

Protocolo de
**Monitoreo de
cambios de
coberturas de
la tierra**



Protocolo de

Monitoreo de cambios de coberturas de la tierra



Protocolo de monitoreo de cambios de coberturas de la tierra

Proyecto Agroforestería para la Conservación

AUTORES

The Nature Conservancy

Deissy Andrea Arango González

María Fernanda Ordóñez Castro

The Amazon Conservation Team Colombia

Alexis García

Edinson Lara

Sául Gutiérrez

Rafael Calderón

Ubency Cerquera

Pedro de Alejandría Jiménez

Gonzalo Gómez

Jhon Fredy Sabogal

Germán Laserna

Fundación Proterra

Fabio Andrés Zabala

Vanessa Ospina

Instituto Amazónico de

Investigaciones Científicas SINCHI

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

.Puntoaparte Bookvertising

Dirección de arte

Diego Cobos

Diseño y diagramación

Angélica Villate

Ilustración

Iván Cortés, Leonardo Sastre

Corrección de estilo

Alejandra Posso

ISBN: 978-958-52666-5-0

This Project is part of the International Climate Initiative (IKI). The German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, and Nuclear Safety (BMU) supports this initiative on the basis of a decision adopted by the German Bundestag.

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y divulgación de material contenido en este documento para fines educativos y otros fines comerciales sin previa autorización del titular de los derechos de autor. Siempre que se cite claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento para fines comerciales.

Cita de la obra:

The Nature Conservancy, Amazon Conservation Team. Protocolo de monitoreo de cambios de coberturas de la tierra. 2019. Colombia

No comercializable - Distribución gratuita

“**Agroforestería para la conservación**” es un proyecto implementado por The Nature Conservancy (TNC) y The Amazon Conservation Team Colombia (ACT), financiado por la Iniciativa Internacional del Clima (IKI) del Ministerio Federal de Ambiente de Alemania, que tiene como objetivo la implementación de sistemas agroforestales sostenibles como una estrategia para reducir la deforestación, contribuir a la restauración y conectividad de los bosques, mejorar la conservación de la biodiversidad y mitigar el cambio climático.

La implementación del proyecto con comunidades campesinas e indígenas del piedemonte y

la planicie amazónica del Caquetá ha generado valiosas lecciones aprendidas para lograr una agroforestería sostenible en la región.

Estos aprendizajes han sido compilados en una “Caja de herramientas de la Agroforestería para la Conservación”, diseñada especialmente para las instituciones locales, técnicos agropecuarios, productores y comunidades. Esperamos que sea un instrumento que les permita fortalecer sus capacidades para planear, implementar y monitorear sistemas agroforestales, contribuyendo a la consolidación de un paisaje amazónico sostenible.

María Fernanda Ordóñez Castro
The Nature Conservancy

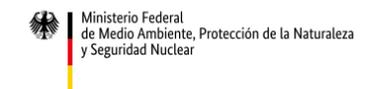
María Patricia Navarrete Serna
The Amazon Conservation Team



Implementado por:



Fomentado por el:



en virtud de una resolución del Parlamento de la República Federal de Alemania

Colaboradores de las veredas de los municipios de **Belén de los Andaquíes, San José del Fragua y Cartagena del Chairá**, en el proyecto **Agroforestería para la Conservación**

Abel Plazas

Albeiro Cañón

Alfonso Yucama

Alfonso Poveda

Alfredo Briñez

Alirio Celis

Alirio Sánchez

Alirio Guzmán

Álvaro Cantillo

Álvaro Quintero

Andrés Cuartas

Andrés Gutiérrez

Arbey Peralta

Arcesio Cali

Armando Polanía

Armando Calderón

Arnulfo Sánchez

Baudilio Endo

Blanca Luz Martínez

Carlos Julio García

Carlos Augusto Quintana

Carlos Antonio Hernández

Carlos Gallego

Carmelina Yunda

Daiber Quintero

Dimas Gil

Diocelina Pajoy

Dora Luz Enciso

Duberney Prado

Edgar Lombana

Edinson Ome

Edusmildo Ríos

Enrique Antonio Daza

Erika Andrea Cardona

Erley Silva

Hermila Cantillo

Espedito Plazas

Fabio Campiño

Félix Lozano

Fermín Briñez

Fernando Ortiz

Fernando Espinel

Ferney Oyola

Francisco Espinoza

Fredy Moreno

Gamaliel Gaviria

Gerardo Oviedo

Germán Rico

Gilma Hoyos

Gladys Loaiza

Gonzalo Gómez

Graciela Araos

Gregorio Rodríguez

Gustavo Torres

Hebert Serrezuela

Heber Jairo Hermida

Helid Lugo

Henry Plazas

Herminso Gómez

Horacio Calderón

Huber Yucuma

Idelin Alberto Pulido

Ismaelina Cometa

Israel Castillo

Jorge Martín Ramada

José Hernando Lugo

Juan de Jesús Sanabria

Luis Enrique Lozano

Luis Antonio Antury

Luis Jiménez

Manuel Díaz

Marcos Londoño

María Alisneila Pérez

María Jiménez

María Nidia Salazar

Maricel Idrobo

Miguel Ángel Cantillo

Milson Rojas

Nataly García

Nelson Cano

Nelson Osorio

Néstor Albeiro Palomo

Nubia Perdomo

Nury Cenaida Muñoz

Ofelia Vargas

Ofelia Soto

Olga Yamile Valbuena

Omar Ortiz

Orlando Silva

Ovidio Enciso

Pedro Piamba

Pedro Calderón

Rafael Calderón

Regelio Ortiz

Reymundo Cerquera

Ricardo Valenzuela

Riquelio Celis

Roberto Vega

Rosalba Soto

Rubén Mosquera

Rubiela Huaca

Rubiela Vega

Salvador Mancera

Uldarico Cruz

Uriel Cuartas

Wenceslado Prada

William Narváez

Yeison Ramírez

Yonatan Ocampo

Colaboradores de las comunidades indígenas en el proyecto Agroforestería para la conservación

