Manual Técnico de Monitoreo Terrestre para Detección y Registro de Plagas Forestales

MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

CONAFOR
COMISIÓN NACIONAL FORESTAL

Contenido general

1. Introducción.....3
2. ¿Qué es el Monitoreo Terrestre?.....5
2.1. Proceso de Monitoreo Terrestre.....6
3. Trámite de Aviso de la posible presencia de plagas o enfermedades forestales.....12
4. Diagnóstico de plagas o enfermedades forestales...12
4.1. Signos y Síntomas por agente causal de daño....13
4.2. Etapas del Diagnóstico Fitosanitario.....21
5. Procesamiento de los datos obtenidos del monitoreo terrestre.....22
6. Anexos.....25

Definiciones

Área de riesgo. Zona forestal que por su condición de sitio ya sea por eventos naturales, hidrometereológicos o antropogénicos es susceptible al ataque de plagas o enfermedades forestales.

Cultura forestal.

Detección fitosanitaria. Actividad o práctica ejecutada para detectar la posible presencia de plagas forestales.

Monitoreo terrestre. Proceso sistemático y periódico de evaluación mediante recorridos de campo en una o más rutas preestablecidas y/o en áreas de riesgo determinadas, para identificar cambios en el ecosistema que predispongan la incidencia de plagas y enfermedades forestales, o bien la detección de ellas.

Ruta de monitoreo. Trayecto definido por caminos, carretera o brecha que permite el desplazamiento para la observación durante la visita de campo.

Signo. Es la evidencia o presencia de la plaga o enfermedad.

Síntoma. Es una manifestación fisiológica o morfológica del hospedante (árboles), como resultado del proceso de ataque de la plaga o enfermedad.

1. Introducción

Los ecosistemas naturales y bosques inducidos están sujetos a una serie de eventos hidrometereológicos y por actividades antropogénicas que inciden directa o indirectamente en su composición, estructura y funcionamiento. Estas alteraciones en los ecosistemas forestales puede generar un incremento en las poblaciones de los insectos y patógenos, la dispersión de plagas nativas y en ocasiones el ingreso y diseminación de especies exóticas.

Las causas que predisponen a los bosques al ataque de las plagas y enfermedades, se pueden clasificar en:

- **Sociales o antropogénicas:** tala ilegal o clandestina, ocoteo, pastoreo, cambios de uso de suelo, litigios, incendios provocados, falta de cultura forestal, inseguridad, deficiente coordinación entre instituciones.

- **Económicas:** falta de recursos para la detección y combate oportuno de agentes causales de daño, falta o deficiente de manejo silvícola, personal técnico con poca experiencia en temas fitosanitarios.

- **Ambientales**: disturbios por fenómenos meteorológicos (sequías, huracanes, incendios naturales y rayos), contaminación, agentes patógenos secundarios, cambios en la dinámica poblacional de insectos.

Al presentarse un incremento en las poblaciones de insectos o enfermedades en los ecosistemas forestales, los daños que ocasionan pueden ser: deformaciones, pérdida en el crecimiento, debilitamiento y muerte del arbolado, impacto del paisaje, entre otras.

Estas afectaciones provocan la disminución de la capacidad productiva, la pérdida o reducción de los bienes y servicios y, por ende, la pérdida de la salud y vitalidad de los ecosistemas forestales.

Para contribuir a la protección de los ecosistemas forestales naturales e inducidos ante la incidencia de plagas y enfermedades, se ha implementado el monitoreo terrestre como una estrategia de atención dirigida a la detección oportuna de plagas y enfermedades, así como para conocer el estado fitosanitario de los bosques.

El monitoreo terrestre es un proceso que forma parte del componente de medición y monitoreo del Sistema de Alerta Temprana y Evaluación de Riesgo, el cual es un sistema integral cuyo objetivo es proporcionar elementos de toma de decisiones para el actuar oportuno y eficaz ante la presencia de alguna plaga o enfermedad forestal que ponga en riesgo la salud de los ecosistemas forestales.

