

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA



FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS



ESPECIALIDAD EN GESTIÓN AMBIENTAL



“EVALUACIÓN DE LOS INFORMES DE INCENDIOS FORESTALES DE LA COMISIÓN NACIONAL FORESTAL, GERENCIA ESTATAL DE BAJA CALIFORNIA, DURANTE EL PERÍODO 2010-2011”

Trabajo Terminal

**Que para obtener el diploma de
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN AMBIENTAL**

Presenta

DIANA JAZMÍN SAUCEDO VELÁZQUEZ

Ensenada, Baja California, Agosto del 2012

Agradecimientos

A mi mamá por estar ahí siempre para apoyarme y motivarme a ser una mejor persona cada día, y a enseñarme que no hay peor lucha que la que no se hace.

A mi papá por ser mi protector y estar dispuesto siempre a ayudarme a lo largo de mi vida.

A mi familia, por darme todos los buenos y malos momentos, porque ellos nos ayudan a madurar y crecer como persona.

A Javier por ser mi motivación y fuerza a seguir adelante, y apoyarme en las buenas y malas.

Al Dr. Alejandro García por ayudarme a lo largo de la elaboración de este trabajo y a finalizar lo mejor posible esta etapa académica.

A mis profesores Conchita, Hiram, Juan Carlos, Georges, Carolina, Fermán, Cheo y Gomero, por permitirme ser su alumna, enseñarme cosas nuevas y contribuir con mi formación profesional.

A la UABC, por brindar programas de calidad que contribuyen a mejorar la formación de mas profesionales.

A CONACYT por apoyarme con una beca durante la especialidad, y de esta manera facilitar mi estancia en el programa.

Y finalmente agradezco a la vida, por permitirme llegar a finalizar esta etapa y por conocer a personas tan valiosas durante mis estudios de especialidad.

Índice

I.	Introducción	1
II.	Antecedentes.....	17
III.	Justificación	19
IV.	Objetivos	20
	1. General:.....	20
	2. Específicos:.....	20
V.	Área de Estudio	20
VI.	Método.....	22
	VI.I. Informes individuales de Incendios Forestales 2010 y 2011.....	22
	VI.II. Polígonos de incendios relevantes del 2010 y 2011.....	23
	VI.III. Generación de Base de datos.....	23
	VI.IV. Identificación de vegetación en informes individuales.....	23
	VI.V. Identificación de vegetación de los incendios relevantes en informes individuales	23
	VI.VI. Análisis espacial	24
	1. Extracción de vegetación en área de estudio, a partir del Inventario Nacional Forestal 2000:.....	24
	2. Intersección de polígonos de incendios relevantes del 2010 y 2011 con vegetación del Inventario Nacional Forestal 2000:.....	24
	3. Calculo de superficies de vegetación por polígono de incendio relevante:.....	24

4. Diferenciación espacial de la vegetación por incendio:	25
VI.VII. Comparación de resultados con informes individuales de incendios.....	25
VII. Resultados.....	26
VII.I. Análisis espacial 2010.....	26
VII.II. Análisis espacial 2011.....	32
VII.III. Vegetación total afectada 2010 y 2011	40
VII.IV. Vegetación de informes individuales de incendios forestales.....	42
VIII. Discusión	44
IX. Conclusión	49
X. Bibliografía:.....	51

Tablas

- Tabla I. Descripción del contenido de los informes individuales de incendios forestales en Baja California.
- Tabla II. Cuadro comparativo de vegetación, porcentaje y superficie de afectación del año 2010.
- Tabla III. Cuadro comparativo de superficies afectadas por comunidad vegetal o uso, del año 2010.
- Tabla IV. Cuadro comparativo de vegetación, porcentaje y superficie de afectación del año 2011.

- Tabla V. Cuadro comparativo de superficies afectadas por tipo de vegetación del año 2011.
- Tabla VI. Cuadro comparativo de superficies totales afectadas por tipo de vegetación.

Figuras

- Figura 1. Delimitación del área de estudio por zonas críticas.
- Figura 2. Diagrama de flujo del método utilizado.
- Figura 3. Grafica comparativa de superficie totales afectadas por tipo de vegetación o uso, del año 2010.
- Figura 4. Grafica comparativa de superficie totales afectadas por tipo de vegetación o uso, del año 2011.
- Figura 5. Grafica comparativa de superficie totales afectadas por tipo de vegetación o uso del 2010 y 2011.
- Figura 6. Identificación de vegetación en informes individuales totales del año 2010 y 2011.

Anexos

- Anexo 1. Formato de informe individual de incendios forestales de la CONAFOR.
- Anexo 2. Mapa 1. Delimitación del área de estudio por zonas críticas.
- Anexo 3. Mapa 2. Localización de incendios forestales del 2010. Zona crítica I: Tecate, Tijuana y Rosarito.
- Anexo 4. Mapa 3a. Localización de incendios forestales del 2010. Zona crítica II: Ensenada.

- Anexo 5. Mapa 3b. Localización de incendios forestales del 2010. Zona critica II: Ensenada.
- Anexo 6. Mapa 4a. Localización de incendios forestales del 2010. Zona critica III: Sierra de Juárez.
- Anexo 7. Mapa 4b. Localización de incendios forestales del 2010. Zona critica III: Sierra de Juárez.
- Anexo 8. Mapa 5. Localización de incendios forestales del 2010. Zona critica IV: Sierra San Pedro Mártir.
- Anexo 9. Mapa 6a. Localización de incendios forestales del 2011. Zona critica I: Tecate, Tijuana y Rosarito.
- Anexo 10. Mapa 6b. Localización de incendios forestales del 2011. Zona critica I: Tecate, Tijuana y Rosarito.
- Anexo 11. Mapa 7a. Localización de incendios forestales del 2011. Zona critica II: Ensenada.
- Anexo 12. Mapa 7b. Localización de incendios forestales del 2011. Zona critica II: Ensenada.
- Anexo 13. Mapa 8a. Localización de incendios forestales del 2011. Zona critica III: Sierra de Juárez.
- Anexo 14. Mapa 8b. Localización de incendios forestales del 2011. Zona critica III: Sierra de Juárez.
- Anexo 15. Mapa 9. Localización de incendios forestales del 2011. Zona critica IV: Sierra San Pedro Mártir.
- Anexo 16. Mapa 10. Vegetación de incendios forestales relevantes del 2010. Zona critica I: Tecate, Tijuana y Rosarito.
- Anexo 17. Mapa 11. Vegetación de incendios forestales relevantes del 2010. Zona critica II: Ensenada.
- Anexo 18. Mapa 12. Vegetación de incendios forestales relevantes del 2010. Zona critica III: Sierra de Juárez.

- Anexo 19. Mapa 13. Vegetación de incendios forestales relevantes del 2010. Zona crítica IV: Sierra San Pedro Mártir.
- Anexo 20. Mapa 14a. Vegetación de incendios forestales relevantes del 2011. Zona crítica I: Tecate, Tijuana y Rosarito.
- Anexo 21. Mapa 14b. Vegetación de incendios forestales relevantes del 2011. Zona crítica I: Tecate, Tijuana y Rosarito.
- Anexo 22. Mapa 15a. Vegetación de incendios forestales relevantes del 2011. Zona crítica II: Ensenada.
- Anexo 23. Mapa 15b. Vegetación de incendios forestales relevantes del 2011. Zona crítica II: Ensenada.
- Anexo 24. Mapa 16. Vegetación de incendios forestales relevantes del 2011. Zona crítica III: Sierra de Juárez.
- Anexo 25. Mapa 17. Vegetación de incendios forestales relevantes del 2011. Zona crítica IV: Sierra San Pedro Mártir.

I. Introducción

El presente trabajo nos proporciona el panorama actual de los procesos que lleva a cabo la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), gerencia estatal de Baja California, para llevar la estadística interna de los incendios forestales en el estado, así como la valoración de posibles inconsistencias en el proceso de identificación de comunidades vegetales y sus consecuencias en la toma de decisiones a nivel federal.

Los incendios Forestales, de acuerdo a la información otorgada por el Centro Estatal de Prevención y Combate de Incendios Forestales (CEPRECIF), se pueden definir como una extensión desmedida del fuego sobre toda aquella vegetación nativa (incluyendo vegetación de zonas áridas) que de manera natural se distribuye sobre el territorio. Las causas por las que se originan son diversas, algunos inician por condiciones naturales, como la acumulación excesiva de combustibles y condiciones climáticas (descargas eléctricas, excesivo calor, falta de humedad en el ambiente y vientos de condición santana) y la mayor parte se originan a partir de la actividad humana de acuerdo a la estadística del estado, donde las causas antropogénicas tales como el manejo inadecuado de fogatas, quemas para desmonte, intencionales o el desecho de cigarrillos prendidos, ocupan el 76% del total en el 2010 y 2011, mientras que las causas naturales solo el 5%, y el 19% restante corresponde a causas desconocidas o no determinadas. A nivel nacional las causas antropogénicas sobresalen con el 93% y el restante corresponde a causas naturales, estos porcentajes de acuerdo a datos de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales de los años 1994 a 1998. A pesar de que las causas antropogénicas son las que sobresalen en la estadística de incendios forestales, es importante recalcar que las condiciones climáticas contribuyen directamente en la propagación de los incendios, esto es, el calor excesivo contribuye a la pérdida de humedad de las plantas, lo cual ocasiona que éstas tengan mayor potencial de ignición (mayor probabilidad de que la vegetación se encienda en contacto con cualquier factor iniciador); además, los fuertes vientos dispersan el fuego a velocidades que resulta prácticamente imposible su combate. Aunado a esto los bajos porcentajes de precipitación en Baja California forman parte de la gran cantidad de Incendios Forestales que en este Estado acontecen año con año.

Los Incendios Forestales poseen tres fases dentro de las cuales el comportamiento del fuego varía significativamente. La primera fase corresponde a la iniciación, esta fase corresponde al inicio del incendio ya sea por causas naturales o por acción del hombre. Posteriormente, en la fase de propagación, el fuego es extendido a velocidades variables que dependen directamente de las condiciones climáticas y de la cantidad de combustibles vivos y muertos que se encuentren en la zona; en esta fase el combate se torna más complicado, debido a que el fuego se encuentra en continua expansión, y el riesgo de accidentes y peligrosidad incrementa para los combatientes del incendio. Finalmente la extinción del incendio, consiste en el sofocamiento o liquidación del mismo, ya sea por medios naturales (lluvia o falta de combustibles) o por acción del hombre (combate de incendios); en esta fase es importante mencionar, que el hecho de que el fuego no esté en expansión, no significa que el incendio este liquidado; esto, debido a que muchas veces las raíces o troncos de la vegetación continúan inaparentemente prendidas, lo cual, bajo condiciones optimas, el incendio puede llegar a entrar en fase de propagación nuevamente.

En base a la información obtenida de los informes de incendios forestales del CEPRECIF, se pueden diferenciar los incendios forestales dependiendo de la forma en que se propagan; Fuego Subterráneo, Fuego Superficial y Fuego de Copas. En lo que respecta al primer tipo, el fuego se logra propagar en el subsuelo por medio de raíces o materia orgánica en descomposición; además, éste se expande tan lentamente, que la mayoría de las veces es imperceptible para el humano debido a la escasa oxigenación que existe en el subsuelo. En el caso del fuego superficial, el incendio se propaga sobre la superficie del suelo alimentándose de toda materia orgánica viva o muerta que esté en su camino. Por último el Fuego de Copas se caracteriza por expandirse solamente por medio del follaje de los arbustos y árboles; éste tipo de propagación generalmente comienza a partir del fuego superficial, sin embargo las propagaciones se pueden presentar de manera mixta, es decir, dos o tres tipos de expansión en un mismo evento.

Por otro lado para el caso de Baja California, la vegetación nativa de acuerdo a Delgadillo se clasifica en grandes comunidades de vegetación, donde su distribución depende principalmente de factores climáticos y geomorfológicos. Fisiográficamente está formada por montañas, laderas, valles centrales y costeros, además de un litoral muy discontinuo

sobre el océano Pacífico; hacia el este y sur encontramos los desiertos. La porción norte de Baja California tiene una superficie variable donde contrastan los lomeríos, sierras, valles y grandes desiertos. Las altitudes van desde el nivel del mar hasta los picos más altos (2 800 y 3 100 msnm), para las sierras Juárez y San Pedro Mártir, respectivamente.

El clima de Baja California, por su diversidad altitudinal, latitudinal y topográfica, presenta diferencias notables y constantes, siendo en términos generales más templada y fría la parte noroeste, mientras que la región este y central, seca y caliente; el sur de la península es caliente con alta humedad en el ambiente. De acuerdo con el sistema de Köppen, a la península de Baja California le corresponde una clasificación clima tipo B, o seco, que es el que cubre la mayor parte de México, sobre todo en la mitad septentrional de su territorio y, en particular, en el altiplano, en planicies costeras noroccidentales, nororientales, y en Baja California. Los climas de categoría BW (seco desértico), predominan en la mayor parte de la península, sin embargo la categoría Cs (con temporada lluviosa en época fría del año), es propia de las montañas de Baja California. Bajo estos términos se pueden enumerar las diferentes comunidades vegetales que se distribuyen en Baja California de acuerdo a las extensiones que ocupan. 1) Vegetación Costera, 2) Matorral Costero Suculento, 3) Chaparral con tres subcomunidades, 4) Bosque de coníferas con 3 subcomunidades, y 5) Matorral desértico sonoreense. Además, se incluye el 6) Pastizal inducido, el cual corresponde a la vegetación de transición que se presenta a partir de áreas desmontadas, abandonadas o que fueron víctimas del fuego, como parte de una sucesión ecológica. Se pueden encontrar otras comunidades que se presentan en la región norte de Baja California, como las acuáticas, riparias y malezas, sin embargo estas no representan grandes extensiones de tierra.

A continuación se describe cada comunidad vegetal:

1) Vegetación costera:

Este tipo de vegetación se encuentra distribuida a lo largo de las vertientes del Pacífico y Golfo de California, incluidos los saladares localizados en el Valle Imperial y la

desembocadura del Río Colorado, en el Valle de Mexicali. Las Plantas que se encuentran en este tipo de vegetación son de las consideradas de tipo halófito y viven en sustratos arenosos (playas), y aquellas áreas que están sujetas a inundaciones marinas de una manera periódica en donde afloran grandes cantidades de sal. Se considera que este tipo de vegetación no es de gran importancia para el presente trabajo, debido a su distribución y características ecológicas.

2) Matorral costero suculento:

La comunidad del matorral costero tiene una distribución similar al chaparral, sin embargo está confinado generalmente en áreas costeras de bajas elevaciones. Este tipo de vegetación es preclimático al Chaparral y está intrínsecamente asociado con él. La ocurrencia de la mayor parte del matorral costero se da en sitios que recientemente fueron ocupados por pastizales; en lo que respecta a este estrato herbáceo, está representado por muy diversas familias, manifestándose principalmente como anuales durante los periodos de lluvia, además de preferir zonas desnudas por alteración o después de un incendio. De las especies herbáceas en un matorral costero maduro, 58% fueron encontradas en sitios de chaparral recientemente quemados. Estas observaciones son congruentes con la hipótesis de que un chaparral recientemente quemado puede servir como una fuente de semillas para el estrato herbáceo del matorral costero, y que puede verdaderamente servir como un depósito de algunas de las hierbas que se presentan después del fuego en comunidades del chaparral.

3) Chaparral:

Al chaparral siempre se le ha identificado como la vegetación predominante en la zona mediterránea de California y Baja California, ocupando la mayor parte de la provincia florística californiana. La distribución del chaparral en Baja California, ocurre de manera única en el noroeste de la península partiendo, desde la línea internacional con los EUA, hasta aproximadamente el paralelo 30°, hacia el sur; y de la línea de costa, en el Pacífico, hasta los límites con los bosques de coníferas en las sierras Juárez y San Pedro Mártir, a una altitud promedio de 1 200 y 2 000 m, respectivamente. Además se encuentra en el llamado clima mediterráneo.

En Baja California, el chaparral ocupa una superficie aproximada, junto con el matorral costero, de 1 800 000 ha, siendo la segunda de mayor extensión en la península, superada solo por la vegetación desértica. Un efecto importante en la distribución del chaparral es el efecto orográfico del aire frío adiabático con el incremento de la elevación, así tenemos que la temperatura decrece, y ésta se incrementa con la elevación.

3.1. Chaparral costero:

Éste se presenta a lo largo de la costa del Pacífico, en el noroeste de Baja California, y va desde la línea internacional hasta aproximadamente cerca del poblado de Colonet. Se ubica desde 20 a los 500 msnm, y de línea de costa hasta 25 km tierra adentro, siendo su distribución muy irregular, estando sujeto algunas veces a similares condiciones ambientales (viento, neblina, brisa), a la que está sometido el matorral costero.

3.2. Chaparral desértico (transición)

Se le designa al tipo de chaparral que se encuentra en zonas con condiciones xéricas más elevadas y en áreas de transición con la vegetación desértica. Estas zonas presentan condiciones climáticas más secas y por abajo del chaparral de montaña y de los bosques de coníferas, en altitudes que van desde los 1 000 a los 1 300 m. Este chaparral se caracteriza por tener especies del chaparral costero y de montaña.

3.3. Chaparral de montaña

Esta comunidad se encuentra distribuida en ambas vertientes de las sierras del norte de Baja California, a partir de los 700 msnm hasta los límites de los bosques de coníferas. La mayoría de las veces estos arbustos penetran en el bosque formando parte de los estratos inferiores y del sotobosque. Por lo regular, este chaparral es menos denso en la vertiente este, mezclándose fuertemente con *Pinus monophyla* y *P. quadrifolia*.

En lo que se refiere al efecto del fuego y la consecuente sucesión florística y regeneración del chaparral, este ha sido mayormente estudiado en comunidades californianas. Sin embargo, si se puede hacer referencia acerca de los resultados obtenidos en California, debido a la similitud existente entre ambos chaparrales. Se encontró la presencia de dos

componentes temporales de vegetación en la sucesión temprana después del fuego en chaparral del sur de California: los arbustos sufrutescentes y las herbáceas. Los primeros son ausentes en el primer año y logran su máximo establecimiento en el tercero y cuarto año; las herbáceas cubren 25% en el primer año y llegan al máximo en el tercero; estas especies tienen una gran riqueza en el primer año y decrecen después del cuarto.

La regeneración de los arbustos dominantes en el chaparral después de un fuego, se da por semilla o de manera vegetativa. Para el primer caso, se han identificado para un chaparral de Sierra Juárez: *Quercus dumosa*, *Adenostoma fasciculatum*, *Ceanothus greggii*, *Salvia pachyphylla* y *Artemisia tridentata*; mientras que vegetativamente, *A. sparsifolium*, *Rhus ovata*, *Yucca schidigera*, *Berberis higginsae* y *Q. dumosa*.

4) Bosque de Coníferas:

En Baja California esta vegetación se localiza principalmente en las altas montañas de clima frío-templado, tanto en el norte como sur de la península, sin embargo, su mayor ocurrencia se encuentra en la parte norte. De acuerdo con el inventario forestal de Baja California (1968), los bosques de coníferas se encuentran casi en su totalidad en las sierras de Juárez y San Pedro Mártir; además se observan manchones sin importancia económica, en las sierras de Santa Isabel, Yubai y San Borja, y en las islas de Cedros y Guadalupe.

Con el propósito de tener una mejor apreciación de las características de los bosques de coníferas en Baja California, éstos se han clasificado en los siguientes tres tipos:

4.1. Bosque de Pinus

Los bosques de pinos en la península de Baja California, se localizan principalmente en su parte norte, y como una continuación de los bosques en las montañas de Cuyamaca y Palomar, en el condado de San Diego, California. Los bosques de coníferas de este condado, se encuentran típicamente por arriba de los 1 050 – 1 200 m de elevación, difiriendo la forma y composición de especies entre las áreas, y estando caracterizado por masas de árboles relativamente densas; las especies que componen este bosque son

Pinus coulteri, *P. ponderosa*, *P. lambertiana*, *Abies concolor*, *Calocedrus decurrens*, *Pseudotsuga macrocarpa*, *Quercus kelloggii*, *Q. chrysolepis* y *Q. agrifolia*. De acuerdo también con la distribución de los bosques de pino, se han dividido en tres tipos:

4.1.1. Bosque de pino de montaña

Estos bosques se encuentran principalmente en el norte de Baja California, y en general por arriba del chaparral, conformando el piso de vegetación de mayor altitud, entre los 1 200 y 3 000 m en las sierras Juárez y San Pedro Mártir. La especie dominante en los bosques del norte de Baja California es *P. jeffreyi*, donde llega a ocupar grandes extensiones formando masas arboladas importantes, principalmente por el hecho de encontrarse en un área geográfica catalogada como semiárida y/o árida.

4.1.2. Bosque de pino costero

Estas poblaciones de pino costero están localmente distribuidas desde el suroeste de los E.U.A, en temperaturas templadas y mezcladas con el chaparral y otras arboladas. Estas comunidades relictas, están restringidas a ciertas localidades marinas y sitios favorables cerca de la costa (cañones), a lo largo de arroyos y laderas apropiadas donde ambas temperaturas, de invierno y verano, son moderadas. Estas especies aparentemente requieren de suelo estéril donde presumiblemente tienen ventajas de competir sobre plantas dominantes de comunidades vecinas. Las dos especies presentes en Baja California, *Pinus attenuata* y *P. muricata*, son persistentes y pueden mantenerse cerrados por muchos años antes de abrirse por el fuego o la edad. El fuego es parte integral de su historia biológica y mantenimiento de todas las comunidades relictas de coníferas.

4.1.3. Bosque de pino insular

La presencia de los bosques de coníferas, principalmente del género *Pinus*, en las islas de Cedros y Guadalupe, se manifiesta con poblaciones pequeñas relictas con una baja capacidad de regeneración natural, representados por el complejo de *Pinus radiata*. Ambas islas mantienen relaciones florísticas muy estrechas con las islas del canal sur de California, y áreas continentales de Baja California y California.

4.2. Bosque de Juniperus

Muy pocas veces este género, *Juniperus*, ha sido descrito como un componente principal de las áreas boscosas de Baja California y que, al igual que *Cupressus*, no ocupan grandes extensiones, a diferencia de los bosques de pino. Sin embargo, su papel florístico y ecológico dentro del mosaico de la vegetación es muy importante. En el estado solo se encuentra una sola especie, *Juniperus californica*. Por lo general se manifiesta asociada con el pino piñonero (*P. monophylla* y *P. quadrifolia*), en hábitats secos y con vegetación de chaparral de montaña, tanto en la parte peninsular como isleña, aunque algunas veces esta especie llega a encontrarse de una manera pura al norte y oeste e sierra Juárez, y oeste y sur de San Pedro Mártir.

4.3. Bosque de Cupressus

Este tipo de bosque, considerado como relictivo, está restringido a ciertas áreas geográficas, con ambientes ecológicos muy específicos, que le permiten desarrollarse vigorosamente, aunque con limitantes en la regeneración de su población. Tres especies de este género ocurren exclusivamente en montañas bajas costeras del noroeste de la península; *C. arizonica*, *C. montana* y *C. forbessii*, mientras que *C. guadalupensis* ssp. *guadalupensis* en isla Guadalupe. Además, otra Cupressaceae, *Calocedrus decurrens*, se encuentra principalmente en sierra San Pedro Mártir y esporádicamente en sierra Juárez.

5) Matorral Desértico Sonorense:

El desierto sonorense es una región árida subtropical centrada en la parte alta del golfo de California, al oeste de Sonora, suroeste de Arizona, sureste de California y la Península de Baja California.

6) Pastizal Inducido:

Este tipo de vegetación es común encontrarlo en zonas que fueron sujetas a perturbaciones, como lo es, en lugares desmontados, sitios donde se desarrollaron

actividades agropecuarias o después de un incendio. Este tipo de vegetación es el primero en aparecer en el proceso de sucesión ecológica, donde le precedió en el área algún otro tipo de vegetación como chaparral, bosque de coníferas o matorral costero.

Sin duda alguna el fuego puede tener repercusiones negativas y positivas en la vegetación, sin embargo la perspectiva de estos efectos están directamente relacionados con las condiciones en que se presente un incendio como lo es: la magnitud, intensidad, duración, temperatura y periodicidad.

La presencia recurrente del fuego en bosques y vegetación de climas mediterráneos, ha tenido como consecuencia que las especies desarrollaran distintas adaptaciones para sobrevivir al fuego. De acuerdo con el Manual de Efectos del fuego y Evaluación de daños, estas adaptaciones pueden agruparse de la siguiente manera:

Estrategia Resistente: incluye las adaptaciones que permiten a las especies sobrevivir al fuego anulando sus efectos nocivos. La regeneración vegetativa de las plantas ocurre a partir de algún órgano, generalmente subterráneo, que no es dañado por el fuego.

Estrategia Resiliente: Los individuos adultos mueren por la acción del incendio y es posible la recuperación de la población gracias al banco de semillas que tenían acumulado. El fuego produce un incremento de la germinación de las semillas almacenadas en el banco como consecuencia de dos procesos: estimulación de la germinación y estimulación de la dispersión de semillas.