CABILDO MAYOR ASOCIACIÓN TANDACHIRIDU INGANOKUNA

Carlos Enrique Cortés Jamioy
Gobernador Mayor

Faber Huaca Muñoz
Alcalde Mayor

Jair Salazar Jacanamejoy
Alguacil Mayor

Jhony Ferney Huaca Muñoz
Coordinador Plan de Vida

TAITAS ACOMPAÑANTES

José Alfredo Mojomboy Jojoa
Paulino Chindoy Yanagona

RESGUARDO YURAYACO

Dioselina Penagos
Gobernadora

Flora Maca
Rectora y Participante

Azael Delgado
Anciano Consejero y Participante

María Eudocia Jacanamejoy
Anciana Consejera y Participante

Natividad Mutumbajoy
Anciana Consejera y Participante

Brigida Jacanamejoy
Anciana Consejera y Participante

Evirley Mutumbajoy
Docente y Participante

RESGUARDO BRISAS

Asael Burgos Jacanamejoy
Gobernador

Genny Lorena Muchavisoy
Alcaldesa

Paola Andrea Becerra
Alguacila Mayor

Jhon Arbey Jacanamejoy
Alguacil Menor

Gonzalo Buesaquillo
Anciano Consejero

Eugenia Jacanamejoy
Participante

Laureano Jacanamejoy
Docente y Participante

Diana Buesaquillo
Participante

Francisco Buesaquillo
Participante

Eugenia Jacanamejoy
Participante

Angélica Burgos
Participante

Mamerto Chindoy
Participante

RESGUARDO SAN MIGUEL

Sonia Rocío Burgos Mutumbajoy
Gobernadora (2020)

María Antonia Mutumbajoy
Anciana Consejera y gobernadora (2019)

María Ermila Huaca
Alcaldesa

Willian Ortiz Muchavisoy
Alguacil

Isabel Jacanamejoy
Participante

Ricardo Hoyos
Anciano Consejero

Alfonso Mutumbajoy
Anciano Consejero

Alvaro Mutumbajoy
Anciano Consejero

Carlos Díaz Cenon
Participante

Hernán Jacanamejoy
Participante

Fabian Ortiz
Participante

Reinerio Huaca
Participante

Willian Ortiz
Participante

Luis Arturo Huaca
Participante

Gustavo Obregón
Participante

Arley Díaz
Participante

James Martus
Participante

Ever Acero
Participante

Esneider Delgado
Participante

RESGUARDO NIÑERAS

Eliberto Camacho
Gobernador (2020)

Fanny Jael Jamioy
Gobernadora (2019)

José Orjuela
Alcalde

Luis Alejandro Garcés
Alguacil

Manuel Yanagona
Secretario y Participante

Camilo Camacho
Participante

María Fenith Garces
Participante

Blanca Parra Chindoy
Participante

Everardo Rentería
Participante

Carlos Eduardo Yela
Participante

Olga Lucía Jamioy
Participante

Bernarda Becerra
Participante

Jhon Fredy Garcés
Docente y participante

RESGUARDO CUZUMBE AGUA BLANCA

Edwar Fabian Leyton
Gobernador y Participante

Diana Gutiérrez Becerra
Alcaldesa

Herminia López
Anciana Consejera y Participante

Luz Emérita Becerra
Docente y Participante

Antonio Yanagona
Participante

Edwar Fabian Yanagona
Participante

Sebastián Rueda
Participante

Capítulo 01

pág.

- | | |
|-----------|---|
| 11 | Presentación |
| 12 | Coberturas de la tierra y componentes |
| 12 | 1. ¿Qué es un mapa de Cobertura de la tierra? |
| 13 | 2. ¿Cómo se puede determinar la cobertura de la tierra? |
| 14 | 3. ¿Cómo se clasifican las coberturas de la tierra? |
| 15 | 4. ¿Cuál es la diferencia entre coberturas de la tierra y usos de la tierra? |

pág.

Capítulo 02

- | | |
|-----------|--|
| 16 | Importancia del monitoreo de coberturas de la tierra |
| 16 | 5. ¿Por qué es importante monitorear la cobertura de la tierra? |
| 18 | 6. ¿Cómo se relaciona la Línea base y el cambio de coberturas en un proceso de monitoreo? |
| 20 | 7. ¿Cuál es la relación entre las Coberturas de la tierra y la planificación territorial? |
- # Capítulo 03
- | | |
|-----------|---|
| 22 | Monitoreo de coberturas de la tierra en predios campesinos y territorios extensos o colectivos |
|-----------|---|

Presentación



Uno de los principales objetivos del proyecto hizo énfasis en el reconocimiento y comprensión de los cambios ocurridos en los predios campesinos y los Resguardos Indígenas. De esta manera, se diseñó una ruta metodológica para monitorear las coberturas de la tierra, la cual permitió evaluar los cambios que se dieron en el territorio y evidenciar los impactos de las acciones implementadas.

A continuación, se encuentra una guía práctica que, a través de una serie de preguntas y pasos necesarios, permite orientar al lector en la planeación e implementación de moni-

toreos de coberturas, profundizando en algunos de los elementos para evaluar cambios que se presenten en predios campesinos o territorios indígenas que implementan acciones en pro de la conservación y/o recuperación de los bosques.

Si bien el monitoreo de coberturas implica ciertas herramientas y conocimientos técnicos, el propósito de esta guía es proporcionar bases para que cualquier actor local y/o institucional pueda replicar actividades de monitoreo como estrategias para la autogestión, organización y empoderamiento comunitario y territorial.

“ ”

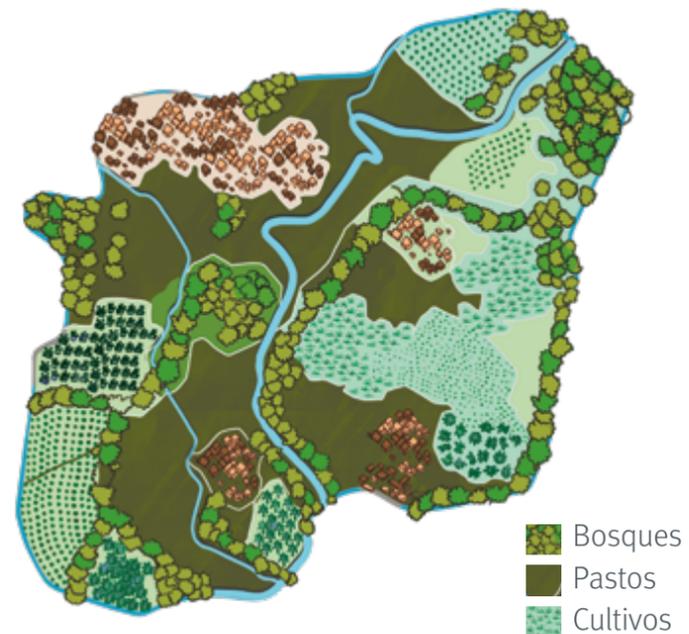
De esta manera, se diseñó una ruta metodológica para monitorear las coberturas de la tierra, la cual permitió evaluar los cambios que se dieron en el territorio y evidenciar los impactos de las acciones implementadas.