En este sentido la CONAFOR, a través de las Promotorías de Desarrollo Forestal en los Estados, considera en sus planes operativos actividades de monitoreo terrestre. Sin embargo, esta acción indudablemente resulta insuficiente por el número de técnicos que la realizan y la extensa superficie forestal con la que cuenta nuestro País. Por lo cual, se ha

impulsado la coordinación con los integrantes de los Comités Técnicos Estatales de Sanidad Forestal para sumar esfuerzos y realizar acciones de monitoreo terrestre en coordinación con los gobiernos estatales y municipales, así como la inclusión o colaboración de miembros de otras organizaciones no gubernamentales (ONG), sociedad civil y, por supuesto, de los dueños o poseedores de los bosques.

2. ¿Qué es el Monitoreo terrestre?

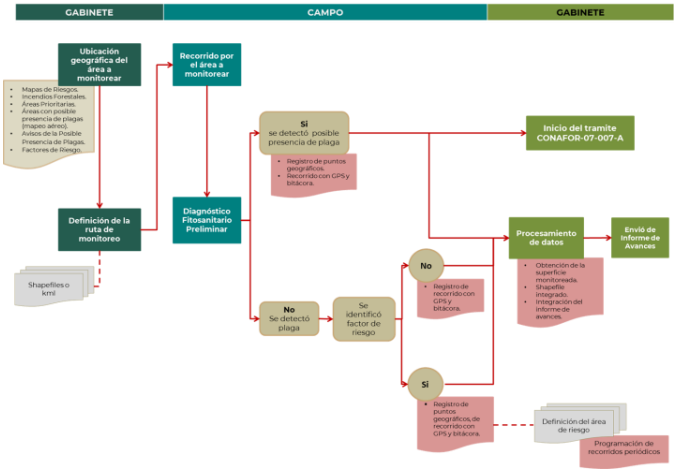
Es un proceso sistemático y periódico de observación y evaluación mediante recorridos de campo en una o más rutas preestablecidas, para determinar la presencia o ausencia de plagas y enfermedades forestales e identificar cambios en el ecosistema que predispongan su incidencia.

Con el monitoreo terrestre se logra contribuir a la protección de los ecosistemas, llevando a cabo el registro de:

- Presencia o ausencia de una plaga o enfermedad forestal.
- Cambios en la cobertura vegetal de un sitio determinado.
- Factores de riesgo que predisponen a la vegetación al ataque de plagas o enfermedades.
- Aumento o disminución de la presencia de una población que se torne perjudicial.

2.1. Proceso de Monitoreo Terrestre

Para llevar a cabo esta actividad de manera sistemática y estandarizada, se plantea el siguiente esquema.



Etapa de Gabinete

a. **Ubicación geográfica del área a monitorear.** Con el objetivo de sistematizar el proceso de definición de las áreas, se plantean como insumos: Los mapas de riesgo elaborados y publicados por la Gerencia de Sanidad Forestal a través de la siguiente liga http://sivicoff.cnf.gob.mx/, sitios afectados por incendios forestales, áreas de riesgo definidas a partir de un factor identificado, zonas con posible presencia de plagas ubicadas a través de mapeo aéreo. Así como de los avisos de posible presencia

de plagas forestales, ingresados en las Promotorías de Desarrollo Forestal.

b. Definición de la ruta de monitoreo. Una vez determinada el área a monitorear, se procede a identificar la ruta por donde se realizará el recorrido. Para ello se pueden tomar como referencia carreteras, caminos, zonas altas, parteaguas del sistema montañoso, o alguna otra característica del terreno o paisaje que facilite la observación y el desplazamiento, se pueden apoyar de cartas topográficas, imágenes satelitales o programas o plataformas como *Google Earth*.

Etapa de campo

a. Recorrido por el área a monitorear. Efectuar el recorrido por la ruta establecida, para lo cual se recomienda realizar el caminamiento en determinados puntos, adentrándose al área forestal para identificar posibles cambios en el ecosistema.

b. Diagnóstico Fitosanitario Preliminar. Se deberá realizar la observación directa de individuos en busca de signos y síntomas, así como del paisaje para identificar cambios en la estructura del bosque. Con base en lo anterior, determinar la presencia o ausencia de plaga, así como de factores de riesgo.