Por otro lado, el Inventario Nacional Forestal (INF), es un instrumento técnico que contiene información precisa y actualizada sobre la cuantía, ubicación y condiciones de los recursos forestales que existen en México, con el objetivo de apoyar la política nacional de desarrollo forestal sustentable e impulsar las actividades del sector con información de calidad. El INF contiene información de campo de las condiciones del terreno y las especies de árboles, arbustos y hierbas por tipo de vegetación, de todas las comunidades vegetales del territorio nacional, incluidos en los sistemas de clasificación de la vegetación forestal en México, como son los bosques, selvas, matorrales, pastizales y otros tipos de vegetación. La base metodológica del Inventario da pie a que las entidades

federativas diseñen y ejecuten los inventarios forestales estatales, así como para generar trabajo e investigación específica en las distintas zonas del país, complementando el trabajo de campo y el detalle de la cartografía de acuerdo con los objetivos de cada estudio. En el año 2000 la Universidad Nacional Autónoma de México actualizó la cartografía de uso de suelo y vegetación serie II escala 1:250,000 del INEGI con base en imágenes Landsat (ETM 7) registradas entre noviembre de 1999 y mayo de 2000 (www.conafor.gob.mx).

La Comisión Nacional Forestal cuenta con el Centro de Prevención y Control de Incendios Forestales (CEPRECIF), en este sitio se maneja toda la información referente a los incendios forestales, como la estadística de duración, incendios por año, vegetación y superficie afectada, causas y personal participante. Para atender los incendios forestales en Baja California, se encuentran distribuidos 4 campamentos con personal especializado en su combate y prevención (brigadistas). Estos campamentos se localizan en Ensenada, Sierra de Juárez, Sierra San Pedro Mártir y Tecate. La información de todos los incendios atendidos en cualquiera de los 4 campamentos, es enviada al campamento de Ensenada, mismo lugar donde se encuentra el CEPRECIF. Aquí se maneja la información estadística de Baja California, para posteriormente ser enviada a oficinas centrales en Guadalajara. La información manejada a nivel nacional, es utilizada como elemento de toma de decisiones en distintos programas como conservación, reforestación, prevención de incendios y estudios ambientales.

De acuerdo a información obtenida en la página de internet de la CONAFOR (www.conafor.gob.mx), los programas se sujetan a evaluaciones periódicas. Los trabajos de evaluación externa se realizan desde el año 2002 para conocer el funcionamiento y los impactos principales de los programas de la CONAFOR. A partir de entonces se han realizado evaluaciones externas anuales, del ejercicio fiscal anterior, de los programas sujetos a reglas de operación y en algunos casos de programas no sujetos a reglas de operación. Las evaluaciones están a cargo de la Gerencia de Planeación y Evaluación de la Coordinación General de Planeación e Información y las han realizado centros de educación superior por medio de convenios de colaboración. Las evaluaciones externas han sido realizadas con cargo al presupuesto de las gerencias responsables de la operación de los programas evaluados.

La tarea de evaluar el desempeño de la Comisión Nacional Forestal se sustenta en diversas obligaciones legales, entre ellas:

- El decreto por el que se crea la Comisión Nacional Forestal, el cual indica que el Director General de la Comisión establecerá los sistemas de información, seguimiento, control y evaluación que destaquen la eficiencia, la eficacia y la productividad con que se desempeñe la Comisión, así como presentar a la Junta de Gobierno los resultados alcanzados.
- El Programa Institucional 2007-2012 de la CONAFOR, establece que se deberán monitorear los impactos de los programas forestales en la sociedad, la economía y el ambiente.
- El Presupuesto de Egresos de la Federación, que establece que es obligación de la CONAFOR “Presentar la evaluación de resultados de cada programa a la Comisión de Presupuesto y Cuenta Pública de la Cámara, a la Secretaría y a la Función Pública, a más tardar el último día hábil de septiembre, a efecto de que los resultados sean considerados en el proceso de análisis y aprobación del Presupuesto de Egresos de la Federación para el siguiente ejercicio fiscal. Dicha evaluación deberá informar los recursos entregados a los beneficiarios e incorporar un apartado específico sobre el impacto y resultados de los programas sobre el bienestar, la equidad, la igualdad y la no discriminación de las mujeres, jóvenes e indígenas.”

Las evaluaciones externas se han llevado a cabo con fundamento en la Ley Federal de Entidades Paraestatales, Artículo 59, numeral XI, donde se indica que será facultad y obligación de los directores generales de las entidades “establecer los mecanismos de evaluación que destaquen la eficiencia y la eficacia con que se desempeñe la entidad”.

En el año 2008 la Universidad Autónoma Chapingo realizó una evaluación al Programa Nacional de Prevención y Combate de Incendios Forestales Ejercicio Fiscal 2007, el cual, entre otros aspectos, evaluó el impacto que tienen tres programas de apoyo para la prevención y combate a los incendios forestales: ProÁrbol (2007), las Reglas Únicas de Operación y el Fondo de Desastres Naturales (FONDEN).

Entre los resultados relevantes destaca que las acciones realizadas por las personas que recibieron los apoyos para detener los incendios fueron efectivas entre un 65% y 92%, por lo que al menos en el caso de ProÁrbol se considera que las brigadas resultan muy eficientes en términos económicos (inversión de apoyo relativa a daños evitados), así por ejemplo, se calcula que por cada peso invertido en apoyo a las brigadas junto con lo invertido en otras instancias oficiales y organizaciones, se contribuye a evitar daños del orden de \$409 a los sistemas forestales, además de que los beneficiarios consideran que los apoyos sí contribuyen a la protección y conservación del bosque.

A pesar de que el Programa de Prevención y Combate de Incendios Forestales no está sujeto a reglas de operación, este ha sido evaluado para conocer su desempeño y proporcionar elementos para mejorar su operación. Sin embargo estas evaluaciones se sustentan en la estadística de incendios forestales por estado, y no se evalúa si el manejo de la información en torno a la vegetación y superficie afectada es certero.

Por otro lado, cada estado cuenta con un formato de informe individual, que mejor se adapte a las necesidades del lugar. En Baja California el formato de incendios forestales (anexo 1) contiene la siguiente información:

Tabla I. Descripción del contenido de los informes individuales de incendios forestales en Baja California.

Elemento informativo	Descripción
Número de Incendio	En esta sección se le asigna un número al incendio en orden de aparición.
Municipio	Se indica el municipio donde aconteció el incendio.

Nombre predio o paraje	Se indica el nombre del sitio del incendio o del más cercano al lugar.
Coordenadas	Coordenadas geográficas con datum WGS84, en grados, minutos y segundos. Coordenada de referencia, en caso de ser incendio relevante se toma el polígono.
Fecha y hora de	Inicio, detección, salida, llegada, control y termino del incendio.
Causa probable	Se indica la causa más probable del incendio y los probables responsables.
Vía de detección	Se indica si fue detectada por ciudadanos, focos de calor, personal de CONAFOR, personal de SPA, bomberos, etc.
Topografía	Se indican las características del terreno y el porcentaje de pendiente.
Datos Meteorológicos	De acuerdo a la hora del día, se indica la temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento.
Vegetación	Se define el tipo de ecosistema, tipo de vegetación dominante, densidad, especies dominantes y tipo de incendio.
Cuantificación de daños	Se indica la superficie en hectáreas que se afecto por tipo de vegetación (arbolado adulto, arbolado renuevo, arbusto o chaparral y pastos)

Recursos humanos	Se cuantifica cuantas personas por institución o ciudadanos participaron en el combate del incendio.
Recursos materiales	Se indica el material y vehículos que se utilizaron por institución o involucrados en el combate del incendio.
Nombres	De la persona que proporciono la información, del que elaboro el reporte y del que dio el visto bueno.

Fuente: Centro Estatal de Prevención y Combate de Incendios Forestales, CONAFOR, 2011.

Estos informes son llenados para cada uno de los incendios sin importar su superficie. En el caso de los incendios relevantes (mayores a 200 ha para matorral, pastizal y chaparral), se realiza un formato anexo donde se incluyen la coordenadas del polígono, el cual es enviado a oficinas centrales de la CONAFOR al finalizar cada año.

Actualmente los Sistemas de Información Geográfica, representan una herramienta de suma importancia para cualquier institución, comerciante, investigador e incluso para la población en general. Estos Sistemas nos brindan un sinfín de aplicaciones y opciones que facilitan la visualización, búsqueda y generación de nuevos datos, que de manera manual nos tomaría muchísimo tiempo o que tal vez no seríamos capaces de hacerlo por diversos factores.

La CONAFOR cuenta con el Sistema de información sobre incendios forestales para el estado de Baja California. Este sistema es de libre acceso en internet (<http://sigrif.geocyt.com>), el cual es utilizado para prevenir y detectar incendios forestales. En lo que respecta a la prevención, se pueden encontrar cuatro tipos de mapas:

1. **Índice de potencial de ignición (IPI):** En este modelo la información del satélite GOES-13 se incorpora en un índice que tiene buena correlación con la ocurrencia

de incendios y se utiliza para generar mapas de potencial de incendio en una escala nacional. Los componentes del IPI son: 1) un mapa de combustible estático de 1 km de resolución, 2) un mapa de verdor relativo actualizado semanalmente, y 3) un mapa de 10 horas de retardo de la humedad de los combustibles muertos. Los datos meteorológicos para el procesamiento de las imágenes IPI son obtenidos del Modelo de Mesoescala MM5 (<http://galileo.imta.mx/>) que corre en el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).

2. **Verdor Relativo (VR):** Se deriva de los índices Normalizados diferencias de Vegetación (INDV) los cuales son calculados a partir de los datos obtenidos del Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR). La base para calcular el VR son datos históricos de los INDV (de 1983 a la fecha) los cuales definen los valores máximo y mínimo observados en cada pixel. Por lo tanto, el VR indica que tan verde es cada pixel actual con relación a su rango histórico.
3. **10 hrs:** El sistema de índices de riesgo de incendio clasifican los combustibles forestales muertos en tiempos de retardo de 1, 10, 100 y 1000 horas, lo cual significa que su contenido de humedad puede cambiar en un 66% de su condición inicial al estado final durante el lapso de tiempo correspondiente, teniendo esto relación con el diámetro del material: 1hr <0.25", 10 hrs- 0.5", 100 hr-1-3", 1000 hrs-3-8". La humedad de 10 hrs de los combustibles se calcula considerando la temperatura, humedad relativa, precipitación y nubosidad.
4. **Humedad de Combustibles Vivos:** Las imágenes de humedad de los combustibles vivos representa un buen estimador del contenido de humedad de las comunidades de plantas dominadas por arbustivas. La base para determinar este rango de humedad es utilizando imágenes de INDV máximo y mínimo correspondientes a su periodo histórico que inicia en 1989. Áreas con bajos valores máximos y mínimos de INDV corresponden a zonas áridas y producen un cálculo de contenido de humedad del 50%. Los valores máximos de humedad en la mayoría de las zonas áridas pueden alcanzar cuando mucho el 100%. Por otra parte, en zonas muy húmedas el rango mínimo y máximo se encuentra entre el 90% y 250%.

En lo que a detección se refiere, en este SIG se puede encontrar la ubicación de puntos de calor desde las últimas 6 horas hasta 6 días previos al incendio, gracias a este sistema

se pueden monitorear incendios que no hayan sido detectados por otro medio y facilitando su ubicación. Por otro lado también se puede visualizar los puntos de calor de CONABIO y los detectados de manera automática por el NOAA.

De acuerdo a Longley, el análisis espacial es en muchos sentidos la herramienta de los SIG, ya que incluye todas las transformaciones, manipulaciones, y métodos que pueden ser aplicados a datos geográficos para agregarles valor, para apoyar decisiones, y para revelar patrones y anomalías que no son inmediatamente obvias. En otras palabras, el análisis espacial es el proceso en el que es posible convertir datos en bruto en información útil, para la búsqueda de descubrimientos científicos, o de tomar decisiones de manera más efectiva. Si el SIG es un método de comunicación de la información sobre la superficie de la Tierra de una persona a otra, entonces las transformaciones del análisis espacial son formas en las que el emisor trata de informar al receptor, mediante la adición de un mayor contenido informativo y valorativo, que el receptor de otra manera no podría ver. Algunos de los métodos del análisis espacial se han desarrollado a lo largo del tiempo antes de la llegada de los SIG, los cuales eran llevados a cabo a mano, o por el uso de dispositivos de medición como la regla.

En este trabajo se hizo uso de uno de los métodos de transformación del análisis espacial. Las transformaciones son métodos sencillos, en donde un conjunto de datos es cambiado, mediante combinaciones o comparaciones, con la finalidad de obtener nuevos conjuntos de datos, y eventualmente nuevos puntos de vista. Este método utiliza geometría simple, aritmética, o reglas lógicas, e incluye las operaciones que convierten los datos de mapa de bits en datos vectoriales, o viceversa.

La superposición de polígonos es uno de los elementos del método de transformación, en el sentido de que dos conjuntos de objetos (en este caso polígonos) se relacionan, para obtener información nueva. A grandes rasgos la tarea de esta herramienta consiste en determinar si dos objetos se solapan en la zona, para determinar y definir el área de superposición de uno o más objetos nuevos formados (la superposición de dos polígonos puede producir un gran número de distintos objetos de la zona). El desarrollo efectivo de algoritmos para la superposición de polígonos fue uno de los mayores retos de los SIG y esta tarea sigue siendo de las más complejas y difíciles del programa.

II. Antecedentes

Algunos de los trabajos realizados con relación al análisis espacial de los incendios forestales se describen a continuación:

Principales factores de incidencia de incendios forestales en el estado de Durango de México: una perspectiva geoespacial (2010). El objetivo de este estudio es identificar las variables que están espacialmente relacionados con la aparición e incidencia de los incendios forestales en el Estado de Durango, México. Para este propósito se analizaron, los datos de los registros de incendios forestales para un período de cinco años. Los resultados muestran que el patrón espacial de los incendios forestales en el área de estudio está estrechamente relacionado con la intensidad de uso de la tierra, y el cambio de uso del suelo es una de las principales variables explicativas. Además, el tipo de vegetación y las precipitaciones son también los principales factores. Se encontró que los Incendios forestales eran la consecuencia de una combinación particular de los factores ambientales, y cuando estos factores coexisten con las actividades humanas, hay una alta probabilidad de ocurrencia de incendios forestales. La regulación obligatoria de las actividades humanas es una estrategia clave para la prevención de incendios forestales.

Otro artículo en donde se realizan trabajos con análisis espacial y las principales causas de incendios forestales es: Cartografía de las zonas de riesgo de incendios forestales con los datos espaciales y el análisis de componentes principales (2006). En este trabajo se realiza la integración de datos de inventarios forestales con datos obtenidos por teledetección, en donde se generan nuevas capas de datos para detectar los factores que afectan a los potenciales incendios forestales, estos fueron generados por Baihe Servicio Forestal de la provincia de Jilin de China. Primero, el análisis de componentes se utilizó para ordenar las relaciones entre los potenciales de los incendios forestales y los factores ambientales. Las clasificaciones de estos factores se han realizado con el SIG, la generación de tres mapas: el mapa de incendios a base de combustibles de riesgo, un mapa de riesgos basada en la topografía fuego, y un mapa de riesgos de fuego por factores antropogénicos. En estos tres mapas se sintetiza la información para generar el mapa final de riesgo de incendio. Los resultados mostraron que el factor más importante

que contribuye a la ignición de los incendios forestales es la topografía, seguido por factores antropogénicos.

En lo que se refiere al uso del SIG para toma de decisiones y análisis estadísticos, el artículo: Desarrollo de un SIG de decisiones basada en el apoyo al sistema de gestión de los recursos forestales (2006), hace uso de la base de datos del inventario forestal y una variedad de capas de datos espaciales, incluyendo mapas topográficos, mapas forestales de tipo, temas forestales, etc., para formar un multinivel de apoyo a las decisiones del sistema (DSS) para la gestión de los recursos forestales. En este trabajo se indujo el procedimiento del desarrollo del DSS y sus principales funciones, incluyendo la visualización, cartografía, doble amplia consulta de datos espaciales y de atributos, el posicionamiento GPS, análisis estadísticos, la actualización de datos de recursos, etc. Las aplicaciones de la Dirección de Seguridad en el análisis de los recursos y gestión han demostrado su eficacia tanto en el sector forestal y en los niveles de la oficina forestal. En consecuencia los enfoques tradicionales de gestión de los recursos forestales se han actualizado y la digitalización de la gestión forestal se realizó en obra para las industrias forestales de propiedad estatal. El sistema proporciona una base para la gestión racional de los bosques hacia el manejo forestal sostenible mediante la gestión por medio del SIG.

En el artículo "La producción de incendios forestales grandes y pequeños", del libro La economía de los daños forestales. Se hace referencia de las implicaciones económicas de los grandes y pequeños incendios forestales. El objetivo de este trabajo es examinar los incendios forestales que ocurrieron en el St. Johns River Water Management District (SJRWMD) en la Florida entre 1996 y 2001. En donde se exploran cuatro preguntas principales: (1) ¿Los incendios forestales grandes y pequeños se comportan de manera diferente? , (2) ¿Cuáles son las implicaciones para la toma de decisiones de manejo forestal?, (3) ¿La información espacial mejora la modelización de incendios forestales?, (4) ¿El espacio-temporal cuestión de escala? En este trabajo están interesados en las diferencias exhibidas por grandes y pequeños incendios forestales, en aspectos como diferencias en los daños de incendios (área), causas (incendio, rayo, y los accidentes), fuentes de ignición (fuente de energía dominante), las influencias climáticas y meteorológicas, el uso del suelo y la gestión forestal (la gestión de los combustibles) las estrategias, las características del paisaje, y los factores espacio-temporales (incluidos los

incendios y la gestión de los combustibles en las áreas vecinas) y su relevancia para la mitigación en el futuro. Se usa una escala lo suficientemente fina para permitir espacio-temporales en donde se observen efectos, sin embargo, al mismo tiempo, una escala lo suficientemente amplia como para ser relevante para la política de los tomadores de decisiones interesados en reducir al mínimo los efectos perjudiciales de los incendios forestales.

III. Justificación

Actualmente en Baja California existe una variedad de apoyos relacionados a la cobertura vegetal, tanto de conservación como restauración de recursos forestales. Dentro de estos términos, el Centro de Prevención y Combate de Incendios Forestales de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), hace el esfuerzo de prevenir la pérdida de cobertura forestal del estado, así como el manejo adecuado del fuego. En este Centro se lleva un registro de información de relevancia de los incendios, tales como la superficie afectada, la localización, el personal participante, la duración y el equipo de trabajo necesario para combatirlo, entre otros; misma que posteriormente es utilizada para otros fines como estadísticas nacionales, programas de Compensación Ambiental otorgada a ejidatarios o dueños de terrenos forestales, que hayan perdido cobertura forestal a causa del fuego, así como programas de reforestación y zonas de mayor potencial de ignición. Estos programas y acciones están destinados a la recuperación de vegetación afectada en la zona y a la prevención de futuros incendios. Esta es una de las razones por la que resulta necesario una evaluación de la información que otorga la CONAFOR, a departamentos como reforestación, compensación ambiental y servicios ambientales, con el objeto de evaluar los procesos de identificación de las comunidades vegetales y con ello darle un manejo propicio a la información tomada en campo. Además de brindar las bases para proponer nuevos métodos en el proceso de obtención de información, que sirvan a corto o mediano plazo como elementos de Gestión Ambiental de los recursos forestales en Baja California.

IV. Objetivos

1. General:

Evaluar el Proceso de Elaboración de Informes de Incendios Forestales de la Comisión Nacional Forestal, Gerencia Estatal de Baja California, durante el período 2010-2011.

2. Específicos:

- Revisar las bases de datos de los informes de incendios forestales de la Comisión Nacional Forestal (Baja California), de los años 2010 y 2011.
- Identificar los tipos de vegetación manejados en los informes individuales de incendios forestales del 2010 y 2011.
- Identificar espacialmente las inconsistencias entre la vegetación de los informes de incendios forestales del 2010 y 2011, con la vegetación del Inventario Nacional Forestal del 2000.
- Analizar la información espacial y tabular del Centro Estatal de Prevención y Control de Incendios Forestales de la CONAFOR, para identificar inconsistencias en la estadística de comunidades vegetales afectadas por incendios.

V. Área de Estudio

El área de estudio (anexo 2) corresponde a la porción Norte de Baja California, México. Con coordenadas extremas de 30°40'0.0"N en el extremo Sur, 32°40'0.0"N en el extremo Norte, 117°7'0.0"W en el extremo Oeste y 115°3'0.0"W en el extremo Este. El área de estudio está dividida en cuatro zonas críticas de acuerdo a la CONAFOR para clasificar sus incendios; la primera zona crítica corresponde a la zona de Tecate, Tijuana y Rosarito con una superficie de 4,365 Km², la segunda zona crítica es de Ensenada con una superficie de 3,723 Km², la tercera es de Sierra de Juárez con una superficie de 5,532 Km² y la cuarta zona crítica es la de Sierra San Pedro Mártir con una superficie de 10,062 Km². La superficie total del área de estudio es de 23,673 km².

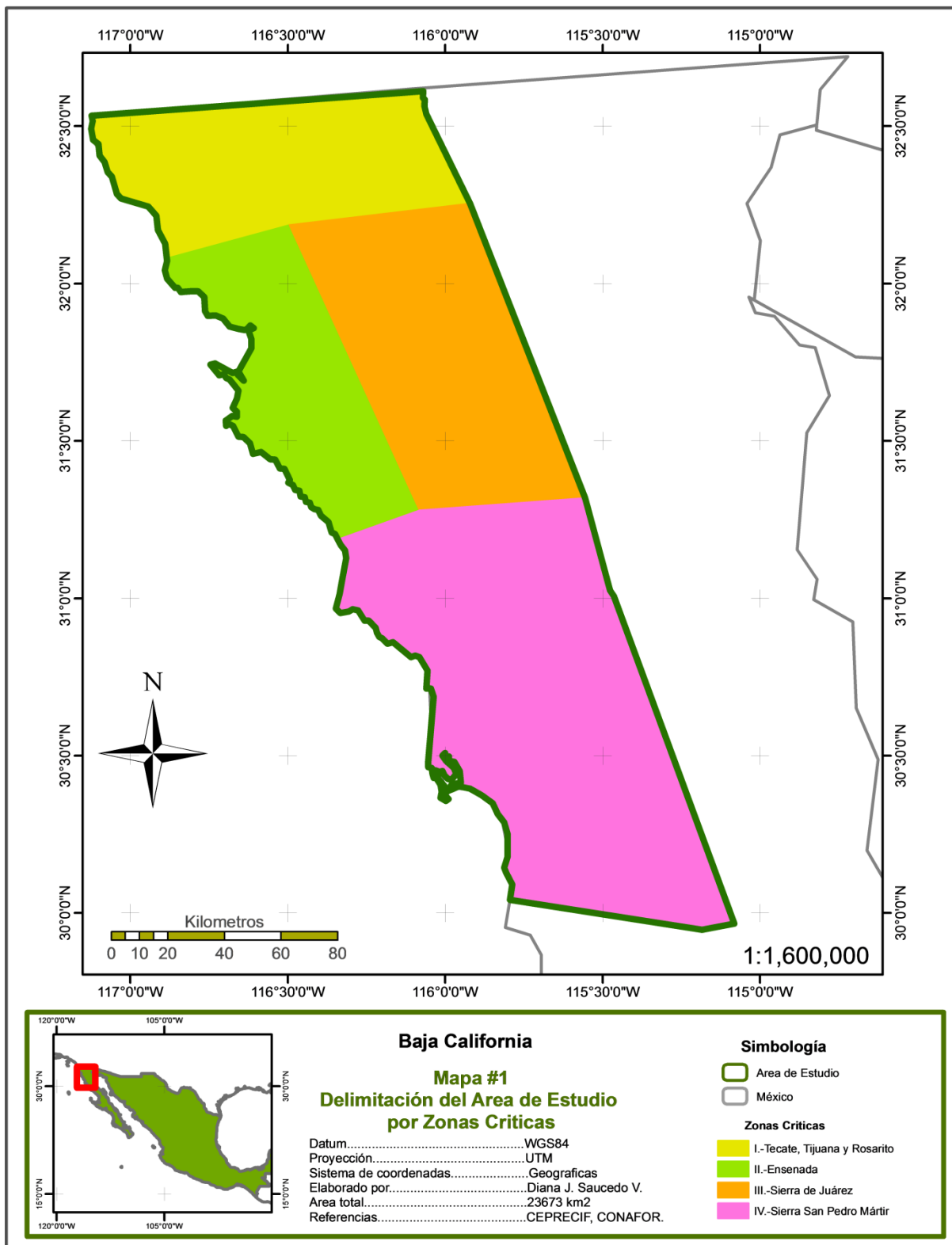


Figura 1. Delimitación del área de estudio por zonas críticas.

