

**Consejo Nacional de Áreas Protegidas  
Wildlife Conservation Society**



**Monitoreo de incendios en la Reserva de Biosfera Maya  
para la temporada 2014**

**San Benito, Petén**

**Septiembre de 2014**



## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>MÉTODOS</b> .....	<b>1</b>
2.1	MONITOREO DE PUNTOS DE CALOR .....	1
2.2	MONITOREO DEL CLIMA .....	1
2.3	CICATRICES DE FUEGO.....	2
<b>3</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>3</b>
3.1	MONITOREO DE PUNTOS DE CALOR .....	3
3.2	MONITOREO DEL CLIMA .....	4
3.3	CICATRICES DE FUEGO.....	6
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>10</b>

## LISTADO DE TABLAS

<b>TABLA 01. PUNTOS DE CALOR POR TEMPORADA EN EL PERIODO 2008-2014 POR UNIDAD DE MANEJO EN LA RBM</b> .....	<b>4</b>
<b>TABLA 02. SENSORES Y FECHAS DE DATOS DE LAS IMÁGENES USADAS PARA LA EVALUACIÓN DE CICATRIZ DE FUEGO EN LA TEMPORADA 2014</b> .....	<b>7</b>
<b>TABLA 03. ÁREAS ESTIMADAS DE CICATRIZ DE FUEGO EN BOSQUES, HUMEDALES Y SABANAS EN LA RBM PARA LA TEMPORADA 2014</b> .....	<b>8</b>

## LISTADO DE FIGURAS

<b>FIGURA 01. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESAMIENTO DE DATOS PARA ESTIMAR LA EXTENSIÓN DE CICATRICES DE FUEGO</b> .....	<b>2</b>
<b>FIGURA 02. PUNTOS DE CALOR EN LA TEMPORADA DE INCENDIOS 2014 (01 DE ENERO A 31 DE MAYO) EN LA RBM</b> .....	<b>3</b>
<b>FIGURA 03. ÍNDICE OCEÁNICO DEL NIÑO Y PUNTOS DE CALOR EN PETÉN 2002-2013</b> .....	<b>5</b>
<b>FIGURA 04. PRECIPITACIÓN ACUMULADA PROMEDIO EN LAS ESTACIONES DEL INSIVUMEH BETHEL, CHACHACLUN, FLORES, MACTUN, Y TIKAL ENTRE EL 01 DE ENERO Y EL 31 DE MAYO DE LOS AÑOS ENTRE 2003 Y 2014</b> .....	<b>6</b>
<b>FIGURA 05. ESQUEMA DE UTILIZACIÓN DE DATOS DE SENSORES REMOTOS POR FECHA PARA LA EVALUACIÓN DE CICATRIZ DE FUEGO EN LA TEMPORADA 2014</b> .....	<b>6</b>
<b>FIGURA 06. CICATRIZ DE FUEGO ESTIMADA PARA LA TEMPORADA 2014 EN LA RBM</b> .....	<b>7</b>
<b>FIGURA 07. FOTOGRAFÍAS SELECTAS DE LA TEMPORADA DE INCENDIOS 2014 (SOBREVUELOS FACILITADOS POR LIGHTHAWK)</b> .....	<b>9</b>

## 1 INTRODUCCIÓN

Este documento resume los resultados del monitoreo de incendios para la temporada 2014 en la Reserva de Biosfera Maya (RBM). El objetivo principal de este documento es el de generar información sobre la cual basar decisiones de manejo en la RBM

Se ha mantenido consistencia metodológica con evaluaciones anteriores que se han realizado para temporadas pasadas.

Los hallazgos principales de este reporte incluyen:

- Se registró una reducción en el número de puntos de calor reportándose el valor más bajo de los últimos 7 años. Los valores históricos y de la presente temporada son 2008 = 3070, 2009 = 4001, 2010 = 2145, 2011 = 2228, 2012 = 1690, 2013 = 2915 y 2014 = 1122.
- En cuanto a la estimación de la cicatriz de fuego, derivada del análisis de datos de sensores remotos de mediana resolución, se estimó que fueron afectados por el fuego 1750 ha de bosque y 7207 ha de humedales y sabanas, en conjunto 8957 ha.

Este trabajo fue realizado por el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) y la Wildlife Conservation Society (WCS) con el apoyo financiero de USAID a través del programa Clima, Naturaleza y Comunidades (CNCG), implementado por un consorcio liderado por Rainforest Alliance.

## 2 MÉTODOS

### 2.1 Monitoreo de puntos de calor

Datos de puntos de calor fueron obtenidos del sitio web del Fire Information for Resource Management System<sup>1</sup>. Los datos de puntos de calor son procesados usando el algoritmo estándar MOD14/MYD14 Fire and Thermal Anomalies que es descrito en detalle por Giglio et al (2003). Los datos son procesados directamente en las fuentes consultadas y luego son incorporados a una base de datos de puntos de calor que cubre el territorio de Guatemala.