b.1. Si se detecta presencia de plaga; se procederá con la determinación del área afectada, ubicación geográfica y el levantamiento de

información fitosanitaria, de acuerdo al tipo de agente causal, lo cual se registrará en la bitácora de monitoreo; para inmediatamente iniciar el trámite de Aviso de la posible presencia de plaga o enfermedad forestal CONAFOR-07-007-A.

b.2. En caso de **no detectar plagas o enfermedades,** ni factores de riesgo, se levantará el polígono o ruta monitoreados y se realiza el registro de información en la bitácora de monitoreo.

b.3. En caso de no detectar plaga ni enfermedades, pero si **se identificó un factor de riesgo**, se procederá a obtener su ubicación geográfica, así como registrar dicha información en la bitácora de monitoreo.

En los tres casos, el levantamiento del polígono o de la ruta de monitoreo, se obtendrá en coordenadas geográficas (Latitud/Longitud), en formato de grados, minutos y segundos, con al menos un decimal en los segundos (GG MM SS) y con DATUM WGS84.

Se realizará el levantamiento de evidencia fotográfica de la actividad; así como el correcto registro de la información en la bitácora de monitoreo. Anexo 1.

Etapa de Gabinete

c. **Procesamiento de datos.** Mediante el uso del sistema de información geográfica se obtendrá la superficie monitoreada en hectáreas, en caso que el resultado del monitoreo haya sido la obtención de un *track*, se procederá conforme esta descrito en el punto 4. El *shapefile* de la superficie monitoreada debe de estar debidamente integrado conforme a la guía vigente de presentación de archivos de este tipo publicada en la plataforma del SIVICOFF.

d. **Delimitación de áreas de riesgo.** Si se determinaron y ubicaron factores de riesgo, se procederá a establecer un área de riesgo y se definirá una programación para realizar recorridos periódicos con base a lo observado en campo..

d.1.1 ¿Qué es un factor de riesgo? Es una alteración o cambio en el ecosistema que lo hace susceptible al ataque de plagas o enfermedades forestales. Entre estos factores podemos mencionar:

- Incendios forestales.
- Sobreresinación.
- Sitios con antecedentes de presencia de plagas forestales.
- Rodales sobremaduros.
- Aprovechamiento ilegal.
- Sequía.

A partir de la identificación de estos factores o cambios en los ecosistemas forestales, se definen áreas de riesgo, las cuales requieren monitoreo de manera periódica como una medida de protección, para la detección oportuna de plagas y enfermedades forestales.

d.1.2 ¿Qué es un área de riesgo? Es una superficie o masa forestal que por sus condiciones actuales (ecológica, ambiental y antropogénica), es susceptible al ataque de insectos o patógenos o presenta riesgo por el aumento en las poblaciones de insectos que se tornen perjudiciales.

Áreas con presencia de factores de riesgo

- Incendios forestales

- Sobre-resinación

- Antecedentes de presencia plagas forestales.

- Rodales sobremaduros

- Tala ilegal

3. Trámite de aviso de la posible presencia de plagas o enfermedades forestales.

Cuando se detecte una plaga durante la actividad de monitoreo terrestre, se deberá iniciar el trámite denominado CONAFOR-07-007-A (Anexo 2) que deberá ser ingresado en la Promotoría de Desarrollo Forestal de la CONAFOR de la entidad de que se trate.

Para lo cual y conforme al Artículo 114 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), los propietarios y legítimos poseedores de terrenos forestales o temporalmente forestales, los titulares de autorizaciones de aprovechamiento de recursos forestales, los prestadores de servicios forestales responsables de estos, quienes realicen actividades de plantaciones forestales comerciales, de reforestación, y/o los responsables de la administración de las Áreas Naturales Protegidas, están obligados a dar aviso de la posible presencia de plagas forestales a la Comisión Nacional Forestal.

4. Diagnóstico de plagas y enfermedades forestales

Al identificar o detectar un área forestal con cambios en su estructura y composición normal, se deberá de realizar el diagnóstico fitosanitario.

Diagnóstico fitosanitario. Proceso de identificación, análisis y evaluación para conocer el origen y causas del daño ocasionado al recurso forestal, provocado por

factores bióticos o abióticos a través de los síntomas y signos expresado en el individuo (hospedante).

