

Distrito Metropolitano de Quito: Análisis Integrado de Amenazas Relacionada con el Cambio Climático, aspectos naturales y socioeconómicos.

Preparado para:

Climate and Developed Knowledge Network (CDKN) y la Secretaría de Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito.

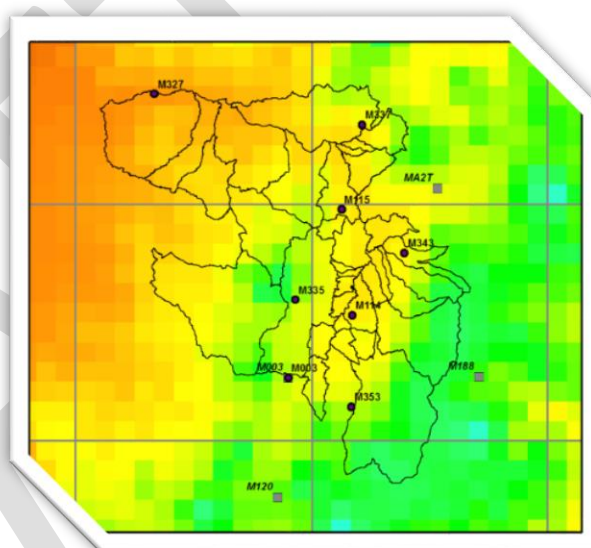
Preparado por:

David Yates

National Center for Atmospheric Research

David Purkey, Francisco Flores-Lopez, Laura Forni, Jairo Estacio, Nicholas Depsky, Vishal Mehta, Katherine Tehelen.

Stockholm Environment Institute (SEI)



Noviembre del 2013

Contenido

1	INTRODUCCION.....	3
1.1	CONTEXTO GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO Y DE ADAPTACIÓN DEL DMQ	3
	Contexto Climático y Características Regionales	3
	Contexto Político de la Adaptación al Cambio Climático.....	5
1.2	CONTEXTO SECTORIAL	6
	Sector Agricultura	6
	Sector Salud	6
	Sector Biodiversidad	6
	Sector Agua	7
	Sector Riesgo.....	7
1.3	CONTEXTO SOCIAL Y ECONÓMICO EN EL DMQ.....	7
	Caracterización Demográfica	7
	Condiciones Socioeconómicas en el DMQ.....	9
1.4	ANÁLISIS DE CONTEXTO GENERAL DE VULNERABILIDAD	10
2	Escenarios Climáticos para el Distrito Metropolitano de Quito	13
2.1	Las Incertidumbres y las Opciones Metodológicas.....	13
	CMIP-5 Escenarios del Cambio Climático para el DMQ.....	15
	Corrección de Sesgo - Desagregación Espacial (BC SD)	15
	Comparación de la Climatología Histórica vs. GCM Estación	16
	Resumen	23
2.2	Percepciones del Clima en el DMQ.....	24
	ANEXO 1 – GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	28
	ANEXO 2 – OBSERVACIONES GENERALES –SECRETARIA DEL AMBIENTE 2012 (anterior WP1)	29
3	REFERENCIAS.....	32

1 INTRODUCCION

En el marco de la Estrategia Nacional del Cambio Climático del Ecuador (ENCC) y del plan de acción climático del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), la Adaptación al cambio climático y Análisis de Vulnerabilidad (AAV) debe incluir un análisis integral de los efectos actuales y potenciales del cambio climático en sectores prioritarios de los sistemas económicos, ambientales y sociales del DMQ y Ecuador. Las evaluaciones deben explorar cómo utilizar mejor la última tecnología y resultados científicos relacionados con el clima para seleccionar las proyecciones climáticas disponibles, introducir las proyecciones climáticas seleccionadas en modelos (agua, agricultura, salud, económicos, etc.), y proporcionar orientación sobre la manera de incorporar los resultados de dicha evaluación en la planificación a largo plazo.

Este proyecto busca explorar, desarrollar y hacer accesibles los datos y métodos que pueden ser utilizados para desarrollar una evaluación de vulnerabilidad e identificar escenarios de cambio climático creíbles, defendibles, y prácticos para su uso en la evaluación de vulnerabilidad y análisis de la adaptación frente al cambio climático. El AAV debe: 1) adquirir datos existentes sobre el cambio climático a escalas acordes con la evaluación de los posibles efectos en el DMQ; 2) ubicar al clima futuro dentro del contexto del clima histórico, donde los datos instrumentales son aumentado dentro de lo posible, y utilizar datos climáticos paleo para desarrollar una representación más completa de la gama de la variabilidad natural del clima; y 3) enfatizar las contribuciones múltiples a la incertidumbre, incluyendo los causantes futuros en el cambio de clima como gases de efecto invernadero, tendencias sociales y económicas. En este reporte se alinean los aspectos principales relacionados a las amenazas climáticas en el DMQ dentro de un contexto de crecimiento y desarrollo de la región.

1.1 CONTEXTO GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO Y DE ADAPTACIÓN DEL DMQ

Contexto Climático y Características Regionales

Debido a que América Latina se extiende sobre un amplio rango de latitudes y posee importantes cadenas montañosas de gran elevación, posee una gran variedad de climas, está surcada por una cadena continua de montañas de alrededor de 9,000 km de longitud; en la Cordillera de los Andes se encuentran glaciares y volcanes importantes, así como, un gran número de planicies elevadas que albergan las poblaciones rurales más grandes de la región (Calvo et al., 2013). En el último siglo, en América Latina, los cambios en el clima han incluido un aumento de la temperatura media en la superficie, particularmente en latitudes medias y altas, así como cambios en la cantidad e intensidad de la precipitación (Calvo et al., 2007), en este sentido, es considerada como una de las regiones más vulnerables a los efectos del cambio climático (Friedman, 2013).

Ecuador está situado en la parte noroeste de América del Sur, limita al norte con Colombia, al sur y al este con Perú y al oeste con el océano Pacífico, tiene una extensión de 256,370 km², y se divide político-administrativamente en 24 provincias, 221 cantones y 1,500 parroquias (Figura 1). Ecuador presenta dos estaciones climáticas diferenciadas por la distribución de las temporadas de lluvia (temporada lluviosa y temporada seca), posee un clima tropical ó ecuatorial, cuya temperatura media anual varía entre 22 y 26°C. Se caracteriza por las constantes precipitaciones en forma desigual en los distintos lugares y durante todo el año; los principales meses de lluvia se sitúan entre diciembre y mediados de mayo,

período considerado como de invierno. Los cambios observados en el clima del Ecuador durante las últimas décadas consisten en incrementos de temperatura media entre 0.5°C y 1.6°C y un comportamiento irregular de las lluvias con tendencias decrecientes en la región litoral (CEPAL, 2010).

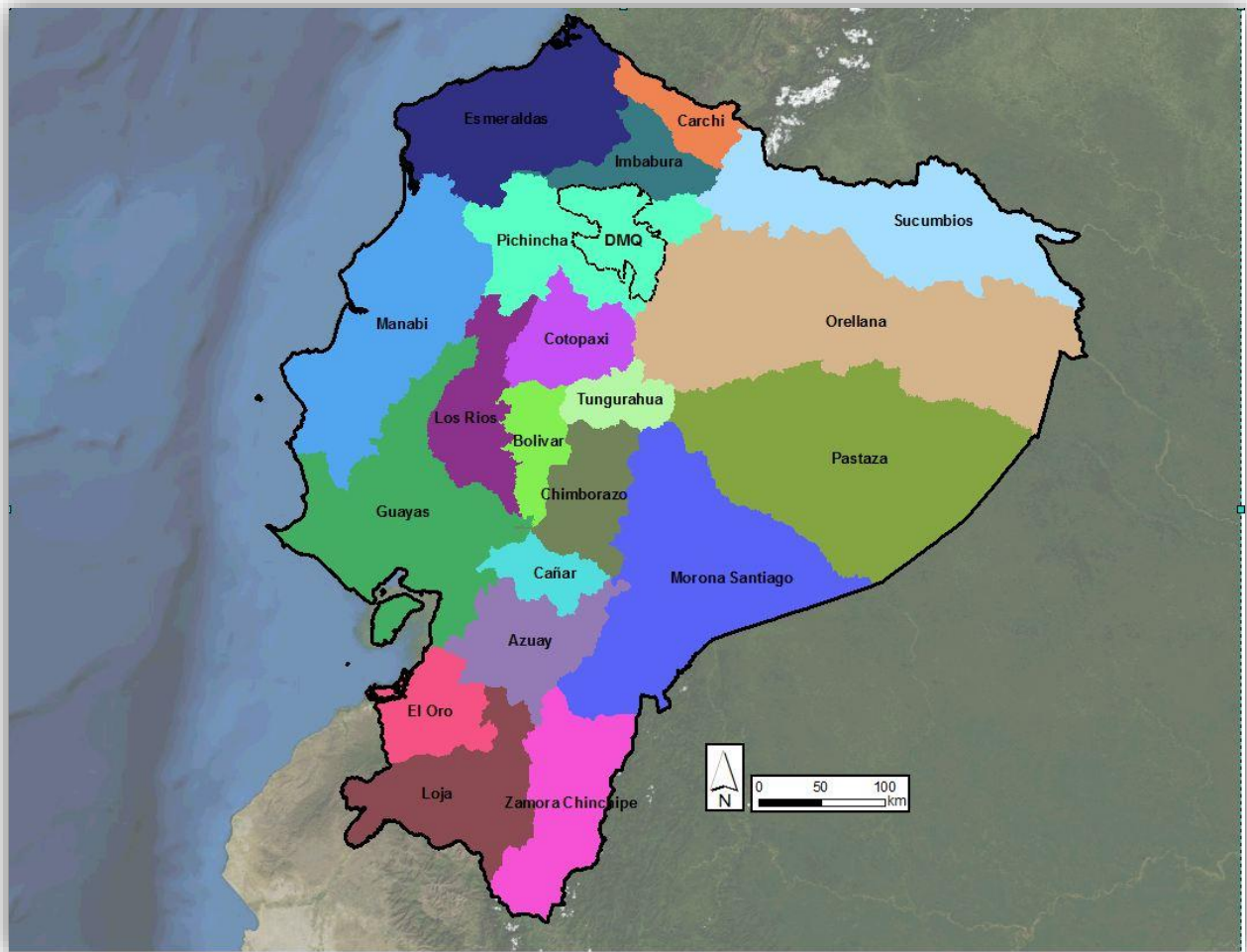


Figura 1: Mapa Político del Ecuador por provincias.

El Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) se encuentra ubicado principalmente sobre el valle de Quito, que forma parte de la Hoya de Guayllabamba, en las laderas orientales del volcán activo Pichincha, en la Cordillera Occidental de los Andes. El territorio del DMQ se encuentra dividido en ocho administraciones zonales, las que contienen a 65 parroquias, de las cuales 32 son urbanas y 33 son rurales.

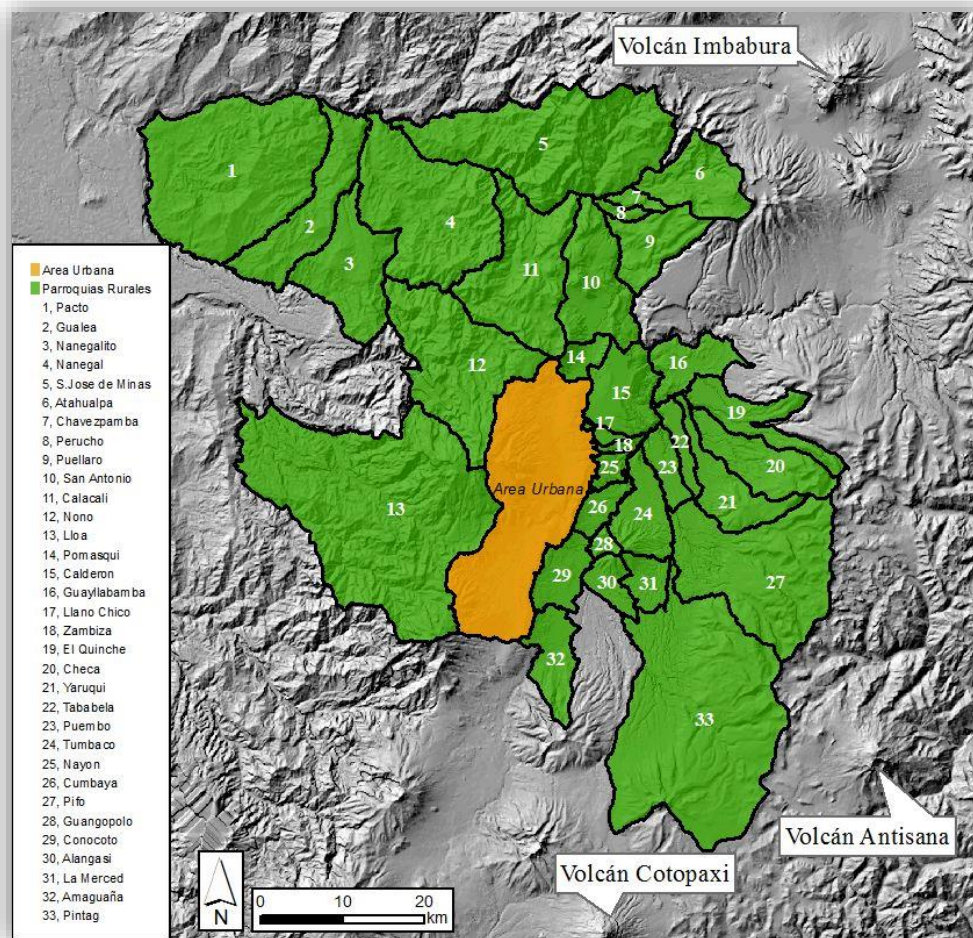


Figura 2. Mapa político del Distrito Metropolitano de Quito. Parroquias urbanas y rurales

La Secretaría del Ambiente del DMQ reconoce que debido a la variabilidad climática y al cambio climático en los últimos años, el DMQ se ha visto afectado por precipitaciones intensas, sequías y deslizamientos de tierra. Estudios realizados a nivel del DMQ estiman que entre 1981 y 1999, la temperatura media aumentó entre 1.2°C y 1.4°C, mientras que la precipitación presentó una tendencia al decrecimiento (Zambrano-Barragán et al., 2011). En la Sección 2 de este documento se profundizará en los aspectos climáticos relevantes para el DMQ.

