



PROTOCOLO PARA EL LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN DE CAMPO DENTRO DEL PROYECTO MOCUPP

Heileen Aguilar/ Christian Vargas/Iván Ávila/Cornelia Miller/David Romero

**Consejo Nacional de Rectores (CONARE)
Centro Nacional de Alta Tecnología (CENAT)
Laboratorio PRIAS**

**Protocolo para el levantamiento de la información de campo
dentro del proyecto MOCUPP**

Autores

**Heileen Aguilar Arias
Christian Vargas Bolaños
Iván Ávila Pérez
Cornelia Miller Granados
David Romero Badilla**

Revisión y aprobación

Cornelia Miller Granados, Directora Laboratorio PRIAS

Mayo 2022, San José, Costa Rica

333.951.6
P967p

Protocolo para el levantamiento de la información de campo dentro del proyecto MOCUPP
[Recurso electrónico] / Heileen Aguilar Arias, [et al.]. -- Datos electrónicos (1 archivo :
1.892 kb). -- San José, C.R. : CONARE - CENAT, 2022.

ISBN 978-9977-77-455-8
Formato pdf, 36 páginas.

1. PROYECTO MOCUPP. 2. METODOLOGÍA. 4. PROTÓCOLOS. 5. COSTA
RICA. I. Aguilar Arias, Heileen. II. Vargas Bolaños, Christian. III. Ávila Pérez, Iván. IV. Mi-
ller Granados, Cornelia. V. Romero Badilla, David. VI. Título.

LRD



Agradecimiento

Los autores agradecen la colaboración de los colegas Catalina Arguedas González, investigadora en el desarrollo del paisaje productivo de piña, Yerlin Vargas Solano investigadora en el desarrollo del paisaje productivo de palma aceitera, Brandon Blanco Arias y Yorleny Calvo Elizondo investigadores en el desarrollo del paisaje productivo de pastos por la retroalimentación y aporte técnico brindado en el desarrollo de este documento.

Contenido

I.	Prólogo.....	4
II.	RESEÑA PROYECTO MOCUPP.....	5
III.	INTRODUCCIÓN.....	7
IV.	DEFINICIONES.....	8
V.	PROTOCOLO DE CAMPO PARA LA PLANIFICACIÓN DE GIRAS Y COLECTA DE INFORMACIÓN DE PAISAJES PRODUCTIVOS DEL PROYECTO MOCUPP.....	10
4.1.	DELIMITACION DE LAS AREAS PARA EL LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACION DE CAMPO	11
4.2.	PLANIFICACION DE LAS RUTAS PARA EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACION DE CAMPO	13
5.2.1	Selección de los sitios de interés.....	13
4.3.	PLANIFICACION DEL DESPLIEGUE DE LA GIRA DE CAMPO.....	20
4.3.1.	Procesos administrativos.....	20
4.3.2.	Preparación de los equipos	20
4.3.3.	Preparación del material impreso	20
4.4.	LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACION DE CAMPO	21
4.4.1.	Descripción de los elementos del formulario:	23
4.4.2.	Trabajo de campo.....	24
4.5.	PROCESAMIENTO DE LOS DATOS COLECTADOS.....	29
VI.	REFERENCIAS.....	31
VII.	ANEXO I.....	32
VIII.	ANEXO II.....	34

I. PRÓLOGO

El proyecto MOCUPP ha sido desarrollado en su fase técnica desde el Laboratorio PRIAS, en donde se han levantado las bases de conocimiento para la generación de datos geoespaciales publicables en el Sistema Nacional de Información Territorial de Costa Rica (SNIT). En la búsqueda continua de la excelencia, desde la visión de PRIAS se han elaborado una serie de guías, protocolos, manuales e informes que exponen el trabajo realizado y brindan al lector un resumen de los principales hallazgos y pasos a seguir para replicar la herramienta.

En este documento, el lector encontrará la información más actualizada sobre el procedimiento aplicado para el levantamiento de datos de campo en el MOCUPP. En las primeras páginas se expone una reseña del proyecto y una breve introducción, seguidamente las definiciones desarrolladas para el proyecto. Luego, la serie de pasos que definen el levantamiento de datos para el MOCUPP.

Este documento incluye el equipo utilizado, las fórmulas empleadas y los formularios de campo aplicados; así como, los roles de cada funcionario, con el objetivo de disponer de la guía completa para replicar este método en cualquier proyecto de índole similar.

Se espera que este protocolo sea una guía para establecer y guiar el levantamiento de datos de campo a futuro en otros proyectos y que pueda dirigir los esfuerzos a coleccionar información precisa para el posterior uso en procesamientos geoespaciales.

II. RESEÑA PROYECTO MOCUPP

El alcance de una economía social y ambientalmente sostenible, se ha convertido en una de las principales preocupaciones dentro de las agendas políticas de gran cantidad de naciones alrededor del mundo y en uno de los temas más importantes abordados dentro de cumbres, tratados y foros internacionales.

Como parte de esta tendencia, países como Costa Rica, se han comprometido a incrementar su cobertura forestal de un 52% a un 60% al año 2030 y a ser una de las primeras economías libres de huella de carbono al año 2050 (Troya, 2019).

Para la consecución de estos objetivos, resulta primordial una priorización de las inversiones, así como de los diferentes campos de acción. Un elemento fundamental en este aspecto, corresponde al acceso a datos espaciales que faciliten la obtención de una visión rápida de la realidad y que optimicen el proceso de toma de decisiones (Sasa y Acuña 2021).

De esta forma, entre los años 2011 y 2015, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) a través de su Programa Green Commodities, planteó iniciativas como el Proyecto Monitoreo de Cambio de Uso en Paisajes Productivos (MOCUPP), el cual se perfiló como una herramienta innovadora de apoyo a la gestión del territorio, que, mediante el uso de tecnología satelital, facilite el monitoreo de cambios en el uso de la tierra y el análisis de los procesos de deforestación asociados a la dinámica agrícola en el país.

Actualmente, el MOCUPP es el componente 1 del Proyecto: “Conservando la biodiversidad a través de la gestión sostenible en los paisajes de producción en Costa Rica (Proyecto Paisajes Productivos)”, liderado por el Gobierno de la República y financiado con recursos del Fondo Medio Ambiente Mundial (GEF).

Es al mismo tiempo, un proyecto de articulación institucional ya que además de la labor del PNUD como socio implementador, cuenta con la participación de tres entidades principales: el Laboratorio PRIAS del Centro Nacional de Alta Tecnología (CeNAT), la Dirección del Registro Inmobiliario (DRI) del Registro Nacional y el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Asimismo, asimismo, el Centro Nacional de Información Geoambiental (CENIGA) funge como enlace para la distribución de los datos en el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

El MOCUPP se vincula de igual manera, con el Sistema de Monitoreo de Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE) creado en el año 2015 por medio de la directriz ministerial del Ministro de Ambiente DM-417-201, ya que operativamente comparten la misma geodatabase y son sistemas que se retroalimentan, pues la información más detallada del MOCUPP puede ser comparada y verificada con los datos a escala nacional generados por el SIMOCUTE (PNUD, 2015).

