

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA EN ADMINISTRACIÓN DE TIERRAS

ACTUALIZACIÓN CARTOGRAFICA DEL USO DEL SUELO DEL
MUNICIPIO DE SAN JOSE LA ARADA, CHIQUIMULA: ESTUDIO
COMPARATIVO ENTRE MAPEO SISTEMÁTICO Y MAPEO
PARTICIPATIVO.

CÉSAR ENRIQUE FLORES CERÓN

CHIQUIMULA, GUATEMALA, JULIO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA EN ADMINISTRACIÓN DE TIERRAS

ACTUALIZACIÓN CARTOGRAFICA DEL USO DEL SUELO DEL
MUNICIPIO DE SAN JOSE LA ARADA, CHIQUIMULA: ESTUDIO
COMPARATIVO ENTRE MAPEO SISTEMÁTICO Y MAPEO
PARTICIPATIVO.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

CÉSAR ENRIQUE FLORES CERÓN

Al conferírsele el título de

INGENIERO EN ADMINISTRACIÓN DE TIERRAS

En el grado académico de

LICENCIADO

CHICUMULA, GUATEMALA, JULIO DE 2015

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA EN ADMINISTRACIÓN DE TIERRAS**



**RECTOR
Dr. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO**

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	M.Sc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
Representante de Profesores:	M.Sc. José Leonidas Ortega Alvarado
Representante de Profesores:	Lic. Zoot. Mario Roberto Suchini Ramírez
Representante de Graduados:	Lic. Zoot. Oscar Augusto Guevara Paz
Representante de Estudiantes:	Br. Carla Marisol Peralta Lemus
Representante de Estudiantes:	PAE. Alberto José España Pinto
Secretaria:	Licda. Marjorie Azucena González Cardona

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Coordinador Académico:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordon
Coordinador de Carrera:	M.Sc. Marlon Leonel Bueso Campos

ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

Presidente:	M.Sc. Marlon Leonel Bueso Campos
Secretario:	Arq. Victoria María Callén Valdés
Vocal:	M.Sc. Jeovani Joel Rosa Pérez

TERNA EVALUADORA

M.Sc. Marlon Leonel Bueso Campos
Inga. en AT. Maris Arelis España Estrada
Ing. en AT. Freddy Alexander Díaz Valdés

Chiquimula, 13 de julio de 2015

Señores
Consejo Directivo
Centro Universitario de Oriente
Ciudad de Chiquimula

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas con la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de graduación titulado:

“ACTUALIZACIÓN CARTOGRAFICA DEL USO DEL SUELO DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE LA ARADA, CHIQUIMULA: ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE MAPEO SISTEMÁTICO Y MAPEO PARTICIPATIVO”.

El cual presento como requisito previo a optar al título de Ingeniero en Administración de Tierras, en el grado académico de Licenciado.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


César Enrique Flores Cerón
Carné: 200945287

Chiquimula, 9 de julio de 2015
Ref. AT-TG-012-2015

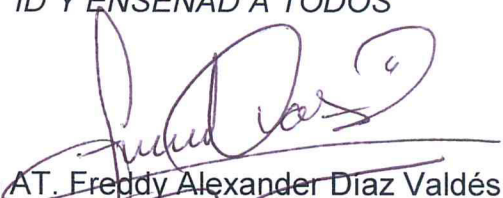
M.Sc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
Centro Universitario de Oriente
Universidad de San Carlos de Guatemala
Chiquimula, Ciudad

Respetable Licenciado Galdámez:

En atención a la designación efectuada según acta de Aprobación de Punto de Tesis APT-05-2014, de Fecha 29-09-2014, para asesorar al estudiante, CÉSAR ENRIQUE FLORES CERÓN carné: 200945287, en el trabajo de investigación denominado ***"ACTUALIZACIÓN CARTOGRAFÍA DEL USO DEL SUELO DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE LA ARADA, CHIQUIMULA: ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE MAPEO SISTEMÁTICO Y MAPEO PARTICIPATIVO"***, tengo el agrado de dirigirme a usted, para informarle que he procedido a asesorar y orientar al sustentante, sobre el contenido de dicho trabajo.

En mi opinión, el trabajo presentado reúne los requisitos exigidos por las normas pertinentes, razón por la cual, recomiendo la aprobación del informe final para su discusión en el Examen General Público, previo a optar el título de Ingeniero en Administración de Tierras, en el Grado Académico de Licenciado.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Ing. en AT. Freddy Alexander Díaz Valdés
Colegiado activo No. 5506

c.c. archivo / lm

D-TG-AT-047/2013

EL INFRASCRITO DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE: Conoció el Trabajo de Graduación que efectuó el estudiante **CÉSAR ENRIQUE FLORES CERÓN** titulado “**ACTUALIZACIÓN CARTOGRAFICA DEL USO DEL SUELO DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ LA ARADA, CHIQUIMULA: ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE MAPEO SISTEMÁTICO Y MAPEO PARTICIPATIVO**”, trabajo que cuenta con el aval de su Revisor y Coordinador de Trabajos de Graduación, de la carrera de Administración de Tierras. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como **Trabajo de Graduación** a Nivel de Licenciatura, previo a obtener el título de **INGENIERO EN ADMINISTRACIÓN DE TIERRAS**.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, a trece de julio de dos mil quince.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



M.Sc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
DIRECTOR
CUNORI - USAC



ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Padre Santo, que en este camino ha guiado mis pasos, y me ha dado la fortaleza para avanzar paso a paso por la vida, dándome cada día la sabiduría que he necesitado.

A MIS PADRES

Aura Concepción Cerón Jacinto y Julio Roberto Flores Reyes. Quienes han sido el mejor ejemplo a seguir en mi vida, los que me han enseñado a luchar y mantenerme firme en mis propósitos, que han sabido darme el respaldo y las fuerzas que he necesitado en cada momento, desde mi corazón los amo

A MI HIJO

Quien ha sido uno de los principales motivos por los cuales ser cada día una mejor persona y esforzarme cada vez más para brindarle un mejor futuro.

A MI HERMANOS

Mis tres más grandes amigos, los que han sabido darme todo su apoyo en todo lo que en su momento he emprendido, he compartido cada locura con ustedes y también he aprendido mucho de cada uno, los amo

A MIS CUÑADAS

Porque de una u otra forma me han brindado su apoyo, son mi familia y mis hermanas.

A MI TÍO

César Augusto Cerón Jacinto, un segundo padre, con todo mi cariño te agradezco todo lo que has hecho por nosotros tus sobrinos.

A MIS ASESORES

Ing. Freddy Alexander Díaz Valdés y la M.Sc. Lorena Araceli Romero Payes, por brindarme todo su conocimiento en el proceso de asesorarme en la elaboración de este trabajo.

**A MIS
PROFESORES**

M.Sc. Marlon Leonel Bueso Campos y M.Sc. Lorena Araceli Romero Payes, quienes durante estos años de estudio confiaron en mí y me brindaron todo su apoyo.

A Arq. Victoria Callén, licda. Mirsa Méndez, Ing, Sergio Albizurez, Ing. Jeovani Rosa, Inga Maris España, por su paciencia al momento de impartir sus conocimientos.

**A MIS
COMPAÑEROS DE
LABORES**

Quienes en este proceso me han brindado su apoyo de una u otra forma. Gracias a Todos

INDICE GENERAL

TITULO	PÁGINA
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO CONCEPTUAL	2
2.1 Antecedentes	2
2.2 Planteamiento del problema	2
2.3 Justificación	3
III. MARCO TEÓRICO	4
3.1 Uso del suelo	4
3.2 Cambio de uso y cobertura del suelo	4
3.2.1 Cobertura del suelo	5
3.2.2 Uso del suelo	5
3.2.3 Definiciones para las categorías de cobertura vegetal y usos de la tierra según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación	6
3.3 Mapeo sistemático	10
3.4 Mapeo participativo	10
3.5 La escala y la resolución	11
3.6 Precisión de los Sistemas de Información Geográfica Participativa (SIGP)	11
3.7 Topología	11
IV. MARCO REFERENCIAL	12
4.1 Ubicación y descripción del área de estudio	12
V. MARCO METODOLÓGICO	13
5.1 Objetivos	13

5.1.1 Objetivo general	13
5.1.2 Objetivos específicos	13
VI. METODOLOGÍA	14
6.1 Realización de actualización cartográfica temática del uso del suelo a escala 1:5,000 a través de mapeo sistemático	14
6.1.1 Establecimiento de puntos de muestreo	14
6.1.2 Recolección de datos en campo	16
6.1.3 Geoprocesamiento de datos	19
6.2 Realización de actualización cartográfica temática del uso del suelo a escala 1:5,000 a través de mapeo participativo	19
6.2.1 Recolección de información secundaria	19
6.2.2 Elaboración de la maqueta	20
6.2.3 Realización de talleres participativos	22
6.2.4 Representación del uso de suelo	24
6.4.5 Validación de usos del suelo con líderes comunitarios	25
6.4.6 Digitalización a través de fotografía digital	26
6.3 Evaluación del grado de aproximación y coincidencia entre el mapeo sistemático y el mapeo participativo	31
6.4 Sistematización para la realización de cartografía temática de uso del suelo por medios participativos	32
VII. RESULTADOS	34
7.1 Cartografía a través de mapeo sistemático	34
7.2 Realización de cartografía temática del uso del suelo a través de medios participativos	37

7.4	Determinación del grado de Aproximación y Coincidencia	38
VIII.	CONCLUSIONES	42
VIII.	RECOMENDACIONES	43
X.	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	44
XII.	ANEXOS	47

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Rangos de niveles de aproximación y coincidencia entre ambos mapeos	32
2. Áreas de usos del suelo por Hectáreas	38
3. Comparativo entre mapeos por usos en relación a porcentajes	40
4. Comparativo de aproximación y coincidencia entre ambos mapeos	41
5. Coordenadas de puntos muestreados	50
6. Puntos de muestreo para estimar aproximación entre mapeos	51

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Mapa de Ubicación del área de estudio	12
2. Mapa de cobertura de uso del suelo del municipio de San José La Arada	14
3. Mapa de malla de puntos a 500 mts del municipio de San José La Arada	15
4. Receptor GPS de tipo navegador	16
5. Búsqueda en campo de las coordenadas de cada punto a muestrear	17
6. Ubicación de los alrededores de cada uno de los puntos muestreados	17
7. Boleta de campo llenada con información descriptiva de un punto	18
8. Hoja cartográfica del municipio de San José la Arada	19
9. Elaboración del modelo en 3 dimensiones	21
10. Terminación de acabados en el modelo en 3 dimensiones	22
11. Talleres participativos	23
12. Establecimiento y ubicación de usos de suelo sobre modelo en 3 dimensiones	24
13. Terminación y acabado de los usos del suelo sobre modelo en 3 dimensiones	25
14. Maqueta con usos del suelo validados a través del mapeo participativo	26

15. Movimiento de la cámara digital para toma de fotografías a la maqueta (Lado A)	27
16. Movimiento de la cámara digital para toma de fotografías a la maqueta (Lado B)	28
17. Fotografías de la maqueta georreferenciadas a través de un software GIS	29
18. Usos del suelo obtenido a través de medios participativos digitalizado de maqueta 3D	29
19. Topología de San José la Arada	30
20. Esquema de la metodología del modelo en 3 dimensiones	33
21. Esquema de la metodología del mapeo participativo	33
22. Puntos validados a través de mapeo sistemático en el municipio de San José La Arada	34
23. Puntos validados a través de mapeo sistemático en el municipio de San José La Arada	35
24. Validación mensual de puntos a través del mapeo sistemático	36
25. Usos del suelo validados a través del mapeo sistemático	36
26. Usos del suelo obtenido a través de medios participativos digitalizado de maqueta	37
27. Puntos de muestreo sistemático colocados sobre usos Participativos obtenidos de maqueta	39

I. INTRODUCCIÓN

El mapeo participativo es utilizado para descubrir e interpretar la geografía natural de las personas o los mapas mentales, incluyendo espacios, lugares y objetos de valor cultural, espacios sagrados e históricos y cosmovisiones (McCall 2006).