Contexto Político de la Adaptación al Cambio Climático

La Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (2011) declara al Ecuador como el primer país en el planeta en adoptar los derechos de la naturaleza en su Constitución. Esto se refleja en la política pública nacional a través del Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013 (Ecuador y Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2009) que contempla en su objetivo 4 “garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable” (“Ministerio Del Ambiente | Ecuador”, 2013).

El DMQ en su calidad de gobierno autónomo, y en respuesta al reto que representa el cambio climático a nivel global y regional, se integra a los principios del Buen Vivir con el objetivo de posicionar al DMQ como

una región en la que se armoniza desarrollo económico con sostenibilidad ambiental (“Municipio Del Distrito Metropolitano de Quito”, 2013). Como resultado, adopta en el 2009 la Estrategia Quiteña al Cambio Climático y en el 2011 El Plan de Acción Climático de Quito 2012-2016. Con el objetivo de generar modelos de gestión local, promover una cultura ambiental, así como implementar medidas de adaptación y mitigación al cambio climático, en el marco de una amplia participación ciudadana.

1.2 CONTEXTO SECTORIAL

Uno de los objetivos estratégico planteados en El Plan Metropolitano de Desarrollo 2012-2022 del DMQ, es la reducción de la vulnerabilidad – social, ambiental y económica- frente al cambio climático que garantice una respuesta efectiva a sus impactos en sectores estratégicos como; el abastecimiento de agua potable, el manejo y conservación de cuencas hídricas, la gestión integral de riesgos climáticos, los programas de salud, la biodiversidad, la infraestructura y la seguridad alimentaria. Por lo tanto, este estudio guiará los análisis en los siguientes sectores:

Sector Agricultura

El Sector Agrícola de Ecuador ocupa 5% de la totalidad del territorio nacional y un 22% del territorio es ocupado por el Sector Ganadero a través de praderas y pastos (Edwards, 2012). En el año 2008 el PIB agropecuario alcanzó el 10.4% del PIB total, lo que significó un valor de 2.4 mil millones de dólares del 2000 (Banco Central, 2007). Los productos agropecuarios principales en el 2008 en términos de producción total fueron caña de azúcar, bananas, leche, arroz y maíz, plátanos, carne de pollo, aceite de palma y papas (“FAOSTAT”, 2013). En el Ecuador la vulnerabilidad al cambio climático en el Sector Agrícola se evidencia con mayor énfasis en los cultivos de ciclo corto, en los cuales la variación climática, que puede demorar o incrementar las lluvias, causa pérdidas económicas significativas (Intercambio Climático, 2012). Por ejemplo, la cobertura de riego en cultivos representó 0.4% del total de la superficie cultivada (5.9 millones has) en el 2009 (Intercambio Climático, 2012). Esto indica que la totalidad de la superficie cultivada de Ecuador depende de condiciones climáticas para el suministro de las necesidades hídricas.

Sector Salud

Las consecuencias del clima en la salud de la población han sido estudiadas a nivel global, en el caso del DMQ no ha sido objeto de estudio prioritario, sin embargo, un reciente estudio realizado por Buitrón Rodríguez (2012), muestra que existen posibles asociaciones entre algunas enfermedades; respiratorias y transmitidas por vectores - con las variables climáticas; temperatura y precipitación. Por ejemplo, se hace evidente que enfermedades transmitidas por vectores como el dengue y la malaria, con un incremento de 3 °C a 4 °C en la temperatura promedio, podría incrementar la tasa de producción del vector (*Aedes aegypti*). Sin embargo, existen otros riesgos relacionados con amenazas naturales, que surgen como resultado del cambio climático, las cuales plantean muchas amenazas directas e indirectas para la salud humana, los deslizamientos de tierra, sequías, heladas, inundaciones e incendios forestales pueden causar daño directo o la muerte, pero también pueden afectar la comunicación, la movilidad, el acceso a las principales carreteras y hospitales, campos agrícolas, y las plantas de tratamiento de agua, los cuales ponen en peligro la salud y el bienestar de población afectada.

Sector Biodiversidad

En relación a la biodiversidad, los riesgos inducidos por el clima, así como la variabilidad en el clima plantean muchas amenazas para la flora y fauna de la región. Un estudio realizado por (Romero-Saltos, Cabrera, and Altamirano, 2012) mostró, mediante análisis espaciales, cómo el uso del suelo, en relación a

la extensión de los diferentes ecosistemas, han cambiado en el tiempo (1986–2009). Por lo tanto se hace relevante para el DMQ, realizar un análisis que permita identificar las áreas de mayor vulnerabilidad, considerando el uso del suelo actual, elementos de la planificación territorial, así como los mapas de densidad de aves, mamíferos y flora. Con esta información, se podría realizar un análisis de perfiles de todo el ecosistema, en la que se identifican los que están en mayor riesgo ante las amenazas identificadas.

Sector Agua

En esta sección se hace énfasis en los impactos sobre el sistema de agua potable en el DMQ, y los posibles efectos sobre la oferta y la demanda hídrica, con respecto al cambio climático. Cambios en la tasa de crecimiento de la población, el uso del suelo y los efectos sobre el sistema de amenazas como deslizamientos, sequías, inundaciones, incendios y heladas puede afectar a la demanda, la oferta, la infraestructura y la calidad del agua, situaciones que se van a considerar en este informe.

Sector Riesgo

Riesgos tales como incendios forestales, sequías, inundaciones, heladas y deslizamientos están afectados por el cambio climático, en particular por las variaciones en la temperatura y la precipitación. Utilizando los datos proporcionados por la Secretaría del Ambiente, junto con los datos históricos del clima, y las proyecciones para el futuro, cada uno de estos riesgos será espacialmente descrito en el DMQ. Los datos con respecto del tipo de suelo y las interacciones humanas con el paisaje ayudan a informar el impacto relativo que cada uno de estos riesgos tienen en el distrito.

1.3 CONTEXTO SOCIAL Y ECONÓMICO EN EL DMQ

Caracterización Demográfica



De acuerdo al Censo de Población y Vivienda del 2010, Quito ocupa el tercer lugar en la tasa de crecimiento poblacional de los últimos 10 años (22%), su población aumentó en casi 400,000 habitantes del 2001 al 2010, siendo la razón fundamental de este gran crecimiento la migración interna y externa (Instituto de la Ciudad del DMQ, 2012). Al momento del censo del 2010, la población representaba el 86.9% de la población de la provincia de Pichincha y el 15.5% de la población total del país. Al comparar la población del área urbana y rural entre los

censos 2001 y 2010, se puede apreciar una disminución de la proporción de población urbana del DMQ de 76.6% a 72.3%. Por otro lado, la población rural registró un incremento de 4.3 puntos porcentuales, evidenciando una tendencia de la población a establecerse en las áreas en proceso de consolidación, ubicadas en los extremos norte y sur de la ciudad y en los valles de Los Chillos y Tumbaco-Cumbayá (Distrito Metropolitano de Quito, 2012). La figura 3 representa la densidad de población por parroquia en el DMQ.

De acuerdo al análisis realizado para el Plan metropolitano de desarrollo 2012-2022 del DMQ, la tasa anual promedio de crecimiento de población urbana para los períodos intercensales 1990-2001 y 2001-2010 es de 1.8% y la tasa de población rural representó el 4.4% anual, esta última hace referencia a la población residente en las parroquias en proceso de consolidación. Al realizar un análisis de territorio, se puede apreciar que entre 2001 y 2010, la zona Centro ha perdido población residente, las zonas Eloy

Alfaro y Norte han experimentado incrementos muy reducidos. En tanto que, el incremento poblacional mayor se ha producido en las áreas en proceso de consolidación como son Quitumbe, La Delicia, Calderón, Tumbaco y Los Chillos (Distrito Metropolitano de Quito, 2012). La proyección poblacional del DMQ se estima que será de 2'698,447 de habitantes en el año 2020 cifra repartida de la siguiente manera: 1'917,995 habitantes en el área urbana actual de la ciudad de Quito; 667,964 habitantes en las áreas urbano-urbanizables de los valles y 112,518 habitantes en las áreas no urbanizables.

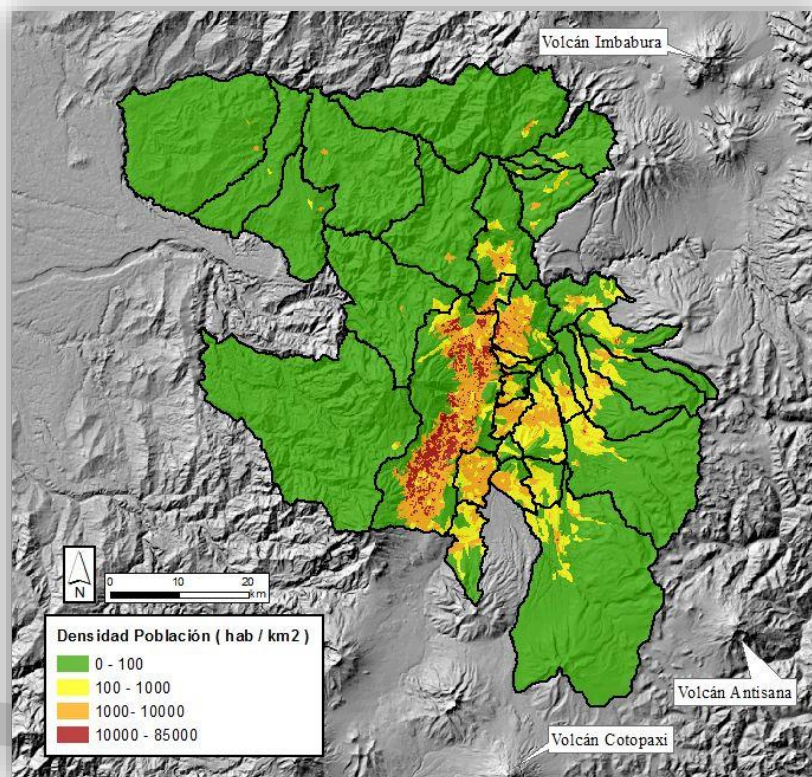


Figura 3 Mapa de densidad de población en el DMQ

Condiciones Socioeconómicas en el DMQ

Es necesario resaltar que el crecimiento poblacional en las periferias ubicadas en el norte y sur de la ciudad, y en los valles circundantes, constituirán las áreas donde se presentará una mayor presión sobre los recursos a partir del aumento de la demanda por servicios públicos (agua potable, energía eléctrica, alcantarillado), transporte y dotación de infraestructura. (FLACSO, Ecuador and PNUMA, 2011).

Según los análisis realizados por el Instituto de la Ciudad “Quito-Capital hacia una Ciudad-Región, particularidades y desafíos, visión desde el censo económico, de población y vivienda del 2010”, el Índice de Pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) del DMQ es de 16.3%. Mientras que otras ciudades importantes del país como Cuenca y Guayaquil es de 27.5% y 36.6% respectivamente en relación a los datos nacionales. En cuanto a los datos de pobreza por NBI-DMQ, el 29.7% de los hogares presenta situación de pobreza, mientras que solo el 7% presenta una situación de pobreza extrema. Por otro lado, este mismo documento reporta que a nivel nacional el DMQ presenta el mayor nivel de instrucción en el país, con el 23% de las personas con instrucción superior (estudios universitarios). En la misma línea, los años de escolaridad en el DMQ son en promedio de 10.4 siendo el más alto en comparación con las ciudades más grandes del país y con un promedio nacional de 9 años.