Capítulo 01 Coberturas de la tierra y componentes

1

¿Qué es un mapa de Cobertura de la tierra?

Un mapa de Cobertura de la tierra es una representación plana de lo que cubre una superficie de un territorio, por ejemplo, pastos para ganado, bosques, cultivos, infraestructura urbana, lagos, ríos etc.



2

¿Cómo se pueden establecer las Coberturas de la tierra?

Para identificar las coberturas de la tierra, se pueden combinar distintos métodos que dependen del propósito y recursos disponibles de cada proyecto. En la actualidad existen diversas herramientas tecnológicas que permiten llegar a resultados de distintas escalas, algunos de estos métodos de levantamiento de coberturas de la tierra se citan en la **Figura 1**.

Figura 1.
Métodos de levantamiento de coberturas de la tierra.



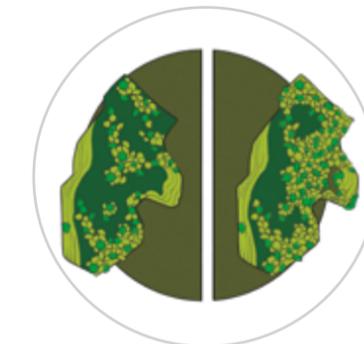
1.

INTERPRETACIÓN DE PRODUCTOS de sensores remotos (imágenes) como fotografías aéreas, imágenes satelitales o de radar, etcétera



2.

TRABAJO EN CAMPO respaldado con puntos georreferenciados (con coordenadas), acompañados de formularios



3.

ACTUALIZACIÓN DE MAPAS DE COBERTURA creados en períodos anteriores, resaltando los cambios ocurridos en el territorio

3

¿Cómo se clasifican las coberturas de la tierra?

Uno de los aspectos clave al momento de realizar el monitoreo de coberturas es el método para codificar, nombrar y describir las clases de cobertura presentes en un área. Para esto se utiliza una **leyenda de clasificación**, la cual busca estandarizar la información de las coberturas de un territorio a nivel de paisaje. En Colombia, desde 2010 se adaptó la leyenda de clasificación **CORINE Land Cover - CLC¹**, con el fin de establecer un sistema de clasificación que permitiera generar información comparable. De esta manera, si se está haciendo una descripción de las coberturas en los municipios de Belén de los Andaquíes de Caquetá y de Sincelejo de Sucre, al citar que se tienen pastos

ÍCONO	COBERTURAS	ÍCONO	COBERTURAS
	BOSQUES		TIERRAS DESNUDAS O DEGRADADAS
	PASTOS		ZONAS QUEMADAS
	CULTIVOS		ÁREAS HÚMEDAS
	VEGETACIÓN EN TRANSICIÓN		SUPERFICIE DE AGUA
	TERRITORIOS ARTIFICIALES		AFLORAMIENTOS ROCOSOS

Tabla 1. Coberturas principales para el proyecto.

enmalezados, las personas se imaginan algo similar.

En la **Tabla 1** se muestra un ejemplo de los tipos de coberturas de la tierra utilizados para el proyecto Agroforestería para la Conservación. Para mayor detalle ir al enlace al final del documento.

1. IDEAM, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72p.



Figura 2. Cultivo de cacao usado para la comercialización de productos alimenticios.

4

¿Cuál es la diferencia entre coberturas de la tierra y usos de la tierra?

El uso de la tierra se relaciona con las actividades humanas o las funciones de una cobertura de la tierra (**Figura 3**), por

ejemplo, una cobertura de bosque puede ser usada para conservación y así mismo para la extracción de madera y alimentación de sus pobladores, o un cultivo de castaño de monte puede proporcionar alimento a la población o materias primas para la industria cosmética.

Capítulo 02

Importancia del monitoreo de coberturas de la tierra

5

¿Por qué es importante monitorear la cobertura de la tierra?

El propósito del monitoreo es identificar el estado de un territorio en una fecha determinada, y describir si

después de cierto tiempo o evento, se presentó algún cambio en este mismo lugar.

Así mismo, los mapas de cobertura obtenidos del monitoreo son un insumo fundamental para hacer el seguimiento al cumplimiento de acuerdos de conservación, generar análisis entre diferentes actores y otras variables que permiten responder preguntas sobre la fragmentación de ecosistemas y el hábitat de especies, las reservas de carbono y el ciclo de nutrientes, la evaluación de procesos de degradación y transfor-

mación del paisaje, aproximaciones sobre recursos hídricos, ejercicios de conectividad vial entre centros poblados, entre muchas otras.

Por otra parte, dentro del proyecto de Agroforestería para la Conservación, los mapas de cobertura fueron usados bajo la premisa de que al manejarse ciertas coberturas de la tierra como el bosque, la vegetación secundaria y otros, se pueden: **EVITAR** emisiones² de carbono y permitir su captura y **MANTENER** la riqueza de especies³ y las poblaciones que allí habitan.

“ ”

El monitoreo de coberturas es un instrumento significativo para procesos de ordenamiento territorial, el establecimiento de acciones coordinadas y la toma de decisiones en la gestión integral y sostenible del territorio por parte de comunidades locales, instituciones y técnicos.

Figura 3. Mapa del monitoreo de cambios en cultivos, silvopastoriles y cercas vivas de un mismo predio en diferentes años.

- Este componente se desarrolla en el “Protocolo para la estimación y el monitoreo del carbono en coberturas forestales y no forestales de Colombia”.
- Este componente se desarrolla en el protocolo de monitoreo de biodiversidad.

MAPA DE COBERTURAS DEL AÑO 2018



MAPA DE COBERTURAS DEL AÑO 2028



6

¿Cómo se relaciona la línea base y el cambio de coberturas en un proceso de monitoreo?