La base de datos compilada es usada entonces para generar productos diversos usados para monitoreo en tiempo casi real (durante el transcurso de la temporada de incendios) y al final de la temporada para sintetizar lo que ocurrió durante la misma y compararla con temporadas previas. Estos productos incluyen mapas, gráficos, animaciones, etc. El producto principal sin embargo y objeto de comparación interanual son las estadísticas de número de ocurrencias de puntos de calor por unidad de manejo por temporada. Para las comparaciones hechas en este informe se usa como temporada el periodo que ocurre entre el 01 de Enero y el 31 de Mayo de cada año.

### 2.2 Monitoreo del clima

Datos de Índice Oceánico del Niño (ONI) son obtenidos del Climate Prediction Center de NOAA<sup>2</sup> y una base de datos histórica de comportamiento de ONI se actualiza periódicamente, pero principalmente antes del inicio de la temporada de incendios (Noviembre - Febrero) con el propósito de determinar la ocurrencia de eventos del Niño, la Niña o la prevalencia de condiciones neutrales. Esta información es usada como un predictor de mediano plazo de la severidad de la temporada de incendios. La presencia de eventos del Niño en el pasado ha coincidido con temporadas de incendios muy severas (principalmente 1998, 2003 y 2005)

---

<sup>1</sup> NASA FIRMS, 2012. MODIS Hotspot / Active Fire Detections. Data set. Available on-line [<http://earthdata.nasa.gov/firms>].

<sup>2</sup> [http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/enso\\_advisory/](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/)

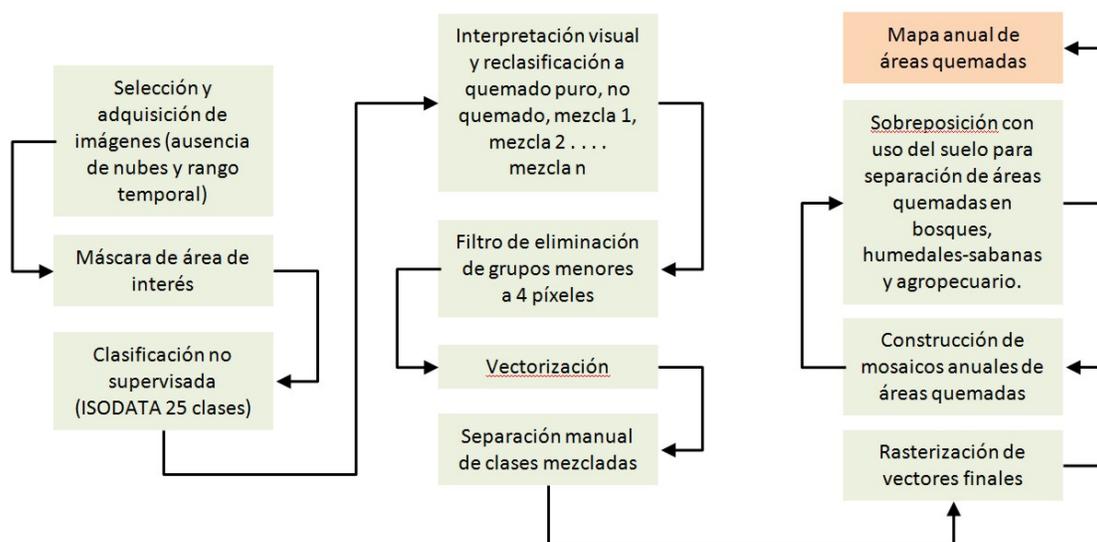
dada la influencia que estos eventos parecen tener sobre la precipitación durante los meses de temporada seca.

Registros de observaciones de estaciones meteorológicas son obtenidos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) mediante los cuales se analiza principalmente la precipitación y su comportamiento en los meses previos y durante la temporada de incendios. Los registros son convertidos en gráficos sintéticos que permiten visualizar el comportamiento acumulativo de la precipitación y comparar este comportamiento con lo ocurrido en las temporadas pasadas de incendios.

Finalmente y también durante la temporada y con propósitos de reporte semanal se compilan productos gráficos de pronóstico de precipitación y temperatura máxima obtenidos del Climate Prediction Center-National Weather Service de la NOAA<sup>3</sup>. Estos productos son incluidos dentro de informes de situación producidos semanalmente con mapas de pronóstico a 7 días, lo que permite planificar con anticipación las tareas de control de incendios.

### 2.3 Cicatrices de fuego

Cicatrices de fuego fueron producidas usando imágenes de Landsat 8 como insumo primario. La figura 01 muestra el diagrama de flujo del procesamiento de estos datos para obtener estimados de áreas afectadas por fuego.