El mapeo participativo es una herramienta que ha sido usada desde la década de 1970, en los diagnósticos rurales rápidos, “siendo un enfoque que puede involucrar directamente a los habitantes de una localidad y a los trabajadores de campo de desarrollo, de extensión y a los investigadores en el proceso de investigación”. Así como en la Evaluación Rural Participativa (EPR), en “la que la gente local puede hacer sus propios mapas” (Chambers 2006).

El presente estudio se realizó en el municipio de San José la Arada del departamento de Chiquimula de febrero de 2014 a enero de 2015, como un plan piloto en la aplicación del mapeo participativo que podrá aplicarse en la planificación territorial. El estudio determinó el nivel de coincidencia y divergencia entre los procesos de mapeo participativo y mapeo sistemático. Cada uno de los métodos de mapeo utilizó diferentes procedimientos para poder levantar la información requerida; de manera que al obtener el producto de cada uno se pudo actualizar la cartografía del municipio a una escala de 1:5000 y se definió un alto grado de aproximación y coincidencia entre ambos métodos para obtener el mapa del uso actual del suelo a una escala detallada. Con los resultados obtenidos en la aplicación del mapeo participativo, se ofrece una herramienta viable que favorece a las autoridades locales a la reducción de tiempo, recursos económicos y técnicos en el levantamiento de la información del territorio, que coadyuve a la toma de decisiones y en la planificación de proyectos de desarrollo.

II. MARCO CONCEPTUAL

2.1 Antecedentes

El mapeo participativo es una técnica que actualmente está cobrando mucha popularidad a nivel mundial, el mismo persigue conocer los distintos elementos de un determinado territorio como ejemplos “los proyectos de mapeo involucran directamente a los miembros de la comunidad en el relevamiento del uso de la tierra y fronteras de sus dominios” (Colchester 2002).

En julio de 2004, se realizó una iniciativa de mapeo por indígenas de la comunidad de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango, Guatemala, en donde a través de un modelo grande participativo 3 Dimensiones, plasmaron una villa ancestral y un sitio de observación astronómica (Rambaldi 2012).

El Proyecto Mapping Bolivia es un prototipo de cartografía colaborativa que presenta una metodología que puede ser puesta en marcha en países en vías de desarrollo. En este proyecto, las comunidades locales son las encargadas de recoger los datos cartográficos, mientras que los profesionales de la cartografía actúan como asesores en la generación de los mapas (SECFT 2010).

Dentro de los ejemplos de procesos participativos en el ámbito nacional se encuentran los Planes de Desarrollo Municipal -PDM- estos constituyen un esfuerzo consensuado entre diversos actores locales, instituciones sectoriales, empresarios, así como líderes y lideresas de la sociedad civil, para realizar esfuerzos colectivos de planificación de su territorio.

2.2 Planteamiento del problema

Los métodos tradicionales de obtención de información geográfica para la generación de cartografía temática actualmente son muy costosos y de uso limitado. La cartografía actual en el país ha sido generada a partir de métodos

convencionales (fotografías aéreas o imágenes de satélite), y por la falta de recursos tanto tecnológicos como financieros se han generado en una escala mediana (1:250,000) lo que también influye en mostrar poco detalle que impide definir ciertos factores del territorio que son muy pequeños.

Por otro lado, las fotografías aéreas o imágenes satelitales son tomadas en épocas del año en las que no hay nubosidad, ya que por estar el país situado en la zona de convergencia intertropical, no se toman imágenes durante la época lluviosa; época en la que se activa y potencializa el uso de suelo en la mayor parte del país. Adicionalmente la fotointerpretación de imágenes para la clasificación del uso del suelo, utilizan sistemas internacionales con fines de clasificación cartográfica, que invisibiliza patrones locales de uso de suelo.

Otro problema observado en la aplicación de la cartografía actual, es que aunque posee detalle, es necesaria su actualización (Las orto fotos usadas actualmente son del año 2006), la mayoría de gobiernos municipales no tienen las herramientas adecuadas para su manejo, análisis espacial y representación gráfica; dado que no poseen los recursos financieros y tecnológicos para su análisis e interpretación.

2.3 Justificación

La introducción de nuevas alternativas de generación de información cartográfica es completamente necesaria hoy en día, ya que son herramientas útiles para la adecuada planificación en donde los ciudadanos participan y se benefician con los procesos de cambio. La evaluación de metodologías y procedimientos para la realización de cartografía temática por medios participativos, permitirá no solo reducir la inversión en la generación cartográfica sino que además permite actualizar periódicamente el uso de suelo sin el incremento de costos que conllevan los métodos tradicionales.

Por otro lado, para realizar planificación territorial o bien catastro municipal con fines de prestación de servicios municipales, no se necesitan mapas de alta precisión en la localización geográfica de un objeto o predio. Los procesos participativos pueden proporcionar información de tipo social, cultural, económica y ambiental de alto valor, que no necesariamente requiere de herramientas de alta tecnología y conocimientos especializados. Sin embargo, es necesario evaluar tanto la factibilidad como el grado de aproximación y coincidencia en la generación de cartografía temática por medios participativos; con el propósito de poder recomendar su implementación y uso a entidades que requieren de información cartográfica para diversos fines.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Uso del suelo

Entendido como cualquier tipo de utilización humana de un terreno, incluido el subsuelo y el suelo que le correspondan, y en particular su urbanización y edificación (Desarrollo Urbano Sostenible 2000).

El uso del suelo es el uso que los seres humanos hacen de la superficie terrestre. El uso del suelo abarca la gestión y modificación del medio ambiente natural para convertirlo en un ambiente construido tal como campos de sembradío, pasturas y asentamientos humanos. También ha sido definido como "las acciones, actividades e intervenciones que las personas realizan sobre un determinado tipo de superficie para producir, modificarla o mantenerla" (FAO, 1997a; FAO/UNEP, 1999). El término uso del suelo a menudo es utilizado para referirse a los distintos usos de la tierra en zonificaciones.

3.2 Cambio de uso y cobertura del suelo

Los cambios en la cubierta y usos del suelo que soporta la tierra son cada vez más relevantes para poder analizar los elementos de fricción entre las sociedades

humanas y los ecosistemas terrestres que les sirven de soporte. Conceptualmente hay que diferenciar entre los términos de cobertura del suelo y uso del suelo. Resumidamente, se puede afirmar que la cobertura hace referencia al aspecto morfológico y tangible del suelo, mientras que los usos hacen referencia a las funciones que se desarrollan sobre aquellas cubiertas. En consecuencia una misma cubierta puede soportar diferentes usos (recolección, silvicultura y caza sobre cubiertas forestales) y un mismo uso puede desarrollarse sobre diferentes cubiertas.

3.2.1 Cobertura del suelo

Hace referencia al aspecto morfológico y tangible del suelo, comprende todos los aspectos que hacen parte del recubrimiento de la superficie terrestre, de origen natural o cultural, que sean observados y permitan ser medidos con fotografías aéreas, imágenes de satélite u otros sensores remotos.

3.2.2 Uso del suelo

Hace referencia a las funciones que se desarrollan sobre aquellas cubiertas, es la calificación de todas las actividades realizadas por el hombre sobre la cobertura del suelo, de forma parcial o permanente, con la intención de cambiarla o preservarla, para obtener productos y beneficios. Por ejemplo: la minería, la agricultura, la pesca, etc.

Los estudios sobre el cambio en la cobertura y uso del suelo proporcionan la base para conocer las tendencias de los procesos de deforestación, degradación, desertificación y pérdida de la biodiversidad de una región determinada (Lambin *et al.* 2001).

Aunque existen eventos naturales, tales como los huracanes, que propician variaciones en la cobertura natural, durante las últimas décadas, las actividades humanas se han convertido en el principal desencadenador de la transformación de los ecosistemas (Vitousek *et al.* 1997).

3.2.3 Definiciones para las categorías de cobertura vegetal y usos de la tierra según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

El mapa de Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra contiene un inventario de las superficies con algún tipo de cubierta vegetal, el uso que se le da a la tierra como sustrato productivo, así como otras superficies que son parte del paisaje tales como la infraestructura, los cuerpos de agua y las zonas áridas.

Para definir la leyenda del mapa, se tomó como base el sistema de clasificación adaptada por el MAGA (2006), el cual establece 7 categorías principales, subdivididas en 4 niveles y la asignación de un código numérico decimal para identificar las categorías y los niveles que las mismas alcanzan.

Para este caso se utilizaron 5 de las categorías principales, de las cuales se derivaron un segundo y un tercer nivel, los cuales se desglosan de la siguiente manera:

- 1) Infraestructura
 - a) Construcciones
 - b) Centros poblados
- 2) Agricultura
 - a) Agricultura anual
 - b) Granos básicos
 - c) Agricultura perenne
 - d) Café
- 3) Arbustos - matorrales
 - a) Pastos naturales y arbustos
 - b) Pastos
 - c) Arbustos – matorrales

- 4) Bosque natural
 - a) Bosque latifoliado
 - b) Bosque conífero
 - c) Bosque mixto

- 5) Cuerpos de agua
 - a) Rio

Definiciones para las categorías de cobertura vegetal y usos de la tierra

1) infraestructura

Esta categoría, contempla las áreas con construcciones dedicadas a vivienda o edificaciones que prestan servicio a la comunidad, se incluyen todas las obras de infraestructura creadas por el hombre que son necesarios para el bienestar de los habitantes.

a) Construcciones

Áreas ocupadas por viviendas, construcciones y otras obras de ingeniería; en esta categoría se contemplan los centros poblados, colonias y lotificaciones.

b) Centros poblados

Comprenden las áreas que están siendo utilizadas por construcciones dedicadas a vivienda, en esta categoría se incluyen otras construcciones que prestan algún servicio a la comunidad que se encuentran dentro de los cascos urbanos y que por la escala del mapa no pueden clasificarse por separado.

2) Agricultura

Esta categoría comprende las tierras destinadas por el hombre para la producción de alimentos o fibras para el consumo y bienestar del mismo.

a) Agricultura anual

Comprende tierras que están siendo utilizadas por el hombre para la producción de alimentos, que para su aprovechamiento no transcurre un tiempo superior a un año. Para el mapa se identificaron Granos Básicos (2.1.1) principalmente maíz que en algunos casos se asocia con frijol y cultivo de sorgo en algunas áreas de Oriente; Arroz (2.1.2), Yuca (2.1.3)

b) Agricultura perenne

Esta categoría contempla todas aquellas tierras que están siendo ocupadas por cultivos con un período de producción de tres a más años, para el mapa de identificación: Café (2.2.1)

3) Arbustos – matorrales

Tierras con una combinación de plantas leñosas que no sobrepasan los 5 metros de altura con hierbas y malezas de no más de 0.5 m de altura.

a) Pastos naturales y arbustos

Contemplan aquellas tierras, donde la cubierta vegetal consiste principalmente de pastos naturales, hierbas y arbustos. Está conformada por especies nativas de la zona, sin prácticas de cultivo y que son utilizadas principalmente para pastoreo libre de ganado bajo manejo extensivo.

b) Pastos naturales y/o yerbazal

Tierras con cobertura compuesta por vegetación de gramíneas naturales y hierbas con alturas que no sobrepasan los 0.50 m, en esta categoría se incluyen las áreas de pajonales.

c) Arbustos – matorrales

Contempla tierras cubiertas con plantas leñosas ramificadas, pero que no alcanzan los 5m de altura en su madurez, se encuentran en asociación con vegetales leñosos que al igual que los anteriores se

ramifican desde la base y que la altura menor es de los 0.5 m. se incluyen en esta categoría las áreas de comunidades de especies xerófilas.

4) Bosque natural

Superficies cubiertas por árboles, con un mínimo de cobertura de copa del 40%, formando una masa heterogénea que ocupa como mínimo 0.5 hectáreas.

a) Bosque latifoliado

Estrato de vegetación leñosa conformado con más de 70% de especies latifoliadas o de hoja ancha. Se incluyen los bosques de especies decaídas y los bosques de galería (Ripisilva).

b) Bosque conífero

Tierras donde la cobertura espacial de los árboles tiene más del 70% de especies coníferas.

c) Bosque mixto

Tierras que integran bosques con una distribución espacial de especies latifoliadas y/o coníferas en un 50% por especie.

