin/Lib/files/ES/2013/01-CyTET%20172.pdf>
- Méndez Gutiérrez del Valle, R. (2013). Estrategias de innovación para el desarrollo y la resiliencia de ciudades medias. *Documents & Análisis Geográfica*, 481- 499. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/39021603.pdf>
- Metzger, P., & Robert, J. (2013). Elementos de reflexión sobre la resiliencia urbana: usos criticables y aportes potenciales. *Territorios*, 21 - 40. Obtenido de <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/territorios/article/viewFile/2550/2141>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Consideraciones de cambio climático para el ordenamiento territorial [Recurso electrónico] / Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo*. Bogotá, D.C., Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

- Ministerio de Salud y Protección Social. (2019). *Cifras de aseguramiento en salud*. Disponible en <https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/Paginas/cifras-aseguramiento-salud.aspx>.
- Montes Lira, P. F. (2001). *El ordenamiento territorial como opción de políticas urbanas y regionales en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL, División de medio ambiente y asentamientos humanos.
- Naciones Unidas. (2019). *Cambio Climático*. recuperado en <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/climate-change/index.html>: Naciones Unidas.
- Nakicenovic, N., & Swart, R. (2000). *Emissions Scenarios, Report*. Cambridge, England: Cambridge University .
- Narváez Tafur, G. E. (2015). Hacia la sostenibilidad urbana y ambiental. *Bitácora Urbano Territorial*, 11-14.
- Navarrete Ramírez, S. M. (2014). *Protocolo indicador variación línea de costa: perfiles de playa. Indicadores de monitoreo biológico de subsistema de áreas marinas protegidas (SAMP)*. Santa Marta, Colombia: INVEMAR.
- Odum, E. p. (1997). *ECOLOGÍA*. México: Compañía Editorial Continental, S.A.
- Oficina de Resiliencia CDMX. (2016). *ESTRATEGIA DE RESILIENCIA DE LA CDMX; Transformación adaptativa, incluyente y equitativa*. Ciudad de México.
- ONU. (2010). *OBJETIVOS DE DESARROLLO EN EL MILENIO. AVANCES EN LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- ONU HABITAT. (2018). *CITY RESILIENCE PROFILING TOOL*. BARCELONA, ESPAÑA: ONU HABITAT. Obtenido de <http://urbanresiliencehub.org/wp-content/uploads/2018/02/CRPT-Guide.pdf>
- ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL. (2017). *Declaración de la OMN sobre el estado del clima mundial en 2017*. Ginebra, Suiza: OMN- N° 1212.
- ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL. (2018). *Declaración de la OMN sobre el estado del clima mundial en 2017*. Ginebra, Suiza: OMN- N° 1233.
- Oviedo Torres, B. E. (2010). *GENERACIÓN DE ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO REGIONALES Y LOCALES A PARTIR DE MODELOS GLOBALES - GUÍA PARA TOMADORES DE DECISIONES*. Bogotá, Colombia: Instituto de Hidrología,

- Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gu%C3%ADa+Escenarios+Cambio+Climatico.pdf/72eae24f-04ea-4ce2-9a4b-e551559c48fc>
- Pabón, J. D. (2003). El cambio climático Global y su manifestación en Colombia. *Cuadernos de Geografía XII*, 11-119.
- Pabón, J. D. (2012). CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA: TENDENCIAS EN LA SEGUNDA MITAD DEL SIGLO XX Y ESCENARIOS POSIBLES PARA EL SIGLO XXI. *MEDIO AMBIENTE*, 261-278.
- Pandiella, G. (2016). Ciudades inclusivas, resilientes y sustentables: desafíos de la agenda urbana Latinoamericana. *Medio Ambiente y Urbanización*, 55-70.
- Posada Posada, B. O., & Henao Pineda, W. (2008). *Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano*. Santa Marta, Colombia: INVEMAR, Diagnóstico de la erosión en la zona costera del caribe colombiano. Obtenido de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/ftp-uploads/pub-diagnostico-de-la-erosion-en-la-zona-costera-del-caribe-colombiano.pdf>
- Quiceno Cuartas, P. A. (2016). Efecto del cambio climático en las zonas costeras colombianas. *AC agenda cultural, Alma Máter*, 1 - 4. Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/6277/3e3e1c68c6b84ffd3e73161adeb93adab9bf.pdf>
- Ramírez Treviño, A. S. (10 de julio de 2009). Enfoques del desarrollo sostenible y urbanismo. *Revista Digital Universitaria [en línea]*. Recuperado el 11 de julio de 2009, de <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num7/art42/int42.htm>
- Robert, J., & Metzger, P. (2013). Elementos de reflexión sobre la resiliencia urbana: usos criticables y aportes potenciales. *Ciudades y resiliencia: Riesgo, vulnerabilidad y adaptación en América Latina*, 21-40. Obtenido de <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/territorios/article/viewFile/2550/2141>
- Robertson, K., Martínez, N. J., & Jaramillo, O. (2003). Amenazas naturales asociadas al ascenso del nivel del mar en el caribe colombiano. *Cuadernos de Geografía, XII*, 135-153.
- Rodríguez Albor, G., & Ramos, J. L. (2009). Renovación urbana del centro histórico de Barranquilla: orígenes y evolución del proceso. *Memorias, Año 6, N°11.*, 46 - 62.

