Metodología para la evaluación de la severidad de incendios forestales en campo.



Anexo 2.2.1. Informe de la segunda etapa del Proyecto "Reforzamiento al Sistema Nacional de Predicción de Peligro de Incendios Forestales de México para el pronóstico de conglomerados y área quemada", con clave B-S-131553, convocatoria CONAFOR-2018-C02.

Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal CONAFOR-CONACYT

Autores: Ing. Adrián I. Silva-Cardoza, Dr. Daniel José Vega-Nieva, Dr. Pablito Marcelo López Serrano, Dr. José Javier Corral Rivas (FCF-UJED), Dr. Dante Arturo Rodríguez Trejo (UCh), Dr. Enrique Jardel Peláez, Dr. Oscar Balcázar (UdeG).

El presente manual ha sido financiado por el Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica y Forestal CONAFOR-CONACYT, proyecto CONAFOR-CONACYT-2018-C02-B-S-131553 “Reforzamiento al sistema nacional de predicción de peligro de incendios forestales de México para el pronóstico de conglomerados y área quemada”. Se agradece al personal de CONAFOR por la retroalimentación para el desarrollo y uso operacional del Sistema de Predicción de Peligro de Incendios Forestales de México (http://forestales.ujed.mx/incendios2/)

Versión 1.0. Octubre 2021

Contenido

Introducción ... 1
Antecedentes ... 3
Objetivos ... 4
Diseño del muestreo en campo. ... 5
Niveles de severidad en la vegetación. ... 5
Estratificación por niveles de severidad en la vegetación. ... **¡Error! Marcador no definido.**
Estratificación por tipo y características de la vegetación. ... **¡Error! Marcador no definido.**
Diseño de las unidades de muestreo ... 12
Brigadas de campo ... 13
Organización del trabajo en campo ... 13
Formato de campo ... 16
Fotografía del estadal (estructura y composición de la unidad de muestreo) ... 16
FES.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL SITIO ... 18
Fotografía del equipo de GPS ... 20
Fotografías adicionales ... 22
FES.2. INFORMACIÓN DEL MUESTREO DE COMBUSTIBLES FORESTALES ... 23
FES.3. INFORMACIÓN DE LA SEVERIDAD EN EL COMPONENTE EDAFOLÓGICO 26
FES.4. NOTAS ADICIONALES DEL SITIO ... 30
FES.5. INFORMACIÓN DE LA SEVERIDAD EN EL COMPONENTE VEGETAL ... 37
FES.6. INFORMACIÓN DE LA SEVERIDAD EN EL COMPONENTE VEGETAL: MATORRAL ... 42
Acrónimos y variables del formato de campo (FES) ... 44
Literatura citada ... 48
ANEXO. FORMATOS DE CAMPO PARA LA EVALUACIÓN DE LA SEVERIDAD POR EL FUEGO ... 53

Índice de figuras

Figura. 1a. Niveles de severidad en la vegetación de acuerdo con el porcentaje de copa afectado por el fuego, 1. Baja, 2. Medio, 3. Alto, 4. Extremo. **b.** Fotografía de sobrevuelo del incendio de Pinalosa (Nuevo León y Coahuila) en abril 2021. En primer término, vegetación no quemada a severidad baja, con tonalidades verdes. En color marrón, severidad media a alta, con arbolado parcialmente soflamado. Al fondo, severidad extrema, con arbolado completamente calcinado, en tonalidades negras. ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Figura. 2. Descarga del Manual de usuario de las herramientas de mapeado de área quemada y severidad de incendios forestales a partir de imágenes Sentinel (Briones-Herrera et al. 2021) en el SPPIF. ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Figura. 3. Estratificación preliminar de los sitios de muestreo en el incendio Santiago de Bayacora (abril, 2021) de acuerdo con las categorías de severidad del RBRc1m (Silva 2021). 8
Figura. 4. Estratificación preliminar de los sitios de muestreo en base **a.** Tipos de vegetación (INEGI 2017), **b.** Rangos de NBRpre (Briones-Herrera et al. 2021) 9
Figura. 5. Diseño y distribución en cada unidad de muestreo para levantar la información de severidad en el suelo (Silva 2021) 12
Figura. 6. En el inciso **a.** Estadal de referencia para el centro de la unidad de muestreo. **b.** Subsitios cuadrados de muestreo 30x30cm para el componente edafológico. **c.** Etiquetas para identificar cada subsitio cuadrado en las unidades de muestreo. 15
Figura. 7. Fotografías de la estructura y composición de la unidad de muestreo en los cuatro puntos cardinales. 17
Figura. 8. Fotografías a los 4 puntos cardinales en cada unidad de muestreo. 17
Figura. 9. Ejemplos de la captura de las fotografías a los 4 puntos cardinales: **a.** Fotografía en modo normal, **b.** Fotografía en modo panorámico vertical. 18
Figura. 10. Apartado FES.1. Información general del sitio. 18
Figura. 11. Nomenclatura para asignar la clave de los incendios. 18
Figura. 12. Fotografías del equipo del GPS, coordenadas UTM, número de satélites y precisión del GPS. 20
Figura. 13. Fotografías de la medición del DTR. Fotografía: Vega et al. (2013). 21
Figura. 14. Fotografías adicionales dentro de la unidad de muestreo. **a.** Profundidad de hojarasca, **b.** Pendiente inclinada, **c.** Rebrotes de la vegetación. 22
Figura. 15. Apartado FES.2. Información del muestreo de combustibles forestales 23
Figura. 16. Disposición de los transectos sobre la unidad de muestreo para la medición de combustibles. 23
Figura. 17. Calibrador para el muestreo de combustibles forestales en campo. 24
Figura. 18. Apartado FES.3. Información de la severidad en el componente edafológico. 26
Figura. 19. Disposición de los subsitios cuadrados de muestreo en cada sitio en el componente edafológico (Silva 2021) 26
Figura. 20. Definición de las capas orgánicas del suelo para la evaluación de severidad. 27
Figura. 21. Ejemplos del corte para medir las profundidades de la capa orgánica en el suelo, así como algunas fotografías adicionales. 28
Figura. 22. Estimación de las coberturas en los subsitios cuadrados de 30x30cm. Autor: Toombs (2007) 29
Figura. 23. Apartado FES.4. Notas adicionales del sitio. 30

Figura. 24. Nivel de severidad **MUY BAJO (1)** en el suelo. 31
Figura. 25. Nivel de severidad **BAJO (2)** en el suelo. 32
Figura. 26. Nivel de severidad **MEDIO (3)** en el suelo. 33
Figura. 27. Nivel de severidad **ALTO (4)** en el suelo. 34
Figura. 28. Nivel de severidad **EXTREMO (5)** en el suelo..... 35
Figura. 29. Ejemplo de distintos niveles de severidad en la unidad de muestreo. 36
Figura. 30. Apartado FES.5. Información de la severidad en el componente vegetal: dosel y subdosel..... 37
Figura. 31. Algunas variables dasométricas que se recaban en la vegetación..... 38
Figura. 32. Algunos ejemplos de [77] **h_{cic}:** líneas color **gris**, [78] **h_{mar}:** líneas color **naranja claro** y [79] **h_{neg}:** líneas color **negro**..... **¡Error! Marcador no definido.**
Figura. 33. Variables de severidad en la vegetación alturas y soflamados de copa..... 41
Figura. 34. Apartado FES.5. Información de la severidad en el componente vegetal: matorral..... 42
Figura. 35. Hoja 1 de los formatos para la evaluación de la severidad de incendios forestales en campo..... 54
Figura. 36. Hoja 2 de los formatos para la evaluación de la severidad de incendios forestales en campo..... 55
Figura. 37. Hoja 3 de los formatos para la evaluación de la severidad de incendios forestales en campo..... 56

Índice de cuadros

Cuadro. 1. Niveles de severidad en la vegetación de acuerdo con el porcentaje de soflamado en la copa 5
Cuadro. 2. Umbrales de los niveles de severidad del RBRc y dNBRc calibrados en campo. 8
Cuadro. 3. Fuentes geoespaciales disponibles para la estratificación de sitios de muestreo 9
Cuadro. 4. Descripción de las unidades de muestreo 12
Cuadro. 5. Material y equipo por brigada para realizar el muestreo en campo 14
Cuadro. 6. Estratos considerados para la evaluación de la severidad por el fuego. 16
Cuadro. 7. Dígitos para la abreviación de los 32 Estados de México. 19
Cuadro. 8. Clasificación de combustibles de acuerdo con el su tiempo de retardo 23
Cuadro. 9. Categorías de la variable (83) Estatus 41

Introducción

La presencia del fuego en los ecosistemas promueve la diversidad de especies (Bekker y Taylor 2010). Desde la perspectiva silvícola, el fuego puede causar mortalidad parcial o total del arbolado, dando lugar-incremento de área basal y de copa (Ávila et al. 2012; Ramos et al. 2017). Así mismo, impulsa la regeneración natural de especies adaptadas al fuego (Martínez y Rodríguez 2008) y puede aumentar temporalmente la disponibilidad de nitrógeno mineral y varios nutrientes en el suelo (Durán et al. 2010). Por otra parte, los efectos negativos con mayor impacto son: la pérdida de biomasa vegetal (Badia et al. 2014), degradación del suelo (Bento et al. 2012) y efectos adversos de gas invernadero (Narayan et al. 2007). Se conoce la extensión y el número de incendios, en nuestro país y también el importante papel jugado por los incendios en la vegetación forestal (Rodriguez-Trejo, 2003, 2015; Jardel et al., 2018) así como los distintos grados de adaptación de las principales especies forestales a los regímenes de fuego (Rodrigez-Trejo, 2008, 2015; Jardel et al., 2011). Sin embargo, el impacto ecológico de los incendios no ha sido suficientemente evaluado ligando información de campo con sensores satelitales. La escasez de literatura en cuanto al tema resulta en incertidumbre para responder a la pregunta ¿qué tan severos son los incendios forestales?

Existe una gran confusión entre el uso de los conceptos entre severidad e intensidad del fuego. La severidad del fuego se define como la magnitud del efecto que provoca el fuego en el suelo y la vegetación (Keely 2009). Esta se cuantifica mediante variables en campo: i.e. proporción de quemado en la vegetación y pérdida de materia orgánica en el suelo (Key y Benson 2004; De Santis y Chuvieco 2009); además de la información derivada de sensores remoto, i.e. índices de vegetación (e.g. *Normalized Burn Ratio* (NBR), *difference Normalized Burn Ratio* (dNBR), *Relative Burn Radio* (RBR)). Los índices deben ser asociados a las variables en campo con el fin de calibrarlos (Fang et al. 2018). Por otra parte, la intensidad se refiere a la cantidad energía calorífica por unidad linear en el incendio (Byram 1973).

El estudio de la severidad por incendios forestales es esencial para priorizar acciones de restauración y manejo integral ecológico de la superficie afectada con altos niveles de impacto, considerando que, una vez suscitado el incendio, aumenta el riesgo hidrológico y erosivo en el suelo (Vega et al. 2013a, 2013b). De igual forma coadyuva la comprensión de los factores causales y los efectos del fuego en los ecosistemas a diferentes grados de severidad (Rodríguez-Trejo et al. 2019). En ese sentido, el objetivo de este trabajo es establecer un protocolo de muestreo en campo ecológico para la evaluación de los efectos del fuego en la vegetación y el suelo. A su vez, es necesario estandarizar protocolos que permitan reproducir y satisfacer las necesidades específicas en materia del fuego para que región de nuestro país.

Esta metodología está siendo dirigida por investigadores de la Facultad de Ciencias Forestales, de la Universidad Juárez del Estado de Durango, incluyendo colaboradores en la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo, México; el Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara, Jalisco, así como la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).

Antecedentes

Se han publicado estudios, considerando distintas variables para estimar la severidad post-fuego en campo. Algunas de estas son: porcentaje de mortalidad del área basal de los árboles (Chappel y Agee 1996), disminución en la cobertura vegetal (Jain y Graham 2004; Rogan y Yool 2001), tamaño mínimo de diámetro terminal en las ramas finas de la vegetación (Moreno y Oechel 1989), consumo y mortalidad del dosel (Rogan y Franklin 2001; Ryan y Noste 1985).

Key y Benson (2004) propusieron el *Composite Burn Index* (CBI), el cual evalúa de manera visual los cambios en la vegetación y el suelo causados por el fuego a través de las variables: cantidad de combustible quemado, nivel de degradación en el suelo y mortalidad en el estrato vegetal; lo que resulta el sitio en distintos niveles de severidad que van de 0 a 3 que representa del no quemado hasta el extremo.

Mas adelante De Santis y Chuvieco (2009) desarrollaron y evaluaron una modificación al CBI denominado Geometrically estructured Composite Burn Index (GeoCBI), el cual toma en cuenta la fracción de cobertura de los diferentes estratos vegetales y cambios en el *Leaf Area Index* (LAI) del dosel y subdosel.

En este aspecto se han desarrollado y validado diferentes metodologías, con el propósito de asegurar una estimación que pueda ser consistente y comparable (De Santis y Chuvieco 2009). Lentile *et al.* (2006) sugirieron que la evaluación en campo debe incluir el registro de los cambios en el color e infiltración en el suelo y cambios en la cobertura de vegetación. Vega *et al.* (2013a) menciona que la información debe estar basada en indicadores visuales de daño en el componente vegetal y edafológico; también del *United States Department of Agriculture* (USDA), Parson *et al.* (2010) propusieron una guía de campo para medir las condiciones post-incendio inmediatas en el suelo (i.e. cobertura y perdida de materia orgánica, color y cambios su estructura) y en la vegetación (i.e. porcentaje de soflamado y calcinación del follaje de los estratos arbóreo y arbustivo). Así mismo Lutes *et al.* (2006) quienes establecen protocolos completos de muestreo para monitorear el antes y después de un incendio forestal en ecosistemas terrestres.

Para la creación de este protocolo se consideraron las metodologías mencionadas, realizando las adecuaciones a las condiciones de nuestro país.

Objetivos

Los objetivos del muestreo y procesamiento de la información de campo propuestos en este protocolo son los siguientes:

- Recabar las variables correspondientes para la evaluación de la severidad, biomasa aérea, número de árboles dañados en los diferentes ecosistemas para generar reportes determinados en diferentes niveles de estudio (i.e. nacionales, estatales, regionales).
- Determinar las características dasométricas de los recursos forestales que son afectados tras un incendio.
- Generar las bases para el establecimiento y estandarización de un protocolo continuo de evaluación y monitoreo del fuego en los diferentes ecosistemas forestales.
- Obtener información sobre los combustibles forestales superficiales para reforzar la creación de índices y/o modelos para su empleo en el Sistema de Predicción de Peligro Contra Incendios Forestales.

Diseño del muestreo en campo.

La planeación y ejecución de las unidades de muestreo para cada incendio deben ser distribuidas considerando el recurso disponible, número de brigadas, accesibilidad al incendio (topografía y cuestiones sociales), así como de la superficie a muestrear. Se recomienda un mínimo de 15-30 parcelas por incendio muestreado.

El diseño del muestreo para la evaluación de severidad por el fuego es estratificado, procurando áreas homogéneas dentro del perímetro de cada incendio, así como fuera de este (controles: áreas no quemadas de características similares a las áreas ardidas). La estratificación del incendio se realizará cubriendo los rangos presentes en las siguientes variables:

1) Niveles de severidad de vegetación;
2) Tipos y características dasométricas de la vegetación.

Niveles de severidad en la vegetación.

Una vez que el fuego ha causado algún daño la copa de los árboles, esta presenta una decoloración foliar visible, conocida como “soflamado de copa” (Varner et al. 2021), con tonalidades marrones o amarillentas. Una vez se consume completamente el follaje, la copa queda completamente calcinada, con tonalidades negras.

En algunos estudios, se ha observado mayor mortalidad del arbolado después de un incendio, cuando más de 2/3 de la copa de los árboles es afectado por el fuego (Vega et al. 2011; Rodriguez-Trejo et al. 2019). Además, el mayor riesgo de erosión se espera cuando la vegetación se encuentra completamente calcinada (sin hojas en la copa) (e.g. Vega et al., 2013a, 2013b). En ese sentido, se han definido 4 niveles de severidad en la vegetación (**Cuadro. 1**).

Cuadro. 1. Niveles de severidad en la vegetación de acuerdo con el porcentaje de soflamado en la copa

Nivel de severidad en la vegetación	Descripción
No quemado (control)	Arbolado no quemado
Baja	Soflamado < 1/3 de la copa del arbolado
Media	Soflamado > 1/3 y <2/3 de la copa arbolado
Alta	Soflamado de >2/3 y < 90% de la copa arbolado
Extrema	Calcinado >90 % de la copa del arbolado

En la **Figura 1a.** se muestran imágenes de los diferentes niveles de severidad de baja a extrema en la vegetación. Cabe mencionar que el nivel 4 (severidad en la vegetación *Extrema*), implica la consunción completa del follaje (queda la rama chamuscada de color negro, no hay hojas).

