

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES CON ÉNFASIS EN GESTIÓN AMBIENTAL

IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA RESERVA DE USOS MÚLTIPLES DE
MONTEERRICO
TESIS DE GRADO

SARA MARÍA SCHEEL THOMAE
CARNET 11859-12

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, JULIO DE 2017
CAMPUS CENTRAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES CON ÉNFASIS EN GESTIÓN AMBIENTAL

IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA RESERVA DE USOS MÚLTIPLES DE
MONTEERRICO
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
SARA MARÍA SCHEEL THOMAE

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERA AMBIENTAL EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADA

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, JULIO DE 2017
CAMPUS CENTRAL

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

MGTR. RAÚL ESTUARDO MAAS IBARRA

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

ING. LUZ MARÍA CORTEZ DÁVILA

ING. PAMELA ANDREA ELIZABETH CAMARERO BARREDA DE QUIÑONEZ

LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

Guatemala, 1 de marzo de 2017

Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente

Estimados miembros del Consejo

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Sara María Scheel Thomaé, carné 11859-2, titulada: "Impactos del Cambio Climático en la Reserva Natural de Uso Múltiples de Monterrico"

La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,

Raúl Estuaro Maas Ibarra

Cod. URL. 7861



Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado de la estudiante SARA MARÍA SCHEEL THOMAE, Carnet 11859-12 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES CON ÉNFASIS EN GESTIÓN AMBIENTAL, del Campus Central, que consta en el Acta No. 0696-2017 de fecha 19 de junio de 2017, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA RESERVA DE USOS MÚLTIPLES DE
MONTERRICO

Previo a conferírsele el título de INGENIERA AMBIENTAL en el grado académico de LICENCIADA.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 5 días del mes de julio del año 2017.

MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA, SECRETARIO
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar

AGRADECIMIENTOS

A:

Dios que me dio la vida, la sabiduría y la bendición de superarme.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por ser parte de mi formación.

Ing. Raul Maas, por su asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

Al Centro de Estudios Conservacionistas, por brindarme el apoyo necesario para desarrollar la presente investigación.

DEDICATORIA

A:

Dios: Quien siempre me da su infinito amor, fortaleza para superar las Diferentes etapas de la vida y me bendice con las personas que me rodean.

Mis padres: Carlos Scheel y Herty de Scheel a quienes quiero mucho, por su inmenso amor, por su tiempo, sus consejos oportunos y por su ejemplo a seguir.

Mis hermanas: Gabriela, Alejandra y Luisa por su enorme amor.

Abuelita: Sarita de Thomae, que siempre me ha apoyado.

Mi novio: Erick Arango

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	7
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1. Marco Conceptual	9
2.2. Antecedentes	14
2.2.1. Clima en Guatemala	14
2.2.2. Cambio Climático	15
2.2.4. Impactos del cambio climático en la Reserva Natural de Usos Múltiples 18	
2.3. Marco Referencial	20
2.3.1. Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico	20
3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	30
3.1. Definición del problema	30
3.2. Justificación del trabajo	31
4. OBJETIVOS	32
4.1. Objetivo General	32
4.2. Objetivos específicos	32
5. MATERIALES Y MÉTODOS	33
5.1. Unidad de análisis	33
5.2. Tipo de investigación	33
5.3. Procedimiento	33
5.3.1. Caracterización del área	33
5.3.2. Percepciones de la comunidad de la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico en cuanto al cambio climático	34

5.3.3. Escenarios de Cambio Climático.....	35
6. Resultados	37
6.1. Diagnóstico.....	37
6.2. Percepción de las comunidades de la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico en cuanto al cambio climático	56
7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	63
8. CONCLUSIONES	65
9. RECOMENDACIONES	67
10. BIBLIOGRAFÍA.....	69
11. ANEXOS.....	71

Índice de Figuras

Figura 1. Fuentes de generación de gases de efecto invernadero	10
Figura 2. Sistema socioecológico.....	13
Figura 3. Ubicación de la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico.....	21
Figura 4. Zonificación de la RNUMM	25
Figura 5. Sistema Socioecológico de la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico	37
Figura 6. Registro de visitantes en las áreas protegidas manejadas por CECON-USAC.....	46
Figura 7. Comparación de los visitantes nacionales y de otros países en áreas protegidas.....	47
Figura 8. Mapa Uso de la Tierra año 2003	54
Figura 9. Mapa Uso de la Tierra año 2012.....	55
Figura 10. Escenarios de Cambio Climático para el año 2020, 2050 y 2080	62
Figura 11. Modelación de distribución de las zonas de vida para el escenario A2 año 2020 en Guatemala	71
Figura 12. Modelación de distribución de las zonas de vida para el escenario A2 año 2050 en Guatemala	72
Figura 13. Modelación de distribución de las zonas de vida para el escenario A2 año 2080 en Guatemala	73

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Número de Viviendas en las Comunidades de la RNUMM.....	26
Cuadro 2. Número de habitantes en la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico	27
Cuadro 3. Número de familias, géneros y especies dentro de cada hábitat en la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico	29
Cuadro 4. Actividades económicas de las comunidades en la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico.....	40
Cuadro 5. Cantidad de pobladores para cada comunidad en la RNUMM	43
Cuadro 6. Nivel de Educación en la RNUMM	45
Cuadro 7. Matriz de clasificación para determinar el cumplimiento del plan maestro de la RNUMM	49
Cuadro 8. Calificación de la RNUMM en cuanto al cumplimiento del plan maestro.	49
Cuadro 9. Uso de la tierra del área de uso múltiple de la RNUMM realizados para los años 2003 y 2012	53
Cuadro 10. Percepciones de comunidades que integran la RNUMM.....	56
Cuadro 11. Porcentaje de precipitación de la RNUMM para los años 2020, 2050 y 2080	61
Cuadro 12. Porcentaje de disminución de temperatura para los años 2020, 2050 y 2080	61

IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA RESERVA NATURAL DE USOS MÚLTIPLES DE MONTEERRICO

RESUMEN

El cambio climático es un fenómeno que tiene sus efectos en la variación global del clima de la tierra. Actualmente es un problema que afecta a Guatemala, ya que se encuentra en entre los diez países más vulnerables ante el cambio climático. Por ello la presente investigación se enfocó en los impactos del cambio climático en la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico, teniendo como objetivo general evaluar los impactos del cambio climático en la reserva. La investigación se dividió y se presentó en dos partes, la primera parte fue cuantitativa y consistió en la utilización del modelo matemático denominado HADCM3 para obtener los escenarios de cambio climático. La segunda parte contó con el método cualitativo para obtener la percepción acerca del cambio climático en la reserva y la caracterización del área utilizando el sistema socioecológico. Los resultados de la investigación determinaron que el cambio climático tendrá un impacto hacia la reserva. Esto se puede observar debido a que el sistema socioecológico no sigue la línea del desarrollo sostenible ya que la interacción de los subsistemas no permite un manejo adecuado. Así mismo, en cuanto a los escenarios de cambio climático, se prevé un incremento de temperatura de un 14% y una disminución de precipitación entre el -20% al -28%. Por último, en cuanto a la perspectiva de las comunidades de la reserva, las comunidades no definen el cambio climático, sin embargo, si perciben cambios en la dinámica de la reserva. Se recomienda informar a los pobladores sobre los impactos del cambio climático, realizando medidas de adaptación y mitigación.

IMPACTS OF THE CLIMATIC CHANGES IN THE NATURE RESERVE OF MULTIPLE USES IN MONTERRICO

SUMMARY

Climate change is a phenomenon that has its effects on the global variation of the earth's climate. It is currently a problem that affects Guatemala, as it is among the ten most vulnerable countries to climate change. Therefore, the present research is focused on the impacts of climate change on the Nature Reserve of Multiple Uses in Monterrico, where its general objective is to evaluate the impacts of climate change on the reserve. The research was divided and presented in two parts, the first part was quantitative and consisted in the use of the mathematical model HADCM3 to obtain scenarios of climate change. The second part consisted in qualitative method to obtain the perception of the communities about the climatic change in the reserve and the characterization of the area using the socioecological system. The results of the research determined that climate change will have an impact on the reserve. This happens because the socioecological system does not follow the line of sustainable development because the interaction of the subsystems does not allow an adequate management. Likewise, in terms of climate change scenarios, by the year 2080, there will be a 14% increase in temperature and a decrease in precipitation between -20% and -28%. Finally, in reference to the communities perspective about climate change, the communities do not define climate change, however, they perceive changes in the dynamics of the reserve. It is recommended to inform the communities about the impacts of climate change, carrying out adaptation and mitigation measures.

1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático es una importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad ya sea natural o antropogénico, que persiste durante un período prolongado (IPCC, 2013). Es considerado un fenómeno que afecta a todos los países en el mundo. Una gran parte de la comunidad científica afirma que este fenómeno existe y se pueden percibir sus impactos actualmente, que, además, los impactos y efectos del mismo perdurarán por muchos años. Es de vital importancia entender el cambio climático debido a los impactos que genera este fenómeno al mundo. Entre ellos se encuentra la elevación del nivel del mar, cambios en los ciclos naturales del carbono, incremento de los gases de efecto invernadero, incremento en la intensidad y magnitud de eventos extremos, entre otros.

Guatemala es un país vulnerable al cambio climático. Según German Watch, desde el año 1996 al 2015, Guatemala es el noveno país a nivel mundial más afectado por el cambio climático. Esto se debe a variaciones en la precipitación y aumento de inundaciones y deslaves. Guatemala se encuentra en esta posición debido a la cantidad de catástrofes que ocurren continuamente. Por lo tanto, es esencial determinar cómo afectará este fenómeno al país.

La presente investigación se enfocó en los impactos del cambio climático en la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico (RNUMM). La Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico es parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Se localiza al sureste de la República de Guatemala sobre la franja costera del Pacífico entre los municipios de Taxisco y Chiquimulilla del departamento de Santa Rosa. El valor ambiental, social y económico que representa la reserva es muy elevado. Esto se debe a que conserva una gran diversidad de especies; además, las comunidades que viven en la reserva dependen de los recursos que provee, por ejemplo la leña y la pesca.

Se prevé que los impactos del cambio climático a la reserva serán la variación a eventos hidrometeorológicos, variación de la circulación litoral, aumento de la temperatura del agua, aumento del área del bosque seco, entre otras. Por lo que al

determinar las causas y efectos del cambio climático en el área de estudio, se podrán realizar medidas de adaptación y mitigación para dichos fenómenos.

La determinación de los impactos del cambio climático en la RNUMM se realizó por medio de la siguiente metodología. Primero, se obtuvo la caracterización del área por medio de un análisis detallado del sistema socioecológico, recopilando información de los subsistemas que conforman la RNUMM (social, natural, económico e institucional). Luego, se realizó la investigación de como las comunidades del área perciben el cambio climático. Por ende, se determinó si los pobladores observan variaciones en el clima, tomando de referencia características del pasado y comparándolo con el presente. Por último, se determinaron los escenarios de cambio climático utilizando indicadores de precipitación y temperatura para los años 2020, 2050 y 2080. Esta información se obtuvo por medio del modelo HADCM3 del Centro Hadley de Inglaterra. Este tipo de investigación es de vital importancia debido a que es necesario obtener los impactos del cambio climático en un área de importancia ambiental, económica y social.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Conceptual

Para entender a profundidad el cambio climático, es necesario determinar en donde sucede este fenómeno. En esta instancia es la atmósfera, la cual es la capa gaseosa que rodea la tierra que se vuelve más tenue hasta llegar al espacio. Los gases más abundantes son nitrógeno (78%) y oxígeno (21%). El resto de gases solamente llegan a alcanzar el 1%. Por ejemplo, el dióxido de carbono ocupa el 0.04% del volumen total y el metano un 0.002%, siendo ambos gases de efecto invernadero. (Observatorio Ambiental Guatemala, 2012).

La importancia de la atmósfera es que filtra radiaciones ultravioleta, tiene una composición de aire en la capa más cercana a la superficie de la tierra que permite la vida y evita las temperaturas extremas gracias al fenómeno natural que sucede en la atmósfera llamado efecto invernadero (IARNA, 2011).

El efecto invernadero es el fenómeno en donde determinados gases que conforman la atmósfera se retienen en la superficie terrestre. Aproximadamente el 60% de la radiación solar llega a la superficie terrestre, en donde el 18% de esa radiación vuelve a reflejarse hacia el espacio exterior. La energía restante calienta la superficie terrestre. Los gases de efecto invernadero de la atmósfera absorben parte de la radiación que queda y vuelven a emitirla a la superficie terrestre. El efecto de esa radiación reflejada es la que calienta la atmósfera baja y la superficie del planeta (Observatorio Ambiental Guatemala, 2012).

A nivel mundial, la existencia del efecto invernadero es aceptado. Sin la presencia del efecto invernadero, la existencia de la vida no sería como la que se conoce ya que la temperatura media tendría aproximadamente -6°C en lugar de los 15°C actuales. Sin embargo, debido al aumento de los gases de efecto invernadero, se puede observar variaciones en clima, que por ende provoca el cambio climático. (Observatorio Ambiental Guatemala, 2012).

Las principales fuentes de generación de gases de efecto invernadero se deben a actividades humanas, principalmente por la generación de energía con un 24% y

los impactos del cambio de uso de tierra con un 18% (Figura 1). En 1850, había 280 partes por millón de dióxido de carbono en la atmósfera llegando a 430 ppm para el año 2012. El efecto de esto es un incremento de la temperatura de 0.7°C (Observatorio Ambiental Guatemala, 2012).

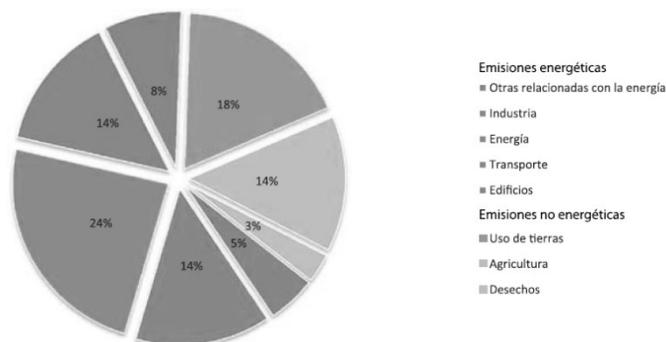


Figura 1. Fuentes de generación de gases de efecto invernadero (Observatorio Ambiental Guatemala, 2012)

Debido a las acciones directas o indirectas del ser humano, existe una mayor acumulación de los gases de efecto invernadero y un cambio en la composición atmosférica. Por lo tanto, mayor radiación es absorbida en la superficie terrestre, dando lugar al cambio climático (Observatorio Ambiental Guatemala, 2012)

Según el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (2013), el cambio climático es una “importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado. 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.”

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) 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 CMNUCC hace distinción entre ‘cambio climático’ debido a que es atribuido a actividades humanas que alteran la

composición atmosférica y 'variabilidad climática' atribuido a causas naturales (Intergovernmental Panel of Climate Change, 2013).

El cambio climático incide en la variación del clima. El clima es una condición ambiental que se produce debido a variables atmosféricas. Entre estas variables se puede encontrar la temperatura, lluvia, humedad relativa, viento y la interacción de las mismas. Estas variables se relacionan con las características de un lugar determinado como la altitud sobre el nivel del mar, formas de la tierra, vegetación, cercanía a grandes cuerpos de agua, montañas, entre otras. La temperatura o la precipitación no caracterizan el clima, se debe saber cómo evolucionan los promedios durante períodos de tiempo (Observatorio Ambiental Guatemala, 2012).

La variación del clima se ha generado debido a que los gases de efecto invernadero han ido aumentando. En lo que se refiere al clima, no importan las emisiones de gases de efecto invernadero, si no las concentraciones atmosféricas del mismo (Observatorio Ambiental Guatemala, 2012).

La opinión científica general afirma que existe cambio climático abrupto, principalmente por factores antropogénicos. Muchas investigaciones informan que las concentraciones de dióxido de carbono han aumentado debido a dos procesos. El primero es el crecimiento de la economía mundial a comienzos del año 2000, combinado con el uso intensivo del uso del suelo. Se puede observar un incremento de las emisiones de dióxido de carbono de un 1.3% al 3.3% por año. El segundo es la disminución de la eficiencia de fijación de dióxido de carbono en los océanos y áreas continentales. Por lo tanto, para disminuir los gases de efecto invernadero emitidas por las poblaciones humanas se debe modificar los modelos de sistemas económicos y restaurar los territorios para incrementar la fijación de dióxido de carbono (Observatorio Ambiental Guatemala, 2012).

Se estima que haga lo que se haga para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero, el cambio climático está sucediendo y las personas deben adaptar forzosamente a los impactos generados (Observatorio Ambiental Guatemala, 2012).

