



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA

EVALUACIÓN DE INCENDIOS FORESTALES EN ÁREAS
NATURALES PROTEGIDAS DE MÉXICO UTILIZANDO EL
SISTEMA INTEGRAL CON RESPUESTA DE CALIDAD
SIRCA IF

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
B I Ó L O G O
P R E S E N T A:
MARIO GONZÁLEZ ARANDA

DIRECTOR DE TESIS: M. en C. RAMIRO RÍOS GÓMEZ
ASESOR: ING. MIGUEL ÁNGEL GALVÁN TIRADO

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN EN SISTEMÁTICA VEGETAL
Y SUELO



MÉXICO, D.F.

JUNIO 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

I. Resumen

II. Introducción

III. Justificación

IV. Objetivo general

V. Objetivos específicos

4.1 El fuego en el ecosistema

4.2 Puntos de calor CONABIO

4.3 Determinación de las áreas de riesgos a incendios

4.4 Evaluación de combustibles y su disponibilidad en incendios forestales

4.5 Simulación del comportamiento del fuego

4.6 Antecedente del Sistema Integral de Respuesta con Calidad (SIRCA IF)

4.7 La Áreas Naturales Protegidas en México

4.8 Prioridades de investigación en Manejo del Fuego en México

4.9 Modelaje espacial de la influencia de combustibles forestales sobre la regeneración natural de un bosque perturbado

4.10 Efecto de las quemas prescritas sobre algunas características del suelo en un rodal de pino

V. Justificación

VI. Objetivo general

VII. Objetivos específicos

VIII. Material y métodos

8.1 Tema 1 Elaboración del sistema y base de datos SIRCA incendios forestales (S-IF)

8.2 Sección inicio

8.3 Sección incendio

8.4 Sección capacidad

8.5 Sección Mis datos

8.6 Cerrar sesión

8.7 Tema 2 Análisis de información (Catálogo de datos)

IX. Resultados

9.1 Estadística de Incendios Forestales

9.2 Registro de Incendios y Puntos de Calor en la temporada 2012-2013

9.3 Superficie afectada

9.4 Estratos de vegetación afectada

9.5 Tipos de Vegetación

9.6 Registro de Puntos de Calor en Áreas Voluntariamente Destinadas a la Conservación, Sitios RAMSAR y Regiones Prioritarias de Conservación

9.7 Causas

9.8 Estratos

9.9 Impactos

9.10 Tipo de incendio

9.11 Vegetación afectada

9.12 Zona afectada

9.13 Personal participante

9.14 Recurso financiero

9.15 Recursos materiales

X. Discusión

XI. Conclusiones

XII. Contribución y relevancia

XIII. Glosario

XIV. Referencias

Lista de cuadros y figuras

Cuadro 1. Áreas Naturales Protegidas clasificadas por categoría y superficie

Cuadro 2. Áreas Naturales Protegidas vulnerables a incendios forestales

Cuadro 3. Estadísticas de incendios forestales por Región temporada 2013

Cuadro 4. Puntos de Calor en otras modalidades de conservación

Cuadro 5. Equipo utilizado en la temporada 2012-2013

Figura 1. Mapa de las Áreas Naturales Protegidas de México

Figura 2. Diagrama conceptual propuesto en SIRCA

Figura 3. Inicio de sesión

Figura 4. Estadísticas de incendios activos registrados en SIRCA

Figura 5. Sección de registro y búsqueda de incendios

Figura 6. Sistema de Información Geográfica dinámico incluido en la aplicación

Figura 7. Entidades federativas registradas

Figura 8. Superficie afectada por estratos

Figura 9. Puntos de Calor en Sitios RAMSAR

Figura 10. Causas en región Golfo de México y Planicie Costera

Figura 11. Causas en región Frontera Sur istmo y Pacífico Sur

Figura 12. Causas en región Occidente y Pacífico Centro

Figura 13. Causas en región Península de Yucatán y Caribe Mexicano

Figura 14. Causas en región Noroeste y Alto Golfo de California

Figura 15. Superficie por estratos

Figura 16. Comparación de estratos por región CONANP

Figura 17. Impactos en región Centro y Eje Neovolcánico

Figura 18. Impactos en región Occidente y Pacífico Centro

Figura 19. Tipo de vegetación afectada en región Centro y Eje Neovolcánico

Figura 20. Tipo de vegetación afectada en región Noroeste y Alto Golfo de California

Figura 21. Zona de conservación Golfo de México y Planicie Costera

Figura 22. Personal participante por región CONANP

Figura 23. Personal Participante

Figura 24. Recursos financieros por Dirección Regional

Figura 25. Recursos financieros en región Noroeste y Alto Golfo de California

Figura 27. Incendios registrados por regional en temporada 2008-2009

Figura 28. Incendios registrados por regional en temporada 2009-2010

Figura 29. Incendios registrados por regional en temporada 2010-2011

Figura 30. Incendios registrados por regional en temporada 2011-2012

Figura 31. Incendios registrados por regional en temporada 2012-2013

EVALUACIÓN DE INCENDIOS FORESTALES EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE MÉXICO, APLICANDO EL SISTEMA INTEGRAL DE RESPUESTA CON CALIDAD (SIRCA-IF).

I. RESÚMEN

La presente investigación tuvo como propósito principal identificar la actividad del fuego en Áreas Naturales Protegidas, sobre todo las áreas con mayor vulnerabilidad de incendios forestales.

En el marco de esta investigación, se actualizó la aplicación web SIRCA IF, para la captura de las variables que determinan las causas e impactos de los incendios forestales en las Áreas Naturales Protegidas, con el propósito de construir una base de datos, obteniendo los índices con información que permitirá conocer las características que representaron los incendios forestales en la temporada 2012-2013 mismos que fueron graficados y cartografiados, para conocer la ubicación y vulnerabilidad a la presencia de contingencias ambientales, es decir incendios forestales.

Los componentes que determinaron el peligro fueron: causas, tipo de vegetación y carga de combustibles; el índice meteorológico fue definido utilizando las variables, temperatura máxima y precipitación total. El componente adicional se representó por factores socioeconómicos, evaluados de forma indirecta a través de rasgos geográficos y actividad agrícola presente que dieron lugar al índice de causa.

La resolución temporal de la actividad de incendios fue a nivel mensual, se obtuvieron un total de 9 gráficas que representan la actividad y presencia de incendios forestales, uno para cada mes de año donde fue integrada la evaluación de los componentes antes mencionados.

Las áreas con mayor vulnerabilidad o peligro de presencia de incendios forestales descontrolados se deben a la actividad humana, principalmente cambios de uso de suelo y actividades agropecuarias, estas últimas implican un valor económico muy importante en el que será necesario integrar como meta la cultura de conservación.

II. INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

Preámbulo

La necesidad de tener control sobre el fuego, es tan antigua como el descubrimiento del mismo. En particular, puede resultar un factor altamente peligroso en la ecología de su entorno, con impactos altamente masivos. Igualmente es un riesgo potencial en la estructura ambiental, social, cultural y principalmente en las necesidades vitales. Sin embargo, con el paso del tiempo y el desarrollo de las capacidades intelectuales del hombre se tomó conciencia de la importancia de la existencia del fuego como parte de los ecosistemas forestales, lo cual fue respaldado con el apoyo del conocimiento científico. Fue así, como se ha estado desarrollando continuamente el concepto de manejo del fuego, en el cual tienen especial importancia del clima y las condiciones atmosféricas por su característica mutabilidad. No obstante lo anterior, a pesar de las variables cambiantes el objetivo de manejo del fuego permite considerar una serie de variables dinámicas que a pesar de su dinamismo son útiles e importantes debido a su objetivo común.

Introducción

Los incendios son uno de los factores de perturbación más comunes y que afectan mayores extensiones de los ecosistemas terrestres alrededor del mundo. Las tendencias observadas de incremento en el número de incendios, superficie afectada y severidad de los efectos del fuego, han puesto la cuestión en primera línea dentro de la conservación, especialmente en México a partir de los años críticos de 1997 a 1998 hasta hoy en día, en el contexto del cambio climático global (JARDEL 2006).

Esta situación no es la excepción; de acuerdo con las condiciones climáticas y meteorológicas, cada año se presentan incendios forestales de diversas magnitudes. De 1970 a 2010 han ocurrido en promedio unos 7 000 incendios forestales por año, afectándose en promedio unas 221 179 hectáreas (CONABIO 2010).

El manejo del fuego constituye, sin lugar a dudas, un tema importante y controversial en la conservación biológica y el manejo tanto de las áreas naturales protegidas como de los bosques de producción. Los incendios forestales han contribuido en todo el mundo al deterioro de los recursos naturales, así como pérdidas no sólo económicas (directas o indirectas), sino también, de vidas humanas.

Las causas de los incendios forestales en México son atribuibles principalmente a las actividades humanas (98% del total nacional) y el resto se debe a causas naturales derivadas de fenómenos como descargas eléctricas o erupción de volcanes. Para el 2019 se calcula que las actividades agropecuarias representarán 41% de causas de los incendios forestales; le siguen las causas desconocidas con 13%, fumadores con 12%, fogatas 11%, y el resto 13% por conflictos entre dueños y/o poseedores (CONABIO 2010).

En el caso de México, el fuego es un fenómeno frecuente en las Áreas Naturales Protegidas, tales como Parques Nacionales y Reservas de la Biosfera, especialmente en aquellas que se encuentran en las zonas de montaña. Hay una tendencia a considerar a los incendios forestales como una de las mayores amenazas sobre los bosques y a asociarlos con la deforestación, ya que el fuego es utilizado como una herramienta para el desmonte y la conversión de bosques y selvas a terrenos de cultivo agrícola o pastizales para la ganadería (FAO 2007).

Sin embargo, en México la mayor parte de la cubierta boscosa se mantiene a pesar de sufrir incendios frecuentes y muchas de las consideraciones sobre los impactos negativos de los incendios forestales se basan en observaciones generales y conjeturas sobre el papel de los incendios en la degradación de la cubierta forestal y los suelos, por lo cual es necesario un análisis más profundo del problema (CONABIO 2008).

Partiendo de la percepción generalizada del papel negativo del fuego en las áreas naturales protegidas, que prevalece tanto entre la opinión pública como entre los responsables de la gestión de los bosques y las áreas protegidas, la prevención, combate y supresión constituyen el enfoque dominante en relación con los incendios forestales, tanto en México como en otros países del mundo (JARDEL 2010).

Sí bien el fuego puede ser un factor de deterioro de los bosques, la investigación ecológica alrededor del mundo ha demostrado que este factor, originado ya sea por causas cualquiera que se naturales, como tormentas eléctricas, o humanas, como las quemadas agrícolas y otros usos históricos del fuego; es y ha sido un proceso ecológico que ha estado presente en la dinámica de los ecosistemas forestales y en el ambiente evolutivo de su biota por millones de años (JARDEL 2010).

Incluso en muchos ecosistemas forestales la supresión del fuego puede considerarse como una forma de alteración que genera cambios en la composición de especies, la estructura y funcionamiento de los bosques, favoreciendo la acumulación de combustibles y el aumento en la severidad de los efectos del fuego, así como el deterioro de las condiciones sanitarias de la vegetación (JARDEL 2006).

Puede decirse que tanto la falta como el exceso de fuego en los ecosistemas forestales pueden ser causas de alteración de patrones y procesos ecológicos. En cualquier caso, la investigación sobre la ecología de los incendios forestales y la experimentación con prácticas de manejo del fuego es necesaria para desarrollar conocimientos y técnicas aplicados al aprovechamiento sustentable y a la conservación y restauración de los ecosistemas forestales (CONANP 2010).

Los incendios forestales juegan un papel central en la dinámica sucesional y la regeneración de los bosques de pino, de hecho, alrededor del mundo la dominancia de los pinos está positivamente correlacionada con el fuego; las especies de *Pinus* presentan estrategias ecológicas y características de sus ciclos de vida que les permiten sobrevivir y dominar en ambientes donde el fuego es un factor ecológico frecuente. En el caso del género *Quercus*, muy característico de los bosques mexicanos, muchas especies son resistentes al fuego y prosperan en ambientes sujetos a la influencia de incendios forestales (JARDEL 2006).

Es indudable que el entendimiento del papel ecológico del fuego en los bosques mexicanos es un tema que requiere de más investigación, sin embargo, con el conocimiento actual sobre la ecología de los incendios forestales en distintos ecosistemas del mundo, junto con la experiencia práctica del manejo forestal y la conservación de áreas silvestres, se tiene evidencia de que es indispensable transitar de los enfoques convencionalmente centrados en la prevención, control y supresión de incendios forestales y la reforestación de áreas quemadas, a estrategias integrales de manejo del fuego y restauración ecológica. Además de lo anterior, hay que destacar el hecho de que una proporción importante de los incendios forestales son antropogénicos, lo cual, implica que el fuego debe ser considerado, estudiado y entendido como un fenómeno principalmente social y cultural, y que esto es fundamental para cualquier estrategia de manejo o conservación (JARDEL 2010).

En resumen, la persistencia de una alta incidencia de incendios forestales y las tendencias mundiales y nacionales al aumento de la superficie afectada y la severidad de los efectos del fuego, muestran que el enfoque de supresión debe ser reconsiderado. Es importante transitar de dicho enfoque centrado en un vago e inalcanzable objetivo de eliminación de los incendios hacia estrategias de manejo del fuego, basadas en principios ecológicos y sociales, e integradas dentro de estrategias más generales de manejo forestal, integrando objetivos de producción sustentable, conservación y restauración ecológicas.

En términos generales el fuego es el factor externo que causa más efectos a los ecosistemas. Algunos ecosistemas están adaptados al fuego y dependen de él para mantener su salud y capacidad de algunas especies para reproducirse. Sin embargo, el fuego fuera de control tiende a destruir bosques completos arrasando la vegetación y su biodiversidad, dejando suelos desnudos expuestos a la erosión del viento y el agua. Los daños de los incendios impactan tanto al paisaje, como a los cultivos y otras actividades económicas; además de contribuir de manera significativa al aumento de gases invernadero. Los incendios forestales pueden traer serios problemas de salud pública

además de poner en riesgo la sustentabilidad y las fuentes de recursos naturales (CONANP 2010).

Ecosistemas asociados al fuego

Los diversos ecosistemas responden de manera diferente al fuego, lo cual determina si este es benéfico o es nocivo según cómo, dónde, cuándo y por qué ocurra. En función del impacto que el fuego causa, los ecosistemas se han clasificado de la siguiente manera: (MYERS 2006 citado por CONANP 2010).

Ecosistemas independientes del fuego, son aquéllos en los cuales el fuego juega un papel poco significativo o nulo. Son demasiado fríos, húmedos o secos para quemarse. Ejemplos de estos ecosistemas son los desiertos, la tundra y algunos bosques lluviosos. En estos ecosistemas muchas plantas y animales no tienen la habilidad de reaparecer después de un incendio forestal. El fuego se convierte en una amenaza en estos ecosistemas, solamente si hay cambios significativos tales como cambios de uso del suelo, especies invasoras o cambio climático (MYERS 2006).

Ecosistemas dependientes del fuego, son resistentes a los fuegos recurrentes, por lo cual este elemento es esencial para su persistencia, ya que las principales especies han desarrollado adaptaciones para responder a él. Si se quita, o si se altera el régimen de fuego más allá de su rango normal de variabilidad, el ecosistema se transforma (MYERS 2006).

Ecosistemas sensibles al fuego, en estos ecosistemas el fuego no es un factor importante. El fuego está ausente debido a una carencia de vegetación o fuentes de ignición. Las especies de estas áreas no están adaptadas para responder a los incendios y la mortalidad es alta incluso cuando la intensidad del fuego es muy baja. La estructura y la composición de la vegetación tienden a inhibir la ignición y la propagación del fuego; en otras palabras, no son muy inflamables. Bajo condiciones naturales y sin perturbaciones, el fuego puede ser un evento tan raro que estos ecosistemas pueden ser considerados independientes del fuego (MYERS 2006).

Ecosistemas influidos por el fuego, esta categoría incluye tipos de vegetación que se encuentran frecuentemente en la zona de transición entre los ecosistemas dependientes del fuego y los ecosistemas sensibles al fuego o independientes del fuego, pero en última instancia puede incluir otros tipos de vegetación sobre las cuales las respuestas de las especies al fuego todavía no han sido documentadas y el papel del fuego en el mantenimiento de la biodiversidad no se reconoce. En general, éstos son ecosistemas sensibles al fuego, pero que contienen algunas especies que pueden responder positivamente a las perturbaciones del fuego, o ecosistemas que podrían subsistir sin la presencia del fuego (MYERS 2006).

III. HIPÓTESIS

Existen diversos factores de carácter biótico y abiótico que influyen en el grado de intensidad de afectación de los incendios forestales. Por tal efecto, se plantean con fines de la presente investigación las siguientes hipótesis:

- La calidad y veracidad de la información capturada influye directamente en el grado de precisión de los resultados obtenidos para una proyección.
- Las áreas con mayor registro de incendios forestales, aquellas con mayor vulnerabilidad y por efecto aptas para la elaboración e implementación de un Programa de manejo del fuego.

Con base a la literatura consultada, es necesario la migración del concepto de supresión por el de manejo del fuego, por lo que se plantea que:

- Las condiciones meteorológicas y el complejo de combustibles influyen directamente en el grado e intensidad del riesgo de incendios forestales, al conocer estos componentes se podrán tomar decisiones para realizar actividades de prevención, control y combate.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

ANTECEDENTES

4.1 El fuego en el ecosistema

La presencia del fuego en los bosques es un tema que requiere de más investigación, sin embargo, con el conocimiento actual sobre su relación en distintos ecosistemas del mundo, junto con la experiencia práctica del manejo forestal y la conservación de áreas protegidas, se tiene evidencia de que es indispensable transitar de los enfoques convencionalmente centrados en la prevención, control y supresión de incendios forestales y la reforestación de áreas quemadas, a estrategias integrales de manejo del fuego y restauración ecológica. Además, hay que destacar el hecho de que una proporción importante de los incendios forestales son antropogénicos, lo cual, implica que el fuego debe ser considerado, estudiado y entendido como un fenómeno social y cultural, y que esto es fundamental para cualquier estrategia de manejo o conservación (JARDEL 2010).

En resumen, la constante ocurrencia de incendios forestales y las tendencias mundiales y nacionales al aumento de la superficie afectada y la severidad de los efectos del fuego, muestran que el enfoque de supresión debe ser reconsiderado. Es importante transitar de del concepto de “supresión” que refiere a un enfoque centrado en un impreciso e inalcanzable objetivo de eliminación de los incendios, hacia estrategias de manejo del fuego, basadas en principios ecológicos y sociales, e integradas dentro de estrategias más generales de manejo forestal, integrando objetivos de producción sustentable, conservación y restauración ecológicas, para ello es necesario integrar evidencias que propongan una adaptación a la situación actual con un enfoque de predicción y valoración ecológica, ambiental y económica.

4.2 Puntos de calor CONABIO

En 1999, la CONABIO implementó un sistema para la detección de puntos de calor (como indicador de posibles incendios forestales) utilizando imágenes diurnas y nocturnas del sensor AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) a bordo de los satélites de la serie NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), que se reciben gratuitamente y en tiempo real en la estación de recepción satelital de la CONABIO en 2001, la CONABIO incorporó para la detección de puntos de calor los sensores Modis (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), a bordo de los satélites Aqua y Terra de la N.A.S.A., que se comienzan a recibir desde la estación de recepción, aumentando ocho pasos diarios de imágenes diurnas y nocturnas, y se mejoró el algoritmo de detección de puntos de calor, en comparación con las dos observaciones que se realizaban con las imágenes AVHRR (CONABIO 2012).