VI. Método

A continuación se presenta el método que se siguió para realizar el presente trabajo:

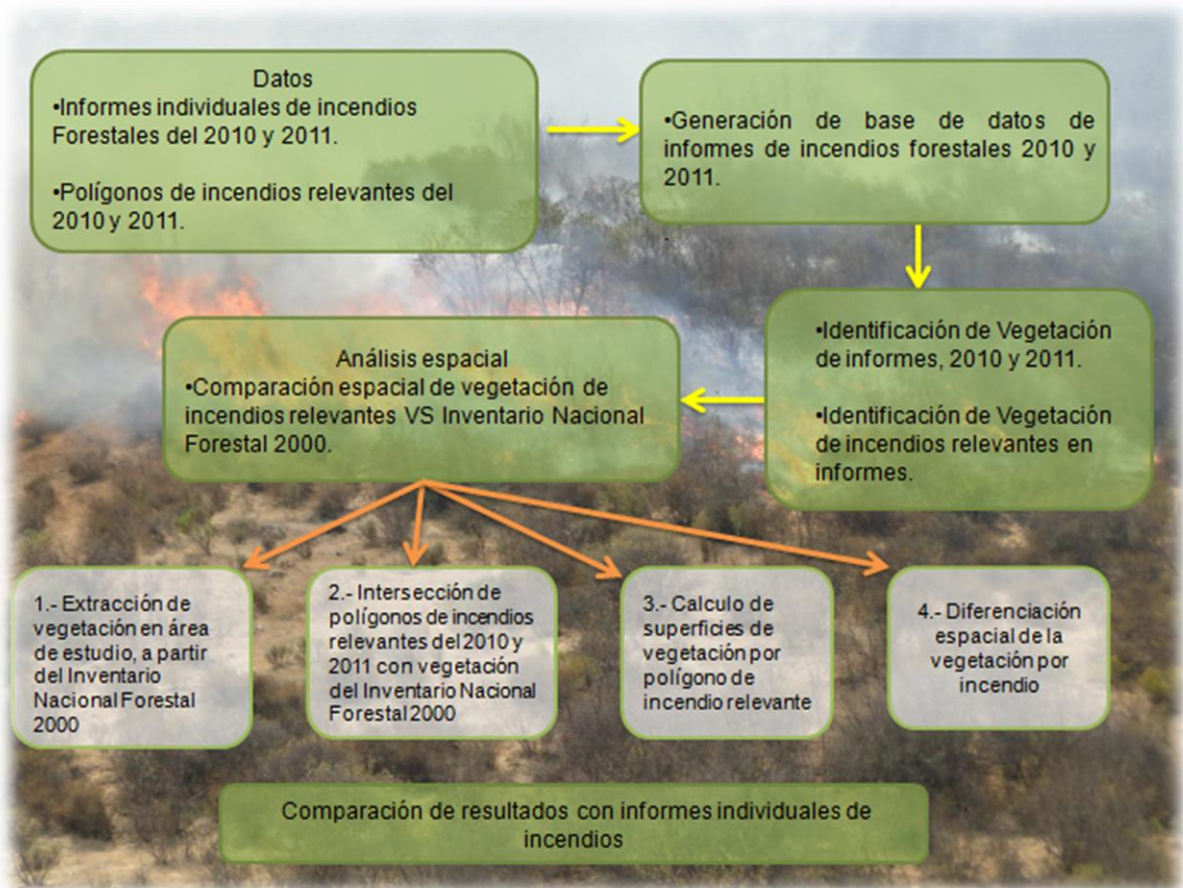


Figura 2. Diagrama de flujo del método utilizado.

VI.I. Informes individuales de Incendios Forestales 2010 y 2011

Estos informes se obtuvieron del Centro de Prevención y Combate de incendios Forestales de la CONAFOR en Ensenada. Se realizó una revisión de la información contenida y se seleccionaron aquellos datos de relevancia para el trabajo, como número de incendio, municipio, nombre del predio, paraje, coordenadas, fecha de inicio y término, causa probable, vegetación dominante y superficie afectada por tipo de vegetación. El resto de información contenida en estos informes se puede observar en el anexo 1.

VI.II. Polígonos de incendios relevantes del 2010 y 2011

La información espacial de los incendios relevantes acontecidos durante el 2010 y 2011, se obtuvieron de igual manera en el CEPRECIF. Estos polígonos son información complementaria que es enviada cada año a oficinas centrales de la CONAFOR. De los 15 incendios relevantes del 2010, se hizo uso de 10 polígonos, y de los 13 incendios relevantes del 2011 se utilizaron 12 polígonos para el análisis espacial.

VI.III. Generación de Base de datos

Haciendo uso de la información seleccionada en los informes, se procedió a generar una base de datos en Excel, donde contuviera en hojas independientes la información del año 2010 y 2011. Las coordenadas en GMS, se transformaron a GD con la finalidad de ubicar geográficamente los incendios de cada año por zona crítica (2010, anexos 3-8; 2011, anexos 9-15), haciendo uso del programa ArcMap 10 de ESRI. La base de datos del 2010 contiene un total de 237 incendios, y la del 2011 un total de 303 incendios.

VI.IV. Identificación de vegetación en informes individuales

Se realizó la transferencia de la base de datos al programa ArcMap 10, se procedió a realizar un resumen por año, de las distintas denominaciones que se manejan en los informes para definir la vegetación dominante en el sitio, así como el número de incendios en el que se repite dicha denominación. Se identificaron aquellas comunidades vegetales que estuvieran correctamente nombradas y aquellas que no; además de revisar la posibilidad de encontrar vegetaciones que no se distribuyen en Baja California. Con estos resultados se transfirió la información al programa Excel para graficar la información.

VI.V. Identificación de vegetación de los incendios relevantes en informes individuales

Cada polígono de incendio relevante está identificado por número de incendio, en base a este número se realizó la búsqueda del tipo de vegetación dominante que se maneja en el informe individual, para cada uno de los incendios relevantes. Esta información se

transfirió a un cuadro comparativo, donde se contrastara con los resultados del análisis espacial.

VI.VI. Análisis espacial

Para realizar el análisis espacial en ArcMap se siguieron una serie de procedimientos que a continuación se describen:

1. Extracción de vegetación en área de estudio, a partir del Inventario Nacional Forestal 2000:

Para generar una capa de información con la vegetación del Inventario Forestal Nacional que abarcara solamente el área de estudio se siguieron los siguientes pasos: en ArcMap 10 se agregaron las capas correspondientes al área de estudio y el inventario nacional forestal del año 2000, posteriormente en la caja de herramientas se selecciono Analysis Tools/Extract/Clip, con esta herramienta se logra extraer los rasgos espaciales que estén contenidos dentro de una capa molde.

2. Intersección de polígonos de incendios relevantes del 2010 y 2011 con vegetación del Inventario Nacional Forestal 2000:

Posteriormente se agregaron los polígonos del año 2010 y se realizo la intersección del inventario nacional forestal con cada uno de los polígonos de incendios relevantes, utilizando la herramienta de Analysis Tools/Overlay/Intersect. Esto con la finalidad de calcular posteriormente cual es la superficie que abarca cada uno de los tipos de vegetación dentro del polígono. Se realizo el mismo procedimiento para los polígonos del 2011.

3. Calculo de superficies de vegetación por polígono de incendio relevante:

Una vez realizadas las intersecciones entre la vegetación y los polígonos de incendios de ambos años, a cada uno de los productos se le calculo su superficie en la tabla de atributos de la siguiente manera: clic derecho sobre la capa producto del intersect / Open attribute table. Una vez abierta la tabla se da clic en options/ add field. Después se da clic

derecho sobre la columna generada y se da clic en calculate geometry, seleccionando las unidades en las que se desea calcular el área. En la tabla de atributos se presentan solo el número de renglones de los tipos de vegetación distintos que interceptaron con los polígonos. Una vez calculada la superficie de cada tipo de vegetación por incendio se puede utilizar esta información para ver cual tipo de vegetación es dominante en el área del incendio.

4. Diferenciación espacial de la vegetación por incendio:

Para diferenciar la vegetación espacialmente (2010 anexos 16-19; 2011, anexos 20-25) en cada uno de los incendios relevantes, se le agrego una simbología que permita distinguir entre los diferentes tipos de vegetación. Para esto se da clic derecho sobre el tema de Incendio "Properties/Symbology/Categories/Unique Values" se selecciona la columna de vegetación y se agregan todos los valores, que en este caso serian los tipos de vegetación por incendio relevante. Se seleccionan los colores y el orden de los valores.

VI.VII. Comparación de resultados con informes individuales de incendios

Los porcentajes de vegetación calculados a partir del análisis espacial, se agregaron al cuadro comparativo de comunidades vegetales por incendio de los informes individuales.

VII. Resultados

VII.I. Análisis espacial 2010

Los resultados obtenidos del análisis espacial del año 2010, se pueden observar en la tabla II, en donde se muestran las superficies afectadas que se obtuvieron de los informes individuales de los incendios relevantes, haciendo una comparativa con los resultados obtenidos en el análisis espacial. En la primera columna se visualizan el número de incendio seguido de una numeración ascendente por orden de aparición. En la segunda columna, se encuentra la información sobre comunidades afectadas en cada incendio, con su porcentaje de afectación de acuerdo al informe individual, la siguiente columna contiene la superficie afectada en hectáreas por comunidad vegetal. En la cuarta y quinta columna se visualiza el mismo tipo de información que las columnas 2 y 3, pero con los resultados del análisis espacial. A continuación en las dos columnas de superficie total afectada, se puede observar el área en hectáreas que se afectó en cada incendio, de acuerdo al informe individual y a la superficie calculada con el polígono tomado en campo por incendio. En la última columna, se puede ver la diferencia de superficie entre el informe individual y el polígono, el cual se calculó restando la superficie del primero menos la superficie del segundo; los valores negativos corresponden a aquellos incendios en donde el informe individual contaba con superficies menores a las calculadas con el polígono. En el caso contrario, los informes contaban con superficies mayores a las reales.

En esta misma tabla se puede observar que las diferencias en superficie oscilan entre las 0 y 52 hectáreas, negativa y positivamente. Haciendo una sumatoria de la diferencia total entre los dos resultados se encontró una diferencia de 118.23 hectáreas subestimadas en los informes individuales.

Tabla II. Cuadro comparativo de vegetación, porcentaje y superficie de afectación del año 2010.

Comunidad Vegetal Afectada					Superficie Total Afectada (hectáreas)		Inconsistencias
No. Incendio/ Polígono	Informe individual	Superficie (ha)	Inventario Forestal	Superficie (ha)	Informe individual	Polígono	Diferencia en superficie
51/1	Chaparral (30%)	424.92	Chaparral (96.19%)	1,312.99	1,416.40	1,365.00	51.40
	Pastizal (70%)	991.48	Agricultura de Temporal (3.81%)	52.01			
81/2	Chaparral (50%)	43.50	Chaparral (100%)	99.16	87.00	99.16	-12.16
	Pastizal (50%)	43.50					
103/3	Chaparral (69.98%)	282.02	Chaparral (93.75%)	360	403.00	384.00	19
	Pastizal (30.02%)	120.98	Agricultura de Temporal (6.25%)	24			
105/4	Chaparral	80.01					

	(70.18%)		Chaparral (100%)	121.00	114.00	121.00	-7
	Pastizal (29.82%)	33.99					
108/5			Chaparral (62.90%)	39.00	63.00	62.00	1
	Bosque de pino (100%)	63.00	Bosque de pino (33.87%)	21.00			
			Bosque de táscate (3.23%)	2.00			
156/6	Chaparral (69.88%)	348.00	Chaparral (94.97%)	472.06	498.00	497.06	0.94
	Pastizal (30.12%)	150.00	Agricultura de Riego (5.03%)	25.00			
170/7	Chaparral (100%)	757.00	Chaparral (98.28%)	741.00	757.00	754.00	3
			Pastizal Inducido (1.72%)	13.00			

190/8	Chaparral (85%)	243.10	Chaparral (100%)	275.92	286.00	275.92	10.08
	Pastizal (15%)	42.9					
204/9	Chaparral (79.96%)	245.00	Chaparral (50.33%)	153.75	306.40	305.49	0.91
	Pastizal (20.03%)	61.40	Agricultura de Temporal (49.67%)	151.74			
210/10	Chaparral (60%)	390.00	Chaparral (79.67%)	665.50	650.00	835.40	-185.40
			Agricultura de temporal (19.86%)	165.90			
	Pastizal (40%)	260.00	Agricultura de riego (0.48%)	4.00			
Totales					4,580.80	4,699.03	-118.23

En la tabla III, se muestra la sumatoria de superficies afectadas por comunidad vegetal o usos como agricultura de temporal y de riego, para el año 2010. En la segunda columna se encuentra la superficie afectada de acuerdo al informe individual, comparativamente con la tercera columna donde se encuentra la sumatoria del análisis espacial; en las dos últimas columnas se puede observar la diferencia en hectáreas y el porcentaje de diferencia, tomando en cuenta que la superficie real es la del análisis espacial.

En lo que se refiere a diferencias en superficies, se encontraron dos comunidades con la mayor diferencia, como lo es el chaparral y el pastizal. En el primer caso la diferencia es de 1,426.83 hectáreas subestimadas en los informes, mientras que el pastizal presentó una diferencia de 1,691.25 hectáreas. Sin embargo comparándolo con el porcentaje de diferencia el chaparral tan solo tiene el 34%, mientras que el pastizal es superior con un 13,010% de diferencia. A pesar de la magnitud de diferencia en el chaparral, se puede observar que en lo que respecta a porcentajes de diferencia, las demás comunidades la superan desde el 100% hasta el porcentaje del pastizal. Sumando estos porcentajes de diferencias, se encontró un total de 13,544% de diferencias.

Tabla III. Cuadro comparativo de superficies afectadas por comunidad vegetal o uso, del año 2010.

	Superficie total afectada (ha)			
Vegetación	Informe individual	Análisis espacial	Diferencia	% Diferencia
Chaparral	2,813.55	4,240.38	-1,426.83	34%
Bosque de pino	63.00	21.00	42.00	200%

Bosque de táscate	0.00	2.00	-2.00	100%
Pastizal	1,704.25	13.00	1,691.25	13,010%
Agricultura de temporal	0.00	393.65	-393.65	100%
Agricultura de riego	0.00	29.00	-29.00	100%
Total	4,580.80	4,699.03	-118.23	13,544%

En la figura 3, se observa la grafica comparativa de las superficies totales que fueron afectadas en el 2010, contrastando la información del informe individual con los resultados del análisis espacial. Se puede notar que las plantas producto de la agricultura no son tomadas en cuenta en los informes diarios, al igual que el bosque de táscate. El tipo de vegetación con mayor superficie afectada es el Chaparral con 2,813.55 hectáreas registradas en los informes y con 4,240.38 hectáreas en el análisis espacial; teniendo una diferencia de 1,426.83 hectáreas. El segundo tipo de vegetación con mayor superficie afectada es el pastizal, en donde se muestra una superficie de 1,704.25 hectáreas en los informes, mientras que del análisis espacial resulta un área de 13 hectáreas. En lo que respecta al bosque de pino se encontró una diferencia de 42 hectáreas sobreestimada en los informes.

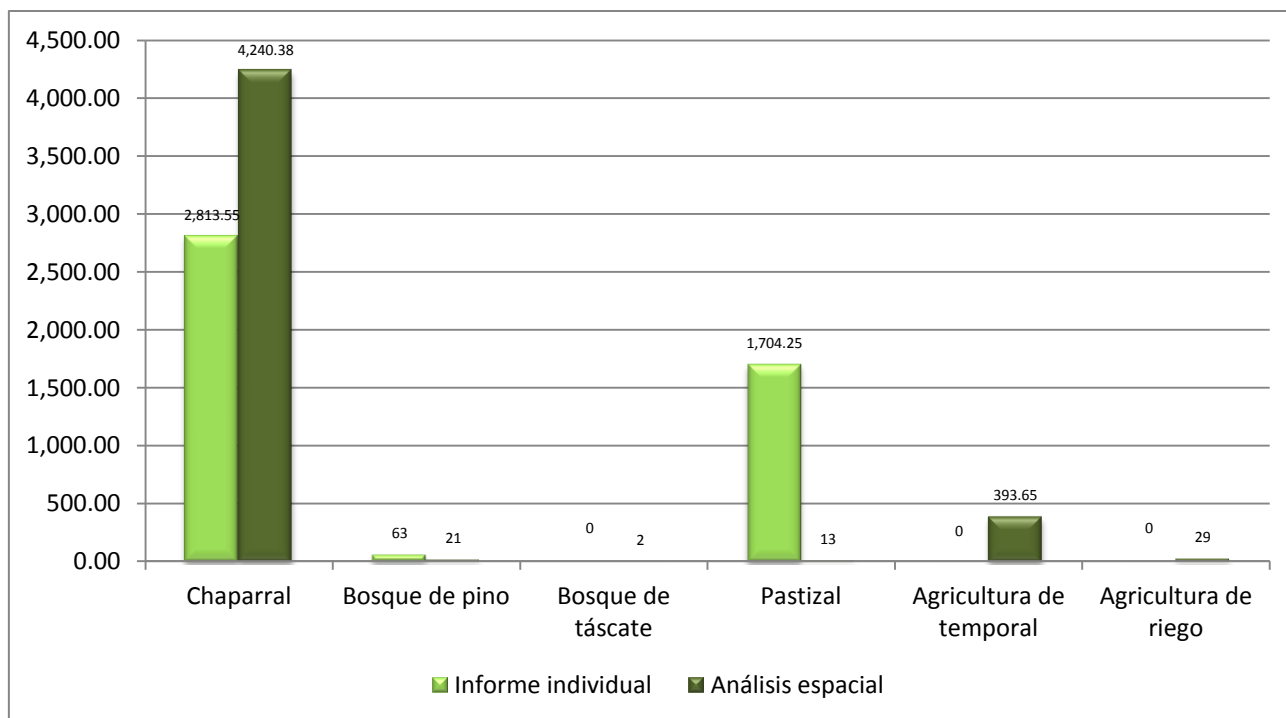


Figura 3. Grafica comparativa de superficie totales afectadas por tipo de vegetación o uso, del año 2010.

VII.II. Análisis espacial 2011

En lo que se refiere al año 2011, se realizó una tabla comparativa (tabla IV) la cual muestra el mismo tipo de información, descrita en los resultados del análisis espacial 2010. En este año se encontraron las mismas comunidades vegetales y usos que el 2010, a excepción del bosque de encino, el cual si se encuentra presente en estos resultados.

En esta tabla, se puede observar que las diferencias en superficie total afectada por incendio, son más significativas que la de los resultados anteriores. Se puede visualizar que las diferencias en superficie oscilan entre las 0 y 2,030 hectáreas, negativa y positivamente. Teniendo como resultado un total de 3,090.92 hectáreas subestimadas en los informes individuales.

Tabla IV. Cuadro comparativo de vegetación, porcentaje y superficie de afectación del año 2011.

Comunidad Vegetal Afectada					Superficie Total Afectada (hectáreas)		Inconsistencias
No. Incendio/ Polígono	Informe individual	Superficie (ha)	Inventario Forestal	Superficie (ha)	Informe individual	Polígono	Diferencia
82/1	Chaparral (80%)	2,088.80	Chaparral (51.82%)	1,924.30	2,611.00	3,713.00	-1,102.00
			Bosque de táscate (27.44%)	1,018.90			
	Pastizal (20%)	522.20	Pastizal inducido (17.34%)	643.90			
			Agricultura de temporal (3.39%)	125.90			
85/2	Pastizal natural (55.89%)	126.70	Chaparral (100%)	227.00	226.70	227.00	-0.30
	Chaparral (44.11%)	100.00					
127/3	Chaparral	104.53	Chaparral	59.00	104.53	59.00	45.53

	(100%)		(100%)				
149/4	Pastizal Inducido (69.97%)	773.50	Chaparral (93.83%)	1,032.13			5.50
	Chaparral (29.99%)	331.50			1,105.50	1,100.00	
	Bosque de pino (0.05%)	0.50	Agricultura de temporal (6.17%)	67.87			
181/5			Chaparral (66.82%)	988.94			-2.70
	Chaparral (100%)	1,477.30	Agricultura de temporal (22.23%)	329.00	1,477.30	1,480.00	
			Pastizal inducido (10.95%)	162.06			
214/6	Chaparral (50%)	2,907.50	Chaparral (86.40%)	6,778.08			-2,030.00
			Agricultura de temporal	797.06	5,815.00	7,845.00	

			(10.16%)				
	Pastizal (50%)	2,907.50	Pastizal inducido (3.43%)	269.08			
			Agricultura de riego (0.01%)	0.78			
215/7	Chaparral (61.32%)	103.05	Chaparral (59.32%)	105.00			
	Pastizal (35.70%)	60.00	Pastizal inducido (27.12%)	48.00	168.05	177.00	-8.95
	Bosque de pino (2.98%)	5.00	Bosque de pino (13.56%)	24.00			
219/8	Chaparral (100%)	15.00	Chaparral (100%)	22.00	15.00	22.00	-7.00
269/9	Chaparral (98%)	515.48	Chaparral (92.19%)	484.00			
	Pastizal (2%)	10.52	Pastizal Inducido (7.81%)	41.00	526.00	525.00	1.00
276/10	Chaparral		Chaparral (47.33%)	142.00			

	(83.22%)	248.00	Bosque de encino (41.33%)	124.00	298.00	300.00	-2.00
	Pastizal (16.78%)	50.00	Agricultura de temporal (11.33%)	34.00			
277/11	Chaparral (100%)	264.00	Bosque de Encino (100%)	264.00	264.00	264.00	0.00
302/12	Pastizal (85.51%)	295.00	Agricultura de temporal (77.01%)	258.00	345.00	335.00	10.00
	Chaparral (14.49%)	50.00	Chaparral (22.99%)	77.00			
Totales					12,956.08	16,047.00	-3,090.92

En la tabla V se pueden observar las sumatorias de superficies afectadas por comunidad vegetal o usos como agricultura de temporal y de riego, para el año 2011. Se muestra una comparación entre la información obtenida de los informes individuales con los resultados del análisis espacial. La información contenida en cada columna se describe en los resultados de la tabla III.

En lo que se refiere a diferencias en superficies, se encontró que las comunidades con la mayor diferencia, son el chaparral, bosque de táscate y pastizal; en lo que respecta al chaparral la superficie de diferencia fue de 3,634.29 hectáreas, para el bosque de táscate 1,018.90 para ambos casos subestimadas en los informes, y 3,581.38 hectáreas de pastizal sobreestimada en los informes; en lo que se refiere a usos, la agricultura de temporal sobresalió con 1,611.83 hectáreas Sin embargo comparándolo con el porcentaje de diferencia el chaparral tan solo tiene el 31%, mientras que el pastizal es superior con un 308% de diferencia. A pesar de la magnitud de diferencia en el chaparral, se puede observar que en lo que respecta a porcentajes de diferencia, las demás comunidades la superan desde el 100% hasta el porcentaje del pastizal. Sumando estos porcentajes de diferencias, se encontró un total de 816% de diferencias. De la totalidad de superficie afectada en los incendios relevantes analizados del 2011, se muestra una diferencia de 3,090.92 hectáreas.

Tabla V. Cuadro comparativo de superficies afectadas por tipo de vegetación del año 2011.

Vegetación	Superficie total afectada (ha)			
	Informe diario	Análisis espacial	Diferencia	% Diferencia
Chaparral	8,205.16	11,839.45	-3,634.29	31%
Bosque de pino	5.50	24.00	-18.5	77%
Bosque de táscate	0.00	1,018.90	-1,018.90	100%
Bosque de encino	0.00	388.00	-388.00	100%

Pastizal	4,745.42	1,164.04	3,581.38	308%
Agricultura de temporal	0.00	1,611.83	-1,611.83	100%
Agricultura de riego	0.00	0.78	-0.78	100%
Total	12,956.08	16,046.54	-3,090.92	816%

En la figura 4, se presenta la grafica comparativa de las superficies totales que fueron afectadas en el 2011, contrastando la información del informe individual con los resultados del análisis espacial. Se puede apreciar que en los dos casos de plantas producto de la agricultura no son tomadas en cuenta en los informes diarios, al igual que el bosque de táscate con 1,018.90 hectáreas y el bosque de encino con 388 hectáreas en el análisis espacial. El tipo de vegetación con mayor superficie afectada es el Chaparral con 8,205.16 hectáreas registradas en los informes y con 11,839.45 en el análisis espacial; teniendo una diferencia de 3,634.29 hectáreas. El segundo tipo de vegetación con mayor superficie afectada es el pastizal, en donde se muestra una superficie de 4,745.42 hectáreas en los informes, mientras que del análisis espacial resulta un área de 1,164.04. En lo que respecta al bosque de pino se encontró una diferencia de 18.5 hectáreas subestimadas en los informes.