5) Cuerpos de agua

Se incluyen en esta categoría los espejos de agua lénticos (en reposo) y lóticos (en movimiento).

a) Río

Contemplan los cursos de agua natural o artificial que sirven de vías de salidas de aguas, cuyo ancho permite ser representado según la escala del mapa (MAGA 2006).

3.3 Mapeo sistemático

En la actualidad, los mapas son realizados a través de levantamientos topográficos y fotogramétricos, a partir de información captada en fotografías aéreas, sensores remotos y procesados, con su adecuada comprobación de campo se obtienen mapas resultantes con información detallada de áreas de estudio, por ejemplo, la representación de determinado territorio en el que se puede visualizar diferentes elementos físicos y sociales como: relieve, hidrografía, suelos, vegetación, organización del territorio entre otros.

3.4 Mapeo participativo

El mapeo participativo es una herramienta que ha sido usada desde la década de 1970, en los diagnósticos rurales rápidos: siendo un enfoque que puede involucrar directamente a los habitantes de una localidad y a los trabajadores de campo en desarrollo, extensión así como los investigadores en el proceso de investigación. Además en la Evaluación Rural Participativa (EPR), en “la que la gente local puede hacer sus propios mapas” (Chambers 2006).

Estos mapas son una técnica convencional que ha sido usada durante décadas como parte de la investigación agrícola y geográfica, y el mapeo participativo se lo utilizó en diversos contextos que reflejaban la realidad social de un área. (Gupta 1989). Los estudios empezaban con el diseño de un mapa participativo que incluía el área de estudio, su relieve, vías principales y secundarias, hidrografía donde la gente de la localidad los utilizaba para analizar la situación local, discutir contrastes, problemas y oportunidades, tomar acciones y monitorear resultados (Vernooy y McDougall 2003).

Actualmente se está usando el mapeo participativo, a nivel mundial, y se le asignado diferentes nombres y que persigue el objetivo de conocer los distintos elementos de un determinado territorio y que en sus mejores ejemplos, “los proyectos de mapeo involucran directamente a los miembros de la comunidad en el

relevamiento del uso de la tierra y fronteras de su dominios". (Colchester 2002)

3.5 La escala y la resolución

Que una ubicación sea marcada en forma exacta o precisa en el mapa se relaciona con la resolución. La resolución es el tamaño de la menor característica en un conjunto de datos que puede ser discernido y es elegida por quien elabora el mapa. La resolución y la escala de la representación visual (mapa o fotografía) están relacionadas. Al tomar un mapa a una escala de 1:50,000, el menor punto que puede ser discernido en el mismo con un nivel de visión normal es de 0.5 mm, por lo tanto, equivalente a 25 m², y en la práctica más probablemente 50 m², entonces, un camino podrá aparecer cinco veces más su ancho real (McCall 2006).

3.6 Precisión de los Sistemas de Información Geográfica Participativa (SIGP)

La precisión no puede ser siempre considerada como una necesidad en los SIG Participativos, justamente porque la realidad territorial no es precisa: es siempre difusa y frecuentemente ambigua, aunque el grado de certeza varía con el objetivo del SIGP. El SIGP está desarrollando eventualmente los potenciales para obtener y crear representaciones visuales de conocimiento territorial ambiguo, confuso, no preciso – incluso discursivo y emocional- y ricas imágenes de un mundo multitexturizado (McCall 2006).

3.7 Topología

Las relaciones espaciales como la topología, son parte crucial de una base de datos de un SIG (Sistema de Información Geográfico). La topología es empleada para administrar los límites comunes entre dos elementos en una capa, define y refuerza las reglas de integridad de los datos, y facilita las consultas topológicas (relacionadas con la ubicación de los elementos de una capa) y la navegación –por ejemplo, para determinar la adyacencia y conectividad entre elementos-. También

es utilizada para facilitar una edición de datos sofisticada y construir elementos a partir de geometría inestructural –por ejemplo, construir polígonos a partir de líneas- (García 2009)

En otras palabras, la topología permite bajo reglas específicas el mantener la integridad espacial de los elementos que conforman una capa (FeatureClass); analizar la sobreposición de los límites entre los polígonos (como en los parcelamientos) o la conectividad entre el inicio y el final de una línea (como en el caso de las calles, ríos, etc.); además de muchas otras situaciones.

IV. MARCO REFERENCIAL

4.1 Ubicación y descripción del área de estudio

El área de estudio es el municipio de San José La Arada del departamento de Chiquimula, abarca una extensión de 115.30 Km². El área se encuentra localizada dentro del cuadrante definido por las coordenadas: 587878 y 603745 en “X”; y 1635154 y 1621327 en “Y” (Sistema Coordinado GTM, Zona 15.5, Datum WGS84).

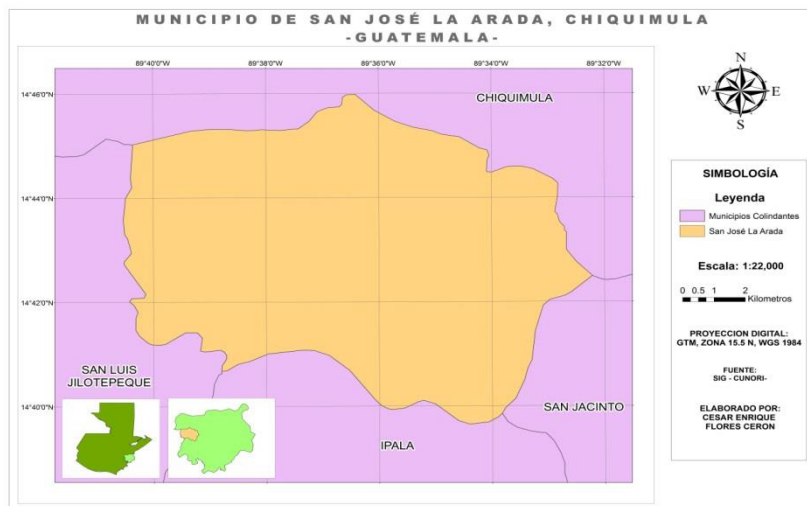


Figura 1. Mapa de Ubicación del área de estudio

V. MARCO METODOLÓGICO

5.1 Objetivos

5.1.1 Objetivo general

Contribuir a implementar técnicas alternativas de mapeo y generación de cartografía temática a detalle, en este caso de estudio sobre el uso del suelo, utilizando el conocimiento y la participación de los actores locales que contribuyan con la reducción de costos en el proceso de recolección de la información y en la planificación territorial del municipio de San José la Arada, Chiquimula.

5.1.2 Objetivos específicos

- ☐ Realizar la actualización cartográfica temática del uso del suelo a escala 1:5,000 del municipio de San José la Arada, Chiquimula utilizando la técnica del mapeo sistemático y el mapeo participativo.
- ☐ Evaluar el grado de aproximación y coincidencia entre el mapeo sistemático y el mapeo participativo en la generación de cartografía sobre uso del suelo del municipio de San José la Arada, Chiquimula.
- ☐ Establecer una metodología sistematizada para la realización de cartografía temática de uso del suelo por medios participativos.

VI. METODOLOGÍA

6.1 Realización de actualización cartográfica temática del uso del suelo a escala 1:5,000 a través de mapeo sistemático

6.1.1 Establecimiento de puntos de muestreo

Mediante la interpretación de ortofotografías en un ambiente de sistema de información geográfica, utilizando como referencia los mapas nacionales oficiales de cobertura, se generó una representación digital de la localización y extensión de las clases de cobertura del uso del suelo del municipio de San José la Arada.

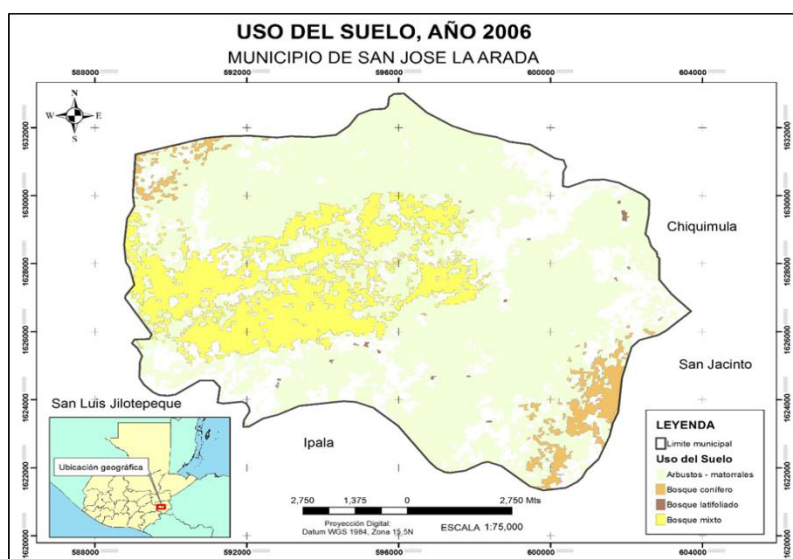


Figura 2. Mapa de cobertura de uso del suelo del municipio de San José La Arada

En un software para Sistemas de Información Geográfica SIG, se generó una grilla de puntos a una distancia de 500 metros que cubre todo el municipio, se eligió un espaciamiento pequeño entre puntos porque se desea obtener cartografía a nivel de detalle. Cada uno de estos puntos sirvió para identificar los usos del suelo a través de la fotointerpretación en el mapeo sistemático.

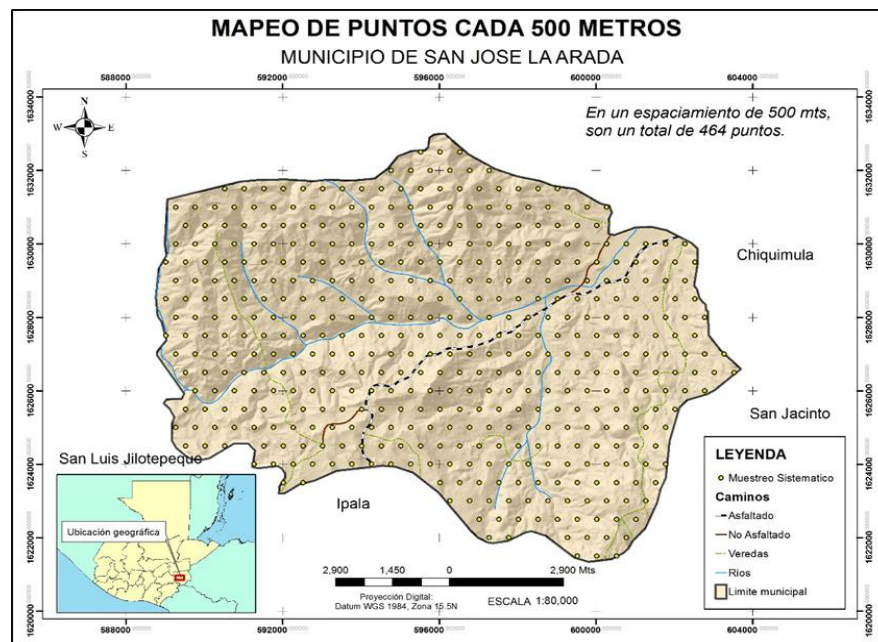


Figura 3. Mapa de malla de puntos a 500 mts del municipio de San José La Arada.

Tomando como base el mapa de malla de puntos se generaron los puntos aleatorios de muestreo que fueron comparados con los resultados del mapeo participativo para validar la información obtenida de los actores locales. Para la realización del muestreo se utilizó el método de muestreo simple aleatorio ya que otorga la misma probabilidad de elegir a todos los elementos de la población.

Formula de muestreo aleatorio simple:

$$n = \frac{N}{N d^2 + 1} \quad n = \frac{464}{(464) (0.10)^2 + 1} \quad 83 \text{ puntos de muestreo}$$

Dónde:

n : Número de muestra

N : Tamaño de la Población

d^2 : Grado de Precisión deseado.

Ver cuadro 1 en anexos.