Como se dijo anteriormente, realizar un monitoreo de la cobertura de la tierra permite identificar aspectos del estado de un territorio en un período de tiempo determinado. Es por esto que al momento de realizar un monitoreo en un proyecto se requieren mínimo dos fases: **1. Línea base que permite evaluar el estado actual del área, antes de iniciar el proyecto, y 2. Cambios ocurridos que se realizan al finalizar el proyecto para identificar variaciones**

durante su duración. El número de fases requeridas en un proyecto dependerá de las necesidades de información, los recursos disponibles, la escala de estudio y la duración de este. El monitoreo de los cambios permite evaluar si las acciones implementadas fueron positivas o negativas con relación al objetivo del proyecto; por ejemplo, si este era mantener la cobertura boscosa, al final se debe evidenciar que se mantuvo a lo largo del tiempo.

“ ”

El número de fases requeridas en un proyecto dependerá de las necesidades de información, los recursos disponibles, la escala de estudio y la duración estimada.



7

¿Cuál es la relación entre las coberturas de la tierra y la planificación territorial?⁴

Teniendo en cuenta que el propósito de la planificación territorial es analizar el estado actual del territorio y tomar decisiones para mejorarlo a lo largo del tiempo, tener mapas de cobertura de la tierra permite a las comunidades reconocer las condiciones en las que se encuentra su territorio, para dar una aproximación en cuanto a lugares donde se concentran las actividades agropecuarias, aquellos con relictos de bosque que aún permanecen y la ubicación específica de caseríos y centros poblados. De este modo, los mapas son un insumo clave para tomar decisiones en torno a la proyección y planeación de un lugar, pues permite una visión amplia del territorio.

Así mismo, teniendo información de carácter biofísico (como la aptitud de los suelos, el clima y la vegetación) y socioeconómico (como la población, actividades, ins-

tituciones) se pueden trazar posibles escenarios futuros del territorio sobre los mapas de coberturas, permitiendo identificar las áreas que requieran esfuerzos de organización, diseño y planificación con el fin de respaldar el bienestar de los habitantes, la sostenibilidad de los ecosistemas y los servicios que proveen a las comunidades. Por ejemplo, con los mapas de cobertura de una región podemos planear el área que ocupará la expansión de la zona urbana y establecer, de manera colectiva, lugares que deben ser protegidos para garantizar beneficios que provee la naturaleza, como agua potable, lugares apropiados para nuevas zonas de cultivo o zonas para la construcción de nuevas vías de transporte.

Las estrategias de los diferentes instrumentos de planificación nacionales y regionales apuntan a temas de cambio climático, biodiversidad, crecimiento económi-



Figura 4.
Diálogos de la comunidad sobre el futuro del bosque en la vereda.

co, etcétera, y requieren de insumos basados en el ejercicio de monitoreo de coberturas de la tierra para tener una visión actual del territorio y su proyección dentro de los planes de desarrollo que van dirigidos al bienestar humano, al mantenimiento de los ecosistemas y sus servicios. Ante estas características, su inclusión a nivel regional y municipal dentro de

la toma de decisiones son vitales para las metas nacionales de conservación y crecimiento.

4. Este tema es abordado en la guía “Conceptos, pautas y criterios para la integración participativa de la dimensión ambiental en la gestión territorial”.

“ ”

Los mapas son un insumo clave para tomar decisiones en torno a la proyección y planeación de un lugar, pues permite una visión amplia del territorio.

Capítulo 03

Monitoreo de coberturas de la tierra en predios campesinos y territorios extensos o colectivos

A continuación, se describen los pasos necesarios para realizar el monitoreo de coberturas en predios y áreas más amplias (por ejemplo, resguardos indígenas), como guía práctica para su desarrollo en diversos contextos.

Los pasos presentados surgen de la experiencia aplicada en el proyecto **Agroforestería para la conservación**, el cual tuvo como objetivo evitar la deforestación a través del fortalecimiento de capacidades en el manejo de los recursos naturales y la implementación de prácticas productivas sostenibles por parte de actores

locales, regionales y nacionales, que toman decisiones sobre el territorio.

En este capítulo se presentan una serie de protocolos para la elaboración del monitoreo en predios campesinos, en los cuales la verificación de las coberturas se realiza en visitas por cada finca, y para resguardos, donde por la amplia extensión se debe realizar la verificación por medio de otras actividades. No obstante, para ambos casos la presentación de resultados y la socialización puede seguir los mismos pasos que se indican en este capítulo.



Figura 5.
Ejercicio de identificación de las coberturas de la tierra en una finca.

A continuación se presenta el protocolo general para el monitoreo de coberturas en predios (Figura 6):



1. ETAPA PREVIA AL MONITOREO DE COBERTURAS

- Socialización del proyecto
- Identificación de familias
- Construcción de planes prediales
- Obtención de los linderos del predio

2. PREPARACIÓN DE MATERIAL EN OFICINA

- Generación de las bases de datos
- Pre-interpretación de coberturas
- Generación de GeoPdf para Avenza Maps
- Elaboración del formulario en dispositivo móvil de captura
- Preparativos logísticos para ir a campo

3. VISITA AL PREDIO

- Conversación con la familia
- Visualización inicial de la imagen satelital
- Recorrido al predio con representante de la familia
- Cierre de la visita

4. GENERACIÓN DE RESULTADOS

- Descarga de información
- Ajuste de polígonos en el SIG
- Elaboración de la tabla de atributos en el SIG
- Revisión temática, topológica y de consistencia lógica
- Generación de estadísticas, mapas y documentos

5. EVALUACIÓN DE CAMBIOS AL FINALIZAR EL PROYECTO

- Preparación en oficina previa a visita de evaluación
- Visita de campo
- Revisión y ajuste de la información en el SIG
- Evaluación de cambios y generación de documentos

6. SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS

- Socialización y retroalimentación de los resultados

Figura 6. Protocolo general para el monitoreo de coberturas a nivel predial.