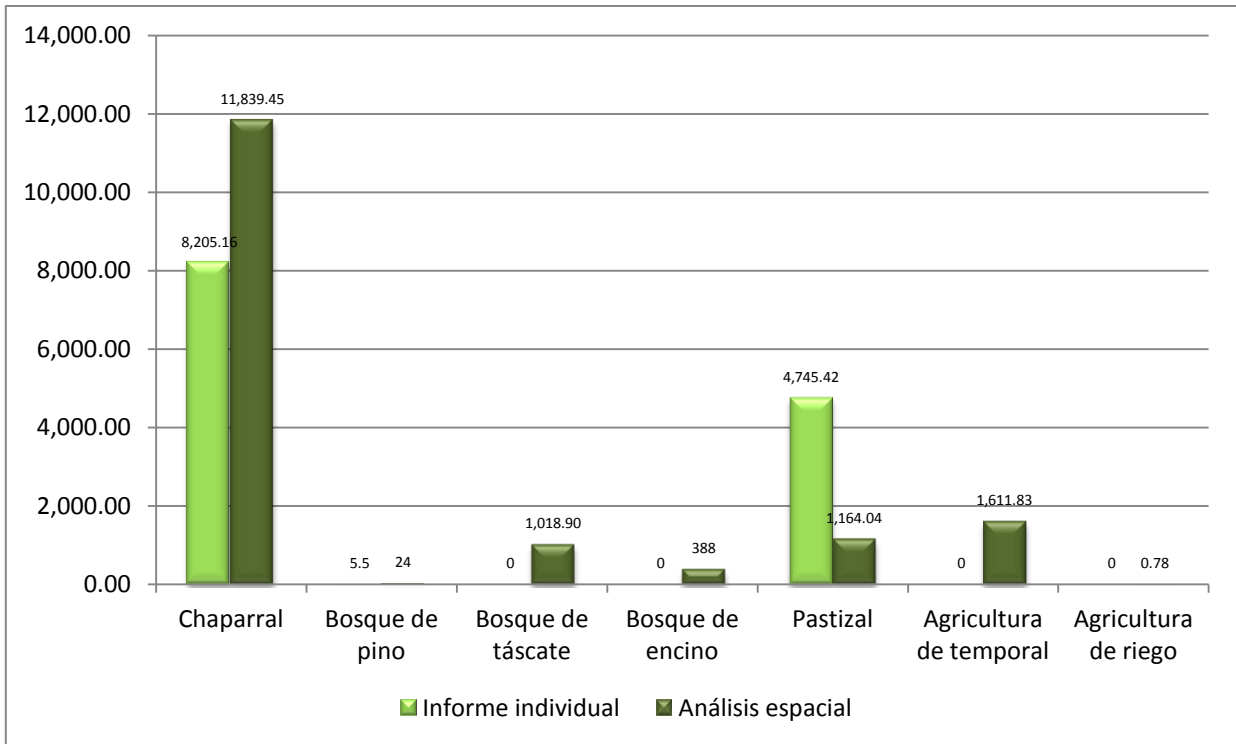


Figura 4. Grafica comparativa de superficie totales afectadas por tipo de vegetación o uso, del año 2011.

VII.III. Vegetación total afectada 2010 y 2011

En la tabla VI se muestra un resumen comparativo de la superficie total afectada en ambos años, separado por tipos de vegetación. El chaparral cuenta con una diferencia de 5,061.12 hectáreas faltantes en los informes; 23.5 hectáreas de bosque de pino sobrantes, 1,020.90 y 388 hectáreas de bosque de táscate y encino, subestimados en los informes respectivamente; 5, 272.63 hectáreas de pastizal sobreestimados en los informes; 2005.48 y 29.78 hectáreas de agricultura de temporal y de riego respectivamente, resultantes del análisis espacial. De la totalidad de superficie afectada se puede observar una diferencia de 3,209.15 hectáreas subestimadas en los informes. Además, observando los porcentajes de diferencia se puede notar que el chaparral fue la vegetación con menor porcentaje de error, mientras que el pastizal supero al resto con el 448%.

Tabla VI. Cuadro comparativo de superficies totales afectadas por tipo de vegetación.

Vegetación	Superficie total afectada (ha)			
	Informe individual	Análisis espacial	Diferencia	% Diferencia
Chaparral	11,018.71	16,079.83	-5,061.12	31%
Bosque de pino	68.5	45	23.5	52%
Bosque de táscate	0	1,020.90	-1,020.90	100%
Bosque de encino	0	388	-388	100%
Pastizal	6,449.67	1,177.04	5,272.63	448%
Agricultura de temporal	0	2,005.48	-2,005.48	100%
Agricultura de riego	0	29.78	-29.78	100%
Total	17,536.88	20,746.03	-3,209.15	931%

En la figura 5, se representa gráficamente la sumatoria de superficies del 2010 y 2011 por comunidad vegetal y vegetación de origen agrícola. Se pueden notar las diferencias en superficie de los informes individuales con el resultado del análisis espacial. En lo que respecta al chaparral, es la comunidad vegetal con mayor afectación en Baja California, seguida del pastizal, estas dos vegetaciones y el bosque de pino, son las únicas vegetaciones que aparecen en ambos resultados. Mientras que los resultados del análisis indican la presencia de bosque de táscate (bosque de *Juniperus*), bosque de encino, y agricultura de temporal y de riego. Tales vegetaciones no se presentan como afectadas en los informes individuales de los incendios analizados.

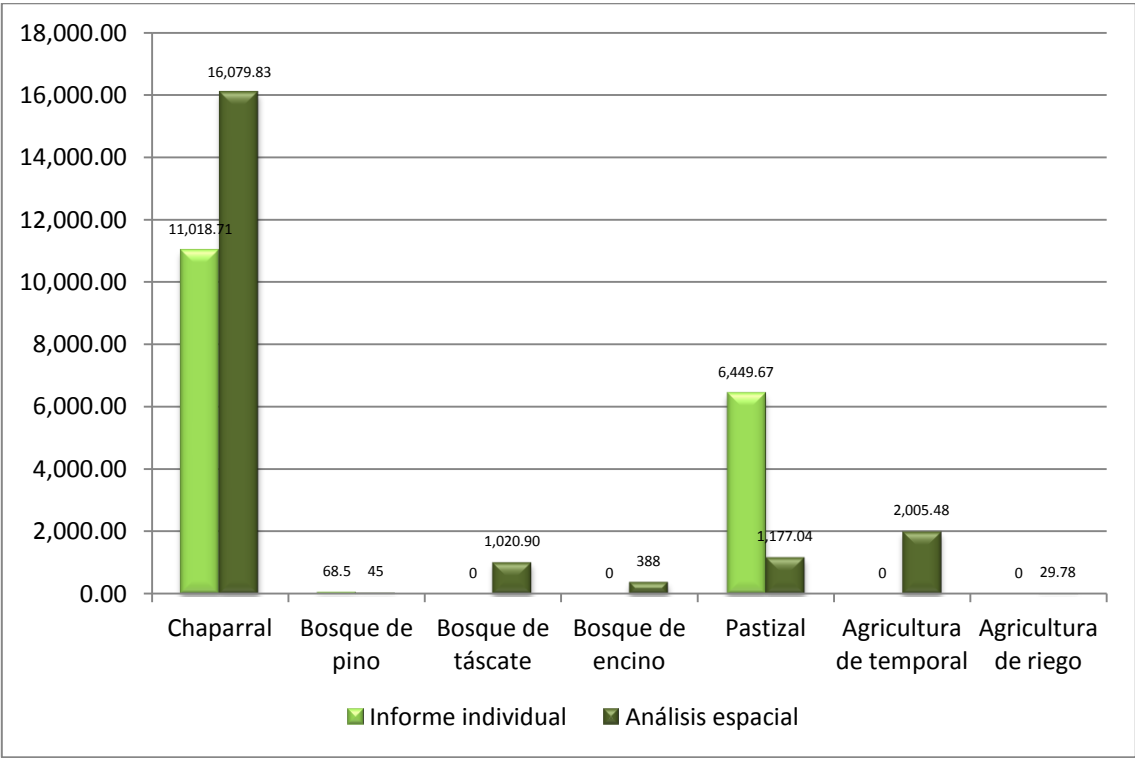


Figura 5. Grafica comparativa de superficie totales afectadas por tipo de vegetación o uso del 2010 y 2011.

VII.IV. Vegetación de informes individuales de incendios forestales

Los resultados obtenidos de la identificación de la vegetación de los informes individuales, se presentan en la figura 6, donde se muestra la grafica con las diferentes denominaciones que se les asigna a las vegetaciones afectadas para el 2010 y 2011. Para el caso del año 2010, se encontraron 11 diferentes denominaciones de comunidades vegetales, de las cuales el matorral rosetofilo costero, matorral costero, chaparral, bosque de pino, pastizal inducido y pastizal natural están correctamente nombradas; sin embargo, este último es un tipo de vegetación que no se distribuye en Baja California. En lo que se refiere a las inconsistencias en la denominación, se ubicaron al pastizal, matorral, arbusto, arbusto de bosque y arbusto costero, ya que los primeros tres son inespecíficos y el arbusto no se le considera un tipo de vegetación. Se identificaron tres diferentes pastizales, 3 matorrales, chaparral, bosque de pino y 3 tipos de arbusto. El chaparral es el tipo de vegetación que presenta mayor frecuencia en los incendios de este año, seguido del pastizal. Los tipos de vegetación con menor frecuencia son el pastizal inducido, matorral y arbusto de bosque.

En lo que respecta al año 2011, se encontraron 10 diferentes denominaciones de comunidades vegetales, de las cuales el chaparral, chaparral costero, matorral rosetofilo costero, matorral costero, bosque de pino, pastizal inducido y pastizal natural están correctamente nombradas, considerándose que el pastizal natural es un tipo de vegetación que no se distribuye en Baja California. Al igual que el 2010 se identificaron 3 denominaciones diferentes de pastizal y 3 de matorral. En cuanto al chaparral se encontraron dos diferentes nombres, 1 denominación de arbusto y el bosque de pino. El chaparral es el tipo de vegetación que presenta mayor frecuencia en los incendios de este año, seguido del pastizal. Los tipos de vegetación con menor frecuencia son los matorrales y el bosque de pino.

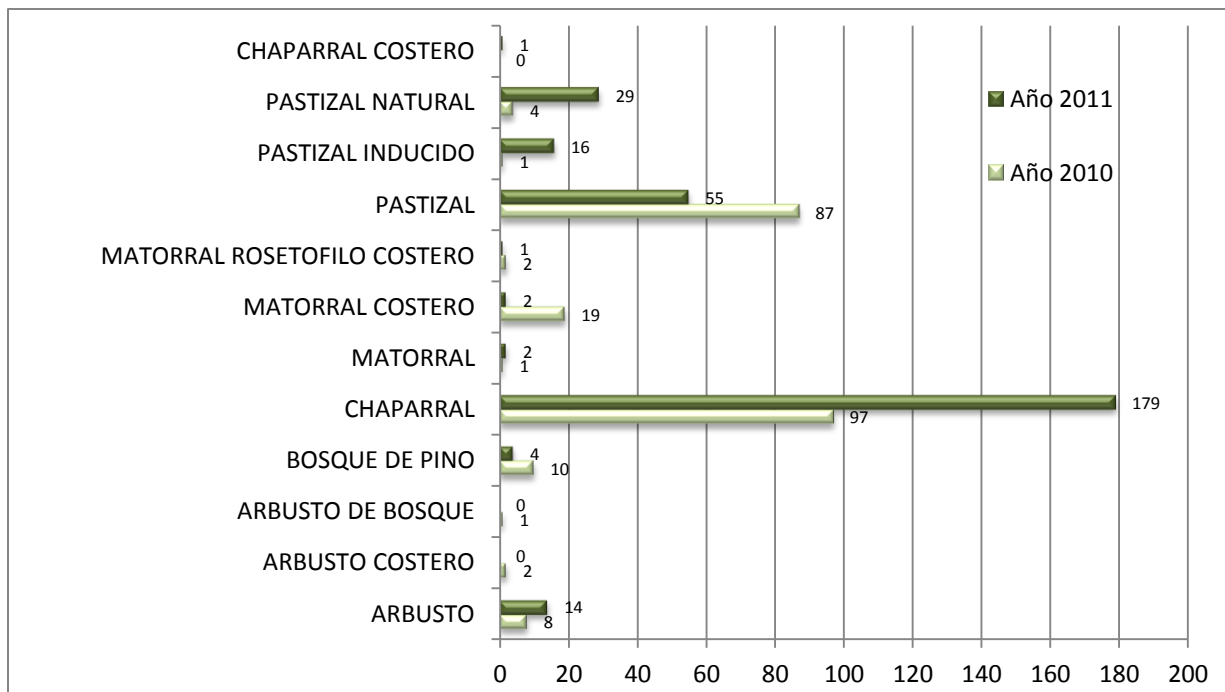


Figura 6. Identificación de vegetación en informes individuales totales del año 2010 y 2011.

VIII. Discusión

En el análisis espacial del año 2010, se pudo observar que la mayor parte de los porcentajes de superficie por tipo de vegetación (tabla II), difieren de los resultados del análisis espacial, sin embargo, al observar las diferencias totales por incendio se puede notar que oscilan de las 0.91 a las 51.40 hectáreas, se podría pensar que estos valores son poco significativos, pero al tomarse en cuenta que la diferencia total que fue de 118.23 hectáreas subestimadas en los informes, podríamos visualizar la magnitud del error acumulado no solo en los informes de incendios relevantes, si no de la totalidad de los incendios al año. En lo que se refiere a la vegetación dominante de los incendios analizados, se puede observar en esta misma tabla, que el chaparral sobresale a excepción de los incendios numero 108 y 51, donde la vegetación dominante de acuerdo a los informes es el bosque de pino y pastizal respectivamente, sin embargo, al observar los porcentajes del análisis espacial, se muestra que en el incendio 108 está presente el bosque de pino, no como vegetación dominante, pero con un porcentaje de 33.87% superado por el chaparral. En el caso del incendio 51, el análisis espacial indica que la vegetación dominante es el chaparral, y con un pequeño porcentaje está presente la agricultura de temporal, la cual se caracteriza por tener cultivos de pastizales, sin embargo, el porcentaje de pastizal manejado en el informe de este incendio es del 70%, en contraste con el resultado del análisis espacial el cultivo de temporal contaba con 3.81% de la superficie afectada en el incendio, son diferencias muy grandes, como para pensar de que se trataba de un cultivo de temporal en lugar de pastizal.

Analizando la tabla III, se encontró que para el 2010, solo hubo una diferencia de 118.23 hectáreas, lo cual equivale a 1.1823 km^2 , observando esta cifra en la totalidad de superficie afectada, pareciera poco significativa; sin embargo, la magnitud de diferencia aumenta cuando se compara la superficie por tipo de vegetación. Se puede notar en esta tabla que el chaparral tiene una diferencia casi de 1,426.83 hectáreas (14.2683 km^2), dicha superficie es equivalente a casi el doble del tamaño de la ciudad de Ensenada aproximadamente; por otro lado el pastizal conto con una diferencia de 1,691.25 hectáreas superando al chaparral y el bosque de pino fue la comunidad de las vegetaciones en común, que conto con menor superficie de diferencia; sin embargo, al visualizar los resultados desde otra perspectiva, nos damos cuenta, que a pesar de que el

chaparral fue la segunda vegetación con mas superficie de diferencia, en porcentajes, es la que menor error tiene del resto de las vegetaciones, en contraste con el pastizal que su porcentaje de diferencia difiere casi en su totalidad, y el caso del bosque de pino que la diferencia es del doble de su superficie real. En la figura 3, se visualiza perfectamente las diferencias entre las superficies calculadas en el análisis espacial con la información de los informes de los incendios relevantes analizados. Donde la superficie de pastizal y bosque de pino se pudo haber sobreestimado y la del chaparral, bosque de táscate y cultivos agrícolas pudieron haber sido subestimados.

En el caso del análisis espacial del año 2011, de igual manera fue el chaparral el tipo de vegetación que mayor frecuencia tuvo en los incendios forestales relevantes y que además coincidió con la información de los informes individuales. En la tabla IV se pueden visualizar que las diferencias totales por incendio oscilan entre los 0 y 2,030 hectáreas, que a diferencia del 2010, representa una magnitud de error muy significativa, tomando en cuenta la escala de trabajo. En lo que respecta a las diferencias de superficies por vegetación, se puede observar que el incendio numero 85, indica que el chaparral es el único tipo de vegetación presente en el sitio, de acuerdo al análisis espacial, mientras que el pastizal representa la vegetación dominante en el informe, y en menor proporción la afectación de chaparral. El incendio 302 se caracteriza por presentar cultivos agrícolas de temporal como vegetación dominante en el análisis espacial con un porcentaje de 77.01%, comparado con la vegetación dominante del informe (pastizal, 85.51%), se puede notar que las proporciones son muy parecidas; tomando en cuenta que los cultivos de temporal son generalmente pastizales, se podría pensar que realmente se afecto pastizal, sin embargo, dentro de las vegetaciones afectadas de los informes no se puede definir a los cultivos agrícolas como vegetación forestal. Por otro lado, el incendio 277 es un caso único en este trabajo, debido a que la vegetación representada en los informes es del 100% de chaparral afectado, mientras que en el análisis espacial, resulto un 100% de bosque de encino, es decir, la totalidad de superficie afectada es completamente diferente en cuanto a vegetación. Finalmente en el incendio 149, el chaparral fue la vegetación dominante con el 93.83% de superficie, de acuerdo al análisis espacial, mientras que en el informe solo representa el 29.99% de la vegetación afectada.

Comparando los resultados de la tabla V, se muestra que al igual que el 2010, el chaparral represento el menor porcentaje de diferencia que el resto de las vegetaciones, sin embargo en este caso fue el que mayor diferencia en superficie tuvo, seguido del pastizal con una superficie de 3,581.38 hectáreas y un porcentaje del 308% de diferencia, siendo la vegetación con mayor porcentaje de diferencia al igual que el 2010. Para el caso de la superficie del pastizal, es importante tomar en cuenta que la agricultura de temporal es de pastizales, en tal caso, cabria la posibilidad de que se sumara esta superficie con la del pastizal en el análisis espacial, y la diferencia de error disminuiría en este caso. En lo que respecta al bosque de encino y de táscate, no son vegetaciones tomadas en cuenta en los informes, al igual que la agricultura de temporal y de riego. Bajo la referencia de que la CONAFOR no puede gastar recursos en atender incendios agrícolas o urbanos, no es de extrañarse que en los informes diarios no se definiera la atención de algún incendio con plantas agrícolas afectadas, en última instancia, la superficie del análisis espacial, que resulto definida como agrícola de riego o de temporal mayormente, pudo haberse incluido como pastizal inducido en los informes individuales.

Para este año la diferencia total fue mucho mayor que el 2010, con una superficie de 3,090.92 hectáreas subestimadas en los informes, lo cual equivale aproximadamente al doble del tamaño de la ciudad de Tijuana; sin embargo, en lo que se refiere al porcentaje de diferencia, en este año solo se encontró el 816%, superado 16 veces este valor en el 2010.

En el resumen comparativo de las superficies de ambos años (tabla VI), se puede visualizar que el chaparral se subestima en los informes con 5,061.12 hectáreas, mientras que el bosque de pino y el pastizal se sobreestimaron con 23.5 y 5,272.63 hectáreas, respectivamente. La diferencia total de superficie afectada para los dos años, es de 3,209.15 hectáreas y un porcentaje de diferencia de 931%. Estos resultados nos indica, que las grandes diferencias de superficie que se presentan por tipo de vegetación, está relacionado solamente con una identificación inadecuada, ya que estas variaciones están distribuidas en los tipos de vegetación que no se mencionan en los informes como el bosque de encino, bosque de táscate y cultivos agrícolas; mientras que las 3, 209.15 hectáreas de diferencia total, están relacionadas a un cálculo inadecuado de la superficie afectada en los incendios, esto bajo el fundamento de que las superficies totales fueron

calculadas con los polígonos de incendios los cuales presentan menor error al ser tomadas en campo, mientras que los informes solo cuentan con estimaciones de los trabajadores.

En lo que respecta a los resultados del análisis espacial, es importante mencionar que los resultados relativos a la identificación de vegetación, están sujetos a la especificidad del inventario nacional forestal 2000, ya que estos inventarios están sujetos a errores ya sea por la escala de trabajo o por los cambios que sufre la cobertura vegetal y los usos del suelo al paso de los años; por otro lado la magnitud de los datos utilizados para este análisis, así como los resultados en diferencias de superficie considero que son lo suficientemente superiores al área mínima cartografiada y significativos para validarse a la escala de trabajo que se utilizó; a pesar de esto, resulta importante complementar estos resultados en campo, ya que la visualización de las comunidades vegetales es la fuente directa de los datos. Si bien es cierto que los sistemas de información geográfica son una herramienta fundamental en el análisis espacial y que además facilitan el proceso, no se debe dejar de lado la integración de estos resultados con otras fuentes de información. Por otro lado, se considera que el uso del SIG en el cálculo de las superficies proporciona datos más certeros, a la estimación que se realiza por parte de los brigadistas en campo, antes de sacar el polígono de los incendios relevantes.

Por otro lado los últimos resultados relativos a la identificación de vegetación dominante, en la totalidad de los incendios del 2010 y 2011 (Figura 6). Fue posible notar que ambos años cuentan con los mismos errores, con respecto a la denominación que se le da a la vegetación dominante en los incendios. Las denominaciones de tipos de vegetación como el pastizal y matorral, son inespecíficas y quedan abiertas a posibles cambios al pasar la información estadística a otros formatos que requieren necesariamente que se defina el tipo de vegetación de manera correcta o más específica, como lo puede ser un matorral rosetofo costero, matorral xerófilo, pastizal inducido, etc. En cuanto a las denominaciones más específicas como el pastizal inducido, pastizal natural, matorral costero y matorral rosetofo costero, son utilizados con menor frecuencia, comparado con las denominaciones más generales. Se pudo observar la utilización del pastizal natural como vegetación dominante en los incendios de ambos años, a pesar que esta vegetación no se distribuye en Baja California; además, la definición de arbustos como

comunidad vegetal, nos lleva a pensar que se pudo haber referido en realidad al chaparral. Todas estas inconsistencias se pueden deber a varios factores, en primera instancia a una evidente deficiencia de cursos de capacitación al personal, que les permita identificar comunidades vegetales si ninguna dificultad, otra posibilidad es el hecho de que los informes no cuenten con la información de vegetación que facilite su llenado, y por último la falta de corroboración de vegetación, haciendo uso del sistema de información geográfica con el que cuenta el departamento de incendios forestales de Baja California.

Por otro lado, el hecho de que el chaparral haya sido el tipo de vegetación con mayor frecuencia en los incendios, está relacionado con el hecho de que este tipo de vegetación representa la segunda mayor extensión en Baja California, lo cual indica una mayor probabilidad de que los incendios abarquen parte o totalidad de esta vegetación, además la composición florística y estructura de esta comunidad vegetal, facilita su identificación adecuada. En el caso del matorral, resulta más compleja su identificación específica, ya que en el estado existen diferentes tipos de matorrales, que para una persona que no está relacionada con el tema, no es sencillo distinguir e identificar entre una y otra.

IX. Conclusión

Resulta evidente que la información referente a vegetación y superficie afectada, que se maneja en los informes individuales de incendios forestales, presenta inconsistencias en ambos aspectos, tanto para el año 2010 como para el 2011. El pastizal fue el tipo de vegetación que presentó mayor diferencias en superficies, a causa de una identificación deficiente. El Chaparral fue la segunda mayor vegetación, que presentó inconsistencias en la superficie. Ninguno de los informes de incendios relevantes analizados definió al bosque de encino, bosque de táscate y cultivos agrícolas como vegetación afectada en el incendio. Quedando limitado solo a la afectación de chaparral, pastizal y bosque de pino.

Es claro que los resultados referentes a la identificación de vegetación y sus proporciones están limitados a los errores o desfases en el tiempo que puede tener el Inventario Nacional Forestal, siendo necesaria su corroboración en campo, sin embargo, este trabajo proporciona una primera aproximación de probables inconsistencias en la estadística de comunidades vegetales, manejadas por el CEPRECIF.

Algunas de las consecuencias de tener un registro inadecuado de la vegetación que se afecta año con año, es que se puede estar subestimando o sobreestimando la superficie que se afecta por tipo de vegetación. Esta información a su vez es un elemento de toma de decisiones a nivel nacional, que influye en destinar o no, recursos a diversos programas como prevención de incendios, estudios ambientales, reforestación, compensaciones ambientales, entre otros.

A pesar de que la CONAFOR está sujeta a diversas evaluaciones externas, en sus diferentes programas. La importancia de este trabajo reside, en que estas evaluaciones son en torno al éxito o fracaso del programa, es decir, el programa de prevención y combate de incendios forestales, es evaluado de acuerdo al número de incendios, vegetación y superficie que se afecta, entre otras cosas. Sin embargo no se valora, si la información que utilizan para evaluar el programa es totalmente confiable, como para definir que este programa en Baja California, es más eficiente o deficiente que años pasados o incluso que otros estados de la república mexicana.

Considero que es de suma importancia hacer propuestas que mejoren el proceso de llenado de informes, con la finalidad de que la información de referencia para decisiones futuras no se vea sesgado positiva o negativamente. Algunas sugerencias son: en primera instancia la capacitación del personal en cuanto a identificación de comunidades vegetales, o en su defecto la asignación de una persona con conocimientos técnicos, que se encargue de manejar esta información. Sería importante modificar los formatos de incendios, para estandarizarlos con los tipos de vegetación que se distribuyen en Baja California, de tal manera que no dejaría abierta su identificación al criterio o conocimientos de la persona que proporciona la información y de la que la recibe. Por último resulta indispensable que se haga uso de los Sistemas de Información Geográfica, ya que no solo contribuyen al manejo de la información después del incendio, si no que cuentan con una gran gama de aplicaciones que permiten prevenir y detectar incendios, haciendo más eficiente el proceso estadístico, de prevención y de combate de incendios forestales en Baja California.

X. Bibliografía:

- Delgadillo-Rodríguez, José. (1998): "Florística y ecología del norte de Baja California". 2da Edición. Ed. Universidad Autónoma de Baja California, Baja California.
- Longley, P.; Goodchild, M.; Maguire, D.; Rhind, D. (2005). "Geographic Information Systems and Science". 2da edición. Ed. John Wiley & Sons, Ltd. USA.
- Herbert-Haltenhoff, D. (2005): "Manual de Efectos del Fuego y Evaluación de Daños". Ed. Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, Petén.
- Jean-François Mas; Alejandro Velázquez; Stéphane Couturier (2009). "La Evaluación de los cambios de cobertura/uso del suelo en la Republica Mexicana". Investigación Ambiental. Revista INE.
- Ávila-Flores, Diana; Pompa-García, Marín; Antonio-Nemiga, Xanat; Rodríguez-Trejo, Dante; Vargas-Pérez, Eduardo; Santillan-Perez, Javier (2010). "Driving factors for forest fire occurrence in Durango State of Mexico: A geospatial perspective". Chinese Geographical Science. Science Press, co-published with Springer-Verlag GmbH. Earth and Environmental Science.
- Xu, Dong; Shao, Guofan; Dai, Limin; Hao, Zhanqing; Tang, Lei; Wang, Hui (2006). "Mapping forest fire risk zones with spatial data and principal component analysis". Science in China Series E: Technological Sciences. Science China Press, co-published with Springer.
- Li, Fengri; Zhao, Yinghui (2006). "Development of a GIS-based decision-support system of forest resource management". Science in China Series E: Technological Sciences. Science China Press, co-published with Springer.
- Butry, David T.; Gumpertz, Marcia; Genton, Marc G.; Holmes, Thomas P.; Prestemon, Jeffrey P. "The Production of Large and Small Wildfires". The Economics of Forest Disturbances. Forestry Sciences.
- www.conafor.gob.mx
- <http://sigrif.geocyt.com>
- <http://galileo.imta.mx/>

Anexos

COMISION NACIONAL FORESTAL
GERENCIA REGIONAL I PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACION ESTATAL DE INCENDIOS FORESTALES-BAJA CALIFORNIA
CENTRO ESTATAL DE PREVENCION Y CONTROL DE INCENDIOS FORESTALES
INFORME DE INCENDIO FORESTAL - TEMPORADA 2011

COMISION NACIONAL FORESTAL

TITULO DEL PREDIO O PARAJE: Rancho Genzan

DIRECCION, COMUNIDAD, O PEQUEÑA PROPIEDAD: La Misión

MUNICIPIO: ENSENADA

COORDENADAS GEOGRAFICAS.- LATITUD N 32 06 11.3 **LONGITUD: W 116 52 02.5**

FECHA Y HORA DE INICIO APROX.: 27/Enero/2011 10:00 **CAUSA PROBABLE:** Quema de basura **(E) (CLAVE)**

FECHA Y HORA DE DETECCIÓN: 27/Enero/2011 10:30 **PROBABLE(S) RESPONSABLE(S):**

FECHA Y HORA DE SALIDA: 27/Enero/2011 10:40 **OBSERVACIONES:**

FECHA Y HORA DE LLEGADA: 27/Enero/2011 11:50

FECHA Y HORA DE CONTROL: 27/Enero/2011 12:25

FECHA Y HORA DE TERMINO: 27/Enero/2011 12:00

FECHA/HORA SALIDA CAMPAMENTO: 27/Enero/2011 10:40 **FECHA/HORA LLEGADA CAMPAMENTO:** 27/Enero/2011 14:30

FECHA/HORA SALIDA CAMPAMENTO: **FECHA/HORA LLEGADA CAMPAMENTO:**

FECHA/HORA SALIDA CAMPAMENTO: **FECHA/HORA LLEGADA CAMPAMENTO:**

FECHA/HORA SALIDA CAMPAMENTO: **FECHA/HORA LLEGADA CAMPAMENTO:**

FECHA/HORA SALIDA CAMPAMENTO: **FECHA/HORA LLEGADA CAMPAMENTO:**

VIA DE DETECCION: C-4 **FOCO DE CALOR (SI) (NO):**

CONDICIONES DOMINANTES EN LAS QUE SE DESARROLLO EL INCENDIO:

TOPOGRAFICAS:

LOGERIO: TERRENO PLANO TERRENO ESCARPADO **PENDIENTE DOMINANTE:** SE S

METEOROLOGICAS:

HORA	TEMPERATURA	HUM. RELATIVA	VEL. VIENTO	DIR. DOMINANTE DEL VIENTO
10:00 HRS	18 °C	08 %	15 KM/HR CIBACHAS DE KM/HR	W
14:00 HRS	°C		KM/HR CIBACHAS DE KM/HR	
18:00 HRS	°C		KM/HR CIBACHAS DE KM/HR	

VEGETACION: TIPO DE ECOSISTEMA: I **TEMPLADO FRO (BOSQUE) ()** II **DE ZONAS ARIDAS (X)**

TIPO DOMINANTE: Material costero

DENSIDAD: ALTA MEDIA BAJA **ALTURA PROMEDIO-MTS.** 1.00

ESPECIE (S) DOMINANTE(S) PASTIZAL

TIPO DE INCENDIO: SUPERFICIAL (A) SUBTERRANEO (B) DE COPA (C) MIXTO (D)

CUANTIFICACION DE DAÑOS

ARROLADO ADULTO: **RENUevo:** **ARBUSTO O CHAPARRAL:** **PASTOS:** 00-00-00

OTROS DAÑOS:

OBSERVACIONES RELEVANTE (SI) (NO):

A. I. COMAFOR

RECURSOS HUMANOS PARTICIPANTES EN LA EXTINCION DEL INCENDIO:

COMAFOR:	SEDEMA:	SEMAR:	DEPC:
3			
P.A.	POLICIA MPAL:	CRUZ ROJA:	BOMBEROS:
DS. VOL:	VOL. CIVILES:	OAR:	
ROS (ESPECIFICAR):			

RECURSOS MATERIALES EMPLEADOS EN LA EXTINCION DEL INCENDIO

INSTANCIA	VEHICULOS	HERR. MANUAL	EQ. RADIOCOM	EQ. AEREO	GPS	CARRO MOTOROMBA	OTROS
COMAFOR	1	20	1		1		10 mochilas
SEDEMA							
SEMAR							
DEPC							
S.P.A.							
BOMBEROS	1	5	1			1	
SPDS. VOL:							
VOL. CIVILES:							
OAR							
SMPC (MS)							
OTROS							

_Ensenada, B.C. A. 27 DE Enero DE 2011

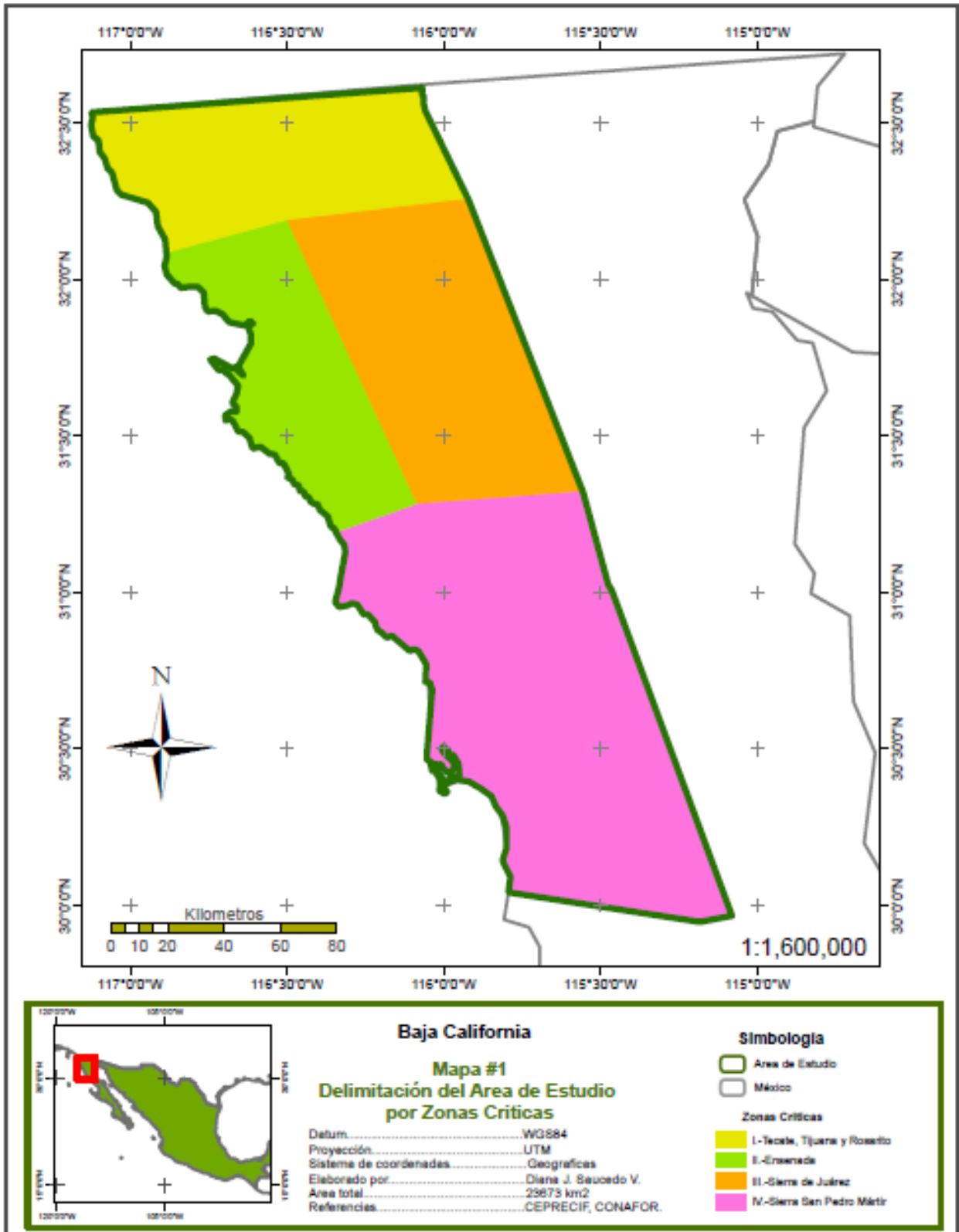
PROPORCIONO LA INFORMACION **ELABORO EL REPORTE** **Va. Sa**

Jesus Hernandez Luis Gallegos B. Ing. Cosme Damian Montes
NOBRE Y FIRMA **NOBRE Y FIRMA** **NOBRE Y FIRMA**

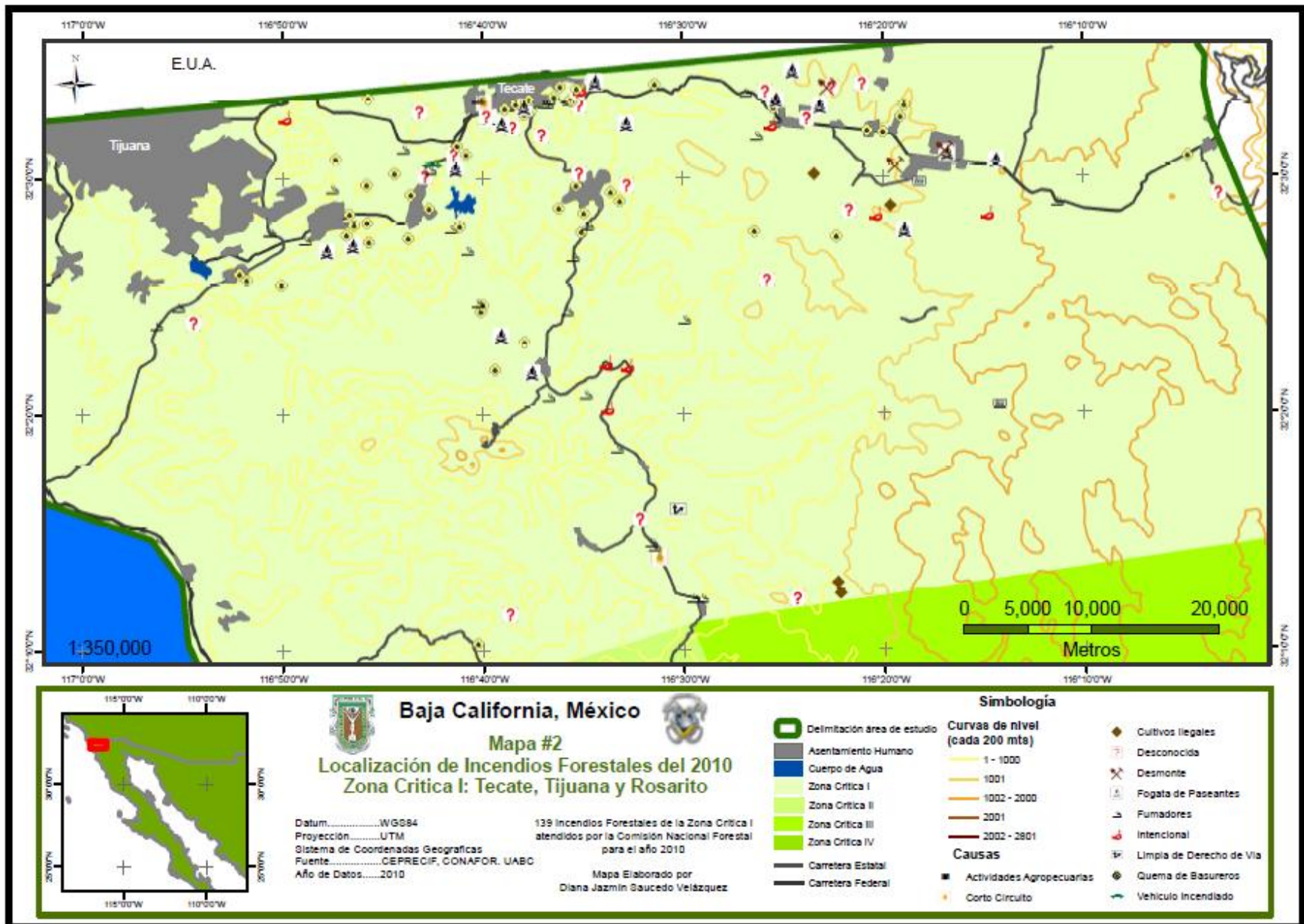
PARTICIPA
 ENSENADA
 GERARDO
 RODOLFO
 GUSTAVO
 SPM
 LUCIANO
 JACINTO
 S DE J
 DAVID
 GERARDO
 ALFREDO
 ANTONIO

3 5 11 M
 DISTANCIA (Km.)

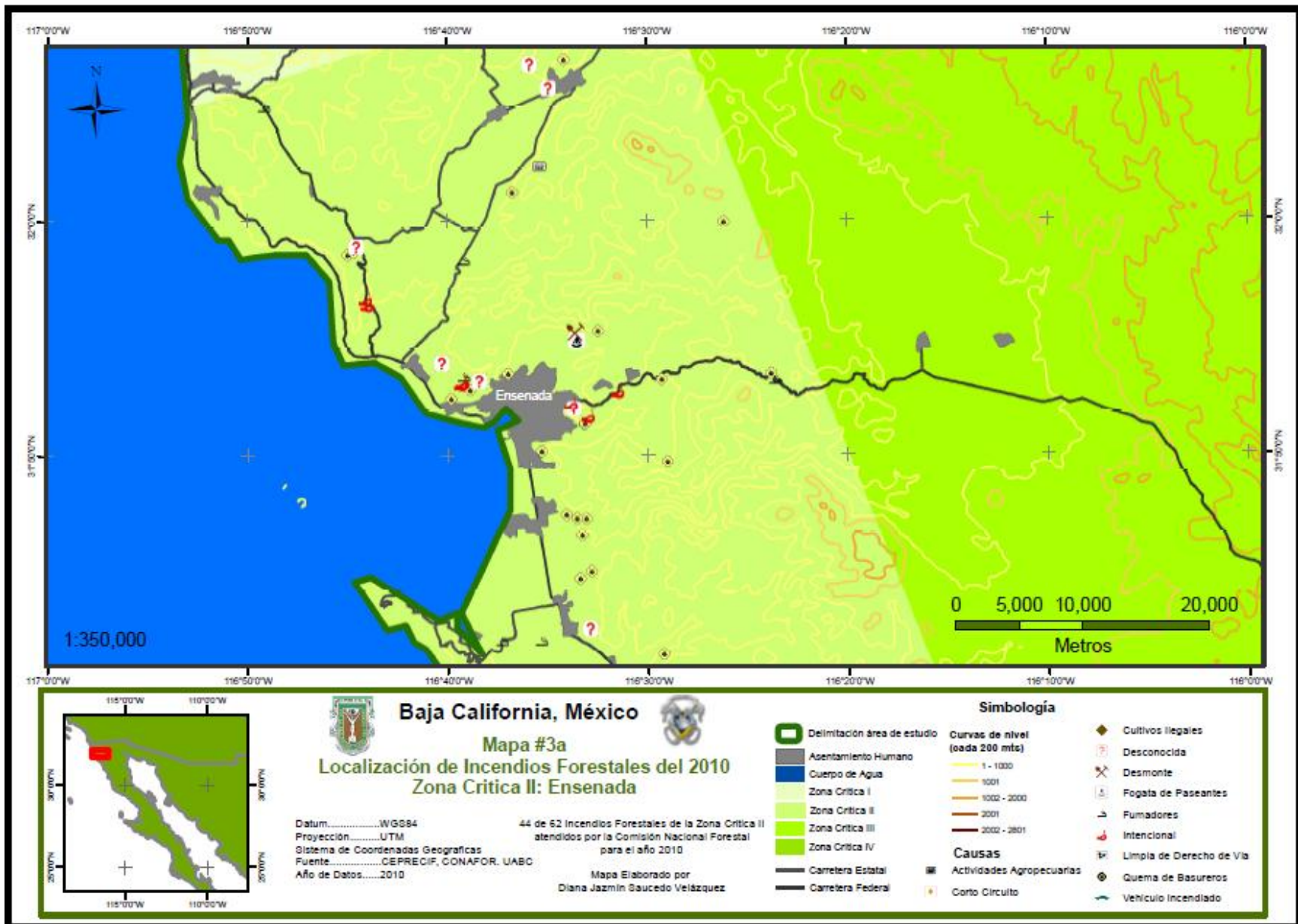
Anexo 1. Formato de informe individual de incendios forestales de la CONAFOR.



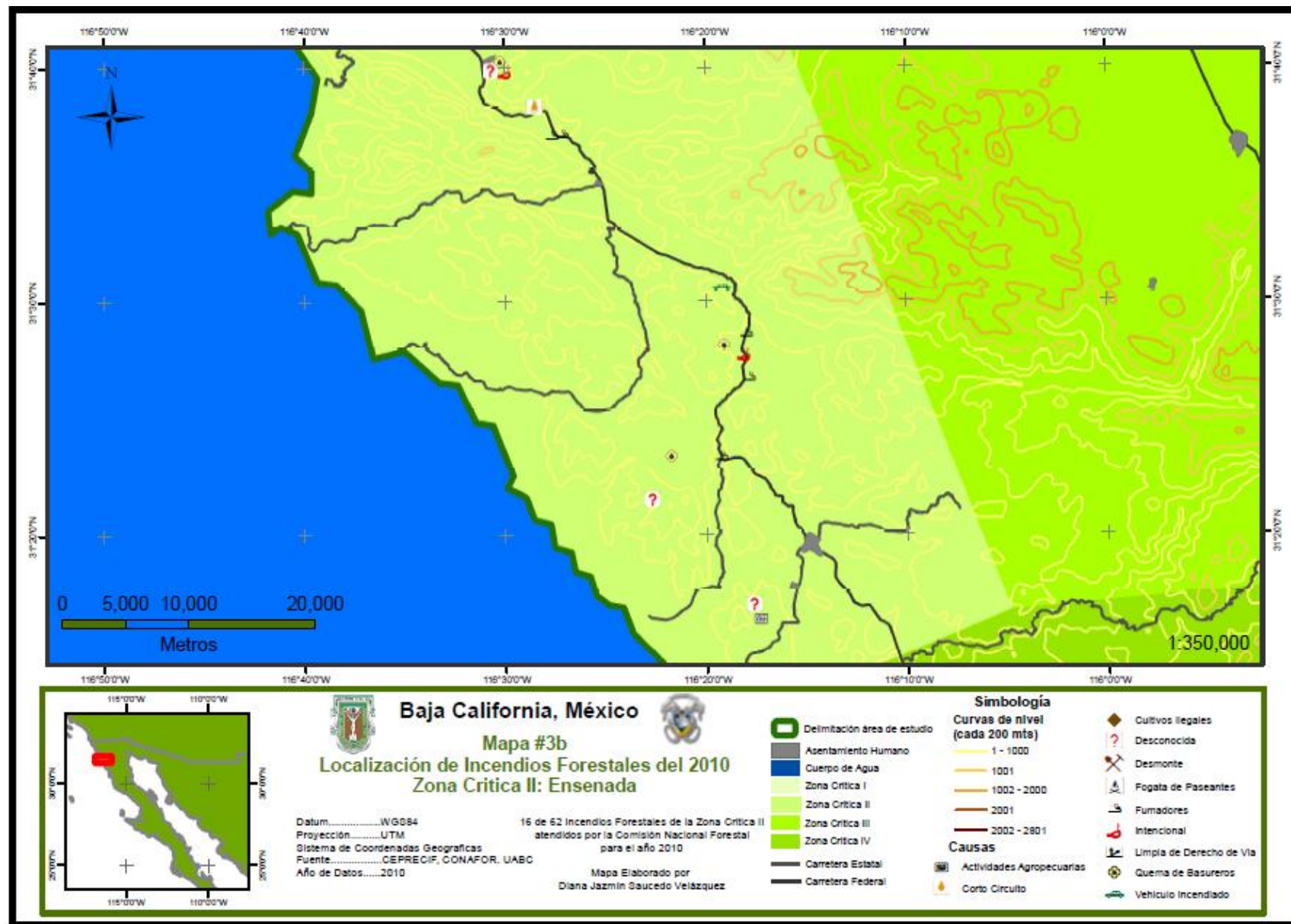
Anexo 2. Mapa 1. Delimitación del área de estudio por zonas críticas.



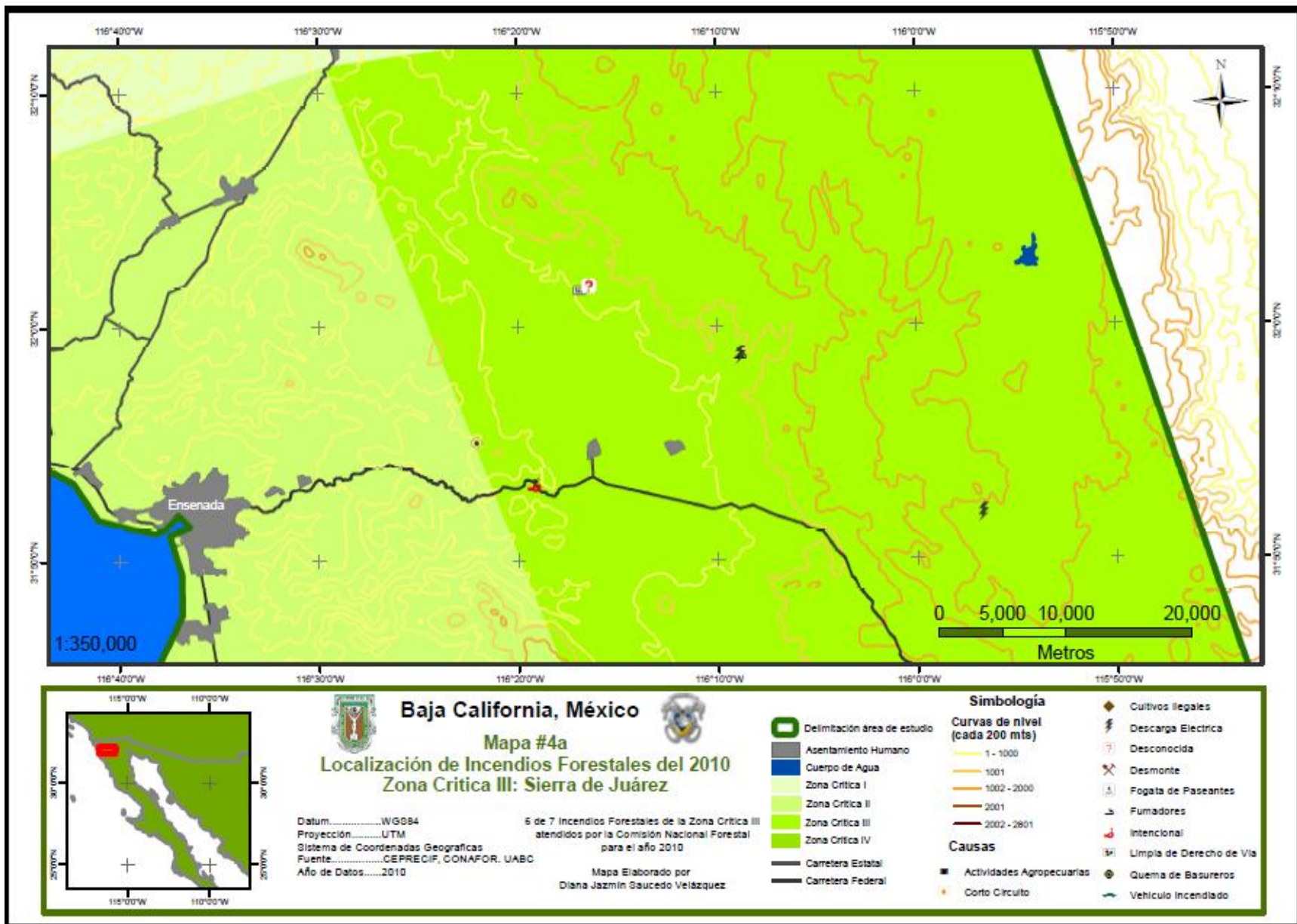
Anexo 3. Mapa 2. Localización de incendios forestales del 2010. Zona crítica I: Tecate, Tijuana y Rosarito.