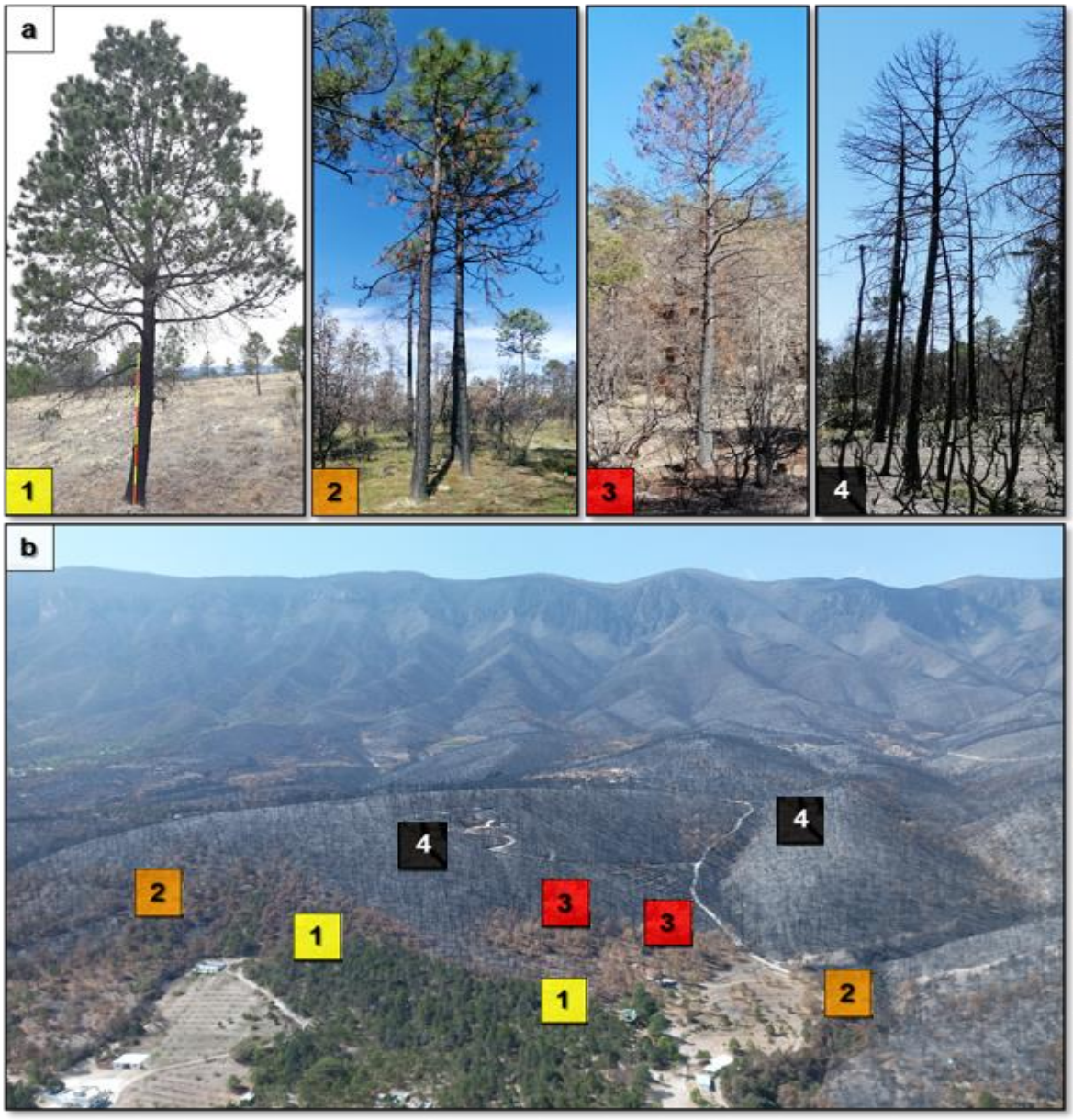


Figura. 1. a. Niveles de severidad en la vegetación según el volumen de copa afectado por el fuego: **1) Baja**: <1/3 copa soflamada **2) Media**: >1/3 a <2/3 copa, **3) Alta:** >2/3 a <90%, **4) Extrema**: > 90% de la copa calcinada (cuadro 1). **b.** Fotografía de sobrevuelo del incendio de Pinalosa (Nuevo León) en abril 2021. El muestreo de severidad debe ser estratificado, con varias réplicas para cada nivel de severidad. En primer término, vegetación no quemada a severidad **baja (1)**, en verde. En estas áreas se espera poca o nula afectación. El arbolado con mezcla de tonos verdes y marrones representa severidad **media (2),** con un soflamado intermedio (>1/3 y <2/3 de su copa). En estas áreas son más probables ataques de plagas. El arbolado con > 2/3 de la copa soflamada de color marrón representa severidad **alta (3).** En estas áreas se espera mortalidad del arbolado por el incendio. Por último, en áreas con arbolado completamente calcinado (en negro, al fondo en la fotografía), se observa severidad **extrema (4)** de la vegetación**.** En estas áreas de severidad extrema en vegetación (4) es donde pueden presentarse los mayores riesgos erosivos, en caso de haber también afectaciones altas a extremas en la severidad del suelo (descrita en sección FES.3).

Estratificación por niveles de severidad en la vegetación.

Se recomienda la planificación del muestreo en base a imágenes satelitales de mediana resolución, tales como Sentinel (20 m) o Landsat (30 m). El procesamiento para la obtención de los mapas de índices espectrales de áreas quemadas a partir de imágenes Sentinel (i.e. dNBRc y RBRc), pueden consultarse en el *Manual de usuario de las herramientas de mapeado de área quemada y severidad de incendios forestales a partir de imágenes Sentinel* (Briones-Herrera et al., 2021) disponible en http://forestales.ujed.mx/incendios2/ en la sección de **ÁREA QUEMADA** (**Fig.2**). Además de los índices dNBRc y RBRc, de igual manera se pueden descargar el NBR pre y post de cada incendio determinado, los cuales se calculan mediante la plataforma geoespacial en la nube Google Earth Engine (GEE)**.**

Para estratificar los sitios, de manera preliminar, se recomiendan considerar los umbrales que se muestran en el **Cuadro 2**, (disponibles para descarga en formato de archivo de simbología de severidad para QGIS o ArcGIS en el SPPIF, **Fig. 2),** para categorizar por niveles de severidad esperada los índices espectrales de área quemada para imágenes Sentinel 2 (S2A) (**Figura 3).** Estos resultaron de modelos estadísticos para predecir la evaluación de severidad en campo (Silva-Cardoza, 2021).

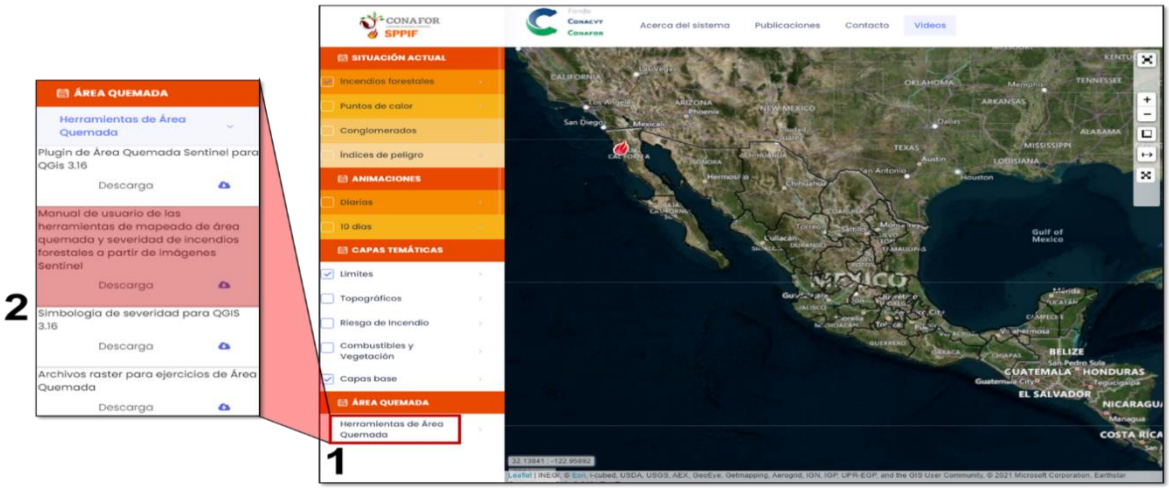


Figura. 2. Descarga del *Manual de usuario de las herramientas de mapeado de área quemada y severidad de incendios forestales a partir de imágenes Sentinel* (Briones-Herrera *et al.,* 2021), así como del Plug-In de área quemada y la simbología de severidad para QGIS 3.16 en el SPPIF.

Se muestran los umbrales recomendados para diferentes periodos de consulta de 1 día, 15 días, y 1 a 3 meses (en función de la disponibilidad de imágenes libres de nubes), para generar los compuestos de los índices espectrales previos y posterior al incendio **(Cuadro 2).** estando recomendado el uso de compuestos de 1 mes, y siempre inferiores a 2-3 meses, para capturar los efectos de primer orden.

Se debe utilizar la simbología correspondiente al periodo de imágenes empleado en los compuesto de GEE (**Cuadro 2**).

Cuadro. 2. Umbrales de los niveles de severidad del RBRc y dNBRc calibrados en campo.

Índice	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Extremo
RBRc1d	<61	61-182	182-364	364-546	>546
RBRc15d	<56	56-169	169-338	338-506	>506
RBRc1m	<56	56-167	169-338	338-508	>508
RBRc2m	<54	54-161	160-320	320-480	>480
RBRc3m	<51	51-152	154-309	309-463	>463
dNBRc1d	<76	76-227	227-453	453-680	>680
dNBRc15d	<67	67-200	200-401	401-601	>601
dNBRc1m	<67	67-201	201-403	403-604	>604
dNBRc2m	<66	66-197	197-394	394-590	>590
dNBRc3m	<64	64-193	193-386	386-580	>580

Los compuestos se calcularon en GEE con S2 nivel L2A. Donde: RBR: índice relativizado de calcinación (Parks et al., 2014); dNBR: diferencia del índice normalizado de calcinación (Miller y Thode, 2006); ***1d*** *= 1 día* ***15d*** *= 15 días,* ***1m, 2m, 3m*** *= 1, 2 y 3 meses***.** Fuente: Silva-Cardoza (2021).

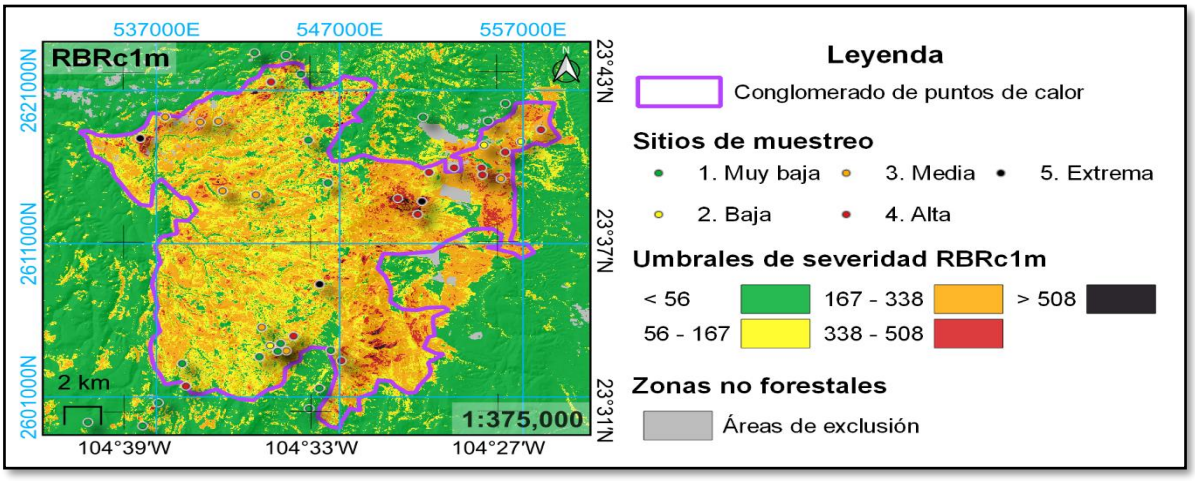


Figura. 3. Estratificación de los sitios de muestreo en el incendio Santiago de Bayacora, de acuerdo con las categorías de severidad del índice RBRc calculado con 1 mes (RBRc1m) (Silva, 2021).

Estratificación por tipo y características de la vegetación.

El muestreo deberá ser asimismo estratificado por tipos de vegetación, así como por las características dasométricas de la misma. Se deberán cubrir los tipos de vegetación y combustible disponibles (e.g. INEGI 2017; Jardel *et al.* 2018) y los rangos presentes en sus características dasométricas, tales como: categorías de altura del arbolado (Potapov *et al.*, 2020) y categorías de cobertura arbórea (Sexton *et al.,*2013). En el **Cuadro. 3**, se mencionan algunas fuentes cartográficas disponibles para considerar los tipos y características de la vegetación.

También se recomienda tomar en cuenta capas geoespaciales de las zonas no forestales (cuadro 3), estas se emplean evitar la ubicación de parcelas en áreas de agricultura (INEGI, 2017), asentamientos urbanos (CONABIO, 2018) y de interfaz agrícola-forestal (RAN, 2018), que se recomienda excluir del mapa de severidad por no ser objeto de análisis de efectos en la vegetación forestal.

Dado que las características dasométricas frecuentemente presentan una buena correlación con índices espectrales de vegetación, tales como NDVI o NBR (Epting *et al.* 2005, una opción para estratificar el muestreo en base a características esperadas de la vegetación, es considerar los rangos observados en la imagen de NBR previa al incendio (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.b**), como proxy (indicador) de niveles de cobertura, altura y estado del arbolado. Esta imagen previa de NBR se puede descargar de GEE mediante el código descrito en el manual de Briones-Herrera et al. (2021).

Cuadro. 3. Fuentes geoespaciales disponibles para la estratificación de sitios de muestreo

FUENTE	CAPA	DESCRIPCIÓN
	Tipo y características de la vegetación	
INEGI (2017)	Tipo de vegetación	Conjunto de datos vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación Escala 1 250 000 Serie VI (https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/#Descargas)
Jardel et al. (2018)	Tipos de combustible	Mapa de los tipos de combustible que determinan la propagación superficial de incendios forestales. Capa vectorial escala 1:250,000. Disponible para descarga en SPPIF, sección "combustibles y vegetación"[1].
CONABIO (2018)	Cobertura de suelo	Mapa de la cobertura de tipos de vegetación y uso de suelo en diferentes resoluciones (RapidEye 5 m, Sentinel 20 m y Landsat 30 m). Disponible en: https://monitoreo.conabio.gob.mx/snmb_charts/descarga_datos_madmex.html
	Características dasométricas	
Cartus et al. (2014)	Biomasa superficial	Mapa de estimación del carbono almacenado en la biomasa superficial viva de imágenes Landsat, radar de ALOS-PALSAR y SRTM. Disponible para descarga en SPPIF, sección "combustibles y vegetación" [1].
Potapov et al. (2019)	Altura del arbolado	Es un mapa con resolución de 30 m desarrollado con tecnología lidar e análisis de series de tiempo de imágenes de Landsat (https://glad.umd.edu/dataset/gedi). Disponible para descarga en SPPIF, sección "combustibles y vegetación" [1].
Sexton et al. (2013)	Cobertura arbórea	Mapa de porcentaje de cobertura arbórea con resolución de 30 m empleando imágenes de MODIS-VCV del 2000 e imágenes Landsat del 2005. (https://lcluc.umd.edu/metadata/global-30m-landsat-tree-canopy-version-4)
	Zonas no forestales (áreas de exclusión)	
INEGI (2017)	Agricultura	Zonas de agricultura de la Serie VI de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI (2017)[1].
SPPIF, RAN (2018) y	Interfaz agrícola-forestal	Zonas de agricultura e interfaz agrícola descargados del SPPIF (Puntos de calor-> Máscara Agrícola/Urbana)[1].

CONABIO
(2018)

[1] Disponible en http://forestales.ujed.mx/incendios2/

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestran un ejemplo de la distribución de sitios de muestreo por tipos de vegetación (a) y rangos del NBR previo (b). El muestreo debe cubrir varias réplicas tanto por niveles de severidad esperada (**Figura 3**) como por tipos y características dasométricas de la vegetación (**Figura 4**).

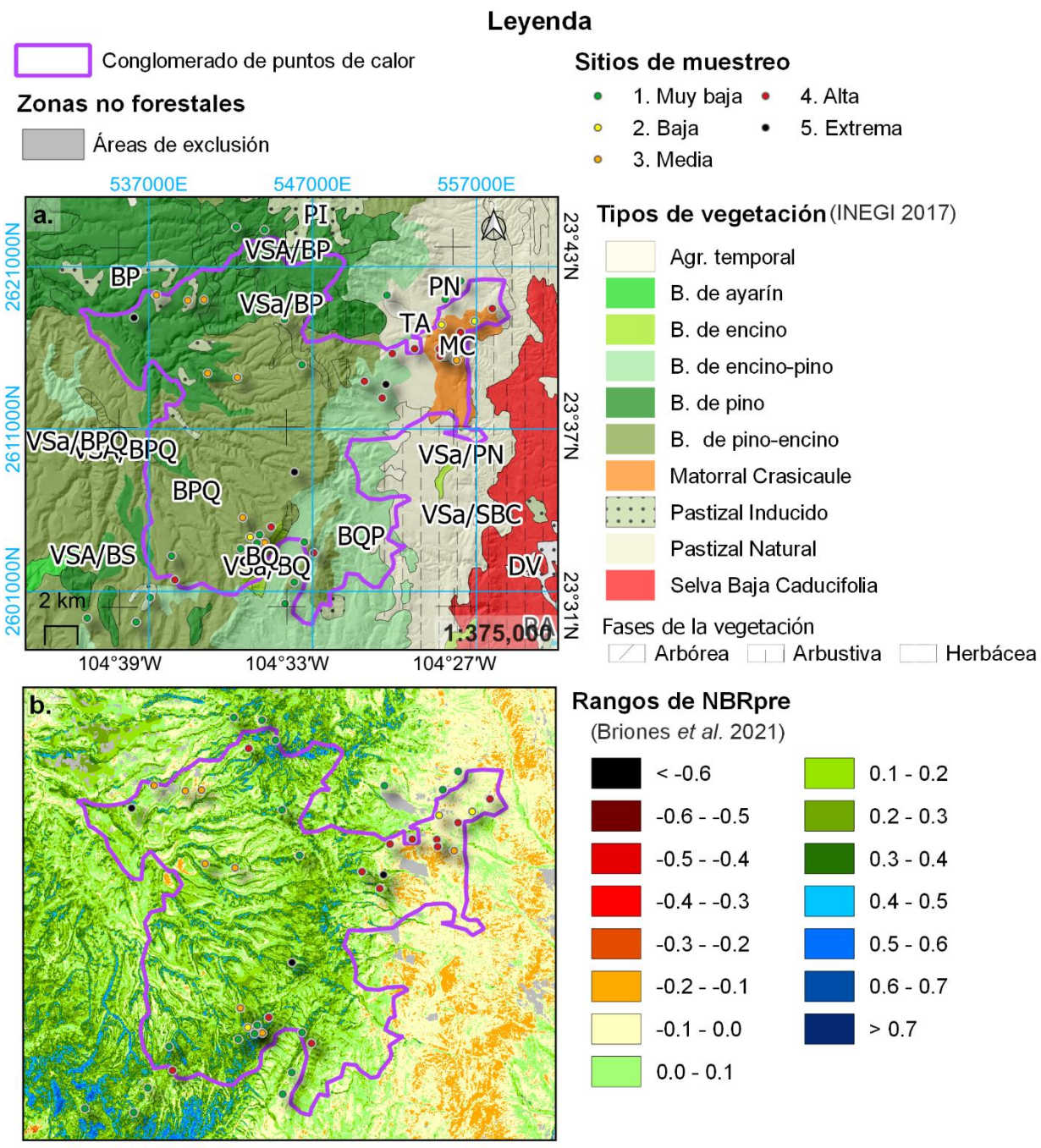


Figura. 4. Estratificación preliminar de los sitios de muestreo en base **a.** Tipos de vegetación (INEGI 2017), **b.** Rangos de NBRpre (Briones-Herrera *et al.* 2021), usados como indicador de altura y cobertura.