Síntoma. Es una manifestación fisiológica o morfológica del hospedante (árboles o arbustos) del proceso de afectación por la plaga o enfermedad.

Ejemplo: Manchas foliares, defoliación, marchitez, tizón, exudados, cancros, tumores, escoba de bruja, agallas, clorosis, enanismo, muerte descendente, pudrición de cuello y raíz.

Signo. Es la expresión, evidencia o presencia física de la plaga o enfermedad.

Ejemplo de signos: La presencia de grumos, montículos de viruta, micelio, insectos en cualquier etapa biológica (adulto, larva, pupa o capullos), excremento, exuvias, esporas, cuerpos fructíferos, orificios de entrada y salida de insectos, galerías.

4.1. Signos y Síntomas por agente causal de daño.

Insectos descortezadores. Insectos que se alimentan del cambium, floema y la porción externa del xilema.

Los **síntomas** que se hacen presentes en sus hospedantes son: cambio de coloración del follaje.

Fig. 2. Cambio de coloración del follaje.

Los **signos** que encontramos son: presencia de larvas, pupas o insecto adulto, grumos de resina o su escurrimiento.

Fig. 3. Galerías, Presencia de insectos y larvas. Grumos de resina.

Insectos defoliadores. Se alimentan del follaje más suave de los árboles o producen su caída, reduciendo la superficie foliar.

Los **síntomas** que se observan es defoliación y cambio del color de la copa. Los **signos** son la presencia de larvas, pupas o insectos.

Fig. 4. Síntoma y signos por insectos defoliadores.

Plantas parásitas. Son organismos que infestan árboles y arbustos para obtener de ellos agua y nutrientes.

Los **síntomas** que se observan son, poco desarrollo de altura y diámetro del hospedero, malformaciones, escobas de bruja. El **signo** evidente es la presencia de la planta parásita.

Fig. 5. Infestación por plantas parásitas.

Insectos barrenadores. Insectos que se alimentan de la madera de los árboles, provocando daños en su estructura de soporte.

Los **síntomas** que se expresan son: la copa del árbol puede manifestar clorosis y muerte de ramas; si los ataques son consecutivos o severos, provoca la muerte descendente del hospedante.

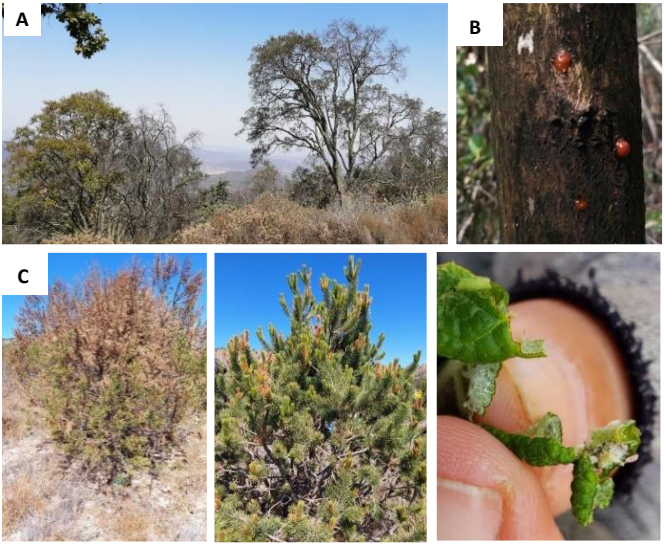


Fig. 6. Síntomas: A. Muerte descendente. B. Presencia de exudados en el tronco. C. Clorosis en las hojas. D) cambio de coloración en las hojas. E) Deformación de hojas.

Los **signos** que se manifiestan son la presencia de manchas oscuras y orificios ovalados o circulares sobre el fuste resultado de la entrada del insecto, aserrín resultante de su alimentación, así como la presencia de insectos adultos, larvas y galerías.

Fig. 7. Signos de afectación por insectos barrenadores.

Insectos chupadores. Son insectos que se alimentan de las hojas, brotes y ramas, para succionar los nutrientes, debilitando a su hospedero.

Los **síntomas** que se expresan es la decoloración del follaje, manchas en las hojas.