Procedimiento No 1. Pasos previos al monitoreo de coberturas

Con unos objetivos plenamente definidos dentro del proyecto y la participación del equipo técnico y la comunidad, este procedimiento consiste en la socialización del proyecto, lo que permite que las comunidades lo conozcan y resuelvan sus dudas. Esta etapa consiste en:

- **IDENTIFICAR** las familias que estarán involucradas en el monitoreo.
- **CONSTRUIR LOS PLANES PREDIALES⁵ JUNTO CON LAS FAMILIAS.** Estos consisten en identificar el panorama actual de la finca e imaginarla en el futuro teniendo en cuenta aspectos productivos, de conservación y manejo (plantación de árboles, aislamiento de nacimientos de agua, rotación de potreros, cultivos permanentes, etc.), capacitaciones y asistencia técnica.
- **LA OBTENCIÓN DE LOS LÍMITES DEL PREDIO** es fundamental, esta actividad puede ser previa a la visita a campo o durante la visita, puede venir de algunas bases de datos como el IGAC u obtenerse directamente de las visitas a los predios, a través de GPS*. En todo caso, siempre debe ser confirmado con el representante del predio.

* GPS: geoposicionador satelital

En la Figura 7 se puede observar el esquema de los pasos propuestos:

Figura 7.
Pasos realizados en el procedimiento previo al monitoreo de coberturas.



5. Para una mejor descripción del proceso se recomienda leer la “Guía Práctica de Planificación Participativa del Uso del Suelo Rural Municipal”.



Identificación de coberturas a través de geofotos

Procedimiento No 2. Preparación del material en oficina

La preparación de material en la oficina es uno de los pasos previos a la visita al predio y consiste en la planeación de la salida a campo, que se lleva a cabo en oficina con la participación de varias personas dependiendo de su rol(es) y perfil(es), tales como quien conoce el terreno, quien tiene los contactos, quien ha hecho la socialización con las familias, quien irá directamente a campo, quienes son los coordinadores de recursos, etcétera. Muchas de estas tareas pueden recaer en una sola persona, esto dependerá de las condiciones y recursos del proyecto, y es importante contar con un técnico con conocimientos en sistemas de información geográfica (SIG), quien será el encargado de manipular la información, las bases de datos geográficos y realice la cartografía para llevar a campo pre-interpretación.

En todo caso, la planeación de la salida a campo debe ser minuciosa con el fin de no poner en riesgo la visita, a sus ejecutores y/o a los recursos disponibles. En la **Figura 8** se puede observar el esquema de los pasos propuestos:

Figura 8.
Pasos realizados para el procedimiento de preparación del material en oficina.



* Avenza Maps Pro: aplicación para coleccionar datos en campo de la que se hablará más adelante

En este procedimiento se pueden realizar actividades como:

1. Revisión de cartografía e información previa del proyecto y/o de otras fuentes a distintas escalas, así como la revisión de imágenes satelitales disponibles tanto licenciadas como gratuitas, para realizar una pre-interpretación de la zona objetivo y observar las posibles coberturas que encontrará el técnico de campo.
2. Creación de los formularios que se utilizarán en campo.
3. Creación de cartografía para campo que incluya, en lo posible, una imagen satelital de fondo o cartografía previa, los límites de los predios, si se tienen, y caminos, drenajes, toponimia⁶ e información que pueda ayudar a ubicar al técnico de campo.

La preparación de la logística de la salida a campo con actividades como:

- Realizar las llamadas a los contactos pertinentes para no llegar como un extraño. Lo más importante es tener un ambiente de confianza con las familias, las veredas y su Juntas de Acción Comunal. Además esto puede ayudar con toda la logística del proceso.
- Identificar medios de transporte, acompañamiento a las fincas, alojamiento, provisión de alimentos, seguridad en la zona, estado del tiempo y los niveles de los ríos, materiales que se deben llevar a campo, entre otros.

Para más información, al final del documento se encuentra el enlace del documento que describe el protocolo de visitas de campo.

6. Se refiere a los nombres que pueden tener algunos lugares que destacan en la cartografía.



Algunos recursos útiles para realizar el monitoreo de coberturas de la tierra

De acuerdo con el tipo de proyecto, presupuesto, escala, recursos, etcétera, se recomienda que el equipo de trabajo evalúe la conveniencia de utilizar las siguientes herramientas tecnológicas para mejorar el trabajo en términos de tiempo, calidad y automatización:

1

IMÁGENES SATELITALES DE ALTA RESOLUCIÓN

Se refiere a aquellas imágenes que permiten diferenciar distintos tipos de cobertura a un buen detalle (escalas 1:6000 y superiores), por ejemplo, World view 02 y 03 e imágenes GeoEye-1⁷. Existen fuentes liberadas que también pueden ser útiles pero tienen limitaciones de escala o temporalidad como por ejemplo imágenes en Google Earth⁸ y/o Bing Maps⁹. Actualmente existen varios portales en donde se pueden adquirir imágenes libres, tales como USGS Earth Explorer¹⁰ o ESA (Agencia Espacial Europea)¹¹.

2

PROGRAMAS PARA DESARROLLAR SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

En estos se lee la base de datos geográfica, por ejemplo, de los linderos de los predios, quebradas, ríos, veredas, coberturas, etc. Además, en estos programas es posible delinear y delimitar los polígonos para posteriormente asignar la clasificación de coberturas propuesta para el proyecto. Así mismo, permiten la generación de mapas en distintos formatos como GeoPDF, JPEG, etcétera, que se imprimen en papel o se introducen en un dispositivo móvil de captura (DMC) o tableta. Algunos ejemplos de estos programas son Arc Map¹², QGIS¹³, y gvSIG¹⁴, los dos últimos se caracterizan por ser libres.

3

FORMULARIOS DISPONIBLES EN DISPOSITIVOS MÓVILES DE CAPTURA (DMC)

A través de aplicaciones como Geographical Open Data Kit¹⁵ (GeoODK) para Android, Avenza Maps¹⁶, Collector¹⁷, etcétera, se puede georreferenciar los datos tomados en los formularios, la cual se puede acompañar con el uso de dispositivos de geoposicionamiento satelital (GPS) para mejorar la toma de coordenadas en predios. De no contar con estas herramientas, existe la opción de utilizar formularios impresos en donde se puede abarcar temas como el nombre del propietario y del predio, el tipo de dominio, la ubicación, el código único, las coberturas actuales, los usos de cada cobertura y su respectiva área, el año de establecimiento, la cobertura anterior, fecha de visita, además de contar con opciones para fotografía y firma (ver Figura 9. Ejemplo de formulario del proyecto Agroforestería para la Conservación.)