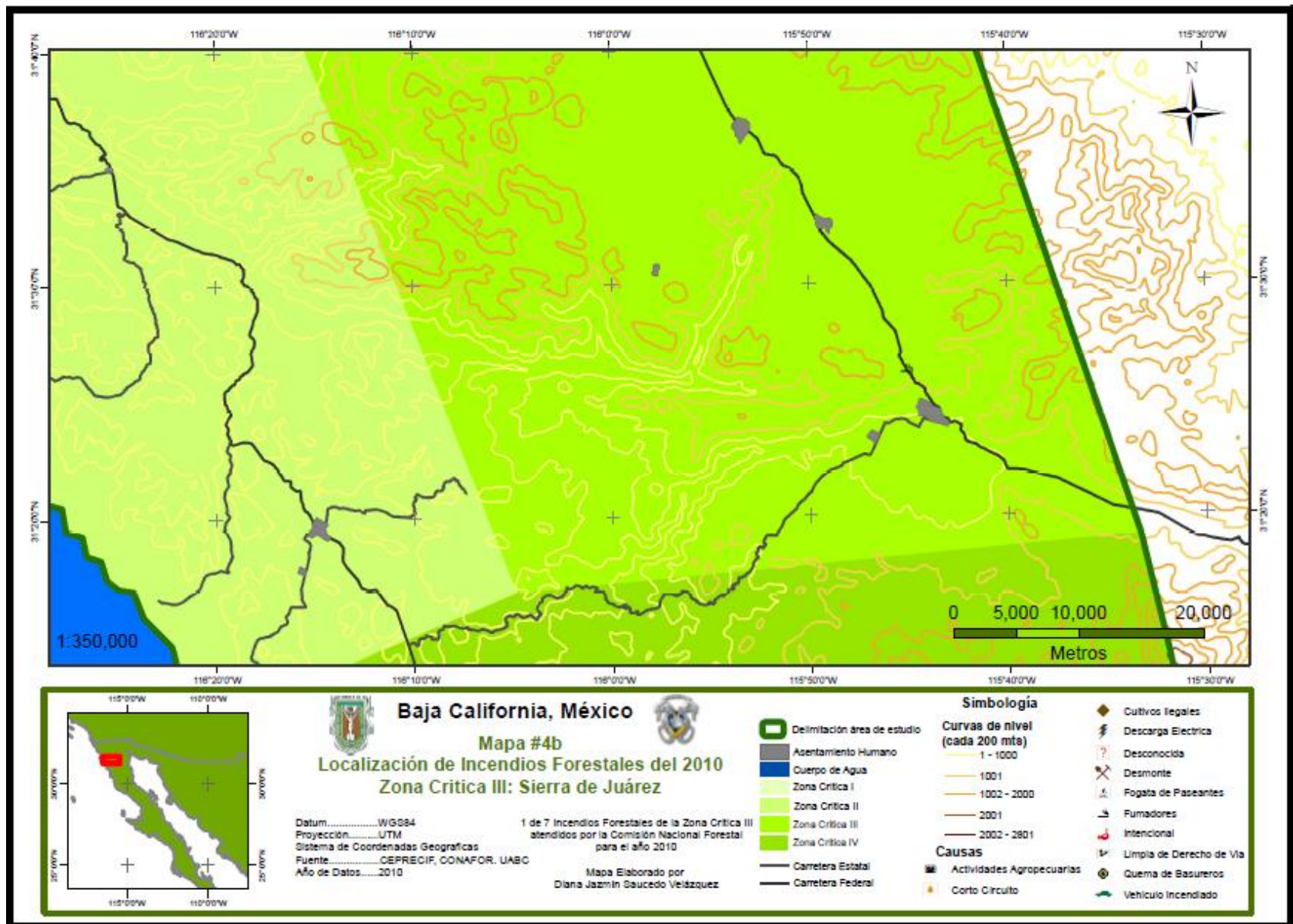
Anexo 4. Mapa 3a. Localización de incendios forestales del 2010. Zona critica II: Ensenada.



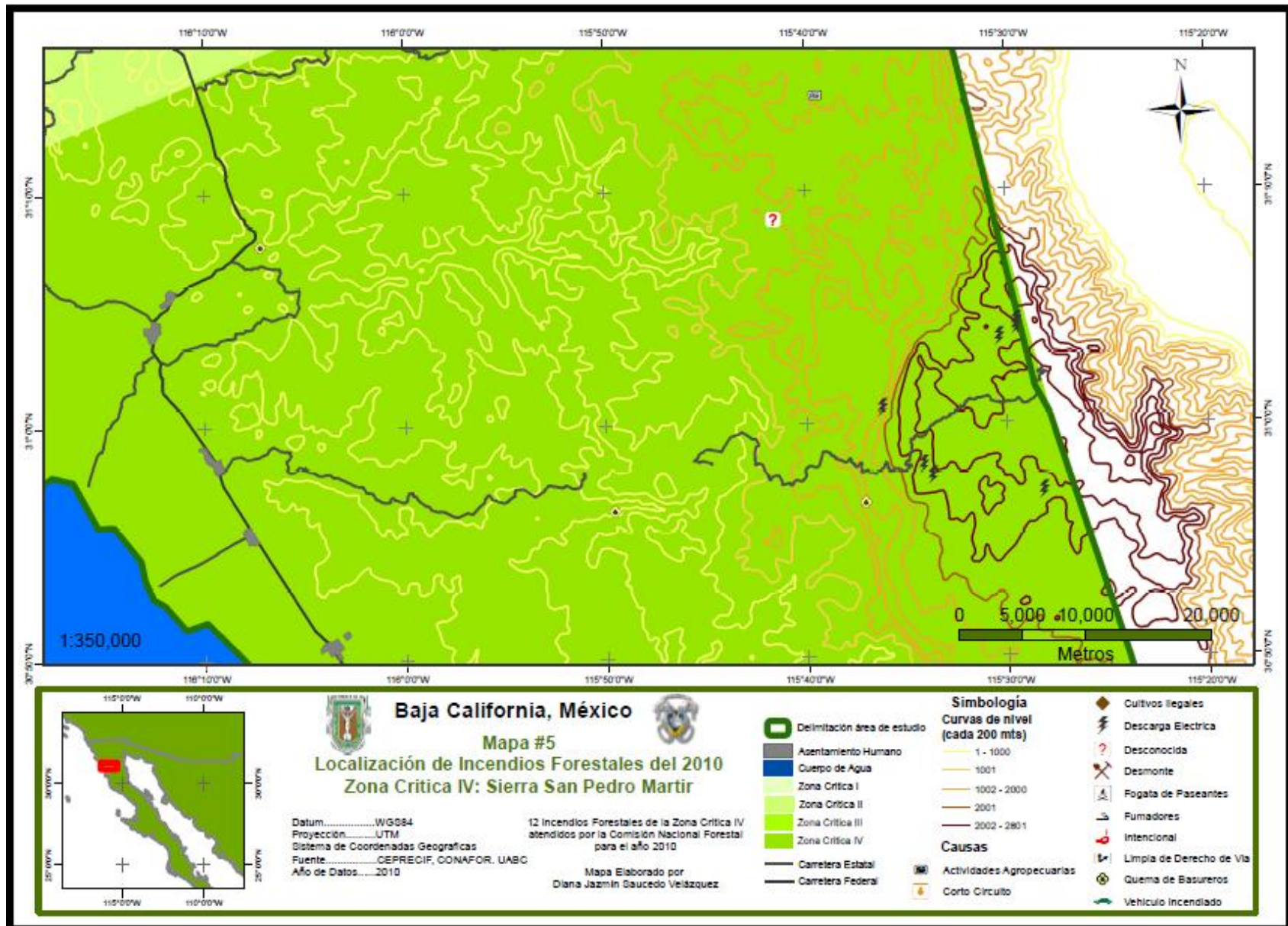
Anexo 5. Mapa 3b. Localización de incendios forestales del 2010. Zona critica II: Ensenada.



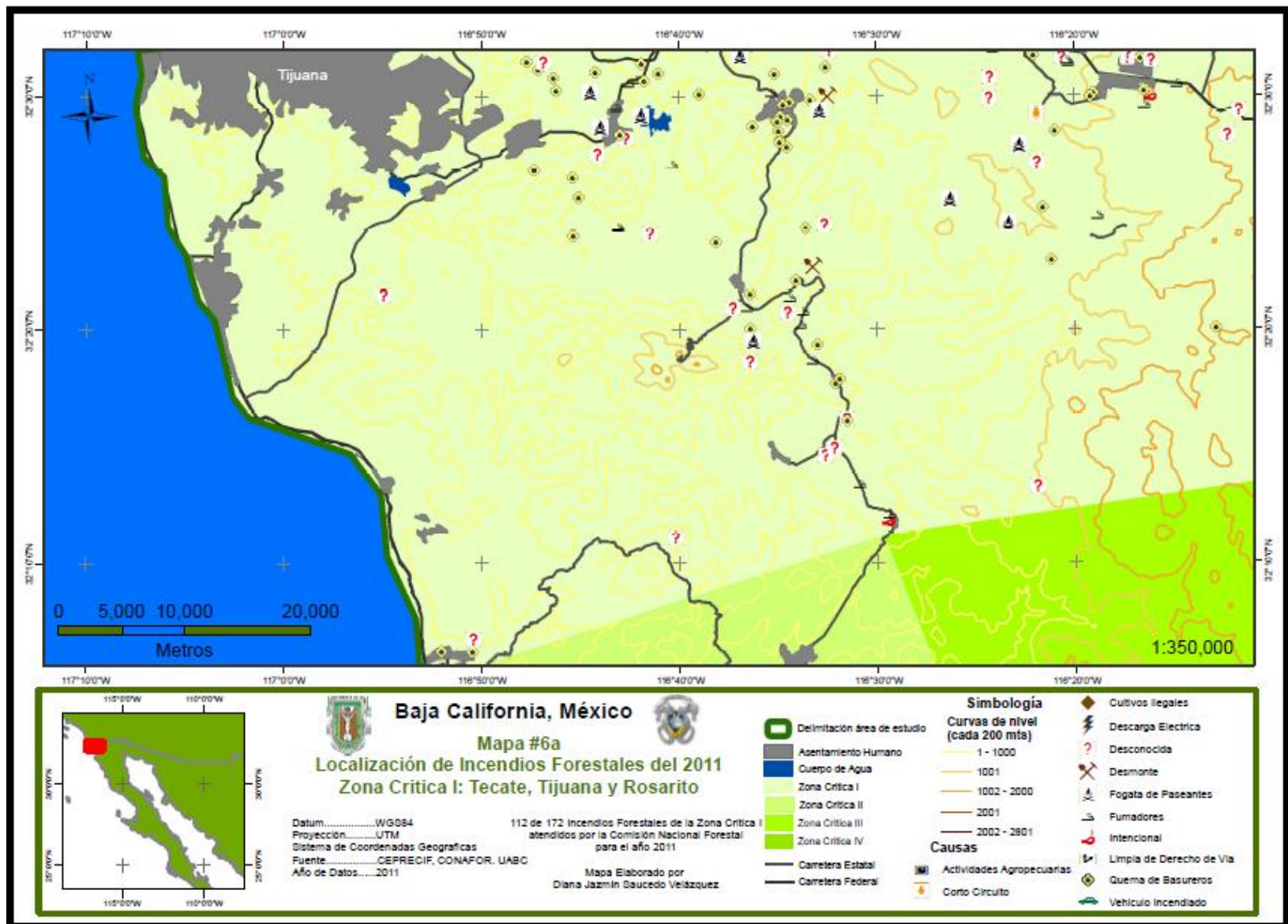
Anexo 6. Mapa 4a. Localización de incendios forestales del 2010. Zona crítica III: Sierra de Juárez.



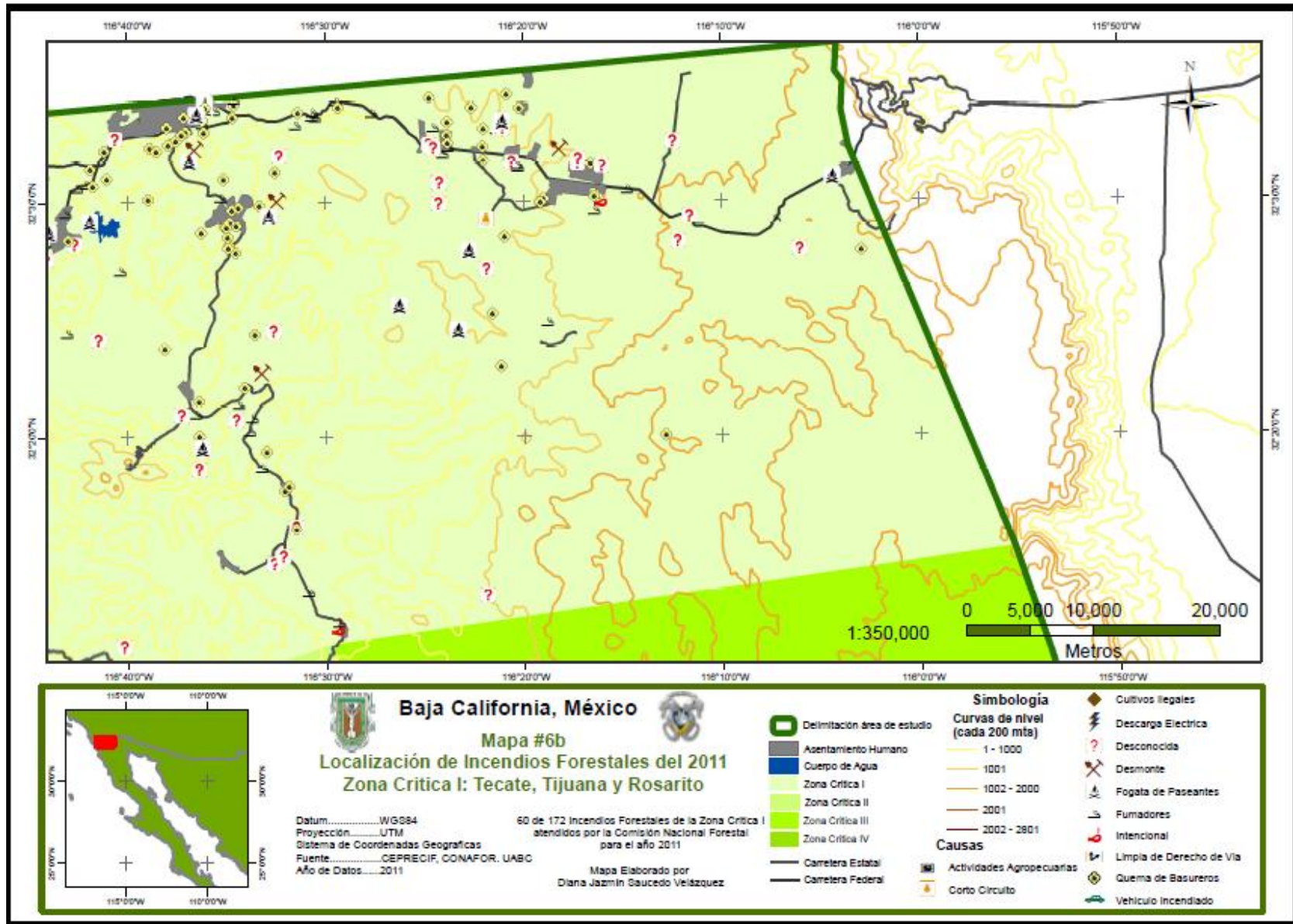
Anexo 7. Mapa 4b. Localización de incendios forestales del 2010. Zona crítica III: Sierra de Juárez.



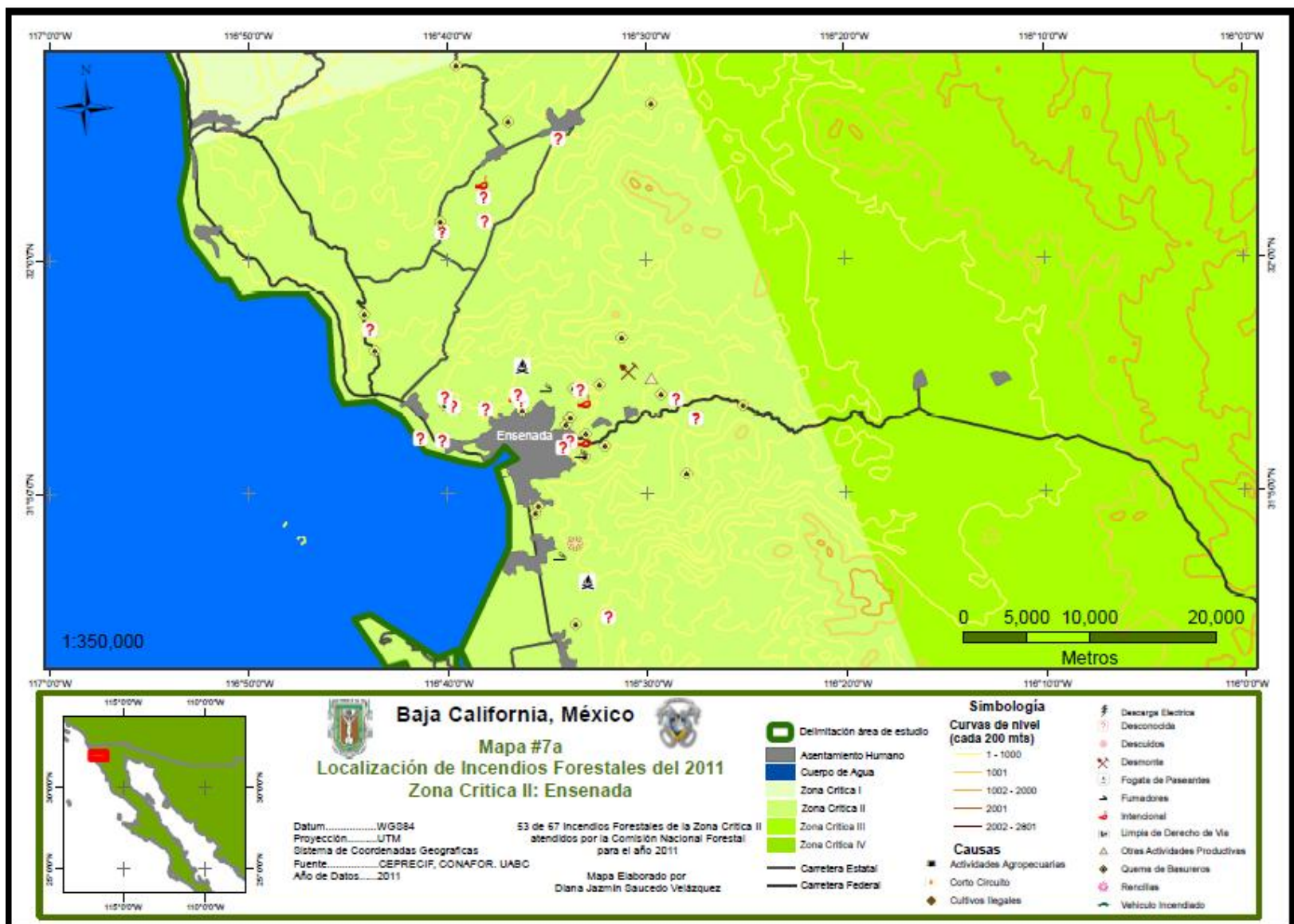
Anexo 8. Mapa 5. Localización de incendios forestales del 2010. Zona crítica IV: Sierra San Pedro Mártir.



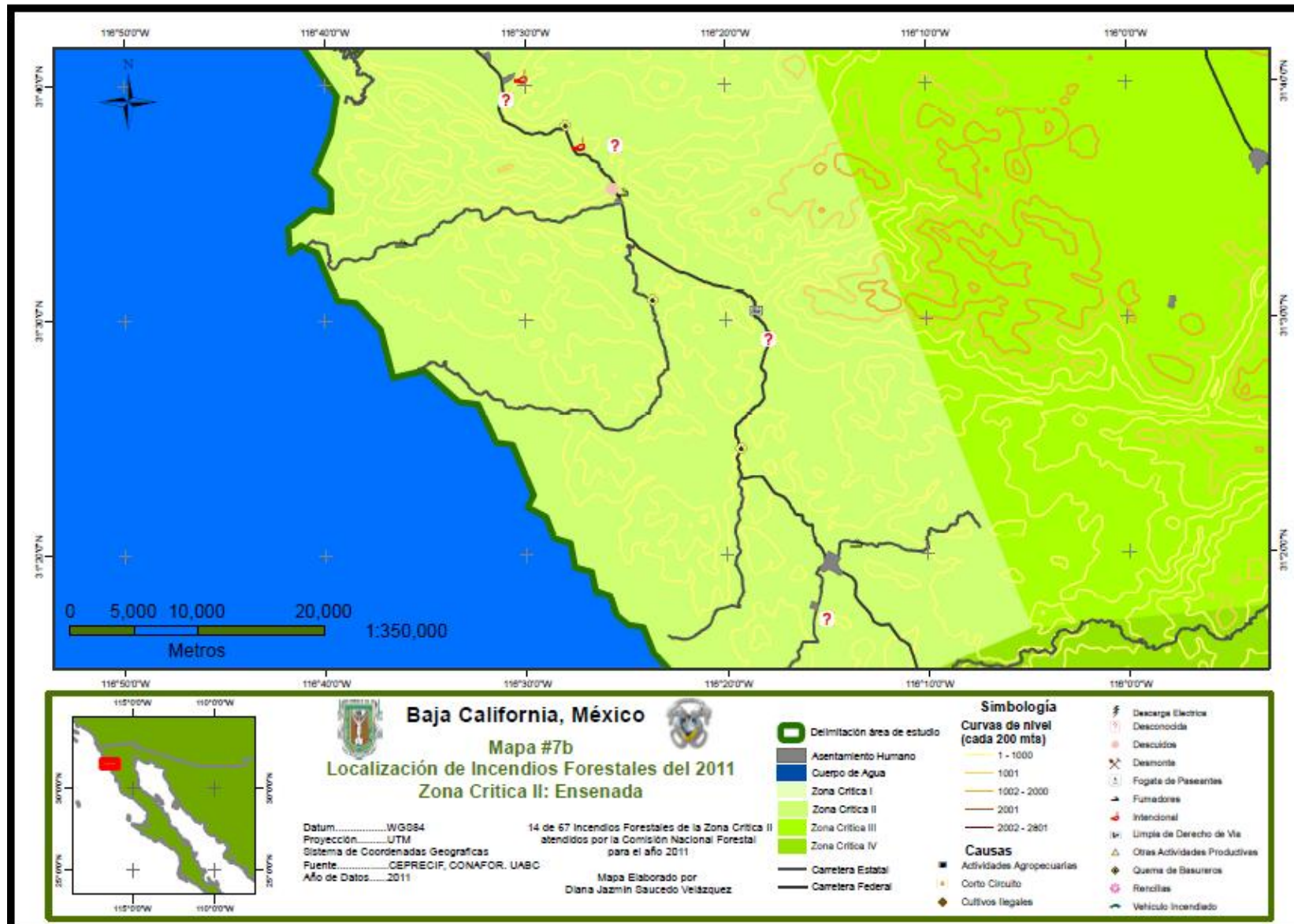
Anexo 9. Mapa 6a. Localización de incendios forestales del 2011. Zona crítica I: Tecate, Tijuana y Rosarito.