Los **signos** que se manifiestan son deformación de hojas, presencia de insectos en las acículas o ramas.

Fig. 8. Presencia del insecto chupador en las ramas del hospedero.

Enfermedades. Se refiere a los daños ocasionados por patógenos (hongos, virus, bacterias o fitoplasmas) en los ecosistemas forestales del país. Algunas de las especies detectadas e identificadas como de importancia forestal, son las siguientes: Cancros-foliares (*Fusarium circinatum*, *Sphaeropsis sapinea*, *Lophodermium sp.*), Royas (*Cronartium quercuum*), Pudrición de raíz (*Phytophthora cinnamomi*), Marchitamiento (*Ceratocystis sp.*).

Figura 9. Presencia de *Phytophthora cinnamomi*

Figura 10. Presencia de *Fusarium circinatum*

4.2. Etapas del Diagnóstico Fitosanitario

Para determinar la causa del problema se realiza el diagnóstico fitosanitario que considera los siguientes aspectos:

1. **Conocimiento del hospedante.** Consiste en diferenciar el aspecto sano o enfermo del hospedante analizado; es común que algunos árboles tengan moteados en las hojas o en alguna época del año cambien de coloración o presenten defoliación. Para ello es importante definir cómo es visualmente una especie forestal sana.

2. **Análisis del individuo.** Consiste en la identificación de los signos y síntomas presentes, los cuales estarían causando el daño. Se deberán revisar las estructuras anatómicas de los árboles (flores, frutos, hojas, semillas, brotes, yemas, ramas, fuste, raíz) para detectar signos y síntomas de la afectación. Así también se deberá analizar el entorno, por ejemplo evidencias en el suelo.

3. **Identificación de patrones**. Una vez determinado que el aspecto del hospedante es anormal. Se procederá a identificar de forma visual cómo se presentan los daños, si estos se presentan en manchones, de forma generalizada o distribuidos de forma individual, lo que permitirá tener una noción del comportamiento del daño.

4. **Determinación de la causa**. Con la información obtenida en los puntos anteriores, se deberá

analizar el conjunto de síntomas y signos encontrados, para identificar la causa del problema y la especie de la plaga.

En caso de que se desconozca el daño asociado, se procederá a tomar la(s) muestra(s) de insectos, hongos, material vegetal para su procesamiento en laboratorio y determinar la especie de plaga presente.

Para realizar la adecuada colecta de ejemplares o partes vegetativas hay que considerar lo siguiente:

- Revisión general de los daños.
- Realizar inspecciones detalladas de la parte afectada para la obtención de las plagas (observar el comportamiento) y patógenos (observar si hay presencia de daños y/o estructuras).
- Tomar fotografías de lo observado (general y específico).

5. Procesamiento de los datos obtenidos del monitoreo terrestre

La siguiente apartado está diseñado para procesar los datos obtenidos en campo durante el monitoreo terrestre de sanidad forestal, para esto se contempla trabajar con el programa QGIS debido a que es un software libre al que todos pueden acceder.

5.1. Descargar transecto (track), puntos o polígono generado en campo

Lo primero es descargar la información geográfica tomada en campo, es decir, los transectos, puntos y polígonos generados. Esto va a depender de la aplicación móvil o herramienta (gps) utilizada en campo para tal efecto.

5.2. Procesamiento de los datos descargados

Lo primero es descargar la información geográfica tomada en campo, es decir
Si son puntos: seleccionar en caja de herramientas la opción “puntos a ruta” (track). (Figura 6).

Si es track o una vez convertidos los puntos: Exportar y guardar en coordenadas UTM, seleccionar según la longitud, para este ejemplo se trabajará con Durango, por lo que le corresponde la zona 13N. (Figura 11 y 12).

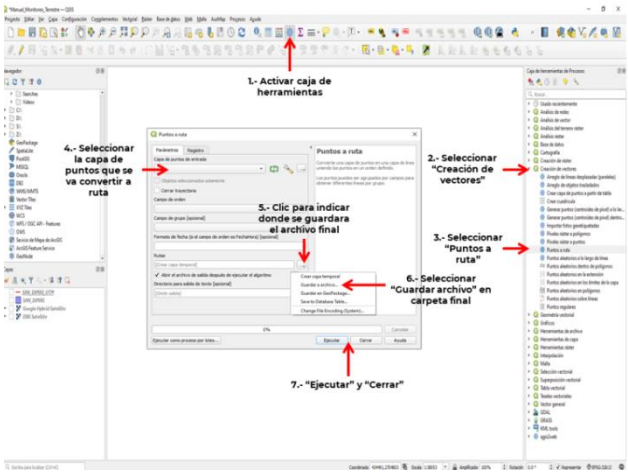


Figura. 11. Proceso de guardado de la ruta o track para poder hacer uso del sistema métrico en la posterior creación del buffer.

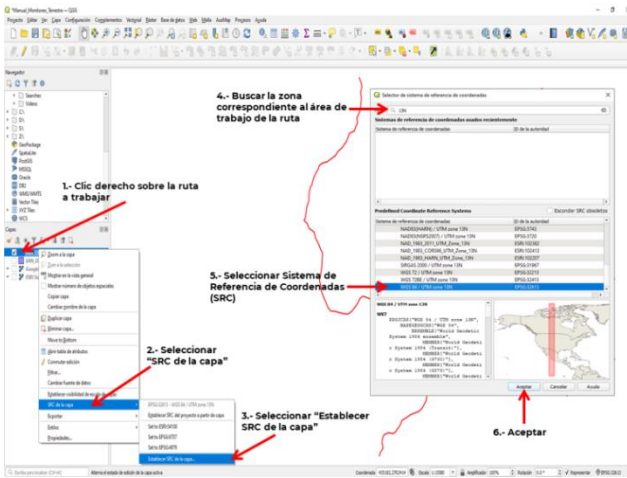


Figura. 12. Proceso de guardado de la ruta o track para poder hacer uso del sistema métrico en la posterior creación del buffer.

Si se trabajó directamente un polígono en campo pasar directamente al punto 5.3

5.3. Creación de buffer

En esta serie de pasos es importante recurrir a los apuntes y referencias registradas durante el monitoreo en campo, como son los siguientes puntos:

Distancia aproximada a la que era posible visualizar la vegetación, es decir en zonas densas, la distancia será menor que en áreas dispersas.

Zonas en las que hubo mayor visibilidad y en las que se realizó monitoreo como miradores, puntos elevados y vegetación menos densa (en este caso se recomienda tomar un punto en el sistema de geolocalización que usemos y/o una fotografía, en ambos casos tomar nota

en campo de la distancia aproximada a la que se puede visualizar, aprovechar referencias como laderas, formaciones rocosas, claros, etc.).

5.3.1. Proceso

En el programa de *QGis* Ir a vectorial -> Geoproceso -> Buffer, o en su caso buscar esta herramienta en la "Caja de herramientas de proceso".

Para este ejemplo, se estimó una visibilidad de 14 m. (Imagen 13 y 14).

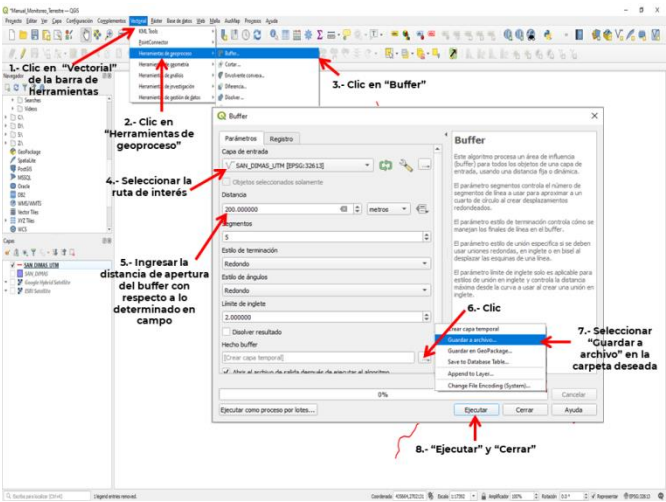


Figura. 13. Paso previo a la ejecución del buffer.

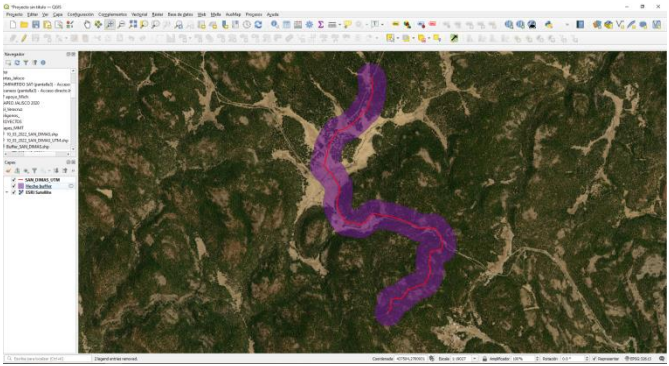


Figura. 14. Visualización de la imagen “hecho buffer”.

5.4. Manipulación de buffer o polígono con datos obtenidos en campo

Este paso no es indispensable si es que durante todo el recorrido se mantuvo la misma visibilidad; sin embargo, lo más común es que esto no suceda.

Una vez generado el buffer, se crea un polígono que consta de vértices los cuales son manipulables. Tomando en cuenta los datos obtenidos en campo, vamos a modificar algunos de los vértices para crear un polígono lo más acorde a la realidad posible y observada en campo.

Seleccionamos la capa nueva “Hecho buffer” -> Conmutar edición -> “Herramienta de vértices” y procedemos a manipular o crear vértices nuevos en nuestro shapefile. (Figura 15).

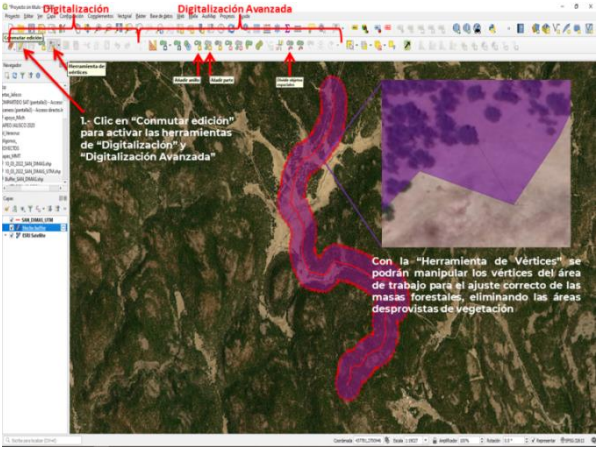


Figura. 15. Visualización de los vértices que conforman el polígono, una vez activada la herramienta de vértices.

Hay cuatro formas básicas de modificar los vértices:

-Eliminación: damos clic izquierdo en el vértice y oprimimos la tecla Suprimir.

-Desplazar: damos clic izquierdo en el vértice y lo movemos a la ubicación requerida, dando clic izquierdo nuevamente.

-Creación de vértice nuevo: damos clic izquierdo en la “x” que aparece entre los vértices existentes y manipulamos, o podemos dar doble clic izquierdo en cualquier parte del segmento entre dos vértices y nos

permitirá manipular el nuevo vértice según requiramos.

-Desplazar segmento: podemos también dar un clic izquierdo sencillo en el segmento entre dos vértices y esto nos permitirá desplazar todo el segmento tomando como vértices fijos los ubicados a dos vértices de distancia.

Con estas opciones podremos modificar nuestro polígono usando como referencia los datos obtenidos en campo, “ensanchando” o “adelgazando” secciones del polígono según la visibilidad que hayamos tenido durante nuestro recorrido.

En el caso en que el polígono levantado en campo o creado partir del buffer, se detecten áreas sin cobertura vegetal, superficie agrícola estas se deberán excluir.

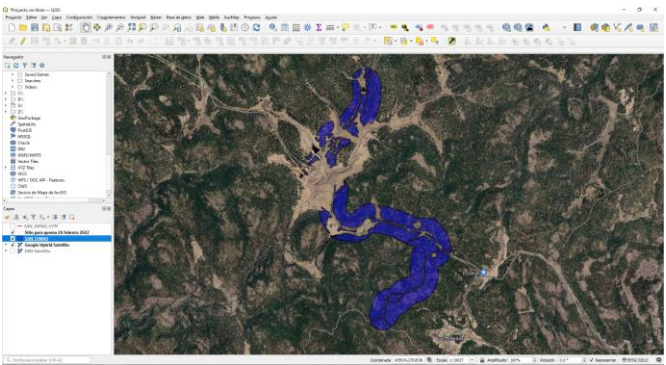


Figura. 16. Visualización de los vértices que conforman el polígono, una vez activada la herramienta de vértices.