**Figura 01. Diagrama de flujo de procesamiento de datos para estimar la extensión de cicatrices de fuego**

Las imágenes más apropiadas para el análisis son seleccionadas usando los criterios de ausencia de nubes y cercanía a la fecha final típica de la temporada de incendios (entre Abril y Junio). Las imágenes seleccionadas son enmascaradas para analizar solo el área de interés y luego se efectúa una clasificación no supervisada con el algoritmo Isodata para producir 25 clases. Usando interpretación visual las imágenes son reclasificadas bajo el siguiente esquema:

- Quemado puro (sin píxeles confusos)
- No quemado puro (sin píxeles confusos)
- Mezcla 1, 2, . . . n (clases donde áreas quemadas y no quemadas se mezclaron)

<sup>3</sup> Obtenidos del sitio web [http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/african\\_desk/cpc\\_intl/camerica/camerica.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/african_desk/cpc_intl/camerica/camerica.shtml)



**Tabla 01. Puntos de calor por temporada en el periodo 2008-2014 por unidad de manejo en la RBM**

Código	Unidad de manejo	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
ZAM01	Zona de Amortiguamiento	1049	1344	742	888	681	1102	401
ZNE01	Biotopo Cerro Cahuí	0	0	0	0	0	0	0
ZNE02	Biotopo Naachtún - Dos Lagunas	0	0	0	0	0	0	0
ZNE03	Biotopo San Miguel la Palotada - El Zotz	3	20	3	7	1	4	0
ZNE04	Área Cultural El Pilar	0	1	0	0	0	0	0
ZNE05	Parque Nacional Mirador - Río Azul	0	0	0	0	0	1	0
ZNE06	Parque Nacional Tikal	0	0	0	1	0	0	1
ZNE07	Parque Nacional Yaxhá Nakúm Naranjo	3	1	4	10	2	6	3
ZNE08	Reserva Municipal Bioitzá	1	0	0	1	1	0	1
ZNW01	Biotopo Laguna del Tigre - Río Escondido	111	191	178	100	106	123	80
ZNW02	Parque Nacional Laguna del Tigre	999	1218	747	475	388	795	306
ZNW03	Parque Nacional Sierra del Lacandón	362	532	182	295	225	456	153
ZUMC01	Concesión Comunitaria Carmelita	3	4	1	3	0	3	0
ZUMC02	Concesión Comunitaria Chosquitán	0	0	0	0	0	0	0
ZUMC03	Concesión Comunitaria Cruce a la Colorada	34	21	9	23	1	18	13
ZUMC04	Concesión Comunitaria La Colorada	45	95	3	10	1	7	3
ZUMC05	Concesión Comunitaria La Pasadita	70	73	28	49	33	44	16
ZUMC06	Concesión Comunitaria La Unión	0	0	0	0	0	0	0
ZUMC07	Concesión Comunitaria Las Ventanas	0	0	0	0	0	0	0
ZUMC08	Concesión Comunitaria Rio Chanchich	0	0	0	0	0	0	0
ZUMC09	Concesión Comunitaria San Andrés I	0	3	0	0	0	0	0
ZUMC10	Concesión Comunitaria San Miguel	17	26	4	34	2	6	5
ZUMC11	Concesión Comunitaria Uaxactún	7	6	6	6	8	3	7
ZUMC12	Concesión Comunitaria Yaloch	1	0	0	2	1	3	0
ZUMC13	Concesión Industrial La Gloria	0	0	0	0	0	0	0
ZUMC14	Concesión Industrial Paxbán	2	2	1	2	2	1	1
ZUMNC01	El Lechugal	0	0	0	0	0	0	0
ZUMNC02	Corredor Biológico Laguna del Tigre - Sierra del Lacandón	17	17	13	19	27	21	7
ZUMNC03	Corredor Biológico Mirador Río Azul - Laguna del Tigre	4	22	0	1	0	1	0
ZUMNC04	Corredor Biológico Mirador Río Azul - Tikal Yaxha	0	0	0	0	0	0	0
ZUMNC05	Polígono Comunitario Cruce Dos Aguadas	72	76	23	79	39	52	35
ZUMNC06	Polígono Comunitario Santa Rosita	45	32	32	30	25	28	5
ZUMNC08	Zona de Uso Especial Ruta a Melchor de Mencos	86	64	84	105	58	125	26
ZUMNC09	Zona de Uso Especial San Miguel la Palotada - Tikal	2	4	0	0	2	1	0
ZUMNC10	Zona de Uso Especial PNLT Norte	124	173	75	75	68	95	38
ZUMNC11	Zona de Uso Especial PNLT Oeste	8	60	10	13	19	20	21
ZUMNC12	Zona de Uso Múltiple ZUM Sur Central	5	16	0	0	0	0	0
	TOTAL	3070	4001	2145	2228	1690	2915	1122