La herramienta es considerada como una estrategia de bajo costo, que se basa en el uso de imágenes satelitales gratuitas para el monitoreo anual de tres tipos de paisajes productivos: piña, palma aceitera y pastos; así como el estudio paralelo de los procesos de regeneración y pérdida de cobertura arbórea, asociados al desarrollo de dichos paisajes. Asimismo, al generar información actualizada y de forma rápida, permite al usuario descargar y tener acceso a los archivos vectoriales elaborados dentro del proyecto.

Los datos generados por el proyecto, son difundidos de forma gratuita por el Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) y son considerados como información de carácter e interés público debido a que forma parte de documentos “que integran el patrimonio científico y cultural de la nación, por tratarse de información sobre un derecho humano de incidencia colectiva como lo es el ambiente; además, por recaer sobre bienes ambientales de dominio público” (PNUD, 2015, p.10).

El MOCUPP propicia igualmente, la creación de espacios que favorecen la participación activa de representantes de distintos ámbitos de la sociedad (economía, ambiente y academia) no sólo en la mejora continua de la herramienta, sino también en la toma de decisiones de vigilancia y protección de los recursos naturales.

III. INTRODUCCIÓN

La planificación es una de las fases previas más relevantes para el desarrollo de un proyecto, de ella depende en gran medida el éxito de la iniciativa planteada y el manejo eficiente de los recursos económicos y humanos disponibles.

Este mismo principio, puede ser aplicado a múltiples áreas de acción, entre ellas, los estudios relacionados con las Observaciones de la Tierra y la generación de cartografía. Chuvieco (2010) menciona en referencia a la elaboración de mapas que: "... la fase de entrenamiento constituye la columna vertebral de la clasificación numérica..." (p.387); por lo anterior, es de suma importancia incorporar protocolos que ayuden a planificar la obtención de información en campo, información que deberá ser aprovechable durante las fases de entrenamiento en procesos de clasificación de imágenes satelitales.

De esta forma, el uso de sensores remotos es factible para la generación de mapas de cobertura y uso del suelo, siempre y cuando se considere el trabajo de campo como una de las etapas imprescindibles dentro del flujo de trabajo general, ello con el propósito de reducir la incertidumbre en el resultado final de los productos y de ampliar el campo de visión para el investigador, al complementar la perspectiva aérea con la perspectiva a nivel del terreno.

Así, la planificación previa del método para toma de datos en campo y la colecta de información para el monitoreo de paisajes, es esencial también debido al impacto que conlleva hacer un despliegue de personal, la adquisición del equipo y la movilización hacia los sitios de muestreo.

Considerando lo anterior, el proyecto MOCUPP combina el uso de la tecnología satelital y sensores remotos, con un fuerte trabajo de campo, lo cual valida con alto porcentaje de confianza la dinámica agrícola presente en los distintos paisajes productivos analizados. Esta metodología tiene un alto impacto a escala nacional con posibilidades de ser reproducida a nivel mundial. A continuación, el siguiente documento contempla los procedimientos necesarios para el levantamiento de la información de campo en el sistema de monitoreo de los paisajes productivos MOCUPP.

IV. DEFINICIONES

Paisaje productivo de piña: áreas dedicadas al cultivo intensivo de *Annanas* sp. Se incluyen todos aquellos espacios e infraestructura inherentes al paisaje productivo que no puedan ser discriminados a una escala de 1:10000, utilizando un pixel de 10x10 metros, por ejemplo: caminos internos, drenajes, áreas de retiro, exclusión y almacenamiento, entre otros. Se considera una Unidad Mínima Cartografiada (UMC) de 0,5 ha.

Paisaje productivo de palma aceitera: áreas dedicadas al cultivo intensivo de *Elaeis guineensis*. Se incluyen todos aquellos espacios e infraestructura inherentes al paisaje productivo que no puedan ser discriminados a una escala de 1:10000, utilizando un pixel de 10x10 metros, por ejemplo: caminos internos y drenajes, entre otros. Se considera una Unidad Mínima Cartografiada (UMC) de 0,5 ha.

Paisaje productivo de pastos: áreas cubiertas por pastos naturales o establecidos, dedicadas al pastoreo y/o corta de forraje. La cobertura de copa de árboles, arbustos o palmas no conforma un dosel y es inferior al 70% del área de pastos de los segmentos analizados. Se incluyen todos aquellos espacios e infraestructura inherentes al paisaje productivo que no puedan ser discriminados a una escala de 1:10000, utilizando un pixel de 10x10 metros, por ejemplo: cercas vivas, caminos internos, entre otros. Se considera una Unidad Mínima Cartografiada (UMC) de 0,5 ha.

Paisaje de cobertura arbórea: Comprende las áreas naturales, seminaturales o plantadas, constituidas principalmente por elementos arbóreos o arbustivos (especies nativas o exóticas) identificables a una escala de 1:10000, utilizando un pixel de 10x10 metros. Con una superficie mínima de 0,5 ha (UMC) cubierta por un dosel abierto o cerrado mayor o igual al 70% del área. Incluye: bosque en todas sus sucesiones, manglar, páramo y plantación forestal. Se incorporan, además, yolillales y bambusales debido a que, por la escala y resolución utilizadas, estas coberturas se asemejan a elementos arbóreos o arbustivos.

Otros usos: comprende todos aquellos usos no monitoreados por el proyecto MOCUPP.

Puntos de campo: corresponde a la totalidad de puntos colectados de muestreo, de monitoreo y de revisión.

Puntos de muestreo: corresponde al punto nuevo que se mide en el sitio de la gira y que corresponde a la cobertura observada en el momento de la captura del dato.

Puntos de monitoreo: corresponde a los puntos que se capturan en campo y que corresponden a puntos sobre polígonos de los paisajes productivos ya existentes en las capas del año anterior.

Puntos de revisión: corresponde a los puntos ubicados durante el proceso de clasificación y digitalización de los paisajes productivos y que el investigador del Laboratorio PRIAS identificó como de importancia para verificación en campo.

LULC: de acuerdo al uso de metodologías internacionales para efectos de este proyecto Land Use Land Cover, cobertura y uso del suelo observado en campo de acuerdo a las categorías que evalúa este proyecto: piña, palma, pastos, cobertura arbórea y otros usos.

V. PROTOCOLO DE CAMPO PARA LA PLANIFICACIÓN DE GIRAS Y COLECTA DE INFORMACIÓN DE PAISAJES PRODUCTIVOS DEL PROYECTO MOCUPP

El presente protocolo contempla las acciones necesarias para coleccionar la información de campo básica para el monitoreo de paisajes productivos asociados a palma aceitera, piña, pastos y cobertura arbórea.

Mediante las pautas establecidas en este documento, se pretende estandarizar los procedimientos de monitoreo y maximizar los resultados obtenidos durante el trabajo de campo. No obstante, es importante aclarar, que los pasos acá descritos podrían variar para la colecta de puntos de líneas base de otros cultivos.

El flujo de trabajo planteado consta de cinco principales etapas que se señalan en la **Figura 1**.



Figura 1. Flujo de trabajo para el levantamiento de información de campo dentro del MOCUPP, Año 2020.