6.1.2 Recolección de datos en campo

La validación de la clasificación del uso del suelo se realizó mediante una comparación con datos levantados en campo. En este proceso se presentó la metodología, se establecieron los criterios acerca del proceso de colección de datos y se elaboró un boletín de campo para indicar el tamaño mínimo de la muestra, la documentación, las clases y toda la información que se levantó. Se conformaron grupos de trabajo con tres personas: un responsable del grupo (docente CUNORI) y dos estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Administración de Tierras. Se ingresaron las coordenadas de los puntos de muestreo a un receptor GPS y a partir de ahí se inició el viaje para localizar los puntos de muestreo en campo. La localización definitiva en campo del área a muestrear se definió en base a la ubicación señalada por el GPS y a la fotointerpretación hecha en ortomapas.



Figura 4. Receptor GPS de tipo navegador



Figura 5. Búsqueda en campo de las coordenadas de cada punto a muestrear



Figura 6. Ubicación de los alrededores de cada uno de los puntos muestreados

Punto número: 69

Coordenada X (GTM): E00591204

Coordenada Y (GTM): N01624057

Coordenada Z (Altura): 721m

Extensión de cobertura—distancia, título foto

-N: _____ -S: _____ -E: _____ -O: _____

Descripción de especies (herbáceas, arbustivas, arbórea):

Arbustos

Observaciones:

Croquis:

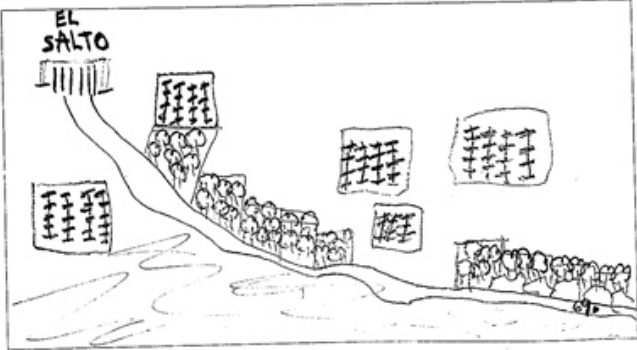


Figura 7. Boleta de campo llenada con información descriptiva de un punto

Fuente: Alumnos de carrera de Administración de Tierras 2014

Cada uno de los grupos contó con los siguientes equipos y materiales:

- 1 GPS tipo navegador
- 1 brújula
- 1 cámara fotográfica
- Listado de coordenadas
- Boletines de campo (anexo 1)
- 1 mapa general de ubicación de los puntos de muestreo (anexo 2)
- Mapas de localización por cada punto de muestreo.
- Ortofotomapas de cada punto de muestreo.

6.1.3 Geoprocesamiento de datos

A través de un software para digitalización de datos geográficos se realizó el proceso de geoprocesamiento de los datos que fueron recabados en campo, logrando con esto obtener el mapa con los puntos del mapeo sistemático plotados sobre el mapa del territorio de San José la Arada, los cuales fueron después confrontados con la información de el mapeo participativo para lograr con esto la validación de la aproximación que existe entre ambos métodos para obtener la precisión desea.

6.2 Realización de actualización cartográfica temática del uso del suelo a escala 1:5,000 a través de mapeo participativo

6.2.1 Recolección de información secundaria

Se recolectó información secundaria del municipio de San José la Arada, para conocer el estado del municipio, extensión territorial, comunidades, población, zonas de vida, entre otras y se revisó información de mapas existentes. Se imprimieron hojas cartográficas del municipio a una escala grande (1:5000), el insumo inicial para la elaboración de la maqueta, que posteriormente se utiliza para el proceso del mapeo participativo.

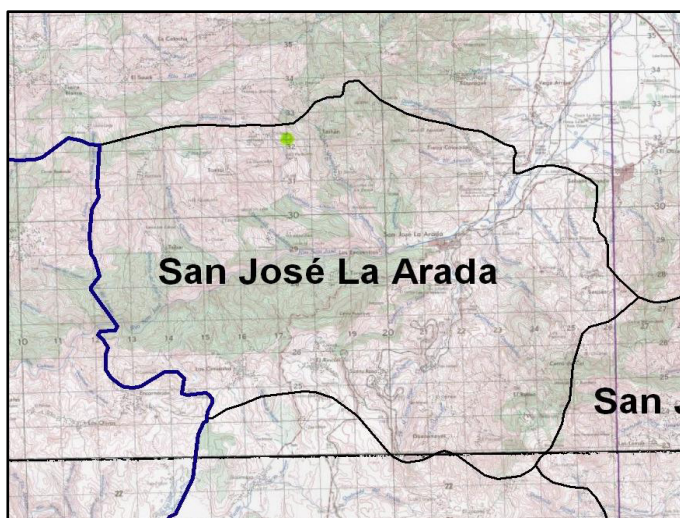


Figura 8. Hoja cartográfica del municipio de San José la Arada

Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN) 1997.

6.2.2 Elaboración de la maqueta

Para elaboración en tercera dimensión de una hoja cartográfica, fue necesario primero definir el área de estudio, esto puede realizarse sobre una hoja cartográfica o bien por medio de un Sistema de Información Geográfica (SIG), una vez definida dicha área, se procedió a establecer la escala horizontal y vertical a la que fue realizada, estableciendo la escala horizontal, fue impresa la hoja cartográfica que representa en plano el área que cubre la maqueta, esto se hizo para poder utilizar la impresión de la cual se obtuvieron los patrones de las diferentes curvas de nivel y calcarlos sobre cartoncillo a través de papel carbón o pasante.

En este caso se eligió una escala grande a detalle de 1: 5000, la cual fue la escala horizontal y una escala vertical de 1: 2500 que fue establecida luego de realizar pruebas para definir la exageración vertical que se ajustó mejor a este proyecto.

Para definir la relación de la escala vertical con la horizontal, se suele realzar la escala de planta un cierto número de veces, normalmente 10, a fin de poder conseguir una buena representación visual de la altimetría. Por tanto, la escala vertical es 10 veces la escala horizontal con el fin de mejorar visualmente la percepción del relieve (Franquet y Querol 2010).

Si el territorio que se va a representar en la maqueta tiene poco desnivel (es decir poca diferencia entre el punto más bajo y el punto más alto), entonces es recomendable exagerar la escala vertical. Si al contrario, hay bastante desnivel, se puede disminuir (siempre proporcionalmente) el desnivel que se va a representar en la maqueta eligiendo una escala vertical más grande (Gonda y Pommier 2008).

Luego utilizando los patrones hechos sobre el cartoncillo, se marcaron sobre planchas de duroport de un grosor específico (4 cm.) para lograr obtener la escala vertical deseada, utilizando cada una de estas planchas como una cota o curva de nivel individual. Para unir cada una de estas cotas de duroport se utilizó cola blanca y silicón líquido, siempre tomando en cuenta el orden en el que debe ir cada una de las cotas.

Teniendo ya pegadas cada una de las cotas que conforman la maqueta fue necesario suavizar los bordes de cada una de estas a manera que la forma de la superficie dé la continuidad uniforme entre cada una de las curvas de nivel.

En el caso de trabajar las cotas con planchas de duroport fue más sencillo suavizar los bordes únicamente utilizando papel de lija, de un calibre grueso primer (60) o para poder desbastar rápidamente hasta llegar al límite deseado y luego con un calibre más fino (100) para eliminar lo áspero del primer lijado y que la superficie sea menos imperfecta.



Calcado de curvas de nivel



Corte de curvas de nivel en duroport



Pegado de curvas de nivel



Maqueta fase de lijado completa

Figura 9. Elaboración del modelo en 3 dimensiones

Después de lijado con los dos tipos de lija y teniendo ya suavizada uniformemente toda la superficie de la maqueta, entonces se aplicaron de 2 a 3 capas de papel toalla del tipo que se utiliza en cocina conocido como papel mayordomo, pegado con una mezcla de goma blanca diluida en agua, esta se aplicó sobre la maqueta, se pega el papel y luego se aplicaron de una a dos capas más de esta forma, con la finalidad de dar soporte sobre la maqueta para que exista la adherencia que se necesitó para aplicar el yeso que fue la capa sobre la cual se representaron los

diferentes elementos que se desean mostrar.

Finalizado el proceso de elaboración de la maqueta, se dibujó sobre esta los principales datos gráficos necesarios para la ubicación de diferentes sitios que sirvieron de apoyo a los pobladores que ayudaron en el mapeo participativo, como lo son ríos, quebradas, caminos, carreteras y centros poblados.



Aplicación de capas de papel toalla



Pegado de papel toalla completo sobre maqueta



Ubicación de información gráfica
(ríos, carreteras y centros poblados)

Figura 10. Terminación de acabados en el modelo en 3 dimensiones

6.2.3 Realización de talleres participativos

Se zonificó en tres segmentos el municipio de San José la Arada, esto con la finalidad de tener una mejor orientación y manejo al momento de concertar a los líderes comunitarios de los caseríos que se encuentren dentro de la zona delimitada.

Se definieron tres segmentos debido a que el municipio de San José la Arada cuenta con 31 caseríos y de esta manera se hace conveniente trabajar con grupos de 10 caseríos por diagnóstico. Con los diagnósticos se obtuvo información acerca del uso del suelo, directamente de los pobladores de las comunidades.

Se realizaron los talleres con la participación de los actores locales que en este caso fueron los integrantes del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de su localidad, en esta actividad se dio instrucción a los participantes con la intención que para ellos fuera fácil la interpretación y uso de la maqueta en donde se indicaron de forma gráfica, por cada uno de ellos, el uso de suelo de cada una de las localidades.

Los usos que identificaron los líderes comunitarios fueron los siguientes:

- Maíz y frijol
- Bosque mixto, conífera y latifoliado.
- Café
- Centros poblados
- Arbustos y matorrales
- Pastos

Además de realizar ajustes a los caminos, tamaño de los centros poblados, identificación de fuentes de agua y límites municipales reconocidos por ellos.



Figura 11. Talleres participativos

6.2.4 Representación del uso de suelo

Concluyendo todos los talleres y teniendo ya plasmada sobre la maqueta toda la información necesaria sobre cada una de las localidades con respecto al uso del suelo y alguna otra información que fue considerada de interés, se pintó la maqueta con pinturas adecuadas para esta tarea, buscando que esta fuera de alta duración para poder preservar de mejor manera la información recabada, se pintó cada una de las áreas establecidas por los actores, diferenciando cada uno de los usos con diferentes patrones que fueran de acuerdo al uso que representan.



Figura 12. Establecimiento y ubicación de usos de suelo sobre modelo en 3 dimensiones



Figura 13. Terminación y acabado de los usos del suelo sobre modelo en 3 dimensiones

6.4.5 Validación de usos del suelo con líderes comunitarios

Con la información obtenida del muestreo de campo se verificó el uso preliminar establecido inicialmente en la maqueta a través del mapeo participativo de esta forma se definió de una manera más precisa las áreas que corresponden a cada uso.

Establecidos los usos del suelo y rectificados con la validación de campo se invitó nuevamente a los actores locales para que observaran el modelo final y realizaron una validación del uso del suelo obtenido. Esta fase permitió no solo tener una mejor precisión de la información obtenida sino que dio a los pobladores del lugar la oportunidad de apropiarse del resultado ya que fueron parte de todo el proceso de obtención de información, la cual servirá para contribuir a la planificación territorial de su municipio.

Con el modelo consensuado se procedió a definir y plasmar con colores los usos del suelo, y otras características pertinentes como caminos, ríos y lugares poblados.

Con toda la información representada se colocaron datos adicionales como los límites, norte, escala y leyenda.

En el uso común, la precisión se refiere al nivel de resolución territorial, o, a la rigurosidad y confiabilidad de la georeferenciación. Y en términos de medición, la exactitud se refiere al porcentaje de objetos efectivos (reales, nombrados), que pueden ser correctamente ubicados en el mapa.

Que una ubicación sea marcada en forma exacta o precisa en el mapa se relaciona con la resolución. La resolución es el “tamaño de la menor característica en un conjunto de datos que puede ser discernido” y es elegida por quien elabora el mapa (McCall 2006).



Figura 14. Maqueta con usos del suelo validados a través del mapeo participativo.

Fuente: Modelado Participativo Tridimensional: C. Flores, 2015.