Actualmente, estos productos conforman el sistema de Alerta Temprana de incendios para México y Centroamérica que la CONABIO publica en tiempo casi real (menos de 30 minutos después de haber recibido la imagen) en su página (www.conabio.gob.mx/incendios) se proporciona la ubicación de los puntos de calor (con coordenadas), su localización con respecto al país, estado, municipio, tipos de vegetación, riesgos en caso de estar dentro de un área natural protegida (ANP), ángulo de la pendiente e índice de propagación de incendios (bajo, normal, alto o muy alto) (CONABIO 2012).

4.3 Determinación de las áreas de riesgos a incendios

Se desarrolló el Programa de Incendios Forestales del Parque Ecológico Chipinque, empleando un sistema de información geográfica. Utilizando las capas de información de infraestructura de operación del parque y combate de incendios, se determinaron los índices de riesgos a incendios y se delimitaron en un mapa.

Se integró en un SIG la información disponible a partir de diferentes fuentes incluyendo a la cartografía del INEGI. Gran parte de la información se obtuvo directamente de la imagen satelital gracias a su alta resolución espacial y a los datos de campo. Algunos de estos datos se consideran como variables de factores de riesgo para el modelo, como son los caminos y su tipo, las líneas de conducción eléctrica, la presencia de postes, etc.

Se cuenta ahora con las capas de información de topografía, geología, hidrología, vegetación y suelos, en formato digital. Asimismo con la infraestructura de operación como son los caminos, las construcciones, las líneas de energía eléctrica y las líneas de conducción de agua. Esta información se encuentra localizada estratégicamente para que pueda ser consultada en alguna contingencia o pueda ser modificada y actualizada en el momento que sea necesario. El mapa de subdómenes se encuentra también en formato digital (MIRANDA 2006).

4.4 Evaluación de combustibles y su disponibilidad en incendios forestales

Estudios sobre peligro y combate de incendios forestales consideran la interacción entre los factores meteorológicos y las características de los combustibles. Por ello, se analizó la humedad de los combustibles muertos sobre el suelo, la cual depende de su diámetro y de la humedad relativa principalmente. Se analizaron combustibles de 0.6 a 2.5 y de 2.6 a 7.5 cm de diámetro en las comunidades donde predominan especies de los géneros: *Quercus*, *Alnus*, *Abies* y *Pinus* del Parque Nacional Malinche, Tlaxcala, México. Los resultados demuestran: a) que la humedad de los combustibles varió de acuerdo con las condiciones atmosféricas en los diferentes sitios y horarios, b) que los combustibles con mayor diámetro tuvieron una menor relación entre la superficie de exposición al medio y su volumen ($120 \text{ m}^2/\text{m}^3$) y que los de menor diámetro la relación aumentó ($235 \text{ m}^2/\text{m}^3$), teniendo estos últimos una mayor probabilidad de incendiarse. Durante la temporada de incendios en los meses de febrero, marzo y abril, la humedad de los combustibles en *Alnus jorullensis* y *Pinus montezumae* fue mayor a 25% que es aquella que impide la combustión, conocida como humedad de extinción. En *Quercus crassipes*, *Pinus hartwegii* y *Abies religiosa-Pinus teocote*, la humedad de los combustibles fue menor a 25% por lo que fueron las comunidades más vulnerables a incendios. La relación entre la superficie y el volumen en las dos clases de combustibles, fue inversamente proporcional a su diámetro, sin importar el tipo de comunidad vegetal a la que pertenecieran (WONG, VILLERS 2006).

4.5 Simulación del comportamiento del fuego

Esta simulación se enfoca a la necesidad de contar con una metodología alternativa en la simulación del comportamiento del fuego. Ésta se basa en el mapeo de combustibles forestales, como opción al concepto de modelos de combustibles que tradicionalmente se ha usado. Se usaron tres mapas correspondientes a la distribución de tres clases de

combustibles, los que se clasifican con base al tiempo en el que, por su tamaño, los combustibles muertos ganan o pierden humedad hasta estar en equilibrio con el aire que los rodea (1-h, 10-h y 100-h). La generación de estos mapas fue a través de la evaluación y la comparación de técnicas de interpolación tanto determinísticas como estocásticas. Esto permitió una mejor definición de la variación espacial de combustibles, incluso dentro de una misma zona clasificada con un determinado modelo de combustible. En general, las técnicas geoestadísticas (específicamente co-kriging) fueron la mejor alternativa.

La elevación fue la variable más relevante en las estimaciones al usar co-kriging, la que se obtuvo a través de un modelo de elevación digital. Los datos de campo fueron inventariados en 554 sitios, en un área aproximada de 1,400 ha, en el ejido El Largo y anexos, de Chihuahua. Posteriormente se generó un modelo espacial de simulación (MESI) bajo la perspectiva de celdas (raster). Este modelo considera variaciones espaciales del comportamiento del fuego no sólo debidas a la pendiente y la dirección y velocidad del viento, sino también a las variaciones en las cargas de combustibles. El uso de este tipo de herramientas en el manejo de uso del fuego es esencial, ya que se puede simular previamente cual sería el comportamiento del fuego, tanto en forma controlada o en forma de incendio forestal. Esta información apoyaría en la toma de decisiones para el manejo sustentable de un área, ya que se podrían implementar estrategias tanto de prevención de incendios, como de quemas prescritas con diferentes fines (FLORES GARNICA 2006).

4.6 Antecedente del Sistema Integral de Respuesta con Calidad Incendios Forestales (SIRCA IF).

En el Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2007-2012 dentro de la Línea Estratégica Protección Contra Incendios Forestales se establece que las Áreas Protegidas Federales constituyen zonas prioritarias de conservación, así, cuando hay un incendio forestal (generalmente ocasionado por el hombre) hay impactos en los ecosistemas y su biodiversidad. Esto ha conducido a establecer estrategias e invertir recursos económicos, materiales, tecnológicos y humanos para tratar de reducir al mínimo los posibles efectos negativos que estos propician (CONANP 2008).

El Sistema Integral de Respuesta con Calidad–Incendios Forestales se liberó en el segundo semestre del año 2009, este sistema fue desarrollado con los siguientes objetivos:

- Contar con una base de datos confiable de los incendios ocurridos dentro de las ANP de la CONANP.
- Contar con un sistema funcional para registrar los incendios forestales suscitados dentro de las ANP de la CONANP que nos ayude en el futuro a determinar sitios de mayor riesgo, así como para determinar el grado de afectación de estos.
- Llevar a cabo la evaluación de los incendios forestales que ocurren anualmente dentro de las ANP y determinar de esta forma la ocurrencia y afectación a los ecosistemas por estas conflagraciones y sus causas más probables.

4.7 La Áreas Naturales Protegidas en México.

Dentro del territorio Nacional se encuentran establecidas Áreas Naturales Protegidas, mismas que se definen jurídicamente como: “Las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservadas y restauradas”¹. Éstas son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos (cada vez más reconocidos y valorados). Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con el programa de manejo y los programas de ordenamiento ecológico. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas **en la ley**.

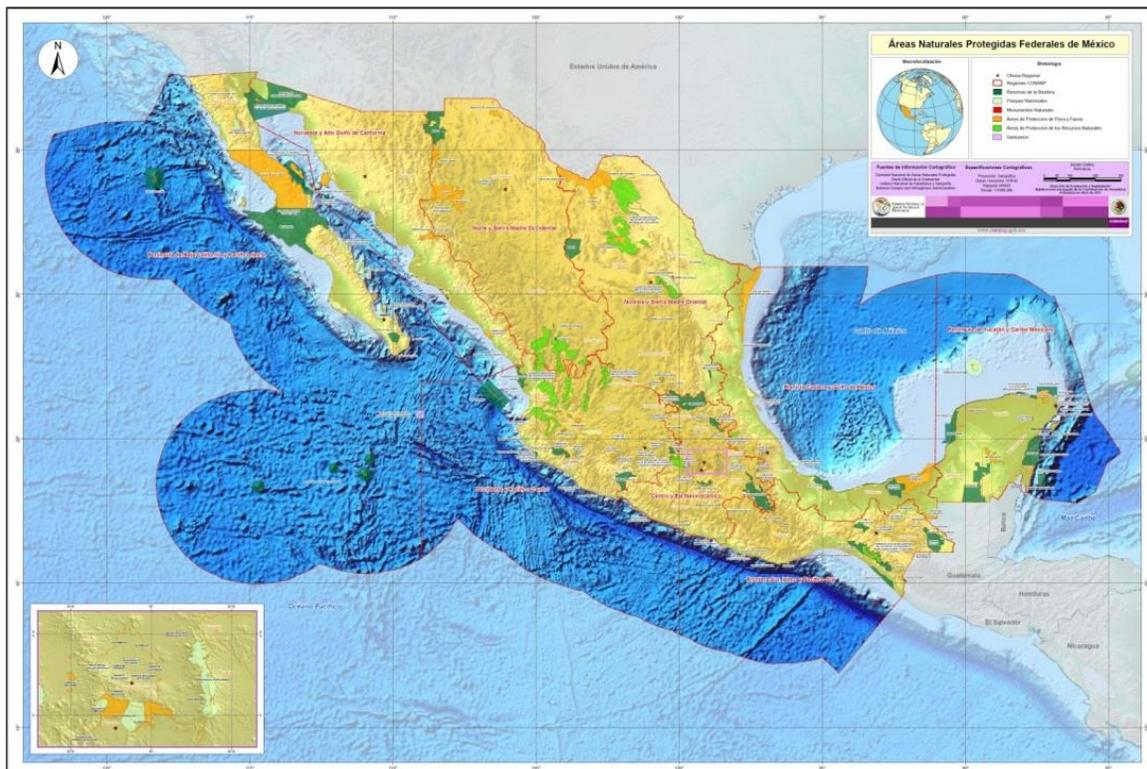


Figura 1. Mapa de las Áreas Naturales Protegidas de México

La encargada de administrar las Áreas Naturales Protegidas del país es la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). La CONANP tiene a su cargo la administración de 176 áreas naturales de carácter federal que representan más de 25,387,972 de hectáreas. Estas áreas se clasifican en las siguientes categorías como se muestra en el cuadro 1 (CONANP 2013).

1. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Capítulo 1 Artículo 1°

Cuadro 1. Áreas Naturales Protegidas de México clasificadas por categoría y superficie.

Número de ANP	Categoría	Superficie en hectáreas	Porcentaje de la superficie del territorio nacional
41	Reservas de la Biosfera	12,652,787	6.44
67	Parques Nacionales	1,445,301	0.74
5	Monumentos Naturales	16,268	0.01
8	Áreas de Protección de Recursos Naturales	4,440,078	2.26
37	Áreas de Protección de Flora y Fauna	6,687,284	3.40
18	Santuarios	146,254	0.07
176		25,387,972	12.92

Actualmente se cuenta con información de los antecedentes históricos que demuestran la presencia de incendios forestales en Áreas Naturales Protegidas, por lo cual se delimitará la investigación a las áreas con vulnerabilidad y por lo menos un incendio registrado, las áreas seleccionadas se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Áreas Naturales Protegidas vulnerables a incendios forestales.

Número total de ANP	ANP con por lo menos un incendio	ANP con vulnerabilidad de incendios forestales
176	67	117

4.8 Prioridades de Investigación en Manejo del Fuego en México

El objetivo del taller Prioridades de Investigación en Manejo del Fuego en México, fue analizar el estado del conocimiento en materia de protección contra incendios forestales, ecología y manejo del fuego, y proponer una agenda de prioridades de investigación.

Los incendios forestales, originados por causas naturales o antropogénicas, son uno de los factores de perturbación ecológica y de transformación del paisaje más ampliamente extendidos en los ecosistemas terrestres de México (Jardel *et al.* 2009, Manson *et al.* 2009) y del mundo (Pyne 1996, Rowell y Moore 1999). Los incendios forman parte de la dinámica de los ecosistemas y son una herramienta de manejo, así como un factor de deterioro ambiental, según las condiciones en que se presenten; el tema de la protección contra incendios y el manejo del fuego es, por lo tanto, una cuestión controversial en el campo de la conservación ecológica y el manejo forestal (Jardel *et al.* 2009).

Frente a la incidencia de incendios forestales —y dada la percepción de este fenómeno como una causa de degradación de los ecosistemas, de pérdidas de recursos naturales e incluso como una “amenaza a vidas humanas y propiedades”—, la prevención y supresión de éstos ha sido el enfoque predominante en todo el mundo (Pyne 1996). Sin embargo, el

reconocimiento del papel ecológico del fuego y de la utilización de éste como herramienta en la silvicultura, el manejo de hábitat, el manejo de agostaderos, la agricultura y la restauración, ha llevado a plantear la necesidad de adoptar un enfoque alternativo de manejo del fuego basado en principios ecológicos e integrado a la gestión del territorio y los recursos naturales (Pyne 1996, Pyne *et al.* 1996, Agee 2002, Plana 2004, Jardel *et al.* 2006).

3.9 Modelaje Espacial de la Influencia de Combustibles Forestales sobre la regeneración natural de un bosque perturbado.

Los combustibles forestales son uno de los principales factores que determinan el establecimiento y el desarrollo adecuado de la regeneración forestal. Por tanto, en este estudio se modela la relación espacial entre la presencia de combustibles forestales y el establecimiento de regeneración. Los datos se obtuvieron de 79 sitios de muestreo distribuidos sistemáticamente en una cuenca hidrográfica de 1400 ha en Tapalpa, Jalisco, México. Con base en su dominancia, se definieron seis clases de regeneración. Se probaron y compararon tres alternativas de interpolación: Distancia Inversa Ponderada [DIP], Kriging Ordinario (interpolación estocástica simple) y Cokriging (interpolación estocástica multivariada). Para Cokriging se usaron nueve variables de combustibles. La regeneración de arbolado fue representada por individuos entre 0.30 y 2.50 m de altura. Las técnicas geostatísticas (principalmente Cokriging) presentaron los mejores resultados, aunque en un caso fue mejor la DIP. No se debe usar una sola técnica de interpolación para todos los casos. Los resultados apoyarán estrategias de manejo de combustibles forestales.

3.10 Efecto de las quemas prescritas sobre algunas características del suelo en un rodal de pino

La quema prescrita es una herramienta práctica y económica utilizada en la conservación y mejoramiento del recurso forestal. En México, los casos de aplicación de las quemas controladas son pocos, ya que se desconocen los efectos del fuego en los ecosistemas forestales. Por ello el objetivo del presente trabajo fue el de realizar una evaluación para conocer el efecto del fuego en el suelo en un rodal de pino con la aplicación de quemas controladas las cuales se llevaron a cabo en la Sierra de Tapalpa estado de Jalisco. Se definieron seis parcelas de 20 X 30 metros con tres repeticiones por tratamiento (quema en retroceso y quema a favor). Las quemas se hicieron en marzo de 1991 antes y después de éstas se tomaron muestras de suelo para evaluar los parámetros físico-químicos siguientes: a) materia orgánica b) nutrimentos (calcio, potasio, magnesio, manganeso, fósforo, nitrógeno nítrico, nitrógeno amoniacal c) pH y d) textura. De los resultados obtenidos en el suelo después de las quemas destacan un ligero aumento de materia orgánica y una leve disminución en los niveles de potasio, fósforo y nitrógeno y un aumento de los niveles de calcio. Se señala la influencia de las lluvias en los cambios de textura. Aunque hubo algunos cambios en el suelo, se concluye que no fueron significativas.

V. JUSTIFICACIÓN

SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente, México no cuenta con información necesaria para conocer el comportamiento del fuego en Áreas Naturales Protegidas, mismas que representan el principal instrumento de conservación a nivel mundial, por ello, es necesario actualizar la información existente y construir una base de datos con variables que permitan evaluar los incendios forestales presentados anualmente. El análisis de la información recabada permitirá plantear acciones que contribuyan a la prevención, control, combate pero sobre todo fortalecer el conocimiento del Manejo del Fuego. Para tal efecto, se elaboró un sistema para la captura de información sobre los incendios forestales (SIRCA-IF), información que contiene datos sobre de los ecosistemas, su biodiversidad y principalmente de los indicadores de ocurrencia y la relación que existe con la vegetación. Para el presente trabajo, se consideró la información cronológica sobre el conocimiento del comportamiento y consecuencia del fuego en áreas forestales.

Utilizando la aplicación SIRCA IF, se actualizaron las variables apegadas al registro de información estadística de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), órgano desconcentrado de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), encargado de administrar los bosques del país. Las variables, sirven para determinar las causas, vegetación afectada, superficie impactada, entre otras. Así mismo, las variables permiten realizar una evaluación de los incendios presentados en Áreas Naturales Protegidas y otras modalidades de conservación, así como la interacción de éstos con procesos naturales y provocados, para con ello, evaluar la integridad de los elementos que conforman el capital natural con el que cuenta nuestro país. .

VI. OBJETIVO GENERAL

Actualizar la aplicación SIRCA IF para formar una base de datos con las variables que determinen la vulnerabilidad de ocurrencia de incendios forestales en las Áreas Naturales Protegidas de México y otras modalidades de conservación con el fin de fortalecer el conocimiento de manejo del fuego.

VII. OBJETIVOS PARTICULARES

- Establecer un sistema para registrar los incendios forestales que se presentan en las Áreas Naturales Protegidas de México
- Evaluar las características de los incendios forestales que se presentan anualmente en las ANP para determinar la ocurrencia y afectación a los ecosistemas.
- Construir una base de datos de los incendios forestales ocurridos en las Áreas Naturales Protegidas (ANP) y aportar herramientas para los tomadores de decisiones del sector ambiental.
- Diseñar un mecanismo dinámico para evaluar la información recabada: las variables ecológicas para evaluar la relación del fuego con la vegetación, las variables sociales para determinar las causas y las variables estadísticas para evaluar la ocurrencia y el relación con la variabilidad climática (cambio climático).
- Aportar información que alimente las capacidades de predicción los sitios de ocurrencia dentro de Áreas Naturales Protegidas.

VIII. MATERIAL Y MÉTODOS

METODOLOGÍA

Con la finalidad de desarrollar las capacidades operativas, se actualizó la aplicación web “Sistema Integral de Respuesta de Calidad Incendios Forestales SIRCA IF” utilizando las variables concertadas con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y la participación del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN), incorporando las propuestas realizadas.

Posteriormente, se coordinó con los responsables de cada Dirección Regional de la CONANP para la captura de datos, actividad fundamental que incorporó la actualización de información en la base de datos creada y establecida en la aplicación SIRCA IF.

Una vez recolectada la información (en coordinación con los responsables por dirección regional), se llevó a cabo un análisis amplio de los estudios previos sobre evaluación de incendios forestales, con el objetivo de analizar sus características, definir la problemática planteada y unificar los patrones de evaluación para proponer una alternativa de medición integral.

De acuerdo al resultado de este análisis se identificaron los parámetros clave que involucran el proceso y base de datos que permitirá hacer un mecanismo eficiente que cumpla con los requerimientos establecidos.

Se implementará el modelo diseñado realizando las pruebas necesarias mediante simulaciones con las características de la situación actual y proyección predictiva de acuerdo con los datos presentes, con el fin de obtener los datos que muestren la eficiencia del modelo.

Para esto se hará uso de la herramienta SIRCA IF que incluye un modelo de sistema de información geográfica para visualizar los datos en tiempo real. Una vez implementado, se harán los ajustes necesarios de acuerdo con los resultados obtenidos con el objetivo de hacerlo más óptimo y eficiente.

A través del **oficio F00.DGCD./053/13; con fecha 14 de marzo del 2013, emitido por la Dirección General de Conservación para el Desarrollo de la CONANP,** se da la autorización para hacer uso de la información generada por el SIRCA IF, así mismo se adjunta al registro del proyecto para conocimiento del Comité Académico de la Carrera de Biología de la FES Zaragoza.

Elaboración de sistema y base de datos SIRCA Incendios Forestales (S-IF.)