4.1. DELIMITACION DE LAS AREAS PARA EL LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACION DE CAMPO

Para la planificación del trabajo de campo y el levantamiento de la información, se han establecido seis regiones de trabajo basadas en la delimitación de regiones citadas en la Reforma N° 9.501 al Decreto Ejecutivo N° 7.944-P del 26 de enero de 1978, la cual define la “División Regional del Territorio de Costa Rica” para efectos de investigación y planificación del desarrollo socioeconómico.

Para fines del proyecto se efectuó una unificación de las tres subregiones que componen la Región Central (Central Oriental, Occidental y Sur) (**Figura 2**).

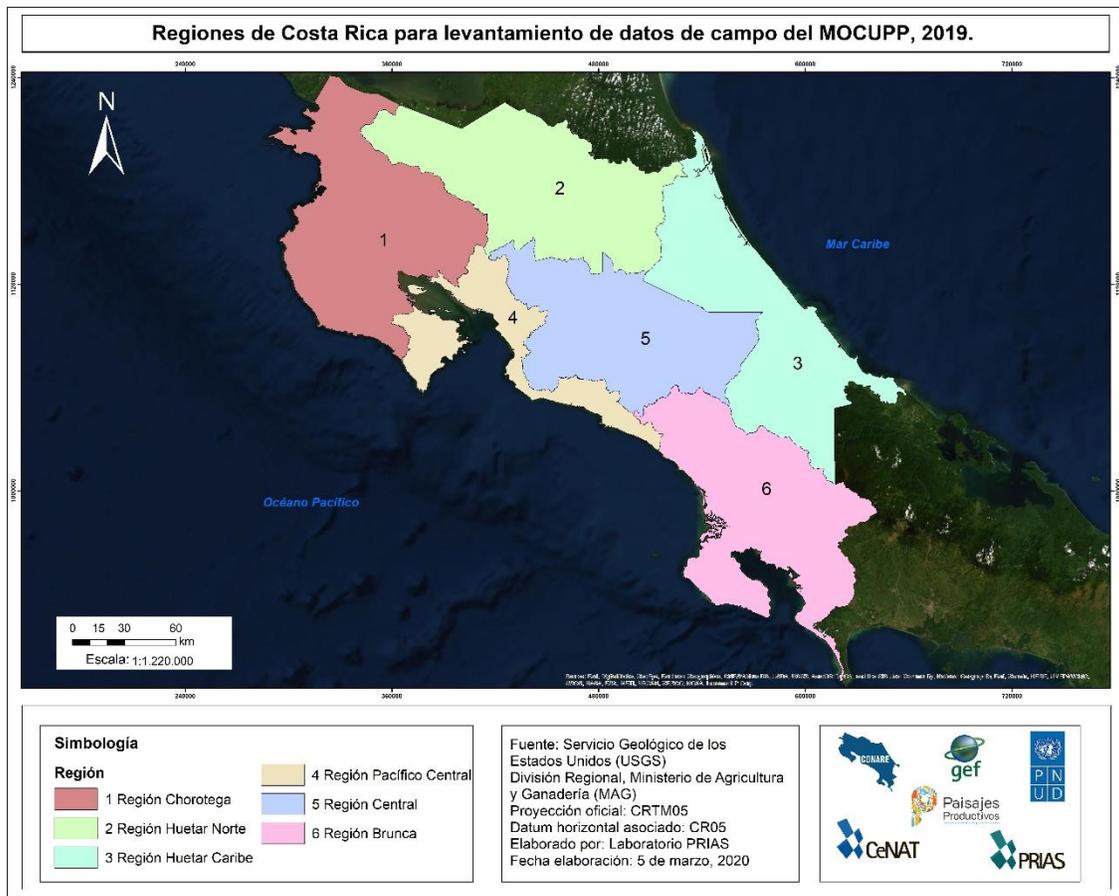


Figura 2. Regiones para el levantamiento de datos de campo del Proyecto MOCUPP. Año 2020.

A continuación, se especifican los paisajes productivos a monitorear por cada una de las regiones:

- Región Chorotega: dentro de esta región se monitorea el paisaje productivo de pastos.
- Región Huetar Norte: esta región cuenta con los paisajes productivos de pastos, piña y palma aceitera.
- Región Huetar Caribe: se encuentran los paisajes productivos de pastos, piña y palma aceitera.
- Región Pacífico: cuenta con los paisajes productivos de piña, palma aceitera y pastos.
- Región Central: en esta región se hayan los paisajes productivos de palma aceitera y pastos.
- Región Brunca: se ubican los paisajes productivos de piña, palma aceitera y pastos.

Además, con el fin de obtener el producto asociado a la detección de cambios de la cobertura arbórea asociada a los paisajes productivos del MOCUPP, se incluye para todas las regiones en estudio, el monitoreo de la cobertura arbórea colindante o cercana a las áreas de cultivo.

4.2. PLANIFICACION DE LAS RUTAS PARA EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACION DE CAMPO

4.2.1 Selección de los sitios de interés

Esta fase consta de una serie de procedimientos, entre ellos:

a. Cálculo del tamaño de la muestra

Para el cálculo de la cantidad de puntos de campo a medir, se utilizará la fórmula para calcular el tamaño de la muestra cuando se desconoce el tamaño de la población, la cual viene dado por la siguiente fórmula:

$$n = \frac{z^2 pq}{L}$$

Donde:

- n= tamaño de la muestra
- z= nivel de probabilidad
- p= porcentaje estimado de aciertos
- q= el porcentaje de errores $((1-p) * 100)$
- L= el nivel permitido de error

Para el caso de MOCUPP esta información se trabaja de la siguiente manera:

- n= valor del total de puntos que requiero para validar
- z= valor de z para la probabilidad de 95%
- p= porcentaje del área de la clase
- q= $1-p*100$
- L= el error permitido definido para el proyecto 10%

De esta forma, para obtener el porcentaje de la clase se utilizan los datos de cantidad de área por región de cada uno de los usos y coberturas monitoreados por MOCUPP. En caso de la cobertura forestal se utilizan los datos del Inventario Forestal Nacional 2013 disponible en el Atlas Digital de Costa Rica 2014.

En el punto d, se amplía la definición de todos los puntos de campo.

b. Introducción de información en el servicio de Google Maps.

Las capas disponibles en formato ESRI shapefile (SHP) generadas por el MOCUPP (piña, palma y pastos), se transforman a un archivo nativo de Google Earth de tipo Keyhole Markup Language (KML) utilizando un Sistema de Información Geográfica (SIG) (de acceso libre o bajo licencia), posteriormente se cargan en el servicio de Google My Maps a través de la opción “Añadir capa”; para tener acceso a este servicio se requiere únicamente de una cuenta de usuario de Google.