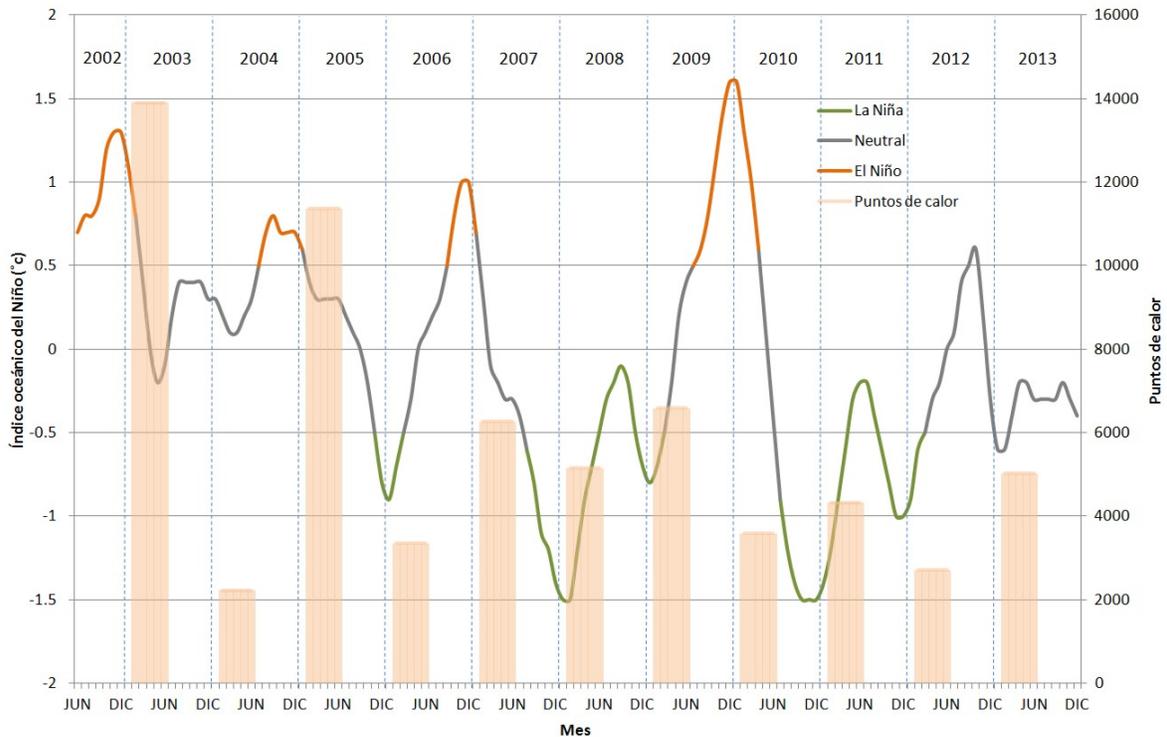
### 3.2 Monitoreo del clima

Datos de Índice Oceánico del Niño (ONI) fueron obtenidos del Climate Prediction Center de NOAA con el propósito de examinar la evaluación de eventos del Niño/Niña o la prevalencia de condiciones neutrales y con eso anticipar una perspectiva general sobre la temporada de incendios 2014. Los datos fueron compilados en una gráfica que permite visualizar la relación entre el valor de ONI junto a número de puntos de calor por temporada de incendios (para todo Petén) entre 2002 y 2013. De esta gráfica y de un análisis que mostró una correlación moderada ( $r^2 = 0.24$ ) entre el valor de ONI (Mayo a Diciembre) y el número de puntos de calor para el periodo 2003-2013 se estimó anticipadamente un pronóstico de 4975<sup>4</sup> puntos de calor para la temporada 2014 y se emitió la siguiente opinión en el primer informe semanal de la temporada de incendios:

<sup>4</sup> Esta estimación fue mucho mayor que el valor final de puntos de calor que se fijó en 1122 puntos de calor durante la temporada

" Se pronostica que la temporada seca 2014 tendrá valores de temperatura normales y con la información actualmente disponible permite especular que la temporada 2014 puede tener una intensidad promedio.."

La gráfica mencionada se muestra en la figura 03.



**Figura 03. Índice oceánico del Niño y puntos de calor en Petén 2002-2013**

Usando datos del INSIVUMEH para cinco estaciones dentro de la RBM (Bethel, Chachaclun, Flores, Mactun, y Tikal) fue compilada una base de datos de precipitación acumulada con el fin de apoyar el combate y prevención de incendios.

La base de datos promedia los valores diarios de precipitación y luego los acumula para compararlos interanualmente, lo que también permite comparar los valores acumulados de años anteriores con la gravedad de las temporadas de incendios.

Al final de la temporada 2014 se acumuló el cuarto valor más alto del periodo 2003-2014. El monitoreo de la precipitación acumulada permitió sugerir un descenso en el nivel de riesgo a mediados de Mayo, cuando las precipitaciones se volvieron más frecuentes e intensas y recomendar textualmente en el informe de 15 de Mayo de 2014:

" Se recomienda, en el corto plazo, mantener el nivel de alerta en **bajo** con base en las condiciones climáticas registradas la semana anterior, así como el pronóstico para los próximos siete días"

La gráfica de precipitación acumulada se muestra en la figura 04.

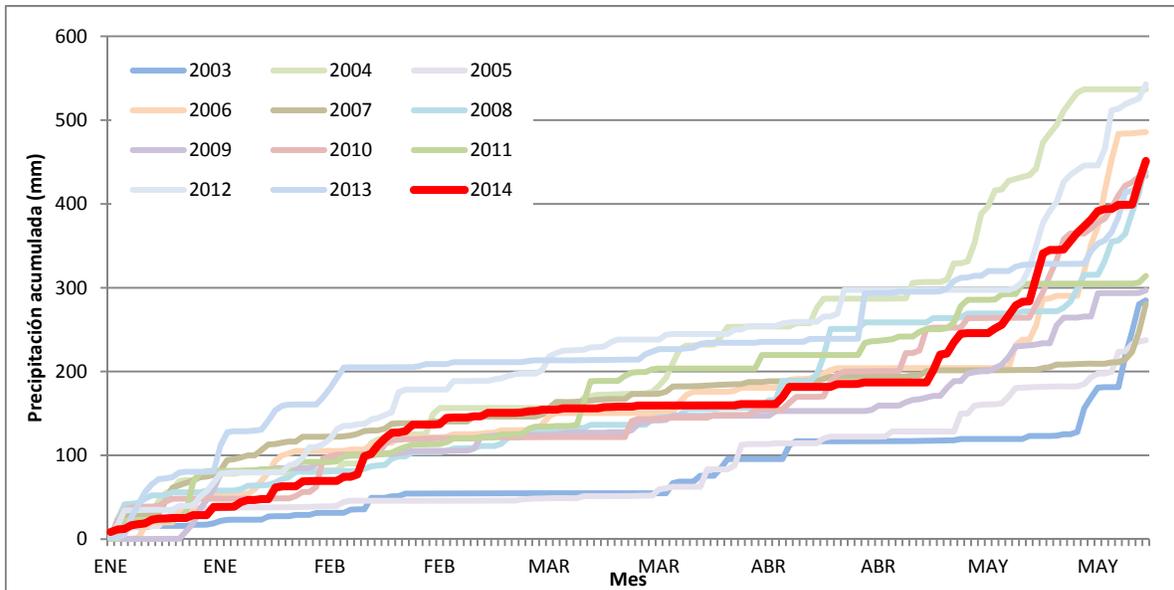


Figura 04. Precipitación acumulada promedio en las estaciones del INSIVUMEH Bethel, Chachaclun, Flores, Mactun, y Tikal entre el 01 de Enero y el 31 de Mayo de los años entre 2003 y 2014

### 3.3 Cicatrices de fuego

Fue estimada la extensión de la cicatriz de fuego para la temporada 2014 usando datos de Landsat 8 (tres imágenes) Un esquema de como fueron utilizados los distintos sensores y el listado y fecha de los mismos puede verse en la figura 05 y la tabla 02.