Durante el ciclo de vida de la primera versión del SIRCA-Incendios Forestales, se compilaron y seleccionaron aquellas sugerencias y comentarios para mejorar tanto el uso, como la información que se registra la aplicación web. Estas características dieron paso a la reingeniería del SIRCA-IF. Parte de las características que se agregaron son:

- En el registro de incendios forestales: información tal como el recurso material, carga de combustible, entre otro tipo de información; se ampliaron los catálogos causas del Incendio y personal participante.
- Se incorporó la sección capacidad, con el objetivo de contar con una base de datos confiable de los recursos materiales para el combate de incendios con los que cuenta cada ANP.
- Se agregó una sección completa y mejorada para la consulta y exportación de información, así como la generación de distintas gráficas de acuerdo a filtros de búsqueda preestablecidos.

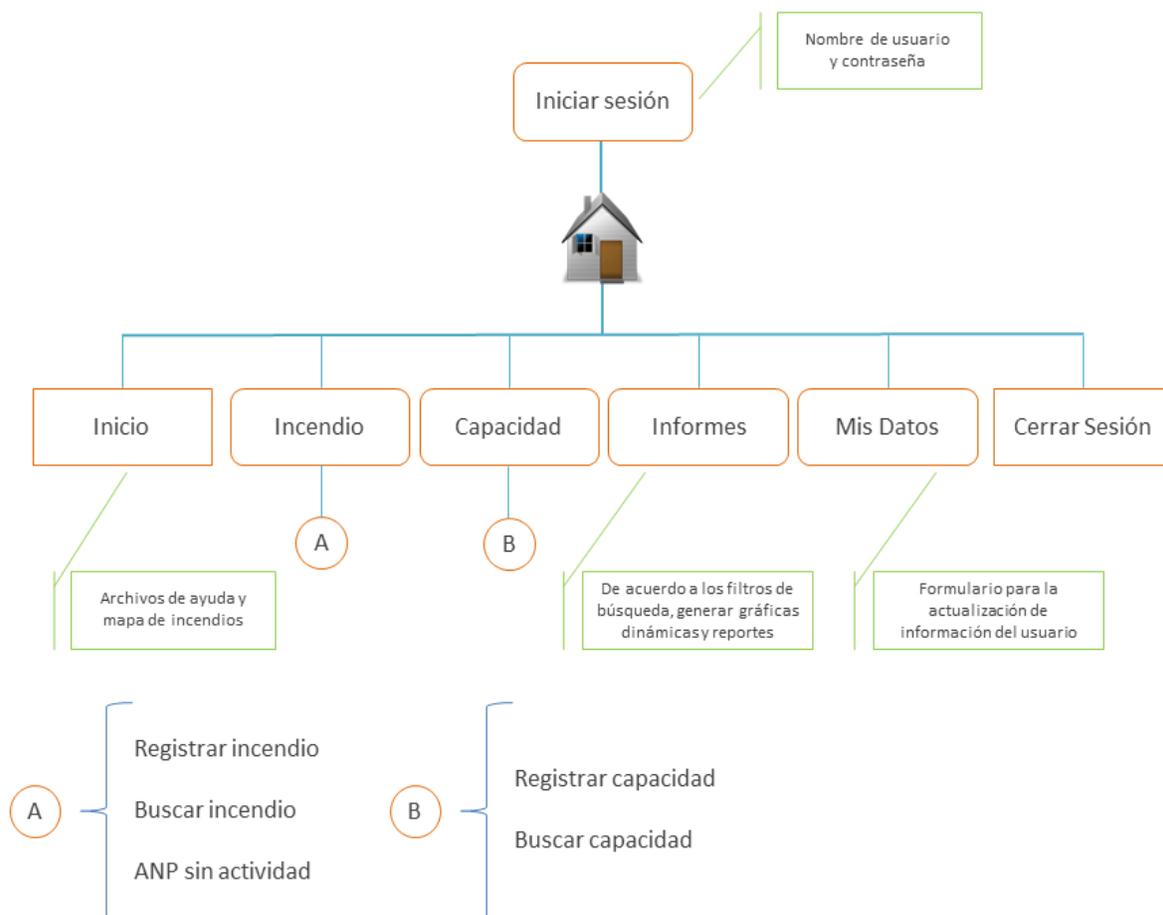


Figura 2. Diagrama conceptual propuesto en SIRCA-IF.

Sección Inicio.

Es la página principal de la aplicación. En esta, se muestran los incendios activos que hay en ese momento, una sección en la que se pueden consultar el número de incendios y la superficie afectada de cada temporada registrada en el sistema, así como la representación gráfica de esa información.

Sección Incendio.

Cuenta con las opciones de registro y búsqueda de incendios.

Registro de incendios. El registro de incendios forestales, se realiza en dos etapas:

- ✓ Ubicación del incendio: regional, ANP, entidad federativa, municipio, localidad, coordenadas geográficas (latitud y longitud), fecha de detección, fecha de ataque inicial, temporada y opcionalmente comentario del incendio.
- ✓ Detalle del incendio: entidad federativa, municipio, Localidad, fecha de liquidación, causas del incendio, tipo de incendio, zona afectada, vegetación afectada, estrato afectado, personal participante, impacto del incendio y recurso material; opcionalmente recurso financiero, carga de combustible, polígono del incendio y comentario del incendio.

Buscar incendios. Búsqueda y consulta de incendios de acuerdo a la combinación de los siguientes filtros:

- Regional.
- ANP.
- Rango de fechas.
- Estado del incendio.
- Número de folio del incendio.

Sección Capacidad.

Esta sección tiene las opciones de registrar capacidad y buscar capacidad.

Registro de capacidades. La información requerida para el registro de capacidades es: regional, ANP, recurso material, fecha de actualización y opcionalmente observaciones.

Buscar capacidad. Búsqueda, consulta y actualización de la base de datos de recurso material registrado en cada ANP. La búsqueda se realiza a través de los filtros regional, ANP, recurso material. Para consultar la información seleccionar el ANP se la lista de resultados.

Sección Mis Datos.

Dedicada a la actualización de los datos del usuario.

Cerrar Sesión.

Terminar la sección actual del usuario.

Tema 2. Análisis de la información.

2.1. Catálogos de datos.

Causas del incendio	Personal Participante
Actividades agropecuarias Actividades cinegéticas Actividades productivas Cultivos Ilícitos Fenómenos Naturales Festividades y rituales Fogatas Fumadores	CONAFOR CONANP Gob. de los Estados Municipios ONG's PEMEX Propietarios y poseedores de terrenos forestales SEDENA SEMAR Voluntarios Otro
Impactos	Estratos
Severo Moderado Mínimo	Arbóreo Arbustivo y Matorrales Herbáceo Pastos Renuevo Suelo orgánico
Tipo de incendio	Recurso financieros
Copa Subterráneo Superficial	FANP PROCODES PET Fondo emergente (CONABIO) Otro
Recurso humano	Zona afectada
Número de brigadas Número de brigadistas	Amortiguamiento Núcleo
Carga de combustibles	Condiciones atmosféricas
Finos Medianos En pie y en suelo Gruesos En pie y en suelo	Vientos (velocidad y dirección) Temperatura Humedad Precipitación
Recurso material	
Equipo básico Antorchas de goteo	Equipo Especializado Aeronave

Estación Meteorológica Portátil GPS Machete McLeod Mochila de aspersión Pulaski	Carro Bomba Motobomba Mark III Otro
Tipos de vegetación	
Bosques Coníferas Coníferas-Latifoliadas Latifoliadas Mesófilo de montaña Cultivos Agricultura (riego y humedad) Agricultura (de temporal) Plantación forestal Matorral Mezquital Matorral xerófilo Matorral costero	Otros tipos de vegetación Área sin vegetación aparente Pastizal Pastizal Selvas Perennifolia y subperennifolia Caducifolia y subcaducifolia Vegetación hidrófila Vegetación hidrófila Manglar Popal Tular

2.2. Propuesta en el registro de información.

- Registro de incendios en dos etapas.
- Validación de coordenadas de acuerdo a la coordenada central y extremas en cada ANP.
- Anexo fotográfico georeferenciado.
- Base de datos del material y equipo existente en cada ANP.

2.3. Análisis de roles.

Identificar y coordinar al personal responsable de captura de datos a nivel regional y ANP.

IX. RESULTADOS

ESTADÍSTICA DE INCENDIOS FORESTALES

Con el fin de conocer las variables relacionadas con los impactos ambientales negativos causados por los incendios forestales, tanto naturales como antropogénicos, determinar la vulnerabilidad de los ecosistemas a la presencia del fuego y desarrollar métodos de prevención, control y combate se elaboró la aplicación web SIRCA IF (Sistema Integral de Respuesta con Calidad Incendios Forestales) que permite la captura de información por enlaces en cada dirección regional de la CONANP.

Cómo producto final la actualización del SIRCA, se obtuvo información que permitió elaborar gráficas de las estadísticas de incendios forestales presentados en la temporada 2012-2013, para este fin, se delimitó a conocer la actividad entre los meses de enero a diciembre del 2013.

En la figura 3 se muestra el inicio de sesión de la aplicación web SIRCA, donde, a través del website <https://dgor.conanp.gob.mx>, el usuario ingresa al apartado “Incendios Forestales”, donde debe ingresar su nombre de usuario y contraseña (previamente incorporado por el administrador del sistema).

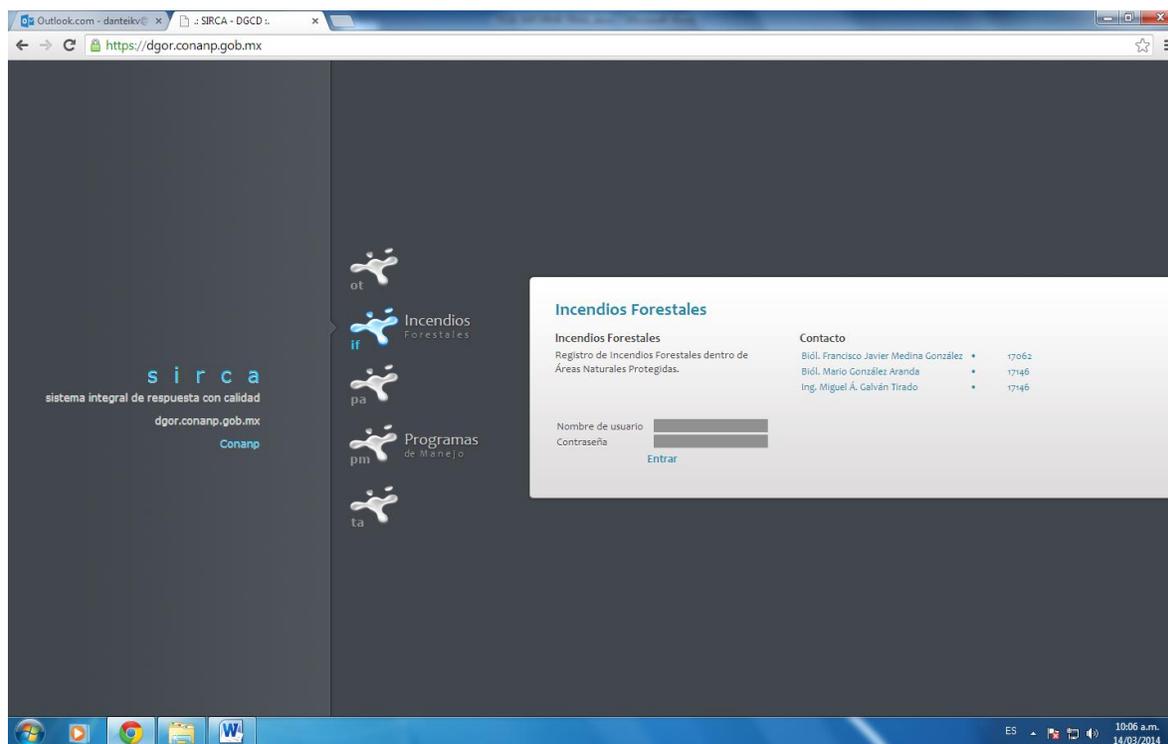


Figura 3. Inicio de sesión de la aplicación web SIRCA

Una vez ingresada la identificación en el sistema, aparece la página de inicio, donde muestra todas las secciones de la aplicación, además de desplegar una breve estadística de los incendios activos o en los que no fue concluido el proceso de captura.

Inicio | Incendio | Capacidad | Informes | Mis datos | Cerrar sesión

COMISION NACIONAL DE AREAS NATURALES PROTEGIDAS

Mario Gonzalez Aranda > Dirección General de Operación Regional > Dirección General de Operación Regional

Incendios Forestales

- Manual de usuario
- Mapa dinámico SIG Morelia

Opiniones Técnicas

- Número de proyectos: 120

Permisos y Autorizaciones

- Número de autorizaciones: 51
- Número de prorogaciones: 2

Incendios activos

#	Número de folio	Temporada	Inicio	ANP	Estado
1	PNCM.04IF.00001/2013-14	2013-14	2014-03-08	PN Cumbres de Monterrey	Activo
2	RBJ.03IF.00002/2012-13	2012-13	2013-04-03	RB Janos	Activo
3	RB1.03IF.00001/2012-13	2012-13	2013-06-16	RB Janos	Activo

Incendios liquidados

Figura 4. Pantalla de inicio donde se muestran estadísticas de incendios activos registrados en SIRCA

En la sección “Incendio”, se permite realizar dos actividades, la primera es la captura de un incendio, donde se llenarán los campos de los catálogos agregados en la actualización del sistema, la segunda, para la búsqueda de algún evento utilizando un número de identificación o por el filtro de la información básica, como es la Dirección Regional y el ANP.

Inicio | **Incendio** | Capacidad | Informes | Mis datos | Cerrar sesión

COMISION NACIONAL DE AREAS NATURALES PROTEGIDAS

Mario Gonzalez Aranda > Dirección General de Operación Regional > Dirección General de Operación Regional

Incendio - Opciones

- Registrar incendio
- Buscar incendio
- ANP sin actividad

Incendios registrados por regional - Temporada 2013-14

#	Regional	I. activos	I. liquidados	S. afectada (ha)
1	Centro y Eje Neovolcánico	0	2	54
2	Dirección General de Conservación para el Desarrollo	0	0	0
3	Frontera, Sur Istmo y Pacífico Sur	0	8	68
4	Golfo de México y Planicie Costera	0	3	2.25
5	Noreste y Sierra Madre Oriental	1	0	0
6	Noroeste y Alto Golfo de California	0	1	39980
7	Norte y Sierra Madre Occidental	0	0	0
8	Occidente y Pacífico Centro	0	3	7.4

Figura 5. Sección de registro y búsqueda de incendios en la aplicación web SIRCA IF.

Con la información obtenida, fue posible realizar un Sistema de Información Geográfica dinámico, donde se pueden agregar y quitar capas de información como son capas de ANPs, Puntos de Calor CONABIO, Incendios registrados, temporadas etc.



Figura 6. Sistema de información geográfica dinámico incluido en la aplicación SIRCA IF

Registro de incendios y puntos de calor en la temporada 2012-2013

En la temporada 2012-2013 se registraron 1,564 eventos en el SIRCA en 57 ANP de carácter federal representados en el cuadro 3, 15 RPC, cinco ADVC distribuidas en el país además de un sitio RAMSAR en las nueve regiones CONANP (Centro y Eje Neovolcánico; Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur; Golfo de México y Planicie Costera; Noreste y Sierra Madre Oriental; Noroeste y Alto Golfo de California, Norte y Sierra Madre Occidental; Occidente y Pacífico Centro; Península de Yucatán y Caribe Mexicano y Península de Baja California y Pacífico Norte).

Cuadro 3- Estadística de incendios forestales.

Incendios registrados por regional, temporada 2012-13

	# incendios	# hectáreas
▶ <u>Centro y Eje Neovolcánico</u>	889	15,701.30 ha
▶ <u>Frontera, Sur Istmo y Pacífico Sur</u>	178	26,036.10 ha
▶ <u>Golfo de México y Planicie Costera</u>	125	7,410.81 ha
▶ <u>Noreste y Sierra Madre Oriental</u>	2	33.00 ha
▶ <u>Noroeste y Alto Golfo de California</u>	5	3,901.70 ha
▶ <u>Norte y Sierra Madre Occidental</u>	129	7,103.42 ha
▶ <u>Occidente y Pacífico Centro</u>	213	9,920.28 ha
▶ <u>Península de Baja California y Pacífico Norte</u>	1	2.00 ha
▶ <u>Península de Yucatán y Caribe Mexicano</u>	22	5,741.93 ha
Total	1564	75,850.54 ha

En cuanto a los Puntos de Calor (PC), en la temporada 2012-2013 se acumularon 2,799 registros pertenecientes a 61 ANP distribuidos en las nueve regiones CONANP.

En la Figura 7 se pueden observar los estados que han registrado más al sistema. De los 1,564 registros al SIRCA en la temporada, el Estado de México ha registrado en 516 ocasiones, Tlaxcala con 170 eventos, Jalisco con 144, Chiapas con 124 eventos, Puebla con 114 registros, Chihuahua con 103 eventos, Veracruz con 66, Oaxaca con 52 registros, mientras que los demás estados reportados presentan menos de 50 eventos.

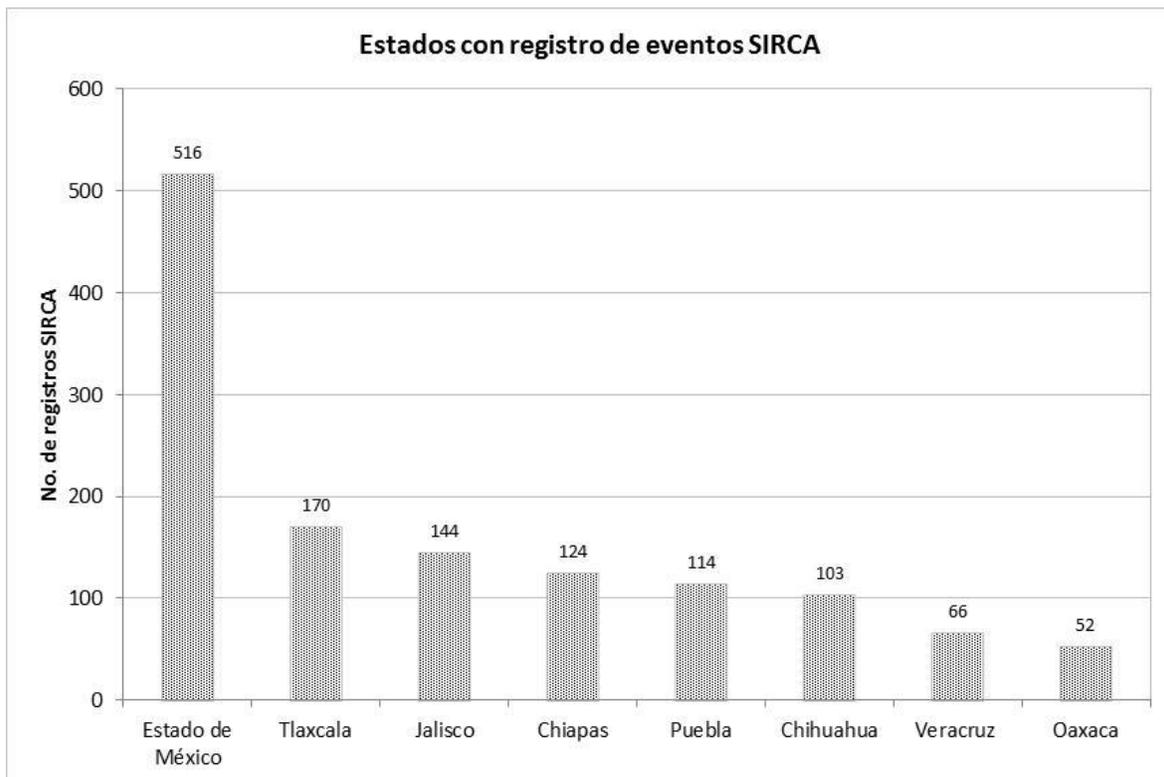


Figura 7. Entidades federativas que han registrado eventos en el SIRCA.