6.4.6 Digitalización a través de fotografía digital

Una vez el modelo fue completado, los datos del mapeo participativo fueron extraídos e ingresados en un SIG. Mientras se transfirió de un medio a otro,

la principal preocupación fue la minimización de la pérdida de datos o la georreferenciación errónea.

La extracción de los datos fue a través de la toma de fotografías digitales de la maqueta, ésta se colocó de manera vertical y perpendicular a la cámara en donde para reducir los desplazamientos radiales y de relieve, se utilizó un movimiento de la cámara paralelo a la maqueta. (Figuras 15 y 16).



Figura 15. Movimiento de la cámara digital para toma de fotografías a la maqueta (Lado A).

Fuente: Modelado Participativo Tridimensional: C. Flores, 2015.



Figura 16. Movimiento de la cámara digital para toma de fotografías a la maqueta (Lado B).

Fuente: Modelado Participativo Tridimensional: C. Flores, 2015.

Se utilizó una cámara digital de alta resolución en zoom de medio alcance y fijada en un trípode a una distancia definida. Las imágenes tomadas son imágenes de trama, que se guardaron en formato TIFF (formato de archivo informático para imágenes). No fue necesaria ninguna ortorectificación ya que las imágenes fueron tomadas en forma perpendicular al modelo.

El proceso que se realizó es de georreferenciación, en donde se estableció la posición correcta de la imagen en la superficie del mundo, utilizando un sistema de coordenadas predeterminado. Para realizar la georreferenciación se establecieron puntos de control a partir del mapa base del modelo, este proceso se realizó apoyándose en herramientas de software SIG (Figura 17). Finalmente, con el modelo georeferenciado se procedió a realizar la digitalización manual en pantalla de los elementos que se pueden observar con la información de uso del suelo, obtenida del modelo en 3 dimensiones (Figura 18).

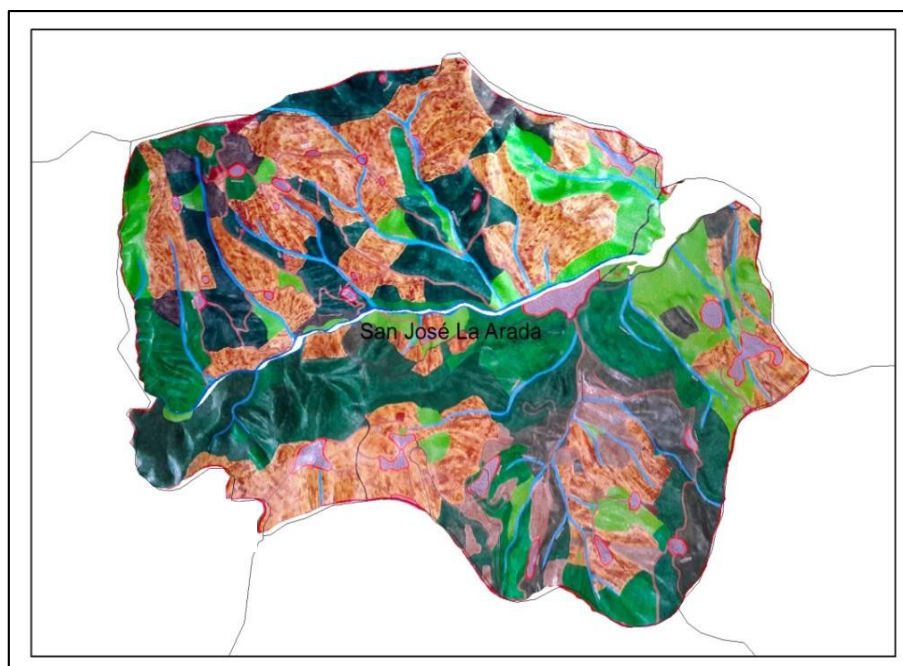


Figura 17. Fotografías de la maqueta georreferenciadas a través de un software GIS.
Fuente: Modelado Participativo Tridimensional: C. Flores, 2015.

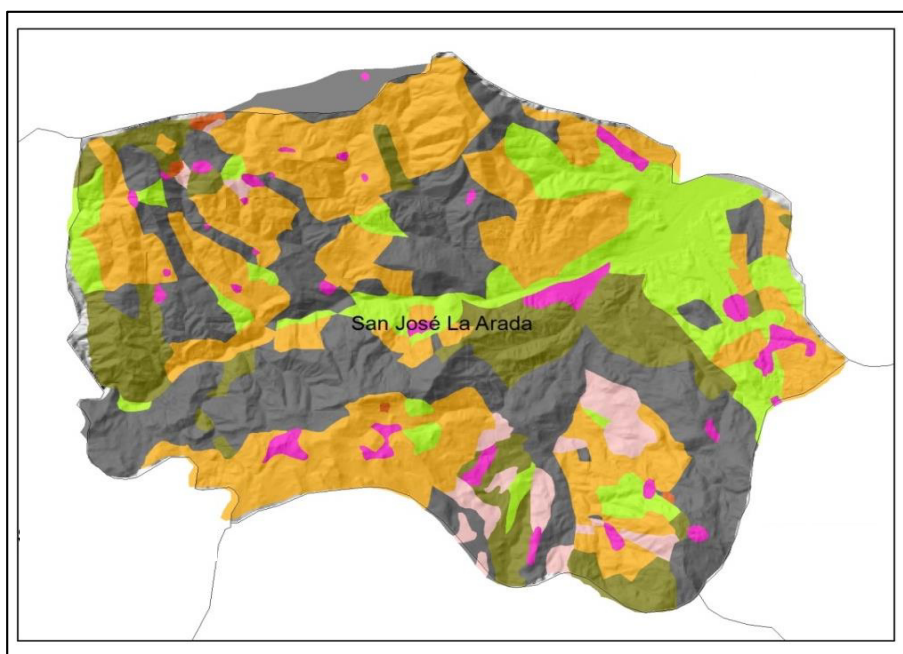


Figura 18. Usos del suelo obtenido a través de medios participativos digitalizado de maqueta.
Fuente: Modelado Participativo Tridimensional: C. Flores, 2015

Luego de realizar la digitalización de las áreas, se procedió a correr la topología sobre el modelo, con la finalidad de establecer si existía algún error cometido

durante este proceso, esto consiste en utilizar herramientas que se encuentran incluidas en el software llamado ArcSig, utilizado para la digitalización, el cual hace un barrido sobre el objeto digitalizado para poder conocer o reconocer errores de tipo humano que se cometen a la hora de realizar el trazo de las áreas digitalizadas, ya que puede sobreponerse líneas una sobre otra creando con esto errores de tipo línea, áreas o puntos, como lo arroja el resultado mostrado en la Figura 19.

Mostrando únicamente en este caso errores de tipo línea, lo que indica que al momento de realizar la digitalización, existieron sobre-posiciones de líneas, las cuales son corregidas para eliminar los mismos.



Figura 19. Topología de San José la Arada

6.3 Evaluación del grado de aproximación y coincidencia entre el mapeo sistemático y el mapeo participativo

Se utilizó la grilla de puntos establecida en el mapeo sistemático con unidades muestréales de 500 Mts², a estas unidades se les aplicó el método de muestreo aleatorio a una precisión de 10%, el resultado calculado son 83 puntos y estas muestras fueron objeto de estudio para comparar ambos mapeos, en estas unidades se identificó el uso obtenido a través del mapeo sistemático y se comparó esta misma unidad con el uso obtenido en el mapeo participativo (figura 27).

Esta información fue recolectada en una tabla para comparar las unidades de muestreo, respaldado en las fotografías de las boletas del uso de suelo. (Cuadro 6)

Se utilizó la nomenclatura del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) del uso del suelo para establecer así la leyenda que fue utilizada para cada uno de los usos, como los son:

- Bosque mixto
- Bosque latifoliadas
- Arbustos y matorrales
- Pastos
- Granos básicos
- Bosque coníferas
- Centros poblados

(cuadro 6 en anexos)

En la presente investigación la resolución utilizada para los dos métodos de mapeo es 1:5000 y la manera de determinar el grado de aproximación se realiza colocando lo observado de cobertura de uso del suelo en el muestreo sistemático sobre la apreciación de los líderes comunitarios pintada en los diferentes usos del suelo plasmada en la maqueta. (Figura 14).

Finalmente se utilizó una tabla para establecer los niveles de coincidencia en el total de las muestras, para así poder obtener el nivel de aproximación entre los dos tipos de mapeos, con la finalidad de demostrar la confiabilidad del mapeo participativo.

Considerando una distribución estadística de límites naturales de tres divisiones para representar la precisión del mapeo se considera la muestra 83 puntos como un 100%, si de estos coinciden 24 usos (el 30%) de los resultados entre el mapeo participativo y el sistemático se considerará como malo el nivel de aproximación y coincidencia, si coinciden 49 se será regular (el 60%), si 51 puntos o más coinciden (mayor al 60%) será clasificado como bueno. (Cuadro 6).

Cuadro 1. Rangos de niveles de aproximación y coincidencia entre ambos mapeos.

Rango de porcentaje	Porcentaje de aproximación y coincidencia	Nivel de aproximación y coincidencia
0 – 30%		Bajo
31 – 60%		Medio
61 – 100%		Alto

Fuente: C. Flores, 2014.

6.4 Sistematización para la realización de cartografía temática de uso del suelo por medios participativos

Se realizaron los esquemas de la sistematización para la realización de cartografía temática de uso de suelo por medios participativos, incluyendo estos en forma ordenada de cada proceso como los son la elaboración del modelo en 3 dimensiones y el mapeo participativo.

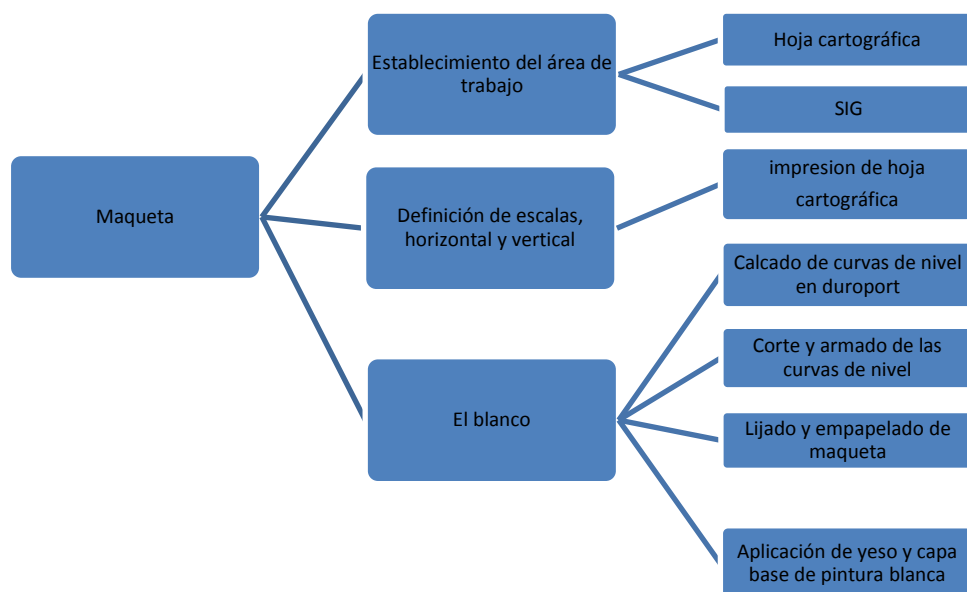


Figura 20. Esquema de la metodología del modelo en 3 dimensiones

Fuente: C. Flores, 2014

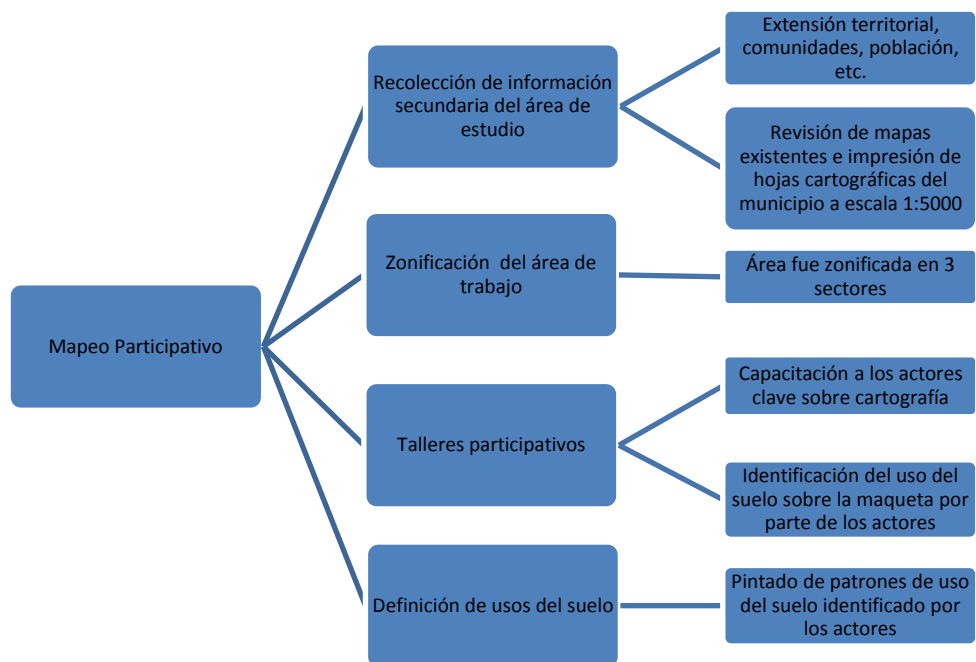


Figura 21. Esquema de la metodología del mapeo participativo

Fuente: C. Flores, 2014

VII. RESULTADOS

7.1 Cartografía a través de mapeo sistemático

Los puntos que fueron distribuidos aleatoriamente y posteriormente muestreados recabaron información del cambio del uso del suelo del municipio de San José La Arada (Figura 16), se tomaron fotografías en dirección a los cuatro puntos cardinales (como se estableció previamente en la metodología) para validar los datos de la boleta que se elaboró para tomar este tipo de información. (Anexo 1)

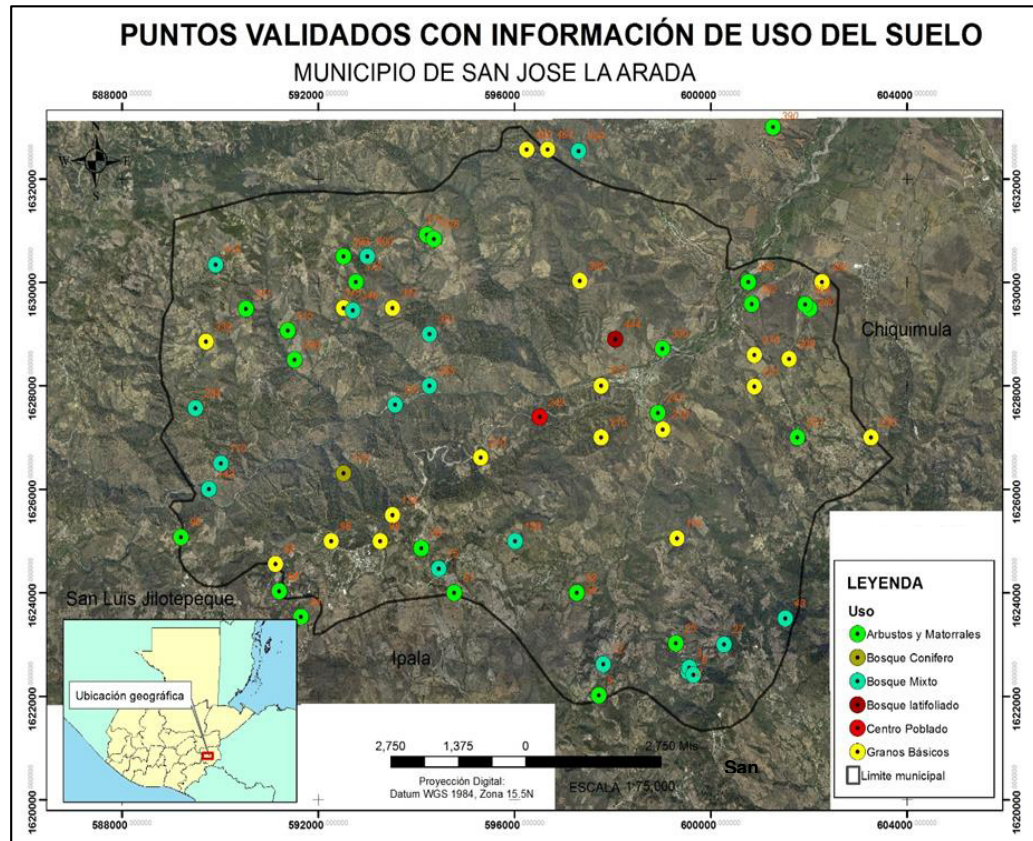


Figura 22. Puntos validados a través de mapeo sistemático en el municipio de San José La Arada.

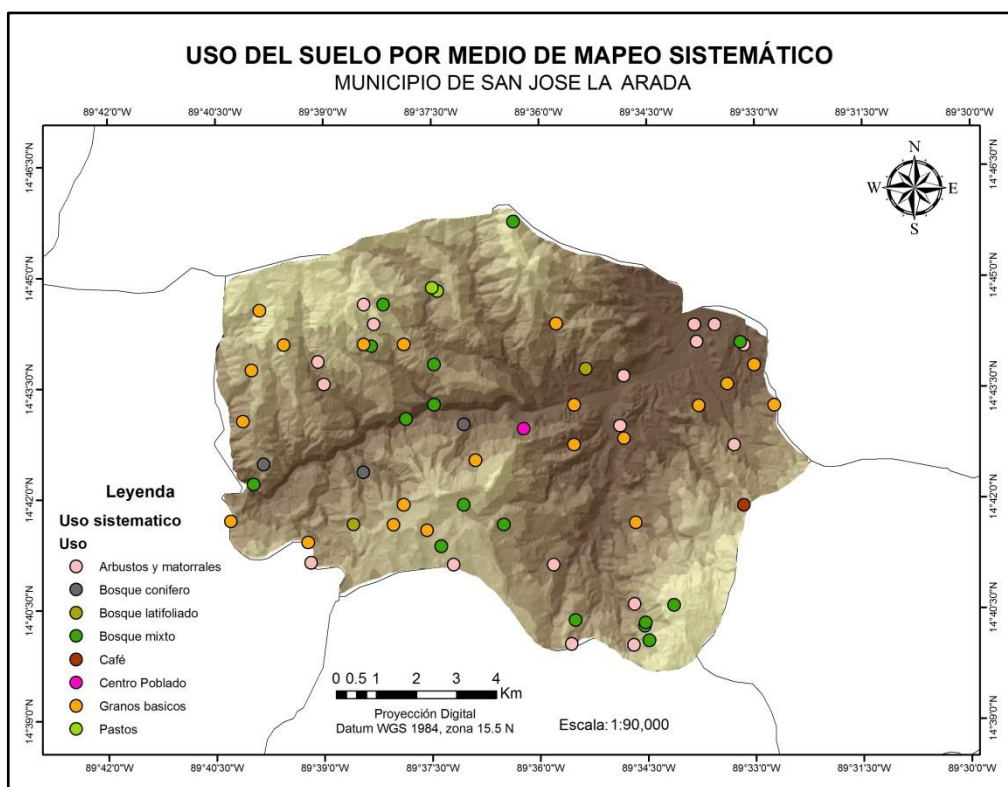


Figura 23. Puntos validados a través de mapeo sistemático en el municipio de San José La Arada.

Conforme a la metodología, se obtuvo información sobre uso del suelo de los puntos aleatorios, proceso que resulto difícil, ya que como puntos que no pueden moverse de su posición geográfica, algunos quedaron ubicados en lugares poco accesibles y alejados de caminos vecinales o carreteras de terracería en los cuales se facilitaría poder llegar en vehículo. En la figura 23 se puede observar los puntos clasificados de acuerdo al uso identificado a través del mapeo sistemático. En el anexo 3, cuadro 5, se presentan los puntos muestreados para el mapeo sistemático y sus coordenadas tomadas en campo.

Por otro lado en la figura 24, se presenta el avance mensual de los 83 puntos muestreados con el mapeo sistemático. En la figura 25 se muestra los tipos de cobertura validados, los cuales fueron fuente de comparación entre los mismos puntos ubicados en la maqueta y descritos por los pobladores, en donde se

compararan los tipos de uso en torno a su grado de aproximación y coincidencia entre ambos métodos de mapeo.

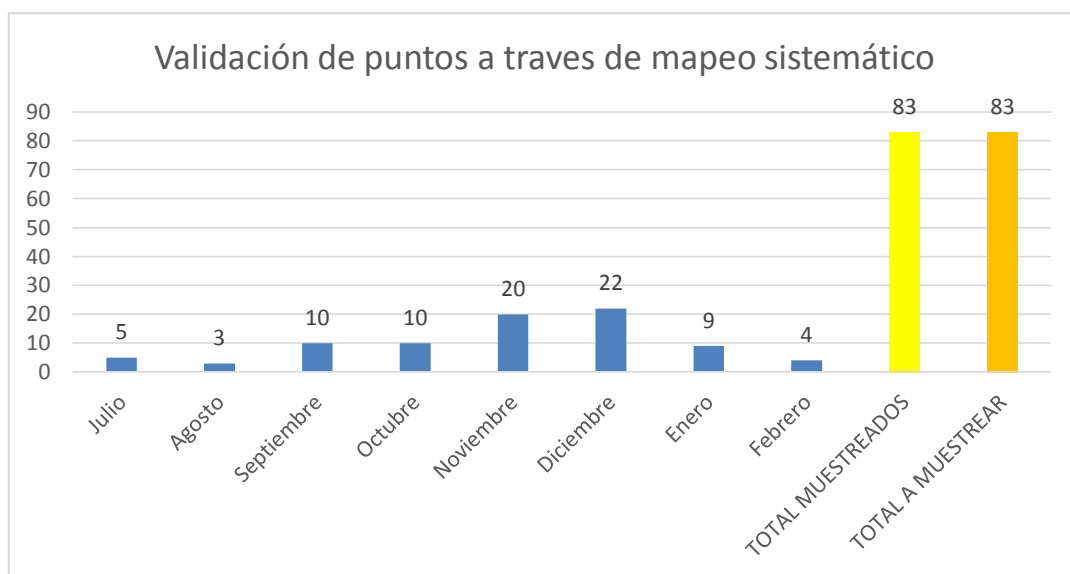


Figura 24. Validación mensual de puntos a través del mapeo sistemático.

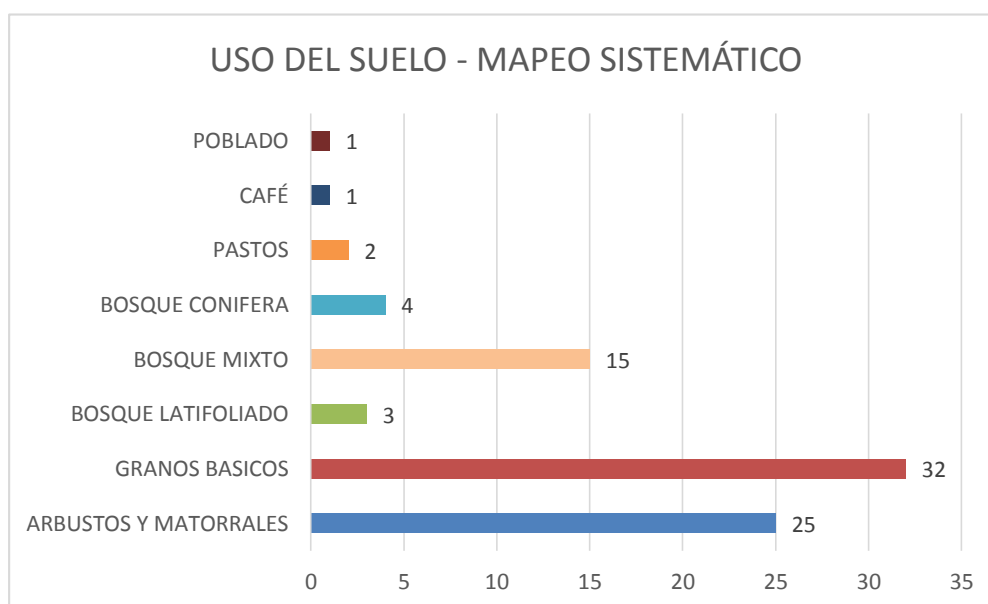


Figura 25. Usos del suelo validados a través del mapeo sistemático.