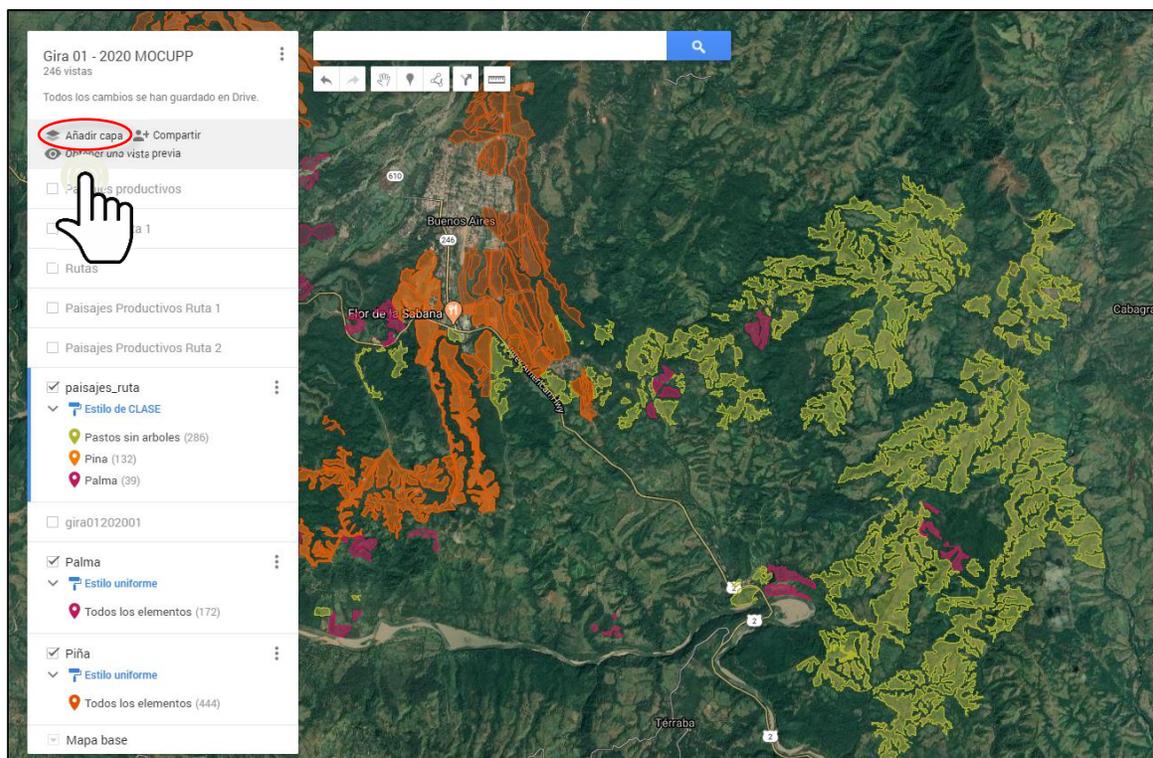


Figura 3. Ejemplo de capas cargadas en el servicio de Google My Maps, Año 2020.

Además de las capas del MOCUPP, se cargan para ser considerados en el trazado de la ruta, los puntos que hayan sido identificados previamente en procesos de clasificación o revisión, como áreas a verificar ya que muestran un comportamiento similar a los paisajes de estudio.

Los sitios de interés que formarán parte de la ruta, se definen haciendo una revisión de la presencia de los tres paisajes productivos con las capas en formato KML, colocadas sobre las imágenes base de Google. En las áreas donde se observa la presencia de estos tres paisajes, se colocan puntos sobre los caminos para alimentar los sitios a visitar en las rutas planificadas para cada día.

Igualmente, se añaden a esta plataforma, los puntos de monitoreo derivados de la aplicación de la fórmula descrita en el punto “a”.

c. Trazado de las rutas en Google My Maps

Las rutas se crean utilizando el comando “Añadir indicaciones” de My Maps, el cual puede visualizarse en la parte superior de la ventana que se despliega al abrir este servicio.



Figura 4. Opción para añadir indicaciones de rutas en el servicio de Google My Maps.

Con este comando, se crean rutas entre dos puntos de interés (uno como extremo inicial y otro como extremo final), pueden ingresarse tantos puntos como se desee a fin de generar múltiples tramos, dichos tramos conformarán parte de la ruta principal seguida por cada día de trabajo de campo; este paso permite garantizar y controlar el paso por la mayor cantidad posible de sitios a monitorear/verificar, así como estimar el tiempo de recorrido entre un punto y otro, lo que facilita el cálculo del número de puntos y cantidad de kilómetros que pueden recorrerse por día.

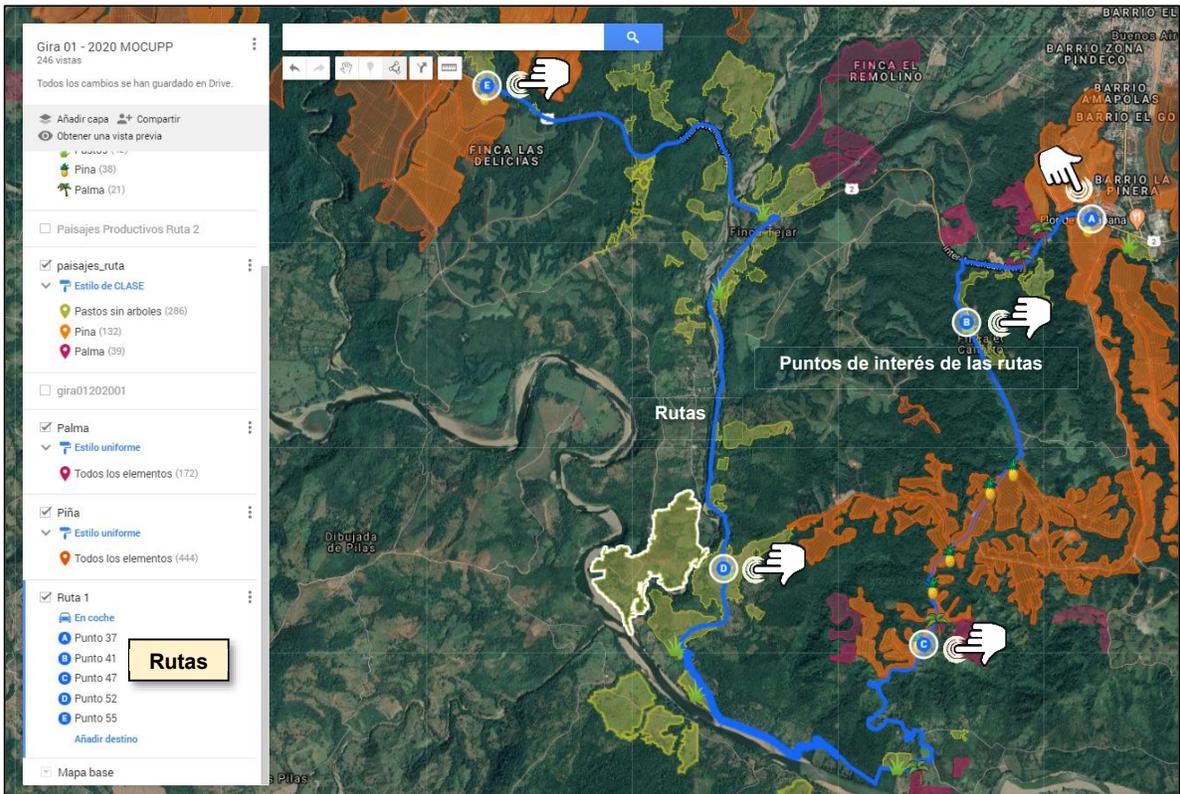


Figura 5. Diseño de rutas en el servicio de Google My Maps.