Diseño de las unidades de muestreo

Las unidades de muestreo son las parcelas en las que se miden las variables de severidad, en este caso corresponden a sitios circulares de 15 m de radio*, su diseño se describe en el **Cuadro. 4** y se representan cada uno de sus componentes en la **Figura. 5** (Silva 2021).

Cuadro. 4. Descripción de las unidades de muestreo

Símbolo	DESCRIPCIÓN
○	Unidad de muestreo de radio = 15 m, (área = 706.86 m^2) en la que se medirán los árboles con DAP > 7.5 cm para la información de severidad en el componente vegetal del dosel y subdosel (Ver **FES.5**) además del matorral (árboles con DAP < 7.5 cm) que se miden por categorías diamétricas (Ver Formato **FES.6**).
■	9 subsitios cuadrados L = 30 cm, A = 0.09 m^2 para registrar profundidades, coberturas vegetales y de niveles de severidad en el suelo. Estos se identifican cada uno de C01 a C09 (Ver ***Figura. 6*b y 4c.**).
Transecto 1 (0°) Transecto 2 (120°) Transecto 3 (240°)	Transectos de muestreo de 15 m para el registro de información de combustibles forestales por medio del método de intercepciones planares.
● Centro de la parcela	Se identifica con el estadal de 1.8 (***Figura. 6*a.**)

r = radio (m), A = área (m^2), DAP = Diámetro a la Altura del Pecho (cm), L= Longitud del cuadrado (cm),

*Cuando las áreas son de muy alta densidad de arbolado, es decir, que cuenten con más de 30 árboles con DAP > 7.5 cm en la unidad de muestreo, se recomienda reducir el radio de la parcela a 10-12 m.

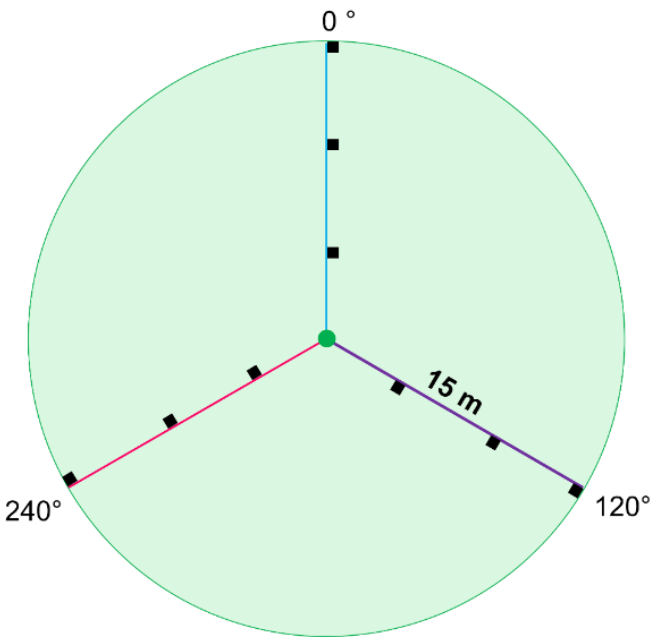


Figura. 5. Diseño y distribución en cada unidad de muestreo para levantar la información de severidad en el suelo (Silva 2021)

Brigadas de campo

Una brigada de campo debe estar constituida por un mínimo de 3 personas: un jefe de brigada y dos auxiliares de campo, los cuales serán de apoyo en las mediciones correspondientes. Los integrantes deben estar capacitados para ejercer las labores requeridas, contar con el equipo apropiado (**Cuadro. 5**) así como poseer la condición física que permita recabar de manera óptima la información de campo. El rol de cada integrante en la brigada, se describe de la siguiente manera:

- **Jefe de brigada.** Responsable del levantamiento y registro correcto de la información en campo, así como la captura de los datos recabados.
- **Auxiliares de campo.** Auxiliar al jefe de brigada en el levantamiento de la información en campo.

Cada integrante de brigada debe estar completamente equipada, identificada: i.e. credencial con fotografía, especificando puesto en la brigada, oficio con sello y firma del director de la institución dirigido a autoridades (federales, estatales, municipales y locales) que ampare el trabajo de acuerdo con la región y periodo de comisión.

Organización del trabajo en campo

Durante la etapa de planeación del muestreo en campo, es de vital importancia considerar factores limitantes de acceso a las unidades de muestreo y de seguridad para el personal en cuestión, de acuerdo con la región de trabajo. Algunas de ellas son las siguientes:

- Disponibilidad imágenes satelitales
- Orografía (pendiente del terreno)
- Condiciones meteorológicas (precipitación, temperatura)
- Acceso restringido por cuestiones sociales y/o legales
- Disponibilidad de caminos, veredas, carreteras de acceso

Antes de cada comisión se debe dar conocimiento a las autoridades correspondientes del trabajo a realizar, días, personas y de ser posible, solicitar el acompañamiento de alguna persona residente o que conozca la zona.

Cuadro. 5. Material y equipo por brigada para realizar el muestreo en campo

#	Descripción	Número
1	Mochila de campo	1*
2	Chaleco para trabajo de campo (con logos oficiales)	1*
3	Gafete de identificación oficial	1*
4	Clinómetro con funda	1**
5	Brújula tipo brunton con precisión a un grado	1**
6	Cinta diamétrica	1**
7	Cinta métrica de 30 m	1**
8	Cinta métrica de 5 u 8 m	1**
9	G.P.S.	1**
10	Vernier	1**
11	Pala jardinera con regla	1**
12	Navaja	1*
13	[1]Pintura de aerosol fluorescente	-
14	Cámara digital	1**
15	Tabla de apoyo	1**
16	Prensa botánica	1**
17	Estaca de referencia de madera 30 cm de altura	1**
18	Cuerdas compensadas de 15 m marcadas cada 5 m	1**
19	Calibrador para combustibles	1**
20	[2]Estadal	1**
21	[3]Cuadros de 30x30cm de PVC u plástico resistente, graduados cada 10 cm	5**
22	[4]Etiquetas de subsitios cuadrados de color fluorescente	9
23	[5]Clavos de 2.5 in	-

[1]Considere 4 latas por sitio,
[2]Ver **Figura. 6a.** del estadal de referencia en el centro del sitio.
[3]Ver **Figura. 6b.** de los subsitios cuadrados de muestreo, considerar un mínimo de 3 cuadros por brigada,
[4]Ver **Figura. 6c.** de las etiquetas para identificar cada subsitio cuadrado de muestreo.
[5]1 clavo por sitio
***Equipo necesario por brigadista, ****Equipo necesario por brigada

Es necesario también que cada brigadista cuente con su equipo de protección personal, esto es: casco, botas, googles, guantes, pantalón y camisa de actividades al aire libre.

Documentación

- Oficio de comisión, firmado por la compañía u institución encargada realizar el muestreo, especificando lugar, objetivo y periodos de comisión
- Gafetes de identificación para cada brigadista
- Permisos especiales a las áreas que así lo requieran

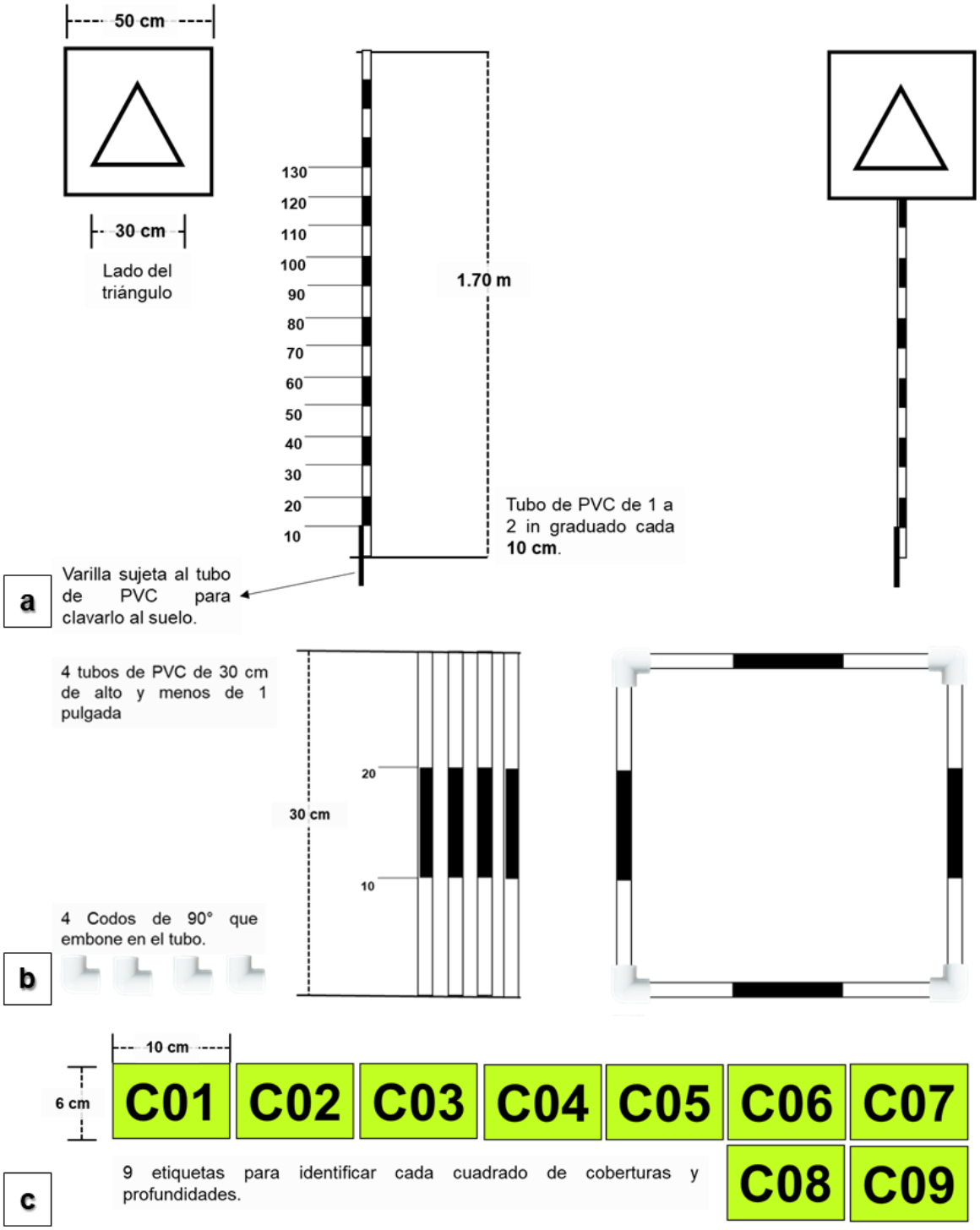


Figura. 6. En el inciso **a.** Estadal de referencia para el centro de la unidad de muestreo. **b.** Subsitios cuadrados de muestreo 30x30cm para el componente edafológico. **c.** Etiquetas para identificar cada subsitio cuadrado en las unidades de muestreo.

Formato de campo

Este documento propone la evaluación de severidad en campo, derivado de valores que representan de manera general los efectos del fuego dentro de un área quemada. El levantamiento de la información requiere usualmente de 45 a 60 minutos en sitios de 15 m de radio.

La evaluación se enfoca en dos componentes: vegetal y edafológico. En este sentido, se definen 4 estratos de cobertura, tal y como se muestran en el **Cuadro. 6**.

Cuadro. 6. Estratos considerados para la evaluación de la severidad por el fuego.

COMPONENTE	ESTRATO	DESCRIPCIÓN
Edafológico	1. Suelo	Capa superficial del suelo inerte, materia orgánica (herbáceas, hojarasca), mantillo.
Vegetal	2. Matorral	Arbustos bajos y árboles pequeños, < 7.5 cm DAP.
	3. Subdosel	Arbustos y árboles > 7.5 cm DAP con alturas menores al percentil 75 de los árboles en el sitio.
	4. Dosel	Arbustos y árboles > 7.5 cm DAP con alturas mayores al percentil 75 de los árboles en el sitio.

DAP = Diámetro a la altura del pecho (1.30 m)

El Formato de campo para la Evaluación de la Severidad del fuego (FES), está compuesto por 3 hojas en el cual se registran 104 variables que se distribuyen en 6 apartados, los cuales se describen a continuación.

Fotografía del estadal (estructura y composición de la unidad de muestreo)
Tras llegar al sitio, después de tomar la fotografía de la precisión del equipo GPS (Ver **(13) Precisión^{GPS}**), se toman 4 fotografías (la distancia de la cámara a la cual se captura la fotografía es a la altura del pecho), en cada punto cardinal (Norte, Este, Sur y Oeste), donde se capture la composición y estructura del sitio de muestreo (**Figura. 7**). El brigadista de ubicarse a a 20 m del centro del sitio para tomar la fotografía, utilizando como referencia la estaca de madera ubicada a 15 m, como se muestra en las imágenes de la **Figura. 8**.

En ocasiones cuando el estadal sea obstruido por la misma vegetación o por cuestiones del terreno (pendiente pronunciada) que no permita su visualización, la fotografía se tomará con otro ángulo indicando la justificación en el apartado de observaciones generales (Ver **FES.1.(30) Observaciones**).

Procurar que el equipo fotográfico cuente con modo panorámico y cuando las condiciones lo permitan y puedan registrarse la composición vertical de cada unidad de muestreo, con especial énfasis en capturar las copas del arbolado, tal y como se muestra en la **Figura. 9b**.

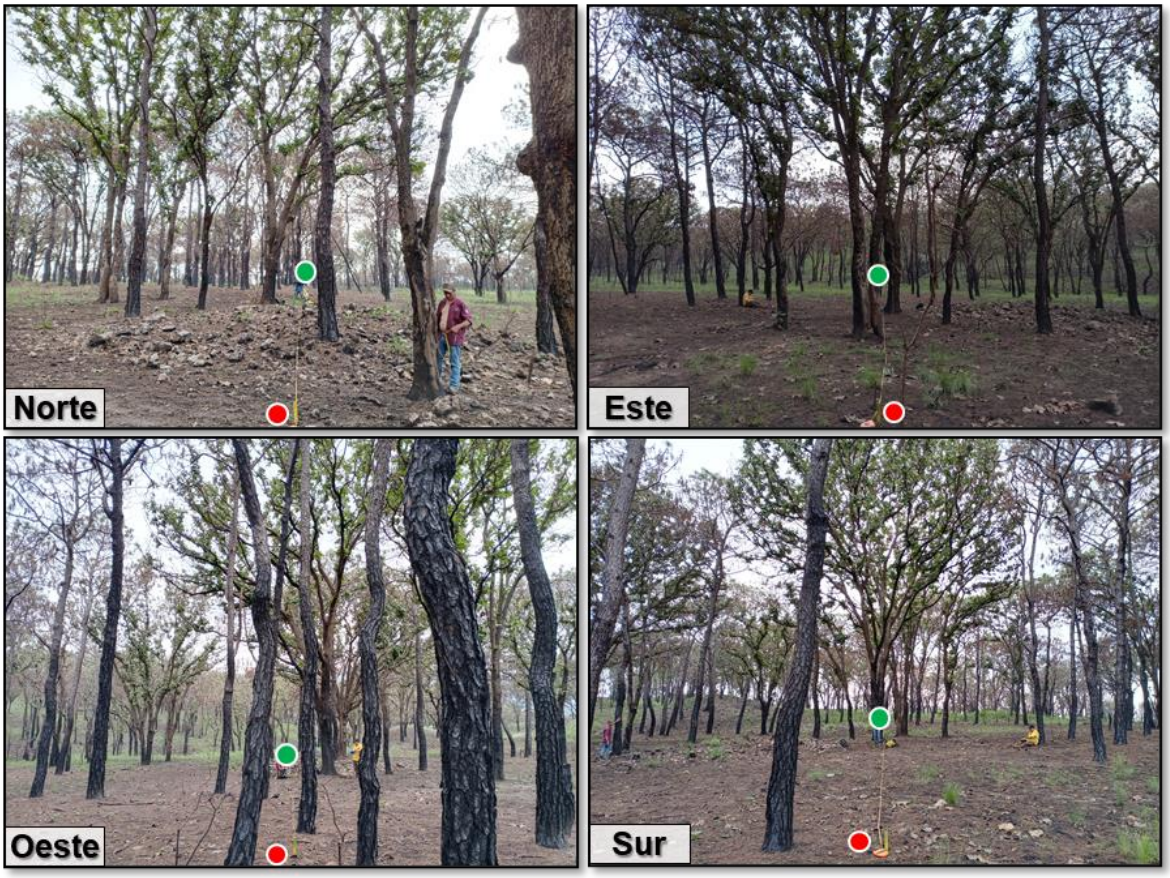


Figura. 7. Fotografías de la estructura y composición de la unidad de muestreo en los cuatro puntos cardinales.

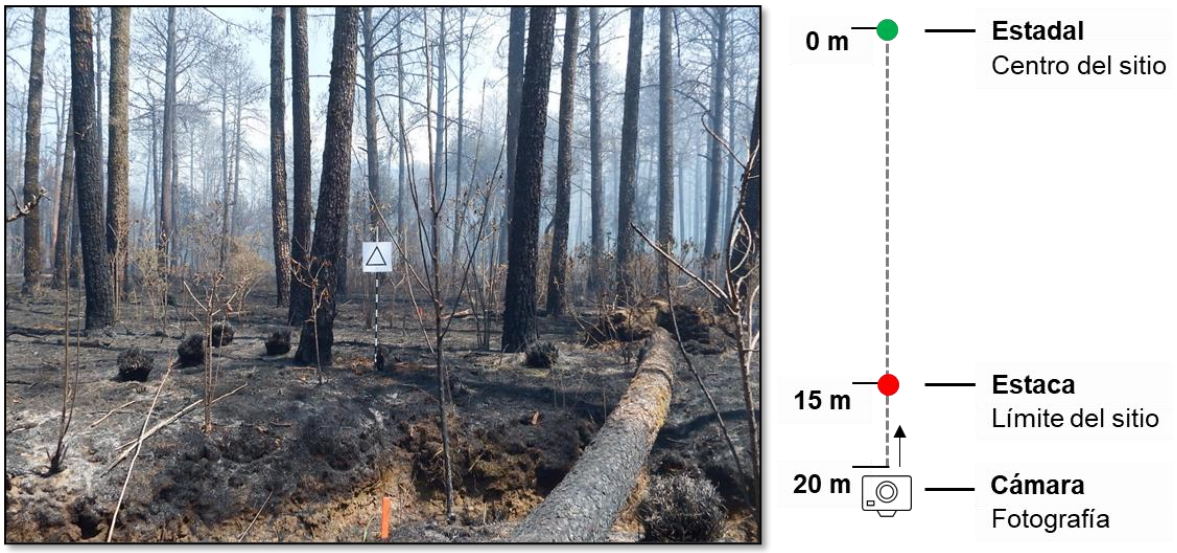


Figura. 8. Fotografías a los 4 puntos cardinales en cada unidad de muestreo.