Procedimiento No 3. Pasos necesarios para la verificación de coberturas durante la visita al predio

La visita al predio es el momento de verificar lo que nos ha mostrado la imagen satelital o cartografía previa en la pre-interpretación. Es un paso fundamental que debe ser realizado con precaución, ya que los recursos dedicados a esta labor son altos. Los momentos más importantes de este paso se muestran en la **Figura 10**, pero se recomienda seguir el protocolo para visitas de campo (**Tabla 2**). Es importante resolver todas las dudas que la familia y/o representante tengan.

En la **Figura 10** se puede observar el esquema de los pasos propuestos.

Figura 10.
Pasos realizados en el procedimiento de verificación de coberturas durante la visita al predio.



Tabla 2.
Pasos del protocolo para visitas en campo y verificación de coberturas.

1. Introducción (en la casa)	2. Reconocimiento de la imagen por parte del propietario o representante de la familia (en la casa)	3. Recorrido por la finca	4. Cierre
<p>1. PRESENTACIÓN a cargo del promotor, técnico, investigador o encuestador.</p> <p>2. EXPLICAR:</p> <ul style="list-style-type: none"> El objetivo del proyecto. Cuál es el papel del campesino en el proyecto. Qué instituciones participan. Municipios donde está el programa. <p>3. EXPLICAR qué es una cobertura y sus cambios en el tiempo (dar un ejemplo: la foto de hoy y la de hace 10 años).</p>	<p>1. UBICACIÓN EN EL MAPA: reconocimiento de las diferentes áreas.</p> <p>2. EXPLICACIÓN de la imagen y las líneas de pre-interpretación dentro del mapa.</p> <p>3. PREGUNTARLE AL PROPIETARIO si hay implementaciones por parte de diferentes organizaciones y/o otros proyectos (corredores, agroforestales, silvopastoriles, plantación forestal, cultivos, etc.). Anotarlas y validarlas durante el recorrido.</p> <p>4. RECONOCIMIENTO de polígonos con el propietario.</p> <p>5. PREPARAR EL RECORRIDO, por ejemplo, a donde se irá primero y cómo será el movimiento dentro del predio.</p>	<p>1. TOMA DE PUNTOS DE VERIFICACIÓN de todas las coberturas dentro o fuera usando GPS y verificando la recepción de satélites (mínimo 5 metros de precisión).</p> <p>2. AJUSTE DE POLÍGONOS. Conforme el recorrido se da en la finca se dibujan y ajustan los polígonos en el mapa, asociándolos a una cobertura y sus usos correspondientes.</p> <p>3. VERIFICACIÓN DE ACTUACIONES O IMPLEMENTACIONES. Para las franjas lineales se toman puntos con GPS al inicio, intermedios (según se requiera) y al final, tomando nota del ancho de la franja en metros. En la tabla de atributos ponerlas así: "intervención y la descripción".</p> <p>4. PARA LA DEFINICIÓN DEL USO: se pone el uso de la cobertura actual.</p> <p>5. PARA LAS COBERTURAS QUE NO ESTÁN PRE-INTERPRETADAS, tomar mínimo 4 puntos para las que son regulares y para las irregulares, los puntos que sean necesarios.</p>	<p>1. HABLAR SOBRE PRÓXIMOS PASOS: si habrá monitoreo posterior, fecha o período posible para ver cambios en el predio y si ha habido implementaciones.</p> <p>2. PREGUNTAR si hay dudas por parte del representante y/o familia, y aclarar las que se sienta cómodo respondiendo; si el técnico no está seguro es mejor no especular, ser sincero y responder que lo consultará con los coordinadores del proyecto.</p> <p>3. AGRADECIMIENTO Y DESPEDIDA.</p> <p>4. SE ACONSEJA LLEVAR ALGÚN MATERIAL IMPRESO sobre el proyecto para que la gente tenga algún documento que les permita recordarlo.</p>

Procedimiento No 4. Generación de resultados

Para este momento del proyecto es importante que se cuente con conocimientos previos en sistemas de información geográfica (SIG) o personal calificado para la generación de los resultados, la consolidación de bases de datos espaciales producto de la pre-interpretación y la visita al predio en el SIG. Esta labor incluye ajustes en formas de los polígonos y en la tabla de atributos (ver enlaces al final documento), la revisión de la consistencia de la información (temática¹⁹, topológica²⁰ y lógica²¹) y la generación de informes, estadísticas, mapas y documentos.

En la **Figura 11** se puede observar el esquema de los pasos propuestos.

Figura 11.
Pasos realizados en el procedimiento de generación de resultados.



19. Correcta clasificación o codificación de polígonos con la leyenda que se tiene propuesta.

20. Se refiere a la geometría entre polígonos en la que no debe haber espacios, ni superposición, entre otras.

21. Se refiere al diligenciamiento de la tabla de atributos en cuanto a clasificación, espacios vacíos, conservación de jerarquía, etcétera.

Procedimiento No 5. Evaluación de cambios en las coberturas para distintas etapas del proyecto y/o al finalizarlo

Como se ha dicho anteriormente, la evaluación de cambios al finalizar el proyecto o en etapas intermedias parte de la base de datos geográfica construida en la línea base, la cual depende del tipo de proyecto y de los recursos disponibles. Con esto en mente se sugieren varias alternativas:

- La interpretación visual de imágenes satelitales recientes de alta resolución para notar los cambios desde la línea base o fase anterior en programas de Sistemas de Información Geográfica.
- La actualización de los mapas a partir de visitas de campo a los predios, donde los cambios son georreferenciados y acompañados de un formulario, de ser necesario.
- La combinación de ambas alternativas.

En la Figura 12 se puede observar el esquema de los pasos propuestos.

Figura 12. Pasos realizados en el procedimiento de Evaluación de los cambios de coberturas en distintas etapas del proyecto y/o al finalizarlo.



Se deben hacer los ajustes de los polígonos en el SIG y se registran todas las modificaciones ocurridas comparando los momentos: antes, durante y después del proyecto, de tal forma que queden registrados cambios como pérdida de bosque, ganancia de rastrojo, nuevos cultivos o cercas vivas, etc. Finalmente, se generan mapas, documentos y estadísticas correspondientes para valorar comparativamente la transformación en las Coberturas de la Tierra y evaluar el impacto en los predios o áreas que hacen parte del proyecto.