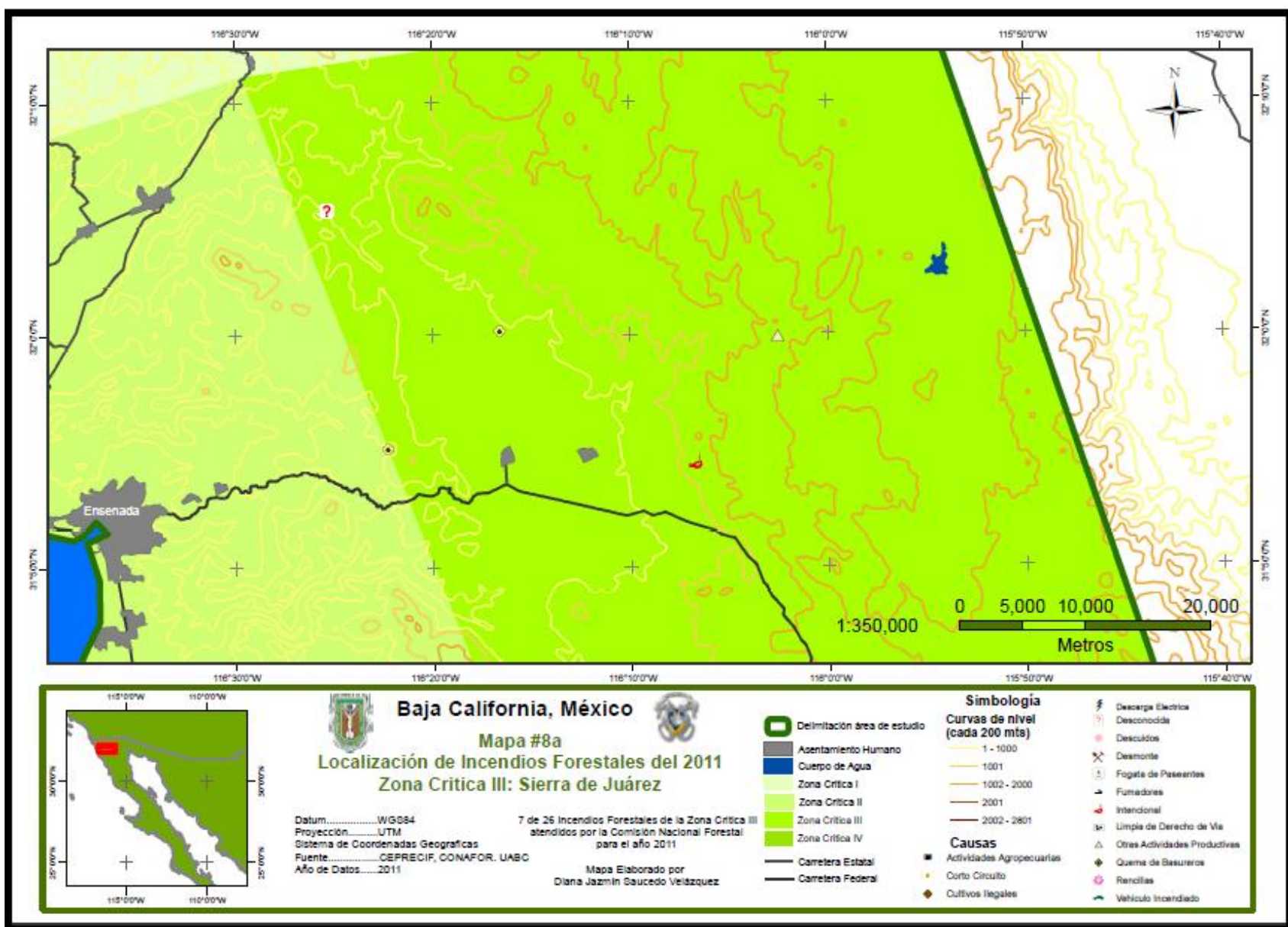
Anexo 10. Mapa 6b. Localización de incendios forestales del 2011. Zona crítica I: Tecate, Tijuana y Rosarito.



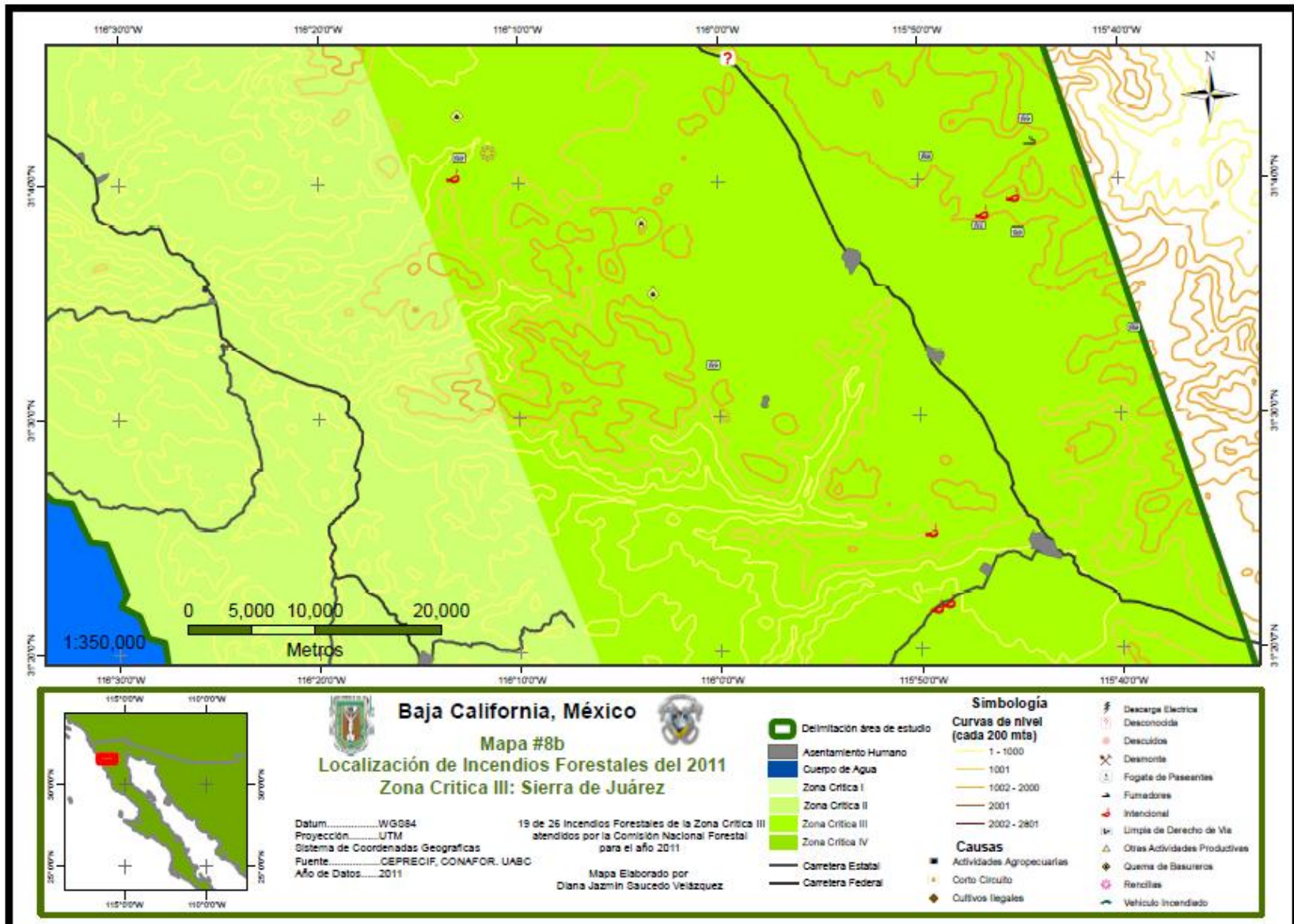
Anexo 11. Mapa 7a. Localización de incendios forestales del 2011. Zona crítica II: Ensenada.



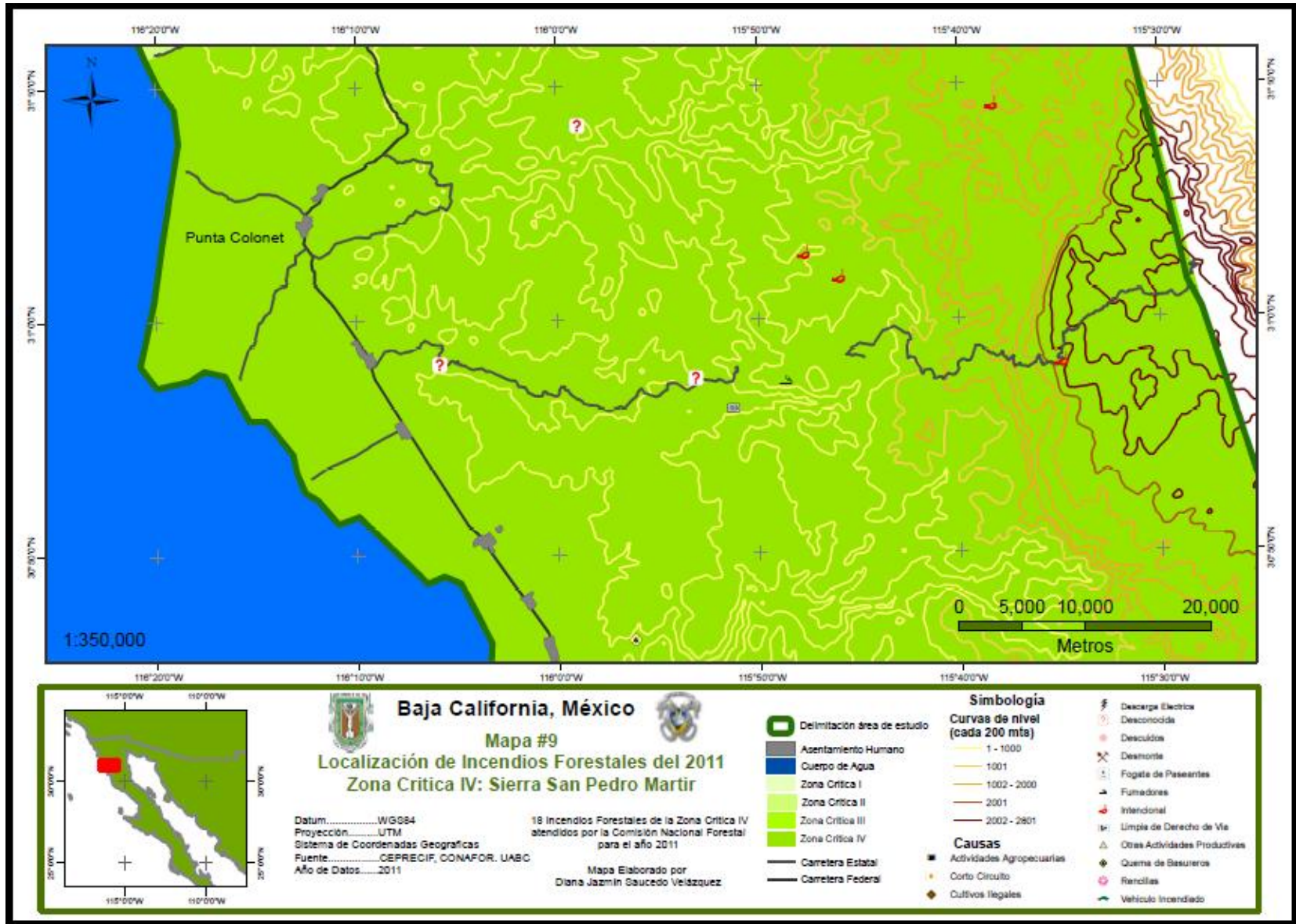
Anexo 12. Mapa 7b. Localización de incendios forestales del 2011. Zona crítica II: Ensenada.



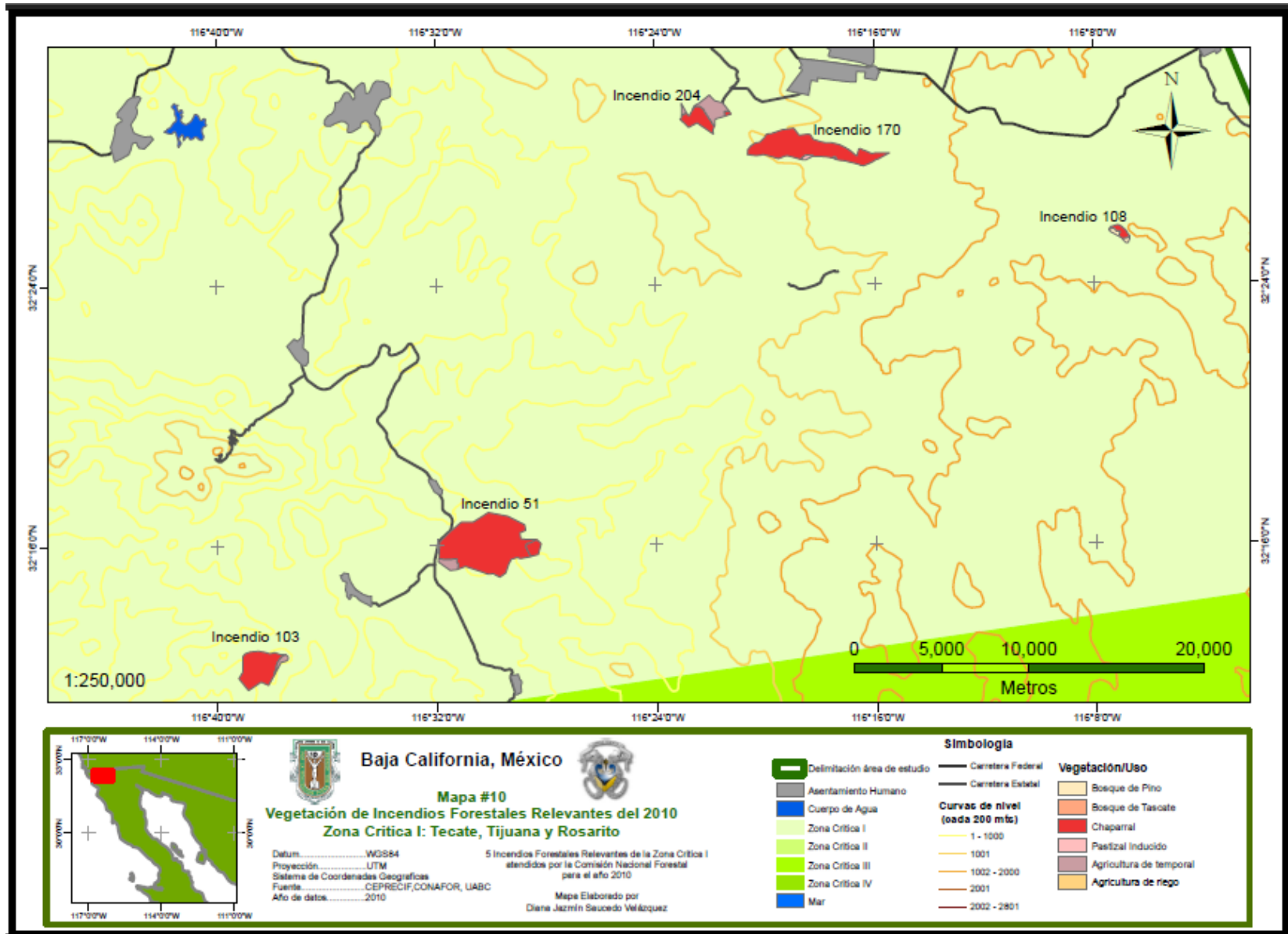
Anexo 13. Mapa 8a. Localización de incendios forestales del 2011. Zona crítica III: Sierra de Juárez.



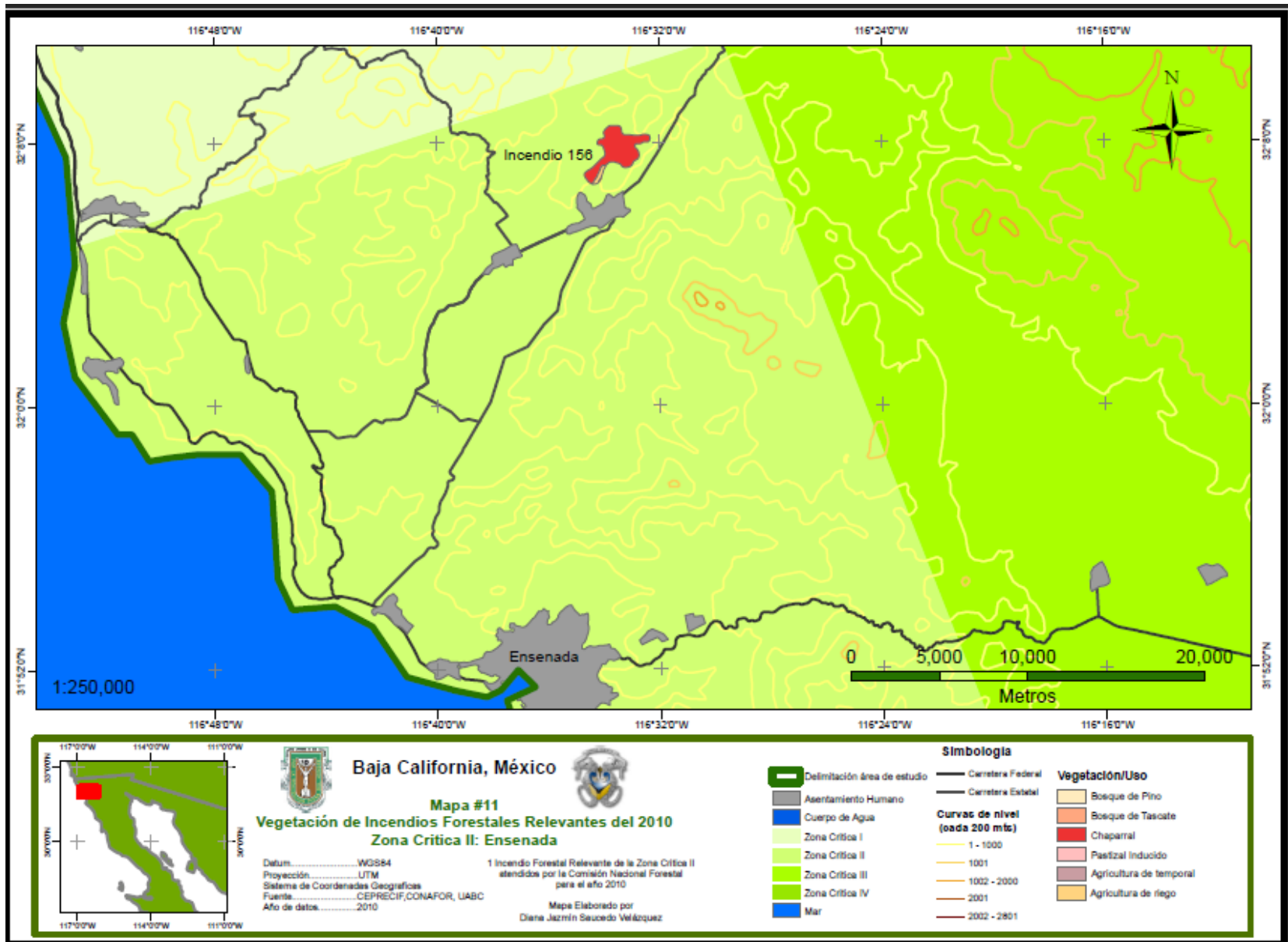
Anexo 14. Mapa 8b. Localización de incendios forestales del 2011. Zona crítica III: Sierra de Juárez.



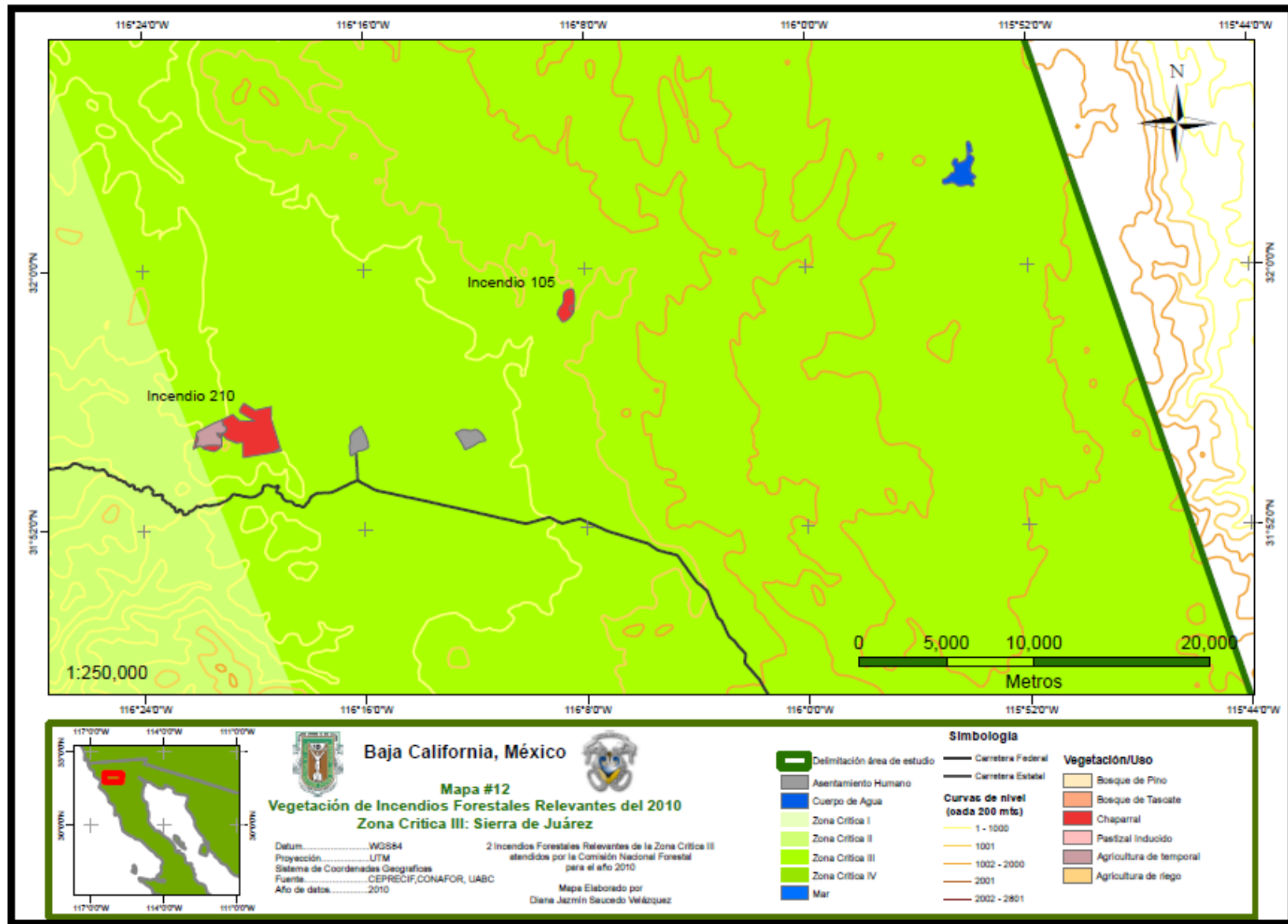
Anexo 15. Mapa 9. Localización de incendios forestales del 2011. Zona critica IV: Sierra San Pedro Mártir.



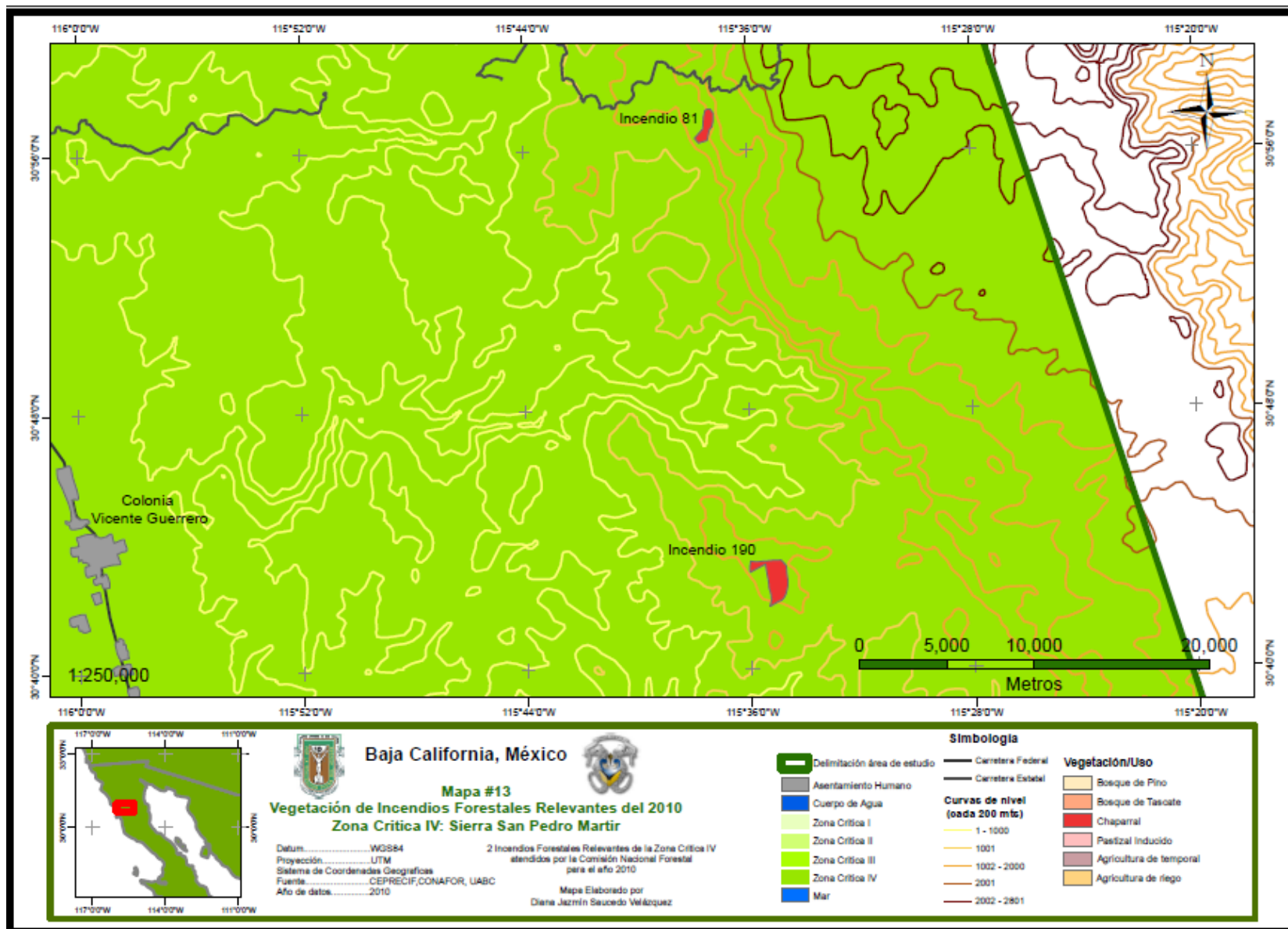
Anexo 16. Mapa 10. Vegetación de incendios forestales relevantes del 2010. Zona crítica I: Tecate, Tijuana y Rosarito.