Con respecto a las parroquias con el mayor porcentaje de pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) en hogares (entre 48% y 76%) están principalmente al occidente (Pacto, Guala, Nanegal, Nono, Lloa) y algunas parroquias de la delegación Norcentral (San José de Minas, Atahualpa y Puéllaro). Les siguen las parroquias orientales alrededor del Nuevo Aeropuerto Internacional de Quito, a excepción de Puembo, así como las parroquias La Merced, Píntag, Guangopolo y Amaguaña, en donde el NBI se encuentra entre el 24% y 48%. En contraste, las parroquias urbanas y algunas parroquias en proceso de consolidación tienen un menor porcentaje de familias pobres menor a 24% (Distrito Metropolitano de Quito, 2012) (figura 4).

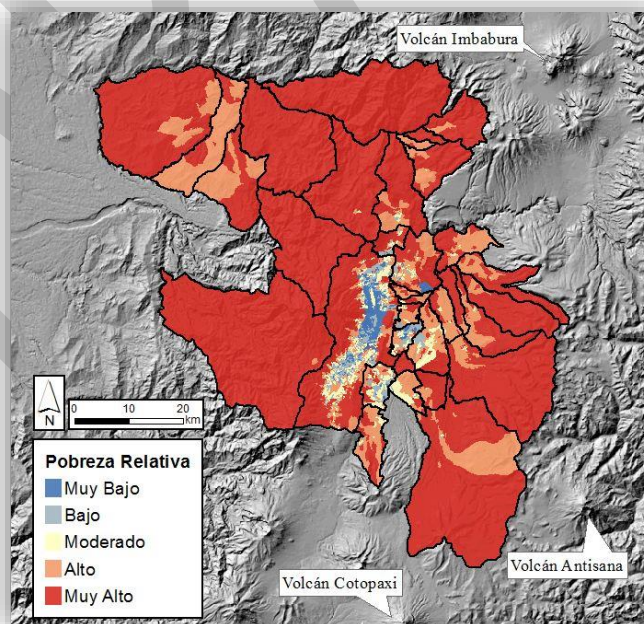


Figura 4. Mapa de niveles de pobreza por parroquia en el DMQ

1.4 ANÁLISIS DE CONTEXTO GENERAL DE VULNERABILIDAD

La variabilidad climática y el cambio climático, cada día afectan de manera más evidente el clima actual y futuro. El Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) define el cambio climático como una importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado (normalmente decenios o incluso más). El cambio climático se puede deber a procesos naturales internos, a cambios externos, o bien a cambios antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras (Metz, 2007). Es decir, cualquier cambio en el clima a través del tiempo, ya sea debido a su variabilidad natural o como resultado de la actividad humana.

Adicionalmente, se debe tener en cuenta que la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC), en su Artículo 1, define “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 período de tiempo comparables”. La CMCC distingue entre “cambio climático” atribuido a actividades humanas que alteran la composición atmosférica y ‘variabilidad climática’ atribuida a causas naturales.

La vulnerabilidad constituye el principal criterio seguido por la comunidad internacional para clasificar la forma como un territorio responde al cambio climático. Es decir, su capacidad para ser afectado o alterado; se trata de un concepto de dimensiones múltiples, que incluye factores ambientales, sociales y económicos. En el contexto del IPCC se define la vulnerabilidad como el grado en que el cambio climático podría dañar o perjudicar un sistema; este concepto es función tanto de la sensibilidad al clima como de la capacidad de adaptarse a unas condiciones nuevas (Obasi and Dowdeswell, 1998) (Calvo et al., 2007).

El carácter y la severidad de los impactos debido al cambio climático, depende no solo de los eventos climáticos extremos, dependen adicionalmente de la exposición y vulnerabilidad del sistema. Las condiciones climáticas extremas, la exposición y la vulnerabilidad están influenciados por un rango de factores que incluyen el cambio climático antropogénico, la variabilidad natural del clima y el desarrollo socioeconómico (Füssel and Klein, 2006).

En este contexto, un sistema muy vulnerable sería aquel que fuera muy sensible a pequeños cambios del clima, incluyéndose en el concepto de sensibilidad la posibilidad de sufrir efectos muy perjudiciales, o aquel cuya capacidad de adaptación se hallara seriamente limitada (Calvo et al., 2013). Existen grandes variaciones en cuanto a la vulnerabilidad en distintas regiones, con condiciones poblacionales y medio ambientales distintas. Dicha variación responde, entre otros factores, a las condiciones locales (económicas, ambientales, sociales y políticas) y el grado en que se dependa de los recursos sensibles al clima (Calvo et al., 2013).

Estudios recientes evidencian que el clima es sólo una de las causas conducentes al cambio climático global. Se acreditan causas de naturaleza múltiple, es decir, diferentes condiciones que pueden influir en situaciones diferentes (Calvo et al., 2007). Una de ellas, son las relacionadas con actividades antrópicas, principalmente las relacionadas con los sistemas ecológicos y socioeconómicos que son afectados por la contaminación, el incremento en la demanda de recursos y el manejo de prácticas poco sostenibles. En este sentido, la vulnerabilidad de ciertos sistemas, tales como regiones de montaña; las áreas costeras bajas; la agricultura; el manejo de recursos hídricos así como la salud humana, están reconocidas por el IPCC como vulnerables, dentro de los escenarios proyectados del cambio climático (IPCC, 1995).

En el contexto regional, un mensaje clave de las evaluaciones realizadas por el IPCC es que muchos sistemas y políticas no están adecuadamente diseñados para enfrentar los efectos ni siquiera del clima actual o su variabilidad, se evidencia un aumento de los costos, en términos de vidas humanas y capital, como consecuencia de las tempestades y las sequías que pone de manifiesto la vulnerabilidad actualmente existente en América Latina (Calvo et al., 2013). Una cuestión importante planteada en la Conferencia de las Partes (CP) en la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC) es en qué grado son vulnerables las condiciones humanas y el medio ambiente natural a los efectos potenciales del cambio climático (Calvo et al., 2013)

Adicionalmente, los cambios esperados del clima podrían aumentar los impactos en las condiciones de malnutrición crónica y enfermedades que afectan a grandes sectores de población en América Latina. La distribución geográfica de enfermedades distribuidas por vectores (ej. malaria, dengue) y de enfermedades infecciosas (ej. cólera) podría expandirse hacia alturas mayores con un aumento de la temperatura y precipitación (IPCC 2008)

En las regiones en que la agricultura no puede hacer frente a los fenómenos extremos actuales, en que no existen mercados e instituciones que faciliten la redistribución de las insuficiencias y de los excedentes, y/o en que los recursos de adaptación son limitados, la vulnerabilidad del sector agrícola frente al cambio climático debería considerarse alta (Neira, 2010). Otros factores que podrían afectar la vulnerabilidad de la producción agrícola al cambio climático en el Ecuador, podría ser el grado en que la temperatura o precipitación actual se aproximen a —o excedan— los límites de tolerancia de cultivos importantes (Calvo et al., 2007)

Desde la publicación en el año 2007 de El Tercer Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) de las Naciones Unidas, (también conocido como AR3) la necesidad de mejorar los análisis para la toma de decisiones ha motivado el incremento en el número de enfoques y métodos desarrollados para evaluar los impactos del cambio climático, la adaptación y la vulnerabilidad (UN FCCC, 2007). Sin embargo, la completa integración de las amenazas, la exposición y la vulnerabilidad socioeconómica en una evaluación de vulnerabilidad se dificulta a nivel local, una razón es la división existente entre los diferentes enfoque científicos (ej. Las ciencias naturales proveen datos relevantes para los modelos de exposición mientras los científicos sociales ofrecen insumos para la población en riesgo).

El reto consiste en integrar las diferentes disciplinas científicas, así como reconocer los límites del conocimiento (UN FCCC, 2007). Uno de los retos planteados por el IPCC en su informe, Impactos Regionales del Cambio Climático: Evaluación de la Vulnerabilidad, en su informe especial para América Latina, es continuar analizando la vulnerabilidad a las actuales variaciones del clima y los mecanismos con que se cuenta para hacerle frente, a fin de aprender a diseñar opciones efectivas de adaptación a los posibles cambios futuros del clima.

El Ecuador es altamente vulnerable a los impactos del Cambio Climático, debido no sólo a su ubicación geográfica, y a variada topografía, sino a la ocurrencia de éstos fenómenos periódicos. Se espera que el aumento de temperatura, sequías e inundaciones recurrentes, derretimiento de glaciares y una intensificación y variación de los patrones de precipitación, tengan un amplio espectro de impactos en el país (Núñez et al., 2010).

En este sentido, el Ecuador ha realizado un trabajo interesante en el diseño de políticas, estrategias y proyectos en el contexto del Cambio Climático; en el año 2001 el Ecuador publicó su primera comunicación nacional sobre el cambio climático (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2001), en el que

se reconoce a los cambios en el clima como una realidad para la región. Diez años después en el año 2011 con el apoyo del proyecto GEF¹/PNUD²/MAE³ se elabora la segunda comunicación nacional y se establece la Estrategia Nacional de Cambio Climático en Ecuador 2012-2015. La estrategia propone una serie de acciones, metas y objetivos que se están implementando para mitigar los efectos del cambio climático en el país.

Este estudio propone realizar una evaluación de la vulnerabilidad frente al cambio climático en el DMQ, considerando el análisis de la información del clima actual y las proyecciones futuras en el DMQ, su reconocida situación de vulnerabilidad frente al cambio climático (Ercole et al. 2004), (Estacio 2012), así como la identificación de las principales amenazas climáticas y antrópicas, en los sectores prioritarios.

¹ Global Environment Fund (GEF)

² Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo(PNUD)

³ Ministerio del Ambiente – Ecuador (MAE)

2 ESCENARIOS CLIMÁTICOS PARA EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

El énfasis en el análisis de los modelos climáticos globales (GCMs) del Cuarto Informe de Evaluación (AR4) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) fue sobre la exploración de los efectos del aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero en el sistema climático global. A pesar de este enfoque es principalmente planetario, una petición común de muchos centros de modelización del clima AR4, ha sido obtener información sobre cómo el clima regional y/o local podría cambiar.

Sin embargo, las proyecciones a resolución gruesa de los modelos globales no han logrado una cuadrícula igualmente uniforme a nivel mundial, que sería necesaria para dar confianza en una perspectiva regional sobre el cambio climático. Esto ha dado lugar a una gran confusión en cuanto a su empleo óptimo para las evaluaciones de impacto de servicios del agua. Uno de los resultados de la discusión ha sido un asesoramiento amplio en relación con el uso de proyecciones de modelos climáticos regionales (RCM) basadas en modelos de circulación general. Por ejemplo, (Mote et al., 2011) sugirió que los líderes comunitarios en adaptación "obtengan proyecciones climáticas en tantas simulaciones, representando tantos modelos y escenarios de emisiones como sea posible". Nos referimos a esto como el enfoque denominado "Ensamble Amplio".

Las mejoras en los GCMs (o Modelos del Sistema Tierra, ESMs, como ahora las versiones más avanzadas con componentes más interactivos están siendo llamados – aquí utilizaremos el término GCM para abarcar todos los modelos globales), junto con la amplia difusión de su producción (Climate Model Intercomparison Project-3 o archivo CMIP3 y el próximo informe de evaluación del IPCC-5 (AR5) con corridas del modelo y con la base de datos CMIP5), hacen que sea posible examinar las predicciones climáticas globales y regionales, a través de docenas de modelos de circulación general y múltiples realizaciones de cada uno de esos modelos. Los resultados de los GCMs pueden ser analizados estadísticamente con el clima observado, donde se pueden hacer interpretaciones sobre la habilidad del GCM en la simulación de los atributos del clima local.

Estos podrían incluir las comparaciones de las estimaciones de los GCMs de un clima medio (por ejemplo, la temperatura media del aire diaria y/o mensual, precipitación diaria y/o mensual, etc.), las comparaciones de la variabilidad y las tendencias de medidas tales como la frecuencia de las precipitaciones, la intensidad y la duración; y otras medidas de importancia del clima. Dado que las salidas de muchos modelos de circulación general están disponibles, también es posible caracterizar las distribuciones de probabilidad para los tipos específicos de eventos climáticos, en particular extremos con respecto a la magnitud de los eventos individuales o la duración de los episodios.

2.1 Las Incertidumbres y las Opciones Metodológicas

Mientras que los modelos climáticos globales ofrecen una respuesta coherente al cambio climático futuro a escala mundial, a menudo muestran diferencias sustanciales en su descripción del clima regional, en particular con respecto a las variables hidrológicas locales. No está claro hasta qué punto estas diferencias representan la verdadera incertidumbre inherente en el sistema climático, o si una parte sustancial de esta incertidumbre surge de la física y las reacciones incompletas y/o resoluciones representadas por modelos de circulación general (por ejemplo, el error del modelo).

Estas diferencias son importantes para nuestra comprensión regional del clima, pero a la vez problemático. Los modelos climáticos en su mayoría han sido sometidos a evaluaciones de desempeño a

escala mundial para garantizar que el sistema acoplado representa el clima del planeta con la mayor precisión posible. La detección de la escala regional contra el registro instrumental a menudo limitado, es por lo general de menor prioridad en el desarrollo de modelos y pruebas. Por otra parte, si la detección se realiza, se aplica a los fenómenos meteorológicos/climatológicos en mente, dejando poca atención a un mayor rendimiento para aplicaciones específicas. Nuestras evaluaciones y selecciones de los conjuntos de datos climáticos a escala reducida, serán guiados directamente por las necesidades locales (es decir, el clima y las características climáticas conocida en toda la región).

En general, existen tres enfoques para la selección de escenarios climáticos para la evaluación de riesgos. El primero, el *Enfoque de Ensemble Amplio (Broad Ensemble Approach)*, el cual ya hemos presentado y discutido. El segundo enfoque está motivado por el trabajo de Tebaldi and Sansó (2009), quien desarrolló un modelo estadístico para ponderar resultados de modelos climáticos de acuerdo a ciertos criterios regionales. Aquí, todos los modelos se utilizan en el procedimiento analítico que resulta en una representación estadística de cambio climático regional. Nos referiremos a este método como el *Enfoque Bayesiano (Bayesian Approach)*.

El tercer enfoque se centra en un examen más extenso de modelos con diferentes métricas de evaluación de la calidad y la evaluación basada en la fidelidad climática observada y las características climáticas (registro instrumental), así como los conocimientos obtenidos de los registros paleo-climáticos que informan sobre una amplia gama de la variabilidad del clima por un tiempo mucho mayor, así como la respuesta potencial sistemática a fuerzas externas. Este proceso de selección se utiliza para reducir el intervalo de incertidumbre en las grandes distribuciones de proyección futuras, que se encuentran en los conjuntos de modelos múltiples. Esto se conoce como el *Enfoque Híbrido (Hybrid Approach)*, e introduce la idea de la selección de un modelo de clima y/o la eliminación a través de la síntesis y la licitación experta.

Incluso si los GCMs pueden ser clasificados en términos de su habilidad en la que representan el cambio climático y la variabilidad regional, su producción es aún insuficiente para representar el clima a escala de cuencas. La resolución de los GCMs modernos todavía está en el orden de los 100 km, y simplemente no puede resolver las características necesarias a una escala fina del clima regional, tales como gradientes topográficamente de precipitación inducidos. Por lo tanto, los datos de los GCMs tienen que ser "reducidos en escala" a un nivel regional.

En general, existen dos métodos para la producción a gran escala de la reducción de escala de modelos climáticos a resoluciones espaciales más finas - estadísticos y dinámicos. La reducción de escala estadística aplica relaciones empíricas entre variables climáticas de la resolución de GCMs y el clima observado local. Mientras que los métodos dinámicos emplean modelos climáticos regionales alimentados en los límites con los datos de GCMs para simular el tiempo y el clima con una resolución más fina sobre el dominio. Hay varias herramientas y métodos para la toma de salidas de GCMs a escala gruesa y producción de datos climáticos a escala local (por ejemplo, reducción de escala estadística). La Tabla 1 resume los datos de GCMs actualmente disponibles que se han transmitido a través de un filtro de reducción de escala estadística. El resultado es un conjunto de datos que se pueden utilizar en los campos de hidrología, agricultura, o lugares de interés, y con los atributos temporales y espaciales adecuados de los campos climáticos necesarios.

La reducción de escala dinámica es el segundo enfoque para el desarrollo de escenarios futuros de cambio climático a escala de cuenca hidrológica⁴.

CMIP-5 Escenarios del Cambio Climático para el DMQ

Hemos adquirido y procesado datos de CMIP-5 para una región de América del Sur, que incluye el DMQ. CMIP-5 es un marco de trabajo para la comparación de experimentos de cambio climático coordinado (<http://cmip-pcmdi.llnl.gov/cmip5/>), donde los modelos de circulación general acoplados de atmósfera-oceano permiten la simulación del clima para adaptarse a los cambios en el forzaje climático, tales como el aumento del dióxido de carbono atmosférico. CMIP se inició en 1995 mediante la recopilación de salidas de modelos con "corridos de control" donde el forzamiento del clima se mantiene constante. Las versiones posteriores de CMIP han recogido salidas de un escenario idealizado del calentamiento global, con aumento de CO₂ en la atmósfera a un ritmo de incremento de 1% por año hasta que se duplica aproximadamente al año 70. CMIP-5 adopta el concepto de Rutas de Concentración Representativas (*Representative Concentration Pathway, RCPs*). Las RCPs describen una amplia gama de futuros posibles para los principales impulsores del cambio climático: el gas de efecto invernadero, las emisiones de contaminantes a la atmósfera y el uso del suelo, consistente con los 2°C de calentamiento mundial previstos para mediados de siglo. Actualmente los escenarios climáticos disponibles en escalas temporales y espaciales en concordancia con el análisis de la vulnerabilidad regional para el DMQ se muestran en la Tabla 1. Los datos CMIP-5 han sido bajados de escala utilizando la corrección de sesgo y el método de desagregación espacial, que se describe a continuación.

Corrección de Sesgo - Desagregación Espacial (BCSD)

El método de Corrección de Sesgo - Desagregación Espacial (BCSD: Wood et al., 2004)) fue utilizado para desarrollar una serie de tiempo mensual y en cuadrícula o rejilla de datos del modelo climático global CMIP-5 para el período 1950-2100. La técnica BCSD muestrea un mes de tiempo histórico a la vez, y se utilizó para generar rejillas mensuales 50 kilómetros de precipitación, temperatura mínima y máxima a nivel mundial. El método utiliza el archivo de datos climáticos Princeton como los datos "observados" (Sheffield et al., 2006: con acceso el 06 de Octubre del 2013 (<http://rda.ucar.edu/datasets/ds314.0/>), y compara las series de tiempo generadas de varias estaciones con registros históricos relativamente largos. El conjunto de datos Princeton combina datos de re-análisis con observaciones y desagrega las estimaciones de tiempo y espacio, lo que proporciona datos meteorológicos cerca de la superficie para la conducción de los modelos de la superficie terrestre y otros sistemas terrestres análogos.

A continuación se describe brevemente el procedimiento BCSD, adaptado de (Wood et al., 2004), que fue utilizado para la construcción de este conjunto de datos. El resultado del análisis es la temperatura máxima y mínima (Tmax y Tmin) y datos de precipitación total mensual (Ptot) de cada celda del GCM centrada dentro de la región de estudio. Cada valor de celda centrada fue tratado de forma individual en referencia a los efectos de corrección de sesgo. Para la eliminación de sesgo, un mapeo basado en el método de Cuantil es realizado a partir del modelo GCM de la climatología mensual observada para cada variable (Tmin, Tmax, y Ptot). Para la etapa de corrección de sesgo, la climatología observada se deriva del conjunto de datos de Princeton para el período 1961 a 2010, re-cuadrículada y promediada a la resolución de la cuadrícula del GCM. La climatología del GCM fue tomado de la temperatura modelada y

⁴ La reducción de escala dinámica a menudo requiere una etapa de reducción de escala estadística, debido al sesgo del ámbito climático. El sesgo describe un cambio en la reducción de escala del estado medio climático como el simulado por un modelo climático, en relación con el clima observado, de tal manera que los datos a escala reducida exhiben inexactitudes que necesitan una corrección.

la precipitación de las simulaciones para el mismo período como el período histórico (1961-2010). El mapeo del GCM para la climatología observada fue posteriormente aplicado a la salida sin procesamiento del GCM, traduciéndose esto en un rango plausible con respecto a las observaciones históricas. El mapeo fue realizado a la resolución de la salida del GCM, por lo tanto, los ajustes varían espacialmente y por mes en la escala de la cuadrícula del GCM.

La desagregación espacial impuso una variabilidad espacial en la escala de la celda del sub-GCM sobre el sesgo corregido, forzando la escala del GCM. El paso de tiempo mensual y los escenarios de series de tiempo mensuales del sesgo corregido del GCM fueron interpolados espacialmente a los centros de cada celda de 0.5° . Los campos de anomalías (multiplicado para P_{tot} , y sumado para T_{min} y T_{max} para cada mes del calendario), fueron desarrollados a partir de la climatología de las medias mensuales observadas (para T_{avg} y P_{tot}) y fueron aplicadas a los campos resultantes de 1-grado mensualmente de la siguiente manera: (a) media mensual observada de T_{min} y T_{max} y los promedios de P_{tot} de 1975 a 1995 fueron agregados a la escala de modelo climático (1.0°), y luego interpolados de nuevo a la escala de 0.5° , exactamente a la escala del modelo climático forzado, (b) las diferencias (para T_{avg}) o proporciones (para P_{tot}) entre el promedio mensual de 0.5° de T_{avg} y P_{tot} y los campos interpolados medios mensuales fueron calculados para crear los campos de anomalías. Los conjuntos de medias mensuales de los campos de anomalías construidos, cuando se aplica a series de tiempo de los campos interpolados de modelos derivados climáticos, añaden variabilidad espacial suave en el campo de 0.5° creado por la interpolación. La desagregación espacial creó series mensuales forzadas de tiempo correspondientes a la serie temporal de escala del GCM, pero que refleja la estructura espacial de 0.5° de escala.

Comparación de la Climatología Histórica vs. GCM Estación

La Figura 5 compara la media del multi-modelo de la anomalía de temperatura de la superficie global, tanto para el período contemporáneo, que se remonta a 1861, como el período futuro proyectado, a 2100 para las 4 Rutas de Concentración Representativas o RCPs (Rogelj, 2012). Las RCPs representan los diferentes niveles de las emisiones de gases de efecto invernadero correspondientes a niveles equivalentes teóricos que incrementan el forzamiento de la radiación neta para el año 2100, correspondiendo a las estimaciones de 2.6, 4.5, 6.0 y 8.5 W/m^2 . Los años de referencia utilizados para calcular las anomalías son 1980-1999. En el bloque de título para cada una de las RCPs están los números de los modelos y los miembros del conjunto que forman el modelo de la media. A partir de los modelos que existen actualmente en el archivo CMIP-5, los IPCCs proyectan aumentos en la temperatura superficial global para el año 2100 en el AR5 que deben oscilar entre 1.3°C para RCP 2.6, 4.4°C para RCP 8.5. En el 2100, se proyectan 2.7°C para RCP 2.6 lo cual está cerca del mismo calentamiento de la temperatura de la superficie que en el escenario SRES A1B del AR4, con el SRES A1B forzado en 2100 equivalente a alrededor de 6.05 watts/m^2 , comparable a RCP 6.0. Con esto se demuestra que la anomalía de temperatura media global a fin de compararla con los cambios futuros de temperatura proyectada sobre el DMQ.

CMIP5 Global Surface Temperature Anomaly Simulations
Multi-Model Mean At Different Scenarios
 RCP 2.6 (18 Models/43 Ens. Members)
 RCP 4.5 (21 Models/57 Ens. Members)
 RCP 6.0 (13 Models/28 Ens. Members)
 RCP 8.5 (21 Models/59 Ens. Members)
 1861-2100 (Base Years = 1980-1999)

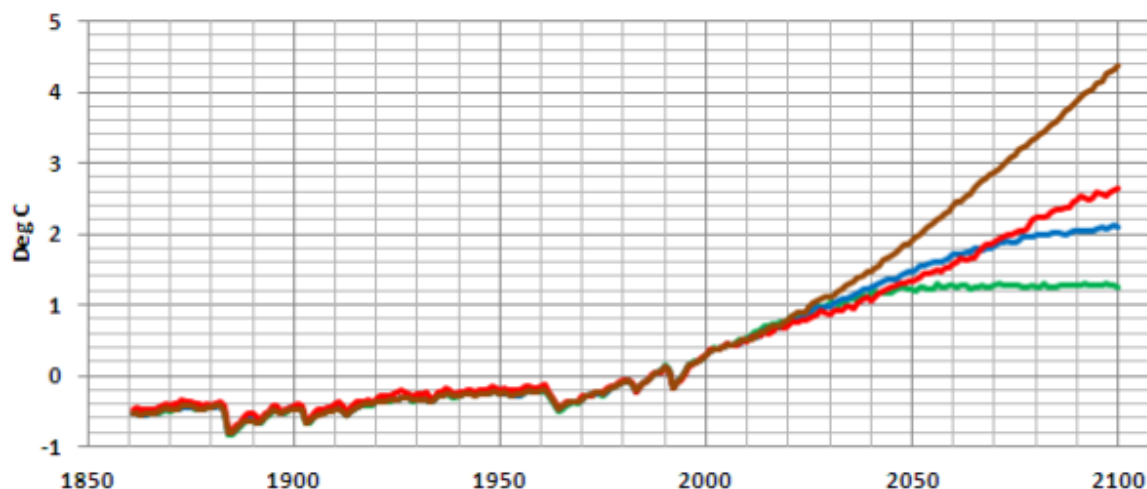


Figura 5. Proyecto mundial de la anomalía en la temperatura de la superficie del ensamble del multi-modelo IPCC AR5 (ver <http://bobtisdale.files.wordpress.com/2012/04/figure-2.png>).

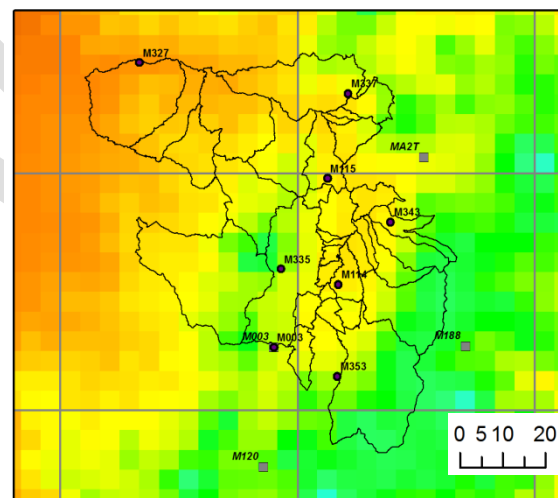
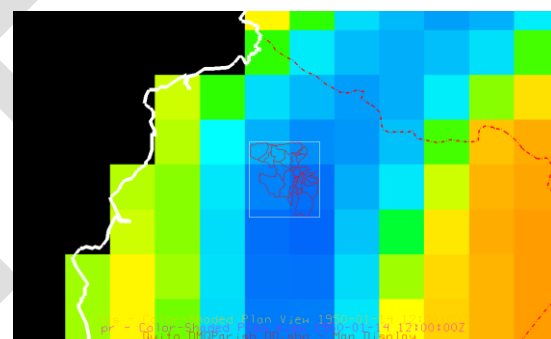
La Tabla 1 muestra la colección de los modelos CMIP-5 que fueron reducidos de escala utilizando el método BCSD, resultando en un archivo de datos de temperatura mensual y precipitación sobre la región DMQ a nivel de parroquia. La Tabla 1 resume la combinación de los diferentes modelos de circulación general, con algunos miembros de modelos desarrollados del ensamblaje múltiple disponible para cada combinación de GCM/RCP. Por ejemplo, el modelo la Comunidad de Sistemas Terrestres (CCSM4) del *Centro Nacional para la Investigación Atmosférica (National Center for Atmosphere Research, NCAR)* tiene 5 miembros de ensamble para cada combinación de RCP. Así que por ese único GCM, hay 20 posibles escenarios a analizar. Debido al tamaño del archivo, no es posible mostrar todas las diferentes combinaciones de escenarios RCP. Por esta razón, hemos demostrado resultados detallados de una sola vía RCP (6.0), de un solo modelo (CCMS4) y miembro de ensamble, al tiempo que se resumen los resultados de la colección completa.

Hemos extraído la media anual de temperatura y la precipitación anual total para la celda que corresponde a cada una de las estaciones, para el período 1950-2100 para los escenarios RCP4.5 y para el modelo CCSM4 correspondiente al Ensamble 1 (Figura 6 y la Figura 7). Esta selección fue un tanto arbitraria, aunque cualitativamente encontramos que el modelo CCSM4 exhibió características climáticas similares cuando se comparan con las observaciones en cuanto a estacionalidad, magnitud y tendencia. La Figura 6 y Figura 7 incluyen la precipitación total anual y la temperatura promedio anual para el período histórico en gris, y el clima simulado del GCM para esa estación en el período histórico, presentado en color azul. La proyección del clima futuro para el modelo climático dado y escenario RPS está en rojo. La figura sugiere que el BCSD corrige adecuadamente el sesgo de estación, como el período climático histórico observado coincide estrechamente con la temperatura simulada en el GCM y la precipitación

para el mismo período histórico. Esto es alentador, ya que los datos climáticos observados que se utilizan en el procedimiento de corrección del sesgo BCSD fueron tomados del archivo de Princeton, mientras que los datos observados fueron proporcionados a través de una comparación independiente.

Tabla 1: Los CMIP-5 GCMs que han sido o serán reducidos a 12 km de resolución espacial en un paso de tiempo mensual. Los números de cada columna representan el número de realizaciones por escenarios. Para CMIP-5, RCP son las Rutas de Concentración Representativas, mientras que CMIP-3 utiliza escenarios de emisiones (A1B, A2, B1). Precipitación media anual en el DMQ en base a WorlClim.org. La línea gris representa la resolución de la resolución de 0.5°, BCSD datos.

Nombre de Modelo CMIP-5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 6.0	RCP 8.5
ACCESS		1		1
bcc-csm1	1	1	1	1
BNU-ESM	1	1		1
CanESM2	5	5		5
CCSM4	5	5	5	5
CESM1-BGC		1		1
CESM1-CAM5	3	3	3	3
CMCC-CM		1		1
CNRM-CM5		1		5
CSIRO-Mk3-6	10	10	10	10
EC-EARTH	2	2		2
FGOALS-g2	1	1	1	3
FIO-ESM	3	3	3	3
GFDL-CM3	1	1	1	1
GFDL-ESM2G	1	1	1	1
GFDL-ESM2M	1	1	1	1
GISS-E2-R	1	5	1	1
HadCM3/GEM2	4	8	4	4
IPSL-CM5A	3	3	1	4
MIROC4h/5/E	2	5	2	2
MPI-ESM-LR/MR	4	4		4
NorESM1-ME	2	2	2	2



La Figura 6 resume el clima de estaciones particulares dentro de la región DMQ (NW, NE, SW, SE) para dos de los cuatro escenarios RCP. Las proyecciones incluyen la temperatura media anual y la precipitación anual total para el período 2006 a 2100. Los datos se presentan como diagramas de caja (box-plots), con la parte en color de la gráfica (amarillo para los escenarios PCR 4.5 y rojo para los escenarios RCP 8.5) que representa el rango inter-cuartil del cambio proyectado para cada año. Los extremos de los diagramas de caja son los intervalos de 5% y 95%, mientras que las marcas representan valores atípicos de los modelos individuales, lo que sugiere algunas de las condiciones extremas que algunas proyecciones futuras de GCM. Debido a la cantidad limitada de observaciones meteorológicas disponibles, los resultados futuros proyectados no reflejan toda la gama de clima en la región del DMQ. Además, algunas estaciones no

fueron analizadas debido a problemas aparentes con sus datos de observación, tales como una precipitación anormalmente grande y persistente en la estación M337. En este caso, la estación más cercana, M115 fue utilizado en el análisis. Para tener una idea de la clase de variabilidad representada por cualquier miembro de GCMs individuales, también encontramos el modelo individual que fue estadísticamente más similar a la media del conjunto de todos los modelos. La información con respecto a los modelos individuales que está más cerca de la media del conjunto podría ser útil para el análisis de la vulnerabilidad y la adaptación, ya que en la comunidad del cambio climático a menudo se aconseja la utilización de la "media de ensamblaje" en la selección o el sacrificio de los grandes conjuntos de datos sobre el cambio climático en algo más manejable. Del mismo modo, los modelos de impacto requieren series temporales de variables meteorológicas como la temperatura mensual y precipitación que representan adecuadamente tanto la inter e intra-variabilidad anual, que no está muy bien representada por la media del conjunto, ya que el promedio de todas las proyecciones de los GCMs suaviza estas modas de variabilidad.

Los resultados, en la Figura 8 para las temperaturas proyectadas futuras, muestran una similitud con la temperatura media proyectada mundial (véase la Figura 5). La ruta RCP4.5 es más cálida, pero se estabiliza en alrededor de 1.8°C de calentamiento para las dos estaciones, M003 y M118. Bajo los escenarios de emisiones más altos, el calentamiento proyectado futuro es considerablemente superior, con la media del ensamble sugiriendo un calentamiento del escenario RCP8.5 entre 4°C y 5°C. Los cambios proyectados en las precipitaciones son más inciertos, aunque tanto el escenario RCP4.5 y RCP8.5 sugieren un mayor número de escenarios con un aumento de las precipitaciones. Para otras estaciones, la gama de cambios proyectados en las precipitaciones futuras son bastante amplias, con la recopilación de los resultados del GCM que muestran tanto condiciones húmedas y secas, y dependiendo de la ruta de emisión y el GCM. Curiosamente, hay una aparente tendencia al calentamiento histórico en la estación M003, que también se refleja en las simulaciones del GCM durante el período contemporáneo.

La otra estación, en la que estamos informando y mostrando resultados de temperatura, M188 muestra algunos picos anómalos en el registro histórico de temperatura. Si se ignoran estos picos, no parece haber una tendencia de calentamiento; algo similar en el registro de la temperatura de esta estación en comparación con la tendencia de la estación de M003. La precipitación histórica y proyectada a partir de los datos del BCSD son más difíciles de interpretar.

Figura 6. Temperatura y Precipitación media anual en el DMQ en base a WorlClim.org. La línea gris representa la resolución de la resolución de 0.5°, BCSD datos.

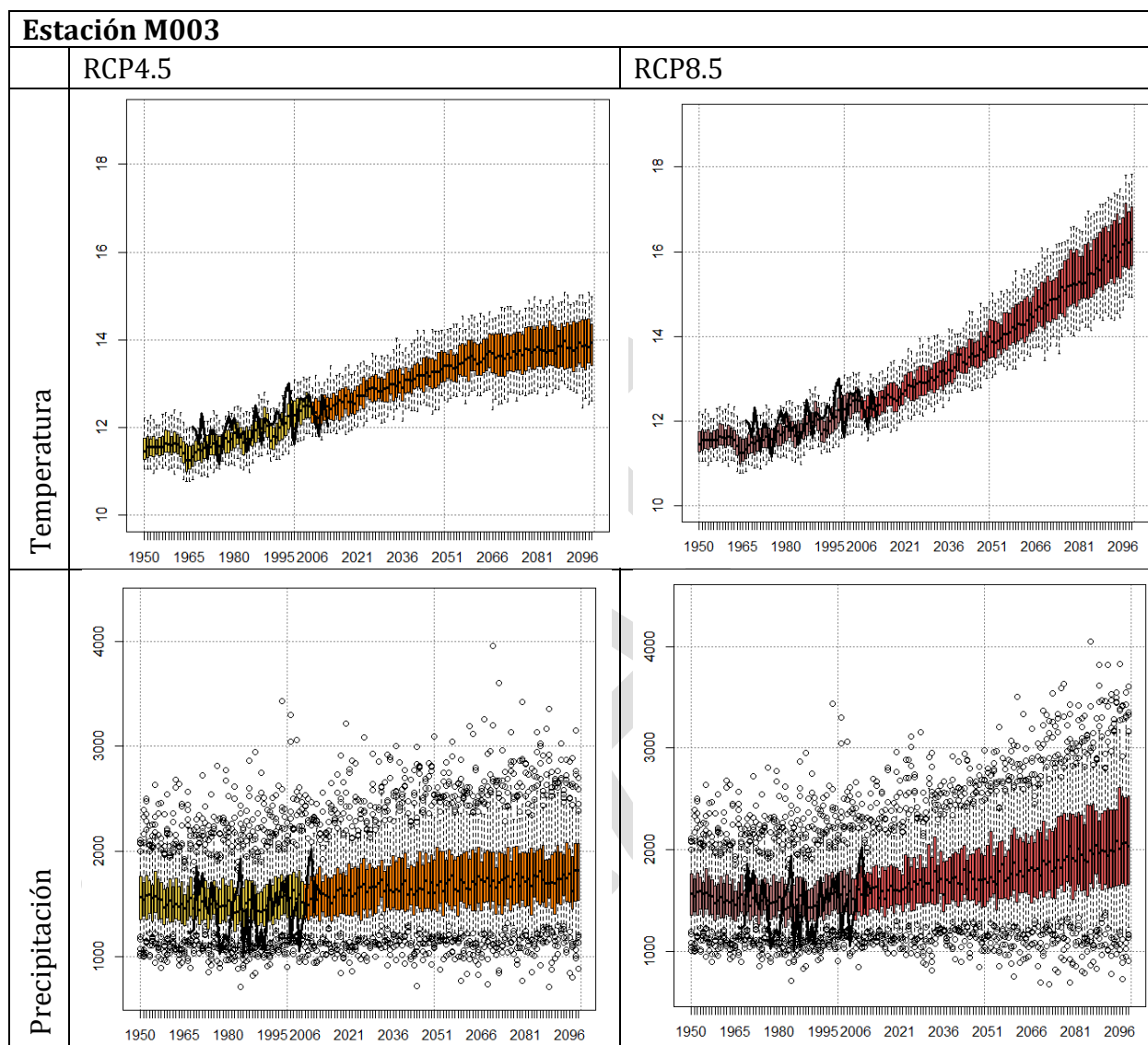


Figura 7. Temperatura futura pasada y proyectada y la precipitación para seleccionar las regiones del DMQ.

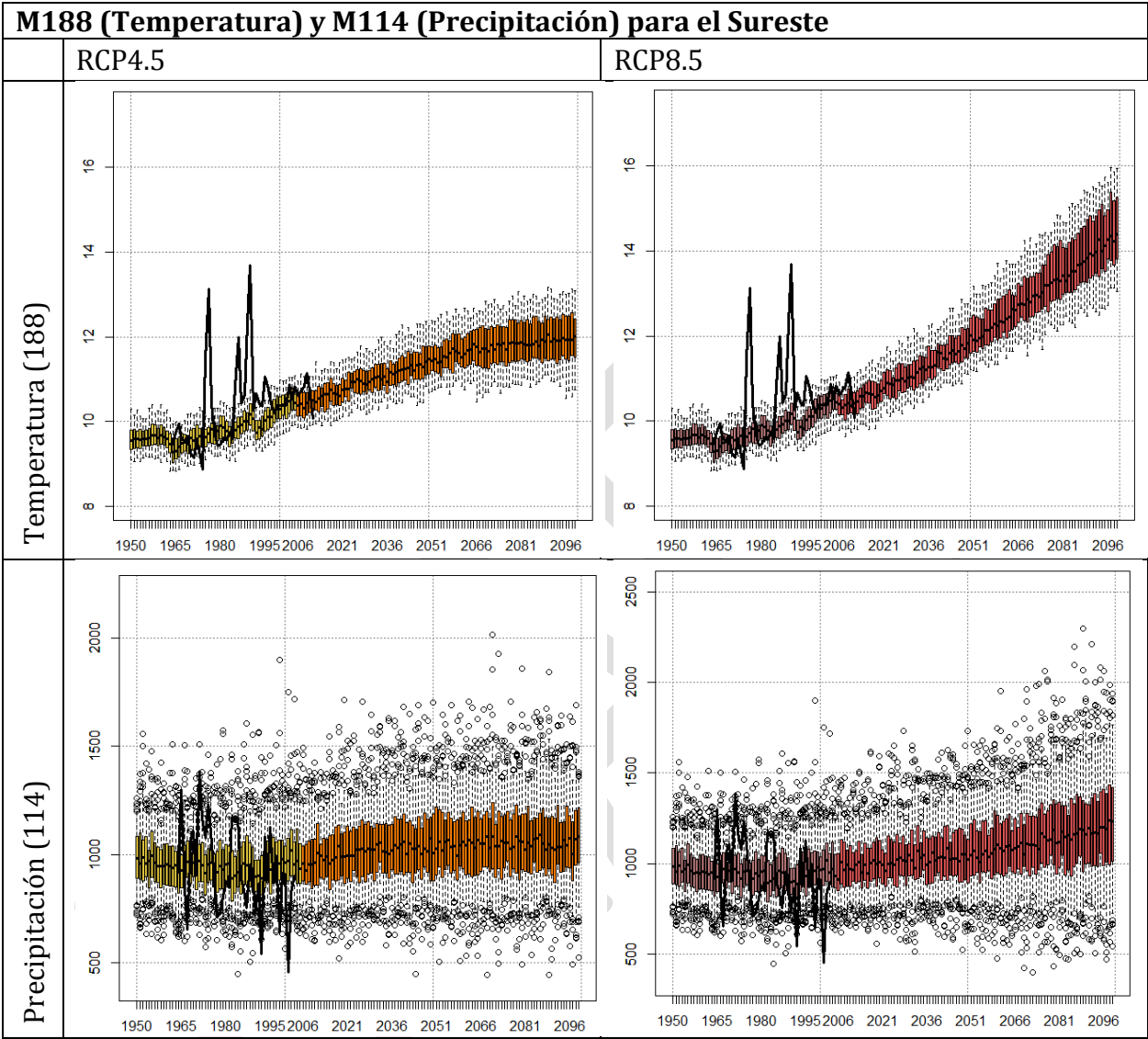
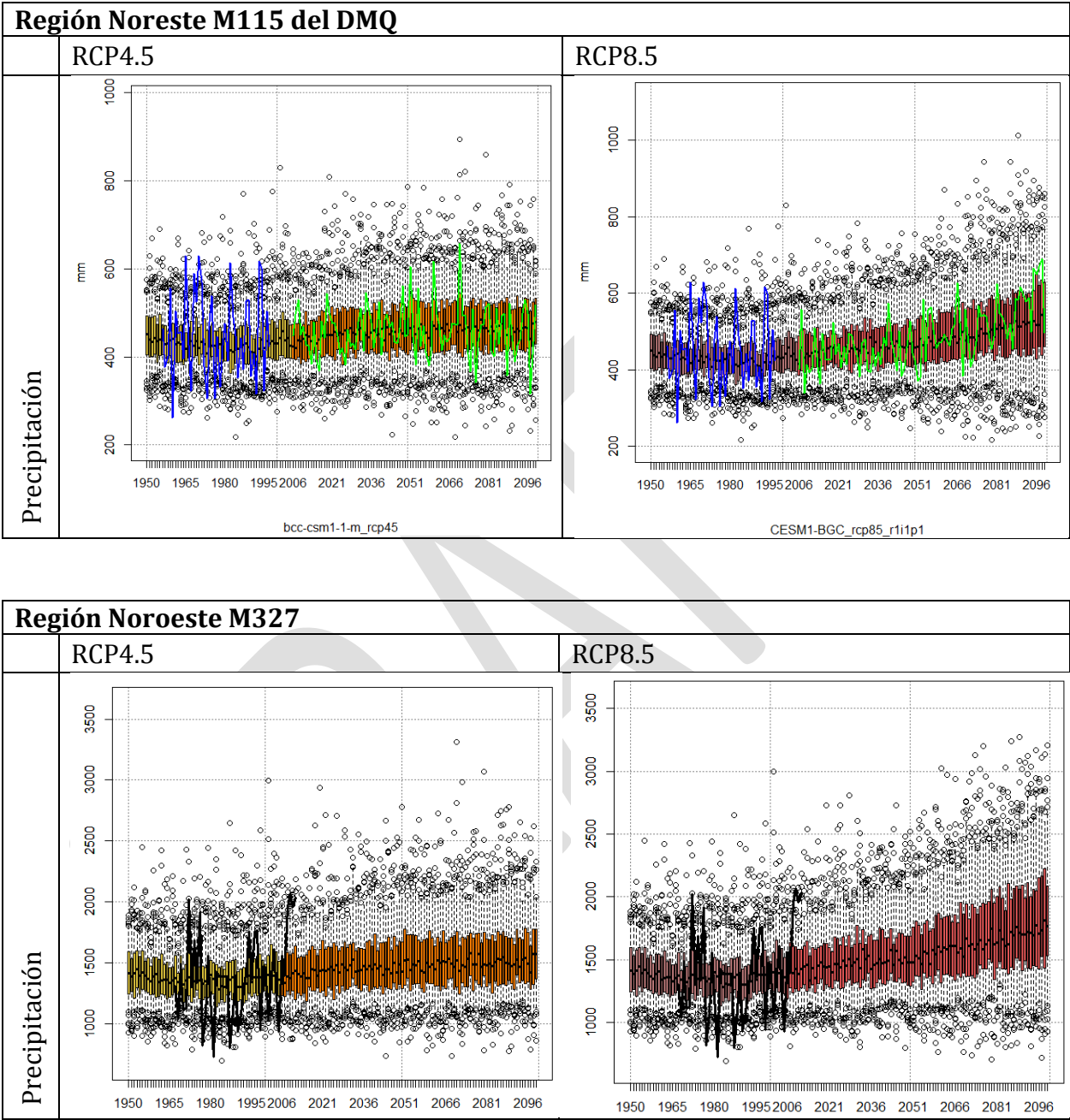


Figura 8. Precipitación futura, pasada y proyectada para seleccionar las regiones del DMQ. La línea verde es el modelo individual de precipitación que es estadísticamente más similar a la media del ensamble.



Resumen

En este capítulo se ofrece una breve descripción del clima del DMQ. El aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero podría conducir al calentamiento de temperaturas y el cambio de los patrones de lluvia, tanto a nivel global como en todas las Parroquias del DMQ. Y si bien ha habido un énfasis en el análisis de modelos climáticos globales (GCMs) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) en la exploración de los efectos del aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero en el sistema climático global, hay una necesidad de información sobre la forma en que el clima podría cambiar a un nivel regional/local.

Sin embargo, las proyecciones de resolución gruesa de los modelos globales no han logrado un cuadro igualmente uniforme a nivel mundial que sería necesario para dar confianza en una perspectiva regional sobre el cambio climático. La resolución de los modernos GCMs todavía está en el orden de 100 kilómetros, y simplemente no puede resolver las características necesarias a escala fina de clima de una región, tales como gradientes de precipitación inducidos topográficamente. Por lo tanto, los GCMs de datos tiene que ser "reducidos en escala" a nivel regional.

En este capítulo se describe un conjunto de datos climáticos a escala reducida de las Parroquias del DMQ que con temperatura media mínima y máxima mensual y precipitación total mensual en una resolución de 0.5°. Para la corrección del sesgo, se utilizó el método de desagregación espacial (BCSD) de Maurer et al. 2007 que toma los datos de clima a una resolución gruesa de los GCMs y reduce la escala a la resolución más fina de 0.5° para varios modelos de circulación general, y para muchos de estos GCMs y miembros de ensamblaje múltiple. Además, la producción de los GCMs fue adquirida y procesada por el método BCSD para dos emisiones futuras o Rutas de Concentración Representativas (RCPs). Esto dio lugar a un gran conjunto de datos de proyecciones futuras para que investigadores y profesionales en la Parroquia del DMQ puedan estudiar la vulnerabilidad y el análisis de la adaptación. Para la emisión o Ruta Concentración Representativa mayor (RCP8.5), a fin de siglo se prevé que las temperaturas aumenten de 4°C a 5°C, mientras que el cambio en las precipitaciones son más inciertas, ya que la colección de modelos climáticos muestran aumentos y disminuciones.

2.2 Percepciones del Clima en el DMQ

Dentro de las actividades realizadas para el WP4 correspondiente a este proyecto se realizó un estudio de percepción al cambio climático en forma de encuesta que fue desarrollado por ECOCIENCIA y guiado por la Secretaría del Ambiente del DMQ. El mismo estaba constituido por más de 100 preguntas que fueron hechas a más de 2,500 encuestados dentro de las 65 parroquias que constituyen el DMQ. Esta información ha sido referenciada espacialmente dentro de las diferentes parroquias y puede ser utilizada como parte de la metodología y estudio espacial que se va realizar. Sin embargo, para este reporte vamos a utilizar esos datos de manera general para evaluar en forma narrativa las características principales identificadas en este estudio de percepción.

En términos generales, se ha preguntado el nivel de conocimiento de los entrevistados sobre el cambio climático y se han identificaron varios puntos en común. Según la encuesta y representado gráficamente en la Figura 10, el calentamiento global aparece como una de las respuestas más comunes (17%), como así también la variación de temperaturas (15%). Asimismo, se pidió que identifiquen observaciones sobre cambio climático en los últimos 10 años en el cual también se resaltó el aumento de temperatura (30%) y alteraciones en las estaciones de invierno y verano (18%).

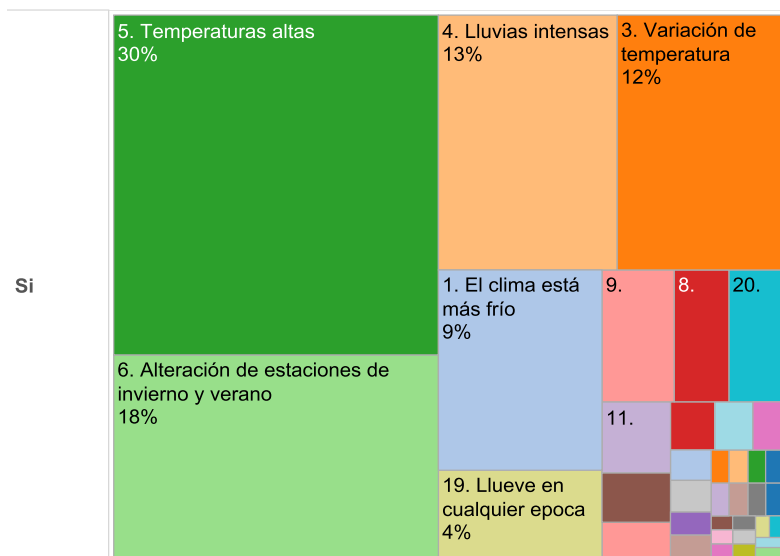
Porcentaje del numero de encuestas en relación al conocimiento con respecto al cambio climático

0.08% 17.35%

Conocimiento Sobre Cambio Climático



Observaciones sobre Cambio Climático en los últimos 10 años



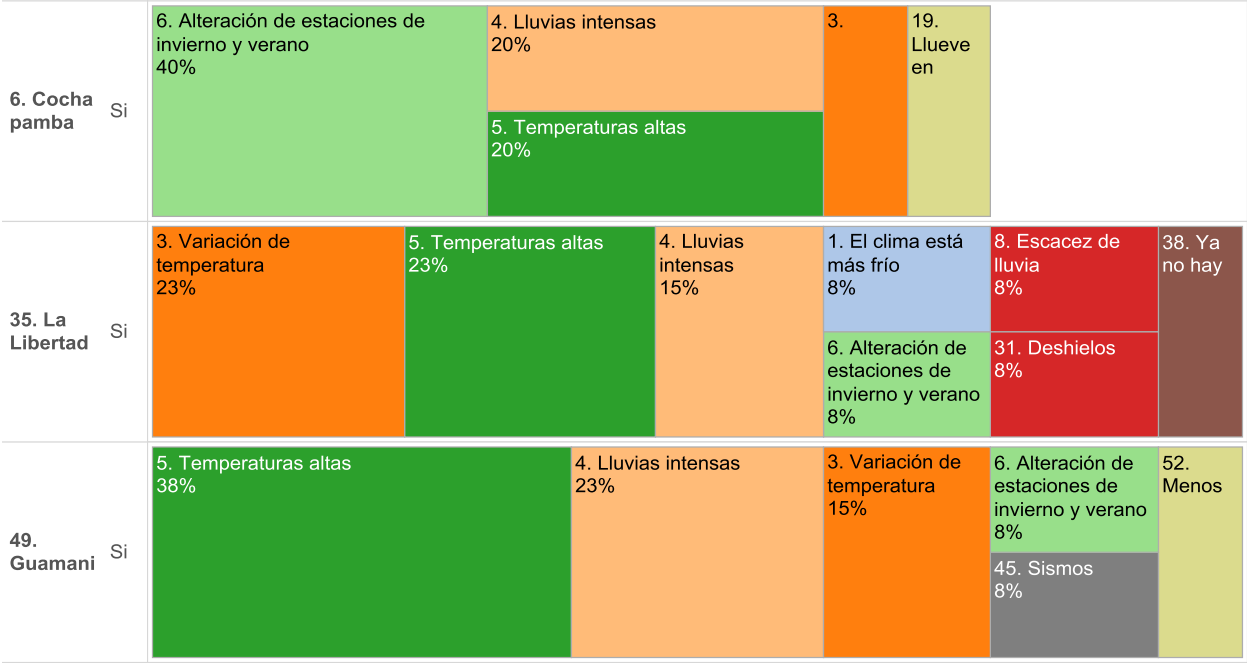
Cuales cambios ha notado en estos diez años?



Figura 10: Respuestas correspondientes al conocimiento general del cambio climático y cambios observados en los últimos 10 años.

Según el último Boletín⁵ desarrollado por la SA en relación a los parámetros de NBI (Necesidades Basicas Insatisfechas⁶), las tres parroquias urbanas con niveles de pobreza relativamente altos son La Libertad, Cochapamba, Guamaní (entre el 24 y 23%) mientras que para el sector rural Nono, Guala y Pacto son las tres parroquias con niveles más altos de pobreza según el NBI (84%, 83%, 78% respectivamente). Figura 11 y 12 muestran las variaciones en las repuestas correspondientes a dichas parroquias.

Observaciones sobre Cambio Climático en los últimos 10 años



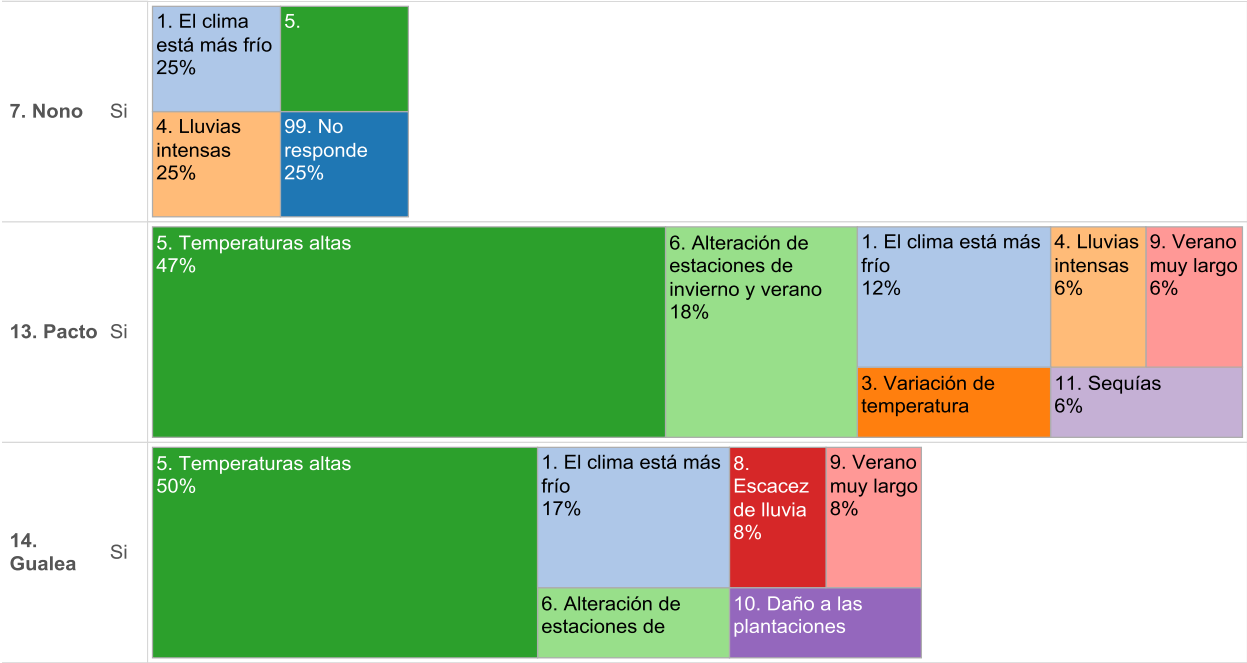
Cuales cambios ha notado en estos diez años?

- 1. El clima está más f..
- 3. Variación de temp..
- 4. Lluvias intensas
- 5. Temperaturas altas
- 6. Alteración de esta..
- 8. Escacez de lluvia
- 19. Llueve en cualqui..
- 31. Deshielos
- 38. Ya no hay graniz..
- 45. Sismos
- 52. Menos espacios ..

Figura 11: Percepciones al cambio climático en los últimos 10 años para tres zonas urbanas con los niveles más altos de NBI.

⁵ <http://www.institutodelaciudad.com.ec/attachments/article/44/9%20web.pdf>
⁶ Se mide en base al acceso a servicios básicos (agua potable y alcantarillado)

Observaciones sobre Cambio Climático en los últimos 10 años



Cuales cambios ha notado en estos diez años?

- 1. El clima está más f..
- 3. Variación de temp..
- 4. Lluvias intensas
- 5. Temperaturas altas
- 6. Alteración de esta..
- 8. Escacez de lluvia
- 9. Verano muy largo
- 10. Daño a las planta..
- 11. Sequías
- 99. No responde

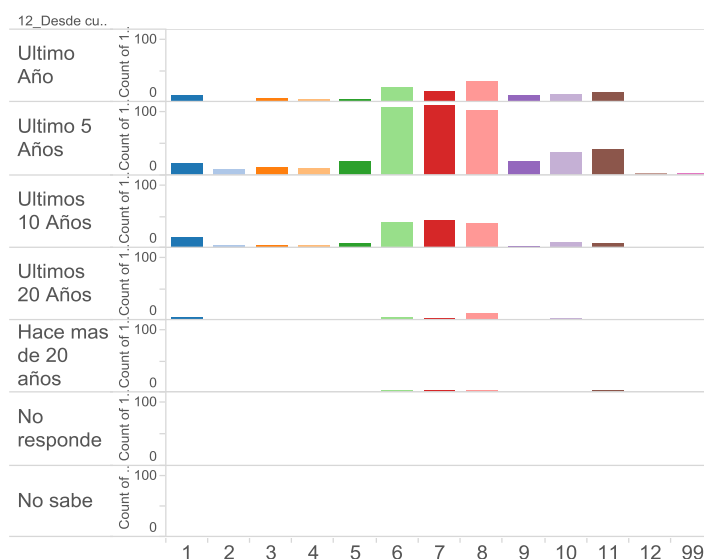
Figura 12: Percepciones al cambio climático en los últimos 10 años para tres zonas rurales con los niveles más altos de NBI.

Una de las claras representaciones del cambio climático en los recursos naturales se relaciona a los cambios en la disponibilidad de agua. Uno de los puntos de la encuesta consistía en evaluar los cambios de la disponibilidad de agua que se han observado y en donde se han notado esos cambios. De acuerdo a las respuestas, el 41% de los cambios observados corresponde a las quebradas (25%) y los ríos (%) y un 4% en las lagunas y acequias. El 25% de encuestados no ha notado algún cambio en la disponibilidad de agua. Dentro de los encuestados que identificaron un cambio, se les ha preguntado cuales fueron los meses donde estos cambios fueron más evidentes; como así también el horizonte de tiempo de los mismos (último año, los últimos cinco años, 10 años, 20 años, o más de 20 años). La mayoría de las respuestas corresponden a los últimos cinco años y los meses que se identifican como meses característicos de estos cambios fueron los meses de junio, julio y agosto (Figura 13).

Hubo cambios en la disponibilidad de agua?
Donde ha notado esos cambios?



En qué meses piensa que esos cambios fueron mas evidentes?



Cuales son los cambios con respecto al cambio climático en invierno?



Cuales son los cambios con respecto al cambio climático en verano?

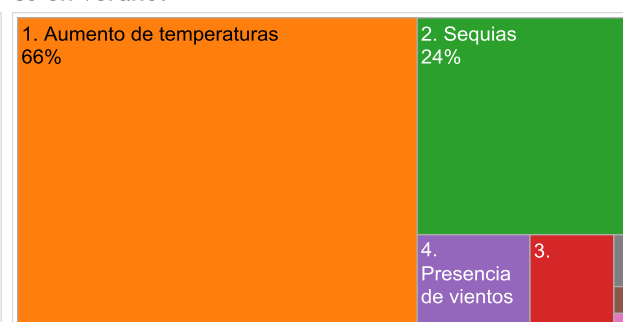


Figura 13. Percepción a los efectos del cambio climático en los recursos hídricos

La Figura 13 muestra también los cambios climáticos identificados en invierno y en verano. En invierno se ha notado un aumento en la lluvia, 66% de las respuestas y cambios de temperatura (20%). Las respuestas con respecto al verano notaron el 66% de los encuestados un aumento de temperaturas y 24% correspondían a las sequías del verano.

Los datos utilizados en la descripción del estudio de percepción descrito en esta sesión van a ser utilizados para el desarrollo de narrativas de escenarios a futuro (2050). Las mismas van a permitir estimar los efectos de factores de perturbación al sistema de naturaleza no climática como aspectos relacionados con el crecimiento de la población y el desarrollo económico en combinación con el cambio climático. Asimismo, dentro de estas narrativas se incorporará las capacidades potenciales de adaptación del DMQ frente a los cálculos obtenidos por sector en relación a los niveles de vulnerabilidad futura.

ANEXO 1 – GLOSARIO DE TÉRMINOS

Tomado del Glosario de términos del IPCC 2001

Adaptación:

Ajuste de los sistemas humanos o naturales frente a entornos nuevos o cambiantes. La adaptación al cambio climático se refiere a los ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a estímulos climáticos proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos. Se pueden distinguir varios tipos de adaptación, entre ellas la preventiva y la reactiva, la pública y privada, o la autónoma y la planificada.

Antropogénico:

Resultante o producido por acciones humanas.

Cambio Climático:

Importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado (normalmente decenios o incluso más). El cambio climático se puede deber a procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo, o bien a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras. Se debe tener en cuenta que la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC), en su Artículo 1, define ‘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 períodos de tiempo comparables’. La CMCC distingue entre ‘cambio climático’ atribuido a actividades humanas que alteran la composición atmosférica y ‘variabilidad climática’ atribuida a causas naturales. Véase también Variabilidad climática.

Capacidad de adaptación:

Capacidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad climática y los cambios extremos) a fin de moderar los daños potenciales, aprovechar las consecuencias positivas, o soportar las consecuencias negativas.

Sistema climático:

Sistema muy complejo que consiste en cinco componentes principales: la atmósfera, la hidrosfera, la Criosfera, la superficie terrestre y la biosfera, y las interacciones entre ellas. El sistema climático evoluciona en el tiempo bajo la influencia de su propia dinámica interna debido a forzamientos externos (por ejemplo, erupciones volcánicas, variaciones solares, y forzamientos inducidos por el hombre tales como la composición cambiante de la atmósfera y el cambio en el uso de las tierras).

Variabilidad del clima

La variabilidad del clima se refiere a las variaciones en el estado medio y otros datos estadísticos (como las desviaciones típicas, la ocurrencia de fenómenos extremos, etc.) del clima en todas las escalas emporales y espaciales, más allá de fenómenos meteorológicos determinados. La variabilidad se puede deber a procesos internos naturales dentro del sistema climático (variabilidad interna), o a variaciones en los forzamientos externos antropogénicos (variabilidad externa).

ANEXO 2 – OBSERVACIONES GENERALES –SECRETARIA DEL AMBIENTE 2012 (anterior WP1)

Las observaciones generales y específicas planteadas deberán ser solventadas en dos vías:

- a) Incluir la información faltante en el documento inicial propuesto, y/o,
- b) Sistematizar un documento de alcance para complementar la información solicitada.

OBSERVACIONES GENERALES

Las observaciones generales son:

- 1) Estructurar los diferentes informes del WP1 en función de lo indicado en la propuesta de trabajo, y con las respectivas particularidades de cada sector. Los informes deben tener una estructura homogénea y mantener una complementariedad para el producto. La siguiente es una estructura compatible con la propuesta y la estructura actual de los informes presentados:
 - Introducción del sector.
 - Objetivo y alcance (temático, geográfico).
 - Marco teórico y metodología (diagrama).
 - Diagnóstico e Impactos (utilizar base de información climática, e identificar amenazas e impactos por cada sector).
 - Análisis espacial o modelación empleada (para los que aplique).
 - Conclusiones.
 - Recomendaciones para la determinación de la vulnerabilidad.
- 2) Debe existir una integralidad de los informes sectoriales, de forma que se proyecten como un solo producto con diferentes capítulos.
- 3) Es necesario el uso de los resultados del componente climático como base de análisis para los diferentes sectores. La información climática utilizada en el Informe del sector Ecosistemas (Serrano, 2010) tiene información objetiva y territorial como insumo para el resto de sectores.
- 4) Es básico caracterizar cada una de las amenazas climáticas a las que se encuentra expuesto cada uno de los sectores, de tal manera que represente un insumo para generar posteriormente los indicadores de vulnerabilidad.

OBSERVACIONES ESPECÍFICAS

INFORME: Clima

- Incorporar la información de Serrano (2010) en el análisis climático.
- Especificar las limitaciones de esta información y el grado de error de las isolíneas y el tiempo de registro.
- Incluir tendencias decadales y variabilidad climática del DMQ en las zonas o estaciones donde se cuente con esta información para realizar este análisis.
- Incluir una descripción general del clima del DMQ. Revisar información estudio CIIFEN.

INFORME: Agua

- Analizar la inclusión del mapa de cobertura vegetal generado en la Secretaría de Ambiente como insumo para el moldeamiento del WEAP. La información de cobertura vegetal generada en el FONAG difiere y no es actualizada. Coordinar con Nixon Narváez.

- Integrar la información y resultados generados por el WEAP para la evaluación de los diferentes sectores que tengan relación directa con los recursos hídricos (agro ecosistemas, ecosistemas, riesgos).
- Incluir información espacial de los principales resultados. Este será un aporte al informe que cuenta con un buen nivel de resultados, estructura y metodología.

INFORME: Riesgos

- Presentar el informe en el esquema propuesto, con un nivel de redacción adecuado, y mayor nivel de análisis y síntesis.
- Validar la información utilizada asegurando que corresponda a la información generada por la Dirección Metropolitana de Gestión de Riesgos. Evitar la excesiva referencia de los estudios de Peltre.
- Determinar la correlación del componente clima con los eventos climáticos. Utilizar la información actualizada del sector clima.
- Utilizar el mapa de susceptibilidad de movimientos en masa como base de análisis para los impactos de este tipo de eventos. Determinar las amenazas climáticas vinculadas.
- Incluir el análisis de incendios forestales y su correlación con épocas estacionales secas. Se sugiere utilizar la información del RCLimindex y referencias bibliográficas. Determinar las amenazas climáticas vinculadas.

INFORME: Salud

- El informe deberá particularizar enfermedades indicadoras vinculadas con amenazas climáticas. Sustentar técnicamente la selección (vectores, IRAs), y en base al análisis climático actualizado.
- Incluir limitaciones del uso de la información climática para el sector salud.
- La información de calidad de aire debe incorporarse al Informe, en el caso de no utilizarla se justificará técnicamente.

INFORME: Agrosistemas

- Verificar la sistematización del Censo Agropecuario 2010 en el MAGAP (SIGAGRO), y de ser el caso, actualizar los datos del informe.
- Revisar los Planes de Desarrollo Parroquiales como insumos de información agroproductiva en las zonas rurales.
- Incluir los datos del PIB agrícola, número de agroindustrias, y los productores/as agrícolas que apoya CONQUITO.
- Identificar las amenazas climáticas a las que se encuentra expuesto este sector evaluado, y determinar los impactos identificados.

INFORME: Biodiversidad y Ecosistemas

- Particularizar en el informe las especies que pueden ser indicadoras de cambio climático desde el punto de vista fisiológico y ecosistémico.
- Analizar las especies sensibles al cambio climático por ecosistemas representativos, y que no se encuentren bajo presión o grado de amenaza antrópica.

- Revisar Informe de CIIFEN y Nikolay Aguirre, para inclusión de resultados.
- Analizar los criterios de elaboración del Mapa de Cobertura Vegetal del DMQ, y el estudio de Zonas de Importancia de Biodiversidad (Fondo Ambiental). Validar la clasificación propuesta como indicador.
- Utilizar la variable de cambio de uso de suelo como indicador de impacto en zonas piloto, en las cuales se pueda determinar una baja o nula interferencia antrópica, y caracterizar los cambios ecosistémicos generados. Este será un significativo aporte al informe que cuenta con un buen nivel de resultados, estructura y metodología.

DRAFT

3 REFERENCIAS

- Calvo, Eduardo, Max Campos, Rodolfo Carcavallo, Carlos C. Cerri, Carlos Gay-García, Luis J. Mata, Andrés Saizar, Patricio Aceituno, Rigoberto Andressen, and Vicente Barros. 2007. "Impactos Regionales Del Cambio Climático - Evaluación de La Vulnerabilidad América Latina." <http://www.grida.no/Climate/ipcc/regional/pdf/amla.pdf>.
- . 2013. "Impactos Regionales Del Cambio Climático." Accessed October 9. <http://www.grida.no/Climate/ipcc/regional/pdf/amla.pdf>.
- CEPAL. 2010. "La Economía Del Cambio Climático En América Latina Y El Caribe - Síntesis 2010."
- Distrito Metropolitano de Quito. 2012. "PLAN METROPOLITANO DE DESARROLLO 2012 - 2022.pdf."
- Ecuador, and Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. 2009. *Plan nacional para el buen vivir, 2009-2013: construyendo un estado plurinacional e intercultural*. Quito: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, SENPLADES.
- Edwards, Guy. 2012. "La Política de Cambio Climático En Ecuador | Intercambio Climático." http://www.intercambioclimatico.com/2012/03/29/la-politica-de-cambio-climatico-en-ecuador/#_edn2.
- Ercole, Robert d', Pascale Metzger, María Dolores Villamar, Quito (Ecuador), Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda, and Institut de recherche pour le développement (France). 2004. *La vulnerabilidad del distrito metropolitano de Quito*. Quito, Ecuador: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda : Institut de Recherche pour le Développement.
- Estacio, Jairo. 2012. "Los Eventos Morfoclimáticos En El DMQ: Una Construcción Social Y Recurrente." <http://www.flacsoandes.org/letrasverdes/component/content/article/56-dossier-nd-11/180-los-eventos-morfoclimaticos-en-el-dmq-una-construccion-social-y-recurrente>.
- "FAOSTAT." 2013. Accessed October 23. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>.
- FLACSO, Ecuador, and PNUMA. 2011. "Perspectivas Del Ambiente Y Cambio Climático En El Medio Urbano: ECCO Distrito Metropolitano de Quito." http://www.unep.org/dewa/Portals/67/pdf/ECCO_DM_Quito.pdf.
- Friedman, Lisa. 2013. "Researchers Map Regions Most Vulnerable to Losses from Climate Change." *Climate Wire*, September 9.
- Füssel, Hans-Martin, and Richard J. T. Klein. 2006. "Climate Change Vulnerability Assessments: An Evolution of Conceptual Thinking." *Climatic Change* 75 (3) (April): 301–329. doi:10.1007/s10584-006-0329-3.
- Instituto de la Ciudad del DMQ. 2012. "Boletín Estadístico Mensual Instituto de La Ciudad Del Municipio Del Distrito Metropolitano de Quito."
- Intercambio Climático. 2012. "Retos Y Oportunidades Para La Generación de Políticas Públicas Sobre Cambio Climático En Ecuador | Intercambio Climático." <http://www.intercambioclimatico.com/2012/11/19/retos-y-oportunidades-para-la-generacion-de-politicas-publicas-sobre-cambio-climatico-en-ecuador/>.
- IPCC. 1995. "Segunda evaluación Cambio Climático 1995."

- . 2008. *Cambio climático 2007: informe de síntesis*. [Ginebra]: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático.
- Metz, Bert. 2007. *Climate Change 2007-Mitigation of Climate Change: Working Group III Contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC*. Vol. 4. Cambridge University Press.
- “Ministerio Del Ambiente | Ecuador.” 2013. Accessed October 23. <http://www.ambiente.gob.ec/>.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2001. “Comunicación Nacional de la República del Ecuador.”
- Mote, Philip, Levi Brekke, Philip Duffy, and Ed Maurer. 2011. “Guidelines for Constructing Climate Scenarios.” <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2011EO310001/references>.
- “Municipio Del Distrito Metropolitano de Quito.” 2013. Accessed November 7. <http://www.quito.gob.ec/>.
- Neira David. 2010. “Ecuador: Estado de Situación frente a la Agricultura, Seguridad Alimentaria y Gestión de Recursos Hídricos destinados a la agricultura y el Cambio Climático.”
- Núñez, Alfredo, Joaquín Díaz, and Raul Mejía. 2010. “ANÁLISIS ESTADÍSTICO CON FCLIMDEX PARA ECUADOR.” http://web.ambiente.gob.ec/sites/default/files/users/dhermida/Informe_Final_ClimDex.pdf.
- Obasi, G. O. P., and E. Dowdeswell. 1998. *Climate Change 1995: Ipcc Second Assessment: A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Ipcc*. DIANE Publishing.
- Rogelj, Joeri. 2012. “Global Warming under Old and New Scenarios Using IPCC Climate Sensitivity Range Estimates : Nature Climate Change : Nature Publishing Group.” <http://www.nature.com/nclimate/journal/v2/n4/full/nclimate1385.html>.
- Romero-Saltos, Hugo, Alex Cabrera, and Carolina Altamirano. 2012. “On the Relation among Climate, Human Population and Ecosystems/land Use Changes at the Metropolitan District of Quito: A Two Decade Analysis.”
- Tebaldi, Claudia, and Bruno Sansó. 2009. “Joint Projections of Temperature and Precipitation Change from Multiple Climate Models: A Hierarchical Bayesian Approach.” *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)* 172 (1): 83–106.
- UN FCCC. 2007. “CLIMATE CHANGE: IMPACTS, VULNERABILITIES AND ADAPTATION IN DEVELOPING COUNTRIES.”
- Wood, Andrew W., Lai R. Leung, V. Sridhar, and D. P. Lettenmaier. 2004. “Hydrologic Implications of Dynamical and Statistical Approaches to Downscaling Climate Model Outputs.” *Climatic Change* 62 (1-3): 189–216.
- Zambrano-Barragán, Carolina, Othon Zevallos, Marcos Villacís, and Diego Enríquez. 2011. “Quito’s Climate Change Strategy: A Response to Climate Change in the Metropolitan District of Quito, Ecuador.” In *Resilient Cities*, edited by Konrad Otto-Zimmermann, 515–529. Dordrecht: Springer Netherlands. http://www.springerlink.com/index/10.1007/978-94-007-0785-6_51.