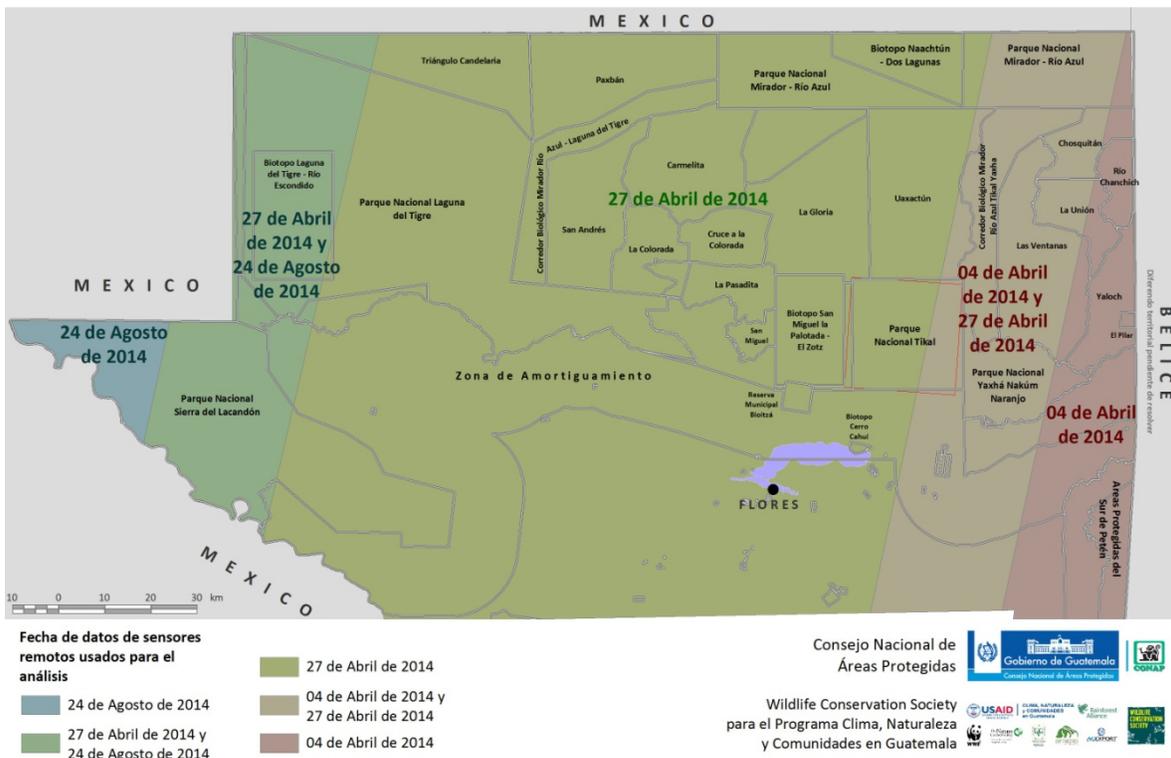
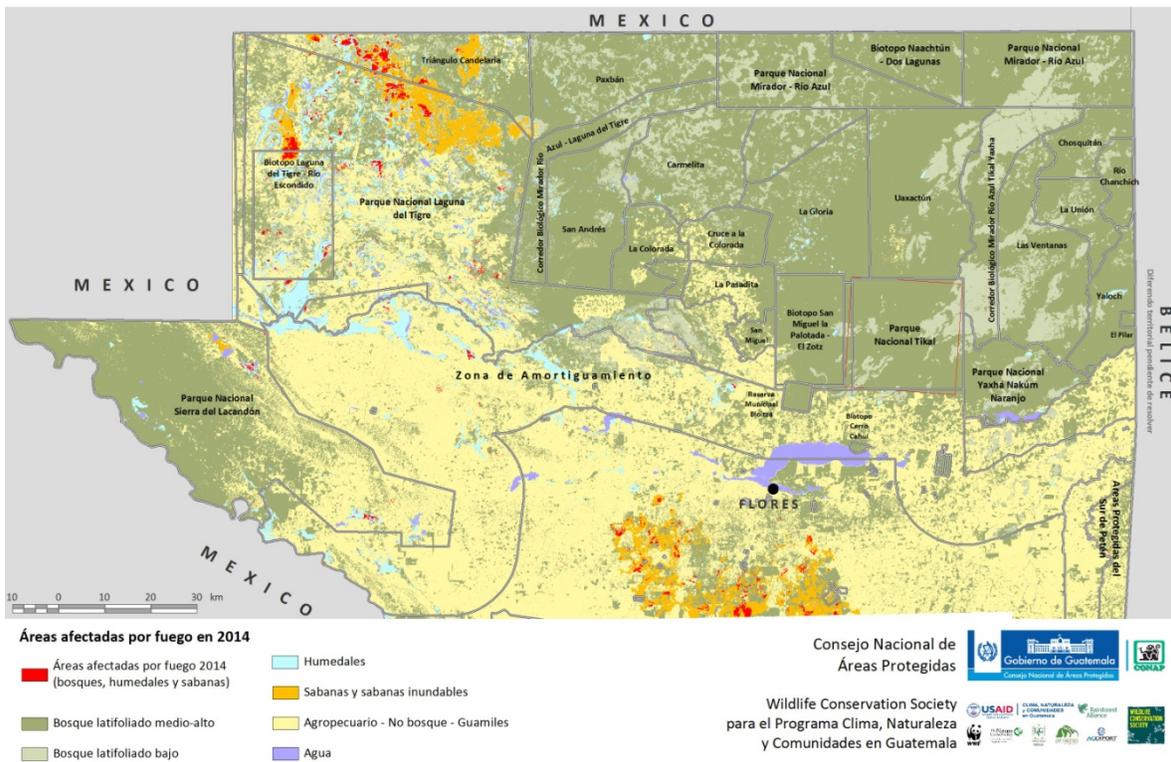


Figura 05. Esquema de utilización de datos de sensores remotos por fecha para la evaluación de cicatriz de fuego en la temporada 2014

**Tabla 02. Sensores y fechas de datos de las imágenes usadas para la evaluación de cicatriz de fuego en la temporada 2014**

Area de análisis	Sensor	Fecha
Area 01	Landsat 8	24 de Agosto de 2014
Area 02	Landsat 8	27 de Abril y 24 de Agosto de 2014
Area 03	Landsat 8	27 de Abril de 2014
Area 04	Landsat 8	04 de Abril y 27 de Abril de 2014
Area 05	Landsat 8	04 de Abril de 2014

La figura 06 muestra la síntesis de resultados de la estimación de la extensión de la cicatriz de fuego.



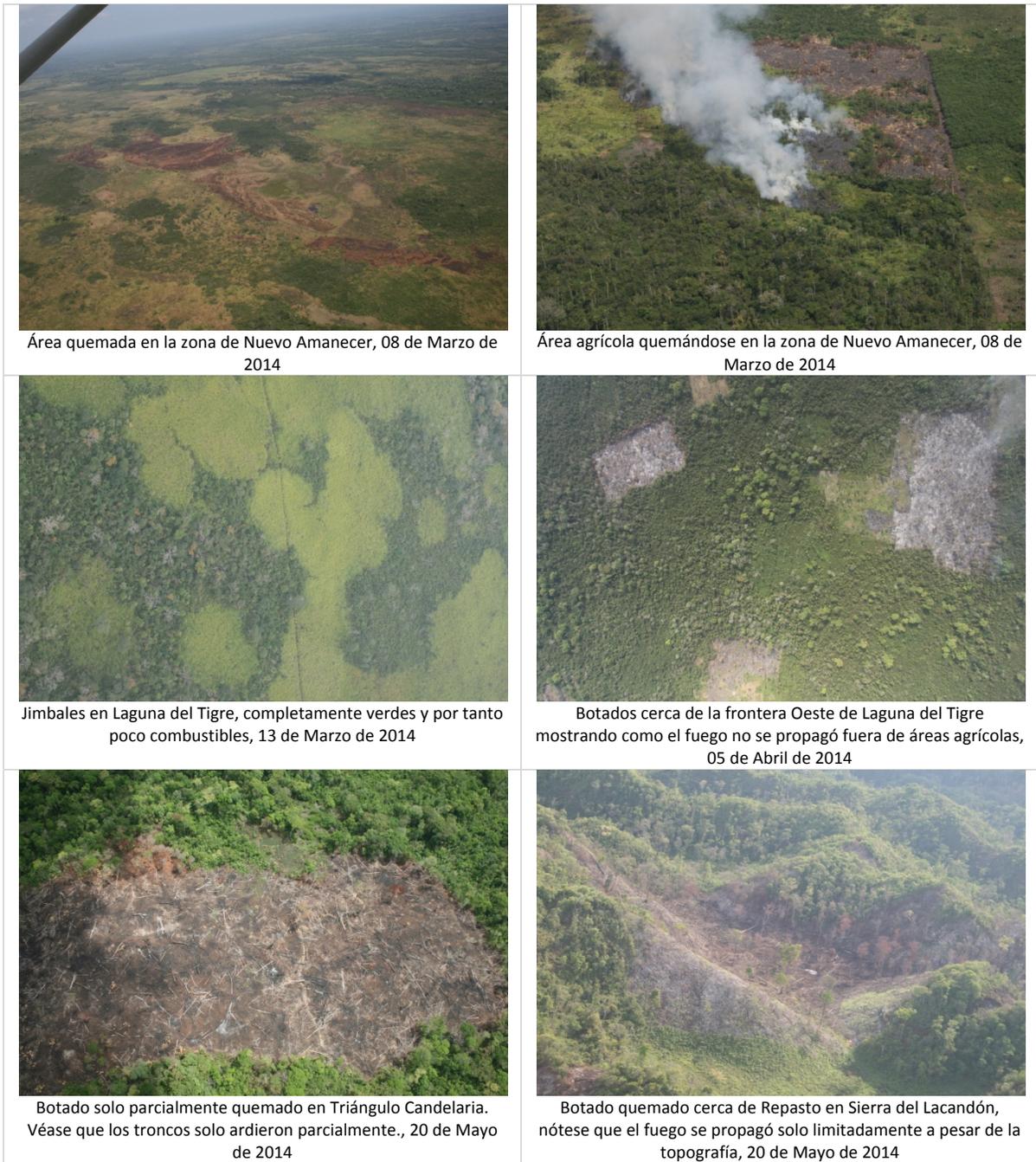
**Figura 06. Cicatriz de fuego estimada para la temporada 2014 en la RBM**

Se estimó que fueron afectados por el fuego 1750 ha de bosque y 7207 ha de humedales y sabanas, en conjunto 8957 ha. Solo dos unidades de manejo reportaron valores de área afectados por el fuego superiores a 1000 ha, el Parque Nacional Laguna del Tigre (4234 ha) y el Triángulo Candelaria (2420 ha). Detalles adicionales y una comparación con los valores registrados en 2011-2013 se muestran en la tabla 03 a continuación. Los valores presentados serán recalculados una vez sea aprobada la nueva versión de Plan Maestro de la RBM.

**Tabla 03. Áreas estimadas de cicatriz de fuego en bosques, humedales y sabanas en la RBM para la temporada 2014**

Código	Unidad de manejo	2011		2012		2013		2014	
		Bosques	Hum/Sab	Bosques	Hum/Sab	Bosques	Hum/Sab	Bosques	Hum/Sab
ZAM01	Zona de Amortiguamiento	4855	917	4971	1218	6214	4035	370	321
ZNE01	Biotopo Cerro Cahuí	0	0	0	0	0	0	0	0
ZNE02	Biotopo Naachtún - Dos Lagunas	0	0	1	0	0	0	0	0
ZNE03	Biotopo San Miguel la Palotada - El Zotz	262	0	16	2	17	0	1	0
ZNE04	Área Cultural El Pilar	0	0	0	0	0	0	0	0
ZNE05	Parque Nacional Mirador - Río Azul	0	0	15	0	0	0	0	0
ZNE06	Parque Nacional Tikal	0	0	1	1	0	0	0	0
ZNE07	Parque Nacional Yaxhá Nakúm Naranjo	0	3	4	0	21	32	0	6
ZNE08	Reserva Municipal Bioitzá	20	0	8	0	0	0	0	0
ZNW01	Biotopo Laguna del Tigre - Río Escondido	1999	1305	2465	1587	1559	2381	225	670
ZNW02	Parque Nacional Laguna del Tigre	10159	14302	5059	8494	9465	18064	838	3396
ZNW03	Parque Nacional Sierra del Lacandón	3294	782	3225	753	7221	1261	154	394
ZUMC01	Concesión Comunitaria Carmelita	20	0	12	2	18	10	0	0
ZUMC02	Concesión Comunitaria Chosquitán	0	0	0	0	0	0	0	0
ZUMC03	Concesión Comunitaria Cruce a la Colorada	79	6	41	6	38	2	9	3
ZUMC04	Concesión Comunitaria La Colorada	2	0	5	0	9	1	1	0
ZUMC05	Concesión Comunitaria La Pasadita	471	7	182	1	88	1	6	1
ZUMC06	Concesión Comunitaria La Unión	0	0	0	0	0	0	0	0
ZUMC07	Concesión Comunitaria Las Ventanas	0	0	0	0	0	0	0	0
ZUMC08	Concesión Comunitaria Río Chanchich	0	0	0	0	0	0	0	0
ZUMC09	Concesión Comunitaria San Andrés I	0	0	0	0	0	0	0	0
ZUMC10	Concesión Comunitaria San Miguel	256	0	46	0	37	0	0	0
ZUMC11	Concesión Comunitaria Uaxactún	7	0	40	4	11	0	0	0
ZUMC12	Concesión Comunitaria Yaloch	0	0	0	0	192	0	0	0
ZUMC13	Concesión Industrial La Gloria	0	0	0	0	0	0	0	0
ZUMC14	Concesión Industrial Paxbán	14	0	24	1	8	1	0	0
ZUMNC01	El Lechugal	0	0	0	0	0	0	0	0
ZUMNC02	Corredor Biológico Laguna del Tigre - Sierra del Lacandón	126	17	104	19	73	89	2	0
ZUMNC03	Corredor Biológico Mirador Río Azul - Laguna del Tigre	0	0	0	0	536	20	0	0
ZUMNC04	Corredor Biológico Mirador Río Azul - Tikal Yaxha	0	0	18	0	0	0	0	0
ZUMNC05	Polígono Comunitario Cruce Dos Aguadas	909	24	182	1	271	20	14	1
ZUMNC06	Polígono Comunitario Santa Rosita	96	132	196	18	166	346	4	47
ZUMNC08	Zona de Uso Especial Ruta a Melchor de Mencos	120	3	141	0	473	3	1	23
ZUMNC09	Zona de Uso Especial San Miguel la Palotada - Tikal	5	0	5	0	3	0	0	0
ZUMNC10	Zona de Uso Especial PNLT Norte	615	3312	840	5754	1581	6004	102	2318
ZUMNC11	Zona de Uso Especial PNLT Oeste	299	25	125	30	139	79	21	27
ZUMNC12	Zona de Uso Múltiple ZUM Sur Central	0	0	1	0	1	0	0	0
	<b>TOTAL</b>	<b>23608</b>	<b>20834</b>	<b>17726</b>	<b>17891</b>	<b>28141</b>	<b>32348</b>	<b>1750</b>	<b>7207</b>

Es estima que los resultados de la temporada 2014 están en parte determinados por la intensidad y la frecuencia de precipitaciones. En cuanto a la intensidad, se ha indicado anteriormente que el valor acumulado fue el cuarto más alto del periodo 2003-2014, pero la frecuencia y distribución a lo largo de la temporada impidió que se establecieran condiciones para la propagación del fuego fuera de áreas agropecuarias. También debe mencionarse que la estación lluviosa 2013 fue la más copiosa de los últimos 11 años, lo que también debe haber afectado el nivel de riesgo de propagación de fuego y mantenido los suelos y combustibles húmedos durante la temporada seca 2014. Algunos de estos aspectos se ilustran en la figura 07 a través de fotografías aéreas.



**Figura 07. Fotografías selectas de la temporada de incendios 2014 (sobrevuelos facilitados por Lighthawk)**

#### **4 CONCLUSIONES**

- Se registró una reducción en el número de puntos de calor reportándose el valor más bajo de los últimos 7 años.
- Los valores históricos y de la presente temporada son 2008 = 3070, 2009 = 4001, 2010 = 2145, 2011 = 2228, 2012 = 1690, 2013 = 2915 y 2014 = 1122.
- Las unidades de manejo con más puntos de calor registrados son la Zona de Amortiguamiento (401), seguida del Parque Nacional Laguna del Tigre (305), el Parque Nacional Sierra del Lacandón (153) y el Biotopo Laguna del Tigre Río Escondido (80).
- La distribución y cantidad de precipitación pudieron haber contribuido a que el registro fuera el más bajo en los últimos 7 años.
- Se estimó que fueron afectados por el fuego 1750 ha de bosque y 7207 ha de humedales y sabanas, en conjunto 8957 ha.
- Solo dos unidades de manejo reportaron valores de área afectados por el fuego superiores a 1000 ha, el Parque Nacional Laguna del Tigre (4234 ha) y el Triángulo Candelaria (2420 ha).

#### **5 BIBLIOGRAFIA**

CONAP-WCS. 2012. Apoyo al desarrollo de una línea base para la región subnacional de Tierras Bajas del Norte de Guatemala. Wildlife Conservation Society, Consejo Nacional de Áreas Protegidas. 47 p.

Giglio, L., Desclotres, J., Justice, D., Kaufman, K. 2003. An Enhanced Contextual Fire Detection Algorithm for MODIS. *Remote Sensing of Environment*, 87 (273-282)