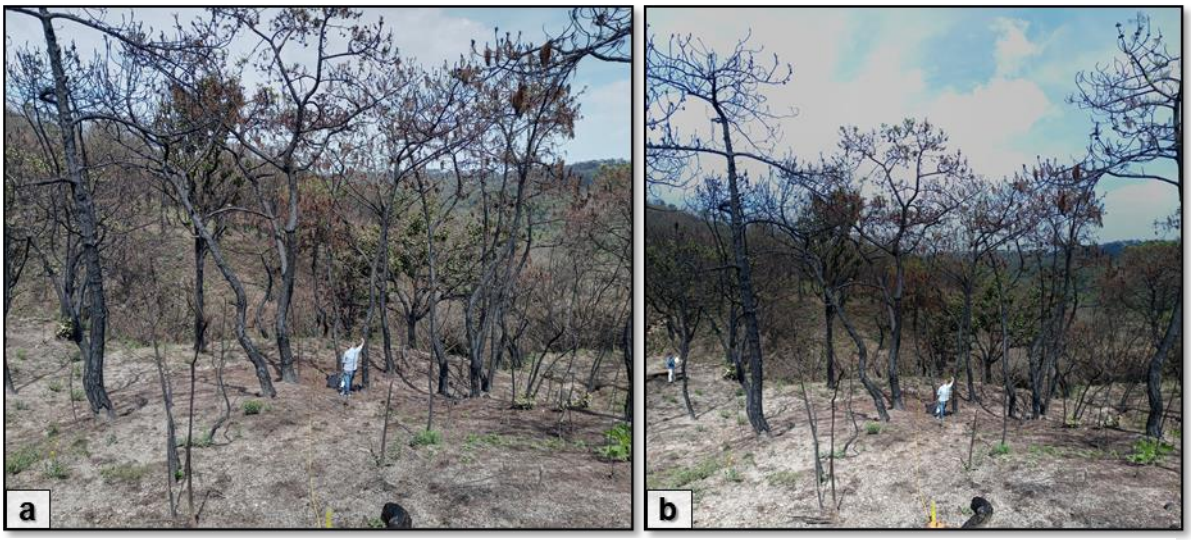


Figura. 9. Ejemplos de la captura de las fotografías a los 4 puntos cardinales: **a.** Fotografía en modo normal, **b.** Fotografía en modo panorámico vertical.

FES.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL SITIO

FORMATO DE CAMPO PARA LA EVALUACIÓN DE LA SEVERIDAD POR EL FUEGO [1]CVE_INC: [2]SITIO ID:

FES.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL SITIO											
[3]Responsable:		[6]Incendio:		[9]Coord X:		[13]Precisión^{GPS}:		[17]Fecha:	aaaa-mm-dd		
[4]Paraje:		[7]Municipio:		[10]Coord Y:		[14]Exposición (°):		[18]Hr inicio:	hh:mm		
[5]Predio:		[8]Estado:		[11]Altitud:		[15]Pendiente (%):		[19]Hr término:	hh:mm		
[30]Observaciones generales del sitio:				[12]GPS:		[16]DSM (°):		DTR (mm):		CGE %	
								[20]1		[25]DOS:	
								[21]2		[26]MAT:	
								[22]3		[27]HER:	
								[23]4		[28]SUE:	
								[24]5		[29]ROE:	

GPS= Waypoint marcado en el GPS, CVE_INC= Clave del incendio, DSM= Dirección de altura de soflamado máxima (°), DTR= Diámetro terminal de la rama más fina del matorral (mm), CGE = Cobertura global por estrato (%): DOS= Dosel (DAP > 7.5 cm), MAT= Matorral (DAP < 7.5 cm), HER= Herbáceas, SUE =Suelo desnudo, ROE=Roca expuesta,

Figura. 10. Apartado FES.1. Información general del sitio.

(1), (62), (86) CVE_INC. La clave de cada incendio (CIN) debe conformarse por dos dígitos del año en curso en que sucedió, 3 dígitos referentes a la abreviación del Estado en que inició, como se muestran en el **Cuadro. 7**. Finalmente 2 dígitos del número de incendio por estado. Se recomienda enumerar los incendios en orden cronológico de ocurrencia (de acuerdo con la fecha en que éste sucedió). Por ejemplo:

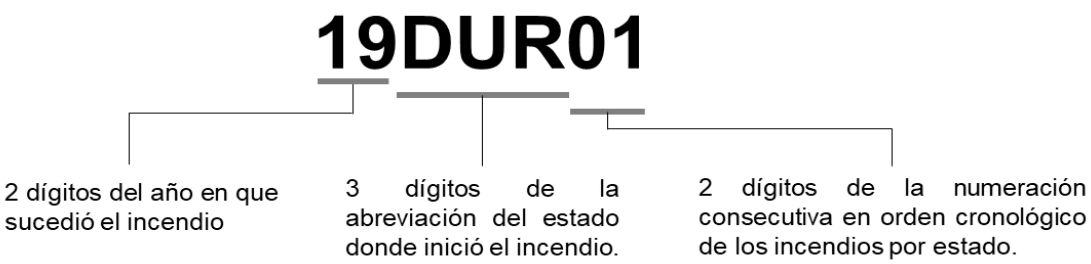


Figura. 11. Nomenclatura para asignar la clave de los incendios.

Cuadro. 7. Dígitos para la abreviación de los 32 Estados de México.

No.	Estado	Tres dígitos*	No.	Estado	Tres dígitos*
1	Aguascalientes	**AGU**	17	Morelos	**MOR**
2	Baja California	**BCN**	18	Nayarit	**NAY**
3	Baja California Sur	**BCS**	19	Nuevo León	**NLE**
4	Campeche	**CAM**	20	Oaxaca	**OAX**
5	Chiapas	**CHP**	21	Puebla	**PUE**
6	Chihuahua	**CHH**	22	Querétaro	**QUE**
7	Ciudad de México	**CMX**	23	Quintana Roo	**ROO**
8	Coahuila	**COA**	24	San Luis Potosí	**SLP**
9	Colima	**COL**	25	Sinaloa	**SIN**
10	Durango	**DUR**	26	Sonora	**SON**
11	Guanajuato	**GUA**	27	Tabasco	**TAB**
12	Guerrero	**GRO**	28	Tamaulipas	**TAM**
13	Hidalgo	**HID**	29	Tlaxcala	**TLA**
14	Jalisco	**JAL**	30	Veracruz	**VER**
15	México	**MEX**	31	Yucatán	**YUC**
16	Michoacán	**MIC**	32	Zacatecas	**ZAC**

* De acuerdo con la ISO 3166-2 para México, disponible en: https://www.iso.org/obp/ui/#iso:code:3166:MX

(2), (63), (87) Sitio. El número del sitio (SIT) correspondiente, debe anotarse empleando ceros a la izquierda, es decir, si en un incendio o una comisión donde se midan 100 sitios, la numeración deberá registrarse de 001, 002, 003…hasta 100, si se miden 1,000 será de 0001, 0002, 0003...hasta 1,000) en el cual cada jefe de brigada deberá entregar a la persona encargada.

(3) Responsable. Nombre del jefe de brigada quien está a cargo levantar la información de la unidad de muestreo (SIT) determinada.

(4) Paraje. Nombre de referencia geográfica más cercana y conocida a la unidad de muestreo, usualmente asociado a un término genérico (i.e. arroyo, cerro, mirador, etc.).

(5) Predio. Nombre del núcleo agrario donde se ubique la unidad de muestreo, ya sea ejido, comunidad o predio particular.

(6) Incendio. Nombre del evento al que se está muestreando, comúnmente se emplea un término genérico en donde éste ocurrió (localidad o referencia geográfica).

(7) Municipio. Nombre del municipio en que el inicio el incendio, aun cuando este sea intermunicipal (abraca 2 o más municipios), se elige en donde comenzó.

(8) Estado. Nombre del estado en que el inicio el incendio, aun cuando este sea interestatal (abraca 2 o más estados), se elige en donde comenzó.

(9) Coord X. Coordenada de la ubicación longitudinal de la unidad de muestreo. Se captura en unidades métricas (UTM), compuestas por 6 dígitos.

(10) **Coord Y.** Coordenada de la ubicación latitudinal del centro de la unidad de muestreo. Se captura en unidades métricas (UTM), compuestas por 7 dígitos.

(11) **Altitud.** Altura sobre el nivel del mar de la unidad de muestreo (m).

(12) **GPS.** Es el nombre o id del waypoint que se crea en el GPS del centro de cada parcela, con las siglas "UM-" (*Unidad de Muestreo*) seguido del número del sitio correspondiente, empleando ceros a la izquierda (si se miden 100 sitios, la numeración ira de UM-001, UM-002, UM-003..hasta UM-100, si se miden 1,000 será de 0001, 0002, 0003..hasta 1,000) en el cual cada jefe de brigada deberá entregar a la persona encargada.

(13) **Precisión^{GPS}.** Es la distancia en metros, de un posible desplazamiento en la ubicación de la lectura real tomado por el GPS. Este deberá ser menor o igual a 6 m. Se deberá tomar una fotografía de esta variable al llegar a la unidad de muestreo determinada (**Figura. 12**).

Fotografía del equipo de GPS

Una vez que se ha llegado a la unidad de muestreo, se toma la fotografía al equipo de GPS en la que se visualice de forma clara la pantalla con los datos de ubicación y los satélites con los que está trabajando como se muestra en la **Figura. 12**.



Figura. 12. Fotografías del equipo del GPS, coordenadas UTM, número de satélites y precisión del GPS.

En este momento se posiciona el estadal para continuar con las siguientes fotografías antes de comenzar con a recolecta la información.

(14) Exposición. Identifica la dirección de la pendiente descendente de la unidad de muestreo, se mide en grados angulares (°).

(15) Pendiente. Inclinación del terreno expresado en porcentaje.

(16) DSM. Cuando el fuego llega a dejar una cicatriz en los troncos de la vegetación en un sitio determinado (**h_{cic}**), la dirección de soflamado máximo es la orientación (N, S, E, O) en la cual se presente la máxima altura de **h_{cic}**, que indica la dirección más probable en la que se propagó el fuego activo.

(17) Fecha. La fecha en que se levantó el sitio (FEC) se registran 4 dígitos para el año correspondiente, dos para el mes y dos para el día correspondiente (aaaa-mm-dd). Para el mes y el día se emplea el cero en los 9 primeros. Se separan por un guion medio "-"; p.e. "2021-09-05", para referirse al 5 de septiembre del 2021.

(18) Hr_inicio. Se registra la hora en que desde que se llega al sitio y comienza el levantamiento.

(19) Hr_término. Se registra la hora en que finaliza el levantamiento y se procede a retirar de la unidad de muestreo.

(20), (21), (22), (23), (24) DTR. El diámetro terminal de la rama más fina se registra 5 veces aleatorias dentro del sitio en el matorral (individuos con DAP < 7.5 cm) con un vernier **Figura. 13**. Esta variable se mide únicamente en sitios que han sido afectados por el fuego.

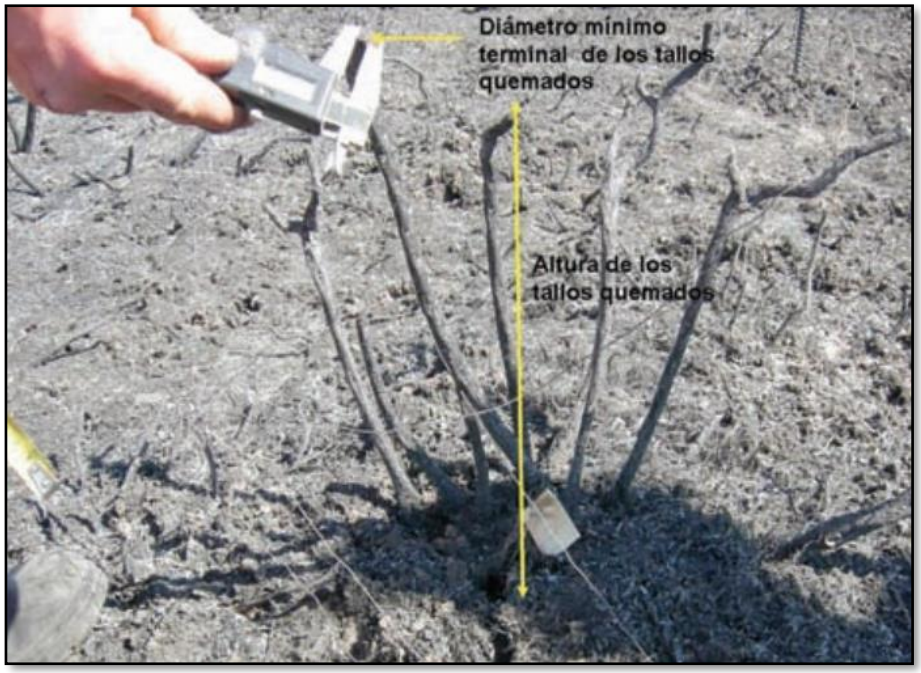


Figura. 13. Fotografías de la medición del DTR. Fotografía: Vega *et al.* (2013).

(25), (26), (27), (28), (29) **Cobertura visual.** Se registra una estimación visual del espacio horizontal que ocupa cada estrato correspondiente en toda el área de la unidad de muestreo. La suma de estas coberturas (DOS, MAT, HER, SUE y ROE) deberán ser igual a 100 %.

(30) **Observaciones.** Se anotan cuestiones generales p.e. “El sitio se movió 10 m a 60° del sitio original por pendiente”, “Sitio quemado por años anteriores”, “Arboles quemados por rebrotes”, “Suelo mojado por lluvia”, “Material leñoso caído por incendio”, “Restos carbonosos en todo el sitio por incendio”.

Fotografías adicionales

Se deberán capturar algunas fotografías de referencia o de alguna condición en la vegetación, cuestiones de topografía o rasgos que se encuentren dentro de la unidad de muestreo (Arroyos, caminos). Esto es de mucha ayuda para ilustrar aspectos registrados en las observaciones del formato de campo (**Figura. 14**).



Figura. 14. Fotografías adicionales dentro de la unidad de muestreo. **a.** Profundidad de hojarasca, **b.** Pendiente inclinada, **c.** Rebrotes de la vegetación.

FES.2. INFORMACIÓN DEL MUESTREO DE COMBUSTIBLES FORESTALES

FES.2. INFORMACIÓN DEL MUESTREO DE COMBUSTIBLES FORESTALES EN EL SITIO																					
TR	Tipos de combustibles		TR	Tipos de combustibles		TR	Tipos de combustibles		Muestreo de combustibles de 1000 hrs (DAP>7.5 cm)											
1	(31)1hr		2	(34)1hr		3	(37)1hr		(40)TR:	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	(32)P10hr		2	(35)10hr		3	(38)10hr		(41)DAP:	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	(33)100hr		2	(36)100hr		3	(39)100hr		(42)PDR:	1	2	3	4	5	6	7	8	9		

*Clasificación de combustibles (cm): **1hr** = <0.6 (finos/livianos), **10hrs**= 0.6-2.5 (pequeños/ligeros), **100hrs**= 2.5-7.5 (regulares/medianos), **1000hrs**= >7.5 DAP, **TR**= Transecto, **DAP**= Diámetro normal a la altura del pecho (cm), **PDR**= Material leñoso podrido (Si/No).*

Figura. 15. Apartado FES.2. Información del muestreo de combustibles forestales

El muestreo de los combustibles forestales se realiza por el método de intercepciones planares propuesto por Brown (1974). Éste se mide en los tres transectos de cada unidad de muestreo (**Figura. 16**) de acuerdo con la clasificación de combustibles en función a su tiempo de retardo (Fosberg, 1970), como se muestra en el **Cuadro. 8**. Los últimos 5 m de cada transecto se realiza el conteo de los combustibles de 1, 10 y 100 hrs. Para los combustibles de 1,000 hrs, se registran sobre la longitud de todo el transecto (15m).

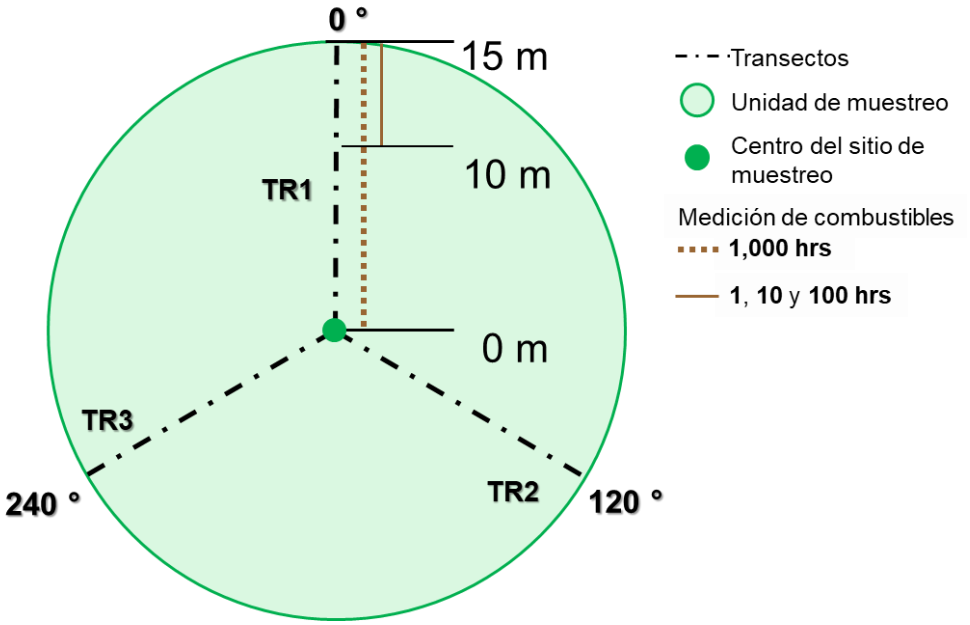


Figura. 16. Disposición de los transectos sobre la unidad de muestreo para la medición de combustibles.

Cuadro. 8. Clasificación de combustibles de acuerdo con el su tiempo de retardo

Tiempo de retardo (hr)	Tipo de combustible	Categoría diamétrica (cm)
1	Finos / livianos	< 0.6
10	Pequeños / ligeros	0.6 a 2.5
100	Regulares / medianos	2.5 a 7.5
1,000	Gruesos / pesados	> 7.5

Para determinar la categoría de los combustibles se emplea el calibrador de combustibles que puede ser fabricado sobre un material de metal y/o plástico (resistente a la lluvia). Las medidas del calibrador se muestran en la **Figura. 17**.

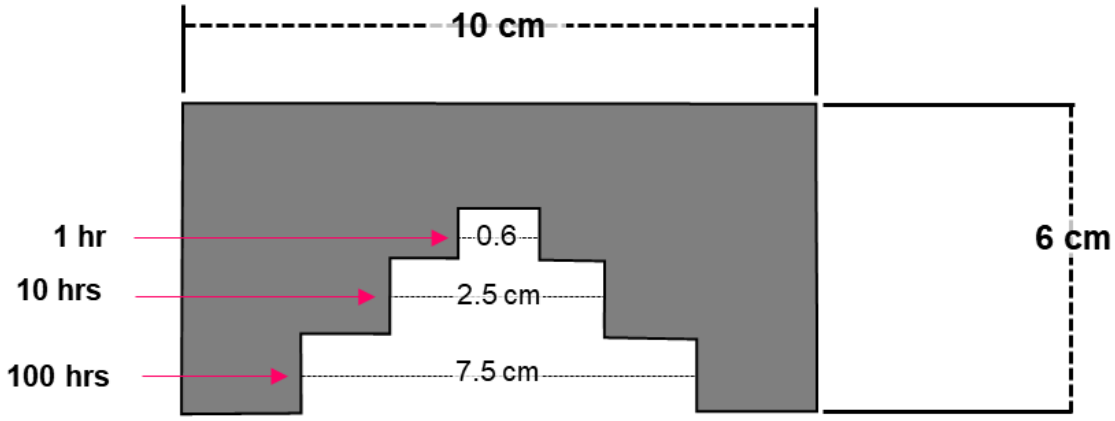


Figura. 17. Calibrador para el muestreo de combustibles forestales en campo.

(31) **TR1.1.** Se anotan los combustibles de 1 hr que intercepten la cuerda del transecto 1 (TR1), ubicado a 0° del centro de la unidad de muestreo, en los últimos 5 m de este.

(32) **TR1.10.** Se anotan los combustibles de 10 hr que intercepten la cuerda del TR1, en los últimos 5 m de este.

(33) **TR1.100.** Se anotan los combustibles de 100 hr que intercepten la cuerda del TR1, en los últimos 5 m de este.

(34) **TR2.1.** Se anotan los combustibles de 1 hr que intercepten la cuerda del transecto 2 (TR2), ubicado a 120° del centro de la unidad de muestreo, en los últimos 5 m de este.

(35) **TR2.10.** Se anotan los combustibles de 10 hr que intercepten la cuerda del TR2, en los últimos 5 m de este.

(36) **TR2.100.** Se anotan los combustibles de 100 hr que intercepten la cuerda del TR2, en los últimos 5 m de este.

(37) **TR3.1.** Se anotan los combustibles de 1 hr que intercepten la cuerda del transecto 3 (TR3), ubicado a 240° del centro de la unidad de muestreo), en los últimos 5 m de este.

(38) **TR3.10.** Se anotan los combustibles de 10 hr que intercepten la cuerda del TR3, en los últimos 5 m de este.

(39) **TR3.100.** Se anotan los combustibles de 100 hr que intercepten la cuerda del transecto 3 (a 240° del centro de la unidad de muestreo), en los últimos 5 m de este.

(40) **TR.** Se anota el transecto (1,2 o 3) donde se intercepte el combustible de 1,000 hrs. Se anotan tantos se hallen en el sitio.

(41) **DAP.** Se anota el diámetro normal (cm) del combustible de 1,000 determinado, la medición se realiza en el punto de intercepción.

(42) **PDR.** Se anota “Si”, si el combustible está en condición de pudrición, si no lo está, se registra “No”.

En dado caso de anotar alguna observación referente a los transectos y/u combustibles, se pueden hacer en el **FES.1.** (30) **Observaciones** o en su caso **FES.4.** (60) **Observaciones**.
Algunas recomendaciones de conteo de combustibles para este muestreo:

Se cuentan	• Todos los combustibles que intercepten la parte del transecto correspondiente. • Si sobre el transecto se cruza en dos ocasiones un combustible curvo, se mide/cuenta cada intersección. • Todas las ramas y ramillas que se encuentran dentro o sobre la hojarasca superficial. • Cuando un tocón es interceptado, el transecto debe pasar por el eje central de este. • Astillas y trozas que quedan después de un aprovechamiento. • Cuando las trozas están muy podridas que están despedazadas y ya perdieron la estructura original, se debe construir visualmente la forma cilíndrica que contenga el material podrido y estimar el diámetro.
No se cuentan	• Partes de individuos vivos, incluso si son ramas secas que se mantienen al árbol. • Conos, corteza, hojarascas, pastos y/o hierbas. • Las ramas muertas que están unidas a un tronco muerto en pie. • Cuando el eje central del material interceptado se encuentra en la capa de fermentación. • No se miden tocones enraizados.

FES.3. INFORMACIÓN DE LA SEVERIDAD EN EL COMPONENTE EDAFOLÓGICO

FES.3. INFORMACIÓN DE LA SEVERIDAD EN EL COMPONENTE EDAFOLÓGICO																
(43) CDR	Profundidad (cm)			Cobertura por estrato en cuadrantes (%)						Cobertura por nivel de severidad en el suelo (%)						(59) Observaciones
	(44) HOJ	(45) FER	(46) CEN	(47) HER	(48) FER	(49) HOJ	(50) SUE	(51) ROE	(52) CEN	(53) 0	(54) 1	(55) 2	(56) 3	(57) 4	(58) 5	
C01																
C02																
C03																
C04																
C05																
C06																
C07																
C08																
C09																

CDR = Subsitio cuadrado de 30x30cm, HOJ= Hojarasca, FER=Fermentación, CEN= Ceniza, SUE= Suelo desnudo, HER= Herbáceas, ROE= Roca expuesta. Niveles de severidad 0 = No quemado, 1 = Muy bajo, 2 = Bajo, 3 = Moderado, 4 = Alto, 5 = Extremo.

Figura. 18. Apartado FES.3. Información de la severidad en el componente edafológico.

En este apartado se emplean los subsitios cuadrados de muestreo de 30x30cm, cada uno de estos se disponen cada 5 m sobre el lado derecho de cada transecto, 3 subsitios por transecto, como se muestra en la **Figura. 19**. Cada subsitio se deberá identificar adecuadamente, la primera etiqueta (“*C01”*) debe comenzar en los primeros 5 m del TR1, *C02* a los 10 y el *C03* a los 15 m.

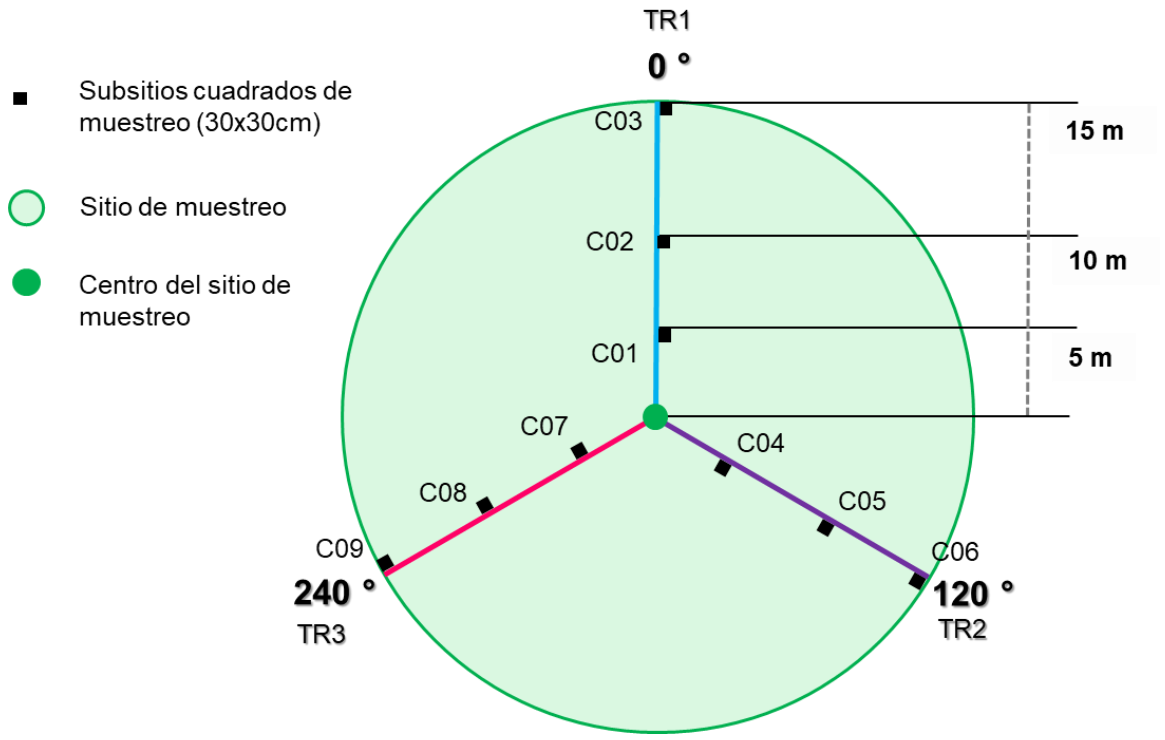


Figura. 19. Disposición de los subsitios cuadrados de muestreo en cada sitio en el componente edafológico (Silva 2021)

La capa orgánica del suelo se define como la materia principalmente de origen vegetal en distintos grados de descomposición. Esta capa se compone por 2 subcapas: hojarasca, fermentación (puede incluir debajo una capa de humus), encima del suelo mineral, estas se pueden observar en la **Figura. 20**.

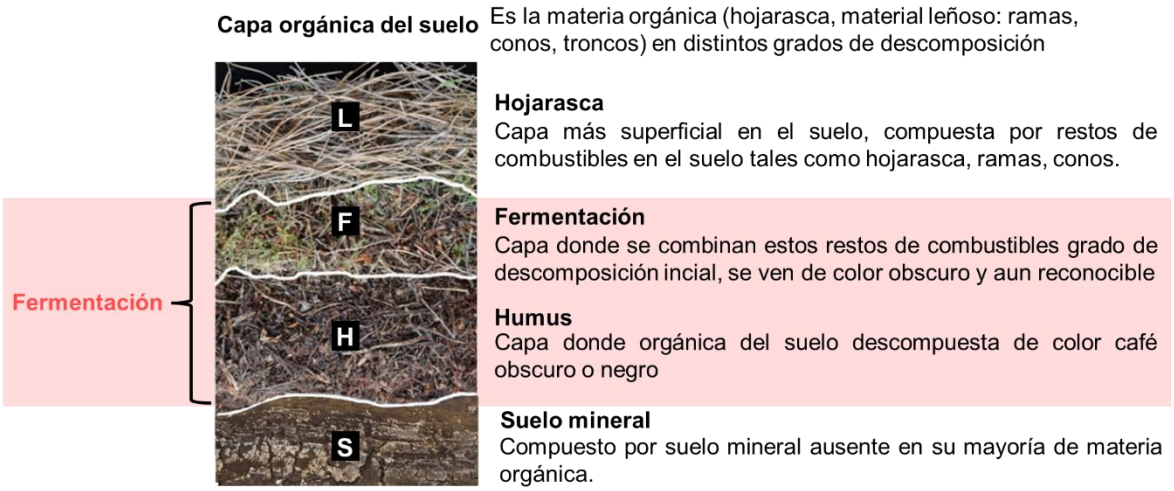


Figura. 20. Definición de las capas orgánicas del suelo para la evaluación de severidad.

Componente edafológico: profundidades y coberturas

Las primeras variables por recabar en este apartado son las profundidades. Con la pala y la navaja se hace un corte a un lado del subsitio cuadrado para hacer la medición identificando cada una de estas capas descritas en la **Figura. 20**. Algunos ejemplos visuales se muestran en la **Figura. 21**.

(43) **CDR.** Subsitios cuadrados de 30x30cm.

(44) **P.HOJ.** Profundidad de la capa de hojarasca (cm), se mide con un flexómetro o una pala escalada.

(45) **P.FER.** Profundidad de la capa de fermentación (cm), se mide con un flexómetro o una pala escalada.

(46) **P.CEN.** Profundidad de la capa de cenizas (cm), se mide con un flexómetro o una pala escalada.

La cobertura debe ser estimada como el porcentaje de la superficie total de los subsitios cuadrados en proyección vertical (**Figura. 22**). Debe tomarse en cuenta únicamente las coberturas que se encuentren dentro de cada subsitio, de manera que la sumatoria de estas sea 100 %.

(47) **C.HER**. Cobertura visual de herbáceas en el subsitio cuadrado de 30x30 cm.

[48] **C.FER**. Cobertura visual de la capa de fermentación en el subsitio cuadrado de 30x30 cm.

[49] **C.HOJ**. Cobertura visual de la capa de hojarasca en el subsitio cuadrado de 30x30 cm.

[50] **C.SUE.** Cobertura visual del suelo desnudo en el subsitio cuadrado de 30x30 cm.

[51] **C.ROE**. Cobertura visual roca expuesta en el subsitio cuadrado de 30x30 cm.

[52] **C.CEN**. Cobertura visual de ceniza mineral en el subsitio cuadrado de 30x30 cm. Se anota en observaciones el color de esta (ejemplo: gris claro, blanca, gris oscuro).



Figura. 21. Ejemplos del corte para medir las profundidades de la capa orgánica en el suelo, así como algunas fotografías adicionales.

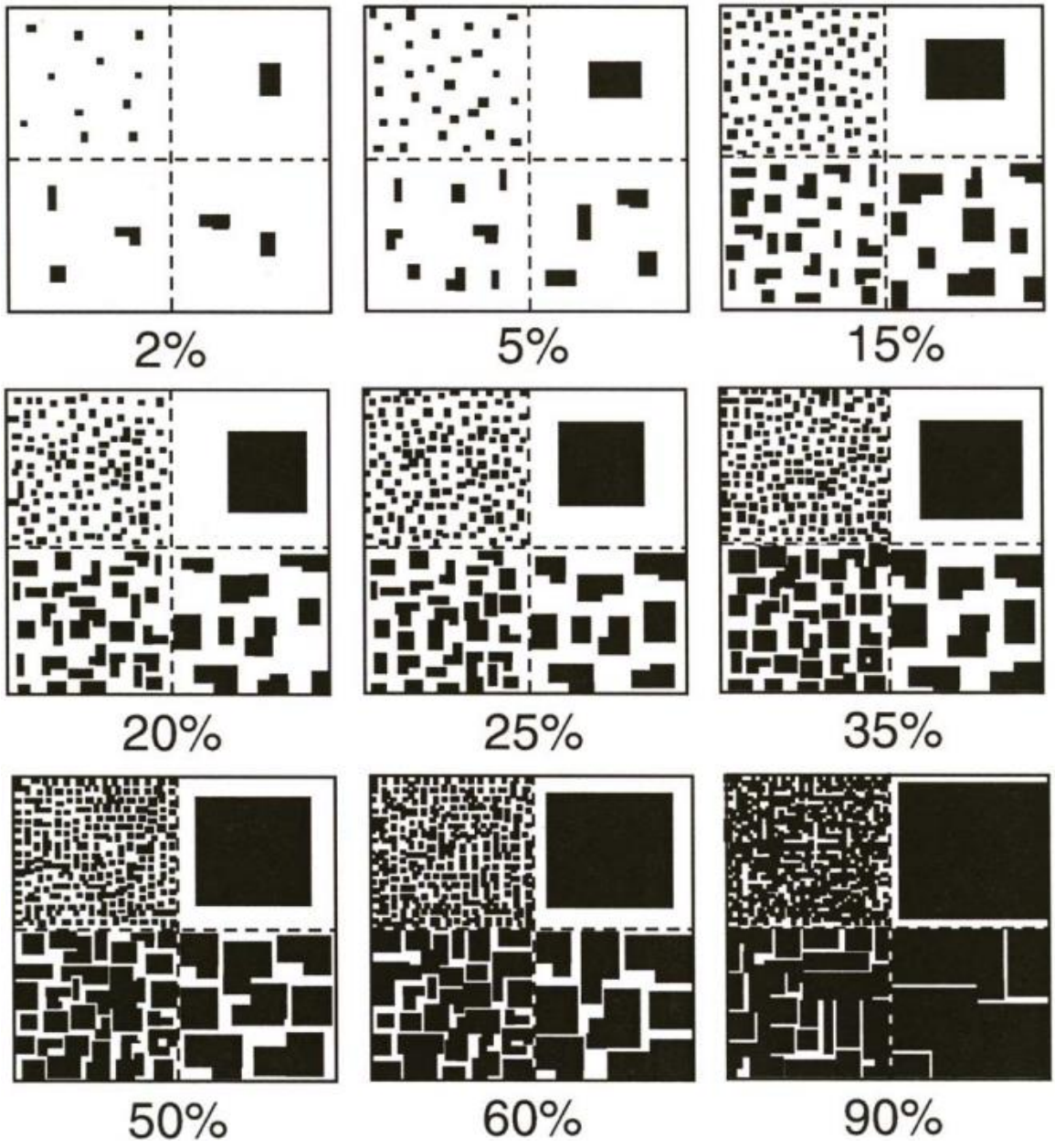


Figura. 22. Estimación de las coberturas en los subsitios cuadrados de 30x30cm. Autor: Toombs (2007)

Componente edafológico: severidad

La cobertura por nivel de severidad en el suelo, se estima de la misma forma que hicimos las coberturas anteriores, la severidad del fuego en el suelo es un indicador de cambio en el grado en que se ha calentado.

Se han determinado 5 niveles, cada uno está asociado a un conjunto de alteraciones visuales de la cubierta orgánica y del suelo mineral superficial, grado de

carbonización y deposición de la ceniza mineral, afectación de las raíces próximas a la superficie del suelo mineral y grado de repelencia al agua del suelo superficial, observadas en campo inmediatamente después del incendio. Estos niveles de severidad se han descrito considerando diferentes metodologías propuestas para evaluar el cambio causado por el fuego en campo: Arellano *et al.* (2017), Vega *et al.* (2013a), Parsons *et al.* (2010), Lutes *et al.* (2006), Key y Benson (2004).

(53) **0**. Cobertura en % de nivel de severidad (NS) “0”, no quemado.

(54) **1**. Cobertura en % de NS “1”, muy bajo (**Figura. 24**).

(55) **2**. Cobertura en % de NS “2”, baja (**Figura. 25**).

(56) **3**. Cobertura en % de NS “3”, media (**Figura. 26**).

(57) **4**. Cobertura en % de NS “4”, alta (**Figura. 27**).

(58) **5**. Cobertura en % de NS “5”, extrema (**Figura. 28**).

(59) **Observaciones**. Se anotan cuestiones de cada subsitio cuadrado p.e. “hojarasca, herbáceas post-incendio”, “sin cobertura vegetal, SUE”, “ROE soflamada”, “Raicillas expuestas”, “Restos carbonizados de combustibles 1 y 10 hrs”, “SUE mojado”, “Subsitio se movió a la izquierda del transecto por pendiente”.

FES.4. NOTAS ADICIONALES DEL SITIO

FES.4. NOTAS ADICIONALES DEL SITIO:
(60)

Figura. 23. Apartado FES.4. Notas adicionales del sitio.

Este apartado se incluyó en caso de que no sea suficiente los otros apartados de observaciones (**FES.1.** (30) **Observaciones**, **FES.3.** (59) **OB2**, **FES.5.** (83) **OB4**, **FES.6.** (102) **OB5**). Aquí se puede detallar, p.e. las condiciones de estructura del suelo en alguno de los subsitios cuadrados, porcentaje de raicillas expuestas, presencia de capa orgánica en el sitio, entre otras.

[54] 1.MUY BAJO	
--H**ojarasca** soflamada, capa de **fermentación intacta**.	- El suelo no presenta cambio de color y conserva su estructura. -Las raíces superficiales no se han consumido.



Figura. 24. Nivel de severidad **MUY BAJO (1)** en el suelo.

(55) 2. BAJO	
-La **hojarasca se ha consumido completamente**, pueden quedar restos carbonosos. -**Capa de fermentación soflamada** o restos calcinados sobre **suelo mineral intacto**.	- El suelo no presenta cambio de color y conserva su estructura. -Las raíces finas superficiales no se han consumido. -En ocasiones se pueden observar restos de ceniza mineral.



Figura. 25. Nivel de severidad **BAJO (2)** en el suelo.

(56) 3. MEDIO	
-Suelo mineral desnudo, hojarasca y fermentación completamente consumidos. -Se **conserva la estructura** del suelo en el primer cm (ofrece cierta resistencia por su aglomeración natural, no es polvo suelto).	- Puede presentarse ceniza de **color gris oscuro** (< 0.5 cm de profundidad) -Las raíces superficiales pueden llegar a estar **ligeramente soflamadas**



Figura. 26. Nivel de severidad **MEDIO (3)** en el suelo.

[57] 4. ALTO	
- **Suelo mineral desnudo,** hojarasca y fermentación completamente consumidos. -P**érdida de estructura** en el suelo (**polvo sin cohesión natural del suelo, se penetra con facilidad**) en los primeros **0.5 a 1 cm**.	-Capa de **ceniza mineral** (0.5 a 1 cm de espesor), **color blanca o gris claro**. -Las **raicillas** pueden estar consumidas parcial a totalmente.



Figura. 27. Nivel de severidad **ALTO (4)** en el suelo.

[58] 5. EXTREMO	
- **Suelo mineral desnudo,** hojarasca y fermentación completamente consumidos. -**Pérdida completa de la estructura**, semejante a un ladrillo, puede haber **polvo suelto** en profundidades superiores al primer cm del suelo mineral.	-Puede presentar cambio de color, predominando el color **naranja a rojizo.** -Las **raicillas** están fuertemente **calcinadas.**



Figura. 28. Nivel de severidad **EXTREMO (5)** en el suelo.

Es importante conocer la extensión cubierta por los distintos niveles de severidad en cada subsitio ya que fuego no siempre quema de manera homogénea, debido a variaciones en las condiciones de la vegetación, humedad y topografía. Dentro de cada cuadrado, se pueden registrar los porcentajes de cobertura ocupados por cada nivel (1 a 5) de severidad en el suelo.

En la **Figura. 29**, se ejemplifica la variabilidad en la severidad del fuego en el suelo en campo. Se aprecian manchas marrones, correspondiendo a zonas no afectadas por el fuego (no quemadas); en la parte izquierda se observa la capa de hojarasca chamuscada (color negro) correspondiente al NS 1- Muy baja. Por otro lado, en la esquina superior izquierda y en la parte inferior del centro podemos observar restos de ceniza grisácea que implica un nivel de severidad media (NS 3). Las partes en las que se observa ceniza blanca, ésta implica un nivel de severidad alta (NS4), habiéndose consumido en mayor grado la materia orgánica del suelo.



Figura. 29. Ejemplo de distintos niveles de severidad en la unidad de muestreo.

FES.5. INFORMACIÓN DE LA SEVERIDAD EN EL COMPONENTE VEGETAL

(61)Anotador: (62)CVE_INC: (63)SITIO ID:

FES.5. INFORMACIÓN DE LA SEVERIDAD EN EL COMPONENTE VEGETAL (DOSEL Y SUBDOSEL)																
(64) No.	(67)Nombre científico (68)[Nombre común]	(69) AZM (°)	(70) DIST (m)	(71) DAP (cm)	Diámetro copa (m)		Altura (m)					Soflamado copa (%)			(82) Estatus	(83)Observaciones
					(72) N-S	(73) O-E	(74) h_{total}	(75) h_{copa}	(76) h_{cic}	(77) h_{mar}	(78) h_{neg}	(79) NEG	(80) MAR	(81) VER		

Figura. 30. Apartado FES.5. Información de la severidad en el componente vegetal: dosel y subdosel.

Componente vegetal: variables dasométricas

(61) Anotador. Persona que está registrando la información al apartado correspondiente.

(62) CVE_INC. La clave de cada incendio (CIN) debe denominar como se muestra en la **Figura. 11** y el **Cuadro. 7**.

(63) Sitio. Debe anotarse a la unidad correspondiente que se está midiendo, empleando ceros a la izquierda, como corresponda.

(64) No. Enumeración de los individuos con DAP > 7.5 cm en el sitio. Si el número de individuos es mayor a 30, el radio de parcela se reduce a 10 m.

(65) Género. Género de la especie del individuo correspondiente. En dado caso que se desconozca se debe tomar una muestra en la prensa botánica y tomar fotografías del individuo para su posterior identificación en gabinete. No se muestra en el formato de campo.

(66) Especie. Especie del individuo correspondiente (epíteto), en dado caso que se desconozca indicar con “sp”, colectar muestra del individuo y tomar algunas fotografías. No se muestra en el formato de campo.

(67) Nombre científico. Este es el que se escribe en el formato, está compuesto por **(65) Género** y **(66) Especie**. Cuando existe más de un individuo de la misma especie, el segundo que se registra se abrevian las tres primeras letras del género y las tres primeras de la especie. p.e. *Quercus rugosa:* “Querug”, *Quercus resinosa:* “Queres”, *Pinus engelmanni:* “Pineng”, *Pinus duranguensis:* “Pindur”.

(68) Nombre común. Denominación vulgar del individuo del área determinada, al igual que el nombre científico, cuando se registran más de dos individuos solo se anota en el primero entre corchetes p.e. *Pinus engelmannii* [Pino real], *Pinus lumholtzii* [Pino triste].

(69) Azimut. Ángulo que se forma entre el centro de la unidad de muestreo y el individuo determinado. Deben registrarse en grados (°), en orden a las manecillas del reloj. De 0 a 360°.

(70) **Distancia.** Espacio lineal entre el centro de la unidad de muestreo y el individuo en cuestión (m).

(71) **DAP.** Unidad de medida convencional para registrar el diámetro del individuo a 1.30 m del suelo, preferentemente la lectura debe tomarse con una cinta diamétrica.

Cuando la pendiente es mayor a 15 %, la lectura debe registrarse en la parte alta de ésta.

(72) **NS.** Diámetro de la copa en dirección Norte-Sur del individuo correspondiente.

(73) **OE.** Diámetro de la copa en dirección Oeste-Este del individuo correspondiente.

(74) **DC.** Medición del diámetro (m) de la proyección vertical de la copa, se obtiene del promedio de las dos lecturas anteriores: (72) **NS** y (73) **OE**. Estas se miden con un flexómetro o en su caso con un distanciómetro.

(75) h_{total}**.** Distancia (m) entre la base hasta la punta terminal del individuo. Puede medirse con el clinómetro, pistola haga o en su caso con un instrumento digital de mayor precisión (hipsómetro).

(76) h_{copa}**.** Distancia (m) entre la base hasta el primer grupo de ramas vivas del individuo correspondiente.

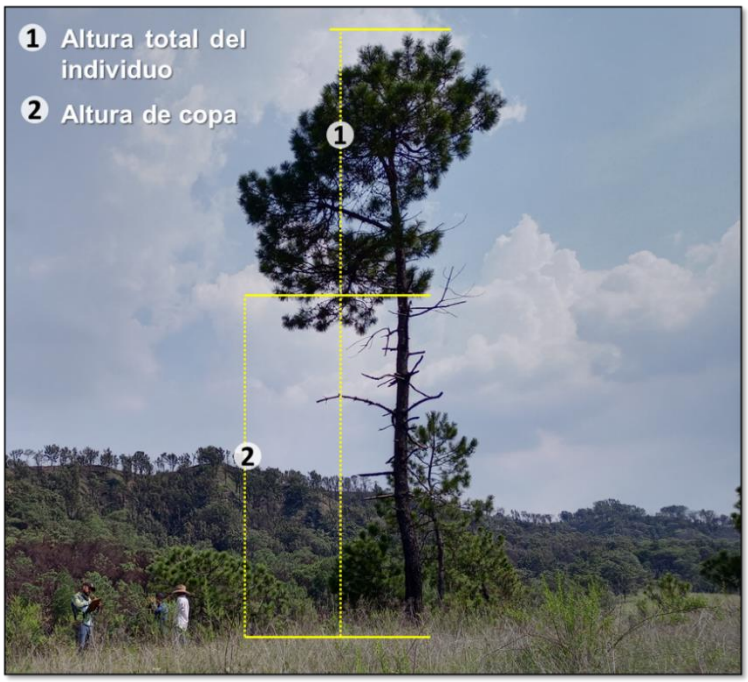


Figura. 31. Algunas variables dasométricas que se recaban en la vegetación.

Componente vegetal: variables de severidad

(77) h_{cic}. Cuando el fuego logra alcanzar determinada intensidad, llega a dejar una cicatriz o marca de chamuscado en el tronco**,** esta distancia (m) entre la base y la marca del individuo se denomina altura de cicatriz en el tronco del árbol (**Fig. 33**).

(78) h_{mar}. Distancia (m) entre la base y donde termina el soflamado de la copa (follaje afectado por el calor con tonos amarillentos ó marrrones) y en su caso empieza el follaje no soflamado en la copa (**Fig. 33**). Esta parte superior de la copa, no afectada, generalmente estará verde, salvo caso de copa seca previa al fuego, no afectada, que no se consideraría parte del soflamado en la copa (anotándose en este caso como "seco -no por incendio- " en el apartado de **Estatus** (83)). Si la flama no ha afectado el follaje, esta variable no se registra. Si el follaje está completamente soflamado (afectado por el calor del incendio con tonos amarillentos ó marrrones), se registra igual que la **(75) h_{total}.** Dependiendo de la especie, a veces en la zona de copa soflamada, si las yemas no han sido severamente dañadas por el calor, y el árbol no tiene otros daños o ataque de escolítidos post-incendio, el árbol puede reconstruir su follaje.

(79) h_{neg}. Distancia (m) entre la base y donde termina la pérdida de follaje calcinado por combustión de las hojas y ramillas finas (negro) y empieza el soflamado de la copa (h_{mar}) (**Fig. 33**). Esta última porción basal de la copa afectada, h_{neg} se distingue porque no existen hojas y las ramillas están negras, señales de que ambas han combustionado, al ser lamidas por las llamas. A diferencia de lo señalado para la copa soflamada (h_{mar}), la combustión de las hojas yemas y ramillas finas, en la copa calcinada (h_{neg}), hace más improbable la reconstrucción del follaje. Si la intensidad ha sido extrema, tal que ha calcinado todo el follaje, la lectura será la misma que la **(75) h_{total}.**



Figura. 32. Algunos ejemplos de **(77) h_{cic}:** líneas color **gris**, **(78) h_{mar}:** líneas color **naranja claro** y **(79) h_{neg}:** líneas color **negro**.

Una vez que el fuego ha causado algún daño la copa de los árboles, esta presenta una decoloración foliar visible, conocida como “chamuscado de copa” (Varner *et al.* 2021). Se registra la proporción en porcentaje del volumen de la copa verde (no quemada), marrón (soflamada, hojas deshidratadas por incendio con tonos marrones o amarillentos, aún presentes) y negra (copa completamente calcinada, hojas consumidas por el fuego). En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se representa el follaje no quemado (verde), soflamado no letal (marrón) y el calcinado letal (negro).

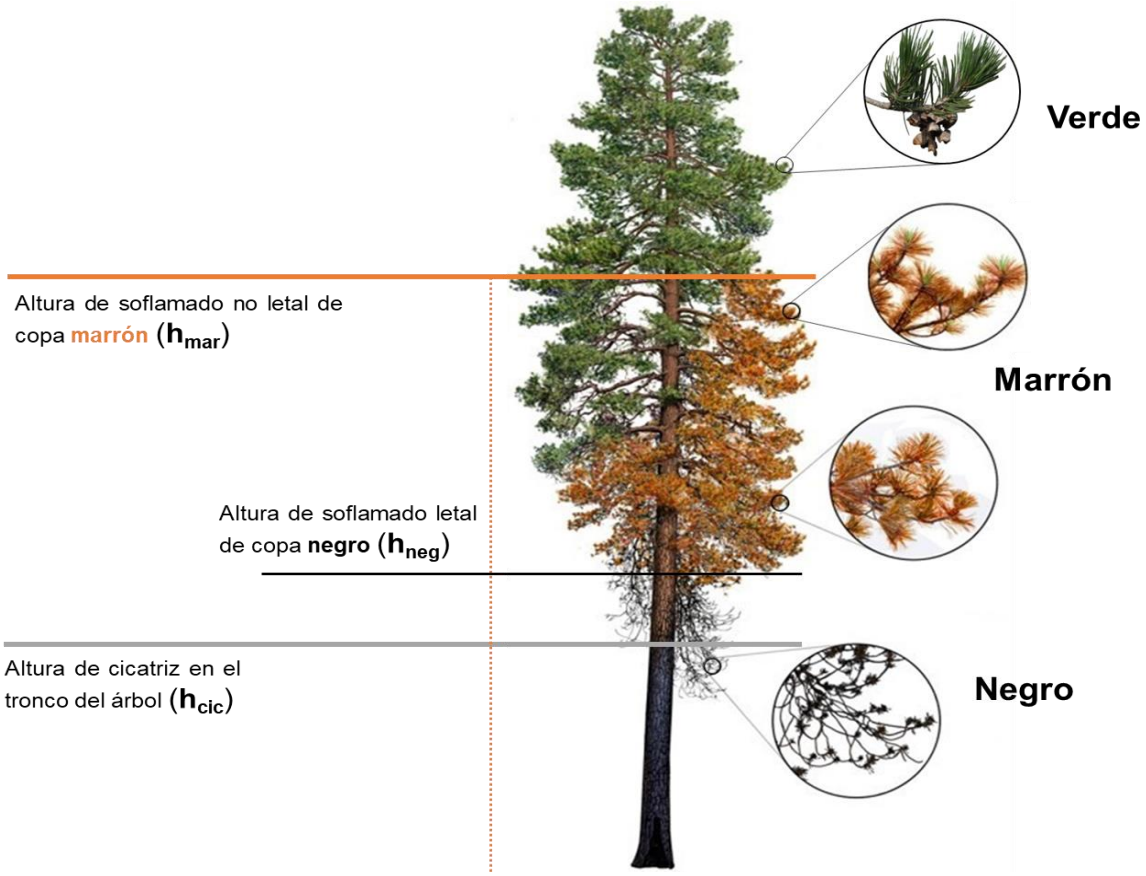


Figura. 33. Variables de severidad en la vegetación alturas y soflamados de copa.

(80) NEG. Proporción de la copa donde la intensidad del fuego ha sido tal que consume totalmente el follaje, es decir que no hay presencia de hojas, solo las ramillas calcinadas.

(81) MAR. Proporción de la copa donde el fuego ha ocasionado un soflamado total o parcial de las hojas en los árboles, causando deshidratación y/o muerte. Se identifica con un color marrón, amarillento o rojizo, puede ser que el follaje se torne un color marrón oscuro a negro, pero este sigue unido a las ramas.

(82) **VER.** Proporción de la copa donde la intensidad del fuego es mínima, no ha afectado el follaje, permanece vivo o de color verde.

Es importante la observación cuidadosa de la base de la copa del arbolado afectado, para establecer una buena estimación del volumen pre-fuego de la copa, prestando especial atención a la presencia de secado de la copa por estrés hídrico, plagas etc (seco no por incencio, cuadro 9). La observación del arbolado próximo no quemado pude ayudar a efectuar mejor esa estimación. Aquí es también importante conocer la pauta típica de la forma de la copa de la especie en cuestión (por ejemplo, si tiene o no poda natural). A veces el fuego puede consumir las ramillas finas de la porción basal de la copa, induciendo un error en la estimación del volumen aparente de la copa antes del fuego, y por tanto en su porcentaje soflamado. Como es sabido, la altura de la base de la copa depende de la especie y edad y es sensible a la densidad de la masa. La observación de la masa colindante no quemada y en su caso la estimación de la altura de inicio de la copa mediante modelización, usando variables de rodal es también una alternativa, especialmente cuando se utiliza como indicador de severidad la fracción de longitud de copa soflamada, lo que implica mediciones de altura del arbolado, altura de la base de la copa y altura máxima de soflamado de la copa.

(83) **Estatus.** Estado en el que se encuentra el árbol determinado, sea anota la categoría según corresponda. En dado caso que no se encuentre anotar en las observaciones.

Cuadro. 9. Categorías de la variable (83) Estatus

Categoría	Descripción
1	**Muerto por incendio.** Se encuentra sin follaje, sin rebrote, totalmente carbonizado (color negro).
2	**Vivo no quemado.** No se observan rastros del fuego en el fuste ni el follaje.
3	**Vivo quemado.** Árboles aún con follaje en su copa, ya sea verde o se observa la cicatriz del fuego en el tronco o soflamado marrón y/o negro.
4	**Seco (no por incendio).** Árbol que se observa enfermo, puede o no tener follaje, de color verde amarillento o rojo anaranjadizo. No se observa algún rastro de fuego en el sitio o en el árbol (ausencia de cicatriz en el tronco).
5	**Vivo no quemado con rebrotes.**
6	**Vivo quemado con rebrotes.** Puede ser un árbol completamente soflamado, pero se observan rebrotes ya sea en la base, o de yemas axilares de las ramas.
7	**Seco (no por incendio) con rebrotes.**
8	**Carbonizado con rebrotes.** Se encuentra sin follaje, sin rebrote, totalmente carbonizado o calcinado (color negro), pero con rebrotes en la base o de yemas axilares de las ramas.
9	**Muerto en pie (no por incendio).** Se observa solo el fuste trozado, de color grisáceo.

(84) **Observaciones**. Se anotan cuestiones particulares a cada árbol.

FES.6. INFORMACIÓN DE LA SEVERIDAD EN EL COMPONENTE VEGETAL: MATORRAL

(85) Anotador:										(86) CVE_INC:			(87) SITIO ID:
FES.6. INFORMACIÓN DE LA SEVERIDAD EN EL COMPONENTE VEGETAL (MATORRAL)													
(88) No.	(91) Nombre científico (92) [Nombre común]	(93) CDB (cm)	(94) FRE	(97) Diámetro copa (m)		Altura promedio (m)		Soflamado promedio copa (%)			(103) Estatus	(104) Observaciones	
				(95) N-S	(96) O-E	(98) h_{total}	(99) h_{copa}	(100) NEG	(101) MAR	(102) VER			

Figura. 34. Apartado FES.5. Información de la severidad en el componente vegetal: matorral.

En el estrato matorral (individuos con DAP<7.5 cm), estos se agrupan en tres categorías de acuerdo con su diámetro a la base, se hacen las mediciones promedio por categoría de acuerdo con los individuos que se encuentren en ella.

(85) Anotador. Persona que está registrando la información al apartado correspondiente.

(86) CVE_INC. La clave de cada incendio (CIN) debe denominar como se muestra en la **Figura. 11** y el **Cuadro. 7**.

(87) Sitio. Debe anotarse a la unidad correspondiente que se está midiendo, empleando ceros a la izquierda, como corresponda.

(88) No. Enumeración del grupo de especies, los individuos en este estrato deben ser con DAP < 7.5 cm.

(89) Género. Género de la especie los individuos correspondientes. En caso que se desconozca se debe tomar una muestra en la prensa botánica y tomar fotografías del individuo para su posterior identificación en gabinete. No se muestra en el formato de campo.

(90) Especie. Especie de los individuos correspondientes (epíteto), en dado caso que se desconozca indicar con “sp”, colectar muestra del individuo y tomar algunas fotografías. No se muestra en el formato de campo.

(91) Nombre científico. Este es el que se escribe en el formato, está compuesto por **() Género** y **(66) Especie**. Aquí se emplean nombres científicos completos.

(92) Nombre común. Denominación vulgar del grupo de individuos del área determinada, al igual que el nombre científico, cuando se registran más de dos individuos solo se anota en el primero entre corchetes p.e. *Pinus engelmannii* [Pino real], *Pinus lumholtzii* [Pino triste].

(93) CBD. Se definen tres categorías diamétricas de los individuos con DAP < 7.5 cm. Los individuos con diámetro a la base < 2.5 cm, de 2.5 a 5.0 y de 5.0 a 7.5 cm.

(94) FRE. Número de individuos por categoría diamétrica a la base.

(95) **NS.** Diámetro de la copa promedio por CBD en dirección Norte-Sur de los individuos

(96) **OE.** Diámetro de la copa promedio por CBD en dirección Oeste-Este de los individuos

(97) **DC2.** Medición del diámetro promedio (m) de la proyección vertical de la copa, se obtiene del promedio de las dos lecturas anteriores: (95) **NS** y (96) **OE**. Estas se miden con un flexómetro o en su caso con un distanciómetro.

(98) $\mathbf{h_{total}}$**.** Distancia promedio (m) entre la base hasta la punta terminal de los individuos de la CBD correspondiente. Esta puede medirse con un estadal o un flexómetro.

(99) $\mathbf{h_{copa}}$**.** Distancia promedio (m) entre la base hasta el primer grupo de ramas vivas de la CBD correspondiente.

(100) **NEG.** Proporción de la copa promedio de los individuos en la CBD correspondiente, donde la intensidad del fuego ha sido tal que consume totalmente el follaje, es decir que no hay presencia de hojas, solo las ramillas chamuscadas.

(101) **MAR.** Proporción de la copa promedio de los individuos en la CBD correspondiente donde el fuego ha sido de superficie, ocasionando un soflamado total o parcial de las hojas en los árboles, causando deshidratación y/o muerte. Se identifica con un color marrón, amarillento o rojizo, puede ser que el follaje se torne un color marrón oscuro a negro, pero este sigue unido a las ramas.

(102) **VER.** Proporción de la copa donde la intensidad del fuego es mínima, no ha afectado el follaje, permanece vivo o de color verde.

(103) **Estatus.** Estado en el que se encuentra el grupo de individuos determinado, sea anota la categoría según corresponda. En dado caso que no se encuentre anotar en las observaciones. Las categorías se describen en el **Cuadro. 9**.

(104) **Observaciones**. Se anotan cuestiones particulares a cada categoría diámetrica a la base.

Acrónimos y variables del formato de campo (FES)

FES.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL SITIO				
No.	**Variable**	**Clave**	**Unidades**	**Descripción**
(1)	CVE_INC	CIN	-	Clave del incendio
(2)	Sitio	SIT	-	Número del sitio
(3)	Responsable	RES	-	Nombre del jefe de brigada correspondiente
(4)	Paraje	PAR	-	Nombre de la persona que realizó el levantamiento
(5)	Predio	PRE	-	Nombre del predio (ejido, comunidad, localidad) más cercano al sitio
(6)	Incendio	INC	-	Nombre del incendio que se está muestreando
(7)	Municipio	MUN	-	Nombre del municipio donde ocurrió el incendio
(8)	Estado	EST	-	Nombre del estado donde ocurrió el incendio
(9)	Coord X	COX	m	Coordenada X
(10)	Coord Y	COY	m	Coordenada Y
(11)	Altitud	ALT	m	Altura sobre nivel del mar
(12)	GPS	GPS	-	Número del waypoint del sitio creado en el GPS durante la medición
(13)	Presición^{GPS}	PRE	m	Precisión del GPS
(14)	Exposición(°)	EXP	°	Exposición
(15)	Pendiente(%)	PEN	%	Pendiente
(16)	DSM(°)	DSM	°	Dirección de altura de soflamado máxima en el sitio
(17)	Fecha	FEC	-	Fecha en que se levantó el sitio (aaaa-mm-dd)
(18)	Hr_incio	HRI	-	Hora en que se comenzó a levantar el sitio (Formato 24hrs)
(19)	Hr_termino	HRT	-	Hora en que se terminó de levantar el sitio (Formato 24hrs)
(20)	1	DT1	mm	Diámetro normal de la rama más fina en el matorral 1
(21)	2	DT2	mm	Diámetro normal de la rama más fina en el matorral 2
(22)	3	DT3	mm	Diámetro normal de la rama más fina en el matorral 3
(23)	4	DT4	mm	Diámetro normal de la rama más fina en el matorral 4
(24)	5	DT5	mm	Diámetro normal de la rama más fina en el matorral 5
(25)	DOS	CDO	%	Cobertura visual del dosel en el sitio
(26)	MAT	CMA	%	Cobertura visual del matorral en el sitio
(27)	HER	CHE	%	Cobertura visual de las herbáceas en el sitio
(28)	SUE	CSE	%	Cobertura visual del suelo en el sitio
(29)	ROE	CRO	%	Cobertura visual de la roca desnuda en el sitio
(30)	Observaciones	OB1	-	Observaciones generales del sitio

FES.2. INFORMACIÓN DEL MUESTREO DE COMBUSTIBLES FORESTALES				
No.	**Variable**	**Clave**	**Unidades**	**Descripción**
(31)	TR1.1	T11	-	Combustibles de 1hr en el transecto 1
(32)	TR1.10	T12	-	Combustibles de 10hr en el transecto 1
(33)	TR1.100	T13	-	Combustibles de 100hr en el transecto 1
(34)	TR2.1	T21	-	Combustibles de 1hr en el transecto 2
(35)	TR2.10	T22	-	Combustibles de 10hr en el transecto 2
(36)	TR2.100	T23	-	Combustibles de 100hr en el transecto 2
(37)	TR3.1	T31	-	Combustibles de 1hr en el transecto 3
(38)	TR3.10	T32	-	Combustibles de 10hr en el transecto 3
(39)	TR3.100	T33	-	Combustibles de 100hr en el transecto 3
(40)	TR	T41	-	Transecto correspondiente al combustible de 1000 hr
(41)	DAP	D41	-	Diámetro a la altura del pecho (cm) del combustible 1000 hrs
(42)	PDR	P41	-	Condición de pudrición del combustible (Si o No)

FES.3. INFORMACIÓN DE LA SEVERIDAD EN EL COMPONENTE EDAFOLÓGICO				
No.	**Variable**	**Clave**	**Unidades**	**Descripción**
(43)	CDR	CDR	-	Subsitios cuadrados 30x30cm
(44)	P.HOJ	PHO	cm	Profundidad de la hojarasca
(45)	P.FER	PFE	cm	Profundidad de capa de fermentación
(46)	P.CEN	PCE	cm	Profundidad de la ceniza
(47)	C.HER	CHE	%	Cobertura visual en el cuadrado de herbáceas
(48)	C.FER	CFE	%	Cobertura visual en el cuadrado de capa de fermentación
(49)	C.HOJ	CHO	%	Cobertura visual en el cuadrado de la hojarasca
(50)	C.SUE	CSU	%	Cobertura visual en el cuadrado del suelo desnudo
(51)	C.ROE	CRO	%	Cobertura visual en el cuadrado de la roca expuesta
(52)	C.CEN	CCE	%	Cobertura visual en el cuadrado de la ceniza
(53)	0	CS0	%	Cobertura en % del nivel de severidad 0: no quemado
(54)	1	CS1	%	Cobertura en % del nivel de severidad 1: Muy bajo
(55)	2	CS2	%	Cobertura en % del nivel de severidad 2: Bajo
(56)	3	CS3	%	Cobertura en % del nivel de severidad 3: Moderado
(57)	4	CS4	%	Cobertura en % del nivel de severidad 4: Alto
(58)	5	CS5	%	Cobertura en % del nivel de severidad 5: Extremo
(59)	Observaciones	OB2	-	Observaciones específicas por cuadrante

FES.4. NOTAS ADICIONALES DEL SITIO				
No.	**Variable**	**Clave**	**Unidades**	**Descripción**
(60)	Observaciones	OB3	-	Observaciones generales adicionales del sitio

FES.5. INFORMACIÓN DE LA SEVERIDAD EN EL COMPONENTE VEGETAL (DOSEL Y SUBDOSEL)				
No.	**Variable**	**Clave**	**Unidades**	**Descripción**
(61)	Anotador	ANT	-	Persona que está registrando la información.
(62)	CVE_INC*	CIN	-	Clave del incendio.
(63)	SITIO**	SIT	-	Número de sitio.
(64)	No.	NU1	-	Número de árbol.
(65)	Género	GE1		Género del árbol correspondiente.
(66)	Especie	SP1	-	Especie del árbol correspondiente (epíteto).
(67)	Nombre científico	CE1	-	Nombre científico completo.
(68)	Nombre común	CO1	-	Nombre común.
(69)	AZM	AZM	°	Azimut del árbol correspondiente.
(70)	DIST	DIS	m	Distancia del árbol correspondiente desde el centro del sitio.
(71)	DAP	DAP	m	Diámetro a la altura del pecho (1.3 m).
(72)	NS	DNS	m	Diámetro de copa en dirección Norte-Sur.
(73)	OE	DOE	m	Diámetro de copa en dirección Oeste-Este.
(74)	DC1	DC1	m	Diámetro de copa promedio (m) del árbol.
(75)	htotal	HTO	m	Altura total del árbol.
(76)	hcopa	HCO	m	Altura de inicio de la copa del árbol, primer grupo de rama vivas.
(77)	hcic	HCI	m	Altura de cicatriz por el fuego.
(78)	hmar	HMA	m	Altura de soflamado no letal de copa (marrón).
(79)	hneg	HNE	m	Altura de soflamado letal de copa (negro).
(80)	NEG	SNE	%	Proporción de soflamado **negro** en la copa del árbol.
(81)	MAR	SMA	%	Proporción de soflamado **marrón** en la copa del árbol.
(82)	VER	SVE	%	Proporción de soflamado **verde** en la copa del árbol.
(83)	Estatus	ES1	-	Estado del árbol emplear categorías (1-9).
(84)	Observaciones	OB4	-	Observaciones especificas por individuo.

FES.6. INFORMACIÓN DE LA SEVERIDAD EN EL COMPONENTE VEGETAL (MATORRAL)				
No.	**Variable**	**Clave**	**Unidades**	**Descripción**
(85)	Anotador	ANT	-	Persona que está registrando la información.
(86)	CVE_INC*	CIN	-	Clave del incendio.
(87)	SITIO**	SIT	-	Número de sitio.
(88)	No.	NU2	-	Número de árbol.
(89)	Género	GE2		Género del árbol correspondiente.
(90)	Especie	SP2	-	Especie del árbol correspondiente (epíteto).
(91)	Nombre científico	CE2	-	Nombre científico completo.
(92)	Nombre común	CO2	-	Nombre común.
(93)	CDB	CDB	cm	Categoría del diámetro a la base de los individuos.
(94)	FRE	FRE	-	Número de individuos por CBD por especie.
(95)	NS	DPN	m	Diámetro promedio de copa Norte-Sur por CBD.
(96)	OE	DPO	m	Diámetro promedio de copa Este-Oeste por CBD.
(97)	DC2	DC2	m	Diámetro de copa promedio (m) de los individuos por CBD.
(98)	htotal	HPT	m	Altura total promedio por CBD.
(99)	hcopa	HPC	m	Altura de inicio de la copa promedio por CBD.
(100)	NEG	SPN	%	Proporción promedio de soflamado negro en la copa de los árboles.
(101)	MAR	SPM	%	Proporción promedio de soflamado marrón en la copa de los árboles.
(102)	VER	SPV	%	Proporción promedio de soflamado verde en la copa de los árboles.
(103)	Estatus	ES2	-	Estado de los árboles por CBD (emplear categorías 1-9).
(104)	Observaciones	OB5		Observaciones especificas por CBD.

**(1), (62), (86) son la misma variable (CVE_INC)*

***(2), (63), (87) son la misma variable (SITIO)*

Literatura citada

Ávila, FDY; González, TMA; Jiménez, PJ; Aguirre, COA; Treviño, GEJ; Vargas, LB. 2012. Estructura de rodales de Pinus hartwegii afectados por incendios utilizando parámetros de vecindad en la Sierra Madre Oriental, México. Tropical and Subtropical Agroecosystems 15: 377-387.

Alauzis, MV; Mazzarino, MJ; Raffaele, E; Roselli, L. 2004. Wildfires in NW Patagonia: long-term effects on a Nothofagus forest soil. Forest Ecology and Management 192(2-3): 131-142.

Arellano, S., Vega, J. A., Ruíz, A. D., Arellano, A., Álvarez, J. G., Vega, D. J., & Pérez, E. (2017). Foto-guía de combustibles forestales de Galicia y comportamiento del fuego asociado. Andavira.

Badía, D; Martí, C; Aguirre, AJ; Aznar, JM; González-Pérez, JA; De la Rosa, JM; León, J: Ibarra, P; Echeverría, T. 2014. Wildfire effects on nutrients and organic carbon of a Rendzic Phaeozem in NE Spain: changes at cm-scale topsoil. Catena 113: 267-275.

Bekker, MF; Taylor, AH. 2010. Fire disturbance, forest structure, and stand dynamics in montane forests of the southern Cascades, Thousand Lakes Wilderness, California, USA. Écoscience 17(1): 59-72.

Bento-Gonçalves, A; Vieira, A; Úbeda, X; Martin, D. 2012. Fire and soils: key concepts and recent advances. Geoderma 191: 3-13.

Brown, J. K. 1974. Handbook for inventorying downed woody material. Gen. Tech. Rep. INT-16. Ogden, UT: US Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. 24 p., 16.

Byram, GM. 1973. Combustion of forest fuels. Forest Fire: Control and Use. Brown, AA; Davis, KP (eds). McGraw-Hill, New York. p. 155-182.

Cartus, O., Kellndorfer, J., Walker, W., Franco, C., Bishop, J., Santos, L., & Fuentes, J. M. M. (2014). A national, detailed map of forest aboveground carbon stocks in Mexico. Remote sensing, 6(6), 5559-5588.

Chappell, CB; Agee, JK. 1996. Fire severity and tree seedling establishment in Abies magnifica forests, southern Cascades, Oregon. Ecological Applications 6(2): 628-640.

De Santis, A; Chuvieco, E. 2009. GeoCBI: A modified version of the Composite Burn Index for the initial assessment of the short-term burn severity from remotely sensed data. Remote Sensing of Environment 113(3): 554-562.

Durán, J; Rodríguez, A; Fernández-Palacios, JM; Gallardo, A. 2010. Long-term decrease of organic and inorganic nitrogen concentrations due to pine forest wildfire. Annals of Forest Science, 67(2): 207.

Epting, J; Verbyla, D; Sorbel, B. 2005. Evaluation of remotely sensed indices for assessing burn severity in interior Alaska using Landsat TM and ETM+. Remote Sensing of Environment, 96(3-4), 328-339.

Fang, L; Yang, J; White, M; Liu, Z. 2018. Predicting potential fire severity using vegetation, topography and surface moisture availability in a Eurasian boreal forest landscape. Forests 9(3): 130.

Fosberg, M. A., Lancaster, J. W., Schroeder, M. J. 1970. Fuel moisture response—drying relationships under standard and field conditions. Forest Science, 16(1), 121-128.

INEGI. 2016. Conjunto de datos vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, Serie VI (2016), escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México. Consultada el 01/12/2019 en: http://www.beta.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463598459

Jardel-Peláez, EJ; Morfín, R. J. E., Alvarado, E., Pérez-Salicrup, D. y Rodríguez, G. J. M. 2011. Regímenes del fuego en ecosistemas forestales de México. Informe del proyecto “Regímenes de Fuego en Ecosistemas Forestales de México

Jardel-Peláez, EJ; Quintero-Gradilla, SD; Lomelí-Jiménez, AJ; Graf-Pérez, D; Rodríguez Gómez, JM. 2017. Generación de modelos de comportamiento del fuego para los tipos de combustibles forestales de México. Reporte del Proyecto: "Caracterización y clasificación de combustibles para generar y validar modelos de combustibles forestales para México” CONAFOR-CONACyT 2014- CO2-251694.

Jain, TB; Graham, RT. 2004. Is forest structure related to fire severity? Yes, no, and maybe: methods and insights in quantifying the answer. In Shepperd, Wayne D.; Eskew, Lane G., compilers. 2004. Silviculture in special places: Proceedings of the National Silviculture Workshop. Colorado, Estados Unidos de América, US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. v. 34, p. 217-234. Workshop. RMRS-P-34.

Keeley, JE. 2009. Fire intensity, fire severity and burn severity: a brief review and suggested usage. International Journal of Wildland Fire 18(1): 116-126.

Key, CH; Benson, NC. 2004. Ground measure of severity, the Composite Burn Index; and remote sensing of severity, the Normalized Burn Ratio, FIREMON landscape assessment documents. In FIREMON: Fire effects monitoring and inventory system. Fort Collins, Estados Unidos de América, US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 164 p (entre p. LA-1 y LA-55). Reporte Técnico General. RMRS-GTR-164.

Lutes, DC; Keane, RE; Caratti, JF; Key, CH; Benson, NC; Sutherland, S; Gangi, LJ. 2006. FIREMON: Fire effects monitoring and inventory system. Fort Collins, Estados Unidos de América, US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 164 p. Reporte Técnico General. RMRS-GTR-164.

Martínez-Hernández, HC; Rodríguez-Trejo, DA. 2008. Species diversity after prescribed burns at different intensities and seasons in a high altitude Pinus hartwegii forest. Interciencia 33(5): 337-344.

Moreno, JM; Oechel, WC. 1989. A simple method for estimating fire intensity after a burn in California chaparral. ACTA OECOL.(OECOL. PLANT.) 10(1): 57-68.

Narayan, C; Fernandes, PM; van Brusselen, J; Schuck, A. 2007. Potential for CO2 emissions mitigation in Europe through prescribed burning in the context of the Kyoto Protocol. Forest Ecology and Management 251(3): 164-173.

Parson, A; Robichaud, PR; Lewis, SA; Napper, C; Clark, JT. 2010. Field guide for mapping post-fire soil burn severity. Fort Collins, Estados Unidos de América, US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 49 p. Reporte Técnico General. RMRS-GTR-243.

Potapov, P., Li, X., Hernandez-Serna, A., Tyukavina, A., Hansen, M. C., Kommareddy, A., ... & Hofton, M. 2020. Mapping global forest canopy height through integration of GEDI and Landsat data. Remote Sensing of Environment, 253, 112165.

Ramos Reyes, JC; Treviño-Garza, EJ; Buendía-Rodríguez, E; Aguirre-Calderón, OA; López-Martínez, JI. 2017. Productividad y estructura vertical de un bosque templado con incidencia de incendios forestales. Revista mexicana de ciencias forestales 8(43): 64-88.

Rodríguez-Trejo, D.A. 2008. Fire regimes, fire ecology and fire management in México. AMBIO: A Journal of the Human Environment 37 (7): 548–556 https://doi.org/10.1579/0044-7447-37.7.548.

Rodríguez-Trejo, D.A., and P.Z. Fulé. 2003. Fire ecology of Mexican pines and fire management proposal. International Journal of Wildland Fire 12: 23–37 https://doi.org/10.1071/WF02040.

Rodríguez-Trejo, D.A. 2015. Incendios de vegetación: su ecología, manejo e historia. México. Chapingo: Colegio de Post Graduados.

Rodríguez-Trejo, DA; Martínez-Muñoz, P; Pulido-Luna, JA; Martínez-Lara, PJ; Cruz-López, JD. 2019. Instructivo de Quemas Prescritas para el Manejo Integral del Fuego en el municipio de Villaflores y la Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas, México. FMCN, USDA FS, USAID, BIOMASA, A. C., UACh, Ayuntamiento de Villaflores, SEMARNAT, CONAFOR, CONANP, Gobierno del Estado de Chiapas, ANCF. México. 183 p

Rogan, J; Franklin, J. 2001. Mapping wildfire burn severity in southern California forests and shrublands using Enhanced Thematic Mapper imagery. Geocarto International 16(4): 91-106.

Ryan, KC; Noste, NV. 1985. Evaluating prescribed fires. In Lotan JE, Kilgore BM, Fischer W C, Mutch R W (Tech. Coord.) Symposium and Workshop of Wilderness Fire. US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. p. 230-238. Reporte Técnico. INT-182.

Sexton, J. O., Song, X. P., Feng, M., Noojipady, P., Anand, A., Huang, C., ... & Townshend, J. R. 2013. Global, 30-m resolution continuous fields of tree cover: Landsat-based rescaling of MODIS vegetation continuous fields with lidar-based estimates of error. International Journal of Digital Earth, 6(5), 427-448.

Silva-Cardoza, A. 2021. Evaluación y mapeo de la severidad en la sierra madre occidental de Durango. Tesis de Maestría. 55 pg. Maestría en Geomática Aplicada a Recursos Ambientales y Forestales. Universidad Juárez del Estado de Durango.

Silva-Cardoza A., Vega-Nieva, D.J., Briones-Herrera C.I., López-Serrano P.M., Corral-Rivas J.J., Briseño-Reyes J., Alvarado-Celestino E. 2021. Evaluación de severidad de incendios forestales con imágenes Sentinel en el Estado de Durango. XV Congreso Mexicano de Recursos Forestales 2021. SOMEREFO. Guadalajara, Jalisco.

Toombs, T.P. 2007. Utah prairie dog habitat evaluation guide. Environmental Defense Fund. 14pp. Consultado el 2021/10/07 en:

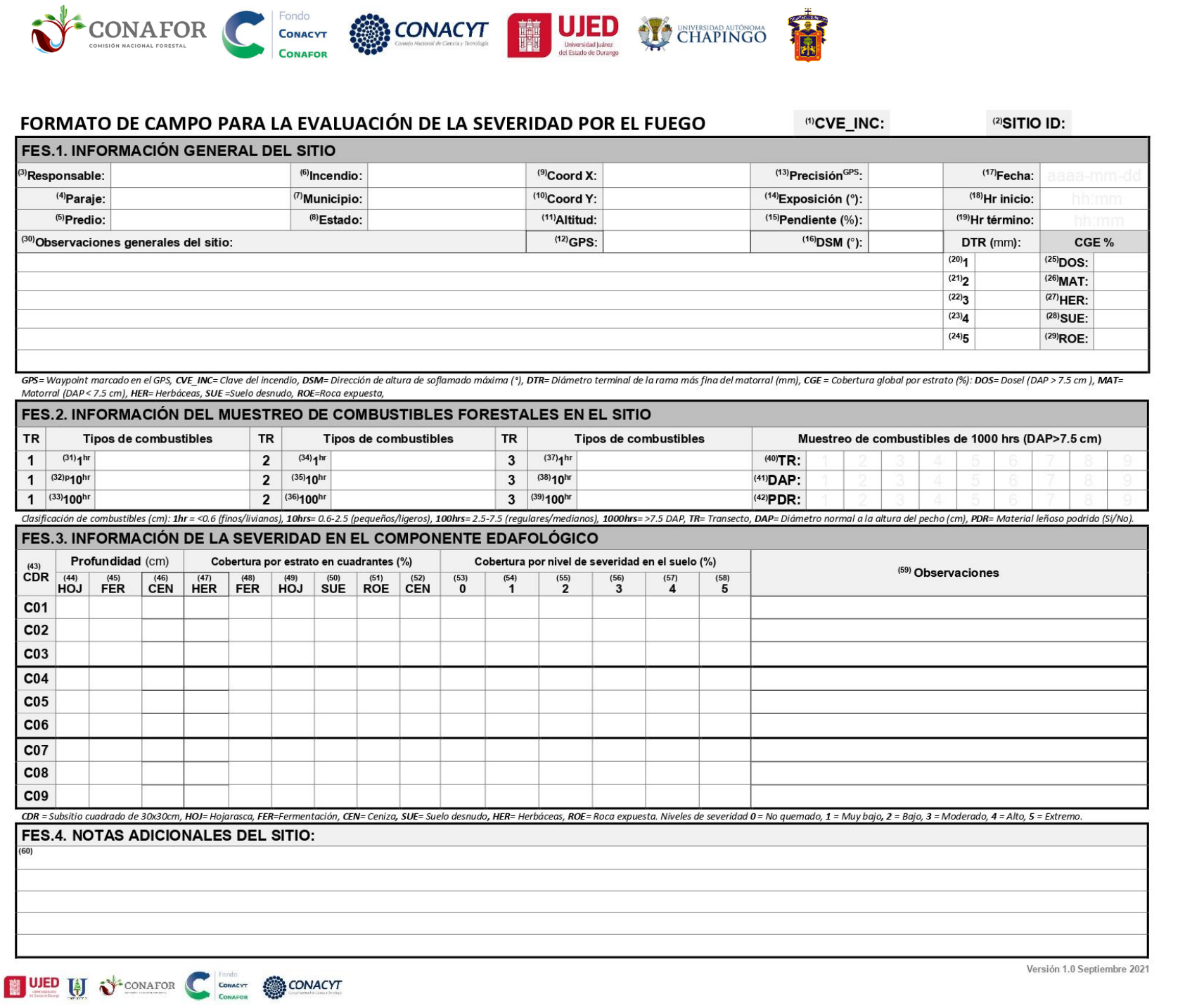
https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs141p2_032763.pdf

Vega, J; Jiménez, E; Vega, D; Ortiz, L; Pérez, JR. 2011. Pinus pinaster Ait. tree mortality following wildfire in Spain. Forest Ecology and Management, 12, 2232–224

Vega, JA; Fontúrbel, T; Fernández, C; Díaz-Raviña, M; Carballas, T; Martín, A; González-Prieto, S; Merino, A; Benito, E. 2013a. Acciones urgentes contra la erosión en áreas forestales quemadas: Guía para su planificación en Galicia. Galicia, España. Andavira. p. 140.

Vega JA, Fontúrbel T, Merino A, Fernández C, Ferreiro A, Jimenez E. 2013b.Testing the ability of visual indicators of soil burn severity to reflect changes in soil chemical and microbial properties in pine forests and shrubland. Plant and Soil, 369,73–91.

ANEXO. FORMATOS DE CAMPO PARA LA EVALUACIÓN DE LA SEVERIDAD POR EL FUEGO



FORMATO DE CAMPO PARA LA EVALUACIÓN DE LA SEVERIDAD POR EL FUEGO

(1)CVE_INC: (2)SITIO ID:

FES.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL SITIO

(3)Responsable:		(6)Incendio:		(9)Coord X:		(13)Precisión GPS:		(17)Fecha:	aaaa-mm-dd
(4)Paraje:		(7)Municipio:		(10)Coord Y:		(14)Exposición (°):		(18)Hr inicio:	hh:mm
(5)Predio:		(8)Estado:		(11)Altitud:		(15)Pendiente (%):		(19)Hr término:	hh:mm
(30)Observaciones generales del sitio:				(12)GPS:		(16)DSM (°):		DTR (mm):	CGE %
								(20)1	(25)DOS:
								(21)2	(26)MAT:
								(22)3	(27)HER:
								(23)4	(28)SUE:
								(24)5	(29)ROE:

*GPS = Waypoint marcado en el GPS, **CVE_INC**= Clave del incendio, **DSM**= Dirección de altura de soflamado máxima (°), **DTR**= Diámetro terminal de la rama más fina del matorral (mm), **CGE** = Cobertura global por estrato (%): **DOS**= Dosel (DAP > 7.5 cm), **MAT**= Matorral (DAP < 7.5 cm), **HER**= Herbáceas, **SUE** =Suelo desnudo, **ROE**=Roca expuesta,*

FES.2. INFORMACIÓN DEL MUESTREO DE COMBUSTIBLES FORESTALES EN EL SITIO

TR	Tipos de combustibles	TR	Tipos de combustibles	TR	Tipos de combustibles	Muestreo de combustibles de 1000 hrs (DAP>7.5 cm)									
1	(31)1hr	2	(34)1hr	3	(37)1hr	(40)TR:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	(32)p10hr	2	(35)10hr	3	(38)10hr	(41)DAP:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	(33)100hr	2	(36)100hr	3	(39)100hr	(42)PDR:	1	2	3	4	5	6	7	8	9

*Clasificación de combustibles (cm): **1hr** = <0.6 (finos/livianos), **10hrs**= 0.6-2.5 (pequeños/ligeros), **100hrs**= 2.5-7.5 (regulares/medianos), **1000hrs**= >7.5 DAP, **TR**= Transecto, **DAP**= Diámetro normal a la altura del pecho (cm), **PDR**= Material leñoso podrido (Si/No).*

FES.3. INFORMACIÓN DE LA SEVERIDAD EN EL COMPONENTE EDAFOLÓGICO

(43) CDR	Profundidad (cm)			Cobertura por estrato en cuadrantes (%)						Cobertura por nivel de severidad en el suelo (%)						(59) Observaciones
	(44) HOJ	(45) FER	(46) CEN	(47) HER	(48) FER	(49) HOJ	(50) SUE	(51) ROE	(52) CEN	(53) 0	(54) 1	(55) 2	(56) 3	(57) 4	(58) 5	
C01																
C02																
C03																
C04																
C05																
C06																
C07																
C08																
C09																

*CDR = Subsitio cuadrado de 30x30cm, **HOJ**= Hojarasca, **FER**=Fermentación, **CEN**= Ceniza, **SUE**= Suelo desnudo, **HER**= Herbáceas, **ROE**= Roca expuesta. Niveles de severidad **0** = No quemado, **1** = Muy bajo, **2** = Bajo, **3** = Moderado, **4** = Alto, **5** = Extremo.*

FES.4. NOTAS ADICIONALES DEL SITIO:

(60)

Versión 1.0 Septiembre 2021

Figura. 35. Hoja 1 de los formatos para la evaluación de la severidad de incendios forestales en campo.

(61) Anotador: (62) CVE_INC: (63) SITIO ID:

FES.5. INFORMACIÓN DE LA SEVERIDAD EN EL COMPONENTE VEGETAL (DOSEL Y SUBDOSEL)

(64) No.	(67) Nombre científico (68) [Nombre común]	(69) AZM (°)	(70) DIST (m)	(71) DAP (cm)	(74) Diámetro copa (m)		Altura (m)					Soflamado copa (%)			(83) Estatus	(84) Observaciones
					(72) N-S	(73) O-E	(75) h_{total}	(76) h_{copa}	(77) h_{cic}	(78) h_{mar}	(79) h_{neg}	(80) NEG	(81) MAR	(82) VER		

AZM= *Azimut (°),* ***DIST*** *= Distancia del árbol desde al centro del sitio (m),* ***DAP=*** *Diámetro a la altura del pecho (cm),* ***N-S*** *= Orientación de medición del diámetro de la copa Norte-Sur (m),* ***O-E****= Oeste a este (m),* h_{total} *= Altura total (m),* h_{copa} *= Altura de inicio de copa (m),* h_{cic} *= Altura de cicatriz por el fuego (m),* h_{mar} *= Altura de soflamado no letal de copa (marrón) (m),* h_{neg} *= Altura de soflamado letal de copa (negro) (m). Proporción global de soflamado de copa:* ***NEG*** *= Negro,* ***MAR*** *= Marrón,* ***VER****= Verde.* ***ESTATUS: 1 =*** *Muerto por incendio,* ***2=*** *Vivo no quemado,* ***3 =*** *Vivo quemado,* ***4 =*** *Seco (no por incendio), 5 =* *Vivo no quemado con rebrotes,* ***6=*** *Vivo quemado con rebrotes,* ***7=*** *Seco (no por incendio) con rebrotes,* ***8=*** *Carbonizado con rebrotes,* ***9=*** *Muerto en pie (no por incendio).*

Versión 1.0 Septiembre 2021

Figura. 36. Hoja 2 de los formatos para la evaluación de la severidad de incendios forestales en campo.

(85) Anotador: (86) CVE_INC: (87) SITIO ID:

FES.6. INFORMACIÓN DE LA SEVERIDAD EN EL COMPONENTE VEGETAL (MATORRAL)

(88) No.	(91) Nombre científico (92) [Nombre común]	(93) CDB (cm)	(94) FRE	(97) Diámetro copa (m)		Altura promedio (m)		Soflamado promedio copa (%)			(103) Estatus	(104) Observaciones
				(95) N-S	(96) O-E	(98) h_{total}	(99) h_{copa}	(100) NEG	(101) MAR	(102) VER		
		<2.5										
		2.5-5.0										
		5.0-7.5										
		<2.5										
		2.5-5.0										
		5.0-7.5										
		<2.5										
		2.5-5.0										
		5.0-7.5										
		<2.5										
		2.5-5.0										
		5.0-7.5										
		<2.5										
		2.5-5.0										
		5.0-7.5										
		<2.5										
		2.5-5.0										
		5.0-7.5										
		<2.5										
		2.5-5.0										
		5.0-7.5										
		<2.5										
		2.5-5.0										
		5.0-7.5										
		<2.5										
		2.5-5.0										
		5.0-7.5										
		<2.5										
		2.5-5.0										
		5.0-7.5										

CBD= *Categoría diamétrica a la base (cm),* ***FRE=*** *Frecuencia del individuo, Diámetro promedio de copa* ***N-S*** *= Orientación Norte-Sur (m),* ***O-E****= Oeste a este (m),* h_{total} *= Altura promedio total (m),* h_{copa} *= Altura de promedio de inicio de copa (m).* ***ESTATUS: 1 =*** *Muerto por incendio,* ***2=*** *Vivo no quemado,* ***3 =*** *Vivo quemado,* ***4 =*** *Seco (no por incendio), 5* ***=*** *Vivo no quemado con rebrotes,* ***6=*** *Vivo quemado con rebrotes,* ***7=*** *Seco (no por incendio) con rebrotes,* ***8=*** *Carbonizado con rebrotes,* ***9=*** *Muerto en pie (no por incendio).*

Versión 1.0 Septiembre 2021

Figura. 37. Hoja 3 de los formatos para la evaluación de la severidad de incendios forestales en campo.