- Rodríguez Becerra, M. (1994). EL DESARROLLO SOSTENIBLE: ¿UTOPIA O REALIDAD PARA COLOMBIA? *La política ambiental del fin de siglo: Una agenda para Colombia*, 15-43.
- Schiappacasse, P., & Müller, B. (2015). Planning Green Infrastructure as a Source of Urban and Regional Resilience – Towards Institutional Challenges. *Urbani izziv*, 13-24.
- Secretaría de Gobernación, & Sec. de Desarrollo Agrario, territorial y Urbano. (2016). *Guía de resiliencia urbana*. Ciudad de México: Presidencia de la Reública.
- Simmel, G. (1986). *Sociología, tomo 2, "Estudios sobre las formas de socialización"*. Mdrid: Alianza.
- Souch, C., & Grimmond, S. (2006). Applied climatology: urban climate. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 270 - 279.
- Strauss, B. H., Klup, S., & Livermann, A. (2015). *Mapping Choices: Carbon, Climate, and Rising Seas, Our Global Legacy*. disponible en <http://sealevel.climatecentral.org/uploads/research/Global-Mapping-Choices-Report.pdf>: Climate Central Research Report. Obtenido de <http://sealevel.climatecentral.org/uploads/research/Global-Mapping-Choices-Report.pdf>
- TRANSPARENCIA POR COLOMBIA. (2019). *Indice de transparencia de las entidades públicas - ITEP*. Disponible en <http://transparenciacolombia.org.co/>.
- Tumini, I. (2016). Acercamiento teórico para la integración de los conceptos de Resiliencia en los indicadores de Sostenibilidad Urbana. *REVISTA DE URBANISMO*, 40-20. doi:10.5354/0717-5051.2016.40056
- Tumini, I., Arriagada Sickinger, C., & Baeriswyl Rada, S. (2017). Modelo para la integración de la Resiliencia. *3er Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Eco-Eficientes*, (págs. 926-938). Sevilla.
- UNDRR. (2013). *Cómo desarrollar ciudades más resilientes: Un Manual para líderes de los gobiernos locales*. Panamá: Naciones Unidas.
- UNISDR. (2012). *Cómo desarrollar ciudades más resilientes - Un Manual para alcaldes y líderes del gobierno local*. Ginerbra, Suiza: Naciones Unidas. doi:GE.11-02163
- United Nations. (2015 - 2030). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo*. Ginebra, Suiza: unisdr.org.

- Valero Ramos, E., & Valverde Espinosa, I. (2012). Espacios de oportunidad. El reciclaje urbano en el contexto de la renovación del hábitat social en Francia. *Habitat y sociedad* N°5.
- Van der Heijden, J. (2017). Urban sustainability and resilience. En P. Drahos, *Regulatory Theory* (págs. 725-740). ANU Press.
- Vásquez, A. E. (2016). Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, 63-86.
- Vera Rodríguez, J. M., & Albarracín Calderón, A. P. (2017). Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográficas. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 109-136.
- Vides, M. P., & Sierra-Correa, P. C. (2003). *Atlas de Paisajes Costeros de Colombia*. Santa Marta, Colombia: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras -INVEMAR- y Corporación Autónoma Regional y de Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina -CORALINA-.
- Vides, M., Sierra Correa, P. C., & Cortés, L. (2012). *Gestión costera como respuesta al ascenso del nivel del mar. Guía para administradores de la zona costera del Caribe*. Santa Marta, Colombia: Serie de Documentos Generales del INVEMAR. doi:ISBN: 978-958-8448-53-4
- Winchester, L. (2006). Desafíos para el desarrollo sostenible de las ciudades en América Latina y El Caribe. *EURE (Santiago)*, 7-25. Obtenido de <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612006000200002>