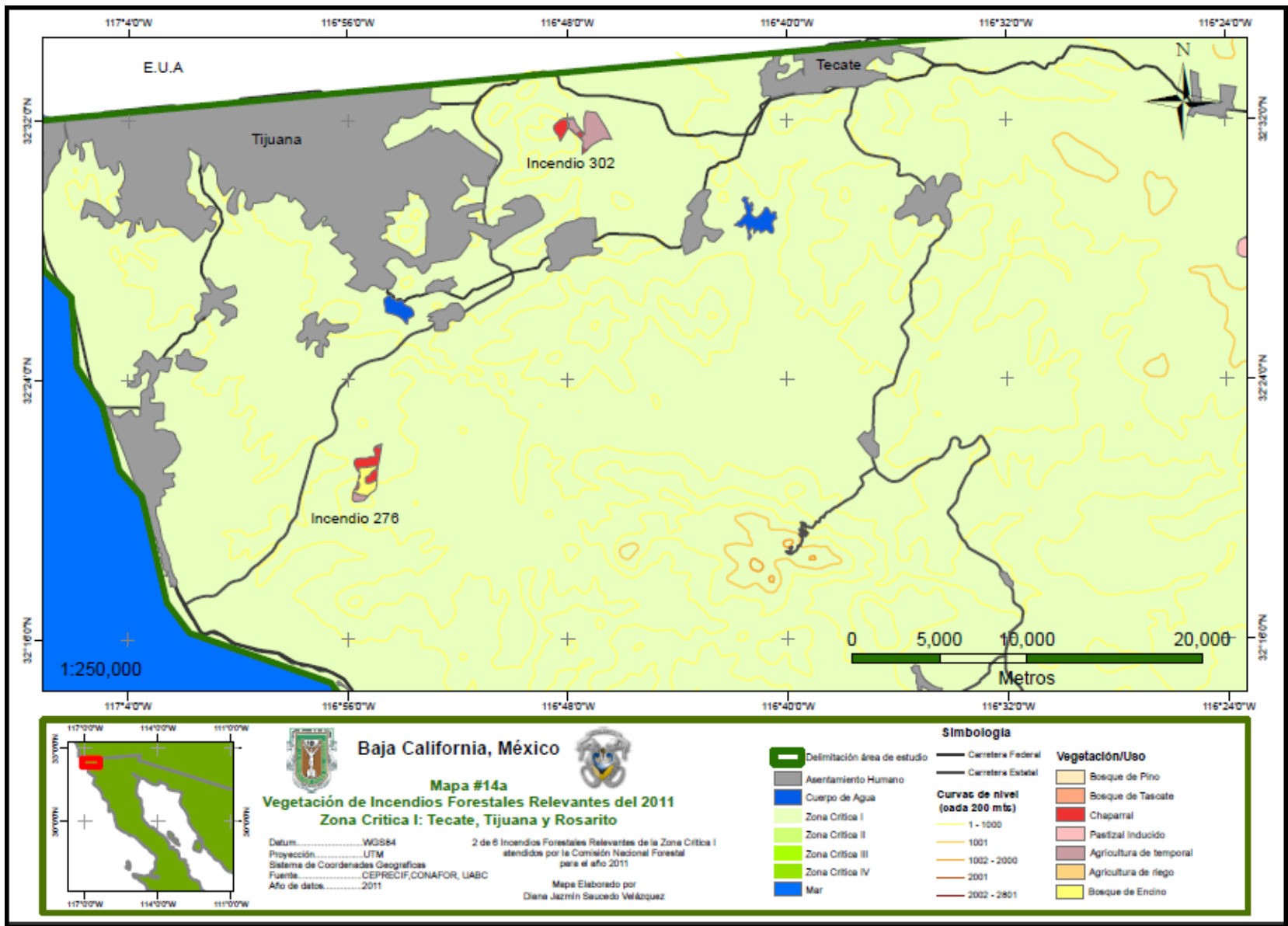
Anexo 17. Mapa 11. Vegetación de incendios forestales relevantes del 2010. Zona crítica II: Ensenada.



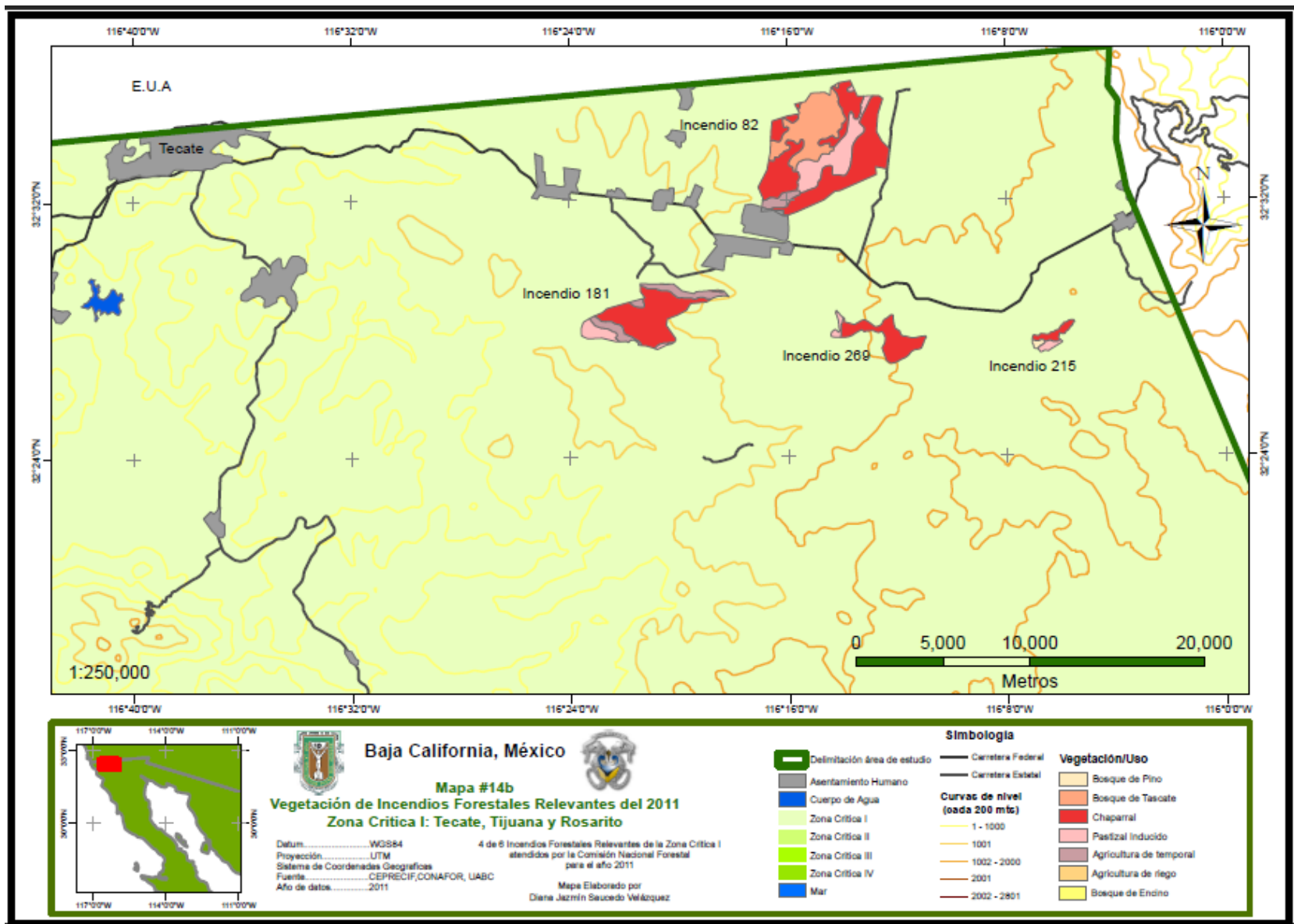
Anexo 18. Mapa 12. Vegetación de incendios forestales relevantes del 2010. Zona crítica III: Sierra de Juárez.



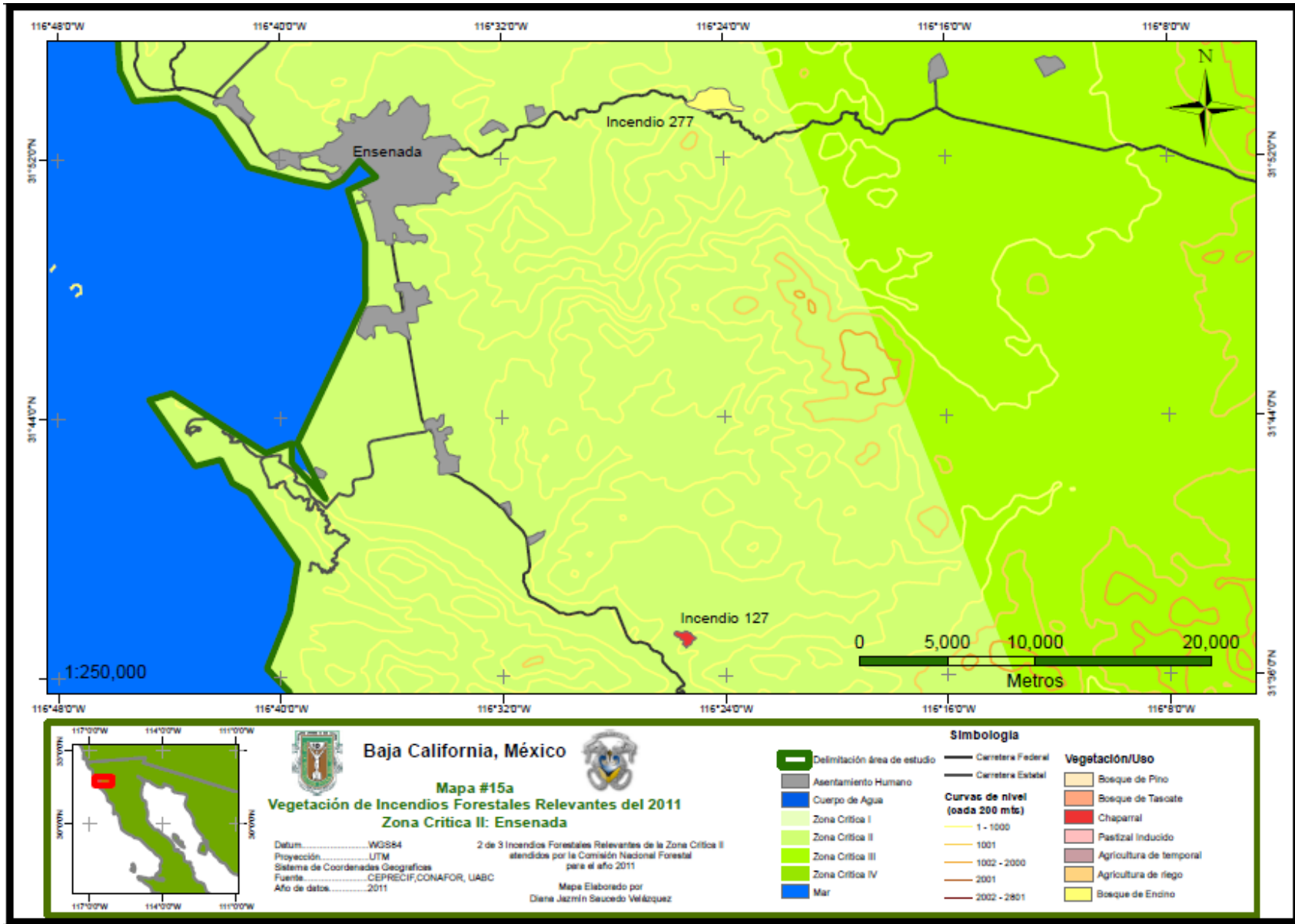
Anexo 19. Mapa 13. Vegetación de incendios forestales relevantes del 2010. Zona crítica IV: Sierra San Pedro Mártir.



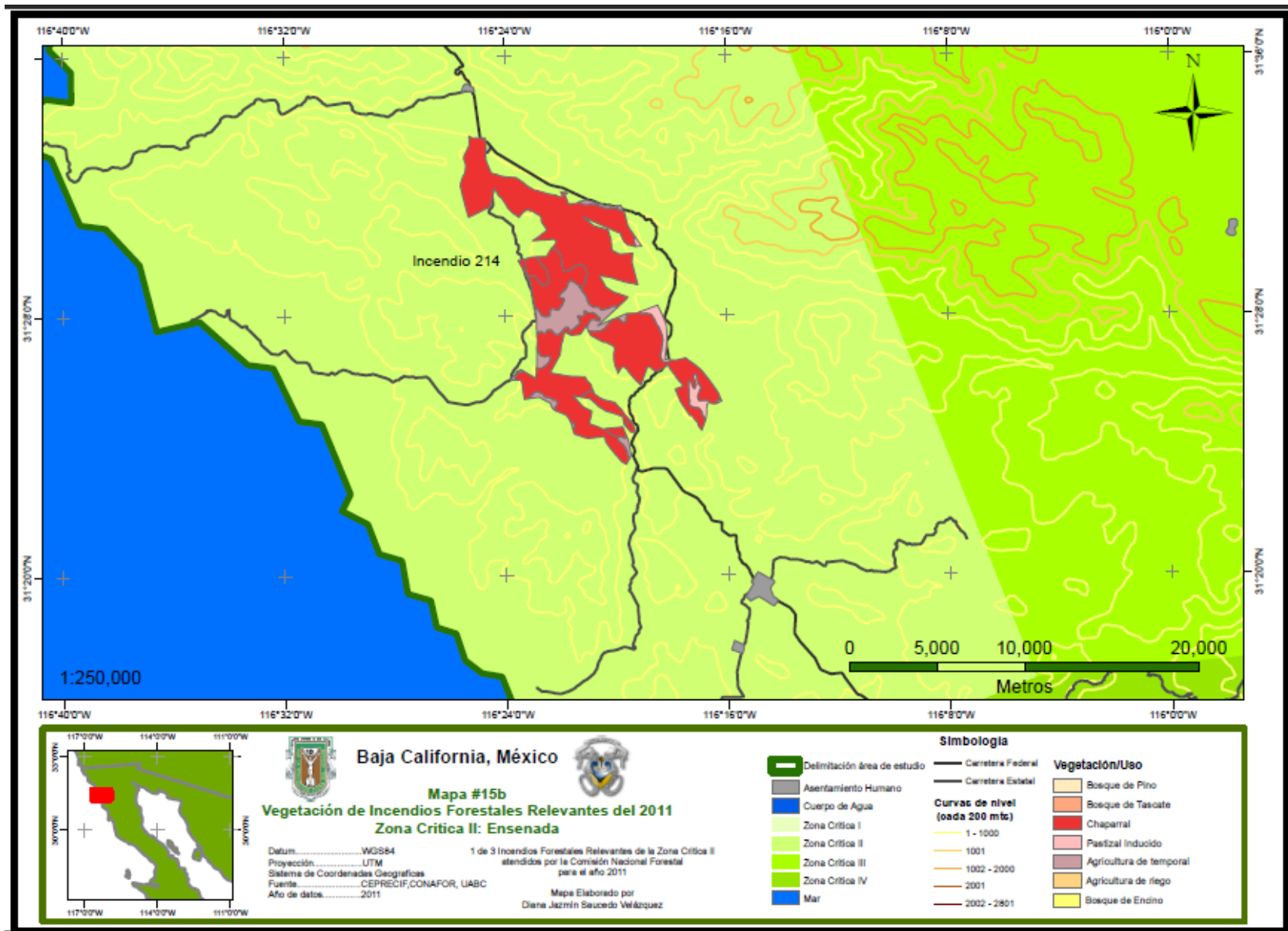
Anexo 20. Mapa 14a. Vegetación de incendios forestales relevantes del 2011. Zona crítica I: Tecate, Tijuana y Rosarito.



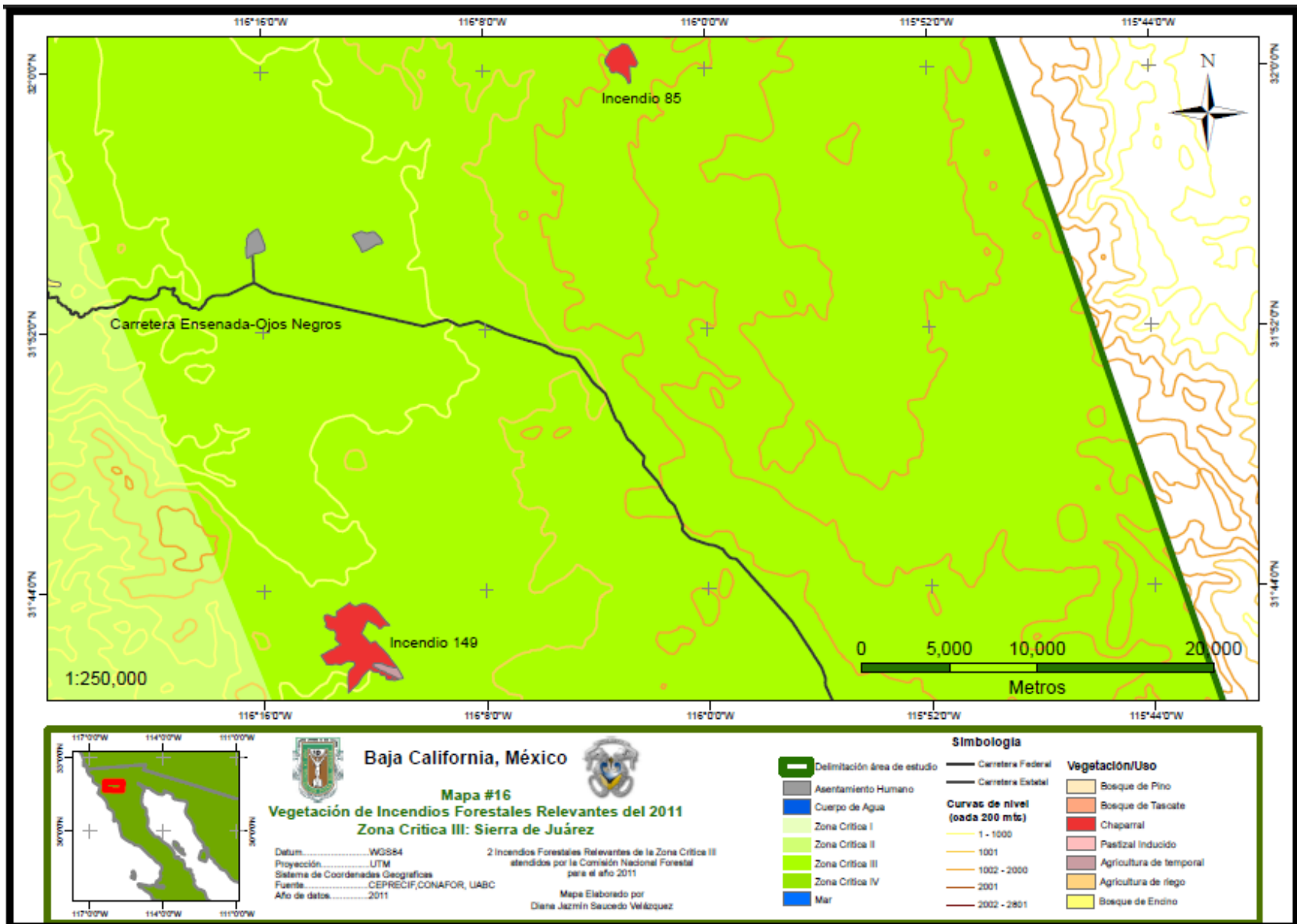
Anexo 21. Mapa 14b. Vegetación de incendios forestales relevantes del 2011. Zona crítica I: Tecate, Tijuana y Rosarito.



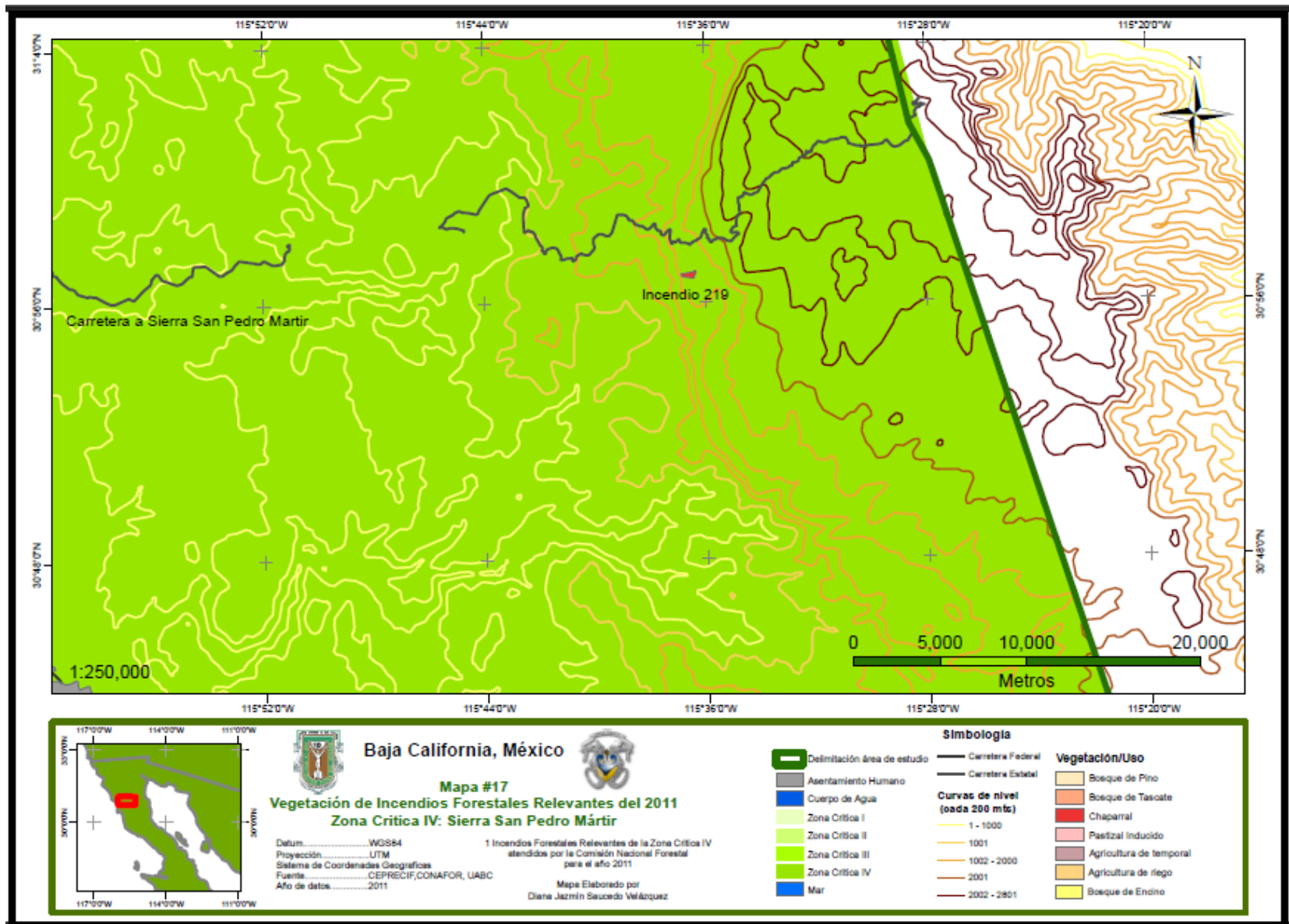
Anexo 22. Mapa 15a. Vegetación de incendios forestales relevantes del 2011. Zona crítica II: Ensenada.



Anexo 23. Mapa 15b. Vegetación de incendios forestales relevantes del 2011. Zona crítica II: Ensenada.



Anexo 24. Mapa 16. Vegetación de incendios forestales relevantes del 2011. Zona crítica III: Sierra de Juárez.



Anexo 25. Mapa 17. Vegetación de incendios forestales relevantes del 2011. Zona crítica IV: Sierra San Pedro Mártir.