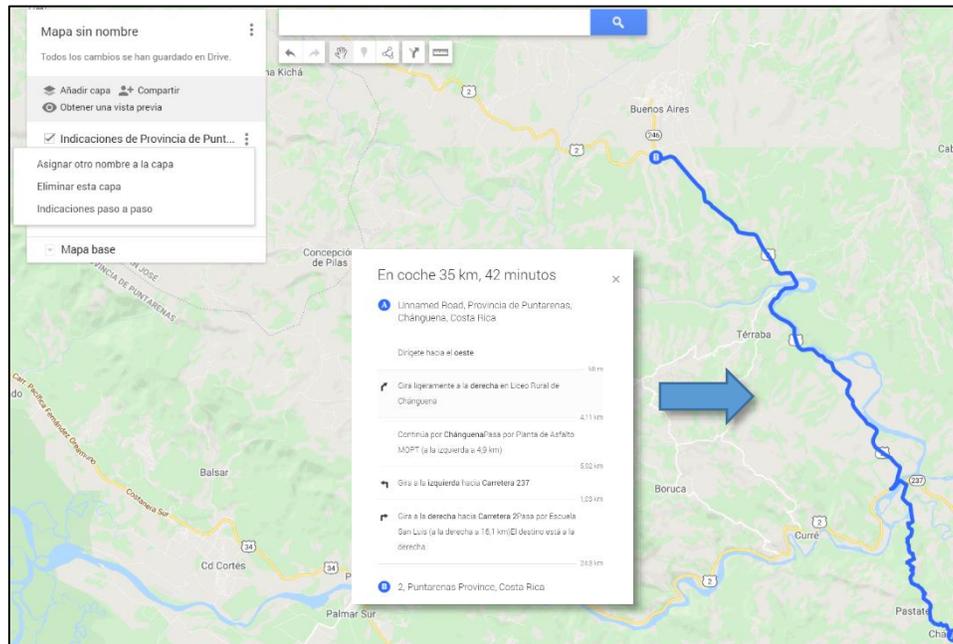


Figura 6. Cálculo de distancias y tiempos de duración por rutas. Google My Maps.

Seguidamente, estas rutas se descargan como un archivo tipo KML y se transforman a formato SHP en un SIG para poder ser editadas, utilizando de referencia las imágenes disponibles en la base de datos de imágenes de alta resolución del SIG utilizado, ya que algunos caminos transitables no son reconocidos por My Maps. Una vez editada, se procede a cargar la ruta definitiva en formato KML a la aplicación antes citada para su consulta durante el trabajo de campo.

Resulta importante que cada uno de los participantes de la gira descarguen en sus dispositivos móviles los mapas de las áreas de interés, con el propósito de evitar inconvenientes de navegación y visualización en zonas con poca cobertura de internet.

Cabe aclarar, que la planificación de las rutas se realizará teniendo en cuenta el paisaje productivo más difícil de identificar, es decir, aquel paisaje que pueda confundirse más fácilmente con otro tipo de coberturas.

d. Definición de los puntos de campo

Basado en la estimación del tamaño de la muestra en el punto a, se tiene el valor total de puntos necesarios para efectuar una validación posterior. Debido a ello, se ha definido según el criterio de los Investigadores del Laboratorio PRIAS, duplicar la muestra para que los puntos puedan ser utilizados también en la etapa de clasificación. Así mismo, en los casos en los que el tamaño de la muestra sea inferior a 30, se realizará un ajuste de la fórmula para igualar a este valor.

Los puntos de campo van a estar divididos en tres diferentes grupos:

- a. Puntos de monitoreo
- b. Puntos de muestreo
- c. Puntos de verificación

Puntos de monitoreo

Los puntos de monitoreo corresponden a los puntos que son verificados en campo a partir del valor del año anterior. Estos puntos son estimados en cantidad a partir de la fórmula del tamaño de la muestra visto en el punto a. Además, estos puntos son creados en oficina a partir de los valores de los polígonos existentes de los paisajes productivos monitoreados por MOCUPP.

Para definir el método de creación y registro de los datos se exponen los pasos descritos en el punto b.

Puntos de muestreo

Los puntos de muestreo corresponden a todos aquellos puntos nuevos que se miden en el sitio de la gira y que corresponde a la cobertura observada en el momento de la captura del dato, son puntos que no son parte del monitoreo, ya que no hay presencia de polígonos previos de la cobertura observada lo que puede inferir la correspondencia con áreas nuevas (porque no fueron identificadas el año anterior o porque es aumento del área del paisaje productivo). La ubicación de estos puntos se define en campo según se recorran las rutas planificadas en oficina, la distancia entre cada punto debe ser de dos kilómetros (o cercano según el terreno

y la carretera tal como se menciona en el punto b de la sección [4.4.2](#), la cual se medirá por medio del odómetro del vehículo en campo.

Puntos de revisión

Los puntos de revisión son todos aquellos puntos ubicados durante el proceso de clasificación y digitalización de los paisajes productivos y que el investigador del Laboratorio PRIAS identificó como de importancia para verificación en campo, estos puntos se llevan en una base previa cargados en los mapas impresos y en los registros de google para determinar la veracidad del terreno y eliminar la duda del fotointerprete en el proceso de trabajo de escritorio y así asegurar la calidad de la clasificación. En aquellos cuyo acceso no sea posible se debe evaluar el uso del drone o realizar la consulta a personal externo que conozca la zona.

4.3. PLANIFICACION DEL DESPLIEGUE DE LA GIRA DE CAMPO

4.3.1. Procesos administrativos

Se deben de solicitar los viáticos correspondientes para los funcionarios que asisten a la gira, para ello se hará uso de los formularios “Solicitud de gastos de viaje en el interior del país” desarrollado por la institución. La lista de viáticos incluidos en este formulario se apegan a lo dispuesto por la ley reguladora de gastos implantado por la contraloría general de la república; adicional a esto se incluye un rubro de imprevistos que considera un día adicional de alimentación y hospedaje (correspondiente a la tarifa más alta de la zona a visitar) para cada uno de los miembros de la gira; de no ser utilizado deberá ser reintegrado a la cuenta del proyecto. Así mismo, deberá elaborarse el instructivo para giras el cual debe ser enviado a la dirección del PRIAS y a la asistente administrativa, este instructivo debe estar en observancia de lo dispuesto en el **Anexo 1** “Disposiciones a observar para la realización de las giras del Proyecto MOCUPP en tiempos de pandemia COVID-19”.

4.3.2. Preparación de los equipos

Previo al despliegue de la gira de campo, se deberán preparar los materiales y equipos necesarios por utilizar, esta tarea debe coordinarse con el encargado del inventario del laboratorio para efectuar una revisión detallada del equipo y verificar el estado de este.

Así, el responsable de la gira deberá llenar la respectiva boleta de salida y entrada de equipos, misma que debe ser revisada y firmada tanto por este funcionario como por el encargado del control del inventario, antes y después del trabajo de campo. Es importante resaltar que todos los participantes de la gira deben comprometerse con el bienestar del equipo y esta tarea no recae únicamente sobre el responsable. Todo daño identificado debe ser reportado para el debido control por parte del laboratorio.