En cuanto a los registros SIRCA y PC la tendencia general es que se presentan más PC que registros SIRCA en las regiones CONANP, excepto en la región Centro y Eje Neovolcánico que presenta más registros SIRCA que PC. Es importante comentar que los PC son inferencias sobre la presencia de fuentes de calor y que no necesariamente son incendios (ya que pueden ser quemas agrícolas, suelos calentados por el sol, grandes chimeneas - llamas de gas en pozos petroleros, volcanes etc.) lo que nos da una idea de la presencia de estos eventos en las áreas.

En la Figura 2 se observa por Región el número de eventos SIRCA y PC, en donde la región Golfo de México y Planicie Costera es la que más PC ha tenido (902 PC), no así se ve reflejado en el SIRCA (125 eventos). Le sigue la región Norte y Sierra Madre Occidental con 792 PC y 124 eventos SIRCA, la región Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur registra un total de 526 PC y 174 eventos SIRCA, mientras que la Región Península de Yucatán y Caribe Mexicano cuentan con 211 PC y 21 eventos SIRCA; por otro lado, en la región Occidente y Pacífico Centro se registraron 145 PC y 213 registros SIRCA. Destaca la Región Centro y Eje Neovolcánico con 168 PC y un registro de 887 eventos en el SIRCA; las demás regiones tienen pocos registros de puntos de calor solamente.

Superficie afectada

En cuanto a la superficie afectada, durante la temporada 2012-2013 se registraron en total 74,039.49 ha, de acuerdo a las regiones se tiene que la Región Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur es la que tiene la mayor superficie calculada afectada con 25,765.29.29 ha (174 eventos SIRCA), seguida de la región Centro y Eje Neovolcánico la cual presenta una superficie afectada de 15,618.06 ha (887 registros SIRCA); posteriormente se tiene a la

región Occidente y Pacífico Centro con una afectación de 9,920.28 ha con 213 eventos SIRCA; la región Golfo de México y Planicie Costera tiene una superficie afectada de 7,410.81 ha con 125 registros SIRCA, seguida de la región Norte y Sierra Madre Occidental con 7,007.42 ha (124 SIRCA); mientras que la región Península de Yucatán y Caribe Mexicano presentó una afectación de 4,380.93 ha (21 SIRCA); y por último la Región Noreste y Alto Golfo de California presenta una superficie de 3,901.70 ha (con cinco eventos SIRCA). La región menos afectada de acuerdo al SIRCA es la Península de Baja California y Pacífico Norte con 2 ha reportadas con daño y con sólo un evento ingresado al SIRCA (Figura 3).

Estratos de vegetación afectada

En cuanto a la superficie calculada afectada en los estratos de vegetación, se tiene mayor afectación en las hierbas con 25,669.11 ha, seguido de los arbustos y el matorral con 16,167.47 ha, los pastos con 12,161.53 ha, el arbolado adulto con 8,912.54 ha, el suelo orgánico con 7,491.28 ha, y finalmente el renuevo con 3,637.57 ha (Figura 4a). Este mismo análisis pero por región muestra que la región *Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur* ha tenido mayor afectación en el estrato herbáceo con 14,035 ha, posteriormente en los pastos (5,162 ha), los arbustos y el matorral con 3,541 ha, el arbolado adulto con 1,283 ha, el suelo orgánico con 980 ha y finalmente el renuevo con 765 ha.

También se encontró que la región *Golfo de México y Planicie Costera* muestra mayor afectación en el estrato herbáceo con 4,367 ha, seguido del suelo orgánico con 840 ha, los pastos con 777 ha, el arbolado adulto con 547 ha, el renuevo con 457 ha y los arbustos y el matorral con 423 ha. Por otro lado, la región *Centro y Eje Neovolcánico* la mayor afectación se presentó en el suelo orgánico con 3,681 ha, los arbustos y el matorral con 3,402 ha, el arbolado adulto presenta una afectación de 3,168 ha, seguido del estrato herbáceo con 3,167 ha, los pastos con 1,424 ha y el renuevo con 776 ha. También destaca la región *Occidente y Pacífico Centro* donde la mayor afectación se presentó en los arbustos y el matorral con 3,700 ha; 2,403 de arbolado adulto; 2,000 ha de afectación en el estrato herbáceo, 1,225 ha en los pastos, 513 ha en el suelo orgánico y finalmente 80 ha en el renuevo.

Otra de las zonas que presentó mayor afectación fue la Región Golfo de México y Planicie Costera con 4,367 ha en el estrato herbáceo, 840 ha del suelo orgánico, 777 ha de los pastos, el arbolado adulto con 547 ha, el renuevo con 457 ha, y los arbustos y el matorral con 423 ha. Por último la Región Península de Yucatán y Caribe Mexicano presentó una mayor afectación en los arbustos y matorral con 2,955 ha, 632 ha en el arbolado adulto, 623 ha en los pastos, el renuevo con 158 ha y finalmente 10 ha en el suelo orgánico.

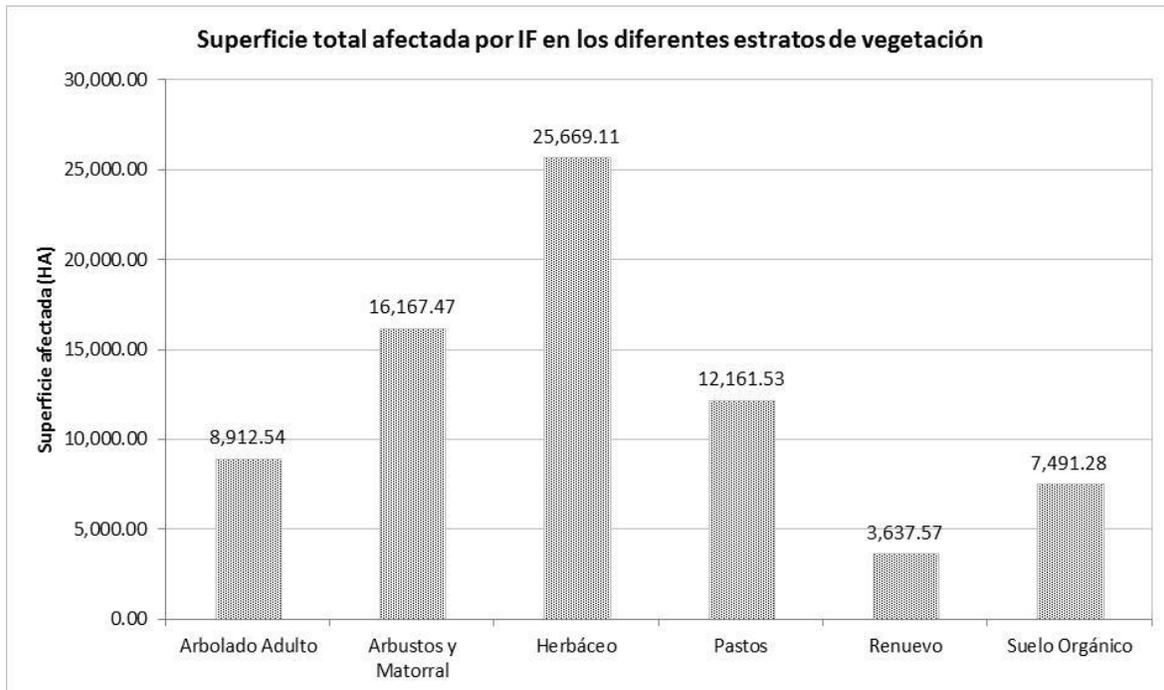


Figura 8 Superficie total afectada por incendios en los diferentes estratos de vegetación

Tipos de Vegetación

En cuanto a los tipos de vegetación que mayor afectación tuvieron por región tenemos que en la región Centro y Eje Neovolcánico las Coníferas de sucesión secundaria presentaron la mayor afectación con 6,413 ha, las Coníferas Primarias con 2,622 ha, la Caducifolia y Subcaducifolia de sucesión secundaria con 1,391 ha, las Coníferas-Latifoliadas de sucesión primaria y secundaria con 1,277 ha y 1,226 ha, también se encuentra el Pastizal secundario con 711 ha. La región que ha presentado más superficie y por lo tanto afectación ha sido la Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur donde el tipo de vegetación más dañada ha sido las Coníferas secundaria con 9,209 ha, las Coníferas primaria con 3,739 ha; las Coníferas-Latifoliadas de sucesión primaria con 3,423 ha, mientras que la Caducifolia y Subcaducifolia de sucesión primaria con 2,302 ha y la Perennifolia y Subperennifolia de sucesión primaria con 1,913 ha; mientras que la vegetación Caducifolia y Subcaducifolia secundaria tuvieron 1,274 ha de afectación.

En la Región Golfo de México y Planicie Costera se presentó mayor afectación en la Vegetación Hidrófila de sucesión primaria con 3,825 ha, seguido de las Latifoliadas de sucesión primaria con 944 ha, posteriormente las Coníferas de sucesión secundaria con 723 ha y sucesión primaria con 546 ha. Entre las regiones con mayor afectación también se encuentra la Norte y Sierra Madre Occidental, la cual presentó mayor daño en las Coníferas-de sucesión secundaria con 2,542 ha, así como las Coníferas-Latifoliadas de sucesión secundaria y primaria con 1,568 ha y 1,086 ha respectivamente. Mientras que la Región Occidente y Pacífico Centro tuvo la mayor afectación en el tipo de vegetación de las Coníferas Latifoliadas primaria con 2,478 ha; el segundo tipo de vegetación con más afectación fueron la Caducifolia y Subcaducifolia primaria con 1,820 ha, seguido del pastizal de sucesión primaria y Coníferas Latifoliada de sucesión secundaria con 1,263 y 1,052 ha respectivamente. Finalmente la región Península de Yucatán y Caribe Mexicano

se vio más afectada en la Selva Caducifolia y Subcaducifolia de sucesión secundaria con 1,688 ha y la Selva Perennifolia y Subperennifolia de sucesión secundaria y primaria con 1,242 y 529 ha respectivamente.

Registro de Puntos de Calor en las Áreas Voluntariamente Destinadas a la Conservación, Sitios RAMSAR y Regiones Prioritarias de Conservación.

De acuerdo a los análisis realizados de los puntos de calor en las Áreas Voluntariamente Destinadas a la Conservación, se determinó la presencia de 76 puntos de calor y la región Noroeste y Alto Golfo de California es la que más puntos ha tenido (34 puntos) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Puntos de calor en otras modalidades de conservación

Región	Nombre AVCD	No. PC AVCD
Centro y Eje Neovolcánico	Áreas de Conservación en el Ejido San Ignacio 129 Z-1 P-1/1	1
	Zona de Reserva Ecológica Comunal de San Juan Teponaxtla	2
Total R. Centro y Eje Neovolcánico		3
Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur	Área Comunitaria Protegida de San Isidro	6
	Área de Conservación de la Ribera de Cajonos del Ejido Plan Mata de Caña	5
	Área de Conservación Indígena de Monte Tinta	2
	Área de Conservación San Pedro Tlapeusco	3
	Área de Conservación Santiago Tlapeusco	3
	Cerro del Chilar, Área de Uso Común	1
	Reserva Comunal Mascalco	6
	San Isidro Lachiguxe y Peña Blanca Lachiguxe	1
	Zona 1 y 2 del Área de Uso Común	1
Zona de Uso Común en Ojo de Agua del Cerro Tolistoque	1	
Total R. Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur		29
Golfo de México y Planicie Costera	Parque Ecológico Jaguaroundi	3
	Total R. Golfo de México y Planicie Costera	
Noroeste y Alto Golfo de California	Área de Conservación Los Ojos 1 Fracciones A y B (Ranchos San Bernardino y El Pinito)	34
	Total R. Noroeste y Alto Golfo de California	
Norte y Sierra Madre Occidental	Área de Conservación Los Ojos 1 Fracciones A y B (Ranchos San Bernardino y El Pinito)	7
	Total R. Norte y Sierra Madre Occidental	
Total		76

En cuanto a los Sitios RAMSAR, se determinó la presencia de 1,519 puntos de calor siendo la Región Golfo de México y Planicie Costera la región que registró más puntos de calor con 956 PC, seguida de la región Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur con 265 puntos de calor; mientras que la región Península de Yucatán y Caribe Mexicano presentó 162 puntos; la región Occidente y Pacífico Centro con 45 PC; mientras que la región Noroeste y Alto Golfo de California presenta 79 PC, la región Centro y Eje Neovolcánico con dos eventos y por último la región Noreste y Sierra Madre Oriental presentó diez puntos de calor.

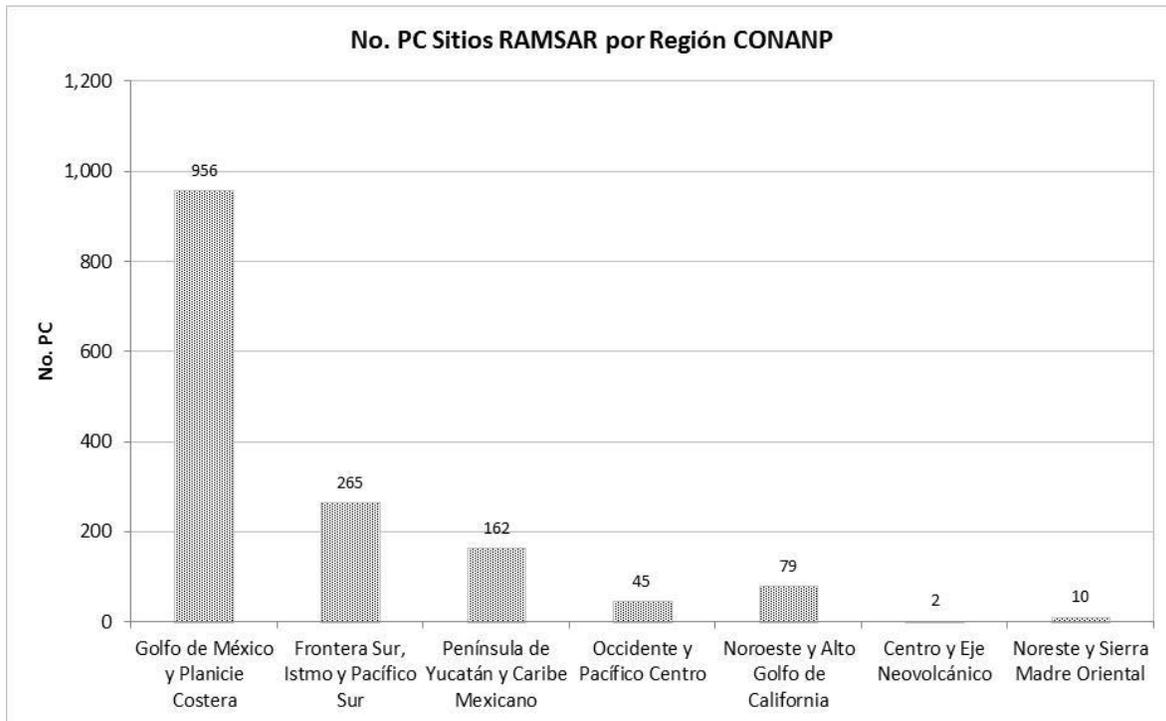


Figura 9. Puntos de calor registrados en sitios RAMSAR por dirección regional

Por último, las Regiones Prioritarias de Conservación presentaron 4,548 PC siendo la RPC Costa Grande la que tuvo más PC con 1,663, seguido del Istmo Oaxaqueño con 1,212 y 373 PC que registró Sierra Tarahumara.

CAUSAS

De acuerdo con los registros obtenidos a través del SIRCA, la mayoría de los incendios inician con fines específicos, tales como la preparación para la agricultura, el pastoreo de ganado, desmonte de la tierra para cambio de uso de suelo así como para aumentar el rendimiento de algunos productos forestales.

La principal causa de los incendios en Áreas Naturales Protegidas de México se debe al uso del fuego en actividades agropecuarias.

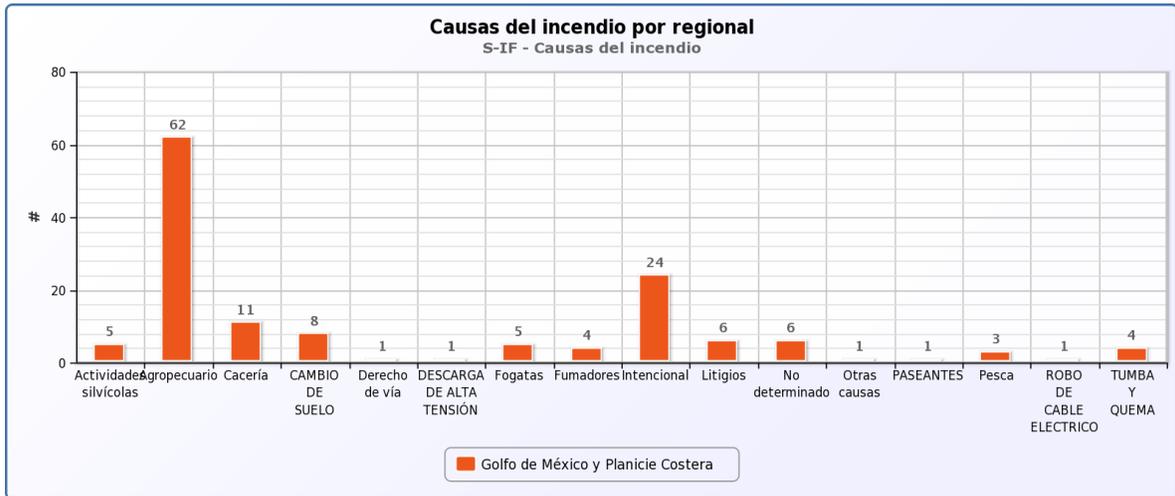


Figura 10. Gráficas de causas de incendios en región Golfo de México y Planicie Costera registradas en SIRCA IF

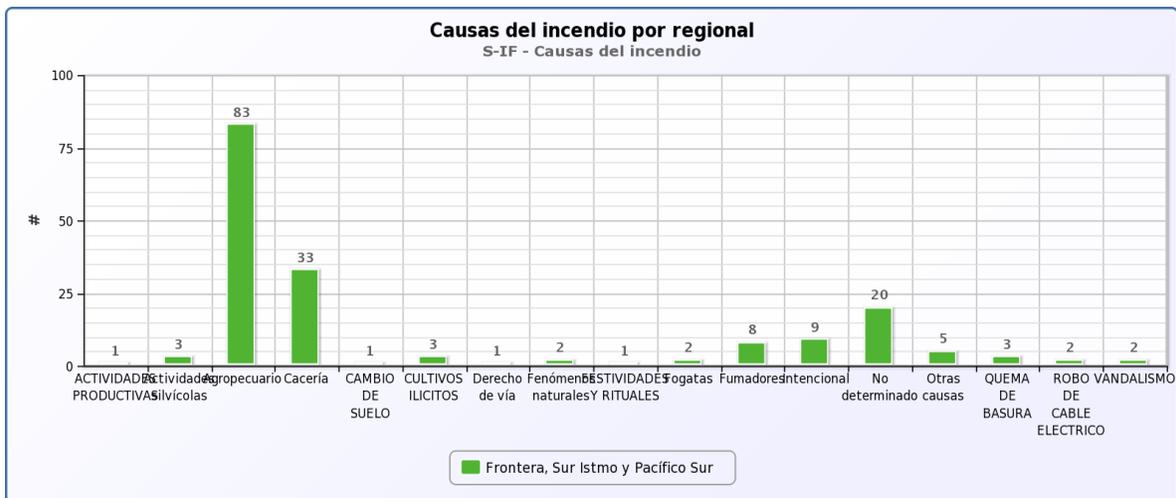


Figura 11 Causas de incendios en región Frontera Sur istmo y Pacífico Sur

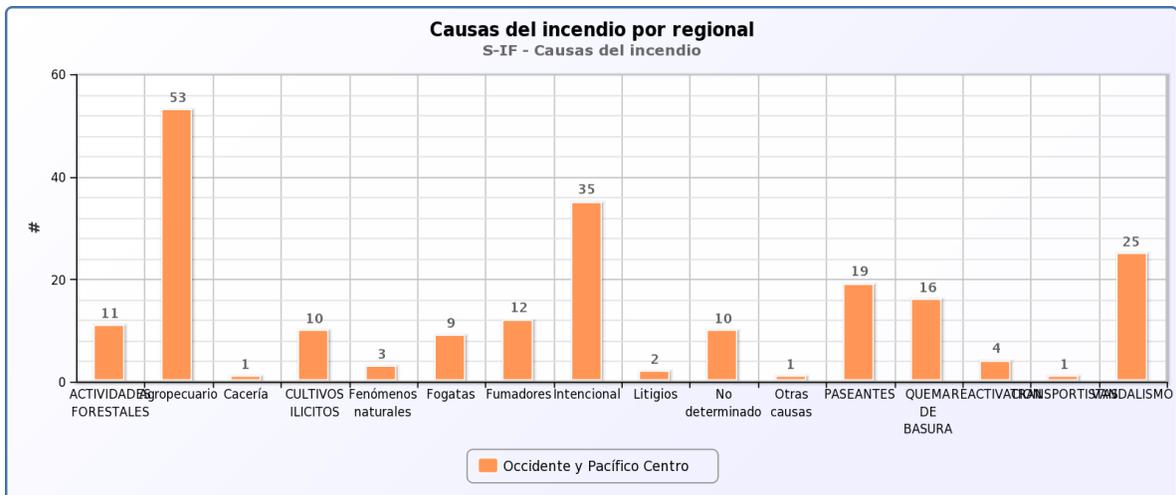


Figura 12. Causas de incendio en región Occidente y Pacífico Centro

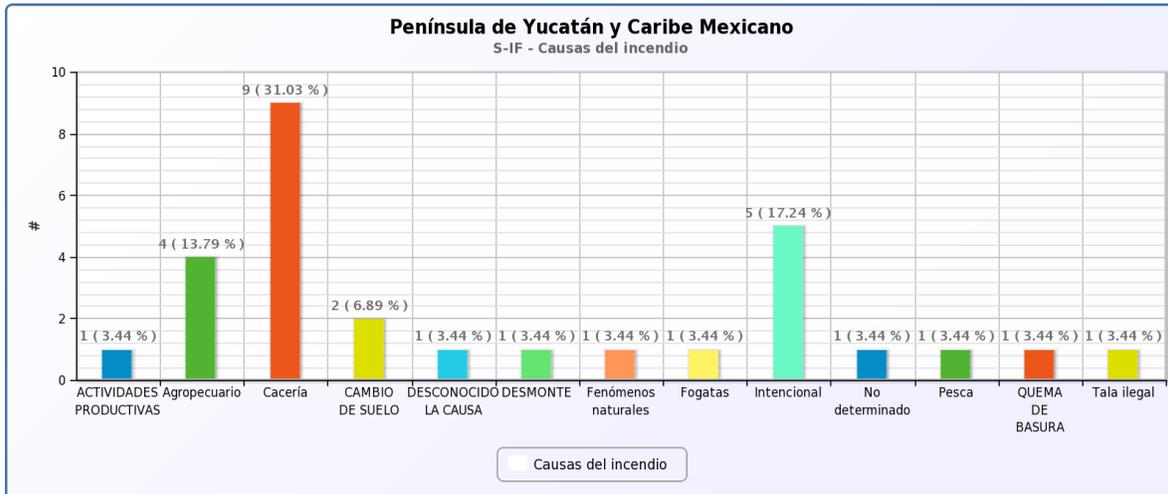


Figura 13. Causas de incendio en la región Península de Yucatán.

Como puede observarse, el 98 % de los incendios se atribuyen a causas humanas, sin embargo, en este año en particular, las condiciones climáticas favorecieron la incidencia de incendios forestales. No obstante, en cada temporada de incendios estos porcentajes de causas directas suelen cambiar la estructura de las mismas sigue siendo muy similar anualmente.

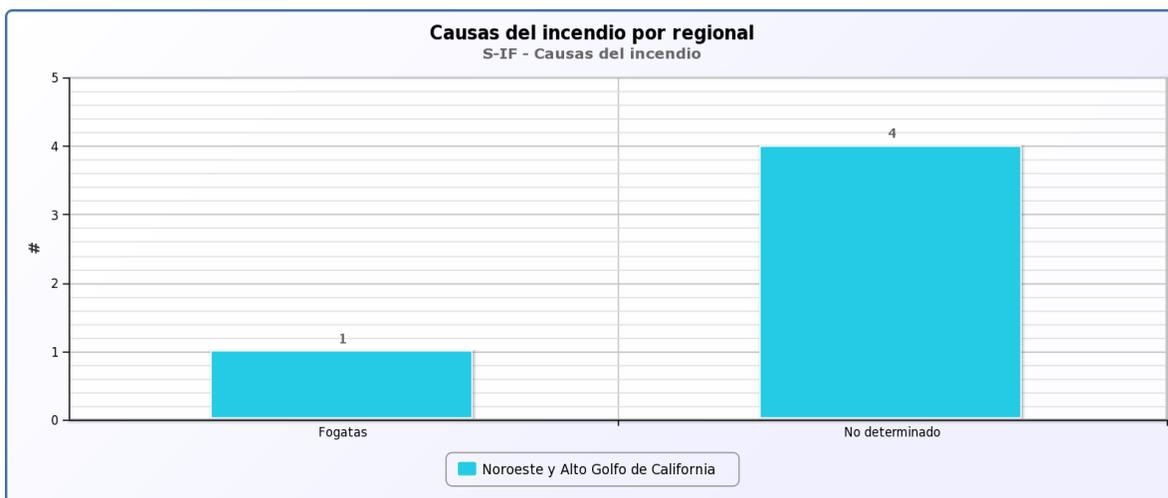


Figura 14. Causas de incendios en la región Noroeste y Alto Golfo de México.

Se agrupa la información obtenida a las causas estructurales en dos bloques, uno relacionado a los sistemas sociales, políticos y económicos (agropecuario, forestal, etc.) y el otro relacionado al contexto meteorológico (naturales, accidentales y no determinados).

Dentro del primer grupo destaca los cambios de uso de suelo, factores socioculturales y agrarios, falta de integración de los sistemas productivos, falta de políticas forestales, la apertura de mercados y el acceso abierto a las tierras de uso común incluso el narcotráfico. En el segundo grupo incluye los factores meteorológicos, las sequías prolongadas, heladas temporales, la carga de combustibles y condiciones climáticas ideales para la presencia del fuego (triángulo del fuego).

ESTRATOS

En cuanto a la superficie calculada afectada en los estratos de vegetación, se tiene mayor afectación en las hierbas con 22,676.43 ha, seguido de los arbustos y el matorral con 12,063.64 ha, los pastos con 11,585.13 ha, el arbolado adulto con 7,799.87 ha, el suelo orgánico con 5,218.28 ha, y finalmente el renuevo con 2,984.90 ha (Figura 4a). Este mismo análisis pero por región muestra que la región Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur ha tenido mayor afectación en el estrato herbáceo con 13,256 ha, posteriormente en los pastos (5,162 ha), los arbustos y el matorral con 3,360 ha, el arbolado adulto con 1,258 ha, el suelo orgánico con 945 ha y finalmente el renuevo con 658 ha. También tenemos a la región Golfo de México y Planicie Costera que muestra mayor afectación en el estrato herbáceo con 4,170 ha, seguido de los pastos con 612 ha, el arbolado adulto con 520 ha, el renuevo con 405 ha y por último los arbustos y el matorral con 240 ha. Por otro lado, la región Centro y Eje Neovolcánico la mayor afectación se presentó en el suelo orgánico con 2,684 ha, seguido del arbolado adulto con 2,634 ha, los arbustos y el matorral con 2,453 ha, el estrato herbáceo con 2,375 ha, los pastos con 1,406 ha y el renuevo con 528 ha. También se tiene a la Región Occidente y Pacífico Centro en donde el estrato que presentó más afectación fue el arbustivo y el matorral con 2,557 ha, el arbolado con 2,075 ha, seguido de los pastos con 1,137 ha, el estrato herbáceo con 1,079 ha y por último el renuevo con 42 ha.

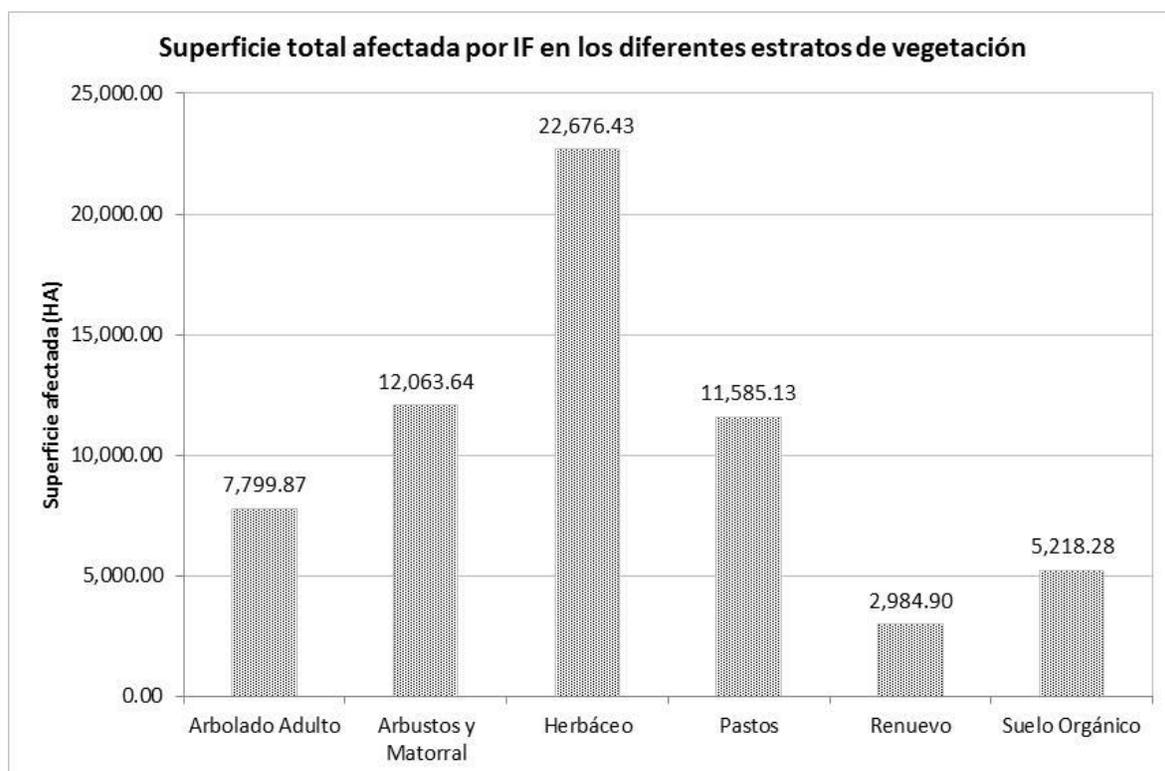


Figura 15. Superficie afectada en los diferentes estratos de vegetación

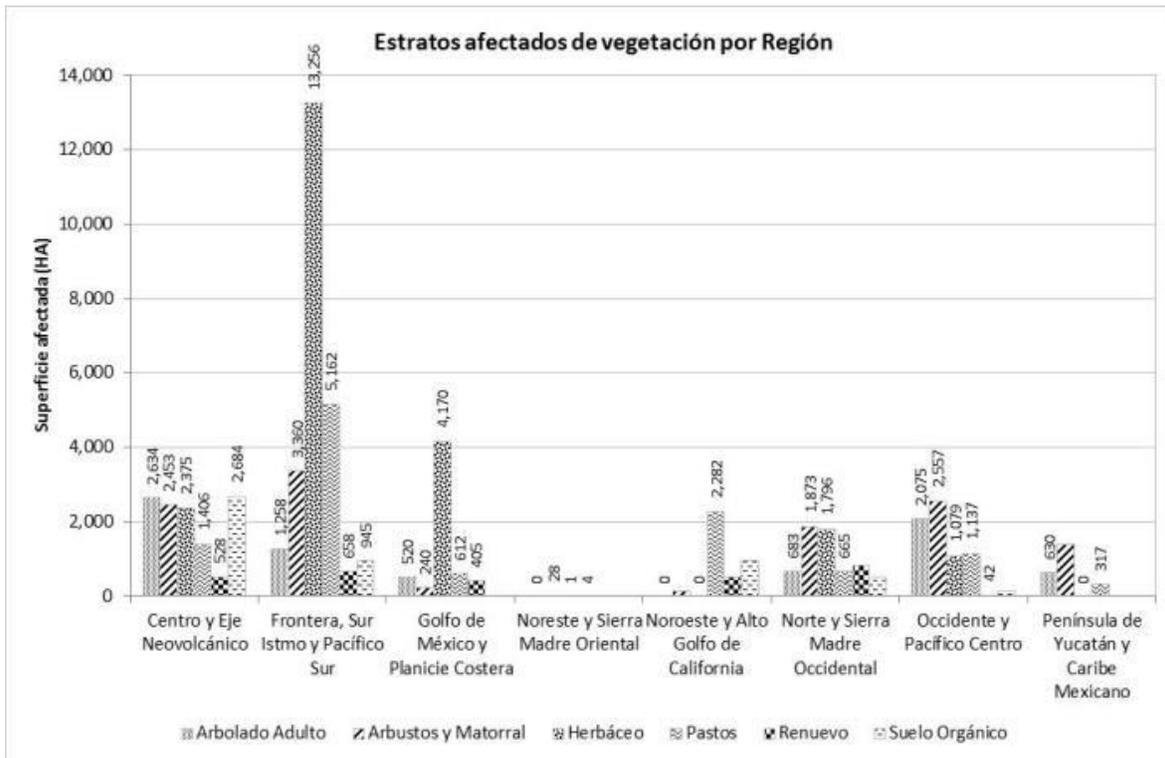


Figura 16. Comparación de estratos afectados por dirección regional CONANP.

IMPACTOS

Se estima que hasta un 48 % de la deforestación en los bosques templados y un 13 % de aquella que afecta a las selvas se deben a los incendios forestales.

Los impactos registrados refieren a impactos mínimos, que significa que los incendios referían a la cobertura del estrato superficial, es decir, el herbáceo, existiendo un número poco representativo de los daños ocasionados por incendios severos, es decir, incendios de copa.

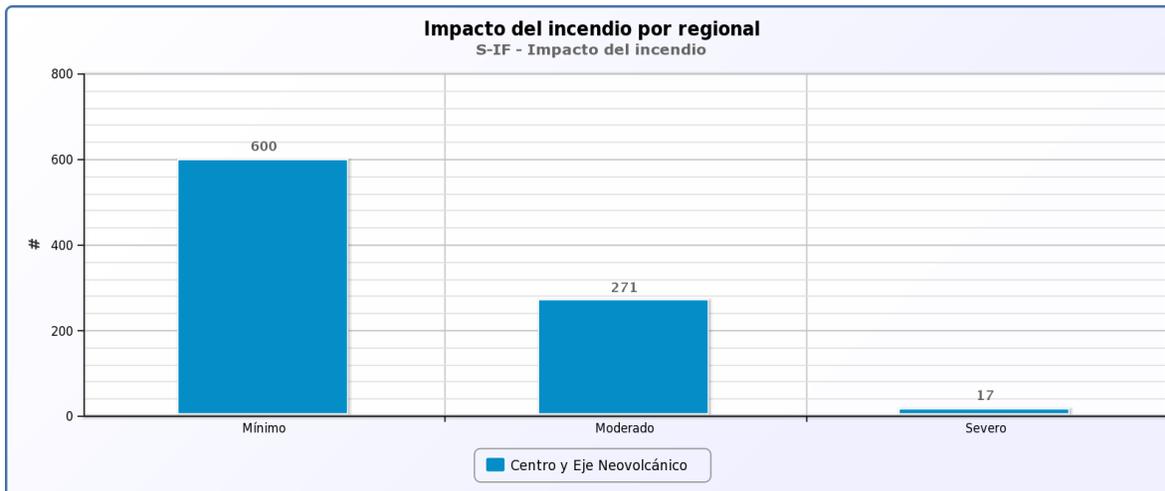


Figura 17 Nivel de impacto por incendios forestales en la región Centro y Eje Neovolcánico.

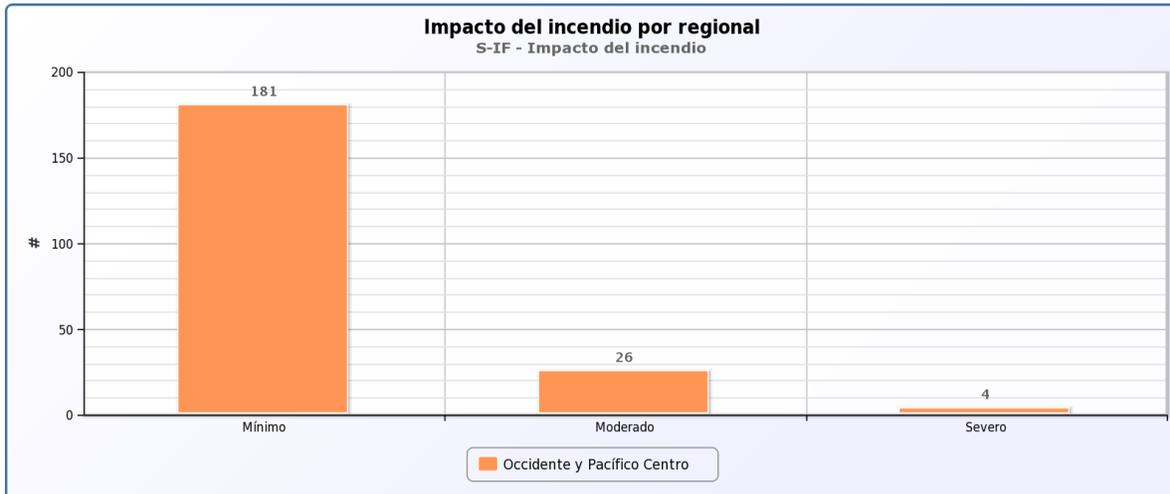


Figura 18 Nivel de impacto por incendios forestales en la región Occidente y Pacífico Centro

Los incendios representan diversos impactos en los ecosistemas. Partiendo de que el fuego es un factor ambiental que se presenta de forma natural, se tiene gran influencia en la formación y estructura de los ecosistemas, de tal forma que también el fuego tiene un papel en el mantenimiento de los mismos. Diversas especies dependen del fuego para continuar existiendo. Sin embargo, existen efectos negativos extremos ocasionados por los incendios provocados, es decir, sobre los que el hombre tiene gran influencia; generalmente son de gran magnitud y recurrencia además de ser considerados como incendios perjudiciales.

TIPO DE INCENDIO

Durante el 2013, se obtuvieron datos que representan los tipos de incendios presentados en Áreas Naturales Protegidas. La ocurrencia refiere a un mayor número de incendios de tipo superficial, es decir incendios en el estrato herbáceo o arbustivo, donde la región de centro y eje presenta el mayor número de eventos.

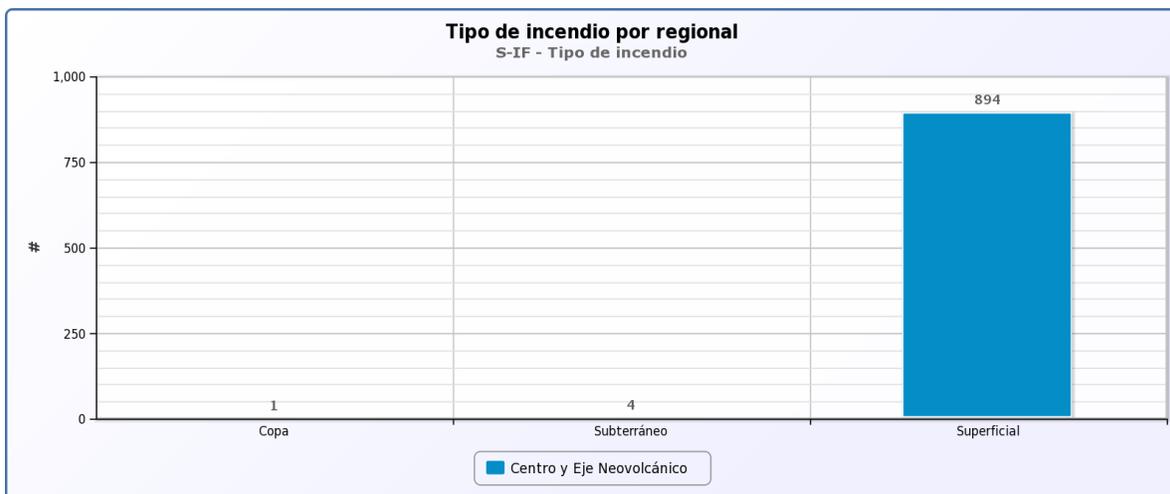


Figura 19 Tipo de incendios en regional Centro y Eje Neovolcánico

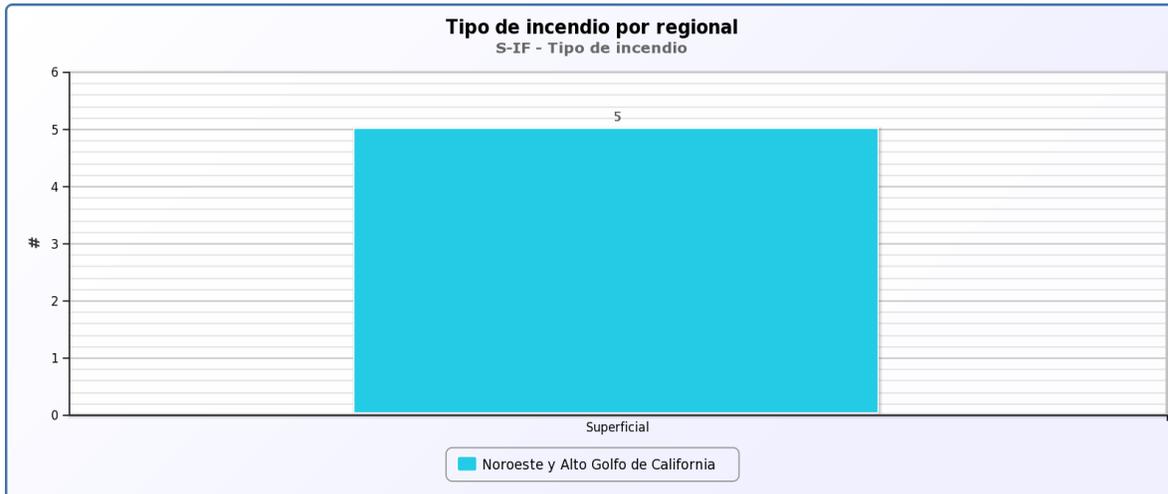


Figura 20. Tipo de incendios en regional Noroeste y Alto Golfo

VEGETACIÓN AFECTADA

En cuanto a los tipos de vegetación que mayor afectación tuvieron por región tenemos que en la región Centro y Eje Neovolcánico las coníferas de sucesión secundaria presentaron la mayor afectación con 5,250 ha, las coníferas primarias con 1,880 ha, la Caducifolia y Subcaducifolia de sucesión secundaria con 1,391 ha y entre otros el Pastizal secundario con 711 ha. La región que ha presentado más superficie y por lo tanto afectación ha sido la Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur donde el tipo de vegetación más dañada ha sido las coníferas secundaria con 9,209 ha, las coníferas primaria con 3,739 ha; las Coníferas-Latifoliadas de sucesión primaria con 2,305 ha, mientras que la Caducifolia y Subcaducifolia de sucesión primaria con 2,297 ha y la Perennifolia y Subperennifolia de sucesión primaria con 1,913 ha; mientras que la vegetación Caducifolia y Subcaducifolia secundaria tuvieron 1,274 ha de afectación.

En la Región Golfo de México y Planicie Costera se presentó mayor afectación en la Vegetación Hidrófila de sucesión primaria con 3,740 ha, seguido de las Coníferas de sucesión secundaria con 723 ha y sucesión primaria con 496 ha. Entre las regiones con mayor afectación también se encuentra la Norte y Sierra Madre Occidental, la cual presentó mayor daño en las Coníferas-de sucesión secundaria con 2,104 ha, así como las Coníferas-Latifoliadas de sucesión secundaria y primaria con 1,568 ha y 1,027 ha respectivamente. Mientras que la Región Occidente y Pacífico Centro tuvo la mayor afectación en el tipo de vegetación Caducifolia y Subcaducifolia Primaria con 1,866 ha; las Coníferas-Latifoliadas Primaria fue el segundo tipo de vegetación más afectada con 1,459 ha, seguido del pastizal de sucesión primaria y las Latifoliadas primaria con 1,261 y 999 ha respectivamente. Finalmente la región Península de Yucatán y Caribe Mexicano se vio más afectada en la Selva Perennifolia y Subperennifolia de sucesión secundaria y primaria con 1,242 y 529 ha respectivamente.

De las regiones con menos vegetación afectada encontramos a la Noreste y Sierra Madre Oriental (Figura 4).

ZONA AFECTADA

En las áreas naturales protegidas, se distinguen dos tipos de zonas; las zonas núcleo y las zonas de amortiguamiento. Las primeras son superficies mejor conservadas o no alteradas, que alojan ecosistemas o fenómenos naturales de especial importancia o especies de flora y fauna que requieren protección especial, en donde las únicas actividades permitidas son la preservación de los ecosistemas y sus elementos. Por lo que se refiere a la zona de amortiguamiento, que se destina a proteger a las zonas núcleo del impacto exterior y donde se pueden realizar actividades productivas, educativas, recreativas, de investigación aplicada y de capacitación, que deberán sujetarse a las normas técnicas ecológicas y a los usos del suelo. Existe un tercer tipo de zona que refiere a la zona de influencia que obedece al objetivo de delimitar el área geográfica y definir a los actores que deben participar en las políticas y toma de decisiones. De esta manera se incluyen municipios que quedan total o parcialmente fuera del límite físico, para que estos también asuman la influencia de sus actividades y decisiones en el territorio. Para la propuesta de captura de datos se decidió integrar esta tercera zona, pero debido a que cada ANP está sujeta a definir sus límites con precisión, está sujeta a variantes en este componente, es por esta razón que no se capturaron datos relacionados a esta característica.

En los datos capturados a través del SIRCA se puede observar que existe un mayor número de incendios presentados en las zonas de amortiguamiento, debido a que en estas, se presenta mayor actividad humana mientras que en las zonas núcleo hay mayor supervisión de las instituciones así como gobierno de los estados.

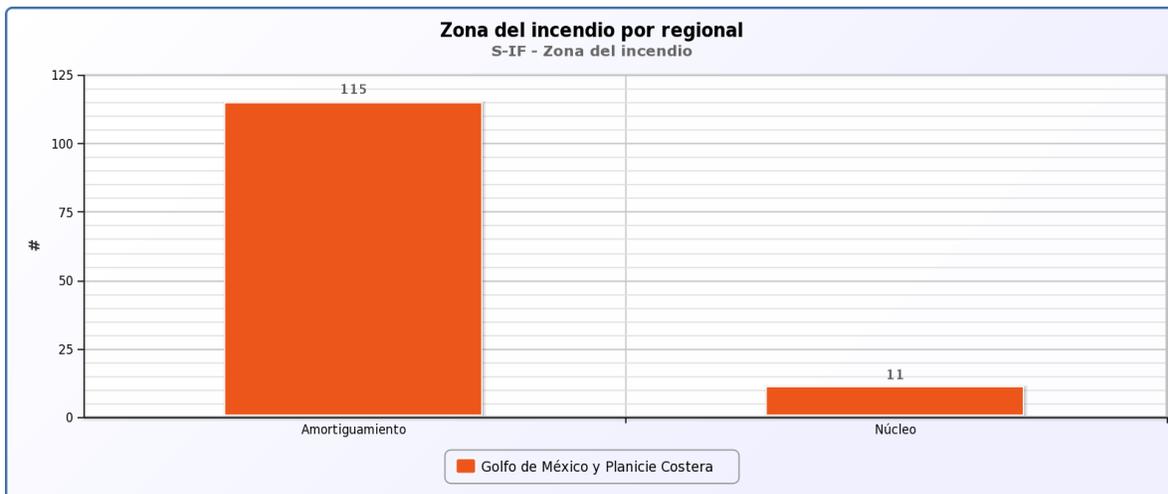


Figura 21 Zona de conservación Golfo de México y Planicie Costera

PERSONAL PARTICIPANTE

En la Figura 22, puede observarse la relación existente entre la superficie afectada de vegetación versus el número de personal participante en el combate del fuego. Hay unas regiones que cuentan con más personal que otras en relación a la superficie calculada de afectación.

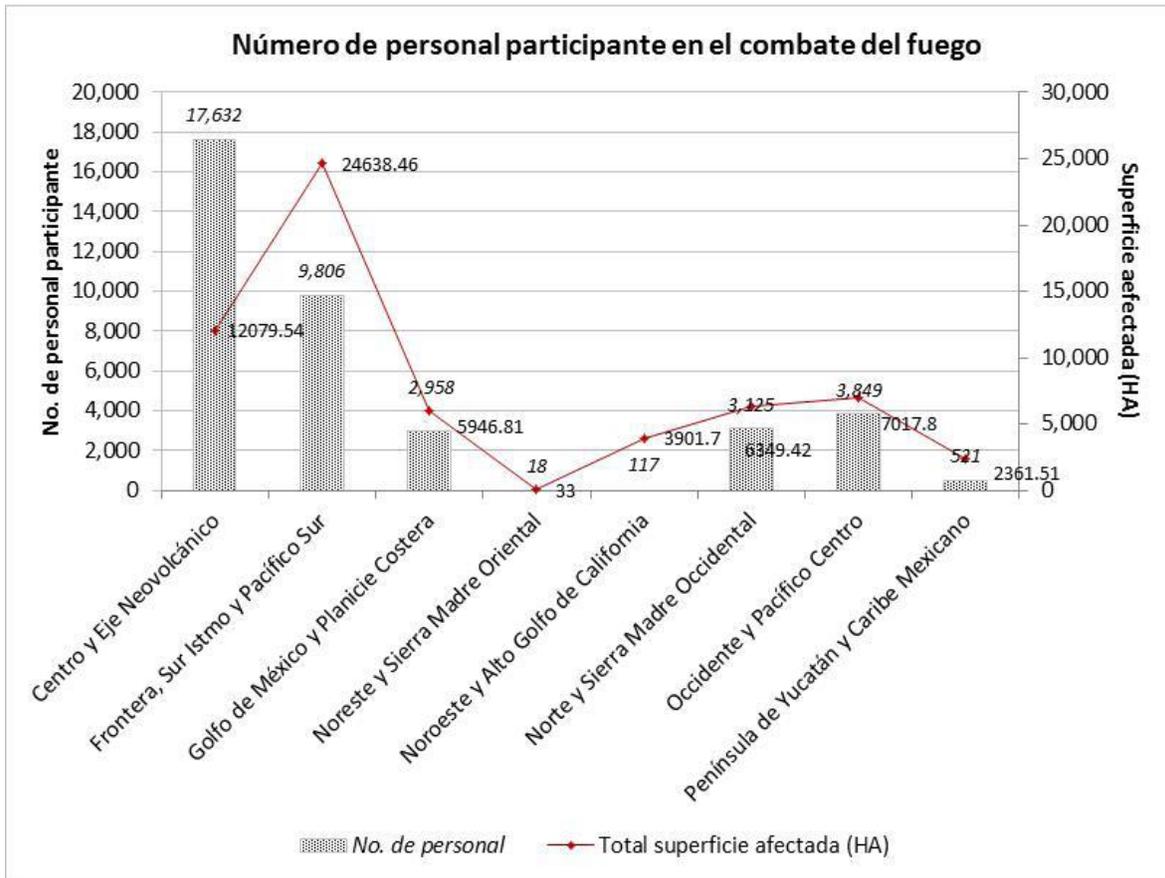


Figura 22. Número de personal participante en el combate al fuego por Región.

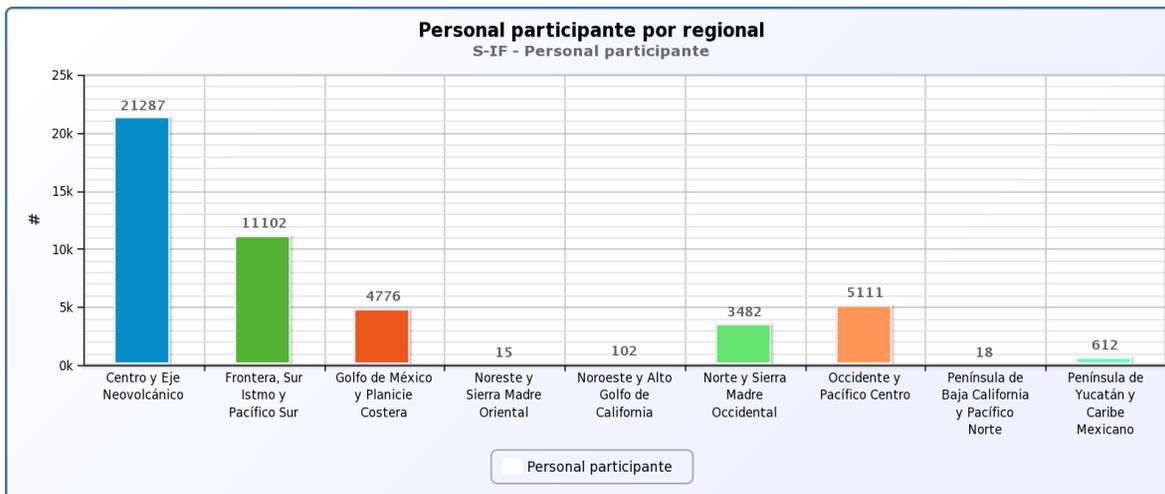


Figura 23 Personal participante por dirección regional CONANP

RECURSO FINANCIERO

Existen diferentes tipos de recursos financieros para dar atención a las contingencias ambientales presentadas en las Áreas Naturales Protegidas, es por ello, que se propuso la integración de este componente en el catálogo de información a recabar, se obtuvieron diferentes mecanismos de financiamiento, permaneciendo el PROCODES Contingencia como el mecanismo con mayor utilización ya que es un instrumento económico otorgado

por el PEF (Presupuesto de Egresos de la Federación) a la CONANP para la atención de estos eventos, sin mencionar que también participan instrumentos como la CONAFOR, el Fondo de Áreas Naturales Protegidas y los gobiernos de los estados.

Una estimación de recursos utilizados generalizados para la atención contra incendios forestales se presenta en la figura 24.

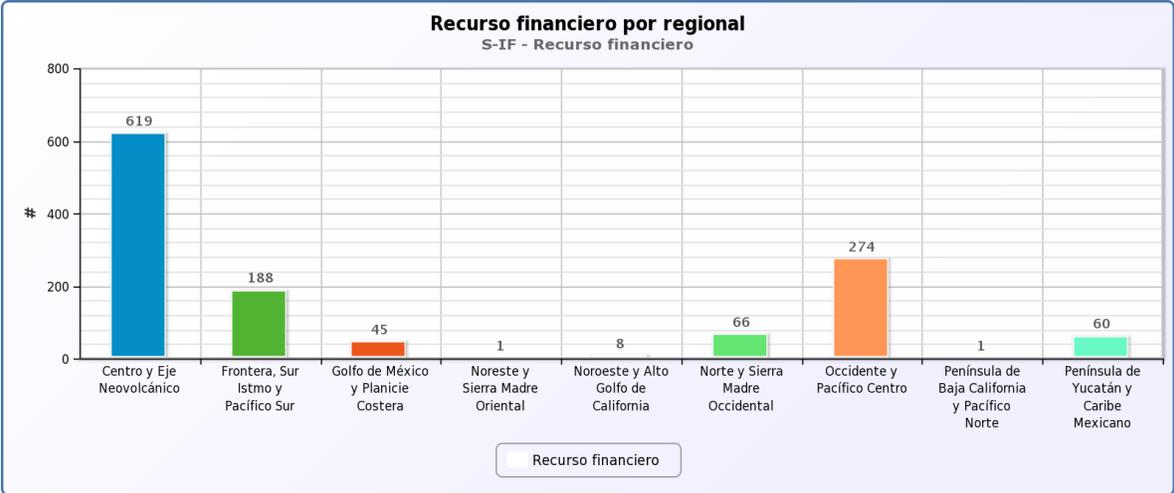


Figura 24 Recursos financieros utilizados por dirección regional CONANP

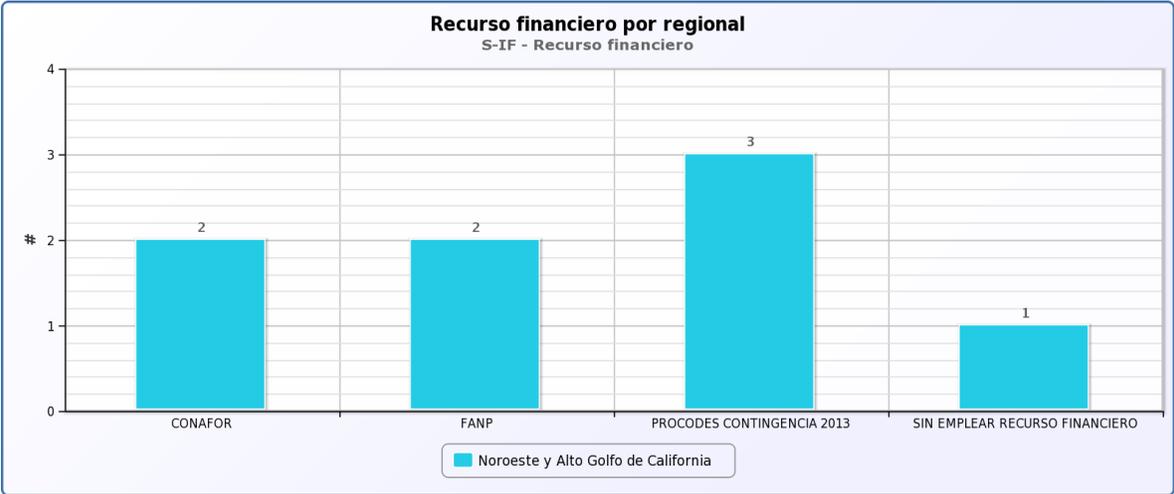


Figura 25 Recursos financieros utilizados por dirección regional Noroeste y Alto Golfo de California

RECURSO MATERIAL

Otro de los componentes del propuesto para generar información refería a hacer un diagnóstico del material o equipo especializado para la atención de estos eventos

Cuadro 5 Equipo utilizado en la temporada 2012-2013 para la atención de incendios forestales

Recurso material	
Equipo básico	Equipo Especializado
Antorchas de goteo	Aeronave
Estación Meteorológica Portátil	Carro Bomba
GPS	Motobomba Mark III
Machete	Otro
McLeod	
Mochila de aspersión	
Pulaski	

Se generó un listado de instrumentos básicos mayor utilizados en la atención de incendios forestales en áreas naturales protegidas, mientras que no se presentó el uso de equipo especializado un factor puede ser que las áreas no cuentan con estos insumos.

Cuadro 6 Herramienta utilizado en la temporada 2012-2013 para la atención de incendios forestales.

Equipo básico (herramientas)
Azadones
Antorchas
Batefuegos
Coas
Estación meteorológica portátil
GPS
Machete
McLeod
Mochila aspersora
Motosierra
Pala forestal
Pulaski
Radiocomunicación
Rastrillos
Sopladora de aire
Vehículos

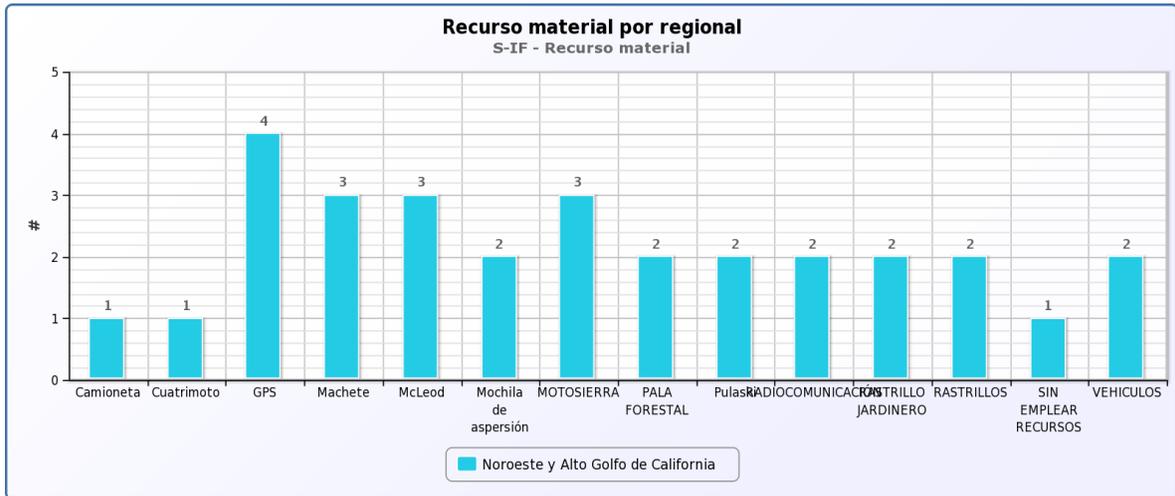


Figura 26 Equipo utilizado en la atención de incendios forestales en región Noroeste y Alto Golfo de California

X. DISCUSIÓN

COMPARATIVO ANUAL

Resulta importante discutir sobre la variabilidad de datos históricos capturados por el SIRCA IF, la información histórica disponible por la CONANP y los datos reportados por la CONAFOR anualmente.

Cada año miles de hectáreas de vegetación natural son afectadas por los incendios forestales en México, para el año 2011 se afectaron más de 900,000 ha. (CONAFOR, 2012.). En México se tiene estadísticas continuas de incendios forestales desde el año 1970. Estas cifras mostraban, hasta el año 2007, dos etapas de comportamiento. De 1970 a 1985, el número de incendios no sobrepasó los 6,500 por año. De 1986 a 2007 el número de incendios sobrepasó los 6,000, con excepción de 3 años: 1990, 1992 y 1997 que registraron números muy semejantes a la época anterior. Estos números muestran claramente que la segunda etapa ha presentado oscilaciones mayores e indican una alteración en el régimen del fuego.

Sin embargo con los datos de los últimos tres años y los 11 meses de 2012, se observa una etapa de ciclos de tres años, que se inicia en 2001. Por lo tanto ahora se identifican tres etapas: la primera de 1970 a 1985, la segunda de 1984 1998, y la tercera 1999-2012. Siendo años 1998 y 2011, los que presentaron las temporadas con mayor número de incendios.

El año 2011 se caracterizó por la presencia de mega-incendios; tan solo el estado de Coahuila concentró el 44% de las áreas afectadas del país, un ejemplo de ello fueron los incendios identificados como El Bonito y El Sabina, ambos sumaron 316,954 ha afectadas, lo que representa el 33 % de las áreas afectadas a escala nacional (CONAFOR, 2012). Así mismo, SIRCA recolectó datos que fortalecen el conocimiento para considerar evaluaciones según la temporalidad:

Datos de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) reportan que durante el 2008 se presentaron 9,735 incendios en todo el país, donde el Estado de México fue el que presentó una mayor actividad con 1,671 incendios y 5,749 ha afectadas.

Mientras que en Áreas Naturales Protegidas en la región Centro y Eje Neovolcánico donde se encuentra el Estado de México se reportaron 536 con 4,188.35 ha afectadas, pero en la Región Frontera Sur Istmo y Pacífico Sur se presentaron 128 incendios afectando 5,140 ha. Cifra que hace considerar los impactos mayormente concentrados en el sureste del país y no en la región del centro como lo reporta la CONAFOR para este año, considerando que los instrumentos de conservación son las ANP deben tomarse en cuenta las variables que afectan estas superficies y no un núcleo concentrado de números de incendios como los reportados por la CONAFOR.

Lo anteriormente expuesto significa que mientras la CONAFOR reporta un número considerable de eventos en el Estado de México, en Áreas Naturales Protegidas se

consideran con mayor magnitud de impactos ecológicos en los estados del sureste, ya que representan casi el 30% a nivel nacional relacionado a la superficie afectada.

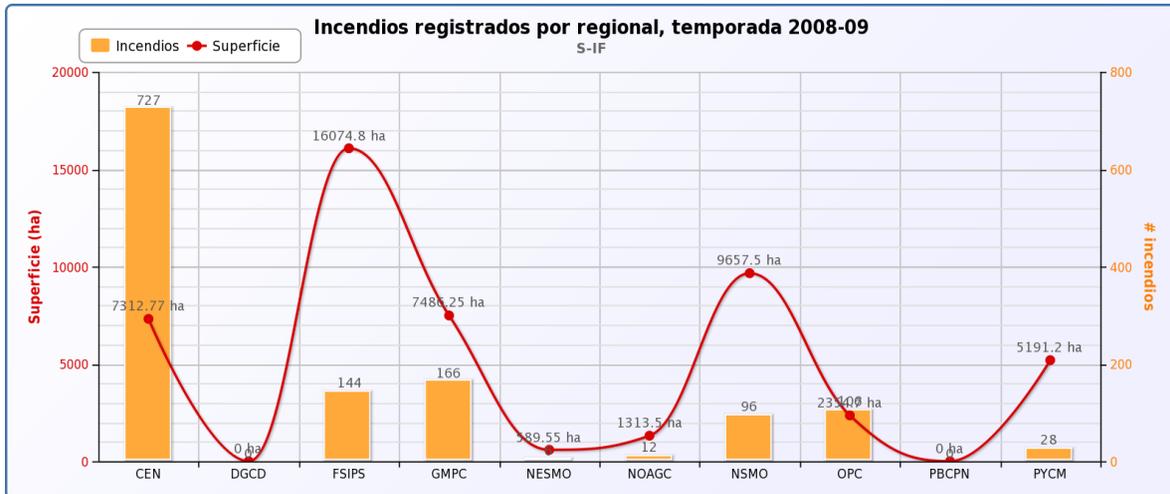


Figura. 27 Registro de incendios en ANP en la temporada 2008-2009

Para el 2009 la Comisión Nacional Forestal, reportó 9,569 incendios con 296,334.21 ha, donde el Estado de México presentó la mayor número de incendios con 1,808 y 6,030.50 ha afectadas. En Áreas Naturales Protegidas la Región Centro y Eje Neovolcánico presentó 536 incendios y 4188.35 ha afectadas, pero en la Región Frontera Sur Istmo y Pacífico Sur se presentaron 128 incendios con 5,140 ha afectadas.

En la figura 28 se aprecia que en la Región Centro y Eje Neovolcánico a pesar de tener el mayor número de eventos, la Región Frontera Sur Istmo y Pacífico Sur presenta una mayor cantidad de superficie impactada con menor número de eventos.

Con relación a la temporalidad es necesario considerar las áreas con mayor incidencia, siendo que desde el 2008 existe el antecedente en la Región Sureste sobre impactos a la vegetación, mientras que en la Región Centro son muchos los incendios presentes pero es poca la afectación por estas contingencias.

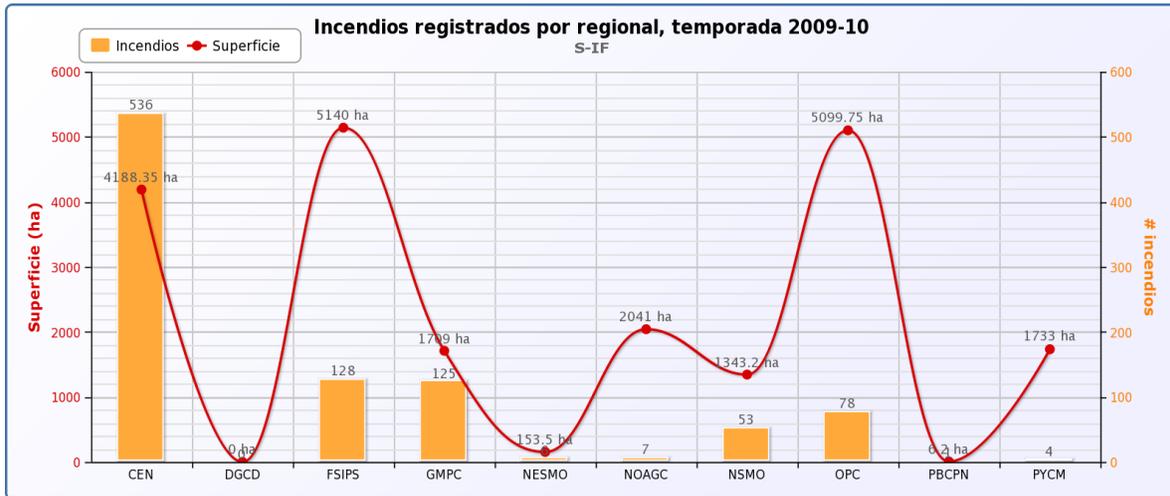


Figura. 28. Registro de incendios en ANP en la temporada 2009-2010

En el 2010 se reportaron por la CONAFOR el registro de 6,125 incendios forestales en 32 entidades federativas, afectando una superficie de 114,723.38 hectáreas, y el Estado de México fue el que presentó la mayor cantidad de contingencias, con una afectación de 3,127,15 ha, pero para este año, la CONAFOR reporta que la mayor parte de afectación de superficie se presentó en Baja California Norte, con 14,064.45 ha. Mientras que en ANP la región Centro y Eje Neovolcánico reportó 1081 incendios. La mayor parte afectada fue reportada en la región Noreste y Sierra Madre Oriental con 61,283.7 ha con tan solo 13 incendios en este mismo año.

La CONAFOR reporta al estado de Baja California Norte con la mayor superficie de afectación con 14,064.45 ha, mientras la CONANP reporta 291.8 ha en esta entidad, la diferencia está relacionada a la superficie forestal presente en Áreas Naturales Protegidas, ya que se existe una mayor superficie en ecosistema marino y no en forestal, mientras la CONAFOR reporta información de todo el Estado, lo cual, en proporciones es mayor la cobertura forestal (redacción)

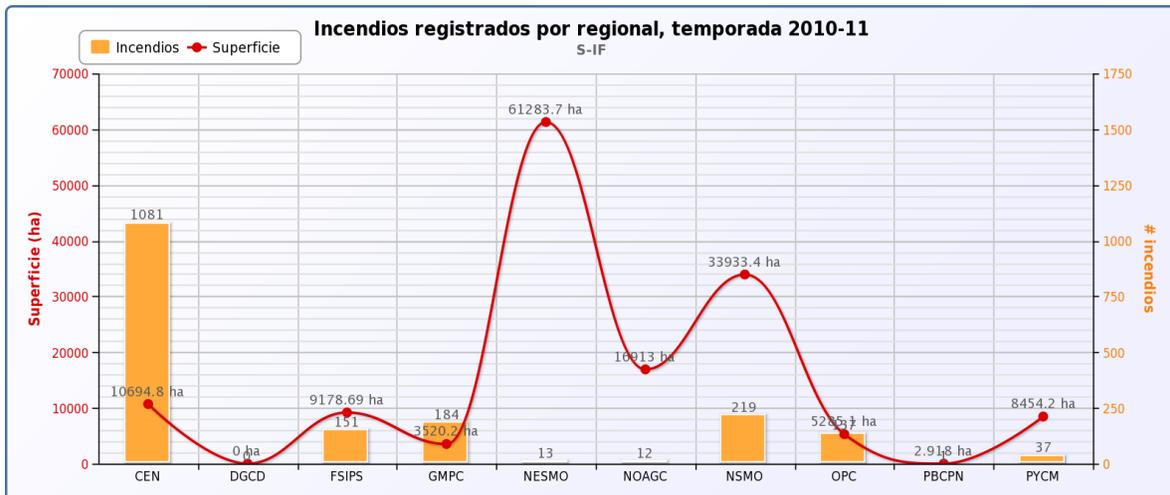


Figura. 29 Registro de incendios en ANP en la temporada 2010-2011

Como se muestra en la figura 29, para el 2011 la CONAFOR reportó 12,113 incendios forestales en 32 entidades federativas, afectando una superficie de 956,404.80 hectáreas. Ese año, el mayor número de eventos se registró en el Estado de México (Región Centro y Eje Neovolcánico) con 2,419 incendios y una afectación de 9283.84 ha, pero con 162 incendios el estado de Coahuila representó la mayor afectación ecosistémica con 424,540.73 ha (Región Noreste y Sierra Madre Oriental). Mientras que en la CONANP se reportaron en la región noroeste y Alto Golfo de California 15 incendios con 29,958.5 ha afectadas.

Se puede identificar que las Áreas Naturales Protegidas contienen características diferentes para la evaluación de los impactos ambientales, ya que mientras en CONAFOR se reporta cada evento de manera homogénea, en las Áreas Naturales Protegidas cada evento representa un peligro por la falta de recursos disponibles para el control y combate. En el caso de Coahuila, fue posible detectar considerablemente el camino de temporalidad y la acumulación de materiales combustibles que pueden provocar la existencia de megaincendios, ya que ocurrieron las mismas situaciones que en los incendios de 1998. Como se anticipaba en el estudio de comportamiento del fuego propuesto por la CONABIO, es necesario incluir a la estadística mecanismos de prevención, sobre todo en Áreas Naturales Protegidas, como son los Programas de Prevención y Combate de Incendios Anuales como lo instruye la NOM-015 SEMARNAT-SAGARPA.

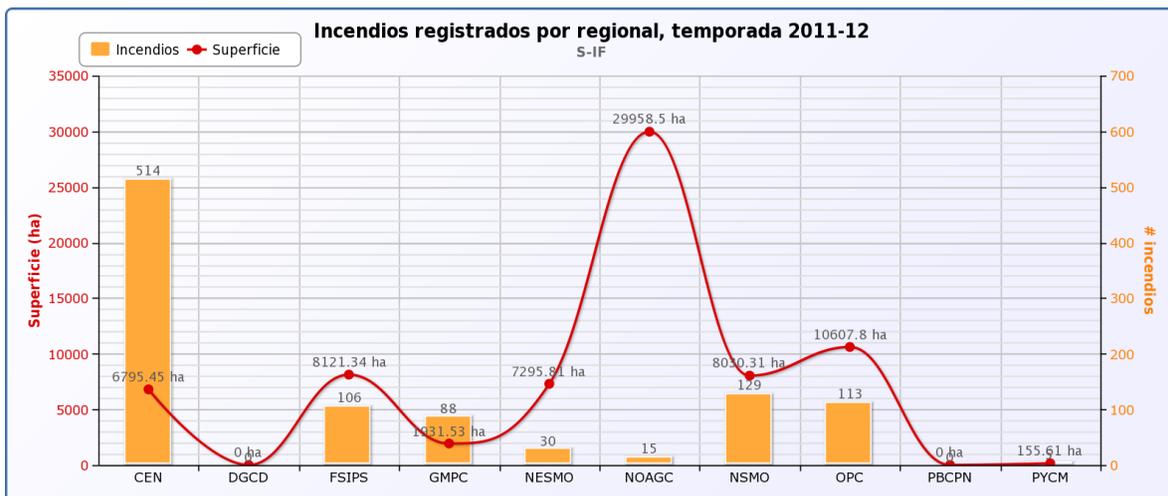


Figura. 30 Registro de incendios en ANP en la temporada 2011-2012

En la figura 30 se puede observar el comportamiento del fuego en el 2012, donde el mayor número de eventos fue registrado en la Región Centro y Eje Neovolcánico con 514 incendios y una superficie impactada de 6795.45 ha, pero la mayor cifra de superficie impactada se presentó en la Región Noroeste y Alto Golfo de California con 2,993.85 ha en tan solo 15 incendios, donde puede señalarse la Sierra de San Pedro Martir como el ANP con mayor afectación por estas contingencias, algo inhabitual debido a los tipos de vegetación presente como la hidrófila.

El año 2012 es uno de los más críticos en incendios forestales en el país, debido a la combinación de los siguientes factores:

- Crecimiento de los combustibles en el segundo semestre de 2010 por la abundancia de lluvias.
- Presencia de sequía severa desde octubre del año pasado hasta mayo del 2011.
- Invierno severo y secado de los combustibles por las heladas extremas.
- Condiciones meteorológicas adversas en Marzo-Mayo del 2011 (Vientos fuertes, baja precipitación y altas temperaturas).

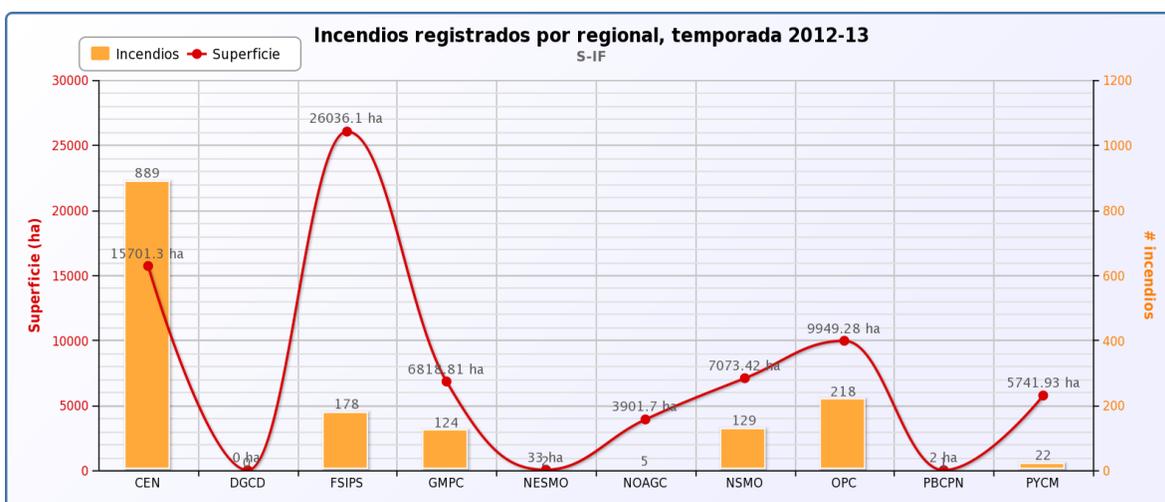


Figura. 31 Registro de incendios en ANP en la temporada 2012-2013

Para el 2013 el comportamiento del fuego se presentó de manera diferente, como se muestra en la figura 31 la Región Centro y Eje Neovolcánico presentó el mayor número de incendios con 889, y con una superficie de afectación de 15,701.3 ha, mientras que en la Región Frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur se presentaron 178 incendios pero con una afectación de 26,036.1 ha.

En comparación con el 2012, en este año se puede identificar que la mayor afectación en la Región de Frontera Sur, es decir, al extremo sur del país, se puede sugerir a un cambio ambiental y de acumulación de combustibles ya que los disponibles en la región norte ya habían sido consumidos por el fuego presentado en la anterior temporada.

En cuanto a los registros SIRCA y PC la tendencia general es que se presentan más PC que registros SIRCA en las regiones CONANP, excepto en la región Centro y Eje Neovolcánico que presenta más registros SIRCA que PC. Es importante comentar que los PC son inferencias sobre la presencia de fuentes de calor y que no necesariamente son incendios (ya que pueden ser quemas agrícolas, suelos calentados por el sol, grandes chimeneas -llamas de gas en pozos petroleros, volcanes etc.) lo que nos da una idea de la presencia de estos eventos en las áreas.