“ ”

La evaluación de cambios al finalizar el proyecto o en etapas intermedias parte de la base de datos geográfica construida en la línea base.

Procedimiento No 6. de Socialización de resultados

La comunicación es primordial para el conocimiento de los resultados durante y al final del proyecto, para que en lo posible sean apropiados y entendidos por toda la comunidad, gobiernos, academia, etcétera. Así mismo, permite transmitir información e intercambiar ideas.

Los resultados pueden presentarse de múltiples formas, lo importante es poder resaltar las diferencias entre períodos, el seguimiento a acuerdos de conservación y la

22. Este componente se desarrolla en el “Protocolo para la estimación y el monitoreo del carbono en coberturas forestales y no forestales de Colombia”.

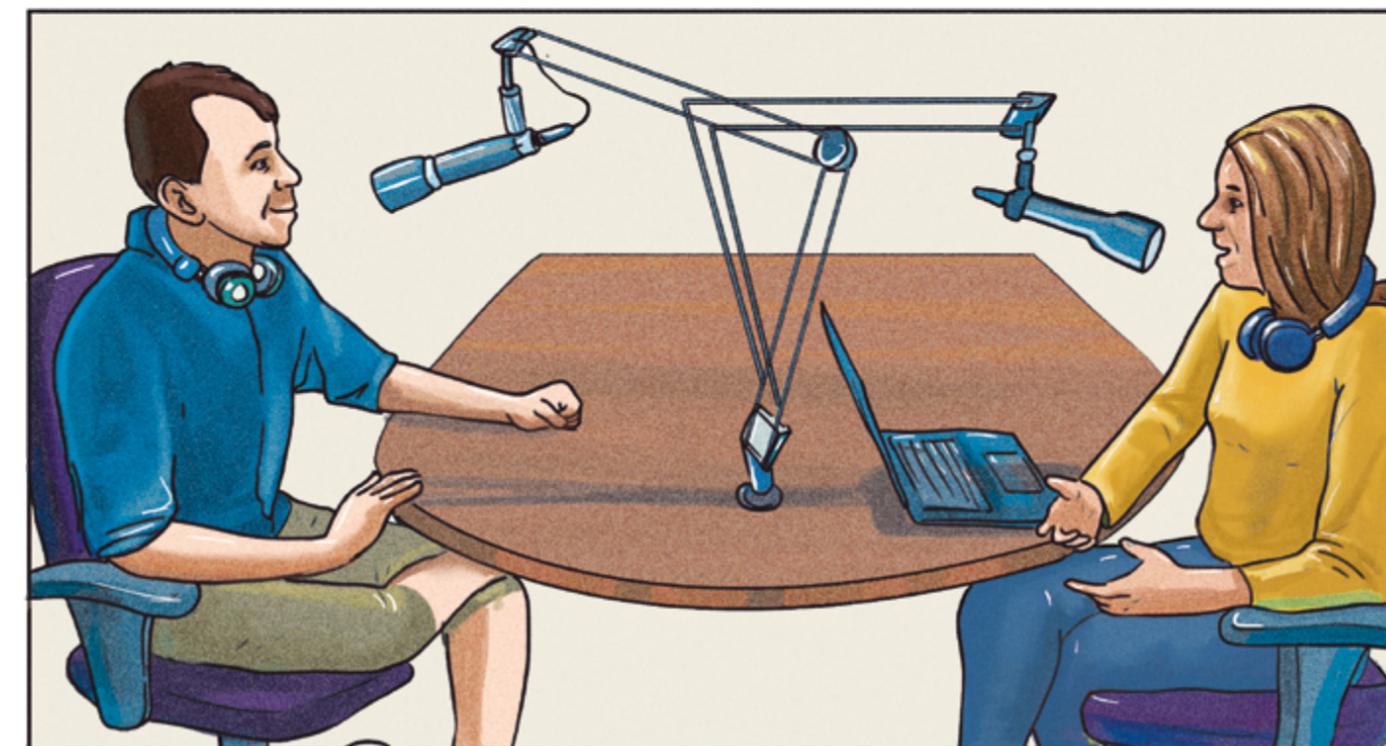
23. Este componente se desarrolla en el Protocolo de monitoreo de Biodiversidad.

creación de indicadores tales como porcentaje de disminución de bosque y porcentaje de aumento de cultivos entre períodos.

Así mismo, es importante evaluar las relaciones de estos resultados con otras temáticas del ordenamiento territorial con inferencias como: que la continuidad de un bosque y su manejo evitará emisiones de carbono y permitirá su captura²², que el agua para el acueducto de una zona se garantice, así como mantener el hábitat de especies²³ y las poblaciones que allí se encuentran, que continúen los procesos de polinización, que las personas continúen beneficiándose de los bienes y servicios de la naturaleza, que la nueva vía tuvo un impacto en la urbanización en sus alrededores, etcétera.

“ ”

Este tipo de deducciones permitirán a los interesados entender el paisaje como un todo e inferir que la cobertura de la tierra puede ser una aproximación de su estado.



Pasos necesarios para la verificación y monitoreo de coberturas de la tierra en áreas extensas: Caso Resguardos Indígenas

El desarrollo del monitoreo para territorios extensos es similar al predial, que se describe en los procedimientos previos. Sin embargo, al ser territorios colectivos y extensos hay algunos aspectos que se evalúan de forma diferente:

- Las actividades de monitoreo de coberturas de la tierra no se realizan a nivel de predio sino a nivel de Resguardo. Por esta razón, la interpretación automatizada²⁴ en imágenes de baja escala y visual de imágenes de alta resolución se hace en el área completa de cada resguardo, sin dividirlo en lotes familiares con programas de Sistemas de Información Geográfica.

- Dados los recursos disponibles, la visita de verificación en campo se realiza en algunos puntos de los resguardos que generan duda de la interpretación previa. Además, miembros de la comunidad pueden ayudar a aclarar dudas sobre los tipos de cobertura en lugares lejanos o de difícil acceso, gracias al trabajo en un mapa impreso producto de la pre-interpretación.
- Debe evaluarse si es necesario diligenciar formularios que pueden alojarse en DMC o ser impresos. Se recomienda al menos contar con un GPS como herramienta principal para la verificación en campo.
- Los mapas, documentos y las estadísticas correspondientes son generadas a nivel del Resguardo Indígena.