4.3.3. Preparación del material impreso

Se deben crear e imprimir mapas (llevar mapas impresos adicionales para brindar al personal del MAG), con las imágenes del sensor Sentinel 2, donde se observen

las rutas a trabajar, los polígonos de monitoreo, y en general todos los polígonos identificados en los estudios del año anterior como los LULC monitoreados por MOCUPP. A un costado de dichos mapas, se coloca una sección para anotaciones donde se escribirán todas las observaciones que los asistentes a la gira consideren pertinentes. Se debe de garantizar que cada sección de las rutas cuente con un mapa físico asociado que cubra la zona de estudio, esto para no perder información relevante en campo ante algún imprevisto, para hacer anotaciones importantes en campo y para reforzar el entendimiento en la gira en caso de que exista un acompañamiento de personal externo a la institución.

Adicionalmente, se pueden imprimir mapas de las rutas con imágenes de alta resolución para ser utilizados como apoyo, en dicho caso se deberá anotar el año de las imágenes.

4.4. LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACION DE CAMPO

Para el levantamiento de la información de campo se hará uso del formulario “Formulario de campo para el levantamiento de información de campo dentro del proyecto MOCUPP” disponible a continuación.



Formulario de campo para el levantamiento de información de campo dentro del proyecto MOCUPP

N° de gira: _____ Fecha: _____ Anotador: _____ N° Formulario: _____

Tipo	ID GPS	ID Campo	Error	Latitud	Longitud	Altitud	Distancia	Azimut	LULC	Foto	Comentarios

4.4.1. Descripción de los elementos del formulario:

-Tipo: Se colocan las letras **NV** si el punto corresponde a un dato nuevo, **MO** si se trata de un dato de monitoreo y **RV** si se trata de un punto de revisión.

-ID GPS: corresponde al valor del identificador numérico que registra el receptor GPS que puede ser el mismo para varios puntos.

-ID Campo: corresponde al valor numérico asignado al punto de control registrado en campo y que es único para cada punto.

-Error: corresponde al valor indicado por el GPS por error en la lectura de satélites, se recomienda que sea inferior a ± 5 metros.

-Latitud: coordenadas geográficas medidas en el punto en unidades de grados decimales en sistema WGS84

-Longitud: coordenadas geográficas medidas en el punto en unidades de grados decimales en el sistema WGS84

-Altitud: corresponde al valor de metros sobre el nivel del mar al que se encuentra el punto colectado con el GPS.

-Distancia: es la distancia horizontal medida en metros desde el punto del observador hasta un punto cercano dentro de la cobertura que sirva de referencia de dicha cobertura para ser reproyectado en el SIG.

-Azimut: corresponde al ángulo medido en el horizonte del observador situado en alguna latitud, medido en grados desde el punto cardinal norte en el sentido de las agujas del reloj.

-LULC: corresponde a las clases que se monitorearan para el proyecto MOCUPP, definidas al inicio de este documento, la nomenclatura para las mismas en campo, se detalla a continuación:

Cobertura/Uso	Código
Cobertura arbórea	CA100
Otros Usos	OS200
Pastos	PS300
Piña	PI600
Palma aceitera	PA700

-Foto: corresponde al número de foto que indica la cámara.

-Comentario: son todas aquellas anotaciones que se consideren pertinentes de anotar en campo. Ejemplo: señas de ubicación, estado del cultivo, presencia de ganado, entre otros.

4.4.2. Trabajo de campo

a. Materiales

Equipo	Cantidad
GPS+cable	1
Baterías	varias
Computadora+cargador+batería	1
Mouse	1
Regleta, Extensión	1
Brújula	1
Cámara fotográfica, dispositivos de almacenamiento, lentes, batería y cargador	1
DataCard+cargador+cable	1
Pala	1
Machete	1
Linga	2
Dispositivo de almacenamiento externo	1
Formularios	varios
Tabla	1
Lápices, maquinilla, borrador y lapiceros	varios
Inversor de corriente	1
Botiquín	1
Tablet+cargador+cable	1

b. Métodos

b.1 Indicaciones para traslado en ruta:

El punto de partida y retorno de las giras corresponderá a las instalaciones del Centro Nacional de Alta Tecnología (CeNAT).

Una vez situados en el área de estudio, se recorrerán las rutas definidas tomando puntos de muestreo cada dos kilómetros. Si existieran polígonos de monitoreo entre cada parada de la ruta se debe capturar la información de dicho polígono y no se reiniciará la cuenta de la distancia. **Si al detenerse a los dos kilómetros no se identifica ningún tipo de paisaje de interés, el punto se omite y se continúa con el recorrido.**

Es posible modificar la ubicación del punto de muestreo por el de uno de monitoreo, si el polígono de monitoreo se encuentra a una distancia de ± 250 metros de la parada obligatoria cada dos kilómetros.

También es posible modificar el punto a una distancia de ± 250 m si por condiciones de la ruta se dificulta la toma exactamente a los dos kilómetros.

En caso de que algún segmento de la ruta planificada no se pueda recorrer ya sea por mal estado, porque se trate de un camino privado o cualquier otra razón, se debe tomar un punto de GPS para generar una base de datos sobre caminos no transitables que sirva como insumo para la planificación de futuras giras. Si no es posible tomar el punto de GPS se debe realizar la anotación en el mapa impreso.

Entre cada parada, cada persona del grupo de trabajo tendrá las siguientes funciones:

- Colaborador 1 (Chofer): Es una labor que conlleva una alta responsabilidad por lo que se debe ir enfocado únicamente en la labor de conducción, para así evitar un posible accidente.
- Colaborador 2 (Copiloto/Navegante): Es el encargado de guiar al chofer sobre la ruta, debe indicar sobre las paradas de puntos de muestreo y de revisión.
- Colaborador 3: Debe estar atento al entorno para determinar la existencia de “puntos dudosos” de los cuales sea importante anotar información. Se considera como “punto dudoso” toda aquella cobertura que a la distancia se asemeje a los LULC estudiados por MOCUPP y que por su ubicación no se identifique con claridad. Se marca la ubicación de estos puntos en el mapa físico y se anotan todas aquellas observaciones pertinentes en el formulario adicional al costado de los mapas, no se registra el punto en el GPS.

b.2 Roles para el trabajo de campo

Los roles para el trabajo de campo serán definidos en el itinerario de gira y estarán determinados por el uso de los instrumentos de campo de la siguiente forma:

- Colaborador 1: anotador de campo
- Colaborador 2: uso del GPS y cámara fotográfica
- Colaborador 3: uso de la brújula y uso de Tablet o celular para aproximar la distancia a la cobertura observada

b.3 Pasos para el levantamiento de información en campo

En cada parada se debe evaluar a ambos lados de la carretera los usos/coberturas a monitorear si es posible. El punto del GPS se utilizará para todas las coberturas y luego será re proyectado el ID en el orden del levantamiento de campo. La ventaja de este sistema es que a partir de un mismo punto es posible obtener información referente a varias coberturas, tal como se ilustra en la **Figura 7**.