5.5. Tabla de atributos del *shapefile*

Por último para crear la tabla de atributos, puede trabajarse directamente en la opción que se despliega al dar clic derecho en una capa llamada “Abrir tabla de atributos”. Sin embargo, para garantizar que se mantenga el orden de las columnas solicitado por la Gerencia de Sanidad Forestal, se recomienda la opción “Rehacer campos” ubicada en la caja de herramientas de procesos, en este caso todas deberán tratarse de columnas de texto a excepción de “SUPERFICIE” la cual debe crearse como número decimal y deberá calcularse en hectáreas con la fórmula $Area / 10000.

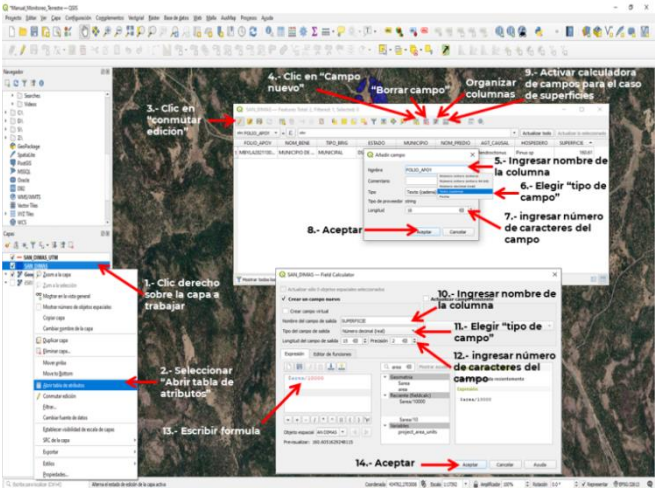


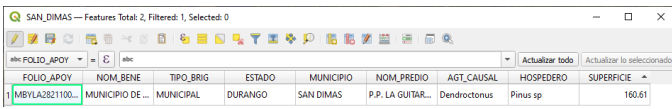
Figura. 17. Proceso para integración de la tabla de atributos de la superficie monitoreada.

La información que debe contener la tabla de atributos del archivo *shapefile* de monitoreo terrestre, está basado en el punto de "Superficie monitoreada", de la "**Guía vigente para la presentación de información tipo shapefile en sanidad forestal"** disponible en la plataforma del SIVICOFF: https://sivicoff.cnf.gob.mx/frmManuales.aspx

La tabla de atributos final deberá contener la siguiente información, si por alguna razón su archivo presenta múltiples filas, se puede usar la opción de herramientas de geoproceso llamada "disolver" y realizar el proceso nuevamente.

Es importante que después de cualquier modificación en los vértices se vuelva a actualizar la información correspondiente a la columna "SUPERFICIE".

Tabla 1. Ejemplo de tabla de atributos.


SAN_DIMAS — Features Total: 2, Filtered: 1, Selected: 0

abc FOLIO_APOY = abc Actualizar todo Actualizar lo seleccionado

	FOLIO_APOY	NOM_BENE	TIPO_BRIG	ESTADO	MUNICIPIO	NOM_PREDIO	AGT_CAUSAL	HOSPEDERO	SUPERFICIE
1	MBYLA2821100...	MUNICIPIO DE ...	MUNICIPAL	DURANGO	SAN DIMAS	P.P. LA GUITAR...	Dendroctonus	Pinus sp	160.61

6. ANEXOS

Anexo 1. Bitácora de Monitoreo Terrestre. Disponible en el SIVICOFF: https://sivicoff.cnf.gob.mx/frmManuales.aspx

Anexo 2. Formato CONAFOR-07-007-A de Aviso de la posible presencia de plagas o enfermedades forestales. Disponible en el SIVICOFF: https://sivicoff.cnf.gob.mx/frmReporteciudadano.aspx