Uno de los impactos del cambio climático se puede observar en las zonas de vida, debido a que sufrirán cambios en cuanto a los factores que lo conforman. Según Holdridge, una zona de vida es un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, que se forma debido a las condiciones edáficas y etapas de sucesión, y tiene una fisonomía similar en cualquier parte del mundo. Los factores que se toman en cuenta para su clasificación son la biotemperatura, precipitación y relación de evapotranspiración potencial (IARNA, 2011).

El área de estudio de la investigación para determinar los impactos del cambio climático fue la Reserva Natural de Monterrico, conformada por la zona de vida de Bosque Seco Subtropical. Su principal vegetación es el bosque manglar. Los manglares, también llamados “bosques de mangle” son un grupo de halofitas que crecen en aguas marinas y tierra firme. Por lo tanto, normalmente se encuentran en estuarios, lagunas y pantanos costeros. Además se encuentran en un ecosistema que se inundan de agua de mar durante mareas altas. Debido a las inundaciones periódicas por las mareas, el ecosistema es inestable, salino y con reducido o nulo contenido de oxígeno (Mainardi, 1996).

Los manglares tienen muchas funciones ecológicas. Entre ellas se encuentran: prevención de erosión de la costa al facilitar la deposición del suelo, comida y protección a mamíferos y aves, nidación, cría y alimentación para muchos organismos acuáticos y terrestres (Mainardi, 1996).

Para poder resistir las altas concentraciones de sales, los mangles poseen dos características: succulencia (tejidos para almacenar gran cantidad de jugos celulares) y glándulas especializadas para la expulsión de sales en los tejidos foliares (Mainardi, 1996).

Como se mencionó anteriormente, el área de estudio para determinar los impactos del cambio climático es la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico. Para poder determinar dichos impactos, se utilizará el sistema socioecológico. De esta manera, determinar la perspectiva y la relación entre el subsistema natural, social, económico e institucional. El sistema socioecológico es “un marco analítico

integrador que destaca la relevancia de los subsistemas natural, social, económico e institucional” (IARNA, 2012)

Este sistema reconoce que las comunidades humanas dependen de los recursos naturales y que sus acciones impactan al mismo. Por lo tanto, las personas son elementos del ecosistema y no elementos externos a estos. Además, el ecosistema evoluciona, por lo que tiene entradas y salidas aplicado a nivel local hasta lo global. En la figura 2 se podrá observar los sistemas involucrados en el sistema socioecológico (IARNA, 2012).

Una de las propiedades del sistema es la resiliencia, que es la capacidad de la sociedad adaptarse al cambio ambiental global. Entre más resiliencia existe, mayor capacidad tiene el ecosistema a resistir las perturbaciones para adaptarse al cambio (IARNA, 2012).

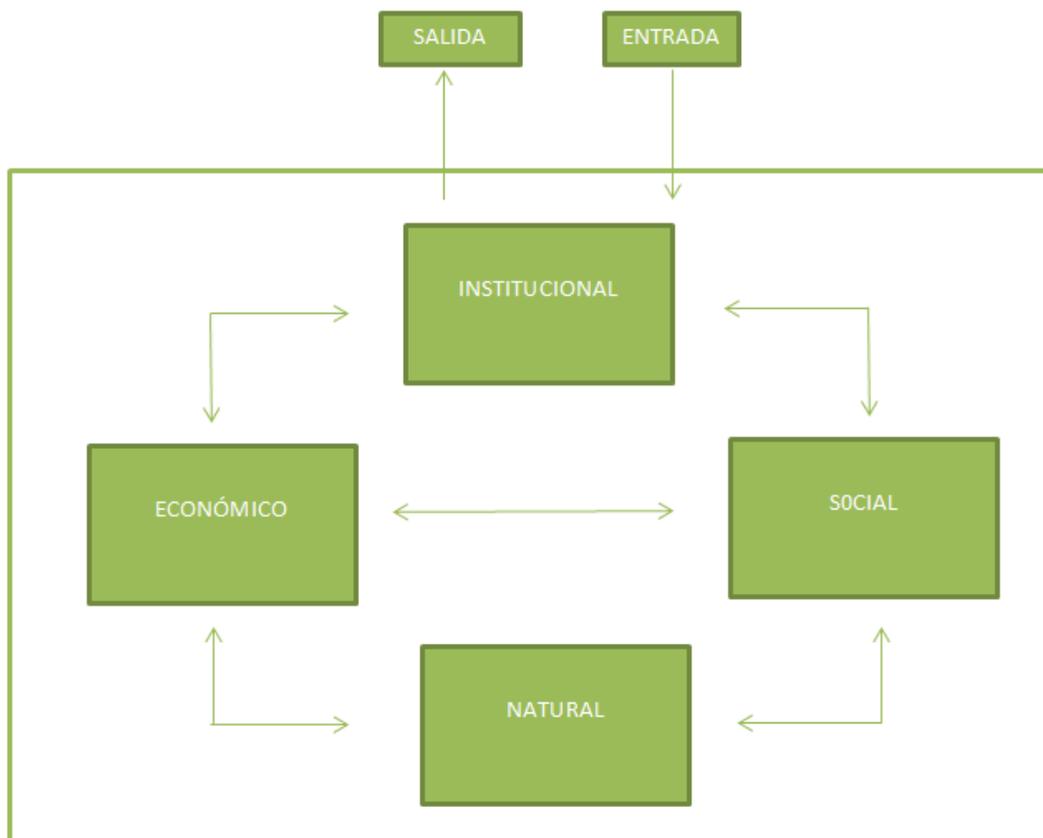


Figura 2. Sistema socioecológico (IARNA, 2012)

2.2. Antecedentes

2.2.1. Clima en Guatemala

Las condiciones climáticas en Guatemala se definen por tres factores:

- Migraciones anuales en la zona de convergencia intertropical, por sus siglas en inglés ITCZ
- Presencia o ausencia del fenómeno El Niño, por sus siglas en inglés ENSO
- Corrientes de chorro de bajo nivel del Caribe, por sus siglas en inglés CLLJ

El ITCZ es un cinturón perpetuo y discontinuo y migratorio de nubes que genera precipitaciones pluviales en las regiones cercanas a la región ecuatorial. Investigaciones han demostrado que existe un cambio en las precipitaciones pluviales debido a cambios en la posición del ITCZ (Observatorio Ambiental Guatemala, 2012).

El fenómeno natural El Niño son las variaciones en las condiciones climáticas que se dan en el Pacífico ecuatorial, producto de la interacción entre la circulación de los vientos, cambios en la presión atmosférica, variaciones de la temperatura superficial de las agua, presencia o ausencia de lluvias, etc. Los cambios en la presión atmosférica afectan la temperatura de la superficie del mar y viceversa. Cuando la temperatura de la superficie del océano Pacífico incrementa 1°C o más, existe un ENSO en fase cálida. El ENSO en fase cálida significa un retraso y debilitamiento en la migración de ITZC hacia el norte. Esto ocasiona la disminución de humedad en la región, lo que significa la reducción de lluvias e incremento de la temperatura. El ENSO en su fase fría es cuando la temperatura promedio de la superficie del océano tiene 1°C menos del promedio, lo que produce la retención del ITZC en el extremo norte. Esto ocasiona un fortalecimiento en los vientos alisios en Mesoamérica e incrementa las lluvias y disminuye la temperatura. A esto se le conoce como el fenómeno de la niña (Observatorio Ambiental Guatemala, 2012).

La migración del ITZC y presencia o ausencia del ENSO son generados por el comportamiento de las corrientes marinas y viento, que, a su vez, son productos de

los procesos de rotación y traslación del planeta tierra alrededor del sol y la energía solar que incide sobre la tierra (Observatorio Ambiental Guatemala, 2012).

Las corrientes de CLLJ es una característica dominante en el clima de la región del mar Caribe y Centro América. Estos vientos controlan principalmente el suministro de humedad y precipitaciones. Normalmente transportan la humedad desde el noreste del mar Caribe durante el verano boreal hasta las costas de Centroamérica (Observatorio Ambiental Guatemala, 2012).

2.2.2. Cambio Climático

La preocupación de los científicos con respecto al clima es debido a las cantidades de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono y metano) que expulsan las sociedades humanas desde el año 1750. Esto genera un cambio en la composición química de la atmósfera, afectando el clima mundial. Desde la era pre industrial, el metano se ha elevado un 40%. Se debe en primer lugar por las emisiones provenientes de los combustibles fósiles y en segundo lugar por el cambio de uso de suelo (Intergovernmental Panel of Climate Change, 2013).

Los países más afectados por el cambio climático a nivel global son aquellos con menor desarrollo económico. Debido al aumento de temperatura media global, se encuentran efectos adversos particularmente en los recursos costeros, biodiversidad y ecosistemas marinos. En general, el aumento de temperatura de 3°C a 4°C afectará a todos los sectores excepto probablemente el forestal (algunas regiones particularmente) (Intergovernmental Panel of Climate Change, 2013).

Se tiene con certeza que la atmósfera y el océano se están calentando. Por lo que existe una disminución de los volúmenes de nieve y hielo, elevación del mar y aumento de la concentración de los gases de efecto invernadero. Así mismo, es muy probable que el ritmo de elevación del nivel de mar sea mayor que el observado durante el período 1971-2010, debido al mayor calentamiento de los océanos y mayor pérdida de la masa de los glaciares y mantos de hielo (Intergovernmental Panel of Climate Change, 2013).

Si las emisiones de gases de efecto invernadero siguen así, el nivel de los mismos podría triplicarse para finales del siglo XXI. Por lo tanto, se prevé que en las siguientes décadas se produzca un cambio en la temperatura de 5°C. El cambio climático es una gran amenaza debido a que perjudica los elementos básicos de la vida humana como el acceso al agua, producción de alimentos, salud, uso de tierras y medio ambiente. Aunque se dejara de emitir dióxido de carbono, la mayoría de los aspectos del cambio climático durarán muchos siglos. Se plantea que el calentamiento continuará después del año 2,100 (Intergovernmental Panel of Climate Change, 2013).

Entre algunos efectos del cambio climático se encuentran las variaciones en las precipitaciones, calentamiento de los océanos y en el rendimiento de los cultivos. En cuanto a los océanos, estos se seguirán calentando hasta que el calor penetre la superficie a las capas profundas cambiando la circulación oceánica. En cuanto al rendimiento de los cultivos, en el sector habrá impactos mixtos. En los países africanos y asiáticos disminuirán los rendimientos actuales. Sin embargo, en Europa y América Latina aumentará el rendimiento. Lo más probable es que la agricultura mundial proporcionará productos suficientes para alimentar al mundo (Intergovernmental Panel of Climate Change, 2013).

2.2.3. Escenarios de cambio climático en Guatemala

El Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA) es la institución que realiza los escenarios de cambio climático de Guatemala. Los escenarios se obtienen por medio del análisis de las 15 zonas de vida que conforman el país. Existen cuatro escenarios (A1, A2, B1 y B2), sin embargo, solamente se determinaron los escenarios A2 y B2 para los años 2020, 2050 y 2080 debido a que son los más probables a suceder. Esto se debe a que los escenarios A2 y B2 presentan alta o media población y un bajo o medio desarrollo tecnológico y económico, siendo estas las características actuales de la sociedad. En cambio, los escenarios A1 y B1 son utópicos, tomando en cuenta una baja población y muy alto o alto desarrollo tecnológico y económico. Los modelos demográficos actuales

muestran un aumento de crecimiento poblacional, por lo que es poco probable que se presenten los escenarios A1 y B1 (IARNA, 2011).

A continuación, se muestra los resultados de la modelación de los escenarios de cambio climático. En los anexos se encuentra los escenarios de cambio climático, con su respectivo modelo y año (IARNA, 2011).

1. Línea evolutiva y familia de escenarios A2

En esta línea evolutiva, existe autosuficiencia y la conservación de identidades locales. Se tiene una población en continuo crecimiento y el desarrollo económico se orienta básicamente a las regiones (IARNA, 2011).

Para el año 2050, se espera un aumento de la temperatura de 0.5°C a 2.5°C. Así mismo, se prevé una disminución de la precipitación entre el 0-10% en la región sur, altiplano occidental, departamentos de Huehuetenango, Quiché, norte de Baja Verapaz y región occidental de Alta Verapaz; y de entre 10-20% en la región central y nororiente del país, decreciendo hacia el norte de Petén (IARNA, 2011).

También habrá una disminución de más del 40% de los bosques húmedos y muy húmedos, más del 30% de los bosques montanos, y más del 50% de los bosques secos. Se prevé un cambio muy drástico, en donde el bosque seco se expande considerablemente a Petén, y los muy secos a los departamentos de El Progreso, Zacapa, Chiquimula y Jalapa. Con este escenario, los bosques secos (en donde existe un déficit hídrico) podrían ocupar el 40% del territorio (IARNA, 2011).

2. *Línea evolutiva y familia de escenarios B2*

En este escenario, la población aumenta en forma progresiva, pero a menor ritmo que el escenario A2. Predominan las soluciones locales a la sostenibilidad económica, social y medioambiental. La protección del ambiente e igualdad social se encuentra a nivel local y regional (IARNA, 2011).

Para el año 2050, se espera un aumento de temperatura entre 0.5°C a 2°C, con un incremento de 0% a 10% de la precipitación en la mayor parte de departamentos. Sin embargo se presenta una reducción de precipitación entre un 0% a 15% en los departamentos de Chiquimula, Zacapa, Izabal, nororiente de Alta Verapaz y Petén (IARNA, 2011).

En este escenario, se encuentra una disminución de más del 50% de los bosques húmedos y muy húmedos, más del 50% de los bosques montanos, más del 55% de los bosques pluviales. Así como un incremento de más del 55% de los bosques secos y muy secos. También es muy probable que a nivel del país, la reducción de humedad será menor que el escenario A2 (IARNA, 2011).

2.2.4. Impactos del cambio climático en la Reserva Natural de Usos Múltiples

La zona de vida que se presenta en la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico es el bosque seco y muy seco, bosque manglar y dunas. A continuación se presentan los impactos hacia cada sistema.

1. El bosque seco es uno de los ecosistemas más afectados por el cambio climático. Sin embargo, es uno de los bosques menos estudiados en las áreas tropicales. Así mismo, son una de las áreas más apetecidos por las personas debido a su uso de producción agrícola e industrial (IARNA, 2011).

Es uno de los ecosistemas que resultarán más afectados por el cambio climático local debido a que son muy sensibles a la disminución de

precipitación y presentan altas tasas de endemismo. Así mismo, por medio de modelaciones climáticas y análisis de zonas de vida, éstas serán las zonas con mayor expansión territorial debido a los cambios en el clima (IARNA, 2011).

2. El bosque manglar es vulnerable a los impactos del cambio climático debido a diferentes situaciones. Entre algunas podemos encontrar: aumento del nivel del mar, exposición a eventos hidrometeorológicos, erosión, variación de la circulación litoral debido a construcciones que alteran el ciclo, entre otras. Con una crecida de 80 cm en el nivel del mar, se prevé la pérdida entre el 30% y el 100% de los manglares. El aumento en la erosión e inundación en las orillas del mar causará una migración de los manglares hacia tierra adentro. Las más amenazadas se encontrarán en las islas y cayos debido a que no hay manera de escapar (PNUMA, 2013).

En algunas partes del mundo, se prevén precipitaciones mayores, lo que ocasionara la expansión de las áreas habitables de los mangles. Sin embargo, debido al aumento en la frecuencia e intensidad de eventos extremos existirá mayor erosión de suelos y playas y desaparición de árboles. Por lo que la recuperación del mangle será más lenta debido a los cambios en el nivel atmosférico de dióxido de carbono que afectan la fotosíntesis, salinidad, disposición de nutrientes, entre otros (PNUMA, 2013).

La importancia de los mangles se debe a que genera un control de corrientes, retención de sedimentos y mitigación de la erosión costera. Cuando existe una alteración en los patrones del flujo de agua, este afecta la circulación y existe un cambio en los niveles de salinidad (PNUMA, 2013).

3. En cuanto al impacto de las dunas, muchas áreas costeras sufren de erosión en las playas y pérdidas de las dunas debido al aumento en las crecidas del mar. Por lo tanto, se produce un ingreso de agua salada a los cursos de agua dulce. Esto complica el suministro de agua potable para consumo humano o

actividades económicas. También existe el riesgo de salinización de acuíferos (PNUMA, 2013).

Según la Regla de Bruun, por cada centímetro de subida vertical del nivel del mar, el avance erosivo del mar es de un metro en horizontal. Por lo tanto, la subida del nivel del mar provocado por el cambio climático provocará retroceso erosivo con una reducción de la superficie útil total o desplazamiento de las mismas (PNUMA, 2013).

2.3. Marco Referencial

2.3.1. Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico

La Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico (RNUMM) se encuentra ubicada entre los meridianos $90^{\circ}26'21''$ y $90^{\circ}30'14''$ longitud oeste y paralelos $13^{\circ}58'28''$ y $14^{\circ}0'38''$ latitud norte. Se localiza al sureste de la República de Guatemala sobre la franja costera del Pacífico entre los municipios de Taxisco y Chiquimulilla del departamento de Santa Rosa (Figura 3) (CECON, 1999).

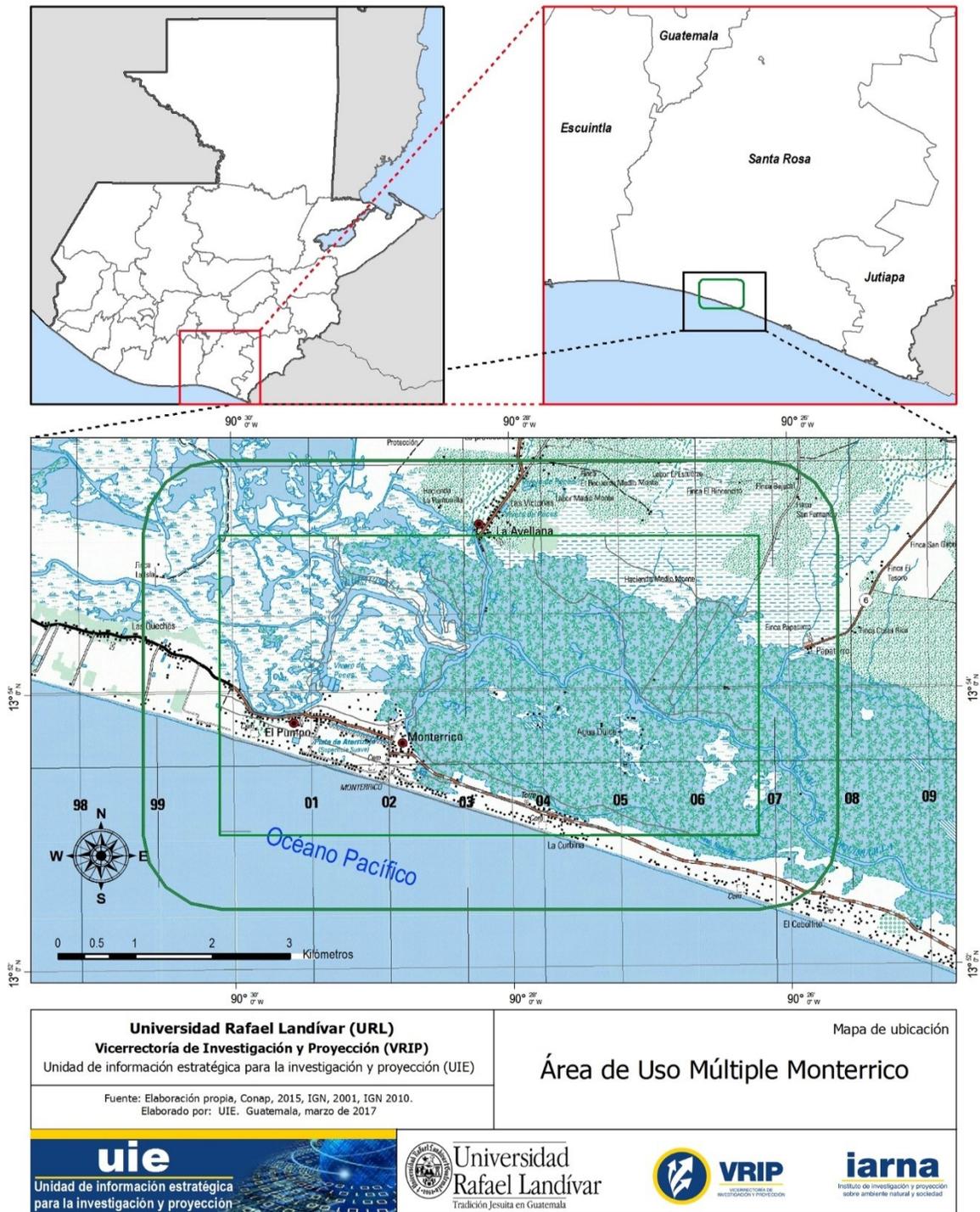


Figura 3. Ubicación de la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico (Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección, 2017)

Esta reserva forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas y es administrada por la Universidad de San Carlos de Guatemala por medio del Centro de Estudios Conservacionistas (CECON) (CECON, 1999).

El 65% del área está formado por cuerpos de agua, formando así el sistema estuarino conocido como canal de Chiquimulilla. Así mismo, es un importante hábitat de fauna y flora en donde la mayoría se encuentra en vías de extinción, principalmente el manglar (CECON, 1999).

La RNUMM es un humedal de gran importancia debido a su papel hidrológico, biológico, ecológico fundamental en el funcionamiento de las cuencas hidrográficas de la zona y sistemas costeros. Además, está definida por asociaciones naturales, siendo el ecosistema estuarino y ecosistema costero-marino. El bosque manglar constituye la principal formación vegetal representativa del área (CECON, 1999).

Según el sistema del Dr. L.R. Holdridge, el área se localiza en la zona de vida de Bosque Seco Subtropical. Así mismo, se encuentra entre los 0 a 8 metros sobre el nivel del mar. En cuanto al relieve topográfico, se caracteriza por tener una pendiente que no sobrepasa el 5%, por lo que pertenece a la planicie de la costa sur (a excepción de las playas) (CECON, 1999).

La playa es muy importante debido a que en esa área ocurre el desove de las tortugas marinas que se realiza durante julio a diciembre de cada año. El bosque seco es otra área importante debido a que constituye un refugio, anidamiento, alimentación y reproducción para muchas especies de aves, reptiles, mamíferos e invertebrados (CECON, 1999).

El RNUMM es una de las siete áreas que compone el Sistema Universitario de Áreas Protegidas (SUAP), administrado por CECON. De acuerdo con el Acuerdo Gubernativo del 16 de diciembre de 1977, la RNUMM es una zona de reserva para protección especial bajo la categoría de Manejo TIPO III, según el artículo 88 del decreto Ley 4-89. (Pardo, Burgos, & Cruz, 2011).

La administración del área protegida se encuentra en una oficina en las afueras de la comunidad de Monterrico, la cual se encarga por velar el cumplimiento de la zonificación de la reserva. La zonificación de la RNUMM (Figura 4) está definida por la presencia de comunidades y actividades económicas. Se presenta una pequeña descripción, con las actividades permitidas y no permitidas dentro de la zonificación. La zonificación del área es:

1. Zona de Protección Especial (ZPE)

Dentro de esta zona se encuentra el sector playa y sector mangle. Dentro del sector manglar y sector playa está permitido el ecoturismo, recreación pasiva, investigación, educación ambiental, manejo de especies de vida silvestre y establecimiento de veda temporal para iguana verde de enero a marzo. En el sector playa está permitido la colecta regulada de huevos de tortuga y en el sector manglar la repoblación de especies nativas de vida silvestre.

Las actividades no permitidas en el sector manglar y playa son circulación de vehículos, cacería, verter desechos sólidos y líquidos y motores de lancha más de 40-50 caballos de fuerza. Específicamente dentro del sector playa no están permitido los barcos de pesca comercial, redes de arrastre, colecta de postlarva de camarón, circulación de ganado, luz directa a la playa, cercos de block e infraestructura no tradicional. En el área de manglar, no está permitido el aprovechamiento forestal y la pesca en general.

2. Zona de recuperación (ZR)

La zona de recuperación comprende las áreas de tular con remanentes de mangle. No se permite aprovechamiento forestal, cacería, actividades pecuarias, quemas, pesca con concentrado, pesca con trasmallos de más de 7-10 y atarraya de más de 22, colecta de postlarva de camarón y colocar trasmallos perpendiculares a lagunas y canales.

3. Zona de Uso Intensivo (ZUI)

Es una franja terrestre de aproximadamente 1 kilómetro de ancho que incluye las comunidades de El Pumpo, Monterrico y La Curvina. Limita al Sur a partir de los 50 metros tomados desde la marea más alta. Si se permite las viviendas, caminos y carreteras acordes al paisaje natural, uso regulado de agroquímicos, agricultura sostenible y agroforestería, aprovechamiento forestal con compromiso de reforestación, entre otros. No se permite la cacería, eliminación de cobertura boscosa, avance de la zonificación, entre otros.

4. Zona de Uso Extensivo (ZUE)

Son todos los cuerpos de agua, canales, estero a excepción a los ubicados en la Zona de Protección Especial. No se permite el cambio de uso de suelo y cacería.

5. Zona de amortiguamiento

Esta zona comprende una franja de 1 kilómetro de ancho alrededor de la Reserva.

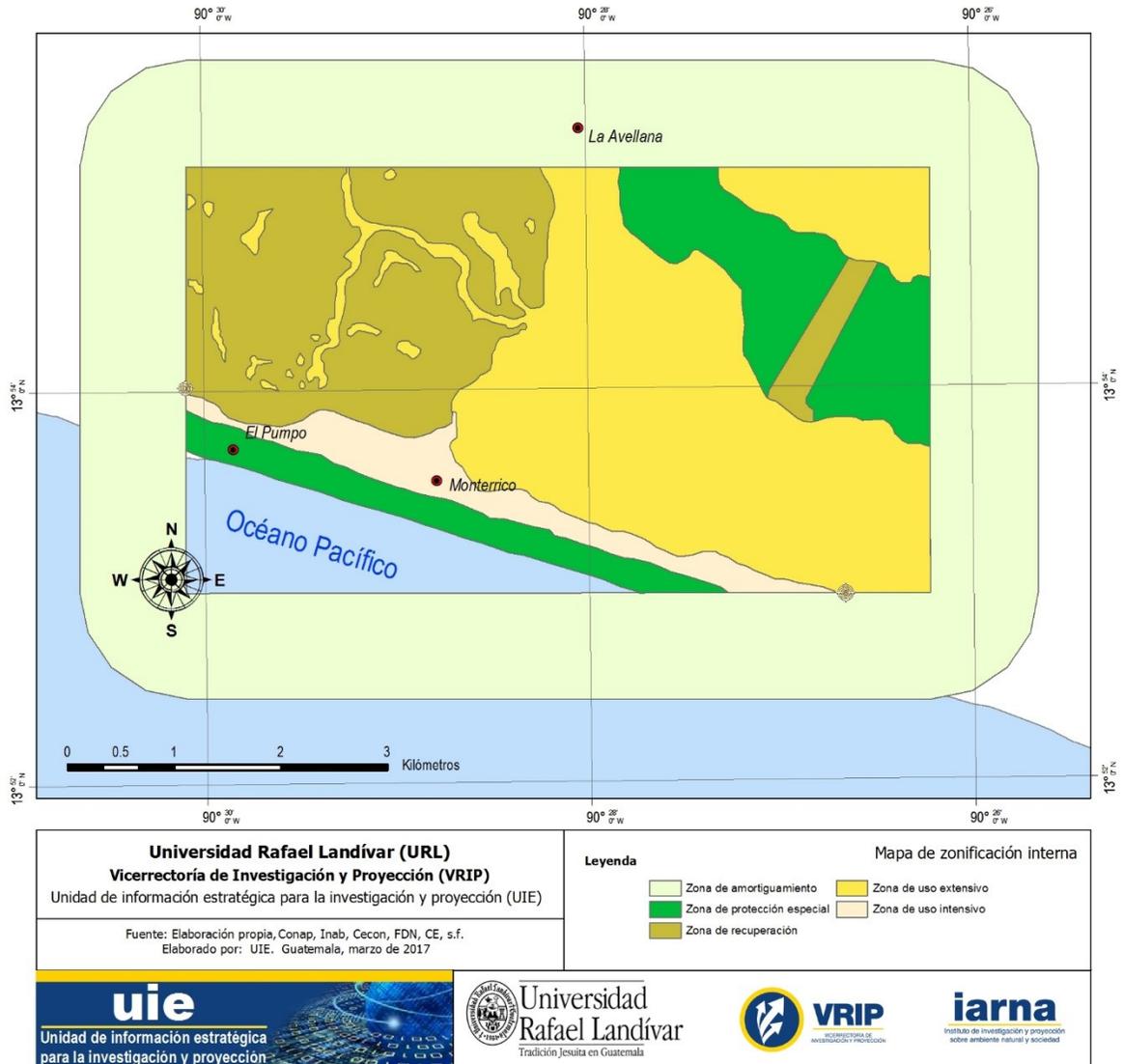


Figura 4. Zonificación de la RNUMM (Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección, 2017)

En la reserva existen dos estaciones, la época seca que se presenta de noviembre a abril y la lluviosa que inicia en el mes de mayo y termina en octubre. La precipitación atmosférica media anual se encuentre en 1,500mm con una temperatura media mayor de 30°C (Pardo, Burgos y Cruz, 2011).

Tiene un papel muy importante debido a que conserva una gran diversidad de especies, generando una diversidad genética de poblaciones como peces, crustáceos, moluscos, reptiles, mamíferos y aves (Pardo, Burgos y Cruz, 2011).

Existen cinco comunidades asentadas en la RNUMM siendo estas: Monterrico, El Pumpo, La Curvina, La Avellana y Agua Dulce. Así como dos ubicadas en el área de influencia: El Cebollito y Las Quechas. Las poblaciones necesitan los recursos que provee la reserva para poder subsistir. Por ejemplo, la pesca y aprovechamiento de leña (Pardo, Burgos y Cruz, 2011).

Los pobladores de Agua dulce, El Pumpo y Monterrico tienen su origen debido a campamentos para los trabajadores que participaron en la apertura del canal de Chiquimulilla. Las comunidades de Agua Dulce y la Curvina son los poblados con menor número de habitantes y la aldea Monterrico cuenta con la mayor número de habitantes, seguida por El Pumpo (CECON, 1999).

Cuadro 1. Número de Viviendas en las Comunidades de la RNUMM

Aldea	Número de viviendas
Agua Dulce (6.3 personas/vivienda)	25
Avellana (4.4 p/v)	51
Curvina (6.6 p/v)	15
El Pumpo	86
Monterrico	15

(CECON, 1999)

Cuadro 2. Número de habitantes en la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico

NUMERO DE HABITANTES	COMUNIDADES				
	Agua Dulce	Avellana	Curvina	El Pumpo	Monterrico
Hombres	45	200	36	400	1,000
Mujeres	44	200	36	400	700
<i>Total adultos</i>	89	400	72	800	1,700
Jóvenes	92	200	20	600	800
Niños y Niñas	102	250	40	800	1,500

(CECON, 1999)

La agricultura es uno de los principales rubros de ingresos económicos en el área. Los principales cultivos son: maíz, ajonjolí, pashte y sandía. Entre el aprovechamiento de frutales se encuentre el chile, coco, jocote, jocote marañón, limón, mango, melón, sorgo, soya, tamarino y yuca (Pardo, Burgos, & Cruz, 2011)

Así mismo, existen comedores, hoteles, pensiones, lanchas, lanchones y taxis. Por otro lado está la producción de sal por el método de castración o cocimiento (Pardo, Burgos y Cruz, 2011).

Entre las actividades extractivas importantes se encuentra el recurso mangle utilizado para leña, poste, construcción, etc. El aprovechamiento del mangle se utiliza sin ningún principio técnico. Por lo tanto, se utiliza el bosque con una forma discontinua y desordenada. Otra actividad es la pesca. Es un factor determinante para la sobrevivencia de muchas familias del área. Esto se combina con los servicios de turismo (Pardo, Burgos y Cruz, 2011).

Por último, se da la cacería a pesar que es prohibida por la ley. Se da principalmente en las iguanas, galapos, lagartos, mapaches y aves, Así como la recolecta de huevos de tortuga (Pardo, Burgos y Cruz, 2011).

En cuanto a la organización social territorial que existe adentro de la reserva, todas las poblaciones tienen uno o varios comités, pero los más importantes son los Comités de Desarrollo de cada localidad. Su objetivo es crear, tramitar y/o ejecutar proyectos para un beneficio común. Estos comités tienen una representación formal ya que tienen registro en la Gobernación Departamental correspondiente (CECON, 1999).

Así mismo, en cada una de las comunidades la principal autoridad civil recae en el Alcalde Auxiliar, quien es el representante del Alcalde Municipal. Ellos son elegidos entre la comunidad con aval del alcalde del municipio (CECON, 1999).

En cuanto a una breve descripción de la vegetación, se registran 172 especies, 138 géneros y 69 familias de plantas. La comunidad más diversa por el número de especies, géneros y familias es el mangle blanco, seguida por el mangle rojo, comunidad de bosque seco, comunidad de tular-carrizal y por último las comunidades de dunas como las menos diversas (Pardo, Burgos y Cruz, 2011).

La comunidad con mayor extensión territorial es el mangle rojo, cerca del 40% total de la reserva. Los menos representados y por ende con mayor riesgos de desaparecer son las comunidades de bosque seco, dunas y playa (Pardo, Burgos y Cruz, 2011).

Cuadro 3. Número de familias, géneros y especies dentro de cada hábitat en la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico

Hábitat	Dunas	Bosque Seco	Tular-carrizal	Mangle Blanco	Mangle Rojo
Familias	7	23	19	33	29
Géneros	8	27	21	43	35
Especies	8	28	23	46	39

(Pardo, Burgos y Cruz, 2011)

Existen amenazas hacia distintos elementos que conforman la reserva, siendo estos los vegetales de Tul, el bosque manglar y el desarrollo de la infraestructura. Las comunidades vegetales de Tul, ubicadas al Noreste de la RNUMM, sufre de incendios y es utilizada como sitio de pastoreo para ganado vacuno durante la estación seca (CECON, 1999).

En cuanto al manglar, que se localiza al Noreste de la Reserva, es considerada uno de los principales remanentes de vida silvestre. El vértice que limita esta área colinda con las áreas de pastoreo para ganado vacuno. Debido a que no existe una zona de amortiguamiento en el área, la actividad ganadera genera un impacto sobre el área protegida. Esto se le suma las talas ilegales del mangle que ha degradado el hábitat (CECON, 1999).

Otro factor de riesgo es la infraestructura turística que se ha realizado desordenadamente. No se conoce la capacidad de carga de dicha área, por lo que suma un riesgo inmediato. Además, la agricultura se desarrolla desordenadamente en suelos relativamente pobres y con un uso inadecuado de agroquímicos. También, algunas casas se ubican dentro de áreas de manglar, representando una amenaza para el hábitat en cuanto al desarrollo futuro de caseríos en dichas áreas sin que se haya realizado el catastro correspondiente y la normativa para reubicar los asentamientos humanos (CECON, 1999).

3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

3.1. Definición del problema

El cambio climático está comprobado por la mayoría de la comunidad científica, generando impactos negativos sobre los ecosistemas. Guatemala es uno de los países más afectados por el cambio climático, ya que es considerando el noveno país más vulnerable ante este fenómeno. Esto se debe a la cantidad de catástrofes que ocurrieron entre los años 1996-2015 (Kreft, Eckstein, & Melchior, 2016).

El Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA) realizó los escenarios de cambio climático para Guatemala, así como sus posibles efectos. Entre las predicciones obtenidas, se pronosticó un aumento del bosque seco en el país, disminución de precipitación y aumento de la temperatura entre un 0.5-2°C. Por ende, el cambio climático tendrá impactos sobre la RNUMM.

La Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico es un área de importancia económica, social y ambiental. Según el CECON, la RNUMM es un humedal de gran importancia debido a su papel hidrológico, biológico, ecológico fundamental en el funcionamiento de las cuencas hidrográficas de la zona y sistemas costeros. Sin embargo, la dinámica natural de la reserva es afectada por impactos negativos, siendo el mal manejo y poco interés de las comunidades de la reserva y la municipalidad. Esto se puede observar en la tala y caza ilegal de las comunidades naturales. Por lo tanto, los efectos del cambio climático sobre la RNUMM serán mayores debido a la poca resiliencia que tiene el ecosistema debido a su degradación.

El RNUMM tiene muchas amenazas que pone en riesgo el ciclo natural del área. El presente documento se enfocó en el cambio climático. Los impactos del cambio climático son diversos. Entre ellos se encuentran: inundaciones, aumento de la temperatura del agua, aumento en la frecuencia e intensidad de eventos extremos, cambio en los niveles de salinidad en el agua, contaminación del agua, reducción de la superficie de los hábitats, pérdida de biodiversidad, inclusión de agua salina, entre

otros. Por lo tanto, se debe entender cómo afectará el cambio climático al área y como lo perciben los pobladores.

3.2. Justificación del trabajo

La investigación de los impactos del cambio climático sobre la reserva es de suma importancia debido a que este fenómeno ocurrirá en todo el mundo y principalmente afectará a Guatemala por el índice de riesgo que lo caracteriza. Realizar este tipo de investigación reside su trascendencia en la poca información que se tiene sobre cómo perciben las comunidades el cambio climático, así como la información sobre la magnitud de los impactos del cambio climático actuales y en un futuro. El cambio climático es una gran amenaza debido a que perjudica los elementos básicos de la vida humana como el acceso al agua, producción de alimentos, salud, uso de tierras y medio ambiente.

La Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico tiene un gran valor para las comunidades poblacionales y naturales que habitan en el área. La importancia económica, social y ambiental de la Reserva es que las comunidades que viven en el área dependen de los recursos naturales que provee la reserva. Esto se ve reflejado en el aprovechamiento de pesca y leña que necesitan los pobladores de la zona. En cuanto a la importancia ambiental, existe mucha diversidad de especies de flora y fauna. Así mismo, los distintos hábitats que conforman el área (mangle, dunas, tul-carrizal y bosque seco) generan gran diversidad de ecosistemas dentro de la reserva natural.

Por lo tanto, al identificar los impactos del cambio climático en la RNUMM, se podrá tener predicciones en cómo afectará este fenómeno a la zona. Esto generará un beneficio a las comunidades y una oportunidad de participación ciudadana para un manejo integral de la zona. Es necesario realizar este tipo de investigaciones debido a que el cambio climático es aceptado por la mayoría de comunidad científica. Así mismo, se predice que ya son irreversibles los impactos que generará el cambio climático. De esta manera, con los escenarios y predicciones del área se puede generar medidas de mitigación y adaptación para las comunidades.

OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Determinar los impactos del Cambio Climático en la Reserva de Usos Múltiples de Monterrico

3.3. Objetivos específicos

- Caracterizar el sistema socioecológico en la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico.
- Proyectar escenarios de cambio climático sobre los ecosistemas de la reserva para los años 2020, 2050 y 2080.
- Compilar la perspectiva de las comunidades del área en cuanto al cambio climático.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Unidad de análisis

El trabajo se realizó en la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico, ubicada entre los meridianos $90^{\circ}26'21''$ y $90^{\circ}30'14''$ longitud Oeste y paralelos $13^{\circ}58'28''$ y $14^{\circ}0'38''$ latitud norte. Se localiza al sureste de la República de Guatemala sobre la franja costera del Pacífico entre los municipios de Taxisco y Chiquimulilla del departamento de Santa Rosa (Figura 3).

5.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue mixta, ya que presenta una parte descriptiva y la otra parte experimental. La parte descriptiva es la utilización del modelo matemático denominado HADCM3 para obtener los escenarios de cambio climático. La parte experimental es la percepción de las comunidades que conforman la Reserva Natural de Usos Múltiples con respecto al cambio climático.

5.3. Procedimiento

La investigación consistió en tres partes. La primera parte era la caracterización de Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico utilizando el sistema socioecológico. La segunda fue la percepción de las comunidades que viven en la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico en relación al cambio climático. Por último, fue la realización de los escenarios de cambio climático por medio del modelo HADCM3 para los años 2020, 2050 y 2080.

5.3.1. Caracterización del área

La caracterización del área de estudio, la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico, era el primer paso para determinar cómo se relaciona los subsistemas institucional, económico, social y natural en el sistema socioecológico (Figura 5). La importancia de la caracterización del área fue determinar la resiliencia de la

RNUMM. De esta manera poder establecer la magnitud de los impactos generados por el cambio climático.

En el sistema socioecológico se determinaron las cualidades y características en cada subsistema. Por lo tanto, se definieron los límites que abarca la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico en cuanto sus características económicas, naturales, sociales e institucionales, por medio de indicadores y parámetros para cada subsistema.

En el subsistema natural se describieron los ecosistemas que existen en el área, dinámica de la flora y la fauna y los bienes y servicios que genera la naturaleza para el uso de la sociedad y económico.

En el subsistema social se describieron las condiciones de vida, el tamaño de la población y la distribución de la misma.

En el subsistema institucional se describieron la administración política del área y como administra el Centro de Estudios Conservacionistas (CECON) la RNUMM.

Por lo tanto, en cada subsistema se buscó la caracterización del mismo, que pasa en él y como se relacionan los cuatro subsistemas.

5.3.2. Percepciones de la comunidad de la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico en cuanto al cambio climático

Al entender la dinámica de la RNUMM por medio del sistema socioecológico, se construyeron las percepciones de las comunidades en torno al cambio climático. Se utilizó la técnica de entrevista y sondeo. En los anexos 11.2, 11.3 y 11.4 se puede observar la boleta utilizada. Para las entrevistas, se convocaron a los presidentes de los COCODES de las comunidades que conforman la RNUMM y el administrador de la reserva. Los entrevistados son: Roberto Florian (presidente de El Pumpo), Oscar Flores (presidente de La Curvina), Wilson Sovel García (presidente de Monterrico), Nely Morales (presidenta de La Avellana) y Roberto Gonzales (administrador de la RNUMM).

Tanto las entrevistas como el sondeo se hicieron de forma oral por mi persona. Para los presidentes de los COCODES y el administrador de la reserva, se estableció una fecha previa para realizar la entrevista. Ese mismo día, se visitó cada comunidad y al azar se escogieron 10 personas de cada comunidad, siendo un total de 40, para realizar las preguntas del sondeo.

El objetivo de las percepciones de las comunidades en cuanto al cambio climático era encontrar señales o indicadores para determinar si las comunidades perciben cambios en los subsistemas debido al cambio climático y como ven estos cambios a un futuro. Este tipo de metodología fue utilizado como validación de información recopilada para el análisis de hechos.

5.3.3. Escenarios de Cambio Climático

Se utilizó la metodología empleada por el IARNA (2011) para obtener los escenarios de cambio climático para la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico. Este consistió en determinar cómo evolucionará la zona de vida de la RNUMM debido a los impactos del cambio climático. El primer paso era clasificar la zona de vida de la RNUMM, seguido de la modelación de los escenarios. A continuación, se describirá cada una.

Se utilizó la clasificación de Zonas de Vida de Holdridge para utilizarla como marco referencial y determinar la influencia del cambio climático en la RNUMM. La información climática se obtuvo de la plataforma cartográfica de WorldClim. Aquí se incluyeron temperaturas mensuales y anuales para los períodos a estudiar. Con estos datos, se determinaron las variables de biotemperatura, precipitación y relación de precipitación/evapotranspiración potencial.

Después de la caracterización de la zona de vida, se emplearon las plataformas cartográficas de escenarios de cambio climático A2 del IPCC para el año 2020, 2050 y 2080. Esto permitió obtener un mapa con resolución espacial de un kilómetro cuadrado de pixel. Existen cuatro tipos de escenarios (A1, A2, B1 y B2), sin embargo solo se utilizó el A2. Esto se debe a que es escenario que tiene mayor probabilidad

de cumplirse en el área donde se está trabajando debido a los factores socioeconómicos y medio ambientales que se generan en el lugar.

Para analizar los datos, se utilizó el modelo HADCM3 elaborado por el Centro Hadley de Inglaterra. Este modelo analizó la circulación atmosférica global y presentó la modelación del escenario climático para los años 2020, 2050 y 2080 en el escenario A2. La plataforma cartográfica permitió modelar las variables climáticas en cuanto a precipitación y temperatura para establecer los cambios probables de distribución de las zonas de vida en el futuro, de acuerdo con los escenarios y años indicados.

La realización de estos escenarios se hizo con la ayuda de especialistas de parte de la Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección de la Universidad Rafael Landívar.

6. Resultados

6.1. Diagnóstico

Se determinó las dinámicas del sistema socioecológico en la RNUMM por medio de una serie de indicadores. Los indicadores utilizados se encuentran en la figura 10. De esta forma, el sistema socioecológico se utilizó como la unidad de análisis para definir los problemas de desarrollo sostenible que se dan en el área de acuerdo al subsistema institucional, social, económico y natural. Esto tuvo como objetivo poder determinar la resiliencia de la reserva, y por ende, la magnitud de los impactos del cambio climático.

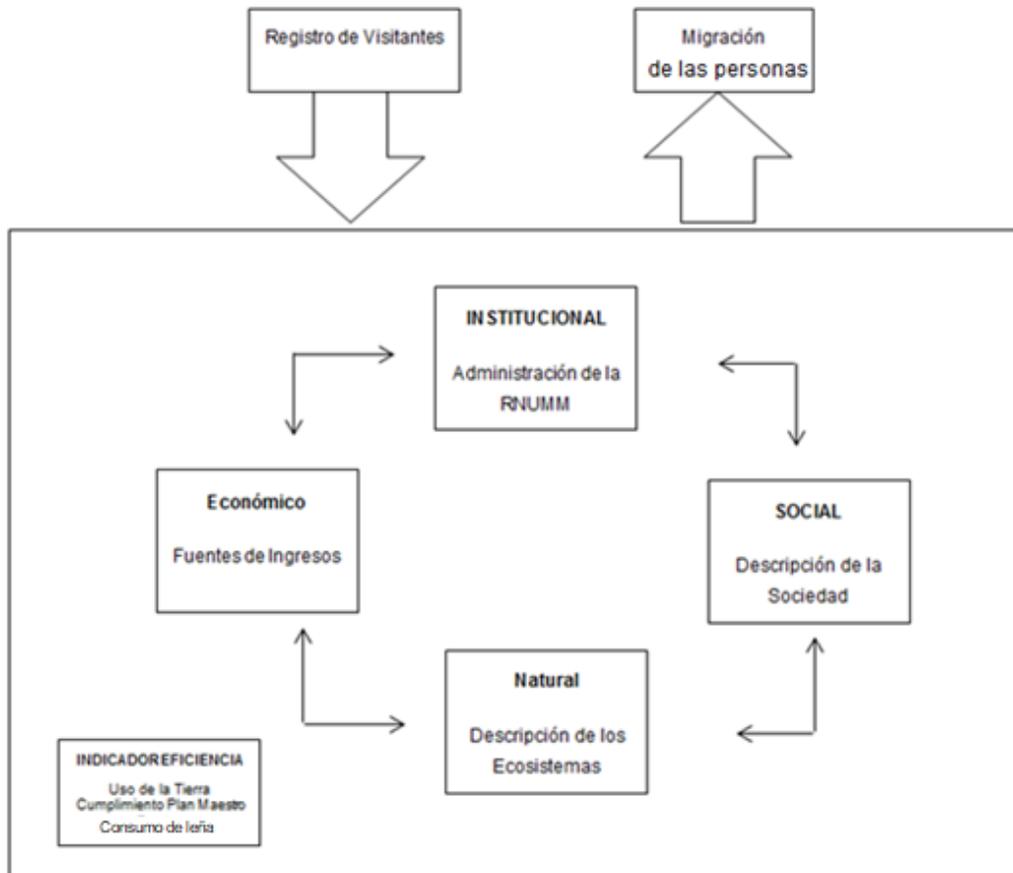


Figura 5. Sistema Socioecológico de la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico

6.1.1. Subsistema institucional

En el subsistema institucional, se ubica la administración de la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico. Por lo tanto, es necesario delimitar el marco político y legal que da lugar en la reserva. Entre ellos se encuentran convenios internacionales y leyes y reglamentos nacionales.

Entre los principales convenios internacionales que aplican a la reserva natural se encuentran:

- Convenio de Diversidad Biológica Decreto Legislativo 5-95
Cada país debe desarrollar mecanismos para gestionar la diversidad biológica por medio de políticas públicas y normativas de manera transversal y transectorial.
- Convención Ramsar Decreto 4-86
Es un marco de acción nacional y cooperación internacional para la conservación y uso racional de los humedales.
- Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas Decreto 63-79
Es un convenio que mira que el comercio internacional de los animales y plantas no presenta una amenaza para su supervivencia.

Entre las principales leyes y reglamentos aplicables a la reserva están:

- Ley Áreas Protegidas y su Reglamento. Decreto 4-89.
En dicha ley se declara el interés nacional de la conservación de diversidad biológica, por lo que se crea el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas.
- Ley General de Pesca y Acuicultura y su Reglamento. Decreto 80-2002.
En la ley se proclama el derecho de pescar y regular la propagación de peces, moluscos y crustáceos. Además, se prohíbe pescar en lugares donde los peces desovan.
- Ley General de Caza. Decreto 36-04.
Se regula y controla la caza de la fauna cinegética, para utilizar de forma sostenible para fines deportivos o subsistencia.

- Ley Reguladora de las Áreas de Reserva Territoriales del Estado. Decreto 126-97.

A partir de la línea de marea alta, el Estado se reserva 3 kilómetros de tierra para el contrato de arrendamiento por 30 años.

- Reglamento para el Aprovechamiento del Mangle. Resolución 01.25.98 del INAB.

Se prohíbe el cambio de uso de la tierra y proteger de manera especial la restauración del manglar.

Al momento de tener definido las leyes, convenios y reglamentos aplicables a la Reserva Natural de Usos Múltiples, se define como se administra la reserva. La RNUMM fue creada por el Acuerdo Gubernativo del 16 de diciembre de 1977 para ser administrada por el Centro de Estudios Conservacionistas (CECON). CECON fue fundado en 1981 y adscrito a la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala (CECON, 1999).

Según el artículo 76, Capítulo VII, Título VI del Estatuto Universitario, CECON es un centro de investigación científica. Entre sus principales objetivos, mediante el Acuerdo de Rectoría NO. 660-81, son: mantener programas de investigación para un mejor conocimiento y uso racional de los recursos naturales de Guatemala; mantener programas de evaluación y estudio de los sistemas naturales; definir políticas para el establecimiento y manejo de áreas silvestres; coordinar las acciones y convenios interinstitucionales que conduzcan a la evaluación, desarrollo y manejo de áreas silvestres; y fomentar el desarrollo de programas de educación, promoviendo la capacitación de recurso humano y la divulgación sobre educación ambiental (Jerónimo, Suyapa, Martínez, Baldizón, & Sigüenza, 2013).

La infraestructura donde se encuentra la administración necesita una remodelación de infraestructura, por ejemplo, para el hospedaje de investigadores y voluntarios. Existe una estabilidad laboral, sin embargo, se necesita más personal para manejar el área protegida. Es necesario un educador ambiental, duplicación de personal y generar plazas mucho más específicas (Jerónimo, Suyapa, Martínez, Baldizón, & Sigüenza, 2013).

6.1.2. Subsistema económico

En el municipio de Taxisco, el 34% de la población mayor a 7 años se considera activa según el censo 2,002. El 50% de esta población económicamente activa (PEA) se identifica como trabajadores no calificados. El 60% de la PEA trabaja en actividades relacionadas con la agricultura, siendo las más importantes la caña de azúcar, ganadería, pesca artesanal, granos básicos y frutas tropicales. La relación empleo población es del 31.60%; la proporción de la PEA que trabaja por cuenta propia es del 37.62%, por lo tanto, no tiene prestaciones laborales y seguro social (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2010).

Directa o indirectamente, las actividades económicas de las comunidades de la RNUMM dependen del aprovechamiento de los recursos del área. Entre ellas se encuentra la pesca artesanal, servicios turísticos y agricultura. En la pesca artesanal se encuentran el camarón, jaiba y cangrejos como principales crustáceos que se obtienen en esta actividad económica. En cuanto a la agricultura, los principales cultivos son el maíz, ajonjolí, pashte, sandía, chile, coco, entre otros. Así mismo, se dedican al procesamiento de sal sin yodo. Entre otras actividades económicas están las personas que tienen comedores, hoteles, pensiones, lanchas, lanchas y taxis. (Jerónimo, Suyapa, Martínez, Baldizón, & Sigüenza, 2013).

Cuadro 4. Actividades económicas de las comunidades en la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico.

Aldeas	Actividades económicas
Agua Dulce	Pesca y producción de sal
El Pumpo	Producción de maíz, ajonjolí, pashte y sandía. Además, está la pesca y la recolección de huevos de tortuga parlama

Monterrico	Producción de maíz, pesca, turismo, comercio y recolección de huevos de tortuga parlama
La Avellana	Pesca, comercio, agricultura, turismo
La Curvina	Producción de maíz y ajonjolí. Además, está la pesca, recolección de huevos de parlama y aprovechamiento del mangle

(Jerónimo, Suyapa, Martínez, Baldizón y Sigüenza, 2013)

6.1.3. Subsistema natural

La Reserva Natural de Usos Múltiples es un humedal con una extensión de 2,800 hectáreas, que se encuentra ubicada en las subcuencas del río María Linda y el río Paso Hondo. Está integrada por un ecosistema estuarino y ecosistema marino-costero. Según L.R. Holdridge, la zona de vida de la Reserva Natural de Usos Múltiples es el bosque seco subtropical (bs-S). Su flora representativa es de madreca cacao, guachimol y arbustos espinosos. La temperatura promedio de la reserva es de 30°C, con una precipitación anual de 1,500 mm. Existen dos estaciones: época seca y época lluviosa. Los fenómenos climáticos presentes entre mayo y noviembre son tormentas o chubascos, tormentas eléctricas, huracanes y colas de huracanes, inundaciones periódicas y tormentas tropicales (Pardo, Burgos, & Cruz, 2011).

Aproximadamente el 65% de la superficie de la reserva está cubierta con agua. Dentro de la reserva se encuentran dos lagunas importantes: Laguna Puente Grande y la Laguna de Rama Verde, en donde las dos se encuentran en la parte noroccidente de la reserva (Pardo, Burgos, & Cruz, 2011).

En cuanto a la topografía, la reserva se encuentra entre los 0 a 8 msnm, con un relieve topográfico regular debido a que no pasa el 5% (se exceptúa el área de mareas) (Pardo, Burgos, & Cruz, 2011).

El tipo de suelo que se presenta es misceláneos, las cuales destacan arena de playa (300 metros de ancho), suelos de valles no diferenciados (arcillosos, poca aireación, deposición de limo, materia orgánica y poca arena de mar) y dunas. Según la regionalización realizada por el Instituto Nacional de Bosques para la clasificación de tierras según la capacidad de uso, la reserva se encuentra en “Tierras de la llanura costera del Pacífico” (Pardo, Burgos, & Cruz, 2011)

Existen cinco tipos de hábitats dentro del ecosistema: dunas, bosque seco, tular-carrizal, mangle blanco y mangle rojo. La importancia de los hábitats es la anidación de aves y reptiles acuáticos (CECON, 1999)

Dentro del sistema estuarino se encuentran animales en peligro de extinción como iguanas verdes, caimanes y tortugas marinas, así como especies vegetales en peligro de extinción. Así mismo se albergan peces, crustáceos, jaiba, cangrejo, mamíferos residentes, mamíferos migratorios, invertebrados, entre otros (CECON, 1999).

En el último inventario realizado en el 2012, se registró 172 especies, 138 géneros y 69 familias de plantas. Las comunidades de mangle rojo y mangle blanco presentan mayor diversidad en cuanto a especies, géneros y familias. Las menos diversas son las de tular-carrizal y dunas-playas. Las comunidades están siendo afectadas por la salinidad e inundabilidad de la reserva (Pardo, Burgos, & Cruz, 2011).

En cuanto a la fauna, la mayoría de los peces pertenecen a los géneros *Albula*, *Arius*, *Anableps*, *Cichlasoma*, *Centropomus*, *Dormitator*, *Mugil*, entre otros. En cuanto a las aves, existen más de 110 aves, entre ellos zambullidores, pelícanos, pato coche, pato aguja, cigüeñas, jacanas, palomas, loros y golondrinas. Entre los principales mamíferos se encuentran tacuacín negro, mapaches, oso colmenero, tepezcuintle, pizote, entre otros (Pardo, Burgos, & Cruz, 2011).

6.1.4. Subsistema social

El subsistema social se enfocará en la descripción de la población.

A. Población

Las principales comunidades son Monterrico, La Avellana, Agua Dulce, El Pumpo y La Curvina. El Instituto Nacional de Estadística no tiene estadísticas oficiales sobre la densidad demográfica de las comunidades. Por lo tanto, se utilizó la población del Municipio de Taxisco.

Para el año 2013, la población del Municipio de Taxisco está en 23,278 habitantes en donde 11,955 son hombres y 11,324 mujeres. Las áreas rurales y urbanas que se encuentran en las zonas costero-marinas son usualmente de alta densidad poblacional (CECON, 1999).

Sin embargo, el Plan Maestro de la RNUMM tiene la población para las comunidades. A continuación, la población para cada comunidad.

Cuadro 5. Cantidad de pobladores para cada comunidad en la RNUMM

NUMERO DE HABITANTES	COMUNIDADES				
	Agua Dulce	Avellana	Curvina	El Pumpo	Monterrico
Hombres	45	200	36	400	1,000
Mujeres	44	200	36	400	700
<i>Total adultos</i>	89	400	72	800	1,700
Jóvenes	92	200	20	600	800
Niños y Niñas	102	250	40	800	1,500

(CECON, 1999)

Dentro de ninguna de las comunidades existe un sistema de distribución de agua potable entubada y clorada. El agua proviene de pozos artesanales para extraer el agua con cubetas o bombas de extracción eléctrica y manual (CECON, 1999).

B. Gobernabilidad

En cuanto a la ciudadanía y gobernabilidad, en el municipio de Taxisco existe baja participación de la mujer en los espacios políticos y sociales. En los integrantes del COCODE, solamente en 25% son mujeres. El municipio tiene una oficina Municipal de la Mujer, la cual promueve actividades para la autonomía de la mujer. El 78% de las comunidades tiene su COCODE, los cuales participan en la reunión del COMUDE cuando es necesario. Estas reuniones son convocadas por el alcalde municipal a través de la OMP (Jerónimo, Suyapa , Martínez, Baldizón, & Sigüenza, 2013).

El poder es asumido por el alcalde municipal y el presidente del COCODE a nivel comunitario. El COMUDE se integra por los representantes del COCODE y representantes institucionales con presencia en el municipio. Sin embargo, el funcionamiento del COMUDE es muy débil y existe una organización político-institucional frágil (Jerónimo, Suyapa , Martínez, Baldizón, & Sigüenza, 2013).

C. Salud

En la Aldea de Monterrico se encuentra el único centro de salud, que cuenta con el servicio y equipo mínimo. De vez en cuando se cuenta con visita médica, especialmente en las jornadas de vacunación, desparasitación, higiene dental y salud reproductiva. Las personas con casos muy severos de enfermedad deben ser trasladadas a Chiquimulilla, Escuintla o la Ciudad Capital (Jerónimo, Suyapa , Martínez, Baldizón, & Sigüenza, 2013).

D. Disposición de desechos sólidos

No se cuentan con rellenos sanitarios, si no que se utilizan terrenos a cielo abierto para la disposición final de los desechos. Cuando es la época lluviosa, los lixiviados generados y desechos no degradables contaminan el suelo y cuerpos de agua

superficial y subterránea (Jerónimo, Suyapa , Martínez, Baldizón, & Sigüenza, 2013).

E. Educación

Las comunidades de la RNUMM cuentan con escuelas. El nivel educativo de las comunidades se presenta a continuación.

Cuadro 6. Nivel de Educación en la RNUMM

Comunidad	Nivel de Educación	
	Alfabeta	Analfabeta
Agua Dulce	44	19
Avellana	201	68
Curvina	61	29
El Pumpo	339	106
Monterrico	393	149
Totales	1,038	371

(CECON, 1999)

F. Impactos de la población

Las zonas de la Reserva son afectadas por las actividades realizadas por las poblaciones alrededor. Por ejemplo, las actividades de ganadería, agricultura y otras que afectan directa o indirectamente a la reserva. Las influencias más directas son la utilización de agroquímicos los cuales al llover arrastran por escorrentía hasta los ríos que desembocan al Canal de Chiquimulilla, contaminándolo. Así mismo, la ganadería utiliza más espacio para el pastoreo, la cual destruye los bosques

aledaños a la reserva, disminuyendo la capacidad de amortiguamiento. Otro factor es el crecimiento poblacional cercano a la reserva, la cual tiene como efecto la explotación del mangle para la construcción de viviendas y como leña para cocinar, Así mismo, existe la contaminación por aguas residuales debido a la falta de drenajes y plantas de tratamiento (CECON, 1999).

6.1.5. Entradas

En cuanto a las entradas en el sistema socioecológico, se encuentran los visitantes y turistas a la Reserva Natural de Usos Múltiples. Desde el año 1998, se empezó a realizar un cobro de visitantes al área, sin embargo, desde 1970 se reciben visitantes. Los visitantes que llegan son nacionales (particulares y escuelas e institutos públicos) y extranjeros. A nivel nacional, la Reserva de Monterrico es la segunda área protegida que recibe más visitantes.

La tarifa para poder ingresar a la Reserva Natural son Q10.00 nacionales, Q40.00 extranjeros y Q2.00 escuelas e instituciones públicas.

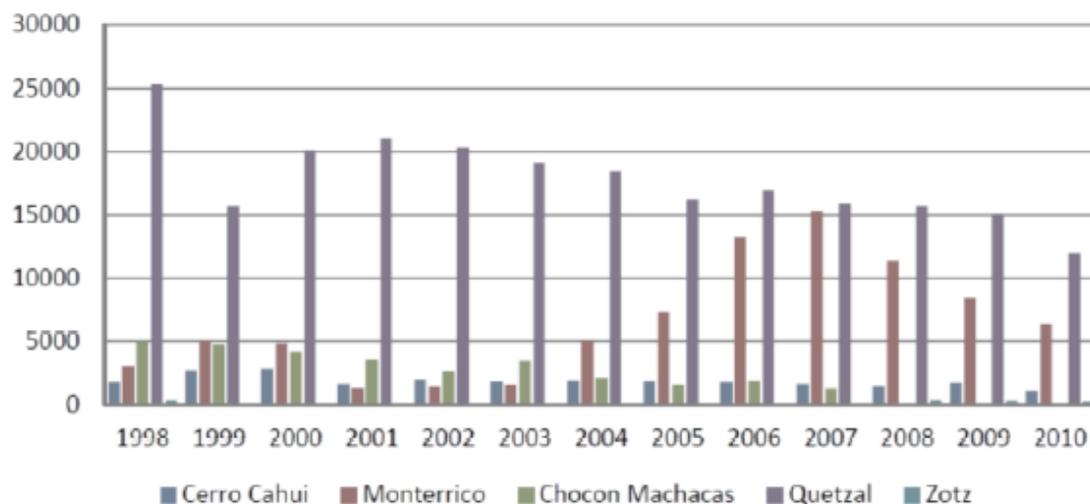


Figura 6. Registro de visitantes en las áreas protegidas manejadas por CECON-USAC (Jerónimo, Suyapa , Martinez, Baldizón, & Sigüenza, 2013).

Otros ingresos a la reserva son generados por las ganancias que se reciben por la liberación de tortugas, que son usados para comprar los huevos a colectores de huevos de parlamas durante la época que llegan las tortugas a ovipositar a la playa (Jerónimo, Suyapa , Martínez, Baldizón, & Sigüenza, 2013).

Debido a que no se encuentra un presupuesto sólido, la infraestructura y equipamiento de la RNUMM viene de proyectos financiados por fondos de FONACON, CONCYT y DIGI (Jerónimo, Suyapa , Martínez, Baldizón, & Sigüenza, 2013).

Todas las áreas que maneja CECON dependen del dinero generado por el ingreso de los visitantes a las áreas. Más del 50% del financiamiento proviene de dichos ingresos, en donde ingresan a un Fondo que luego es compartido con todas las áreas administradas por CECON. En la figura presentada a continuación, se puede observar el total de ingresos generados en tres áreas (Jerónimo, Suyapa , Martínez, Baldizón, & Sigüenza, 2013).

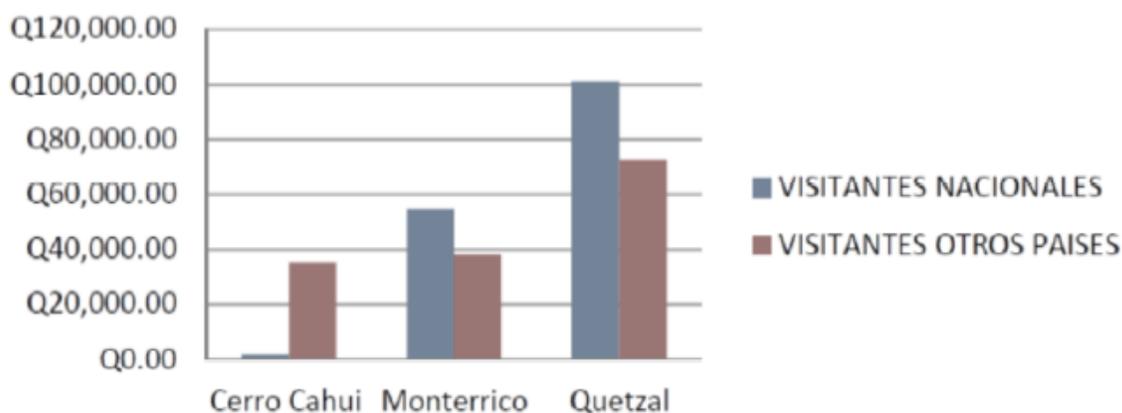


Figura 7. Comparación de los visitantes nacionales y de otros países en áreas protegidas (Jerónimo, Suyapa , Martínez, Baldizón, & Sigüenza, 2013).

6.1.6. Salidas

Las salidas se relacionan con las migraciones de las personas que suceden dentro de la RNUMM y las comunidades. En cuanto a las migraciones internas, en el censo 2,002 se reporta 12,017 emigrantes permanentes y 3,525 personas que llegaron a residir en el municipio de Taxisco. Esto hace un 69% de la población. En cuanto a la migración temporal, se puede observar hacia la costa sur debido a trabajos temporales relacionados con la cosecha de caña de azúcar (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, 2010).

Así mismo, en el municipio de Taxisco, en el casco urbano, la migración se presente principalmente en jóvenes con educación básica y diversificada, que no encuentran trabajo en el sector no agrícola. Por lo tanto, migran a la ciudad capital y los Estados Unidos. En una encuesta realizada por la OIM, la región Sur Orienta, en donde se encuentra el departamento de Santa Rosa, un 15.8% de los guatemaltecos residen en Estados Unidos. El flujo de remesas es un soporte económico muy importante, recibiendo en el 2007 un total de 22,227 hogares del departamento (Jerónimo, Suyapa , Martinez, Baldizón, & Sigüenza, 2013).

6.1.7. Indicadores de eficiencia

A continuación, se presentan los indicadores de eficiencia utilizados. La importancia de estos indicadores es determinar el cumplimiento del sistema socioecológico en la RNUMM.

A. Cumplimiento del plan maestro

CONAP realiza evaluaciones a las áreas protegidas del SIGAP, en donde se establece una matriz de calificación de 0-1000 unidades de calidad de gestión (UVG). Los rangos son los siguientes, presentados con sus respectivos colores para analizar el funcionamiento de la RNUMM (Jerónimo, Suyapa , Martinez, Baldizón, & Sigüenza, 2013)

Cuadro 7. Matriz de clasificación para determinar el cumplimiento del plan maestro de la RNUMM

Rango	Calificación
Menos a 200	No aceptable
201-400	Poco aceptable
401-600	Regular
601-800	Aceptable
Mayor a 800	Satisfactorio

(Jerónimo, Suyapa, Martínez, Baldizón y Sigüenza, 2013)

Los resultados obtenidos para la Reserva Natural de Usos Múltiples se presentan en la siguiente tabla.

Cuadro 8. Calificación de la RNUMM en cuanto al cumplimiento del plan maestro.

Año	Ámbito					
	Administrativo	Económico Financiero	Político Legal	Recursos Naturales y Culturales	Social	Total
2000	540	530	760	580	580	580
2002	738	753	555	446	571	624
2004	662	915	756	349	518	651
2005	730	842	747	445	637	688

2006	585	581	768	466	520	574
2007	641	855	714	277	525	613
2008	456	565	626	302	294	446
2009	643	437	763	324	722	548
2012	592	496	605	347	495	503
Promedio	621	664	699	393	540	

(Jerónimo, Suyapa, Martínez, Baldizón y Sigüenza, 2013)

Al observar el cuadro anterior, el ámbito mejor valorado es el Político Legal. Luego le sigue económico financiero y administrativos. Los tres puntos valorados se encuentran en el rango de aceptable. El ámbito de Recursos Naturales y culturales y el ámbito social se encuentran en el rango de poco aceptable.

Dentro de la Reserva existe un grado de conflictividad, la cual genera un incumplimiento del Plan Maestro. Por ejemplo, se ha llegado a amenazar de muerte a los guardarecursos al llamar la atención por tener malas prácticas de pesca y cacería. El grupo de madereros han tenido problemas ya que quieren evadir control y compromisos. En cuanto a los hoteleros, se tiene ciertos problemas debido a que quieren construir en la playa en la línea de marea alta. Por otro lado, las organizaciones locales, se tiene problemas con todos. Sin embargo, existen aliados. Un ejemplo son los lancharos (Jerónimo, Suyapa , Martínez, Baldizón, & Sigüenza, 2013)

Según el Plan Maestro, se prohíbe la circulación de vehículos en la playa, sin embargo, esto no se cumple, y además ha incrementado. Así mismo, como la construcción de viviendas en el área. Además, se describe dentro del plan generar educación ambiental, sin embargo, faltan acciones formales para implementar este

tipo de medida. Otro factor es el sitio de anidación de las tortugas marinas, la cual está en peligro de deterioro por las malas prácticas (Jerónimo, Suyapa , Martinez, Baldizón, & Sigüenza, 2013).

Entre otros aspectos a tomar en cuenta, en el área de tulares (noreste de la reserva), se producen incendios para utilizar como sitios de pastoreo para ganado durante la estación seca. En cuanto a la Laguna Puente Grande, se considera como manantial de vida y se concede permiso para realizar actividades de pesca y cacería eventualmente (Jerónimo, Suyapa , Martinez, Baldizón, & Sigüenza, 2013)

La extracción ilegal de especies de vida silvestre, entre ellos venados, iguanas, caimanes, nutrias, tortugas, etc, se da en toda la reserva. Esto hace que las especies se encuentren en grave peligro de extinción (Jerónimo, Suyapa , Martinez, Baldizón, & Sigüenza, 2013)

Al noreste de la reserva, se encuentra el manglar de mayor extensión. Sin embargo, la reserva se creó sin zona de amortiguamiento y la zona manglar se encuentra en colindancia con áreas de pastoreo. También, el mangle es una fuente de abastecimiento para las necesidades primarias e ingresos económicos. Dicho recurso es utilizado como leña, poste, construcción, uso industrial, entre otros. Por lo tanto, la actividad ganadera genera impacto sobre el área protegida. Parte de este potrero ya se encuentra incluido dentro de la reserva (Jerónimo, Suyapa , Martinez, Baldizón, & Sigüenza, 2013)

B. Consumo de leña

La RNUMM no presenta cambios significativos desde 1991 al 2011 en cuanto al tamaño de las áreas, específicamente el manglar. Por lo que se puede deducir que la administración ha podido manejar la cobertura forestal. Sin embargo, esto no significa que el mangle no está en constante amenaza para el consumo de la leña de los pobladores (Jerónimo, Suyapa , Martinez, Baldizón, & Sigüenza, 2013).

Por otro lado, existe poca regeneración del mangle en los últimos años, más en la zona de la playa. Se puede observar una reducción de casi el 50% en 20 años. Esto

da lugar debido al aumento de construcción de distintas edificaciones, lo cual queda evidenciado por el crecimiento poblacional y migración de la región. Además, no existen planes de manejo ni reglamentos para el aprovechamiento del mangle (Jerónimo, Suyapa , Martínez, Baldizón, & Sigüenza, 2013).

C. Uso de la tierra

Dentro del área protegida, es permitido realizar actividades comerciales, industriales, turísticas, pesqueras forestales, experimentales, de transporte o agropecuarias en áreas protegidas con una previa concesión por parte de CONAP y la institución administradora. Sin embargo, dichas actividades deben ser compatibles con las actividades permitidas en el plan maestro del área.

Al momento de tener definido la zonificación del área y las actividades que son compatibles y no compatibles, se puede definir el uso actual que se le da a la tierra. La tierra abarca un concepto más amplio que solamente el suelo y la superficie topográfica, si no que incluye el recurso agua, clima, comunidades animales y vegetales, entre otros. El uso que se le proporciona a la tierra se ve reflejada por las actividades humanas. Dependiendo de las actividades que realiza en un área determinada, se tendrá un impacto positivo o negativo sobre el suelo, la cual incluye la flora, fauna, agua y clima. El uso de la tierra se define por las actividades e insumos de la población para producir, cambiar o mantener un tipo de cobertura de la tierra. Por lo tanto, está definido como un vínculo entre la cobertura de la tierra y las acciones de la población hacia el suelo.

En el cuadro que se presenta a continuación, se muestra el uso de la tierra para el año 2003 y año 2012. Los datos obtenidos para el uso de la tierra del año 2003 fueron hechos con imágenes Landsat, la cual tiene 30 metros de resolución por cada píxel; y para el año 2012 fue hecho con imágenes RapiEye, la cual tiene 5 metros de resolución por cada píxel. Por lo que los datos obtenidos por los dos años no pueden ser comparados. Esto se debe a que dichos datos se obtuvieron de dos fuentes con diferente resolución espacial. Se deben presentar como dos estudios completamente diferentes.

Cuadro 9. Uso de la tierra del área de uso múltiple de la RNUMM realizados para los años 2003 y 2012

Categorías de uso de la tierra	Uso 2003		Uso 2012	
	Extensión (ha)	%	Extensión (ha)	%
Agricultura anual	355.19	8.41	212.88	4.96
Agua	217.69	5.15	875.69	20.39
Árboles dispersos	-	-	2.88	0.07
Arbustal	94.44	2.24	43.63	1.02
Bosque/Manglar	1,519.50	35.97	1,930.44	44.94
Caña de azúcar	-	-	13.63	0.32
Centros poblados	25.50	0.60	139.69	3.25
Cultivos permanentes	-	-	206.56	4.81
Humedal	1,087.06	25.74	322.00	7.50
Pastizales	865.94	20.50	528.50	12.30
Playa y/o arena	58.69	1.39	19.50	0.45
Total*	4,224.00		4,295.38	

(Unidad de información para la Investigación y Proyección, 2016)

Además de la extensión en hectáreas por categoría, se generó un mapa del uso de la tierra para el año 2003 y 2012. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, por tener diferente resolución, no se puede comparar los mapas. Dichos mapas se encuentran en los anexos. Al enumerar de mayor a menor extensión las categorías presentadas anteriormente del año 2003, se obtiene lo siguiente: Manglar, humedal,

pastizal, agricultura anual, agua, arbustal, playa y centros poblados. Para el año 2012, de mayor a menor, se presenta lo siguiente: manglar, agua, pastizal, humedal, agricultura anual, cultivos permanentes, centros poblados, arbustal, playa, caña de azúcar y árboles dispersos.

Una de las presiones que más afecta el uso de la tierra es la agricultura, crecimiento de la población y deforestación. Dentro del mapa del uso de la tierra 2003, se puede observar que la agricultura se encuentra agricultura anual y pastizales. Dicha actividad no es permitida dentro de la reserva, por lo cual no se respeta la zonificación del área. Existe el avance de la frontera agrícola.

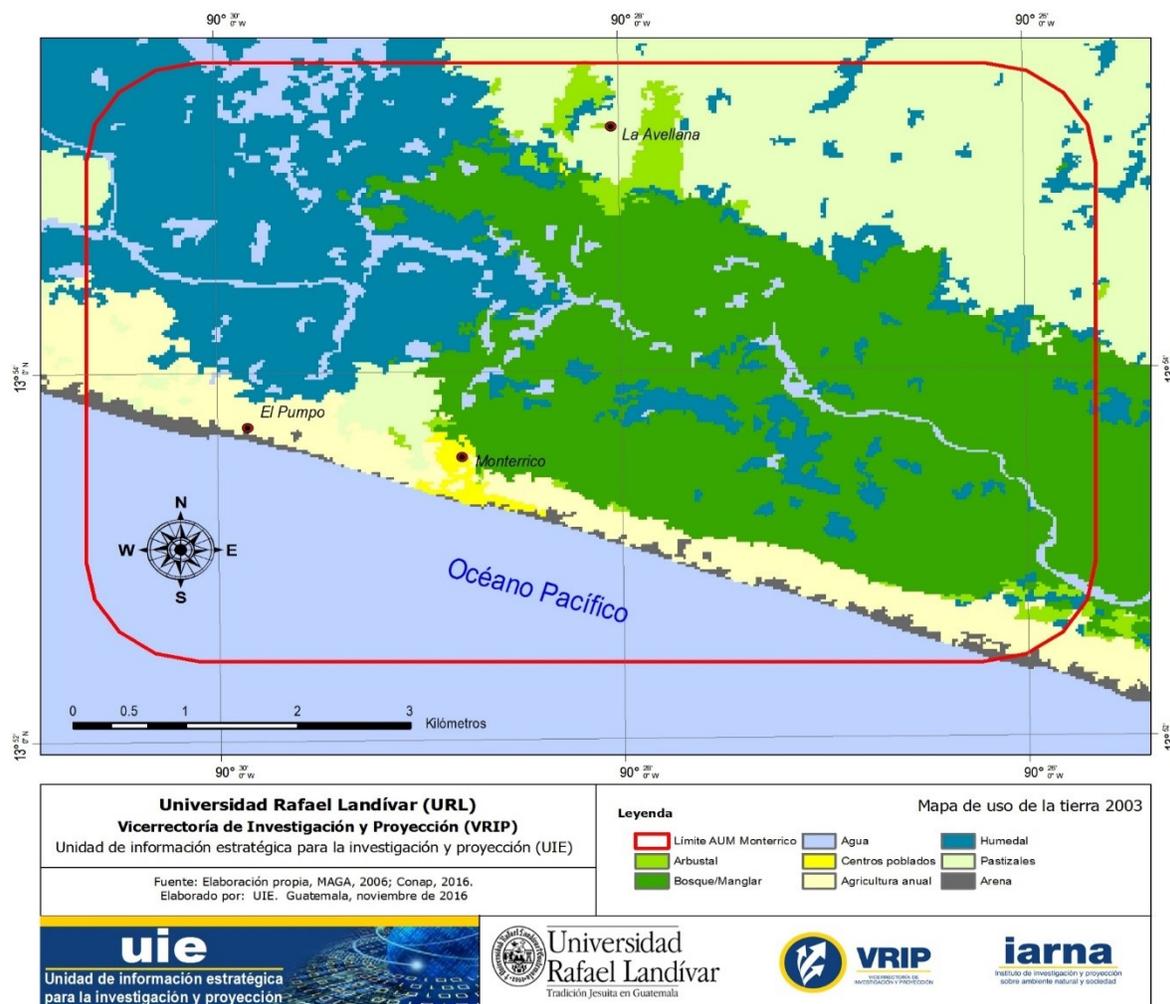


Figura 8. Mapa Uso de la Tierra año 2003 (Unidad de información para la Investigación y Proyección, 2017)

Al observar el mapa del uso de la tierra 2012, debido a que tiene mayor resolución por pixel, se puede determinar con mayor exactitud el uso de la tierra. En el mapa, se puede observar con mayor precisión el avance de la frontera agrícola. Esto se debe a que se presenta caña de azúcar, agricultura anual y pastizales. Por lo tanto, no se respeta la zonificación del área ya que existe actividades en el área que no respetan el plan maestro. Además, se puede observar una pérdida en la cobertura boscosa y humedal, así como el aumento de la extensión de porciones de agua.

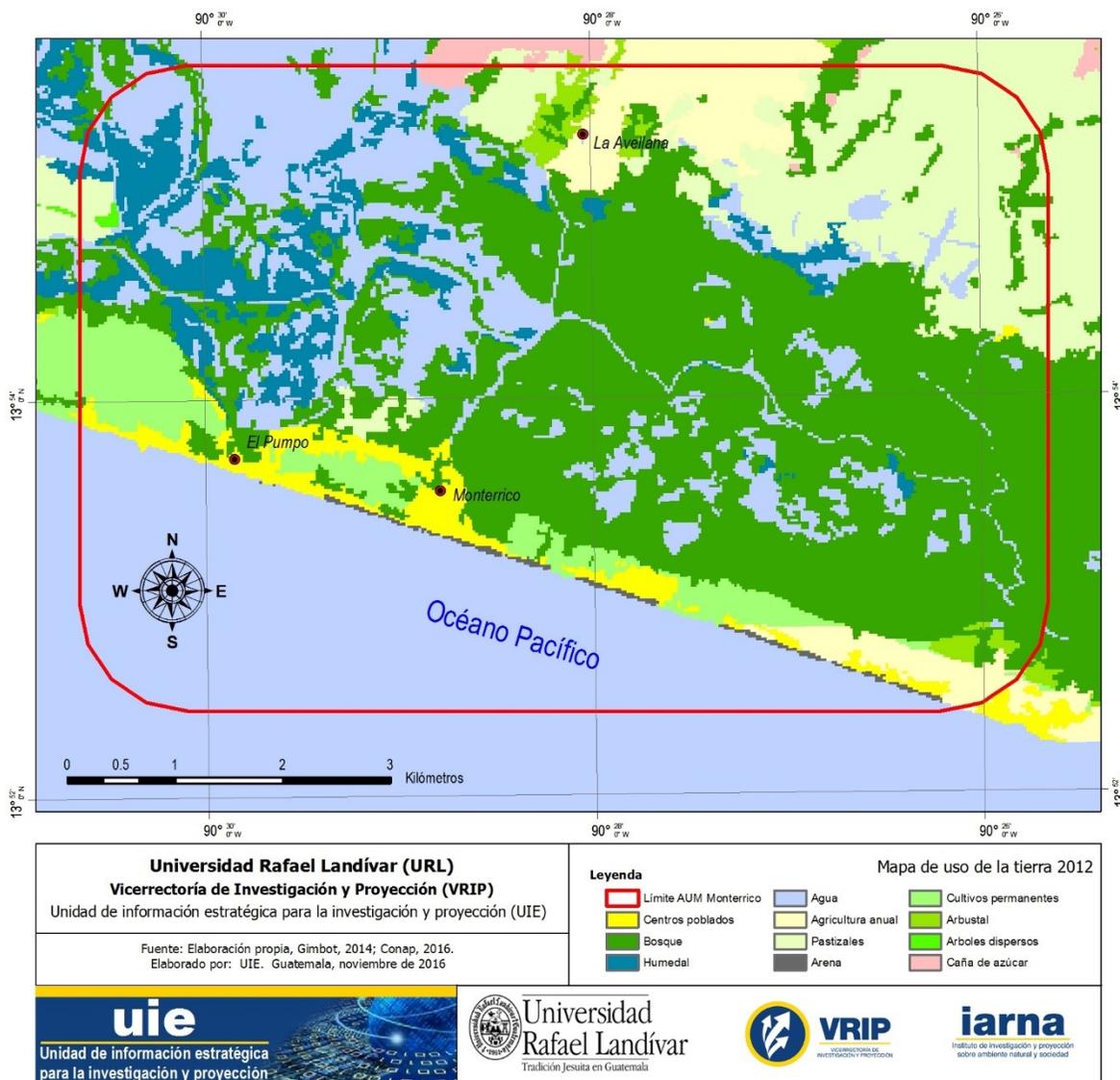


Figura 9. Mapa Uso de la Tierra año 2012 (Unidad de información para la Investigación y Proyección, 2016)

6.2. Percepción de las comunidades de la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico en cuanto al cambio climático

Para obtener la percepción de las comunidades de la reserva, se realizó una entrevista a cada uno de los presidentes de los COCODES y administrador de la RNUMM, así como un sondeo al azar a personas que integran a las comunidades de la reserva.

En términos generales, se determinó que los pobladores si perciben un cambio dentro de la RNUMM. Sin embargo, no existen compromisos determinados por parte de los pobladores para disminuirlos. En el cuadro 10, se encuentra la compilación de las percepciones por parte de las comunidades.

Cuadro 10. Percepciones de comunidades que integran la RNUMM

Natural	Causa	Masiva fumigación por cañeros	Mezcla de agua salada y agua dulce	Manejo inadecuado de la reserva
	Impacto	Contaminación del medio ambiente	Los pozos tienen agua salada	Pérdida de Biodiversidad
	Respuesta	Buscar otras fuentes de recursos naturales y utilizarlos sosteniblemente.	Moderar el uso del agua	Se debe proteger la reserva
Social	Causa	Cañeros desvían y tapan los ríos	Destrucción del medio ambiente	Degradación del medio ambiente
	Impacto	Las comunidades tienen menos caudal del agua	Pérdida de biodiversidad	Se alteran los medios de vida

	Respuesta	Buscar apoyo hacia el pueblo	Se debe defender al medio ambiente	Promover educación ambiental
Económico	Causa	Uso del mangle para madera	Pesca excesiva	Pocas oportunidades de trabajo
	Impacto	Deforestación	Menos barcos pequeños	Existencia de pobreza
	Respuesta	Reforestación	Compra de alevines para soltar en la reserva	Se busca otras fuentes de trabajo
Institucional	Causa	La municipalidad no proporcionan ayuda	Instituciones privadas no prestan atención a las necesidades de las comunidades	Influyen los intereses de las grandes empresas (cañeros)
	Impacto	Las comunidades no reciben ayudas	No existe un acuerdo entre la comunidad e institución privada	Existen amenazas a las comunidades
	Respuesta	Se debe presionar a la municipalidad para recibir ayuda	Propiciar el diálogo	Se debe defender los intereses de las comunidades

6.2.1. Cambios en el entorno natural

Debido a cambios ocurridos dentro del ecosistema, existen variaciones de temperatura y precipitación pluvial. Dichos cambios son percibidos por los pobladores, especialmente los que se encuentran en constante contacto con el uso del recurso agua y bosque.

Los impactos principalmente percibidos son la contaminación del medio ambiente, disminución de agua potable y pérdida de biodiversidad. En cuanto a la contaminación del medio ambiente, los pobladores observan como la fumigación realizada por los cañeros afecta el entorno en el que se desenvuelven. Por otro, existe una disminución de agua potable debido a que existe una mayor extracción de agua potable, por lo que permite la entrada de agua salada a los pozos. Por ende, no existe agua potable para utilizar. Esto también se ve afectado por la disminución de precipitación. En cuanto a la pérdida de biodiversidad, existe menor cantidad de especies de flora y fauna dentro de la reserva. Esto es provocado por el uso inadecuado y la caza y tala ilegal.

6.2.2. Cambios en el entorno social

Existen cambios en el entorno social principalmente a los cambios generados en el entorno natural. El entorno natural y social están directamente relacionados debido a que las comunidades dependen de los recursos que provee el sistema natural. Debido al sistema natural, existe una fuente de generación de empleo como lo son el turismo y la pesca.

Dentro de las causas más significativas que provocan un cambio en el entorno social están las actividades destructivas de los cañeros, destrucción del medio ambiente y la degradación del medio ambiente.

La desviación de ríos es una actividad principal de los cañeros. Esto provoca una menor cantidad de caudal de agua que llega a las comunidades de la reserva. La destrucción del medio ambiente se genera debido a la falta de respeto hacia los recursos. Principalmente se debe a que no se respeta las áreas de uso dentro de la

reserva. Un ejemplo es el avance de la frontera agrícola dentro de la Reserva. Por otro lado, la degradación del medio ambiente altera los medios de vida. Por lo tanto, el ciclo natural de la Reserva no se cumple. Las interacciones naturales y sociales no son las mismas.

6.2.3. Cambios en el entorno económico

De igual manera, el sector económico está estrechamente relacionado con el entorno natural. Las comunidades de la Reserva dependen principalmente de los recursos naturales que se encuentra ahí. Sus actividades económicas son principalmente el turismo y la pesca, las cuales son generadas por la existencia de la Reserva Natural de Usos Múltiples.

Dentro de las comunidades, se utiliza el mangle como madera para casa debido a tradiciones o la falta del poder adquisitivo para comprar otro tipo de materiales. Además, está relacionado con la tala ilegal y excesiva. Esto genera mayor deforestación y por ende pérdidas económicas debido a que el mangle es un humedal que protege los recursos pesqueros y el recurso agua. La deforestación puede disminuirse si existe reforestación.

Así mismo, existe menor cantidad de peces adentro de la reserva. Esto provoca que exista una menor cantidad de pesca, y por ende, menor ingresos económicos a las familias. Esto se ve reflejado debido a que ahora existe una menor cantidad de barcos pesqueros debido a la falta de peces en el agua. Actualmente las comunidades compran alevines y los sueltan en el río para propiciar la reproducción de peces.

Además, existen pocas oportunidades de trabajo, que por ende existe pobreza. Esto no permite que exista un desarrollo económico adecuado para las familias. Por lo que los pobladores de las comunidades se ven obligados a buscar otras fuentes de trabajo.

6.2.4. Cambios en el entorno institucional

En cuanto a los cambios en el entorno institucional, se ve principalmente la poca ayuda que reciben los pobladores por parte de la municipalidad. Por lo tanto, es muy difícil realizar cambios para ayudar al medio ambiente expresan los presidentes de los COCODES.

Además, se percibe un descontento del manejo que realizan las instituciones privadas hacia la Reserva debido a que no entienden que la población necesita los recursos que provee la reserva para sobrevivir.

Por otro lado, los intereses de los cañeros se ven reflejados en el manejo de la reserva. Esto se debe a que no respetan los límites de la reserva y se realizan acciones en donde los intereses de estas empresas vienen antes de las necesidades de las comunidades.

6.3. Escenarios de Cambio Climático

Los escenarios de cambio climático se obtuvieron por medio del modelo HADCM3 para los años 2020, 2050 y 2080. La zona de vida en donde se encuentra la Reserva Natural de Usos Múltiples es el Bosque Seco Subtropical. Sin embargo, al realizar los mapas de cambio climático por medio del HADCM3, se observó que la zona de vida en la que se encuentra la RNUMM no cambió. La zona de vida amplía su extensión por el territorio guatemalteco, tomando rumbo hacia el norte. Por lo tanto, se realizaron los mapas específicos para observar los cambios en precipitación y temperatura para los años 2020, 2050 y 2080 con la zona de vida descrita anteriormente. En los cuadros 11 y 12, así como las figuras 11 y 12, se puede observar los cambios de precipitación y temperatura.

Cuadro 11. Porcentaje de precipitación de la RNUMM para los años 2020, 2050 y 2080

AÑOS	PORCENTAJE DE DISMINUCIÓN
2020	-7%
2050	Entre -10% y -11%
2080	Entre -20% y -28%

(Unidad de información para la Investigación y Proyección, 2017)

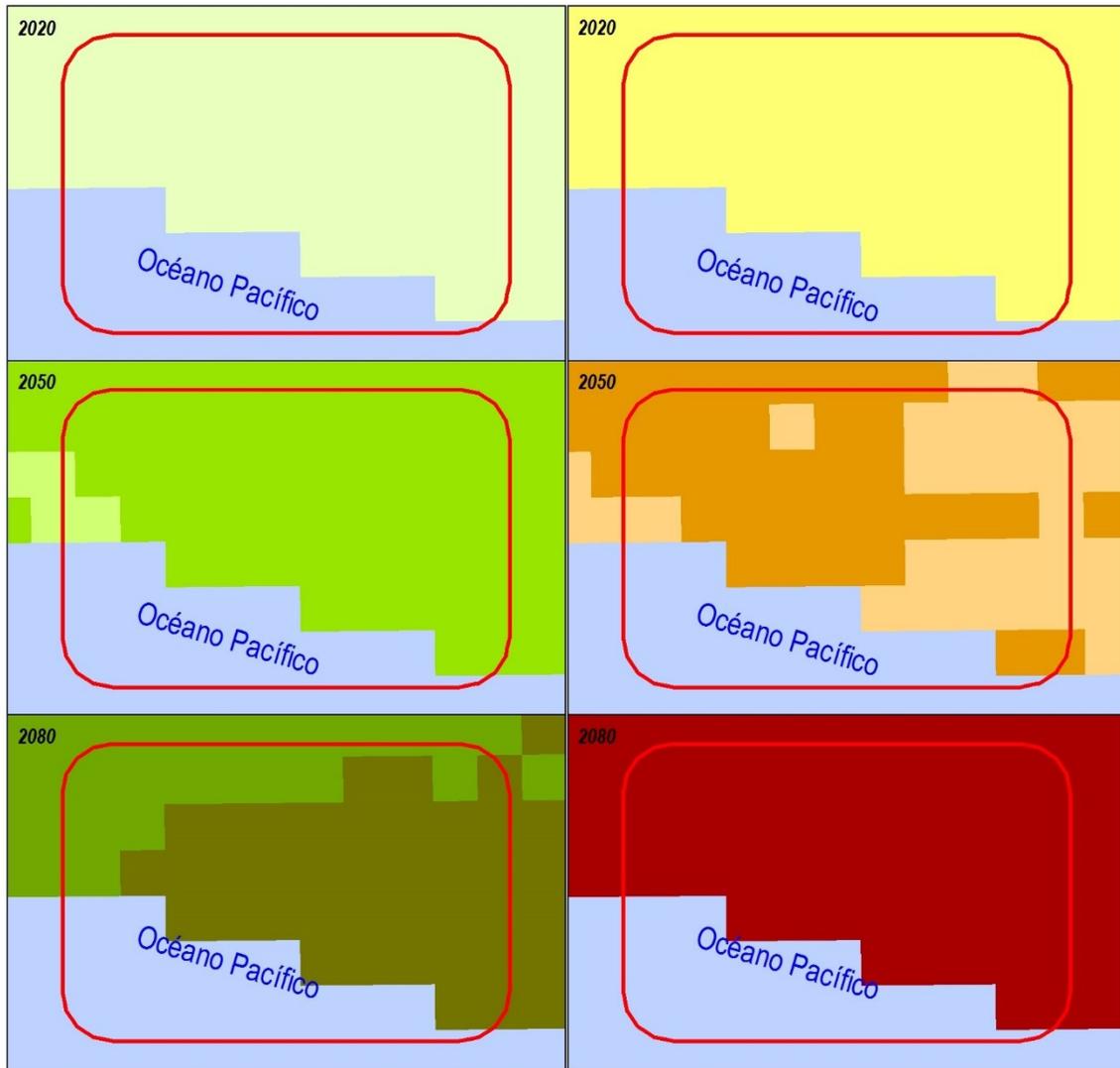
Cuadro 12. Porcentaje de disminución de temperatura para los años 2020, 2050 y 2080

AÑOS	PORCENTAJE DE AUMENTO
2020	4%
2050	Entre 8% y 9%
2080	14%

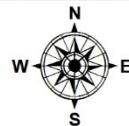
(Unidad de información para la Investigación y Proyección, 2017)

Cambios en precipitación (%)

Cambios en temperatura (%)



0 1 2 4 6 Kilómetros



<p>Universidad Rafael Landívar (URL) Vicerrectoría de Investigación y Proyección (VRIP) Unidad de información estratégica para la investigación y proyección (UIE)</p>	<p>Mapa de cambios previstos en pp y T° según escenario A2.</p>
<p>Fuente: Elaboración propia, MAGA, 2006; Conap, 2016. Elaborado por: UIE. Guatemala, noviembre de 2016</p>	<p>Leyenda</p> <p>  Limite AUM Monterrico </p> <p> Precipitación (pp)  -7%  -10%  -11%  -27%  -28% </p> <p> Temperatura (T°)  4%  8%  9%  14% </p>
<p>uie Unidad de información estratégica para la investigación y proyección</p>	<p>  Universidad Rafael Landívar Tradición Jesuita en Guatemala </p> <p>  VRIP Vicerrectoría de Investigación y Proyección </p> <p>  iarna Instituto de investigación y proyección sobre ambiente natural y sociedad </p>

Figura 10. Escenarios de Cambio Climático para el año 2020, 2050 y 2080 (Unidad de información para la Investigación y Proyección, 2017)

7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El cambio climático es un fenómeno mundial que afecta el ciclo natural de todos los ecosistemas del planeta. Este fenómeno sucede debido a que las actividades humanas generan más gases de efecto invernadero, y por ende cambios en la atmósfera y clima. Guatemala es un país muy propenso a sufrir graves impactos causados por el cambio climático, por lo que es importante realizar investigaciones en cuanto a los impactos que sucederán. El área de estudio para determinar los impactos del cambio climático es la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico. Para determinar dichos impactos, se realizó una investigación de cómo está conformado el sistema socioecológico actual, cómo perciben las comunidades el cambio climático y los escenarios del cambio climático de la reserva.

El modelo de HADCM3 utilizado para realizar los escenarios de cambio climático confirmó que para los años 2020, 2050 y 2080 existirán impactos negativos hacia la reserva. Esto se pudo observar en los mapas ya que existe una disminución en la precipitación de hasta el 20-28%, con un alza de temperatura hasta el 14% para el año 2080. Estos escenarios comprobaron que en un futuro si existirán impactos a la RNUMM.

Entre los impactos del cambio climático están los cambios en la dinámica del ecosistema, migración de especies, simplificación de ecosistemas, alteración de los procesos de evaporación y transpiración provocados por temperaturas elevadas, una precipitación pluvial que no completa su ciclo, aumento de áreas secas, limitación de disponibilidad hídrica, cambios en la composición y distribución de la vegetación, predominación de especies secundarias que son resistentes a períodos largos de sequías y pérdida de carbono en el suelo a causa de la disminución de la cobertura boscosa (IARNA, 2011).

Estos impactos son generados principalmente debido a que no existe un sistema socioecológico que funcione como una unidad, por ende, no se alcanza el desarrollo sostenible. Si no existe el desarrollo sostenible, no existe resiliencia en la reserva, y por ende los impactos del cambio climático afectarán a mayor magnitud. Así

mismo, las comunidades que conforman la RNUMM no tienen interés en realizar medidas de adaptación y mitigación, aunque ellos mismos perciban cambios de temperatura y precipitación.

Entre algunas propuestas para lograr el desarrollo sostenible en la reserva es la búsqueda de apoyo por medio de otras instituciones, promover la educación ambiental, buscar otras fuentes de recursos naturales y utilizarlos de manera sostenibles, moderar el uso del agua y cuidar la reserva natural para preservar los recursos naturales.

8. CONCLUSIONES

- El sistema socioecológico de la reserva no sigue la línea del desarrollo sostenible. Las interacciones de los subsistemas no permiten un manejo adecuado de la Reserva, ya que los subsistemas natural, económico, social e institucional no funcionan en armonía. Al no manejar el desarrollo sostenible en la reserva, los impactos del cambio climático serán mayores debido a la falta de resiliencia del ecosistema.
- El subsistema natural será afectado por los impactos del cambio climático, principalmente porque no se respeta el Plan Maestro de la reserva y existe disminución en la biodiversidad debido a las actividades inadecuadas practicadas por las comunidades. Por otro lado, los escenarios del cambio climático muestran variaciones en la temperatura y precipitación, en donde se presenta un alza en la temperatura, subiendo hasta un 14%, y una menor precipitación, entre -20% y -28%. Estos cambios afectan la dinámica natural de la reserva, siendo entre los impactos más significativos los cambios en la dinámica del ecosistema, migración de especies, simplificación de ecosistemas, alteración de los procesos de evaporación y transpiración provocados por temperaturas elevadas, una precipitación pluvial que no completa su ciclo, aumento de áreas secas, limitación de disponibilidad hídrica, cambios en la composición y distribución de la vegetación, predominación de especies secundarias que son resistentes a períodos largos de sequías y pérdida de carbono en el suelo a causa de la disminución de la cobertura boscosa.
- En cuanto al subsistema social, las comunidades no definen que es cambio climático, sin embargo, perciben cambios en la dinámica del ecosistema, en donde principalmente observan un alza en la temperatura y variaciones en la precipitación. Las comunidades no están realizando ningún tipo de medida de adaptación o mitigación para estos cambios, sin embargo, si existe una preocupación debido a que los recursos naturales que ellos utilizan están disminuyendo. Así mismo, los impactos del cambio climático serán mayores debido a que las comunidades del área no respetan la zonificación de la

reserva, realizando actividades como agricultura y tala ilegal. Por lo que la resiliencia del humedal disminuye ya que el ecosistema está siendo perturbado por las actividades humanas.

- Las comunidades dependen su economía de los recursos que provee la reserva. Entre sus principales actividades están la pesca, turismo y agronomía. Dichas actividades son realizadas adentro de la reserva, sin embargo, sobrepasan la capacidad de carga del ecosistema. Por lo que el subsistema económico será fuertemente impactado por el cambio climático debido a que existe poca resiliencia por parte de la reserva al no respetar y cuidar la biodiversidad que se encuentra en el área.
- El subsistema institucional necesita más personal de trabajo para realizar las actividades en cuanto a la preservación de la reserva. Para este subsistema es muy difícil mantener la zonificación del área, en este caso, debido a que las comunidades conviven dentro de la reserva y dependen directamente de los recursos que provee la reserva para su subsistencia. Por lo que el papel del subsistema institucional es fundamental para el cuidado de la reserva. Sin embargo, existe mucha conflictividad entre las comunidades y la institución. Si el subsistema institucional logra el cumplimiento del plan maestro y respeto a la zonificación de la reserva a través de educación ambiental, los impactos del cambio climático serán menores.
- Los indicadores de eficiencia (cumplimiento del plan maestro, consumo de leña y uso de la tierra) determinaron que no existe resiliencia dentro de la reserva, que por ende conlleva a que los impactos del cambio climático sean mayores en el área. En los mapas del uso de la tierra, se puede observar que existe el avance de la frontera agrícola y disminución de la cobertura boscosa hasta un 50% en los últimos 20 años. Por ende, no se está respetando el Plan Maestro de la reserva ya que las actividades humanas están generando un impacto negativo sobre la reserva. Por lo que el cambio climático generará mayores impactos ya que la dinámica natural de la reserva no se presenta y no existe el desarrollo sostenible.

9. RECOMENDACIONES

- El cumplimiento del Plan Maestro es fundamental para alcanzar el desarrollo sostenible de la reserva, y por ende resiliencia y menos impactos negativos del cambio climático. Es necesario agregar otros criterios a evaluar en el Plan Maestro de la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico. El cambio climático está comprobado por la comunidad científica, por lo que el Plan Maestro debe ir enfocado a este fenómeno. Por lo que se debe incluir medidas de adaptación y mitigación. Así mismo, tomar en cuenta que las comunidades dependen de los recursos que provee la reserva, por lo que prohibir la pesca y tala del mangle es muy difícil. Se debe establecer reglamentos para el uso sostenible y racional de estos recursos.
- Las comunidades deben realizar medidas de adaptación y mitigación ante los impactos del cambio climático. De esta manera, los pobladores pueden estar preparados para cualquier evento que se presente, disminuyendo el riesgo y las amenazas del cambio climático. Entre algunas medidas de adaptación están: el sector agropecuario se debe adaptar a la variabilidad del clima al tomar en cuenta los escenarios del cambio climático, adoptar nuevas prácticas que garantice que la población cuente con alimentación básica, promover zonas de vocación forestal, la gestión integrada de los recursos hídricos debe incluir planes de protección de zonas de recarga hídrica y aprovechamiento del agua, ordenamiento territorial y adoptar estándares de diseño y construcción de obra física que tomen en cuenta la variabilidad climática. En cuanto a medidas de mitigación se encuentran: promover acciones para que la población identifique el bosque como fuente primordial de recursos, crear las condiciones para el aprovechamiento del carbono forestal, disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, educación ambiental y contar con un reglamento para el uso sostenible de los recursos.
- Para que el cambio climático no afecte la economía, se debe utilizar los recursos naturales de la reserva de forma sostenible, evitando así el deterioro

del medio ambiente. Los recursos que provee la reserva son la base de la economía de las comunidades, por lo que es esencial respetar la zonificación de la reserva y utilizar los recursos sin sobrepasar la capacidad de carga.

10.BIBLIOGRAFÍA

- CECON. (1999). *Plan Maestro 2000-2005 Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico*. Guatemala: Litografía JB.
- Comisión Presidencial Coordinadora de la Política del Ejecutivo en materia de Derechos Humanos. (s.f.). *Informe del Estado de Guatemala Resolución 7/23 del Consejo de los Derechos Humanos: "Los derechos humanos y el cambio climático"*. Guatemala: COPREDEH.
- IARNA. (2011). *Cambio climático y biodiversidad*. Guatemala: IARNA.
- IARNA. (2012). *Perfil Ambiental de Guatemala 2010-2012*. Guatemala: IARNA.
- Intergovernmental Panel of Climate Change. (2013). *Cambio Climático 2013*. Suiza: IPCC.
- Jerónimo, C., Suyapa , V., Martínez, E., Baldizón, R., & Sigüenza, R. (2013). *Propuesta de Plan de Ordenamiento Participativo de la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico, Taxisco, Santa Rosa*. Guatemala: CECON.
- Kornblit, A. L. (2007). *Metodologías Cualitativas en Ciencias Sociales*. Buenos Aires: Biblos.
- Kreft, S., Eckstein, D., & Melchior, I. (2016). *Global Climate Risk Index 2017*. Berlin: Germanwatch e.V.
- Mainardi, V. (1996). *El manglar de Térraba-Sierpe en Costa Rica*. Costa Rica: CATIE.
- Mejía, J. (2002). *Problemas metodológicos de las ciencias sociales en el Perú*. Perú: Fondo editorial de la facultad de ciencias sociales .
- Observatorio Ambiental Guatemala. (2012). *Cambio Climático y biodiversidad: un análisis de sus interacciones para Guatemala*. Guatemala: Observatorio Ambiental de Guatemala.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. (3 de octubre de 2014). *Glosario Técnico*. Recuperado el 1 de febrero de 2016, de <http://www.fao.org/climatechange/65923/es/#v>

Pardo, P., Burgos, C., & Cruz, H. (2011). *Plantas Medicinales comestibles de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico-RNUMM- Taxisco, Santa Rosa*. Guatemala: CECON.

PNUMA. (2013). *Proyecto Manglares: Manejo integrado de las zonas costeras y gestión sostenible de los manglares en Guatemala, Honduras y Nicaragua*. Guatemala: PNUMA.

Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. (2010). *Plan de Desarrollo: Taxisco, Santa Rosa*. Guatemala: Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia.

11.ANEXOS

11.1. Escenarios de cambio climático en Guatemala

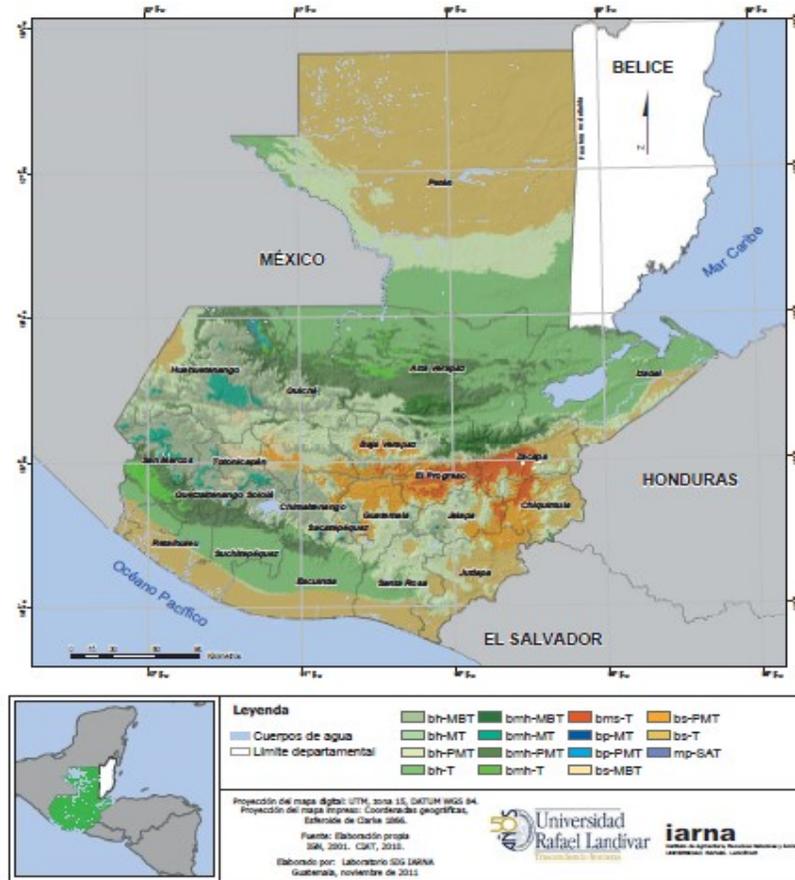


Figura 11. Modelación de distribución de las zonas de vida para el escenario A2 año 2020 en Guatemala (IARNA, 2011)

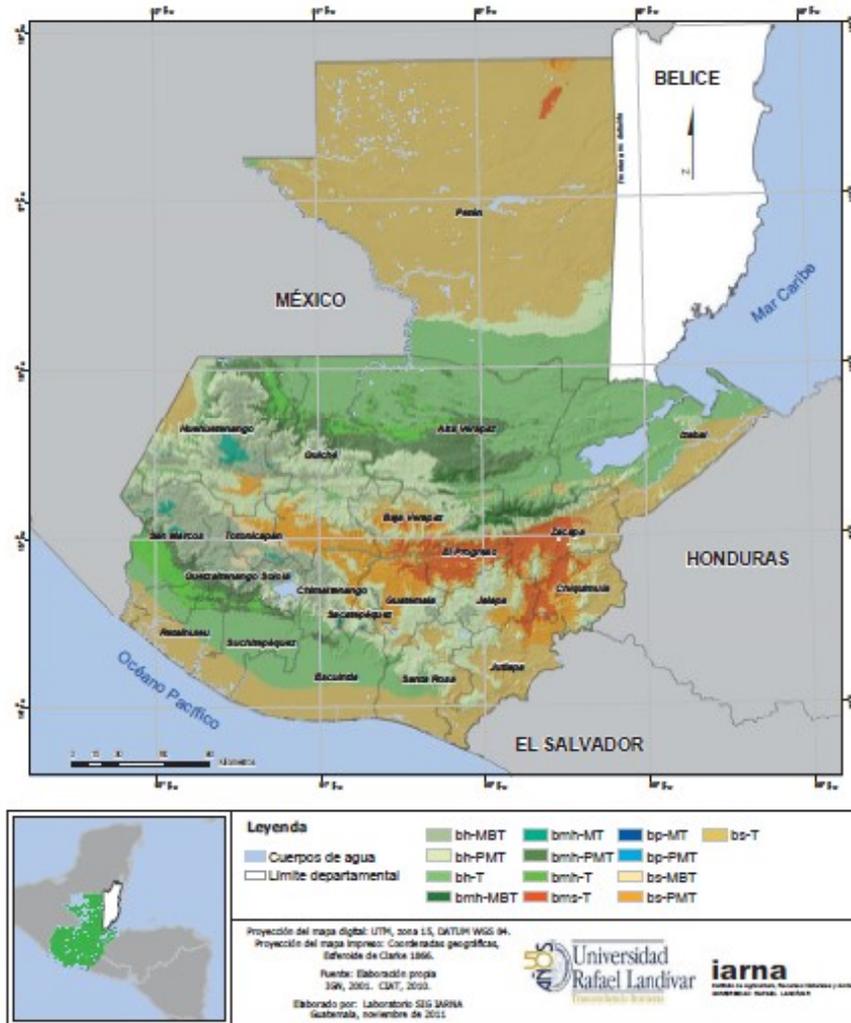


Figura 12. Modelación de distribución de las zonas de vida para el escenario A2 año 2050 en Guatemala (IARNA, 2011)

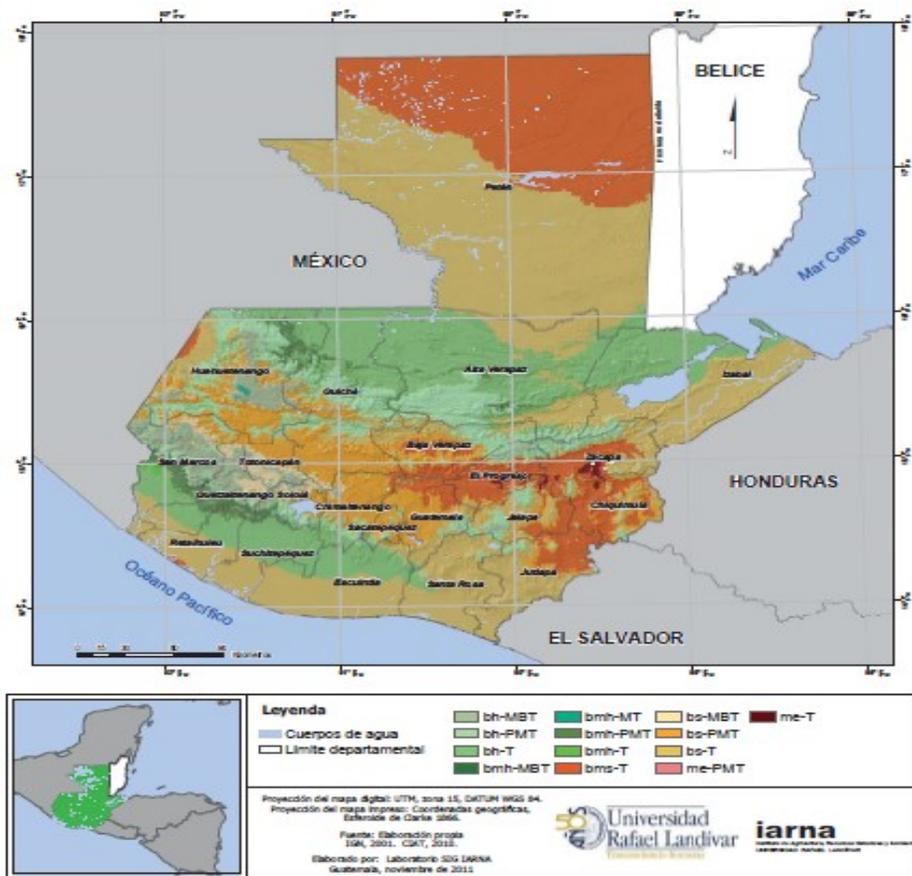


Figura 13. Modelación de distribución de las zonas de vida para el escenario A2 año 2080 en Guatemala (IARNA, 2011)

11.2. Entrevista utilizada para la percepción de las comunidades

	Número de registro:	
	Fecha:	
	Nombre del encuestado:	
	Actividad económica del encuestado:	
	Rango de edad del encuestado:	
	Encuestador:	
Observaciones:		
1. ¿Ha notado cambios en la temperatura y precipitación?		
2. ¿Ha disminuido la cantidad de peces dentro de la reserva? ¿Porque lo cree?		
3. En un futuro, ¿Cómo cree usted que estará la reserva en cuanto a recursos naturales?		
4. ¿Se hacen acciones para reducir los cambios?		
5. ¿Usted cree que se cumple con el Plan Maestro de la Reserva?		
6. ¿Se ha disminuido la cantidad de mangle? ¿Para qué lo utilizan?		
7. ¿Existen quejas por parte de los pobladores de la comunidad?		
8. ¿Cuáles son los mayores problemas dentro de la reserva?		
9. ¿Qué actividades realizadas por ustedes afecta la reserva?		

11.3. Sondeo No. 1

	Número de Registro:	
	Fecha:	
	Encuestador:	
Observaciones:		
1. ¿Ha notado cambios en la temperatura y precipitación?		
2. ¿Ha disminuido la cantidad de peces dentro de la reserva? ¿Porque lo cree?		
3. En un futuro, ¿Cómo cree usted que estará la reserva en cuanto a recursos naturales?		
4. ¿Se hacen acciones para reducir los cambios?		

11.4. Sondeo No. 2

	Número de Registro:	
	Fecha:	
	Encuestador:	
Observaciones:		
1. ¿Usted cree que se cumple con el Plan Maestro de la Reserva?		
2. ¿Se ha disminuido la cantidad de mangle? ¿Para qué lo utilizan?		
3. ¿Existen quejas por parte de los pobladores de la comunidad?		
4. ¿Cuáles son los mayores problemas dentro de la reserva?		
5. ¿Qué actividades realizadas por ustedes afecta la reserva?		