7.2 Realización de cartografía temática del uso del suelo a través de medios participativos.

Se realizó la digitalización de los usos del suelo a través de medios participativos luego de haber completado el establecimiento de estos sobre el modelo en 3 dimensiones, por medio del software para digitalización de información geográfica ArcGis, logrando con esto obtener los resultados que se muestran en polígonos establecidos con cada uno de los usos.

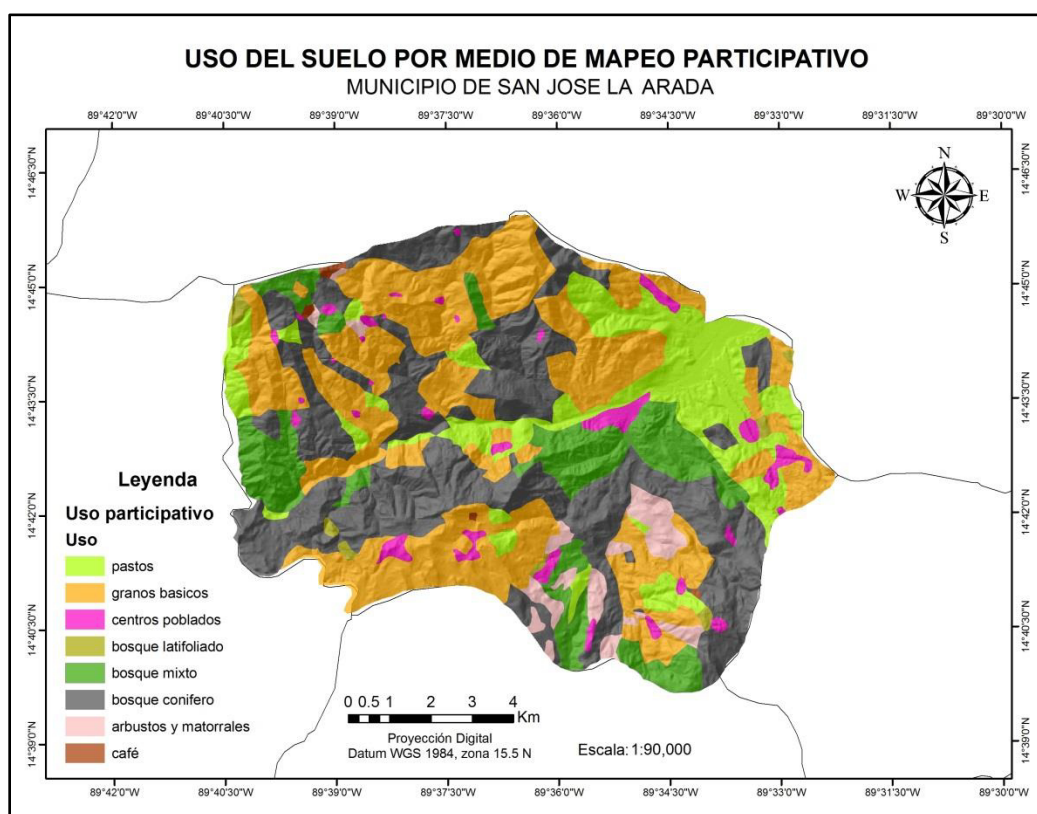


Figura 26. Usos del suelo obtenido a través de medios participativos digitalizado de maqueta.

Fuente: Modelado Participativo Tridimensional: C. Flores, 2015

La digitalización de estos polígonos de cada uno de los usos establecidos por medio del mapeo participativo muestra las áreas de cada uno de ellos como lo describe el siguiente cuadro.

Cuadro 2. Áreas de usos del suelo por Hectáreas.

Uso	Área (Ha)
Pastos	1705.905486
Granos básicos	3925.442887
Centros poblados	367.599152
Bosque latifoliado	92.395656
Bosque mixto	1402.214699
Bosque conífero	3693.562041
Arbustos y matorrales	408.809606
Café	27.893942

7.4 Determinación del grado de Aproximación y Coincidencia

Para la determinación de la aproximación y coincidencia entre ambos mapeos, se ubicaron los puntos del mapeo sistemático sobre la información obtenida por medios participativos, con el fin de comparar si los usos encontrados en campo correspondían con los usos indicados por las personas (Figura 27).

En la fig. 27 se ilustra que los puntos geográficos validados directamente en campo y los descritos por los pobladores en la maqueta elaborada para ubicarlos geográficamente, coincidieron satisfactoriamente en su mayoría. Sin embargo, en algunos tipos de uso se observó alguna diferencia, principalmente debido a la diferencia de época que existió entre ambos mapeos.

Esta diferencia de uso del suelo entre los tipos de mapeo evaluados puede apreciarse al comparar los usos del suelo de Granos Básicos versus Arbustos y Matorrales.

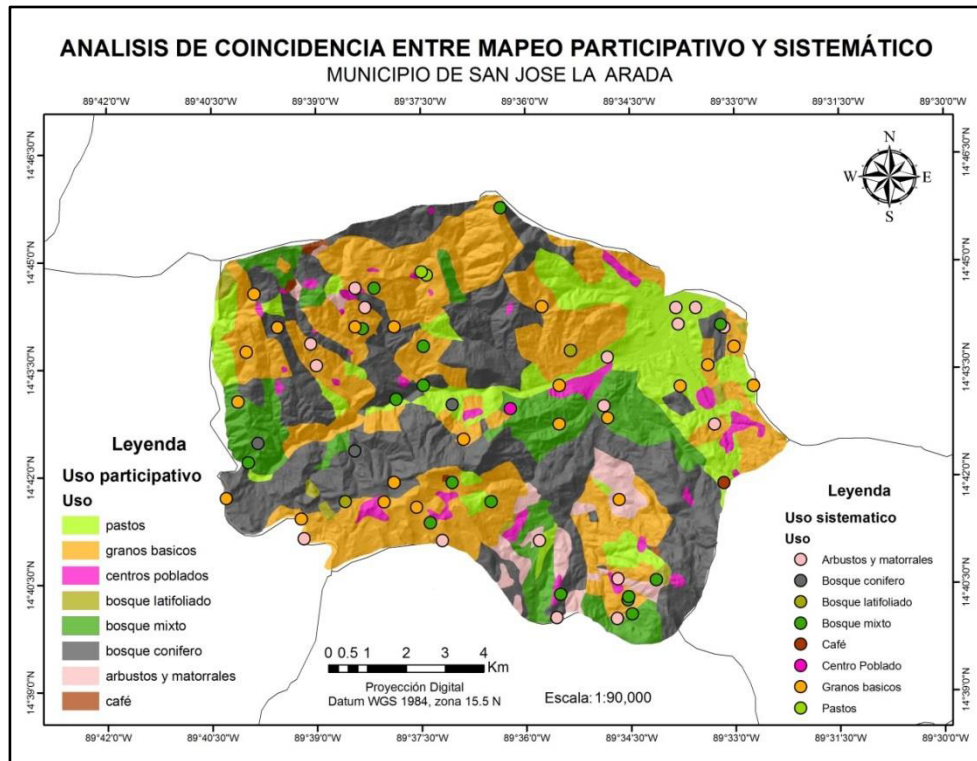


Figura 27. Puntos de muestreo sistemático colocados sobre usos participativos obtenidos de maqueta.

Fuente: Modelado Participativo Tridimensional: C. Flores, 2015.

Se tabuló la información y se realizó el comparativo entre mapeos con el propósito de cuantificar el grado de coincidencia entre ambos métodos. Este grado de coincidencia se realizó comparando los tipos de uso ofrecidos por los pobladores con respecto al mapeo sistemático validado en campo. En el cuadro 3, se detallan los diferentes valores del grado de coincidencia entre los usos expresados por los pobladores y lo validado por el mapeo sistemático. Puede apreciarse que existe un cien por ciento de coincidencia en los usos de Pastos, Granos Básicos y Bosque conífero y latifoliado; y un menor grado en arbustos y matorrales. Lo anterior se debió a que durante la época en que los puntos de muestreo se validaron en campo, el uso consignado en cada punto es respuesta de lo que el técnico encuentra en el momento de la visita y a la clasificación que utiliza para el efecto. En el cuadro 6 se describen más puntos registrados para Arbustos y Matorrales por el mapeo sistemático que en el mapeo participativo; y por el contrario el mapeo

participativo consigno más puntos con Granos Básicos que el mapeo sistemático. Lo anterior puede sugerir que el mapeo sistemático no necesariamente puede identificar los verdaderos usos del suelo; ya que los datos son tomados por técnicos que desconocen el “historial de uso”, una debilidad del mapeo sistemático comparándolo con el mapeo participativo.

Finalmente, es importante señalar que el alto grado de coincidencia encontrado entre ambos métodos, es debido en gran parte a la plataforma utilizada para que los pobladores identificaran los usos del suelo. Esta plataforma que consistió en la elaboración de un modelo en tres dimensiones a una escala 1:5,000, que cubrió un área de 3.5 mts por 3 mts. de visualización del territorio del municipio, permitió que los pobladores se ubicaran con una alta precisión en cada sitio de su conocimiento. Lo anterior fue el factor clave para obtener un alto grado de coincidencia entre ambos métodos.

Cuadro 3. Comparativo entre mapeos por usos en relación a porcentajes.

Uso	Mapeo sistemático	Mapeo participativo	Coincidencias	% con respecto al sistemático
Centros poblados	2	1	1	50
Arbustos y matorrales	20	9	9	45
Pastos	4	7	4	100
Granos básicos	28	31	28	100
Bosque conífera	5	10	5	100
Bosque latifoliado	6	11	6	100
Bosque mixto	18	14	14	78
Total	83	83	67	81

Por lo tanto, los resultados alcanzados en este trabajo sugieren que cuando se realicen mapeos participativos, se ofrezca a los participantes, plataformas con un alto grado de precisión geográfica del territorio a mapear.

Considerando el cuadro 1, descrito en la metodología para realizar el análisis, el nivel de aproximación y coincidencia que se obtuvo fue: Alto.

Cuadro 4. Comparativo de aproximación y coincidencia entre ambos mapeos.

Rango de porcentaje	Porcentaje de aproximación y coincidencia	Nivel de aproximación y coincidencia
0 – 30%		Bajo
31 – 60%		Medio
61 – 100%	81%	Alto

VIII. CONCLUSIONES

Se realizó la actualización cartográfica del uso del suelo del municipio de San José la Arada a escala 1:5000, escala que brindó precisión al momento de digitalizar los diferentes usos utilizando la técnica de mapeo sistemático y mapeo participativo.

Se estableció una metodología sistematizada para la realización de cartografía temática del uso del suelo por medios participativos, con la finalidad de crear una herramienta viable, confiable y análoga para la actualización periódica del uso del suelo de un territorio determinado.

Se evaluó el grado de coincidencia y aproximación entre ambos tipos de mapeo, logrando un 80 % de concordancia entre el mapeo sistemático y la técnica de mapeo participativo, ya que en un alto porcentaje existió coincidencia en la información recabada entre el participativo y el sistemático.

El alto grado de coincidencia encontrado entre ambos métodos, se atribuyó a la plataforma utilizada para identificar los usos del suelo del territorio del municipio, ya que permitió que los pobladores se ubicaran con una alta precisión en cada sitio de su conocimiento, factor clave para obtener un alto grado de coincidencia entre ambos métodos.

VIII. RECOMENDACIONES

Actualizar periódicamente la cartográfica del uso del suelo del municipio de San José la Arada y digitalizar los diferentes usos que se observen, utilizando la técnica de mapeo sistemático y mapeo participativo.

Utilizar la metodología sistematizada creada para la realización de cartografía temática del uso del suelo por medios participativos para la actualización periódica del uso del suelo del municipio de San José la Arada.

Involucrar a los actores locales para poder obtener la información por medio de un sistema participativo, el cual brinda información confiable a la hora de realizar la actualización de la información de un territorio determinado, así mismo utilizar una escala adecuada para poder obtener precisión al momento de digitalizar.

Promover los resultados de este trabajo con instituciones que abordan la planificación territorial y así poder ampliar y mejorar la información generada por medios tradicionales de generación de cartografía temática.

Continuar estudiando la plataforma del modelo en 3 dimensiones de un territorio para abordar diferentes temáticas que se ajusten a generar información territorial por medios participativos, ya que esta metodología resultó muy acertada para recabar información mediante el conocimiento de las personas del área bajo estudio.

X. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Chambers, R. 2006. El mapeo participativo y los sistemas de información geográfica: ¿De quién son los mapas? ¿Quién se empoderar y quién se desempodera? ¿Quién gana y quién pierde? The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries 25 (2): 1-11.
2. Colchester, M. 2002. El mapeo como herramienta para asegurar el control comunitario: algunas enseñanzas del sudeste de Asia (en línea). Boletín no. 63 de WRM. Consultado 15 dic. 2014. Disponible en <http://wrm.org.uy/oldsite/boletin/63/mapeo.html>
3. CVC (Corporación Autónoma Regional del Valle de Cauca, CO). 2012. Guía explicativa de la temática de cobertura y uso del suelo (en línea). Colombia. 5 p. Consultado 18 sep. 2014. Disponible en <http://geocvc.co/pdf/GuiaCoberturaUso.pdf>.
4. Desoub (Desarrollo Urbano Sostenible, ES). 2000. Uso del suelo (en línea). España. Consultado 30 may. 2014. Disponible en <http://www.desourb.org>.
5. Franquet, J; Querol, A. 2010. Nivelación de terrenos por regresión tridimensional. España, Universidad Nacional de Educación a Distancia. 488 p.
6. García, M. 2009. ArcGis 9.2. Chiquimula, GT, SIG-CUNORI, Ingeniería en Administración de Tierras. 154 p. (sin publicar).
7. Gonda, N; Pommier, D. 2008. Herramientas para la gestión social del territorio y de los recursos naturales. Managua, NI. Fundación Caja Navarra. 59 p.

8. Gupta, A. 1989. Maps drawn by farmers and extensionists. *In* Chambers Robert, Arnold Pacey y Lori Thrupp. 1989. Farmer First. Farmer innovation and agricultural research. London, UK, Intermediate Technology Publications. p. 86-92
9. Lambin, EF; Turner, BL; Geist, HJ; Agbola, SB; Angelsen, A; Bruce, JW; Coomes, OT; Dirzo, R; Fischer, G; Folke, K; George, PS; Homewood, K; Imbernon, J; Leemans, R; Li, X; Moran, EF; Mortimore, M; Ramakrishnan, PS; Richards, JF; Skanes, H; Steffen, W; Stone, GD; Svedin, U; Veldkamp, TA; Vogel, C y, Xu, J. 2001. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change* 11: 261-269.
10. McCall, M. 2006. ¿Precisión para quién? Ambigüedad y certeza del mapeo en SIG (participativos). Enschede, NL, ITC. 120 p.
11. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2006. Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra. Guatemala. 198 p.
12. Rambaldi, G. 2012. Modelo participativo en 3D en el mapa mundial (en línea). Consultado 10 dic. 2014 <http://www.p3dm.org/>
13. Sociedad Española de Cartografía, Fotogrametría y Teledetección, ES. 2010. Mapping Bolivia: trazando desarrollo (en línea). Boletín informativo no. 5. Consultado 5 dic 2014. Disponible en <https://www.secft.org>
14. Vernoooy, R; McDougall, C. 2003. Principles for good practice in participatory research: reflecting on lessons from the field. *In* Barry, P; Snapp, S; McDougall, C; Braun, A. 2003. Managing natural resources for sustainable Livelihoods, Uniting Science and Participation. London, UK, Earthscan Publications Ltda. 181 p.

15. Vitousek, PM; Mooney, HA; Lubchenco, J; Melillo, JM. 1997. Human domination of earth's ecosystems. Science 277: 494-499.



XII. ANEXOS

10.1 Boleta de validación

BOLETA DE VALIDACIÓN DE USO DEL SUELO

Nombre Técnico Campo: _____

Fecha: _____

Punto número: _____

Coordenada X (GTM): _____

Coordenada Y (GTM): _____

Coordenada Z (Altura): _____

Extensión de cobertura—distancia, título foto

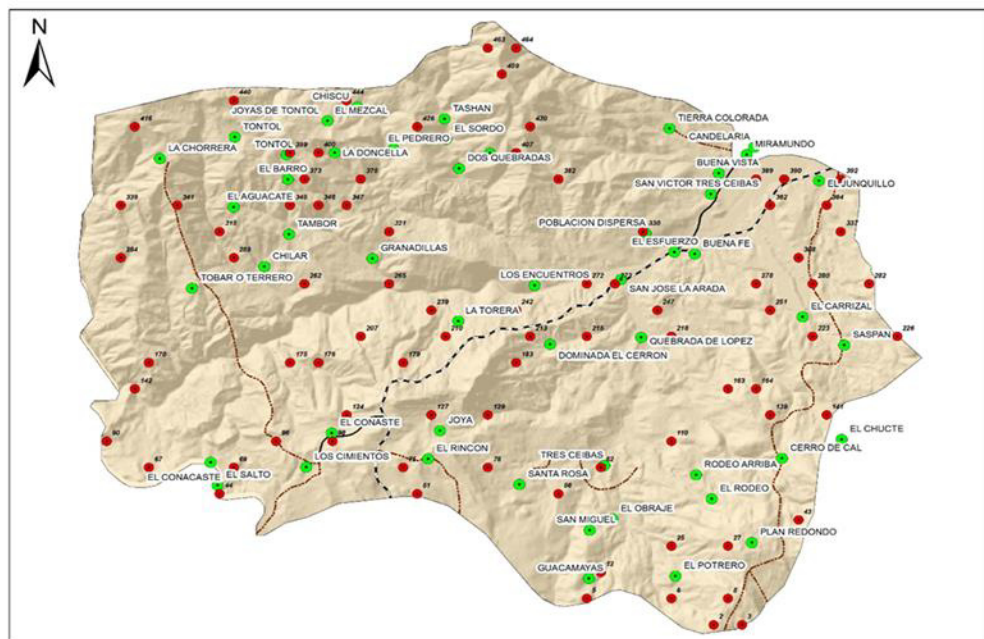
-N: _____ -S: _____ -E: _____ -O: _____

Descripción de especies (herbecías, arbustivas, arbórea):

Observaciones:

Croquis:

10.2 mapa general de ubicación de los puntos de muestreo



10.3 Cuadro 1. Coordenadas de puntos muestreados

No	X	Y
2	600016	1621505
3	600516	1621505
5	597766	1622005
6	599266	1622005
8	600266	1622005
12	598016	1622505
25	599266	1623005
27	600266	1623005
43	601516	1623505
44	591266	1624005
51	594766	1624005
56	597266	1624005
67	590016	1624505
69	591516	1624505
75	594516	1624505
78	596016	1624505
82	598016	1624505
90	589266	1625005
96	592266	1625005
98	593266	1625005
110	599266	1625005
124	593516	1625505
127	595016	1625505
129	596016	1625505
139	601016	1625505
141	602016	1625505
142	589766	1626005
163	600266	1626005
164	600766	1626005
170	590016	1626505
175	592516	1626505
176	593016	1626505
179	594516	1626505
183	596516	1626505
207	593766	1627005
210	595266	1627005
213	596766	1627005
215	597766	1627005
218	599266	1627005
223	601766	1627005
226	603266	1627005
239	595016	1627505

No	X	Y
242	596516	1627505
247	599016	1627505
251	601016	1627505
262	592766	1628005
265	594266	1628005
272	597766	1628005
273	598266	1628005
278	600766	1628005
280	601766	1628005
282	602766	1628005
284	589516	1628505
288	591516	1628505
308	601516	1628505
315	591266	1629005
321	594266	1629005
330	598766	1629005
337	602266	1629005
339	589516	1629505
341	590516	1629505
345	592516	1629505
346	593016	1629505
347	593516	1629505
362	601016	1629505
364	602016	1629505
373	592766	1630005
375	593766	1630005
382	597266	1630005
389	600766	1630005
390	601266	1630005
392	602266	1630005
399	592516	1630505
400	593016	1630505
407	596516	1630505
416	589907	1630347
426	594766	1631005
430	596766	1631005
440	591516	1631505
444	593516	1631505
459	596266	1632005
463	596016	1632505
464	596516	1632505

Cuadro 2. Puntos de muestreo para estimar aproximación entre mapeos.

Punto de Muestreo	Uso del Suelo		Coincidencia entre mapeos	
	Mapeo sistemático	Mapeo participativo	Si	No
2	Bosque mixto	Bosque mixto	X	
3	Bosque mixto	Bosque mixto	X	
8	Bosque mixto	Bosque mixto	X	
27	Bosque mixto	Bosque mixto	X	
25	Arbustos	Granos básicos	X	
56	Arbustos	Arbustos	X	
51	Arbustos	Granos básicos	X	
223	Arbustos	Granos básicos	X	
220	Granos básicos	Granos básicos	X	
282	Granos básicos	Pastos		X
247	Arbustos	Bosque mixto		X
218	Granos básicos	Bosque mixto		X
215	Granos básicos	Bosque mixto		X
272	Granos básicos	Limite Poblado	X	
210	Granos básicos	Granos básicos	X	
213	Centro Poblado	Centro Poblado	X	
127	Bosque mixto	Bosque mixto	X	
98	Granos básicos	Granos básicos	X	
124	Granos básicos	Granos básicos	X	
175	Bosque conífera	Bosque conífera	X	
96	Bosque conífera	Bosque conífera	X	
265	Bosque mixto	Bosque conífera		X
207	Bosque mixto	Bosque mixto	X	
69	Granos básicos	Granos básicos	X	
389	Arbustos	Arbustos	X	
82	Granos básicos	Granos básicos	X	
416	Granos básicos	Granos básicos	X	
339	Granos básicos	Granos básicos	X	
284	Granos básicos	Granos básicos	X	
341	Granos básicos	Bosque conífera		X
315	Arbustos	Granos básicos		X
288	Arbustos	Granos básicos		X
375	Arbustos	Granos básicos		X
426	Bosque mixto	Bosque mixto	X	
407	Granos básicos	Granos básicos	X	

444	Bosque Latifoliado	Bosque Latifoliado	X	
392	Arbustos	Granos básicos		X
390	Arbustos	Arbustos	X	
399	Arbustos	Granos básicos		X
373	Arbustos	Granos básicos		X
362	Arbustos	Arbustos	X	
364	Arbustos	Bosque Latifoliado		X
280	Arbustos	Bosque Latifoliado		X
330	Arbustos	Pastos		X
90	Arbustos	Bosque conífera		X
44	Arbustos	Granos básicos		X
5	Arbustos	Bosque Latifoliado		X
459	Bosque mixto	Bosque Latifoliado		X
400	Bosque mixto	Granos básicos		X
346	Bosque mixto	Granos básicos		X
321	Bosque mixto	Granos básicos		X
170	Bosque mixto	Bosque mixto	X	
142	Bosque mixto	Bosque mixto	X	
129	Bosque mixto	Granos básicos		X
75	Bosque mixto	Granos básicos		X
12	Bosque mixto	Bosque Latifoliado		X
43	Bosque mixto	Bosque Latifoliado		X
242	Centro Poblado	Bosque mixto		X
463	Granos básicos	Granos básicos	X	
464	Granos básicos	Bosque Latifoliado		X
382	Granos básicos	Granos básicos	X	
347	Granos básicos	Bosque conífera		X
345	Granos básicos	Granos básicos	X	
278	Granos básicos	Granos básicos	X	
308	Granos básicos	Pastos		X
251	Granos básicos	Pastos		X
226	Granos básicos	Granos básicos	X	
110	Granos básicos	Arbustos		X
96	Granos básicos	Granos básicos	X	
67	Granos básicos	Granos básicos	X	