XI. CONCLUSIONES

Conocer el comportamiento del fuego en las Áreas Naturales Protegidas permite planear estrategias de control y combate de incendios forestales, de tal manera que los recursos humanos, materiales y financieros destinados para estas labores, puedan ser dirigidos a las áreas donde anualmente se espera una mayor incidencia.

La actualización de la aplicación web SIRCA-IF se realizó de una manera ágil a través de la elaboración de un catálogo adecuado con las variables indicadas para ser recolectadas en campo y ser sistematizadas para su evaluación.

Los datos registrados permiten obtener intersecciones para la evaluación de los sitios con mayor incidencia impacto y vegetación perturbada y es recomendable que el personal técnico obtenga los datos puntuales de cada ANP para conocer el comportamiento del fuego en su área de trabajo.

En las áreas donde la cantidad de combustibles forestales es alta, se recomienda realizar quemas controladas, o quemas prescritas con la finalidad de reducir la cantidad de combustibles ligeros y de esta forma contribuir a la disminución del peligro de incendios. En este sentido, es igualmente recomendable controlar la cantidad de residuos de corta producto del aprovechamiento, para evitar acumulación excesiva de material combustible, principalmente ramas de árboles troceados.

Es factible llevar a cabo estimaciones de variabilidad climática, con el fin de puntualizar según temporada las condiciones meteorológicas de presencia de incendios forestales. Sin embargo, se debe considerar las actividades antropogénicas como las principales causas y así desarrollar modelos que contemplen una resolución mayor y dar lugar a estimaciones que permitan predecir con eficacia los sitios de ocurrencia.

La metodología de actualización del SIRCA-IF inició la plataforma de colecta de datos, sin embargo, en las siguientes fases, se demostró la operación relativamente sencilla pero con resultados significativos y suficientemente robustos, para la estimación de los índices de comportamiento del fuego en Áreas Naturales Protegida de México.

Aunque en el presente estudio el factor socioeconómico no resultó ser más importante que los criterios ambientales y variables meteorológicas, debe considerarse de suma importancia en futuras evaluaciones, ya que representa la principal causa de los incendios no solo en Áreas Naturales Protegidas, sino en todo el país, ya que representan la mayor presión en los recursos forestales, existiendo el cambio de uso de suelo, el extensionismo al sector agropecuario y la tala clandestina, la mayor problemática a atender; esta última ya considerada tema de seguridad nacional.

Finalmente, cabe señalar que para el desarrollo de la presente investigación se utilizaron datos accesibles para cualquier manejador de recursos naturales y particularmente forestales, como el empleo de aplicaciones sencillas y que pueden ser utilizadas en cualquier equipo básico, pero con capacidades de especialización como fotografías aéreas,

cartografías y bases de datos de mayor capacidad, así como de técnicas para el análisis de cada uno de los criterios que determinan la prevención, la presencia y el combate de incendios forestales, particularmente en Áreas Naturales Protegidas dentro de un esquema de manejo del fuego.

XII. CONTRIBUCIÓN Y RELEVANCIA

En el presente documento se proponen algunos conceptos e ideas generales sobre temas para la planificación del manejo del fuego, que incluye elementos conceptuales básicos para la formulación de los programas de manejo del fuego.

- Este trabajo no pretende ser un planteamiento acabado o final; su propósito es contribuir a la discusión de ideas e iniciar el desarrollo de métodos que permitan mejorar las prácticas de planificación para el manejo del fuego, adaptándolas al contexto ecológico y social particular de las áreas naturales protegidas y otros sitios de interés forestal de México.
- El documento expone las herramientas ideales para incluir al manejo del fuego como un proceso dirigido a lograr objetivos de protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de áreas forestales: en particular de las decretadas como áreas naturales protegidas y otros sitios de interés, partiendo del conocimiento existente sobre la ecología del fuego y desde una perspectiva de manejo de ecosistemas.
- Es importante señalar que uno de los principales desafíos para la aplicación del concepto de manejo del fuego, es la concepción del fuego como factor ecológico dentro de la dinámica de los ecosistemas; considerando además la importante preponderancia del cambio climático sobre el comportamiento actual de los incendios en los ecosistemas.
- Otro de los principios que se consideran, es la necesidad de ver al uso del fuego como una herramienta fundamental para mantener la salud de los ecosistemas dependientes e influenciados; así como la supresión de incendios en los ecosistemas donde el fuego no sea necesario o bien, la combinación de ambas técnicas.
- Es imperativo tomar en cuenta de manera prioritaria en los procesos de planificación, las necesidades, prácticas y valores culturales de las comunidades y sus conocimientos, experiencia y habilidades existentes en el uso tradicional del fuego en sus áreas rurales, con la finalidad de desarrollar políticas públicas adecuadas a esta realidad.
- Esta nueva visión coloca al fuego como elemento dinámico, temporal y espacial en los ecosistemas. Dinámico porque puede ser manipulado con base en objetivos y programas específicos. Temporal porque debe ser aplicado en determinadas épocas del año o en ciertas etapas de sucesión ecológica de los distintos tipos de vegetación. Espacial porque depende del tipo de área forestal y la magnitud de su cobertura.
- Ha quedado de manifiesto en este documento que el fuego es un componente básico en la evolución natural de los ecosistemas forestales y que los incendios forestales forman parte de la dinámica natural o histórica de muchos de los ecosistemas; y que el reconocimiento de su papel ecológico ha llevado a plantear la necesidad de pasar del

enfoque predominante de control, combate y extinción total de los incendios a la aplicación de estrategias de manejo del fuego basadas en principios y criterios ecológicos.

- Al igual que en el caso de la gestión ambiental y el manejo de los recursos naturales, el manejo del fuego es un proceso social, dirigido hacia objetivos y necesidades planteados por actores sociales y es ejecutado a través de organizaciones humanas. Diversos actores sociales están involucrados tanto en origen de los incendios forestales como en el manejo del fuego, por lo tanto, su participación en la planificación es necesaria.
- El conocimiento y entendimiento del papel de los regímenes de incendios en los procesos de los ecosistemas, de los elementos ambientales que los regulan y de la influencia humana que los modifica o conserva, es un aspecto importante para el diseño de estrategias de manejo del fuego basadas en principios ecológicos.
- Para pasar del enfoque de supresión de incendios al de manejo del fuego, se requiere modificar las políticas y programas públicos del sector forestal y de conservación de la naturaleza; ya que persisten los puntos de vista de personas del medio urbano y en ocasiones están ajenos de la realidad de las áreas rurales y de los bosques. Por lo tanto es necesario reforzar la comunicación de conocimientos acerca de la ecología y el manejo del fuego. Otra tarea básica, es el desarrollo y fortalecimiento de capacidades técnicas del personal participante en el manejo del fuego, lo cual implica invertir más en su formación, capacitación y entrenamiento.
- Para poner en práctica el manejo del fuego, es necesario contar con programas que establezcan un marco de referencia para la organización, la toma de decisiones, el monitoreo y la evaluación de resultados.
- La preparación de los programas de manejo del fuego por parte de los responsables de administrar las Áreas Naturales Protegidas y otros sitios de interés, deberán considerar que las áreas forestales son parte integrante del plan de manejo de dichas áreas; el cual a su vez deberá ser parte de la expresión de la política ambiental que se aplique en dichas áreas específicas.
- Para concluir, se debe considerar que el manejo del fuego y de los ecosistemas es una actividad humana, cuyo fin no es controlar procesos de la naturaleza, sino adaptarse a ellos, a través de la experimentación y el aprendizaje. Esta es la esencia del manejo adaptativo que constituye el fundamento de las ideas a establecer en los futuros programas de manejo del fuego.

XIII. GLOSARIO

Combustible forestal. Toda la materia orgánica presente en un ecosistema forestal (compuesta principalmente por la biomasa de plantas y sus restos) que puede mantener un proceso de combustión en los bosques, selvas, matorrales, etcétera.

Combustible disponible. La proporción de combustible listo para iniciar la ignición y consumirse. Esta cantidad depende de la humedad que contiene cada estrato del complejo de combustibles y del estado del tiempo atmosférico.

Combustible potencial. La cantidad total de combustible acumulado en un área forestal; se expresa comúnmente en kg m² o Mg ha⁻¹.

Comportamiento del fuego. Es la dirección, intensidad y velocidad de propagación que presenta un incendio forestal sobre cierto complejo de combustibles.

Degradación. Cambio en las condiciones ambientales o en el estado de un ecosistema que representa una alteración negativa de su composición, estructura y dinámica, lo cual afecta su integridad y persistencia. Esto ocurre tanto por la pérdida de componentes (es decir, cobertura, biomasa, especies, erosión del suelo) como por la adición de elementos que alteran el funcionamiento del sistema (por ejemplo invasión de especies exóticas que desplazan a las nativas, eutrofización en un ecosistema acuático, acumulación de sustancias tóxicas en el aire, el agua o el suelo). Desde una perspectiva social, la degradación implica: la disminución de la capacidad del ecosistema de proveer servicios ambientales, pérdidas económicas (reducción de las existencias, calidad o valor de recursos como la madera o el agua), daños a la salud humana, disminución del atractivo o valor estético de un paisaje, etc. La definición de degradación depende de criterios (elementos de juicio) explícitos para calificar de degradada una condición determinada del ambiente o de un ecosistema. Una perturbación no implica necesariamente degradación.

Disturbio. Un evento cualquiera relativamente discreto en el tiempo que modifica la estructura, el ambiente físico o la disponibilidad de sustrato o recursos de un ecosistema, comunidad o población. Es el suceso puntual que origina o desencadena una perturbación. Puede ser causado por distintos agentes naturales o antropogénicos, por ejemplo:

un huracán, un deslizamiento de suelo, un incendio o un desmonte.

Ecología del fuego. El estudio científico del papel del fuego en los patrones y procesos ecológicos.

Ecosistema. Es una unidad de estudio de la ecología; un sistema que corresponde al nivel de organización en el cual diferentes especies de plantas, animales, hongos y microorganismos interactúan entre sí y con los factores abióticos (radiación solar, agua, roca y minerales, aire) de su entorno a través de flujos de energía, materiales e información.

Frecuencia de incendios. Es la probabilidad de incendios en un área por unidad de tiempo o número de incendios por unidad de área y tiempo. Se relaciona con el intervalo de retorno de incendios y la rotación de incendios.

Incendio forestal. La propagación libre y sin control del fuego en las áreas forestales.

Intensidad de incendios. Es la fuerza física de los eventos, medida como la cantidad total de energía liberada en forma de calor y luz en las diferentes fases de la combustión. Comúnmente se usa la *intensidad de la línea de fuego* como indicador, medida en *kilowatts* por metro de la línea de fuego en el frente de un incendio; puede ser inferida a partir de la longitud de las llamas.

Intervalo de retorno de incendios. Periodo de tiempo (años) entre incendios sucesivos.

Peligro de incendio. Se refiere al comportamiento potencial del fuego, su efecto o severidad potencial y su resistencia al control, determinado principalmente por las propiedades físicas de los combustibles.

Perturbación. Cambio en el estado o conducta de un sistema; por ejemplo, un cambio en la composición de especies y la estructura de la vegetación después de un incendio u otro tipo de disturbio. Es parte de la dinámica de los ecosistemas y en ecología no debe dársele una connotación negativa al término (erróneamente se confunde con degradación o deterioro).

Quema controlada. Una quema que se mantiene controlada o confinada en un área determinada.

Quema de desmonte. Una quema que se realiza a propósito para eliminar cobertura forestal como parte de un proceso de cambio de uso del suelo.

Para fines de manejo es importante diferenciar los incendios forestales originados por causas naturales o humanas accidentales y las quemadas realizadas con propósitos de manejo de estas quemadas de desmonte, cuyo fin es eliminar la cobertura forestal.

Quema prescrita. Una quema prescrita es un tipo de quema controlada que se hace con un propósito determinado de modificación de una cama de combustibles, de la composición de la vegetación o de las condiciones de hábitat; lo que define a este tipo de quemadas es la *prescripción*: la planificación de la forma en que se aplica para lograr el resultado deseado. La aplicación de quemadas prescritas implica no sólo prever el comportamiento del fuego y mantenerlo bajo control, sino entender cuáles son los efectos de la quema sobre las condiciones del ecosistema forestal.

Regeneración. Proceso de recolonización o cicatrización de la vegetación en un claro abierto por un evento de perturbación o disturbio.

Régimen de incendios. La amplitud de variación en los eventos de incendio que influyen en la dinámica de un ecosistema en el espacio y el tiempo. Se caracterizan por la frecuencia, intervalo de retorno y rotación de los eventos de incendio, su estacionalidad, magnitud (intensidad, severidad y extensión) y la sinergia con otros agentes de perturbación (por ejemplo con huracanes o con el ataque de insectos parásitos que al dañar o matar plantas, aumentan la carga de combustibles). Es importante enfatizar que un régimen de incendios se caracteriza por el rango de variación y no sólo por condiciones promedio. El *régimen histórico* es el que ha existido por un periodo largo de tiempo, del orden de cientos de años; un *régimen alterado* es aquel que se aparta en sus atributos del régimen histórico; un *régimen manejado* es aquel cuyos atributos han sido deliberadamente modificados a través de intervenciones de manejo con un propósito determinado.

Riesgo de incendio. Es la probabilidad de que se inicie un incendio y está relacionada con las causas naturales o humanas y las condiciones meteorológicas favorables a la propagación del fuego.

Rotación de incendios. El tiempo (años) en que toda un área determinada se ha quemado por diferentes incendios.

Severidad de los incendios. Magnitud del efecto del fuego que puede ser medida en términos de la reducción en el porcentaje de cobertura vegetal o de área basal de árboles, el grado de consumo de combustibles o biomasa, o por la mortalidad de plantas.

Sucesión. Es el cambio a través del tiempo en la composición de especies y la estructura de una comunidad biótica; se inicia por la colonización de sustrato inerte recientemente formado (*sucesión primaria*) o se reinicia en los claros abiertos por un evento de perturbación o disturbio (*sucesión secundaria*). Es un proceso central en la dinámica de los ecosistemas. A escala del ecosistema en la sucesión ocurren cambios como la acumulación de biomasa, la retención de nutrientes, la variación en la relación productividad/respiración del ecosistema y, en ecosistemas terrestres, la formación de suelo.

Cama de combustible. Una unidad relativamente uniforme del paisaje que representa un ambiente de combustión único y determina el comportamiento potencial y los efectos del fuego. Se caracteriza por el conjunto de propiedades físicas de los combustibles en diferentes estratos (árboles vivos y muertos en pie, arbustos, herbáceas, material leñoso caído en el piso del bosque, hojarasca y materia orgánica en descomposición en la superficie del suelo).

Propiedades físicas de los combustibles. Son la cantidad (carga), compactación, densidad, distribución y arreglo espacial, horizontal y vertical, de los combustibles forestales. Estas propiedades se describen desde el nivel de partícula hasta el de complejo o cama de combustible.

Estacionalidad de los incendios. Temporada o temporadas en el año donde se concentra la incidencia de incendios forestal.

XIV. REFERENCIAS

1. Carabias J., Sarukhán J., de la Maza J., Galindo C. 2010. CONABIO. Patrimonio Natural de México Cien Casos de Éxito, MÉXICO.
2. Cisterna C. F. 2005 “Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación Cualitativa”. *Theoria*, Vol. 14, N° 1, pp. 61-71, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
3. CONABIO. 2008. Capital Natural de México, vol. II: Estado de Conservación y Tendencias de Cambio. Comisión Nacional para el Uso y el Conocimiento de la Biodiversidad, México.
4. CONAFOR 2012. MANUAL DE INFORMACIÓN ESTADÍSTICA DE INCENDIOS FORESTALES www.conafor.gob.mx.
5. CONANP 2008, PROGRAMA NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS 2007-2012. http://www.conanp.gob.mx/quienes_somos/pdf/programa_07012.pdf.
6. CONANP 2011 Estrategia y Lineamientos de Manejo del Fuego en Áreas Naturales Protegidas. http://www.conanp.gob.mx/css/imagenes/estrategia_de_fuego.pdf.
7. CONANP 2013. SITIO WEB. www.conanp.gob.mx.
8. Díaz, C. M. 2009 “¿Como desarrollar, de una manera comprensiva, el análisis cualitativo de los datos?” *Educere*, año 13, nº 44 • enero – febrero, pp. 55 – 66, Universidad de Carabobo.
9. FAO. 2007. Manejo del Fuego: principios y acciones estratégicas. Directrices de carácter voluntario para el Manejo del Fuego. Documento de Trabajo sobre el Manejo del Fuego No.17.
10. Flores G. 2006. Simulación del comportamiento del fuego con base en la estimación geoestadística de la variación espacial de combustibles.
11. Flores G. 2005. Efecto de las quemas prescritas sobre algunas características del suelo en un rodal de pino.
12. Jardel-Peláez, E.J., J.M. Frausto-Leyva, D. Pérez-Salicrup, E. Alvarado, J.E. Morfín-Ríos, R. Landa & P. Llamas-Casillas. 2010. Prioridades de Investigación en Manejo

- del Fuego en México. Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. México D.F. INEGI. Referencias geográficas y extensión territorial de México.
13. Jardel J. E., Ramírez V. R., Castillo N. S., García R., Balcázar O. M. Chacón Mathieu J. C. y Morfín R. 2006. Manejo del Fuego y Restauración de Bosques en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlan, México.
 14. Jardel, E. J. 2010. Sucesión ecológica y restauración de bosques subtropicales de montaña en la Estación científica Las Joyas, México.
 15. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Cap. 1° Art. 1°.
 16. Miranda S. 2006. Determinación de las áreas de riesgos a incendios forestales del parque ecológico Chipinque, Nuevo León.
 17. Myers, R.L. 2006. The Nature Conservancy. Convivir con el Fuego- Manteniendo los ecosistemas y los medios de subsistencia mediante el Manejo Integral del Fuego. Estados Unidos de América.
 18. Norma Oficial Mexicana NOM-015 SEMARNAT/SAGARPA- 2007, que establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuarios.
 19. Ressler, R. e I. Cruz 2012. Detección y monitoreo de incendios forestales mediante imágenes de satélite. CONABIO. Biodiversitas, 100:12-13.
 20. Rodríguez S.; Lorenzo Q. I. y Herrera T. 2005 "Teoría y práctica del análisis de datos cualitativos. Proceso general y criterios de calidad" Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades. Julio diciembre, vol XV, N 002 Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.
 21. Wong G., Villers R. M. L. 2006. Evaluación de combustibles y su disponibilidad en incendios forestales: un estudio en el Parque Nacional La Malinche. Departamento de Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510 México.

OBSERVACIONES IMPORTANTES

Este trabajo esta corregido en ortografía, mecanografía y redacción en varios puntos del contenido, por lo tanto debes trabajar aquí cualquier cambio que hagas, incluidos los siguientes:

En rojo aparecen algunas dudas chécalas por favor

En la figura 10, 11, 12 y 13 tienes mayúsculas que no deben ir en el eje de las X

En la figura 13 las leyendas en eje X están encimadas

En las figuras formadas por gráficas 19, 11, 12 y en general en todas las figuras elimina el rayado, que solo aparezcan los ejes que deben aparecer

En las figuras 15 y 16 en el eje y aparece HA debe ser ha

Ponte de acuerdo en el uso de mayúsculas en la palabra Región, región, fíjate bien donde sí y sonde no debe ser con mayúscula. Esto mismo cuando te refieres a los tipos de vegetación

Figuras 22 y 23 no es número de personal, sino número de personas

En la figura 26 títulos de eje X con mayúsculas y minúsculas, uniformiza

Las figuras 27, 29, 30 y 31 no están citadas en el texto y de pronto aparecen las figuras. Debes citarlas en el texto.

Los puntos cardinales se escriben con minúsculas.