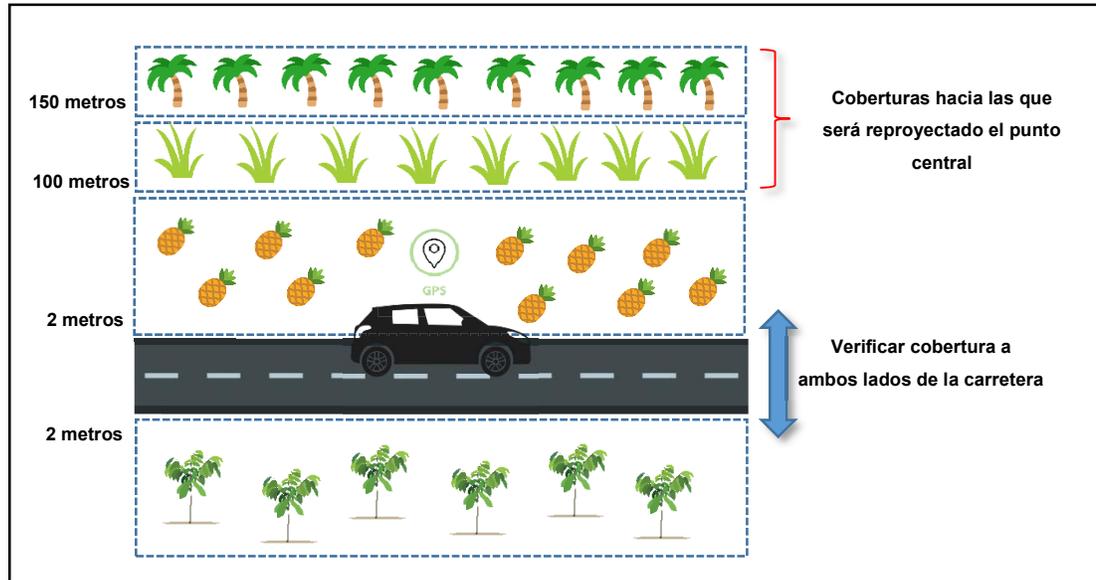


Figura 7. Ejemplo para la toma de puntos de GPS durante el trabajo de campo.

En el trabajo de campo, se seguirán los siguientes pasos para el levantamiento de la información:

1. Se observan e identifican las coberturas de interés visibles, según la leyenda establecida, alrededor del punto. Una vez identificadas las que se pueden medir, se captura un punto GPS y se usa para todas las coberturas del punto.
2. Se mide con la brújula el azimut en la dirección que se observa cada cobertura a proyectar.
3. Se estima la distancia a un punto cercano dentro de la cobertura que sirva de referencia para que luego este sea re proyectado en el SIG; lo anterior se puede realizar utilizando la escala de la aplicación de Google Maps o se puede consensuar entre todo el equipo de trabajo para tratar de minimizar el error de estimación. Una vez que estos hayan sido re proyectados en el SIG, se hace una revisión de estos puntos con ayuda de imágenes satelitales para corroborar la distancia de las coberturas y usos anotados en campo con respecto al punto central.

4. Se captura la foto de cada cobertura con diferentes lentes de la cámara, si es posible se usa la misma fotografía que represente el contexto del paisaje observado, si es necesario se hace un aumento (zoom de la cámara) a la distancia para enfocar mejor lo que está observando el lente de la cámara de interés.
5. Se anotan los comentarios pertinentes.

Nota: en aquellos puntos donde se haya identificado previamente el interés de contar con datos adicionales capturados con el RPAS (Remotely Piloted Aircraft System), se hará uso del mismo bajo el criterio experto de los pilotos del Laboratorio PRIAS y se anotará en el formulario de campo en comentarios “drone” para identificar que ese punto cuenta con fotografías de RPAS en campo.

b.4 Respaldo de la información en campo

Una vez que se llega al hotel, se debe respaldar la información tomada durante el día de trabajo. Para ello se debe descargar los archivos GPX del GPS, tomar fotografías a los formularios y descargar las imágenes de la cámara. Toda esta información debe ser respaldada en una unidad de almacenamiento externo y en el sistema de almacenamiento en masa de la institución DatosPRIAS.

4.5. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS COLECTADOS

Una vez en oficina se procede a realizar el respaldo de la información tomada en campo, para lo cual se requiere el GPS utilizado con su cable USB y los formularios que contienen la información.

Como primer paso se deben escanear los formularios de campo, y generar un archivo pdf de estos el cual se debe respaldar en DatosPRIAS. Los formularios originales serán propiedad del Laboratorio y estos no deben salir de las instalaciones.

Seguidamente, se deben descargar los archivos GPX que contienen los puntos recolectados, para lo cual se debe conectar el GPS y abrir la unidad nombrada Garmin GPSMAP 64st (para este caso), adentro se encuentra una carpeta llamada Garmin, se abre dicha carpeta y se selecciona la de GPX, allí se encontrarán los archivos creados los cuales son nombrados con la fecha en la que se tomaron los datos. Normalmente son varios archivos por gira ya que se genera uno por cada día laborado. Estos se copian y se pegan en el directorio deseado para guardar la información.

Seguidamente se deben abrir los GPX en el software QGis y guardarlos como archivo shape en CRTM05 y en el directorio deseado, después de guardarlos se recomienda abrir la tabla de atributos y eliminar todas las columnas, a excepción de la llamada "name".

Una vez elaborados los shapes se procede a crearles dos columnas, una con las coordenadas en X llamada "LATITUD_X" (Tipo Número decimal, Longitud 20, Precisión 15) y otra con las coordenadas en Y llamada "LONGITUD_Y" (Tipo Número decimal, Longitud 20, Precisión 15) para ello se utiliza en la opción de geometría, de la calculadora de campos, las variables \$x y \$y, respectivamente. Al realizar este proceso también se crea un archivo con formato .dbf, que se utilizará en el siguiente paso. El cual consiste en abrir un libro de Excel, donde, en la opción de Archivo, en Abrir se busca la carpeta en la que se guardaron los shapes creados anteriormente y se abren los archivos de formato .dbf.

Dichos archivos mostrarán el nombre del punto y las coordenadas tanto en X como en Y anteriormente calculadas. Las columnas de las coordenadas ya cuentan con el formato requerido, por lo que luego se podrán copiar y pegar sin problemas en la plantilla establecida. Para el caso del nombre del punto (ID), como fue una columna elaborada directamente por el GPS, no se tiene certeza de que cumpla el formato que debe tener dicha columna, por lo que se recomienda escribir el nombre en la plantilla csv pre elaborada y tener el cuidado de pegar la información en el orden adecuado.

Para continuar se deben unir las bases de datos, ya que se cuenta con un dbf para cada día de trabajo, por lo que se requiere copiar la información de todos los documentos de la gira y pegarlos en la plantilla csv brindada. Para ello se debe tener la precaución de no cambiar el formato de las columnas ya establecidas en la plantilla, el tamaño visual si se puede ajustar, esto para asegurar que todas las bases tengan el mismo formato y en un futuro se puedan hacer uniones de capas ya sea, por giras, regiones, país, entre otros.

Para abrir correctamente la plantilla se debe ir al menú de Datos en la barra de Herramientas y abrir el archivo desde la opción de “Desde un archivo de texto”, allí se debe dejar marcada la opción de “Delimitados”, darle siguiente, luego marcar la casilla de “Coma” y desmarcar las demás, finalmente dejar marcada la opción de General y dar click en Finalizar.

Una vez abierta la plantilla, pegadas en orden todas las coordenadas de la gira y asignados todos los ID se pueden comenzar a rellenar los demás espacios, digitando la información escrita en los formularios de campo. Es importante recalcar que en la columna de “FOTO” solo puede ir el número de una foto, en el caso de que el punto cuente con más de una, las demás se deben anotar en los comentarios. Cuando se finaliza de copiar toda la información en el csv se deben guardar los cambios realizados, para luego regresar a QGis y abrir el archivo en la opción de “Texto delimitado”.

Finalmente, solo se debe guardar como archivo shape en CRTM05, colocándole un nombre representativo y guardándolo en el directorio deseado.

VI. REFERENCIAS

Chuvieco, E. (2010) *Teledetección ambiental: La observación de la Tierra desde el espacio*. Barcelona, España: Ariel S.A.

Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD] (2015) *MOCUPP: monitoreo de cambio de uso en paisajes productivos*. Recuperado de: <http://mocupp.org/sites/default/files/documento-mocupp-es.pdf>

Troya, J (2019) PNUD en Costa Rica. Taller Big Enchilada Workshop: *Mapeo de la naturaleza para las personas y el planeta*. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). San José, Costa Rica

VII. ANEXO I

Disposiciones a observar para la realización de las giras del Proyecto MOCUPP en tiempos de pandemia COVID-19

Las personas encargadas de autorizar la salida y regreso de la gira serán de forma conjunta, la Dirección del Laboratorio PRIAS y el investigador que coordina el paisaje productivo.

Se permiten las giras de los investigadores dentro del país siempre que las mismas sean justificadas como de fuerza mayor para la ejecución del proyecto por parte del coordinador(a) del proyecto. Se redactará la nota y se adjuntará con el instructivo de gira.

El número de ocupantes por vehículo que salga de gira sin excepción, será de máximo 3 personas.

En todos los casos, los participantes de cada gira deberán guardar el distanciamiento recomendado por las autoridades de salud, además deberán asegurarse que durante la gira respetarán las medidas de lavado frecuente de manos y uso de alcohol, cuando el lavado no sea del todo posible. Así como las medidas indicadas por la FunCeNAT en el “Instructivo: Acciones para mitigar el impacto por COVID-19”.

Al realizar las giras de campo, si por razón de la distancia a sitio visitado, los investigadores deben pernoctar fuera de su residencia habitual, serán responsables de acatar las medidas sanitarias que ya el Ministerio de Salud ha dispuesto y publicitado, además deberán estar seguros con antelación a la gira, que los servicios de este tipo y de alimentación estarán disponibles en las zonas donde ustedes se desplazarán.

El horario de circulación de los vehículos alquilados deberá ser el mismo que las autoridades nacionales han establecido para circular y con las mismas restricciones

de placa según las últimas disposiciones del Ministerio de Salud. Para lo cual los investigadores deberán prever en el tiempo de gira, que disponen del tiempo suficiente para salir y regresar a tiempo considerando flujo vehicular y posibles contratiempos.

Las giras de campo no involucrarán levantamiento de información los días sábado y domingo, pero pueden ser requeridos para administración del vehículo.

No se permite la participación de investigadores distintos a la contratación del proyecto MOCUPP del Laboratorio PRIAS dentro del mismo vehículo, si fuere necesario que asista una persona adicional deberá trasladarse por sus propios medios.

Se asignará un responsable por cada gira, la persona coordinadora o responsable de la gira también será responsable de exigir a los ocupantes del vehículo, durante toda la gira, la observancia sobre las recomendaciones sanitarias para prevenir el contagio del COVID 19.

Se reitera que deben prevenir ante todo posibles contagios en gira, si por razón de sus salidas alguno resultara contagiado se suspenderán todas las giras.

Los equipos que salen deberán limpiarse antes, durante y después de cada gira de campo. En la lista de chequeo deberá estar una casilla para verificar que se haya realizado esta tarea.

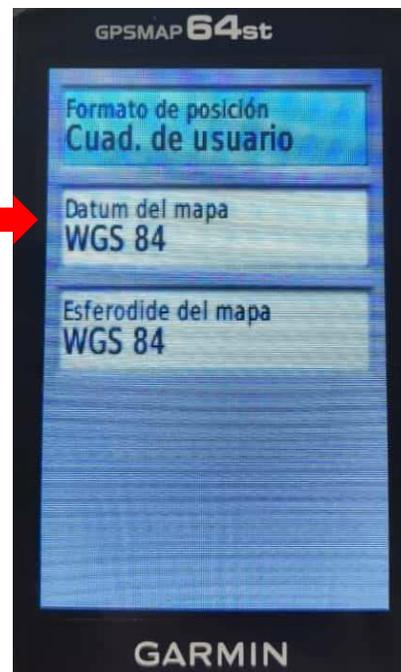
VIII. ANEXO II

Configuración del GPS en el sistema de coordenadas CRTM05

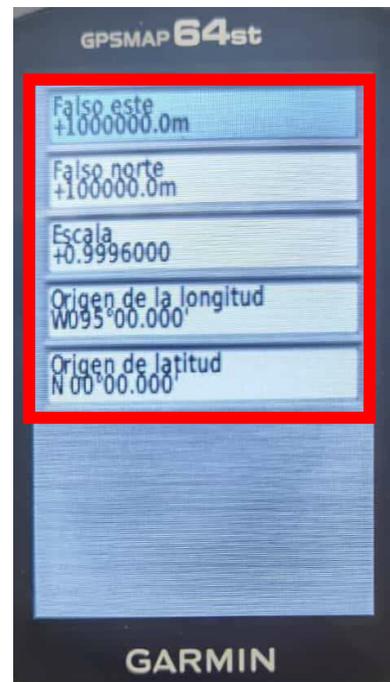
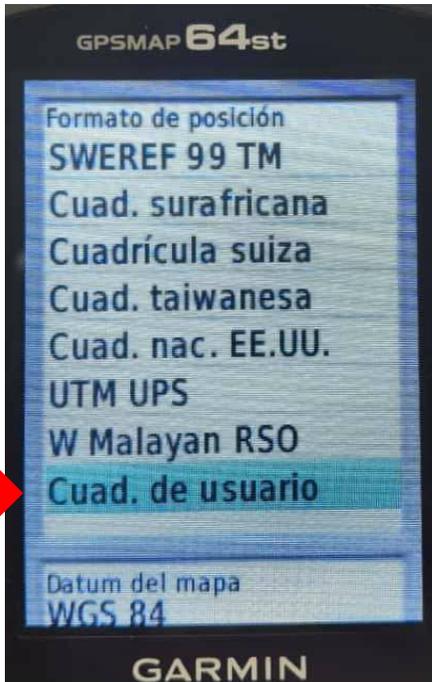
Paso 1. Ingrese al menú de configuración.



Paso 2. Ingrese en formato de posición y seleccione el datum del mapa en WGS84.



Paso 3. En Formato de posición, seleccione cuadrícula de usuario.



Paso 4. Configure las coordenadas con los siguientes parámetros.

Longitud de Origen:W 84° 00'

Escala:0.999900

Falso Este:500 000

Falso Norte:0