En la Figura 13 es posible observar el método general para resguardos indígenas

24. Se refiere a procesos en los que a través de distintos programas informáticos se realiza una interpretación de las coberturas contenidas en productos de sensores remotos, tales como imágenes satelitales, y que cuenta con una baja participación del ser humano. Sus resultados pueden contener errores que deben ser sorteados por el intérprete.

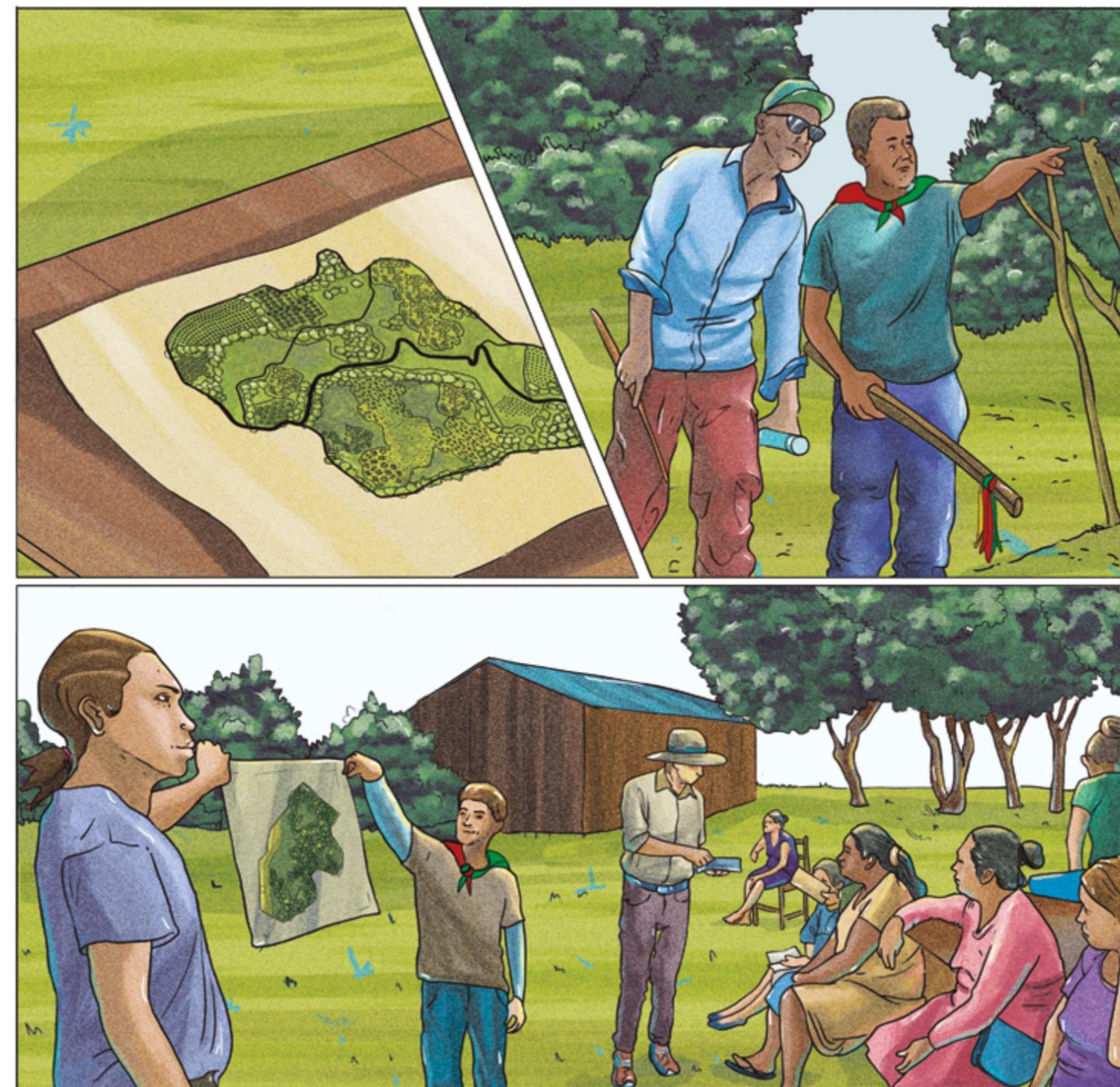


Figura 13. Pasos llevados a cabo para procedimiento del monitoreo de coberturas de la tierra en resguardos indígenas.



Capacitación a la comunidad

Enlaces de interés



AGENCIA ESPACIAL EUROPEA – ESA. COPERNICUS OPEN ACCESS HUB

<https://scihub.copernicus.eu/>



ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE - ESRI. ARCGIS SOFTWARE

www.esri.com



AVENZA SYSTEMS INC. AVENZA MAPS PRO APLICACIÓN (APP) LIBRE Y LICENCIADA, LEER TÉRMINOS

<https://www.avenzamaps.com/>



GEOODK, APLICACIÓN (APP) DE LIBRE ACCESO SOPORTADA POR GEO-MARVEL.

<http://geoodk.com/>



BING MAPS. MICROSOFT

<http://www.bing.com/maps>



GOOGLE EARTH. GOOGLE LLC.

<https://www.google.com/intl/es/earth/>

IDEAM, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72p.



SERVICIO GEOLÓGICO DE LOS ESTADOS UNIDOS - USGS. EARTH EXPLORER.

<https://earthexplorer.usgs.gov/>



QGIS DEVELOPMENT TEAM. QGIS GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM. OPEN SOURCE GEOSPATIAL FOUNDATION. PROGRAMA DE LIBRE ACCESO. LICENCIA PÚBLICA GENERAL (GNU). PROJECT.

<http://qgis.osgeo.org>

Link de anexos



Encuentra este documento en su versión web en:





Protocolo de

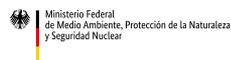
Monitoreo de cambios de coberturas de la tierra



Implementado por:



Fomentado por el:



en virtud de una resolución del Parlamento de la República Federal de Alemania

Con el apoyo de:

