

Aplicación de los SIG (Sistema de Información Geográfica) en el mantenimiento de caminos vecinales de Paraíso, Cartago



Abstract

The Geographic Information Systems (GIS) are a big help in the management of municipal roads. This Work beginning with a brief description of GIS, soon they show a graphics data base. The graphic data is a supplied for many institutions or make for the author.

It makes a capture of alphanumeric data, the fix of data and use of Access XP forms for fix the data.

The general inventory show data of general characteristics or rural road, the data is analyzed graphical results. The inventory specific is with a collection of socioeconomic data. Together make prioritizing system of roads. The areas of influence of roads proposed, is analyzed from the theme of use of soil.

The system of priority show the Annual Operating Plan, based in the quantity of money give for government in the 8114 law. This theme is a main object in the project.

The themes generated for the Arc View 3.3 there are comparing for the method of MOPT to analyzed condition of a way.

The project gives: Digital Vision of Paraiso's roads, Operating Plan and Inventory for the municipal Information

Keywords: Rural Roads, Geographic Information Systems, maintenance of roads, inventory of roads

Resumen

Los Sistemas de Información Geográficos (SIG) son de gran ayuda para la gestión municipal de caminos. En el presente informe se brinda una breve descripción general de los SIG, luego se muestran las bases de datos graficas utilizadas. Estas pueden ser proporcionadas por diversas instituciones o creadas por el autor.

Posteriormente se muestra la captura de datos alfanuméricos que van a alimentar el SIG. Se detalla su base de datos y algunos formularios elaborados para la fijación de estos.

Además, con base en un inventario general que despliega los datos más generales de un camino se analizan los datos y se grafican los resultados. Así mismo se presenta el inventario específico con un compendio de datos socioeconómicos que desembocarán en un sistema de priorización de caminos.

Asimismo se analizaron las áreas de influencia de los caminos propuestos en lo referente a su uso del suelo, lo que sirvió para caracterizarlo.

Tendiendo un sistema de priorización se presentan los planes anuales operativos basados en los recursos aportados por el gobierno mediante la ley 8114. Este tema responde al objetivo general de este proyecto

Por ultimo se analizaron las capas generadas en el SIG específicamente en ArcView 3.3 comparando con el análisis de caminos usado por MOPT.

Esto formara una visión digital de los caminos, un plan para intervenirlo y un inventario para la información municipal.

Palabras Clave: Caminos Vecinales, Sistemas de Información Geográfica, Mantenimiento caminos, Inventario Caminos.

Aplicación de los SIG (Sistema de Información Geográfica) en el mantenimiento de caminos vecinales de Paraíso, Cartago

Aplicación de los SIG en el Mantenimiento de caminos vecinales de Paraíso, Cartago

JIMMY ANDY SANABRIA COTO

Proyecto final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Diciembre del 2006

INSTITUTO TECNOLOGICO DE COSTA RICA

Contenido

PREFACIO.....	6
RESUMEN EJECUTIVO.....	7
METODOLOGIA.....	10
MARCO TEORICO.....	11
BASE DE DATOS GRAFICAS DISPONIBLES..	19
CAPTURA DE DATOS.....	28
IIVENTARIO GENERAL.....	44
PRIORIZACION DE CAMINOS.....	70
PLAN ANUAL OPERATIVO.....	84
ANALISIS CAPAS ARCVIEW.....	90
ESTADO SEGÚN EL MOPT.....	106
ANALISIS DE RESULTADOS.....	108
CONCLUSIONES.....	114
REFERENCIAS.....	115

Prefacio

Existe un profundo abismo entre los fondos asignados a las municipalidades y las necesidades de inversión de los cantones.

El MOPT señala que el estado de la Red Cantonal, en general, es malo y con una tendencia al deterioro. Según datos de esta institución el 3 % de la red se encuentra óptima condición contra un 69 % en pésimo estado.

Las causas que han generado este deterioro son, por un lado, naturales y por otro lado, de gestión. Como causas naturales están la presencia de terrenos montañosos, la alta erosión, las fuertes precipitaciones y los malos trazos originales.

En el campo de la gestión existe una gran variedad de causas, entre estas se tienen las: técnicas, administrativas, financieras, lo que ha dado como resultado una inadecuada planificación y ejecución de la construcción vial. Y un problema creciente es la escasa relevancia social y política que se le da al área de la conservación vial.

Los Sistemas de Información Geográfica son buenas herramientas para la planificación urbana, uso de la tierra y en especial la conservación de las vías de comunicación etc

Un sistema de información geográfica es un conjunto de procedimientos, equipos y programas de computación utilizados para la recolección, almacenamiento y análisis de los datos geográficamente localizados. Los datos son atributos que poseen coordenadas geográficas que indican su localización en la superficie de la tierra. Los datos se almacenan en forma de capas de información o mapas. Estos se pueden relacionar entre sí por su posición geográfica. También se pueden generar nuevas capas que expresen relaciones entre dos o más capas existentes.

Los SIG han tenido gran desarrollo a nivel mundial y se han introducido extensamente en muchas empresas privadas y públicas. En

Costa Rica se han identificado 45 empresas, instituciones y municipalidades que los utilizan.

El MOPT cuenta con un Sistema de Información sobre Caminos (SINFOC). Es una aplicación basada en los SIG y es manejada en el Departamento de Planificación Sectorial del plantel central. El problema de este sistema es que es de uso exclusivo del MOPT para su sistema de planificación. Lo que se proporciona a las municipalidades es un mapa impreso generado por el SINFOC donde se encuentra información muy general sobre la red vial asignada. No hay acceso al sistema por parte de las Unidades Técnicas Viales. Lo que impide su actualización en "tiempo real" y la introducción de otra información útil complementaria. Esto implica que las condiciones reales de los caminos y las condiciones que se plasman en el papel son relativamente diferentes a lo que se tiene en la realidad. Esto sugiere una planificación quinquenal y una planificación anual las cuales no serán las mejores, lo que lleva a un desperdicio de los escasos recursos. Por lo tanto, la información debe ser renovada y actualizada constantemente, pero el SINFOC no ofrece esta ventaja.

El propósito principal del presente estudio es aplicar un Sistema de Información Geográfica para la elaboración de un plan de intervención vial para los caminos vecinales del Cantón de Paraíso, Cartago.

Para tal efecto se usará el ArcView 3.3 como sistema SIG, el Microsoft Access XP como creadora de bases de datos, Microsoft Excel XP en el análisis estadístico y el AutoCAD 2002 en la modificación de las bases de datos gráficas con base en el sistema CAD.

Este sistema será de gran ayuda para la labor de las Unidades Técnicas Municipales específicamente en su forma de trabajo y una herramienta técnica de ayuda a la toma de decisiones políticas.

Resumen ejecutivo

estudios que impacten directamente en la gestión de los caminos vecinales en el país sumado a la

La Ley de Simplificación y Eficiencia Tributaria (Ley 8114) traslada el mantenimiento de los caminos vecinales a las Municipalidades. Los gobiernos en ese entonces no estaban preparados para ese reto.

Actualmente (2006) hay mucha controversia acerca de la eficiencia de las municipalidades para administrar y ejecutar los recursos. Los encargados de ejecutar los recursos son las Unidades Técnicas Viales Municipales. Son conformadas por un ingeniero director, un secretario, un promotor social y un encargado de maquinaria.

Los planes de conservación son elaborados por la Junta Vial Cantonal, la cual es nombrada por el Consejo Municipal y sus miembros son representantes de diversas organizaciones sociales.

El problema más importante y por el cual se justifica este trabajo es la falta de herramientas de manejo de la información. La información típica que se maneja en la conservación caminos, son tablas y mapas.

Tablas que introduce información de inventarios e intervenciones (bases de datos) y mapas que ilustran su trazado, morfología y demás información geográfica.

En este punto surge la necesidad de hacer una unión de información gráfica y las bases de datos. Para lo cual los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se postulan como herramienta ideal para encarar este problema.

El autor de este trabajo ha trabajado en las unidades técnicas por lo que tiene autoridad para tratar de sus limitaciones y de su potencial.

Además la actualidad de tema y los pocos trabajos de este tipo en la colección de trabajos finales de la Escuela de Ingeniería en Construcción pueden formar una cadena de

creación de nuevos nichos de trabajos para los egresados de la carrera.

Definida la necesidad de fundir las bases de datos con la información gráfica es preciso buscar un programa que nos permita realizar el trabajo. Para este caso y para efectos didácticos se usara el ArcView GIS 3.3 el cual es la empresa ESRI.

La ventaja de usar es software es la interfase amigable con usuarios poco experimentados. Además la mayoría de la información SIG que se obtiene en el país esta en formato *shapefile* la cual es la propia del ArcView.

La búsqueda del componente grafico del ArcView es el segundo paso. Las bases de datos graficas son el insumo principal del software. Las capas de información fueron adquiridas en Instituto Geográfico Nacional y constan de los mapas en escala 1:10000 y 1:50000 para la zona de Tapantí. Para ilustraciones y datos geográficos especiales se usaron capas de información del Atlas 2004 del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal.

Dado el componente gráfico, se inicia la búsqueda del componente alfanumérico o la base de datos. Un método propuesto por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes es la definición de una red rural básica. Esta red tomara los 30 caminos más importantes, los cuales se determinará su área de influencia gráficamente.

Los campos de información con los cuales se quiere levantar son tomados del reglamento de inventarios que exige el MOPT. Fuera de los campos exigidos se levantará información extra la cual ayudara a complementar los análisis.

La información alfanumérica se levanto en Microsoft Access XP para lo cual se crearon

tablas y formularios especiales, los análisis gráficos y estadísticos se realizaron en Microsoft Excel XP.

Los campos abarcan el código, el nombre coloquial, inicio, fin, longitud, descripción, valor estratégico, velocidad de operación, estado superficie y drenaje, Índice de Viabilidad Técnico Social, áreas de influencia, usos de suelo entre muchos otros.

La información recolectada se analizó y se crearon estadísticas del estado actual de la red, como se muestra en la figura 1.

Usando las utilidades del ArcView 3.3 se levantaron mapas temáticos de caminos, vistas 3D y mapas de pendientes.

La información alfanumérica levantada se presenta en este trabajo y puede considerarse como un punto de partida para futuros análisis.

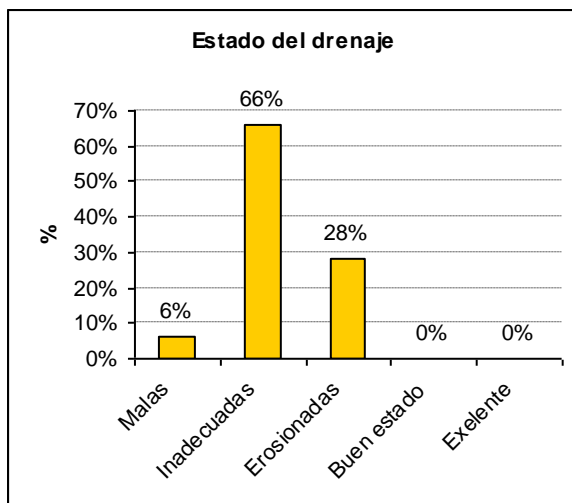


Figura 1 Estado del drenaje.

Levantados los datos socioeconómicos se procede a calcular el IVT-S el Índice de Viabilidad Técnico Social. El cual es que prioriza la intervención de los caminos.

Después de encontrar el IVT-S se propone un nuevo método de priorizar el mantenimiento, tomando valores técnicos y ponderándolos con factores sociales. Esta nueva forma de análisis genera una nueva lista de prioridades. Esta lista es el origen de los planes de conservación anuales que se presentan donde los tres primeros caminos a intervenir son:

- Calle la Flor.
- Calle el Caiz.
- Calle las Nacientes del Yas.
- Corredor Urbano Norte.

Esta información se agregó a la tabla de atributos del ArcView mediante una base de datos asociada.

Introducción

El trabajo de las Unidades Técnicas de Gestión Vial Municipal (UTGVM) se ha cuestionado últimamente (2006) por su poca capacidad de ejecución en el mantenimiento de los caminos vecinales.

Una de las causas es la poca experiencia o el recargo de funciones de los funcionarios contratados.

El responsable del presente estudio, después de laborar para las UTGVM, considera que la falta de experiencia es un aspecto que se puede resolver mejorando la oferta salarial de los profesionales y su proceso de selección, pero para resolver el problema de gestión es necesario tener información del estado de las condiciones viales de su cantón. Esta información debe alimentar el sistema de Información Geográfica el cual deberá estar actualizado y en pleno funcionamiento.

El inventario vial debe ser revisado anual o semestralmente, una información clara, técnica y concisa debe ser el estandarte de un funcionario que pretenda presentar un plan de mantenimiento a una autoridad política.

El propósito de este trabajo es la implementación de una nueva forma de trabajo de las Unidades Técnicas Viales. Entrar al siglo XXI usando potentes herramientas informáticas y agilicen sus trabajos y aumenten la calidad de su gestión.

Se debe considerar como primer paso la adquisición de la tecnología sea software y recursos de equipo informático.

Luego la capacitación del personal y la puesta en operación del sistema. En el caso de este trabajo el primer objetivo específico es la determinación de la red rural básica. Esta nos dará los caminos raíz, estos son los caminos que desembocan a rutas nacionales y que usados como entronque de los caminos menos más pequeños.

Esto nos dará más información que los inventarios convencionales. Pero la ventaja es que esta información no se quedará olvidada en

un Ampo o en algún archivo, sino que puede ser actualizada año con año.

El hecho de montar la Información en sistema de Información Geográfica es como una plataforma para incluir datos como acueductos, líneas de transmisión, cobros y patentes, mosaicos catastrales de bienes inmuebles.

Teniendo la información unida se puede planificar mejor el desarrollo urbano, así como los trabajos comunales y la gestión de recursos municipales.

La información actualizada y de rápido acceso y fácil documentación mediante reportes guiará mejor los informes técnicos que serán presentados a las autoridades políticas.

Metodología

Como insumo inicial antes de iniciar las actividades de este proyecto se llevaron a cabo las siguientes acciones:

1. Búsqueda de software adecuado: ArcView 3.3, AutoCAD 2002, Microsoft Access XP.
2. Búsqueda de manuales y tutoriales de los programas anteriores.
3. Adquisición de bases de datos graficas (hojas cartográficas del cantón de Paraíso) geo referenciadas.
5. Búsqueda y adquisición de material bibliográfico sobre mantenimiento de caminos y conceptos básicos de áreas tributarias de caminos rurales.

Una vez realizado los anterior se procedió a identificar mediante un mapa digital, los límites cantónales de Paraíso y a determinar los caminos de interés para el presente estudio. También se identificaron los caminos que funcionan como límites cantónales.

Posteriormente se identificaron las rutas o caminos principales que llevan a poblados o caseríos, además de las calles cuadrantes que sirven como travesías urbanas. Esto fue importante para definir los atributos en el GIS. Además, se deben identificar las vías que son importantes para la producción agrícola, sitios de interés turístico y potenciales vías alternas. Una vez establecidas las vías se les otorgo un código identificador. Los caminos ya codificados por el programa SPEM (Seguimiento y planificación y ejecución del Mantenimiento) y que no fueron modificados en su trayecto o longitud conservaron su nombre, los que fueron modificados se les otorgo un nuevo nombre y algunos caminos que fueron considerados dentro de otros, fueron eliminados de los registros.

Por consiguiente, se levantaron registros de cada camino. Algunos de estos de estos se presentan a continuación:

- Estado de superficie de ruedo.
- Cantidad viviendas por kilómetro
- Valor estratégico.
- Longitudes.
- Áreas de influencia por uso de suelo

La información se levantó en una base de datos de Access XP y fue vinculada a la tabla de atributos de ArcView 3.3. Además, se analizó es estado de la superficie de ruedo según el MOPT. También se levantaron capas de información en 3D de elevaciones y pendientes máximas.

Por otra parte a la información tabulada se le aplico un sistema propuesto de priorización el cual desembocó en el plan anual operativo para el mantenimiento en el año 1.

Por ultimo, toda la información geográfica se presentó en láminas generada por el SIG.

La información alfanumérica recolectada en el campo se presentara como las herramientas usadas para capturarla.

Marco Teórico

Aspectos generales

Un Sistema de información geográfica (SIG) particulariza un conjunto de procedimientos sobre una base de datos no gráfica o descriptiva de objetos del mundo real que tienen una representación gráfica y que son susceptibles de algún tipo de medición respecto a su tamaño y dimensión relativa a la superficie de la tierra. A parte de la especificación no gráfica, el SIG cuenta también con una base de datos gráfica con información geo-referenciada o de tipo espacial y de alguna forma ligada a la base de datos descriptiva. La información es considerada geográfica si es medible y tiene localización.

En un SIG se usan herramientas de gran capacidad de procesamiento gráfico y alfanumérico, Estas herramientas van dotadas de procedimientos y aplicaciones para captura, almacenamiento, análisis y visualización de la información geo-referenciada.

La mayor utilidad de un sistema de información geográfica está íntimamente relacionada con la capacidad que posee éste de construir modelos o representaciones del mundo real a partir de las bases de datos digitales, Esto se logra aplicando una serie de procedimientos específicos que generan aún más información para el análisis.

La construcción de modelos o modelos de simulación como se llaman, se convierte en una valiosa herramienta para analizar fenómenos que tengan relación con tendencias y así poder lograr establecer los diferentes factores influyentes.

Historia

Todas las sociedades que han gozado de un grado de civilización han organizado de alguna manera la información espacial.

Los fenicios fueron navegantes, exploradores y estrategias militares que recopilaban información en un formato pictórico, y desarrollaron una cartografía "primitiva" que permitió la expansión y mezcla de razas y culturas.

Los griegos adquirieron un desarrollo político, cultural y matemático, refinaron las técnicas de abstracción con sus descubrimientos geométricos y aportaron elementos para completar la cartografía utilizando medición de distancias con un modelo matemático ($a^2 + b^2 = c^2$. Pitágoras, ecuación del círculo)

Enmarcados dentro de un hábitat insular, se convirtieron en navegantes e hicieron observaciones astronómicas para medir distancias sobre la superficie de la tierra. La información de este tipo se guardó en mapas.

Los romanos imitaron a los griegos y desarrollaron el Imperio utilizando frecuentemente el banco de datos previamente adquirido y ahora heredado. La logística de infraestructura permitió un alto grado de organización política y económica, soportada principalmente por el manejo centralizado de recursos de información.

Se puede decir que las invasiones bárbaras disminuyeron el ritmo de desarrollo de civilización en el continente europeo durante la Edad Media, y sólo hacia el siglo XVIII los estados reconocieron la importancia de organizar y sistematizar de alguna manera la información espacial.

Se crearon organismos comisionados exclusivamente para ejecutar la recopilación de información y producir mapas topográficos al nivel de países enteros, organismos que han subsistido hasta el día de hoy.

En el siglo XIX, con su avance tecnológico basado en el conocimiento científico de la tierra,

se produjeron grandes volúmenes de información geo-morfológica que se debía cartografiar. La orientación espacial de la información se conservó con la superposición de mapas temáticos especializados sobre un mapa topográfico base.

Recientemente la fotografía aérea y particularmente las imágenes de satélite han permitido la observación periódica de los fenómenos sobre la superficie de la corteza terrestre. La información producida por este tipo de sensores ha exigido el desarrollo de herramientas para lograr una representación cartográfica de este tipo de información.

El medio en el cual se desarrollaron estas herramientas tecnológicas correspondió a las ciencias de teledetección, análisis de imágenes, reconocimiento de patrones y procesamiento digital de información, en general estudiadas por físicos, matemáticos y científicos expertos en procesamiento espacial. Obviamente, éstos tenían un concepto diferente al de los cartógrafos, con respecto a la representación visual de la información.

Con el transcurso del tiempo se ha logrado desarrollar un trabajo multidisciplinario y es por esta razón que ha sido posible pensar en utilizar la herramienta conocida como "Sistemas de Información Geográfica, SIG (GIS)"

Desarrollo de los SIG

En el año 1962, en Canadá, se diseñó el primer sistema "formal" de información geográfica para el mundo de recursos naturales a escala mundial. En el Reino Unido se empezó a trabajar en la unidad de cartografía experimental. No fue hasta la época de los 80 cuando surgió la comercialización de los SIG.

Durante los años 60 y 70 se empezó a aplicar la tecnología del computador digital al desarrollo de tecnología automatizada. Excluyendo cambios estructurales en el manejo de la información, la mayoría de programas estuvieron dirigidos hacia la automatización del trabajo cartográfico; algunos pocos exploraron nuevos métodos para el manejo de información espacial, y se siguieron básicamente dos tendencias:

Producción automática de dibujos con un alto nivel de calidad pictórica.

Producción de información basada en el análisis espacial pero con el costo de una baja calidad gráfica.

La producción automática de dibujo se basó en la tecnología de diseño asistido por computador (CAD). El CAD se utilizó en la cartografía para aumentar la productividad en la generación y actualización de mapas. El modelo de base de datos de CAD maneja la información espacial como dibujos electrónicos compuestos por entidades gráficas organizadas en planos de visualización o capas. Cada capa contiene la información de los puntos en la pantalla (o píxeles) que debe encender para la representación por pantalla. Estos conjuntos de puntos organizados por planos de visualización se guardan en un formato vectorial.

Las bases de datos incluyen funciones gráficas primitivas que se emplean para construir nuevos conjuntos de puntos o líneas en nuevas capas y definir un símbolo imaginado por el usuario. Por ejemplo, una capa que contenga una línea vertical se puede sumar lógicamente a una capa que contenga un área circular para generar el símbolo de un palo de golf o una nota musical, definido en una nueva capa que se puede llamar "hierro 4" o "negrilla".

Posteriormente, a la simbología se le adicionó una variable "inteligente" al incorporar el texto. El desarrollo de la tecnología CAD se aplicó para la manipulación de mapas y dibujos y para la optimización del manejo gerencial de información cartográfica. De allí se desarrolló la tecnología AM/FM (Automated Mapping / Facilities Management)

El desarrollo paralelo de las disciplinas que incluyen la captura, el análisis y la presentación de datos en un contexto de áreas afines como catastro, cartografía, topografía, ingeniería civil, geografía, planeación urbana y rural, servicios públicos, entre otros, ha implicado duplicidad de esfuerzos. Hoy se ha logrado reunir el trabajo en el área de sistemas de información geográfica multipropósito, en la medida en que se superan los problemas técnicos y conceptuales inherentes al proceso.

En los años ochenta se vio la expansión del uso de los SIG., facilitado por la comercialización simultánea de un gran número de herramientas de dibujo y diseño asistido por ordenador (con siglas en inglés CAD y CADD),

así como la generalización del uso de microordenadores y estaciones de trabajo en la industria y la aparición y consolidación de las Bases de Datos relacionales, junto a las primeras modelizaciones de las relaciones espaciales o topología. En este sentido la aparición de productos como ARC-INFO en el ámbito del SIG o IGDS en el ámbito del CAD fue determinante para lanzar un nuevo mercado con una rapidísima expansión. La aparición de la Orientación a Objetos (OO) en los SIG (como el Tigris de Intergraph), inicialmente aplicado en el ámbito militar (Defense Map Agency - DMA) (OO) permite nuevas concepciones de los SIG donde se integra todo lo referido a cada entidad (p.e. una parcela) (simbología, geometría, topología, atribución) . Pronto los SIG. se comienzan a utilizar en cualquier disciplina que necesite la combinación de planos cartográficos y bases de datos como: ingeniería civil: diseño de carreteras, presas y embalses, estudios medioambientales. Estudios socioeconómicos y demográficos, planificación de líneas de comunicación. ordenación del territorio, estudios geológicos y geofísicos, prospección y explotación de minas, entre otros.

Los años noventa se caracterizan por la madurez en el uso de estas tecnologías en los ámbitos tradicionales mencionados y por su expansión a nuevos campos (SIG en los negocios), propiciada por la generalización en el uso de los ordenadores de gran potencia y sin embargo muy asequibles, la enorme expansión de las comunicaciones y en especial de Internet y el World Wide Web, la aparición de los sistemas distribuidos (DCOM, CORBA) y la fuerte tendencia a la unificación de formatos de intercambio de datos geográficos propician la aparición de una oferta proveedora (Open Gis) que suministra datos a un enorme mercado de usuario final.

El incremento de la popularidad de las tendencias de programación distribuida y la expansión y beneficios de la máquina virtual de Java, permiten la creación de nuevas formas de programación de sistemas distribuidos, de esta manera aparecen los agentes móviles que tratan de solucionar el tráfico excesivo que hoy en día se encuentra en Internet. Los agentes móviles utilizan la invocación de métodos remotos y la serialización de objetos de Java para lograr transportar la computación y los datos. Nace aquí un nuevo paradigma para el acceso a consultas y

recopilación de datos en los sistemas de información geográfica, cuyos mayores beneficios se esperan obtener en los siguientes años.

A partir de 1998, se empezaron a colocar en distintas órbitas una serie de familias de satélites que traerán a los computadores personales, antes del año 2003, fotografías digitales de la superficie de la tierra con resoluciones que oscilarán entre 10 metros y 50 centímetros. Empresas como SPOT, OrbImage, EarthWatch, Space Imaging y SPIN-2 han iniciado la creación de uno de los mecanismos que será responsable de la habilitación espacial de la tecnología informática. Curiosamente este "Boom" de los satélites de comunicaciones, está empujando la capacidad de ancho de banda para enviar y recibir datos, hasta el punto de que en este momento, la capacidad solo concebida para fibra óptica de T1 y T3, se está alcanzando de manera inalámbrica. Por otro lado, la frecuencia de visita de estos satélites permitirá ver cualquier parte del mundo casi cada hora.

Las imágenes pancromáticas, multiespectrales, hiperespectrales, radar, infrarrojas, térmicas, crearán un mundo virtual digital a nuestro alcance. Este nuevo mundo cambiará radicalmente la percepción que tenemos sobre nuestro planeta.

Diferencias entre SIG y CAD

Los sistemas CAD se basan en la computación gráfica, que se concentra en la representación y el manejo de información visual (líneas y puntos). Los SIG requieren de un buen nivel de computación gráfica, pero un paquete exclusivo para manejo gráfico no es suficiente para ejecutar las tareas que requiere un SIG y no necesariamente un paquete gráfico constituye una buena base para desarrollar un SIG.

El manejo de la información espacial requiere una estructura diferente de la base de datos, mayor volumen de almacenamiento y tecnología de soporte lógico (software) que supere las capacidades funcionales gráficas ofrecidas por las soluciones CAD.

Los SIG y los CAD tienen mucho en común, dado que ambos manejan los contextos de referencia espacial y topología. Las diferencias consisten en

el volumen y la diversidad de información, y la naturaleza especializada de los métodos de análisis presentes en un SIG. Estas diferencias pueden ser tan grandes, que un sistema eficiente para CAD puede no ser el apropiado para un SIG y viceversa.

¿Qué es un SIG?

Es un sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para soportar la captura, administración, manipulación, análisis, modelamiento y graficación de datos u objetos referenciados espacialmente, para resolver problemas complejos de planeación y administración. Una definición más sencilla es: Un sistema de computador capaz de mantener y usar datos con localizaciones exactas en una superficie terrestre.

Un sistema de información geográfica, es una herramienta de análisis de información. La información debe tener una referencia espacial y debe conservar una inteligencia propia sobre la topología y representación.

En general un SIG debe tener la capacidad de dar respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Dónde está el objeto A?
- ¿Dónde está A con relación a B?
- ¿Cuántas ocurrencias del tipo A hay en una distancia D de B?
- ¿Cuál es el valor que toma la función Z en la posición X?
- ¿Cuál es la dimensión de B (Frecuencia, perímetro, área, volumen)?
- ¿Cuál es el resultado de la intersección de diferentes tipos de información?
- ¿Cuál es el camino más corto (menor resistencia o menor costo) sobre el terreno desde un punto (X1, Y1) a lo largo de un corredor P hasta un punto (X2, Y2)?
- ¿Qué hay en el punto (X, Y)?
- ¿Qué objetos están próximos a aquellos objetos que tienen una combinación de características?
- ¿Cuál es el resultado de clasificar los siguientes conjuntos de información espacial?

Utilizando el modelo definido del mundo real, simule el efecto del proceso P en un tiempo T dado un escenario S.

¿Cuáles son los componentes de un SIG?

Equipos (Hardware)

Es donde opera el SIG. Hoy por hoy, programas de SIG se pueden ejecutar en un amplio rango de equipos, desde servidores hasta computadores personales usados en red o trabajando en modo "desconectado".

Programas (Software)

Los programas de SIG proveen las funciones y las herramientas necesarias para almacenar, analizar y desplegar la información geográfica. Los principales componentes de los programas son:

Herramientas para la entrada y manipulación de la información geográfica.

Un sistema de manejador de base de datos (DBMS)

Herramientas que permitan búsquedas geográficas, análisis y visualización.

Interfase gráfica para el usuario (GUI) para acceder fácilmente a las herramientas.

Datos

Probablemente la parte más importante de un sistema de información geográfico son sus datos. Los datos geográficos y tabulares pueden ser adquiridos por quien implementa el sistema de información, así como por terceros que ya los tienen disponibles. El sistema de información geográfica integra los datos espaciales con otros recursos de datos y puede incluso utilizar los manejadores de base de datos más comunes para manejar la información geográfica.

Recurso humano

La tecnología de los SIG está limitada si no se cuenta con el personal que opera, desarrolla y administra el sistema; y que establece planes para aplicarlo en problemas del mundo real.

Procedimientos

Un SIG operará acorde con un plan bien diseñado y con unas reglas claras del negocio, que son los modelos y las prácticas operativas características de cada organización.

¿Cuáles son las funciones de los componentes de un SIG.?

Dentro de las funciones básicas de un sistema de información podemos describir la captura de la información. Esta se logra mediante procesos de digitalización, procesamiento de imágenes de satélite, fotografías, vídeos, procesos aerofotogramétricos, entre otros.

Otra función básica de procesamiento de un SIG hace referencia a la parte del análisis que se puede realizar con los datos gráficos y no gráficos, se puede especificar la función de contigüidad de objetos sobre un área determinada, del mismo modo, se puede especificar la función de coincidencia que se refiere a la superposición de objetos dispuestos sobre un mapa.

La manera como se agrupan los diversos elementos constitutivos de un SIG quedan determinados por una serie de características comunes a varios tipos de objetos en el modelo, Estas agrupaciones son dinámicas y generalmente obedecen a condiciones y necesidades bien específicas de los usuarios.

La definición formal del concepto categoría o cobertura, queda determinado como una unidad básica de agrupación de varios mapas que comparten algunas características comunes en forma de temas relacionados con los objetos

contenidos en los mapas. Sobre un mapa se definen objetos (tienen una dimensión y localización respecto a la superficie de la tierra), estos poseen atributos, y éstos últimos pueden ser de tipo gráfico o de tipo alfanumérico.

A un conjunto de mapas relacionados se le denomina entonces categoría, a un conjunto de categorías se les denomina un tema y al conjunto de temas dispuesto sobre un área específica de estudio se agrupa en forma de índices temáticos o geo-índice del proyecto SIG. De tal suerte que la arquitectura jerárquica de un proyecto queda expuesta por el concepto de índice, categoría, objetos y atributos.

¿Qué hace un SIG con la información?

La representación primaria de los datos en un SIG está basada en algunos tipos de objetos universales que se refieren al punto, línea y área. Los elementos puntuales son todos aquellos objetos relativamente pequeños respecto de su entorno más inmediatamente próximo, se representan mediante líneas de longitud cero. Por ejemplo, elementos puntuales pueden ser un poste de la red de energía o un sumidero de la red de alcantarillado.

Aquí vale la pena hacer la siguiente aclaración respecto de la determinación de los elementos puntuales; en un mapa que incluya los detalles más relevantes de un objeto particular, éste puede figurar como un elemento de tipo área, en cambio en otro mapa que no incluya detalles asociados del objeto, puede aparecer como un objeto puntual.

Los objetos lineales se representan por una sucesión de puntos donde el ancho del elemento lineal es despreciable respecto a la magnitud de su longitud. Con este tipo de objetos se modelan y definen las carreteras, las líneas de transmisión de energía, los ríos, las tuberías del acueducto, entre otros.

Los objetos de tipo área se representan en un SIG de acuerdo con un conjunto de líneas y puntos cerrados para formar una zona perfectamente definida a la que se le puede

aplicar el concepto de perímetro y longitud. Con este tipo se modelan las superficies tales como: mapas de bosques, sectores socioeconómicos de una población, un embalse de generación, entre otros.

Estructura de la representación

La manera como se agrupan los diversos elementos constitutivos de un SIG quedan determinados por una serie de características comunes a varios tipos de objetos en el modelo, Estas agrupaciones son dinámicas y generalmente obedecen a las condiciones y necesidades bien específicas de los usuarios.

¿Cuál es la información que se maneja en un SIG?

Se parte de la idea de que un SIG es un conjunto de procedimientos usados para almacenar y manipular datos geográficamente referenciados, es decir objetos con una ubicación definida sobre la superficie terrestre bajo un sistema convencional de coordenadas.

Se dice que un objeto en un SIG es cualquier elemento relativo a la superficie terrestre que tiene tamaño, es decir, que presenta una dimensión física (alto - ancho - largo) y una localización espacial o una posición medible en el espacio relativo a la superficie terrestre.

A todo objeto se asocian unos atributos que pueden ser:

Gráficos y No gráficos o alfanuméricos.

Atributos gráficos

Son las representaciones de los objetos geográficos asociados con ubicaciones específicas en el mundo real. La representación de los objetos se hace por medio de puntos, líneas o áreas.

Ejemplos de una red de servicios:

Punto: un poste de energía

Línea: una tubería

Área: un embalse

Atributos no gráficos

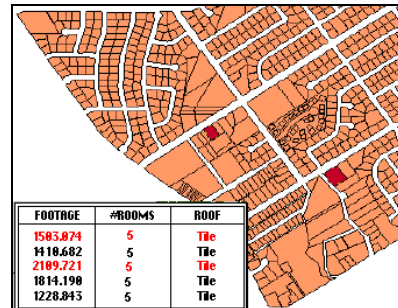


Figura 1. Atributos de los objetos

Este tipo de atributos son los llamados atributos alfanuméricos. Corresponden a las descripciones, calificaciones o características que nombran y determinan los objetos o elementos geográficos. En el siguiente gráfico se observan los atributos gráficos y no gráficos que se encuentran asociados a los objetos representados.

En un SIG los atributos gráficos y no gráficos se tienen que relacionar y esto se logra mediante un atributo de unión.

¿Cómo se agrupa la información de los objetos en un SIG?

Los objetos se agrupan de acuerdo con características comunes y forman categorías o coberturas. Las agrupaciones son dinámicas y se establecen para responder a las necesidades específicas del usuario. La categoría o cobertura se define como una unidad básica de almacenamiento. Es una versión digital de un sencillo mapa "temático" en el sentido de contener información solamente sobre algunos de los objetos: predio, lotes, vías, marcas de terreno, hidrografía, curvas de nivel. En una categoría se presentan tanto los atributos gráficos como los no gráficos.

Una categoría queda representada en el sistema por el conjunto de archivos o mapas que le pertenecen.

Relaciones entre objetos

Se sabe que un objeto al interior de una categoría posee por lo menos dos componentes, uno gráfico y otro no gráfico. A un objeto gráfico se le define a través del software un número clave de identificación, del mismo modo, a la componente alfanumérica, también se le define el mismo identificador, de tal forma que al interior del sistema se establece una relación entre los dos componentes. Además de la integridad de entidad definida anteriormente, se definen otros tipos de relaciones, por ejemplo, la relación posicional dice donde está el elemento respecto al sistema de coordenadas establecido. La relación topológica dice sencillamente la relación del elemento con otros elementos de su entorno geográfico próximo.

¿Cómo se encadenan los objetos Y atributos en una categoría?

A cada objeto contenido en una categoría se le asigna un único número identificador. Cada objeto está caracterizado por una localización única (atributos gráficos en relación con unas coordenadas geográficas) y por un conjunto de descripciones (atributos no gráficos) El modelo de datos permite relacionar y ligar atributos gráficos y no gráficos. Las relaciones se establecen tanto desde el punto de vista posicional como topológico.

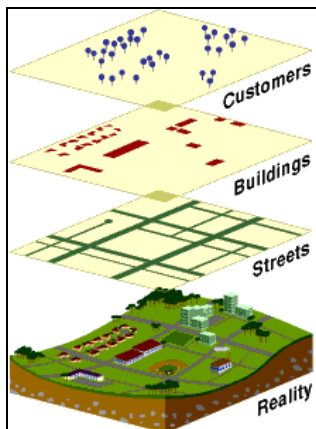


Figura 2. Capas de información.

Los datos posicionales dicen dónde está el elemento y los datos topológicos informan sobre la ubicación del elemento en relación con los otros elementos. Los atributos no gráficos dicen qué es, y cómo es el objeto. El número identificador, que es único para cada objeto de la categoría, es almacenado tanto en el archivo o mapa de objetos como en la tabla de atributos, lo cual garantiza una correspondencia estricta entre los atributos gráficos y no gráficos.

¿Qué es una base de datos geográfica?

La esencia de un SIG está constituida por una base de datos geográfica. Esta es, una colección de datos acerca de objetos localizados en una determinada área de interés en la superficie de la tierra, organizados en una forma tal que pueden servir eficientemente a una o varias aplicaciones. Una base de datos geográfica requiere de un conjunto de procedimientos que permitan hacer un mantenimiento de ella tanto desde el punto de vista de su documentación como de su administración. La eficiencia está determinada por los diferentes tipos de datos almacenados en diferentes estructuras. El vínculo entre las diferentes estructuras se obtiene mediante el campo clave que contiene el número identificador de los elementos. Tal número identificador aparece tanto en los atributos gráficos como en los no gráficos. Los atributos no gráficos son guardados en tablas y manipulados por medio de un sistema manejador de bases de datos.

Los atributos gráficos son guardados en archivos y manejados por el software de un sistema SIG. Los objetos geográficos son organizados por temas de información, o capas de información, llamadas también niveles. Aunque los puntos, líneas y polígonos pueden ser almacenados en niveles separados, lo que permite la agrupación de la información en temas son los atributos no gráficos. Los elementos simplemente son

agrupados por lo que ellos representan. Así , por ejemplo, en una categoría dada, ríos y carreteras aun siendo ambos objetos línea están almacenados en distintos niveles por cuanto sus atributos son diferentes.

Los formatos estándar para un archivo de diseño son el formato celular o RASTER y el formato tipo VECTOR, En el primero de ellos se define una grilla o una malla de rectángulos o cuadrados a los que se les denomina células o retículas, Cada retícula posee información alfanumérica asociada que representa las características de la zona o superficie geográfica que cubre, Como ejemplos de este formato se pueden citar la salida de un proceso de fotografía satelital. La fotografía aérea es otro buen ejemplo.

De otro lado, el formato vectorial representa la información por medio de pares ordenados de coordenadas. Este ordenamiento da lugar a las entidades universales con las que se representan los objetos gráficos, así: un punto se representa mediante un par de coordenadas, una línea con dos pares de coordenadas, un polígono como una serie de líneas y una área como un polígono cerrado. A las diversas entidades universales, se les puede asignar atributos y almacenar éstos en una base de datos descriptiva o alfanumérica para tales propósitos.

- Despliegue en pantalla de los datos.
- Copias duras (planos y mapas) usando una impresora.
- Listados.
- Reportes.

Se pueden nombrar otras aplicaciones de tipo general dentro de las muchas posibilidades que suministra un SIG.

¿Que se puede hacer con un SIG?

Un SIG permite resolver una variedad de problemas del mundo real. El SIG puede manipularse para resolver los problemas usando varias técnicas de entrada de datos, análisis y resultados.

Entrada de datos:

Digitalizar o escanear.

- Convertir datos digitales de otros formatos.
- Adquirir otros datos disponibles.

Manipulación y análisis:

- Respuestas a preguntas particulares.
- Soluciones a problemas particulares.

Salida de datos:

Bases de datos graficas y software disponibles

Un sistema de información geográfica es el conjunto de procedimientos equipos y programas de computación utilizados para la recolección, pre-procesamiento, almacenamiento y análisis de datos geográficamente referenciados. Es decir, datos que además de atributos, tienen coordenadas geográficas que indican su posición en la superficie de la tierra.

En este capítulo se mostrarán los insumos mínimos para utilizar los SIG y los materiales obtenidos para la realización de este proyecto.

Uso del programa ArcView 3.3

El ArcView fue, en un inicio, un programa para desplegar, editar o producir mapas, tablas, gráficos a partir de información vectorial generada en ArcInfo.

En la versión 3.1 se le introdujo una extensión de GEO-procesamiento que permite hacer combinaciones de mapas en formato shape. La extensión Spatial Analyst le permite trabajar con capas en formato de cuadrícula o gris. La extensión Imagen Análisis le permite hacer análisis e interpretación de imágenes de satélite y fotos aéreas. Otras extensiones que son populares son 3D y Network Analysis: El usuario puede desarrollar sus propias aplicaciones y actualmente existe una amplia gamma de ellas

de uso libre. Los usuarios pueden bajarlas de Internet en el sitio www.esri.com (Ortiz, 2006).
Hardware necesario y propiedades del software:

Hardware de computación

CPU con unidad de CD y de discos de 1.44 MB
Monitor a color.
Quemador de discos.
Scanner.
Llaves Malla.
UPS

El Software debe permitir

Entrada de datos.
Transformaciones en formatos.
Interpolación espacial.
Análisis de modelos de elevación
Álgebra de mapas
Operaciones de geo-procesamiento
Despliegue e impresión de mapas.
Operaciones de distancia
Manejo de bases de datos
Transformación de sistemas de coordenadas

Bases de datos gráficas por usar

La primera acción para plantear este trabajo fue la adquisición de las bases de datos gráficas. Estas debían contener el cantón de Paraíso en su totalidad.

El primer problema se da en la falta de información que se maneja cuando se acceda a la hoja Tapantí (escala 1:50000 en papel). Esta no contiene información sobre infraestructura menos una imagen referenciada de la hoja original. Esta debe ser complementada con otras capas de información creadas para propósitos del catastro municipal y modificadas en AutoCad 2002 para usar de base, algunas son convertidas en archivos Shapefile para servir de fondos e ilustración.

Una fuente de información bastante útil es el Atlas de 2004 del Instituto Tecnológico de Costa Rica con capas de información bastante variadas y útiles. Estas capas se presentan a continuación:

Capas de la Hoja Paraíso 1:10000: Esta contiene información sobre calles públicas y privadas, derechos de vía Los colores indican el material de composición de las vías (Rojo es lastre, café es tierra y azul y celeste son materiales asfálticos)

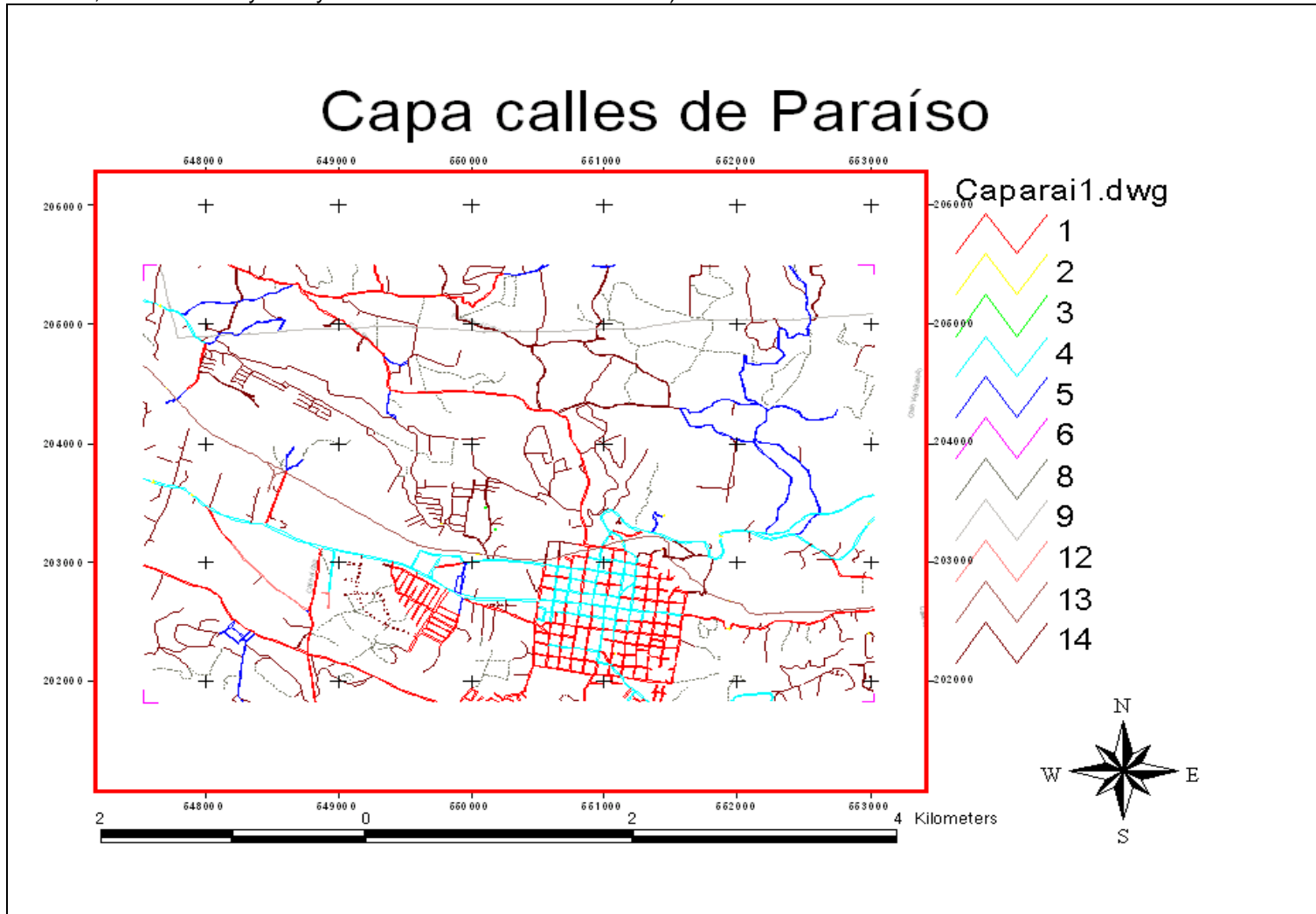


Figura 1. Capas "Caparai.dwg"

Hojas Urasca, Birrís, Ujarrás y Cipreses 1:10000. Esta contiene Capa calles de Urasca 1: 10000, Calles de Birrís 1:10000, calles de Ujarrás 1:10000 y Cipreses 1:10000

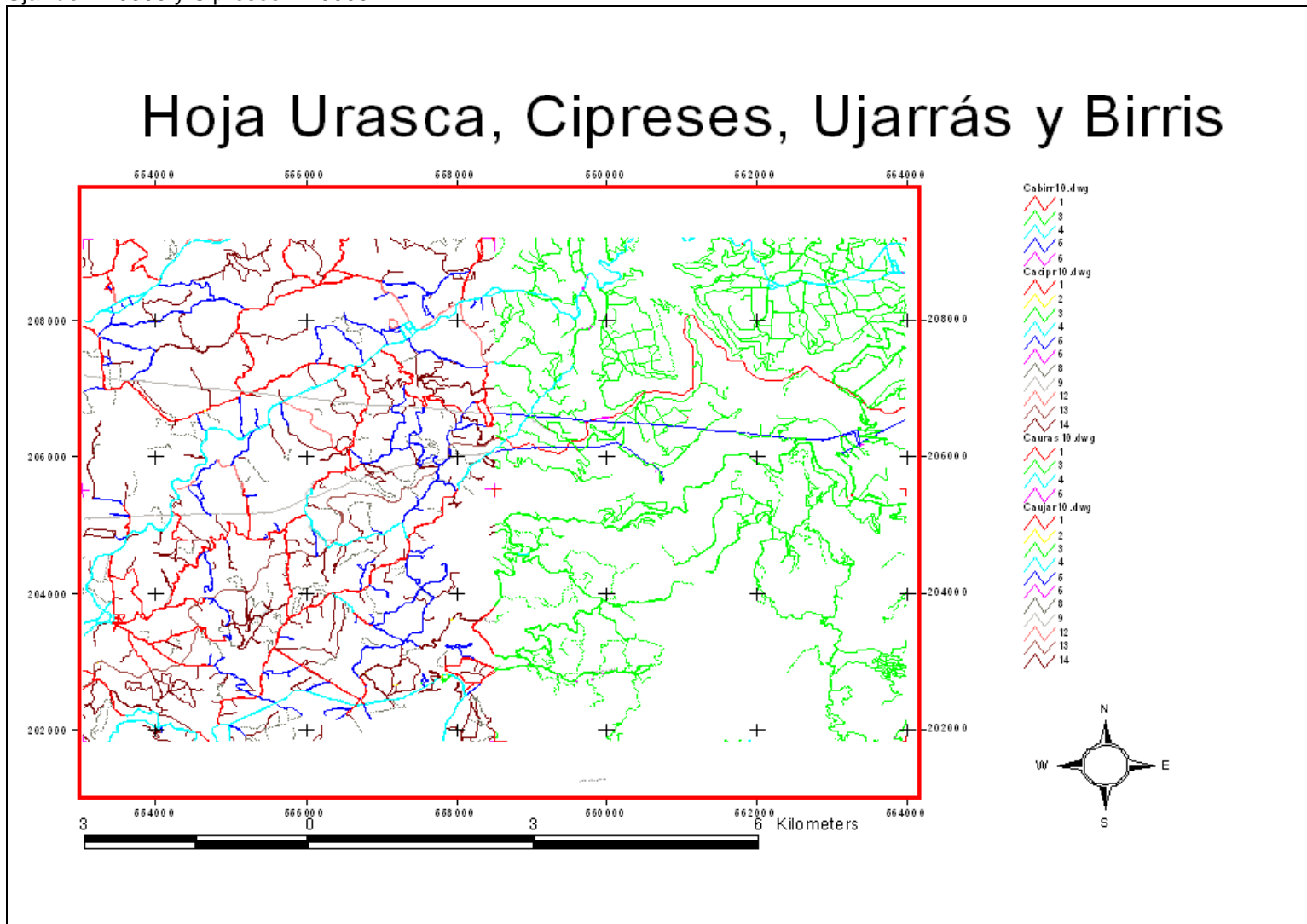


Figura 2 Hojas Urasca, Birrís, Ujarrás y Cipreses

Hojas Digitalizadas *.sid: Estas son las hojas corrientes pero digitalizadas y GEO-referenciadas

Hojas digitalizadas y georeferenciadas

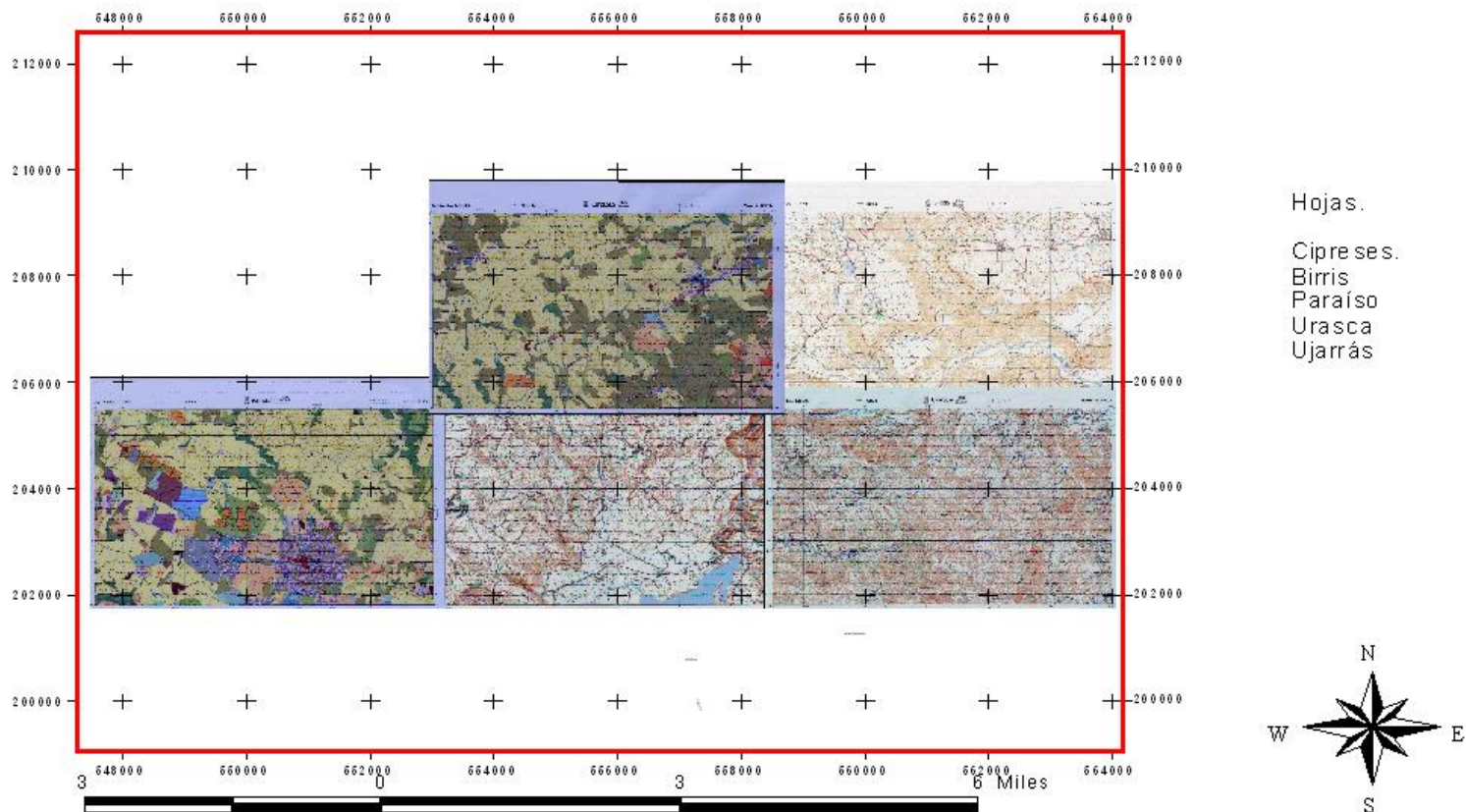


Figura 3. Hojas digitalizadas *.sid

Hojas modificadas: Estas hojas son parte de otras usadas para el catastro municipal pero fueron modificadas por el autor en AutoCad 2002 para compensar la falta de información geo-referenciada de Orosí y Cachi.

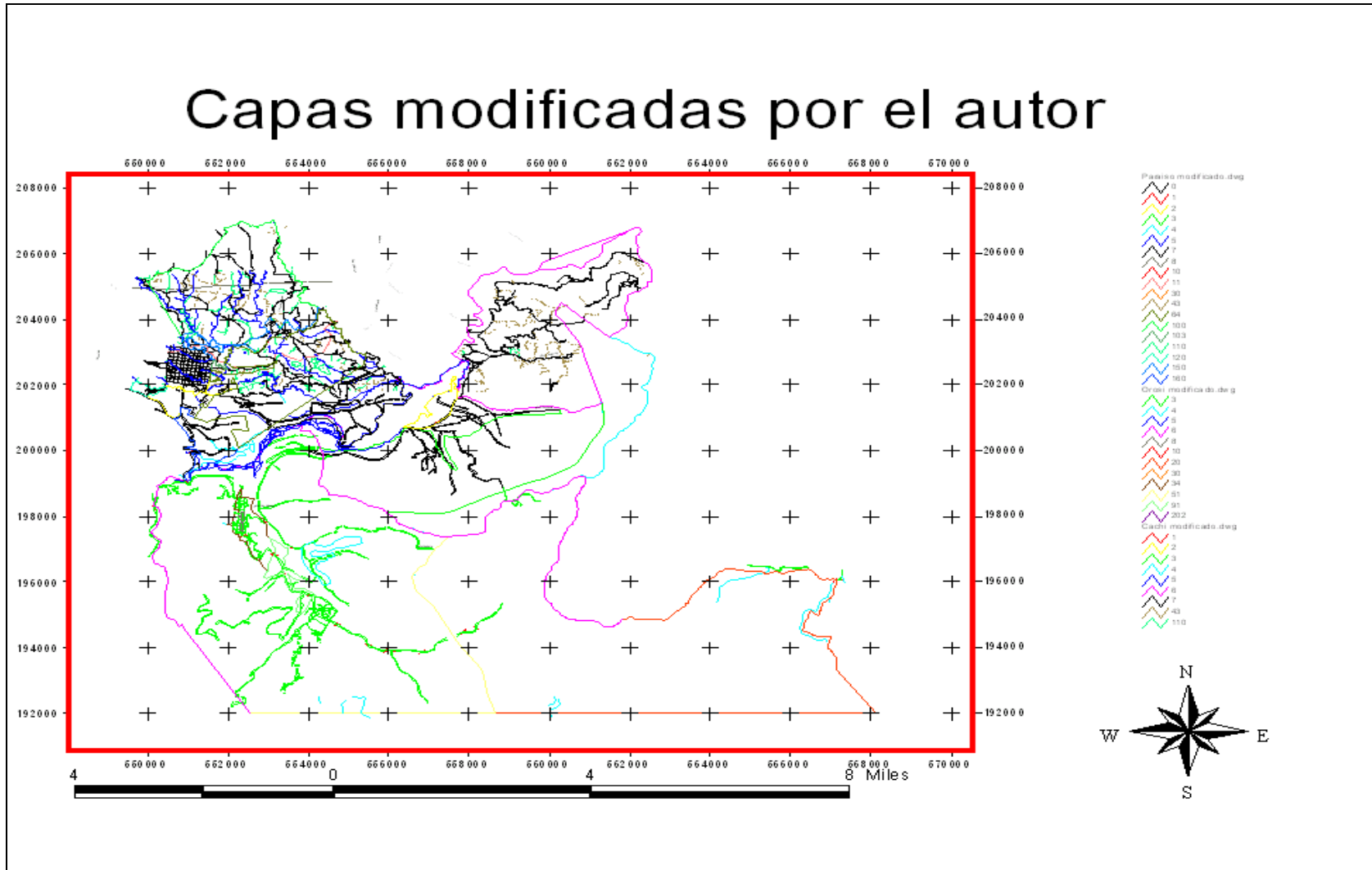


Figura 4 Capas modificadas por el autor

Hojas modificadas en ShapeFile: Estas son bases uni-capa y unicolor que permiten mostrar detalles sin las distorsiones.

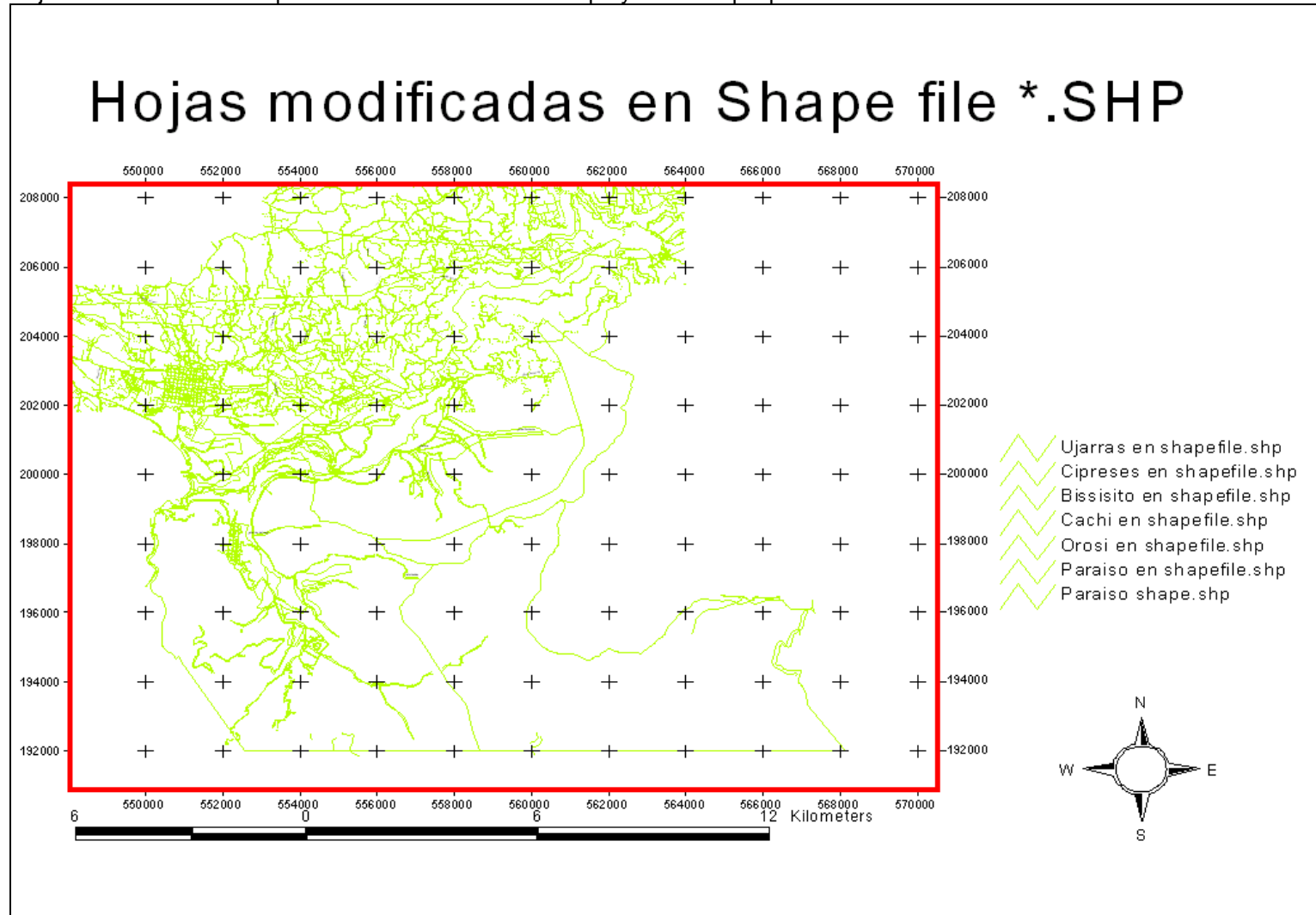


Figura 5. Hojas en formato Shapefile

Capas confeccionadas por el autor: Estas son propiamente para representar los resultados del trabajo.

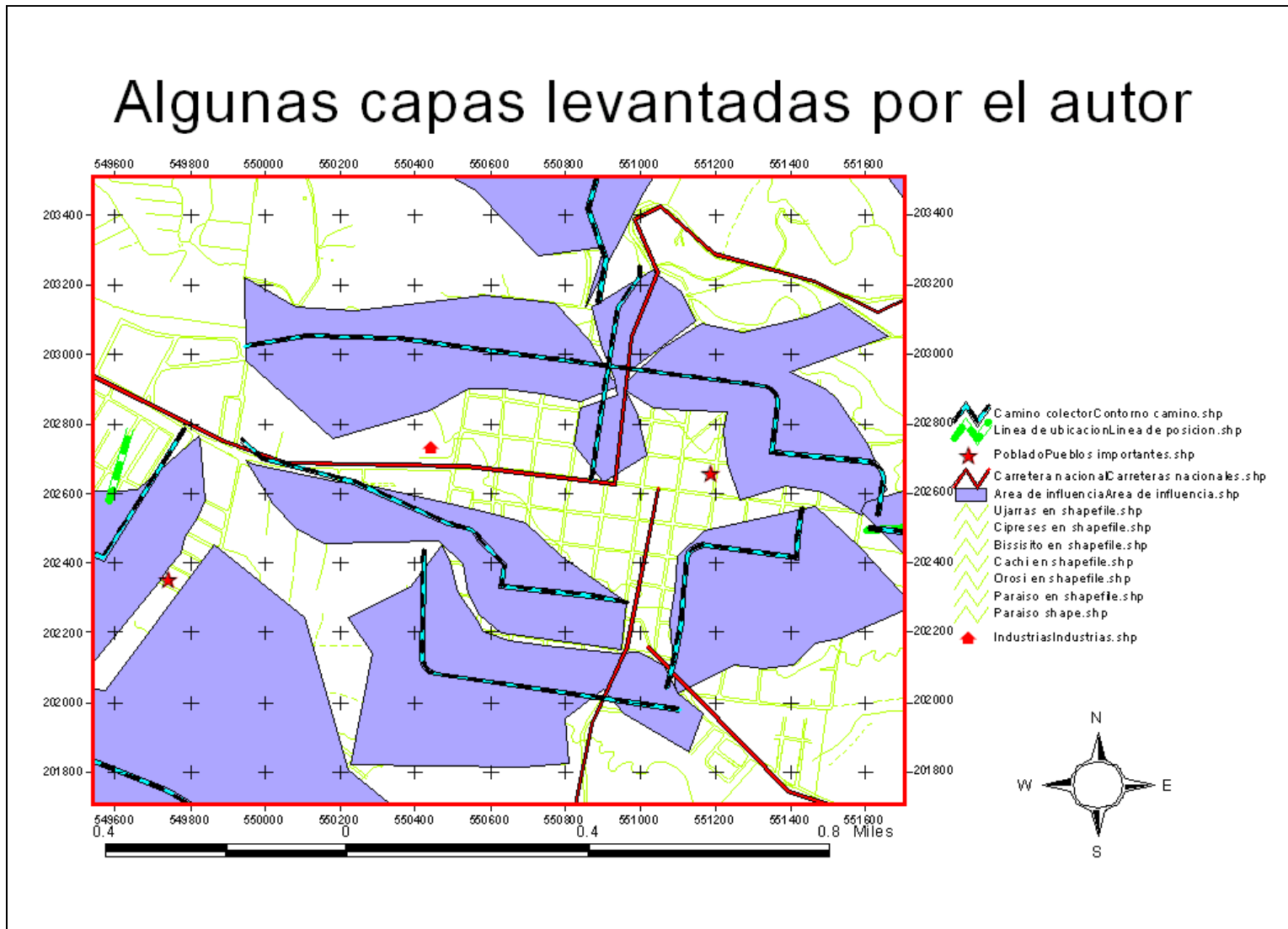


Figura 6 Capas confeccionadas por el autor

Capas tomadas del Atlas Costa Rica 2004. Preparado por el ITCR. Son capas con datos que no tienen las capas del Instituto Geográfico en una variedad de temas.

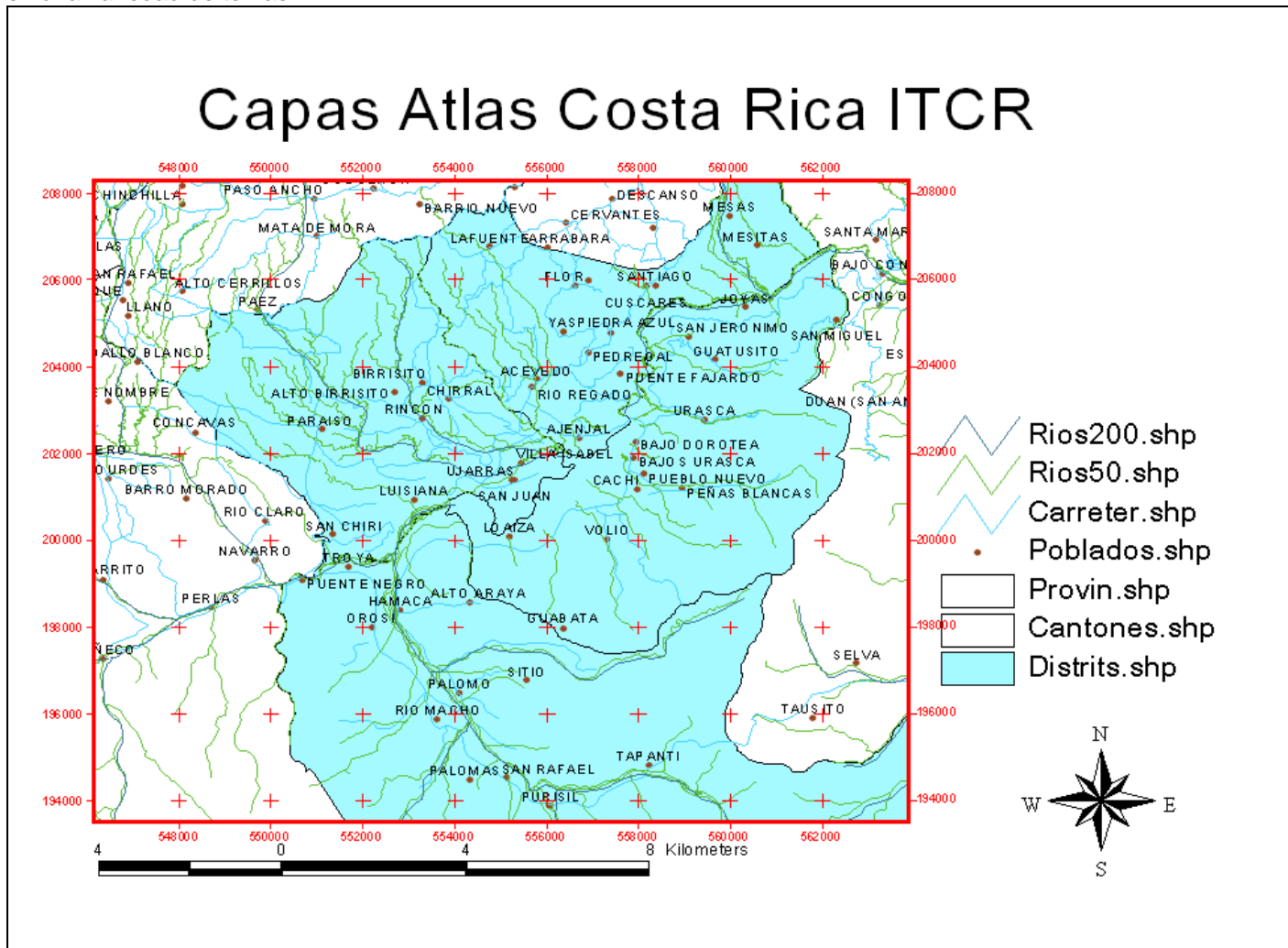


Figura 7 Capas tomadas del Atlas Costa Rica 2004

Captura de datos alfanuméricos

La captura de datos es la parte más importante cuando se trabaja con un SIG. La información recolectada será la materia prima del análisis espacial que realiza el ArcView 3.3.

Una forma bastante eficiente de fabricar bases de datos es usar el software Access XP el cual tiene la facilidad de levantar formularios donde se introduce fácilmente la información. Esta se actualiza en cada entrada de un registro, luego se puede analizar estadísticamente en este programa o en Microsoft Excel XP. Este pequeño capítulo muestra algunos de los formularios usados y la base de datos en su forma completa.

Esa forma de presentar los datos servirá al lector para cuando los utilice poner en práctica sus conocimientos informáticos en beneficio de su comunidad y de su aprendizaje individual.

Formulario de introducción de datos para 'Calle Mero'. Campos visibles:

- Código: 3-02-01
- Nombre coloquial cam: Calle Mero
- Area de influencia Km: 2,2
- Uso del suelo predomi: Agrícola
- % chayote: 0
- % café: 0
- % Caña azucar: 30
- % Urbano: 0
- % Turístico o quintas: 0
- % Pastoreo: 40
- % Otros: 30

Figura 1 Formularios de introducción de datos

Formulario de 'EVALUACION TECNICO SOCIAL' para 'Calle Mero'. Campos visibles:

- Código: 3-02-01
- Nombre: Calle Mero
- Repleno sanitario: 0
- Tratamientos de agua: 0
- Card Vhr/km: 5
- Proy Hidroelectricos: 0
- Proy Turisticos: 0
- Seguridad Nacional: 0
- Productivos: 1
- Conservacion foresta: 0
- Aseramientos camp: 1
- Reservas indigenas: 0
- Desarrollo habitacio: 1
- grupos inmigrantes: 1
- TPD: 15
- Produccion visible: 1
- Concepto de red: 1
- Drenaje: 0
- Geometria adecuada: 1
- Superficie ruede: 1
- Tajos - 15 km: 1

Figura 2 Formularios de introducción de datos

Formulario de introducción de datos con fondo de mapa. Campos visibles:

- Código: 3-02-01
- Nombre coloquial camino: Calle Mero
- Valor estrategico: 3
- Estado sup ruede: 2
- Estado estructura de drenaje: 2
- Terreno aledaño: 3
- TPD: 15
- IVT-S: 42
- Puentes y pasos aguas: 2
- Señalamiento: 1
- Pendiente promedio: 3

Figura 3 Formularios de introducción de datos

Ingreso	#Nombre?	Velocidad real de ope	50
Código	3-02-02	Ancho promedio dere	10
Distrito	Paraíso	Tiene linderos definid	<input type="checkbox"/>
Nombre coloquial car	Calle el Rincón	Permite ampliacion	<input type="checkbox"/>
Inicio	Barrio la Joya	Ancho de carriles	5
Fin	Entronque RN 224 El Mirador	Ancho de los espaldc	#Nombre?
Longitud total	3170	Existen aceras	<input type="checkbox"/>
Tipo camino vecinal	5	Respeto la ley 7600	<input type="checkbox"/>
Descripción general	Ruta alterna y turismo	Cantidad de carriles	1
Longitud en lastre o			
Longitud en asfalto	3170		
Longitud en pavimento	#Nombre?		

Registro: 1 2 de 32

Figura 4 Formularios de introducción de datos

Código	3-02-01
Nombre coloquial car	Calle Mero
VT-S	42
TPD	15

Registro: 1 de 32

Figura 5 Formularios de introducción de datos

La base de datos cuenta con alrededor de 70 campos de información debidamente identificados y disponibles desde el SIG. Y se presenta a continuación.

Código	Distrito	Nombre coloquial camino	Nota prioritaria
3-02-13	Santiago	Calle La Flor	82
3-02-08	Paraíso	Calle al Caiz	81,8
3-02-11	Santiago	Calle Nacientes	76,1
3-02-12	Paraíso	Corredor urbano Norte	72,1
3-02-03	Paraíso	Corredor Sur	71
3-02-33	Paraíso	Corredor Barrio San Antonio	67,1
3-02-22	Cachí	Calle Boza	66,5
3-02-26	Orosi	Calle Juco	65,6
3-02-21	Cacha	Calle el Bochinche	63,3
3-02-16	Santiago	Calle Piedra Azul	62,7
3-02-05	Paraíso	Corredor Barrio los Solares	60,9
3-02-15	Santiago	Parcelas La Flor	60
3-02-29	Paraíso	Calle Vieja Birrisito	59,7
3-02-07	Llanos de Santa Lucía	Corredor Llanos de Santa Lucía	57,9
3-02-01	Paraíso	Calle Mero	53,8
3-02-28	Paraíso	Calle al Calvario - Picacho	51,1
3-02-18	Santiago	Calle del Valle	50,7
3-02-06	Paraíso	Corredor La Unidad	49,9
3-02-20	Cachí	Calle Guatusito	46,5
3-02-19	Cachí	Calle Urasca Viejo	45,9
3-02-09	Paraíso	Parcelas al Cerro	45,4
3-02-02	Paraíso	Calle al Rincón	45,2
3-02-04	Paraíso	Calle Acevedo	44,9
3-02-27	Santiago	Calle Las Mesitas	43,8
3-02-17	Santiago	Calle Pitalillo	39
3-02-14	Santiago	Arrabará	32,9
3-02-23	Orosi	Calle Guabata	29,9
3-02-10	Paraíso	Calle Parruas	29,2
3-02-24	Orosi	Calle Altos de Araya	26,4
3-02-25	Cachí	Calle Volio	24,9
3-02-32	Paraíso	Calle al Swich	24,2
3-02-31	Santiago	Calle Naranja	18,9

Orden de prioridad	Inicio	Fin	Longitud	Tipo camino vecinal	Descripción general
1	Iglesia del Yas	Iglesia de La Flor	1170	1	Une el Yas con la Flor
2	Entronque RN 10 Amanco	Recinto UCR RN 225	3342	6	Futuro desarrollo urbano
3	RN 10 San Francisco	Iglesia del Yas	3156	2	Comunica vecinos del Yas con la ruta 10
4	Barrio La Joya	Estadio Paraíso	2314	0	Travesía urbana
5	El cementerio Municipal	RN 225 Liceo de Paraíso	823	6	Ruta alterna para vehículos pesados
6	RN 224 Bo. San Antonio	RN 10 El Cementerio	1205	6	Travesía
7	RN 225 Nueva Primavera	Puente Río Peñas Blancas	1590	2	Corredor vecinos de Cachí
8	RN 225 La Anita	Truchas Juco	1873	2	Alto Riesgo, comunica vecinos con la RN 225
9	RN 225 Pueblo Nuevo	Peñas Blancas	2630	2	Comunica a vecinos con la Rn 225 y Cachí centro
10	Iglesia del Yas	Iglesia de Piedra Azul	1942	2	Une los vecinos de Yas con la RN 404
11	Barrio la Joya Sector Orquídeas	RN 224 Sector Leda	667	6	Travesía urbana
12	Iglesia La Flor	RN 404	1970	2	Une los parceleros con la ruta nacional
13	RN 10 Alto Birrisito	RN 10 Alto Finca Pandora	2530	3	Comunica vecinos Birrisito con la RN 10
14	RN 10 Guardia Rural	RN 10 Sector el INA	1398	6	Travesía urbana
15	Barrio La Estación	Finca Páez, límite cantonal	3624	4	Camino agrícola
16	RN 224 Res Picachos	Ruinas de Ujarrás	3918	5	Turismo, quintas.
17	Escuela de la	Ruta 404	1499	3	Une

	Ajenjal	Cruce Toño Morales			parceleros con RN 404 y RN 224
18	RN 10 Barrio la Unidad	RN 10 Ferretería Ulloa	547	6	Travesía urbana
19	RN 224 San Jerónimo	Guatusito	1996	2	Camino de parceleros y vecinos
20	Iglesia Urasca RN 224	Vado Río Urasca	1795	2	Comunica vecinos de Urasca con la RN 224
21	RN 10 El Alto Birrisito	Límite Cant Finca Páez	5024	4	Ruta de acceso a parceleros
22	Barrio La Joya	Entronque RN 224 El Mirador	3170	5	Ruta alterna y turismo
23	Birrisito sector Rancho Azul	Río Regado Ujarrás	3944	4	Camino de parceleros
24	RN 404 Santiago	Las Mesitas Mesitas	2651	4	Da acceso a parceleros
25	Iglesia de Piedra Azul	Urb. María Reina Ajenjal	3178	4	Acceso a parceleros
26	Iglesia La Flor	RN 10 Finca Arrabara	1706	2	Une La Flor con la Ruta 10
27	Iglesia Palomo Orosi	Guabata	4000	2	Comunica a vecinos de Guabata con la RN 225
28	Birrisito Parrúas,	Cementerio del Yas	2642	5	Camino acceso a Quintas
29	RN 225 La Alegría	Iglesia Cat Altos de Araya	1820	2	Da acceso de vecinos a la RN 225
30	Urb. La Nueva Primavera	Truchas Volio	2326	5	Camino turístico
31	El rincón Sector Swich	RN 10	674	2	Ruta alterna
32	Río Regado	La Navideña el Yas	1492	4	Agrícola y viviendas

Valor estratégico	Longitud en lastre o tierra	Longitud en asfalto	Velocidad real de operación	Ancho promedio derecho de vía
3	1170	0	25	10
2	2721	621	30	10
4	0	3156	40	11
5	0	2314	45	12
4	0	823	40	11
4	0	1205	45	15
3	350	1240	40	14
1	0	1873	25	10
3	1430	1200	40	13
4	800	1142	35	13
2	0	667	45	12
3	1970	0	20	11
2	0	2530	40	12
4	1198	200	25	20
3	3624	0	20	10
4	3918	0	25	12
3	1499	0	30	12
4	0	547	40	14
2	1496	500	30	10
3	1795	0	35	10
5	5024	0	25	10
4		3170	50	10
3	3944	0	25	12
4	2651	0	20	10
3	3178	0	25	10
3	1706	0	30	14
2	4000	0	25	15
3	1652	990	35	12
3	1820	0	20	11
2	0	2326	40	10
4	674	0	25	13
2	962	530	20	10

Hay linderos definidos	Hay invasiones	Se puede ampliar	Cantidad de carriles	Ancho de carriles
1		1	1	4
1		1	2	6
1		1	1	4
1		0	2	3
1		0	2	3
1		1	2	3
1		1	2	3
1		1	1	3
1		1	2	3
1		1	1	4
1		0	2	3
1		1	1	4
1		1	1	4
1		0	4	3
1		1	1	5
1		1	1	4
1		1	1	5
1		0	2	3
1		1	1	4
1		1	1	5
1		1	1	5
1	0	1	1	5
1		1	1	4
1		1	1	4
1		1	1	4
1		1	2	3
1		1	1	5
1		1	1	4
1		1	1	3
1		1	1	4
1		1	1	4
1		1	1	3

Estado sup ruedo	Estado estructura de drenaje	Pendiente promedio	Señalamiento
1	1	1	1
2	2	5	1
3	2	1	1
3	3	3	4
3	3	5	3
3	3	5	3
2	3	3	1
1	2	3	1
3	3	4	1
2	1	1	1
3	3	4	4
1	2	1	1
3	2	4	1
1	2	5	1
2	2	3	1
3	2	3	1
3	3	5	1
4	3	5	4
3	2	1	1
3	2	5	1
2	2	2	1
4	3	5	1
3	2	4	1
2	2	1	1
3	2	3	1
3	2	1	1
2	2	1	1
2	2	1	1
2	2	1	1
2	2	1	1
3	2	3	1
2	2	4	1
2	2	1	1

IVT-S	Puentes y pasos aguas	Terreno aledaño	P	T
74	1	4	5	
65	0	1	5	
68	1	4	5	
70	1	2	4	
75	0	1	5	
74	1	1	5	
67	2	3	5	
59	2	4	5	
64	2	4	5	
57	2	4	5	
70	1	2	5	
50	1	4	5	
59	2	3	5	
58	1	1	5	
42	2	3	5	
44	2	4	5	
59	1	1	5	
64	1	1	5	
43	2	4	5	
47	2	4	5	
34	2	4	5	
56	2	2	8	
41	3	3	5	
37	3	4	5	
38	1	4	5	
39	1	4	5	
18	2	4	5	
29	3	4	5	
26	3	4	5	
29	1	4	5	
33	1	2	5	
28	2	4	5	

IDS	Cantidad de aulas	Centros de salud	Transporte público	Electricidad	Telefonía pública
62	0	0	1	1	1
62	20	1	1	1	5
62	0	0	1	1	1
62	0	1	1	1	20
62	50	0	1	1	1
62	40	1	1	1	1
62	30	1	1	1	1
62	10	0	0	1	1
62	15	0	1	1	1
62	10	1	1	1	1
62	30	0	1	1	1
62	15	1	1	1	1
62	0	1	0	1	1
62	1	1	1	1	1
62	0	0	0	1	1
62	0	0	0	1	0
62	12	1	0	1	1
62	0	0	0	1	1
62	10	1	0	1	1
62	0	0	0	1	1
62	0	0	0	1	1
62	0	0	0	1	3
62	0	0	0	1	1
62	0	0	0	1	0
62	0	0	0	1	0
62	0	0	0	1	1
62	0	0	0		1
62	0	0	0	1	1
62	5	0	0	1	1
62	0	0	0	1	1
62	0	0	0	1	0
62	0	0	0	1	0

Centros de acopio	Plantas procesadoras	Relleno sanitario	Tratamientos de aguas	Cant Viv. /Km.	Proy. hidroeléctricos
0	0	0	0	30	0
0	0	0	0	30	0
1	0	0	0	30	0
0	2	0	0	250	0
0	0	0	0	250	0
0	0	0	0	150	0
0	0	0	0	100	0
0	0	0	0	50	0
0	0	0	0	35	0
1	0	0	0	25	0
0	0	0	0	230	0
1	1	0	0	20	0
0	0	0	0	30	0
0	0	0	0	300	0
0	0	0	0	5	0
0	0	0	0	5	0
1	1	0	0	10	0
0	0	0	0	250	0
0	0	0	0	20	0
0	0	0	0	20	0
0	0	0	0	5	0
0	0	0	0	12	0
0	0	0	0	5	0
0	0	0	0	3	1
0	0	0	0	5	0
0	0	0	0	10	0
1	0	0	0	15	0
0	0	0	0	5	0
0	0	0	0	15	0
0	0	0	0	15	0
0	1	0	0	1	0
0	0	0	0	10	0

Desarrollo habitacional	Grupos inmigrantes	TPD	Producción visible	Concepto de red	Drenaje
0	1	30	1	1	1
2	2	20	0	1	1
0	1	50	1	1	1
1	0	100	0	1	1
3	0	150	0	1	1
1	1	100	0	1	1
0	0	100	0	1	1
1	0	24	1	0	0
0	0	40	1	0	1
0	1	30	1	1	0
0	0	103	0	1	1
0	1	15	1	1	0
0	0	21	1	1	1
3	1	150	0	1	1
1	1	15	1	1	0
0	0	17	0	1	1
0	1	40	1	1	1
0	0	300	0	1	1
0	0	19	1	1	0
0	1	27	0	0	1
0	0	30	1	1	1
0	1	60	1	3	1
0	0	15	1	1	1
0	0	15	1	1	1
0	1	20	1	1	1
0	1	20	1	1	1
0	0	20	0	0	0
0	0	12	1	1	1
0	0	10	0	0	0
0	0	20	1	0	1
0	0	25	1	1	0
0	1	10	1	1	0

Geometría adecuada	Superficie ruedo	Tajos - 15 Km.	Área de influencia Km2	Uso del suelo predominante	% chayote
1	1	1	0,5	Casas, pequeñas parcelas	25
1	1	1	2,4	Urbano-Pastos	0
1	0	0	1,04	Casas, parcelas	0
1	1	1	1,39	Urbano	0
1	1	1	0,3	Urbano	0
1	1	1	0,3	urbano	0
1	1	0	1,02	Urbano	0
0	0	1	1,35	Habitación parcelas	0
1	1	0	2,28	Pequeñas parcelas, habitación	0
0	0	0	1,72	Casas, parcelas	70
1	1	1	0,2	urbano	0
0	0	0	2,22	Agrícola parcelas	80
0	1	1	0,34	Habitación, viveros	0
1	1	1	0,6	Urbano	0
1	1	1	2,2	Agrícola	0
0	1	1	1,54	Quintas	30
1	1	0	0,58	Agrícola	70
1	1	1	0,8	Urbano	0
0	1	0	2,02	Urbano, Agrícola	10
1	0	0	1,65	Casas, parcelas	0
1	1	1	3,95	Parcelas, Agrícola	0
1	1	1	1,2	Turismo quintas	0
1	1	1	1,8	Parcelas	20
0	1	0	2,34	Parcelas	80
0	1	0	1,92	Agrícola	95
0	0	0	0,8	Parcelas, casas	0
0	0	1	3,84	Habitación , parcelas	0
0	1	0	0,93	Quintas, pequeñas	0

				parcelas	
0	0	1	2,93	Habitación, agrícola	0
1	1	0	1,01	Habitación, parcelas	0
1	1	0	0,15	Pastoreo	0
0	0	0	0,28	Agrícola	80

% café	% Caña azúcar	% Urbano	% Turístico o quintas	% Pastoreo	% Otros
0	0	30	15	0	30
0	0	80	0	20	0
0	0	20	50	15	15
0	0	100	0	0	0
0	0	100	0	0	0
0	0	100	0	0	0
0	0	100	0	0	0
70	0	15	15	0	0
60	0	30	0	0	10
0	0	15	10	0	5
0	0	100	0	0	0
0	0	0	0	10	10
0	0	30	20	0	50
0	0	100	0	0	0
0	30	0	0	40	30
30	0	0	30	10	0
0	30	0	0	0	0
0	0	100	0	0	0
70	0	10	0	0	0
40	0	20	20	0	20
0	0	0	0	60	40
15	0	0	85	0	0
30	0	0	15	35	0
15	0	5	0	0	0
0	0	0	0	0	5
0	0	30	20	30	20
70	0	25	5	0	0
0	0	0	60	20	20
80	0	15	5	0	0
50	0	20	15	0	15
50	0	0	0	50	0
0	0	10	0	0	10

Inventario General

La definición de una red de caminos vecinales del cantón de Paraíso es un tema un tanto evadido por las instituciones locales. En la práctica real se le toma la misma importancia a un camino parcelero que a una calle de urbanización. Se ha hecho una estimación a groso modo de la longitud de la red vial vecinal Paraiseña.

CUADRO 1. ESTIMACIÓN LONGITUD RED CANTONAL DE PARAÍSO	
Longitud inventariada	180 Km.
Longitud real estimada	23-0 Km.
Diferencia	50 Km.
% Diferencia	27 %

Fuente: Programa SPEM MOPT y Unidad Técnica Vial Paraíso.

El Cuadro 1 muestra una longitud inventariada de 180 Km. aproximadamente los cuales no tienen criterios (o no se han determinado) para jerarquizar su importancia por su función.

Según la Unidad Vial se estima una red de 23-0 Km., 50 Km. más de los que se incluyeron para la alimentación de la base de datos del programa SPEM. Muchos de esos caminos adicionales son rutas de penetración, nuevos asentamientos parceleros del IDA y acceso a zonas donde el mayor uso de suelo es la instalación de quintas y establecimientos turísticos.

El objetivo de este trabajo es definir sistemáticamente los caminos más importantes para determinar una red rural básica, una vez

logrado esto se planteará tenido este sistema definir la priorización del mantenimiento.

Dado que esta información es predominantemente geográfica y estadística se usarán las bases de datos digitalizadas y referenciadas geográficamente conocidas como GIS del inglés Geographical Information System o Sistemas de Información Geográfica o SIG.

El software utilizado fue ArcView GIS 3-3- y las bases datos usadas fueron proporcionadas por el Instituto Geográfico Nacional y la Escuela de Ingeniería Forestal. Los datos fueron levantados en formularios de Microsoft Access XP.

Ubicación

Provincia: Cartago
 Cantón: II PARAÍSO
 Ciudad Cabecera: PARAÍSO
 Distancia de San José: 27 Kilómetros
 Distritos:

1. Paraíso.
2. Santiago.
- 3-. Orosí.
4. Cachí.
5. Llanos de Santa Lucía.

Superficie: 411.191 Kilómetros cuadrados.
 Población: 42 724 habitantes al 1-1-1999
 Decreto de fundación: # 167, 7 – 12- 1848

Configuración de los distritos

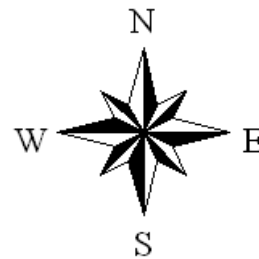
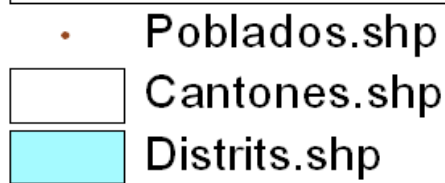
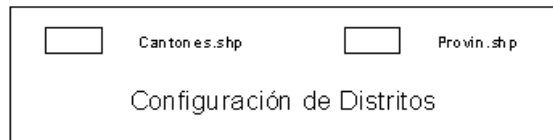
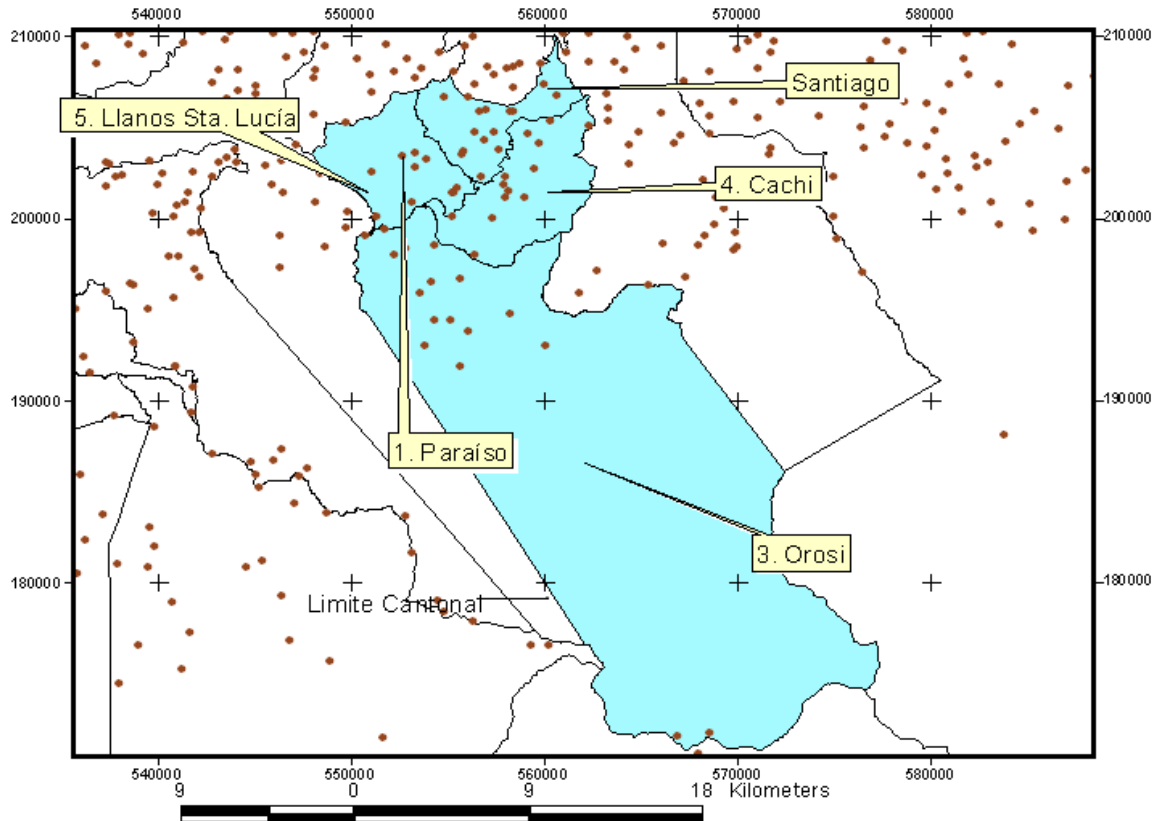


Figura 1. Ubicación Espacial

Definición de los caminos más importantes

Como se indicó una red de caminos vecinales puede ser tan grande y complicada como se quiera hacer. Un paso importante en la resolución de un problema es la modelación del mismo.

Un paso importante es el conocimiento del medio al que se enfrenta y de las personas que viven en él. Conociendo de antemano las rutas de transporte de individuos y mercancías se puede proponer una lista preliminar de caminos.

Una forma fácil de identificar un camino es su nombre coloquial, es decir, como los vecinos se refieren a este sin necesidad de entrar en formalismos técnicos.

Los criterios para seleccionar cuál es un camino principal o no son los siguientes:

- Son vías que comunican un poblado con otro.
- Unen una ruta nacional con un poblado.
- Unen dos rutas nacionales.
- Es colector de caminos de cuarta clase.
- Dan acceso a sitios de interés turístico.
- Son travesías urbanas.
- Son foco de desarrollo estratégico.

Uno de los aspectos modelar el sistema propuesto es el hacer una analogía a los sistemas de drenaje de una cuenca hidrográfica.

Pequeños caminos y senderos de fincas discurren hacia puntos comunes donde se unen a caminos de cuarta clase estos comunican a rutas vecinales de tercera clase y permiten trasladar los productos agrícolas hacia centros urbanos regionales.

Desde aquí los excedentes de producción son llevados por carreteras de segunda clase que unen cabeceras de provincia y luego hacia carreteras de primera clase que conducen a los centros urbanos masivos y a mercados internacionales.

En el CUADRO 2. Se propone una lista de caminos mayormente usados. En esta primera lista se incluyen los campos de “nombre coloquial”,

“distrito” y una pequeña descripción de su utilidad o función principal. Es necesario aclarar que los caminos (en su mayoría) cumplen varias funciones. Pero para fines de modelación se hará referencia únicamente su función principal.

Un aspecto como la pertenencia a uno o a varios distritos que cruzan el camino no es de gran importancia pues los criterios de inversión no contemplan alguna diferenciación.

Un detalle importante es la exclusión de las llamadas calles urbanas o calles cuadrantes. La justificación es la necesidad de elaborar un plan prioritario vial. Esto implica favorecer a la población más allá de bachear frente a sus casas, sino impactar todos o la mayoría de los motores económicos y propiciar un paso hacia el camino del desarrollo. Por lo tanto, se concibieron las llamadas travesías urbanas que sirven de arterias en el conglomerado de las calles cuadrantes.

CUADRO 2. LISTA PRELIMINAR DE CAMINOS		
Nombre coloquial camino	Distrito	Descripción general
Calle al Rincón	Paraíso	Ruta alterna y turismo
Corredor urbano Norte	Paraíso	Travesía urbana
Calle al Caiz	Paraíso	Futuro desarrollo urbano
Corredor Sur	Paraíso	Ruta alterna para vehículos pesados
Corredor Barrio los Solares	Paraíso	Travesía urbana
Corredor La Unidad	Paraíso	Travesía urbana
Corredor Llanos de Santa Lucía	Llanos de Santa Lucía	Travesía urbana
Parcelas El Cerro	Paraíso	Ruta de acceso a parceleros
Calle Acevedo	Paraíso	Camino de parceleros
Calle Parrúas	Paraíso	Camino acceso a quintas
Calle Nacientes	Santiago	Comunica vecinos del Yas con la ruta 10
Calle La Flor	Santiago	Une el Yas con la Flor
Arrabara	Santiago	Une la Flor con la Ruta 10
Parcelas La Flor	Santiago	Une los parceleros con la ruta nacional
Calle Piedra Azul	Santiago	Une los vecinos de Yas con la RN 404
Calle Pitalillo	Santiago	Acceso a parceleros
Calle del Valle	Santiago	Une parceleros con RN 404 y RN 224
Calle Urasca Viejo	Cachí	Comunica vecinos de Urasca con la RN 224
Calle Mero	Paraíso	Camino agrícola
Calle Guatusito	Cachí	Camino de parceleros y vecinos
Calle el Bochinche	Cachí	Comunica vecino con la Rn 225 y Cachí centro
Calle Boza	Cachí	Corredor vecinos de Cachí
Calle Volio	Cachí	Camino turístico
Calle Altos de Araya	Orosi	Da acceso de vecinos a la RN 225
Calle Guabata	Orosi	Comunica vecinos Guabata con la RN 225
Calle Juco	Orosi	Alto Riesgo, comunica vecinos con la RN 225
Calle Las Mesitas	Santiago	Da acceso a parceleros
Calle el Calvario - Picacho	Paraíso	Turismo, quintas.
Calle Vieja Birrisito	Paraíso	Comunica vecinos Birrisito con la RN 10
Calle Naranjo	Santiago	Agrícola y viviendas
Calle al Swich	Paraíso	Ruta alterna
Corredor Barrio San Antonio	Paraíso	Travesía

¿Qué se quiere saber de los caminos propuestos?

La recolección de información es crucial a la hora de levantar un inventario. En esta etapa del capítulo de resultados interesa conocer datos muy generales de los caminos en cuestión. Muy importante es codificarlo, conocer su inicio y fin, su longitud y por cual material (les) esta constituido.

Codificación

La codificación de un camino es bastante importante cuando se emplean medios informáticos para gestionarlos. Los sistemas usados en el MOPT como el SPEM son su base inicial.

El presente estudio respeta la forma de codificación usada por ser bastante fácil de comprender y casi es igual que asignar un consecutivo.

Por ejemplo en el CUADRO 3 se muestra la calle Mero codificada con el siguiente número 3-02-01. El 3- inicial representa la provincia 3- Cartago, el 02- representa el cantón 02- Paraíso y el 01 es el número consecutivo asignado a la hora de anotar el registro.

A continuación se muestra la tabla propuesta:

Código	Nombre coloquial camino
3-02-01	Calle Mero
3-02-02	Calle el Rincón
3-02-03	Corredor urbano Norte
3-02-03	Corredor Sur

3-02-04	Calle Acevedo
3-02-05	Corredor Barrio los Solares
3-02-06	Corredor la Unidad
3-02-07	Corredor Llanos de Sta Lucía
3-02-08	Calle el Caiz
3-02-09	Parcelas el Cerro
3-02-10	Calle Parruas
3-02-11	Calle Nacientes
3-02-13	Calle La Flor
3-02-14	Calle Arrabará
3-02-15	Parcelas la Flor
3-02-16	Calle Piedra Azul
3-02-17	Calle Pitalillo
3-02-18	Calle del Valle
3-02-19	Calle Urasca Viejo
3-02-20	Calle Guatusito
3-02-21	Calle el Bochinche
3-02-22	Calle Boza
3-02-23	Calle Volio
3-02-23	Calle Guabata
3-02-24	Calle Altos de Araya
3-02-26	Calle Juco
3-02-27	Calle Las Mesitas
3-02-28	Calle el Calvario - Picacho
3-02-29	Calle Vieja Birrisito
3-02-31	Calle Naranja
3-02-32	Calle el Swich
3-02-33	Corredor Barrio San Antonio

Longitud del camino

Lo criterios de establecimientos de la extensión de la longitud e inicio y fin de los caminos varían del primer intento de inventario realizado en los años ochenta.

Como se ha querido recalcar este estudio radica en la función del camino como tal y por esta función será evaluado.

Código	Nombre coloquial camino	Long (m)	% del total
30201	Calle Mero	3624	5%
30202	Calle el Rincón	3170	4%
30203	Corredor urbano norte	2314	3%

30208	Calle el Caiz	3342	5%
30203	Corredor Sur	823	1%
30205	Corredor BO. los Solares	667	1%
30206	Corredor la Unidad	547	1%
30207	Corredor Llanos de Santa Lucia	1398	2%
30209	Parcelas el Cerro	5024	7%
30204	Calle Acevedo	3944	5%
30210	Calle Parruas	2642	4%
30211	Calle Nacientes	3156	4%
30213	Calle La Flor	1170	2%
30214	Arrabara	1706	2%
30215	Parcelas la Flor	1970	3%
30216	Calle Piedra Azul	1942	3%
30217	Calle Pitalillo	3178	4%
30218	Calle del Valle	1499	2%
30219	Calle Urasca Viejo	1795	2%
30220	Calle Guatusito	1996	3%
30221	Calle el Bochínche	2630	4%
30222	Calle Boza	1590	2%
30223	Calle Volio	2326	3%
30224	Calle Altos de Araya	1820	3%
30223	Calle Guabata	4000	6%
30226	Calle Juco	1873	3%
30227	Calle Las Mesitas	2651	4%
30228	Calle el Calvario - Picacho	3918	5%
30229	Calle Vieja Birrisito	2530	3%
30231	Calle Naranjo	1492	2%
30232	Calle el Swich	674	1%
30233	Corredor Barrio San Antonio	1205	2%
	Total en metros	72616	100%

Como se observa en el Cuadro 3. Los caminos con más longitud son calle Guabata con 4000 m y Parcelas el Cerro con 5000 metros la suma de ambos apenas supera el 10 % del total.

Esto representa una fragmentación de las rutas producto de una red amplia con muchos caminos alternos y rutas rápidas que se conectan a caminos de la red nacional.

Como se expondrá más adelante Paraíso es atravesado por 4 rutas nacionales casi en forma paralela lo que redujo en un inicio la longitud de los caminos vecinales.

Tipo de material

La constitución de los materiales de un camino es uno de los elementos más importantes a la hora de pensar en su conservación.

El precio internacional del petróleo y la situación geopolítica y expansionista de las grandes potencias capitalistas influyen el aumento de los costos de operación y de fabricación de todos los insumos relacionados con la construcción de caminos.

En el siguiente CUADRO 5 se muestran las longitudes de los caminos constituidos con diferentes materiales a saber mezcla asfáltica, lastre o tierra, TSB y pavimentos rígidos.

Código	Nombre coloquial camino	Longitud en lastre o tierra	Longitud en asfalto
30201	Calle Mero	3624	0
30202	Calle el Rincón		3170
30203	Corredor urbano Norte	0	2314
30208	Calle El Caiz	2721	621
30203	Corredor Sur	0	823
30205	Corredor Barrio los Solares	0	667

30206	Corredor la Unidad	0	547
30207	Corredor Llanos de Santa Lucía	1198	200
30209	Parcelas el Cerro	5024	0
30204	Calle Acevedo	3944	0
30210	Calle Parruas	1652	990
30211	Calle Nacientes	0	3156
30213	Calle La Flor	1170	0
30214	Arrabara	1706	0
30215	Parcelas la Flor	1970	0
30216	Calle Piedra Azul	800	1142
30217	Calle Pitalillo	3178	0
30218	Calle del Valle	1499	0
30219	Calle Urasca Viejo	1795	0
30220	Calle Guatusito	1496	500
30221	Calle el Bochinche	1430	1200
30222	Calle Boza	350	1240
30223	Calle Volio	0	2326
30224	Calle Altos de Araya	1820	0
30223	Calle Guabata	4000	0
30226	Calle Juco	0	1873
30227	Calle Las Mesitas	2651	0
30228	Calle el Calvario - Picacho	3918	0
30229	Calle Vieja Birrisito	0	2530
30231	Calle Naranjo	962	530
30232	Calle el Swich	674	0

30233	Corredor Barrio San Antonio	0	1205
	Total	43958	25034
	Porcentaje	64%	36%

Como lo muestra el CUADRO 5. la mayoría del material usado en las estructuras de los caminos es el lastre en un 64 % y la mezcla asfáltica en un 36 %. Se da un caso especial con los tratamientos superficiales bituminosos, pues la mayoría de estos sistemas se encuentran en calles cuadrantes urbanos que no se contemplaron para efectos del siguiente estudio este trabajo.

Un detalle importante a tomar en cuenta es la creencia institucional a nivel de gobiernos locales y de los beneficiarios de los proyectos donde aplicaron Tratamientos superficiales. Los TSB constituyen una forma más económica de darle una capa uniforme de rodamiento a una vía, al ser un baño de emulsión y grava de poco espesor se necesita estar recapeando durante su vida útil. La visión errónea que existe es que es igual a una capa de varios centímetros de mezcla asfáltica.

Cuando el TSB se deteriora es bacheado con mezcla asfáltica, Esto implica la pérdida de la homogeneidad de los componentes de la estructura de una vía. Después de un tiempo y por la exposición a los medios ambientales la calle se hace intransitable por lo que se debe hacer una reconstrucción total de la estructura lo que implica un costo mayor para el Municipio.

Morfología de los caminos

Una vez conocida la longitud de las vías se debe rescatar la morfología o la configuración del camino. Un detalle importante, que es bastante común en los caminos vecinales, es la gran cantidad de caminos de una sola vía que existen.

Léase el CUADRO 6:

CUADRO 6. MORFOLOGIA DEL CAMINO				
Código	Nombre coloquial camino	Ancho de carriles*	Cantidad de carriles*	Ancho promedio derecho de vía*

30201	Calle Mero	5	1	10
30202	Calle el Rincón	5	1	10
30203	Corredor urbano norte	2	2	12
30208	Calle el Caiz	6	2	10
30203	Corredor Sur	3	2	11
30205	Corredor Barrio los Solares	3	2	12
30206	Corredor la Unidad	3	2	14
30207	Corredor Llanos de Santa Lucia	3	4	20
30209	Parcelas el Cerro	5	1	10
30204	Calle Acevedo	4	1	12
30210	Calle Parruas	4	1	12
30211	Calle Nacientes	4	1	11
30213	Calle La Flor	4	1	10
30214	Arrabara	2	2	14
30215	Parcelas la Flor	4	1	11
30216	Calle Piedra Azul	4	1	13
30217	Calle Pitalillo	4	1	10
30218	Calle del Valle	5	1	12
30219	Calle Urasca Viejo	5	1	10
30220	Calle Guatusito	4	1	10
30221	Calle el Bochinche	3	2	13
30222	Calle Boza	3	2	14
30223	Calle Volio	4	1	10

30224	Calle Altos de Araya	3	1	11
30223	Calle Guabata	5	1	15
30226	Calle Juco	3	1	10
30227	Calle Las Mesitas	4	1	10
30228	Calle el Calvario - Picacho	4	1	12
30229	Calle Vieja Birrisito	4	1	12
30231	Calle Naranja	3	1	10
30232	Calle el Swich	4	1	13
30233	Corredor Barrio San Antonio	3	2	15
	Promedio	3,8125		11,84375

* Las longitudes están en metros

Uno de los aspectos que influye grandemente en la velocidad de operación de una vía es el ancho de esta. En el CUADRO 6 se muestra que el ancho promedio de derecho de vía es de 11.84 m .En casos más extremos el autor ha medido derechos de 7 y 8 metros.

Un derecho de vía de 11 metros no aplica para la incluir una vía vecinal a la red nacional sin que se ocupe de un proceso largo de expropiaciones, donde el mínimo es de 20 metros para poder iniciar el trámite de inclusión.

Esto deja la vía sin la posibilidad de tener un potencial estratégico en caso de una futura vía alterna o un crecimiento industrial, urbanístico o turístico.

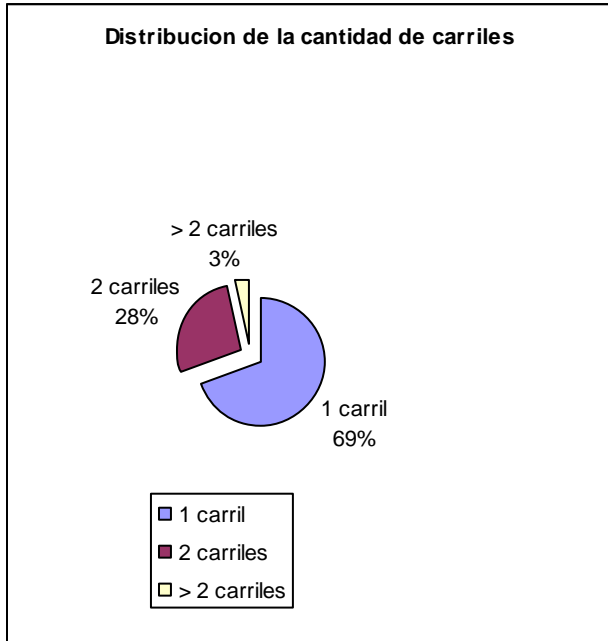


Figura 2. Distribución de la cantidad de carriles de la red propuesta

.En la figura 2 se muestra la distribución de la cantidad de carriles que contienen las calles estudiadas.

Se muestra que un 69 % de las vías son de un solo carril. Esto implica una reducción de la velocidad de operación de la vía.

Como ejemplo de visualización se puede observar la figura 3. Donde en el caso de del encuentro de 2 vehículos se llega a la deceleración completa de los vehículos y en algunos casos es bastante peligroso.



Figura 3. Muestra una vía de un solo carril

Según el MOPT se considera una vía de un solo carril cuando la superficie de rodamiento tiene 5 metros o menos de ancho.

Derecho de vía

En este apartado se toman los otros elementos de la vía como son linderos, invasiones y la posibilidad de ampliaciones.

A veces en las vías se encuentran tramos donde los linderos de las fincas o propiedades no están delimitados por una barrera física. Esto genera dudas al responsable del presente estudio respecto del tamaño del derecho de vía disponible para las diferentes labores relacionadas con el mantenimiento.

En muchos casos los derechos de vía son reducidos paulatinamente por los propietarios de los terrenos. En ciertas situaciones los caminos son cerrados completamente en una clara violación a la ley de caminos públicos.

Como el objetivo de este trabajo es ayudar en la mejora de la red vial de Paraíso se determinaron cuales caminos pueden ser objeto de ampliación. Una ampliación puede darse como parte de una mejora del drenaje o como una mejora sustancial en la superficie de rodamiento.

En el cuadro 7 se muestran las capacidades de las vías a la actualización. También informa sobre si existen facilidades para el peatón como la existencia de aceras. Además se menciona el respeto a la ley 7600 en tránsito, acceso y seguridad de las personas discapacitadas.

CUADRO 7.ELEMENTOS DERECHO DE VIA						
Nombre	Linderos definidos	Hay invasiones	Se puede ampliar	Hay Bahías	Hay aceras	Respeto ley 7600
Calle el Rincón	Sí	No	Sí	Sí	No	No
Corredor urbano Norte	Sí	No	No	No	Sí	No
Calle el Caiz	Sí	Sí	Sí	No	No	No
Corredor Sur	Sí	No	No	No	Sí	No

Corredor Barrio los Solares	Sí	No	No	No	Sí	No
Corredor la Unidad	Sí	No	No	No	Sí	No
Corredor Llanos de Santa Lucia	Sí	No	No	No	Sí	No
Parcelas el Cerro	Sí	No	Sí	No	No	No
Calle Acevedo	Sí	No	Sí	No	No	No
Calle Parruas	Sí	No	Sí	No	No	No
Calle Nacientes	Sí	No	Sí	No	No	No
Calle La Flor	Sí	Sí	Sí	No	No	No
Arrabara	Sí	No	Sí	No	No	No
Parcelas la Flor	Sí	No	Sí	No	No	No
Calle Piedra Azul	Sí	No	Sí	No	No	No
Calle Pitalillo	Sí	No	Sí	No	No	No
Calle del Valle	Sí	Sí	Sí	No	No	No
Calle Urasca Viejo	Sí	Sí	Sí	No	No	No
Calle Mero	Sí	No	Sí	No	No	No
Calle Guatusito	Sí	No	Sí	No	No	No
Calle el Bochinche	Sí	No	Sí	No	No	No
Calle Boza	Sí	No	Sí	No	No	No
Calle Volio	Sí	No	Sí	No	No	No
Calle Altos de Araya	Sí	Sí	Sí	No	No	No
Calle Guabata	Sí	Sí	Sí	No	No	No
Calle Juco	Sí	Sí	Sí	No	No	No
Calle Las Mesitas	Sí	No	Sí	No	No	No

Calle el Calvario - Picacho	Sí	Sí	Sí	No	No	No
Calle Vieja Birrisito	Sí	Sí	Sí	No	No	No
Calle Naranja	Sí	Sí	Sí	No	No	No
Calle el Switch	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No
Corredor Barrio San Antonio	Sí	No	Sí	No	No	No

Al totalizar los datos del cuadro 7 se determino que un 100 % de los caminos escogidos poseen sus linderos bien definidos. Esto tiene una explicación bien simple: La escogencia de la lista preliminar de caminos se hizo tomando en cuenta los caminos más importantes o más usados, es decir, el comercio, agricultura y habitación son actividades fuertes en ellos.

Dado este desarrollo la tierra colindante con el camino aumenta su valor, por lo tanto cada franja de tierra es importante y tiende a ser invadida.

Las invasiones son en algunos casos graduales. Por ejemplo, en la Calle del Valle se da un efecto de corrimiento paulatino de los linderos. Se usan cercas vivas tipo enredadera y arbusto, estos tienden a expandirse robándole centímetros al derecho de vía, los trabajos de limpieza de cuneta natural con moto niveladora respeta ese nuevo lindero y la invasión es consumada.

Un detalle de estos solo puede ser detectado con un registro fiable de estacionado de derechos de vía, la reparación debe emprenderse enérgicamente desde el municipio.

Las invasiones se presentan en un 34 % de la muestra. Esto implica una gran cantidad de metros cuadrados que hay que recuperar.

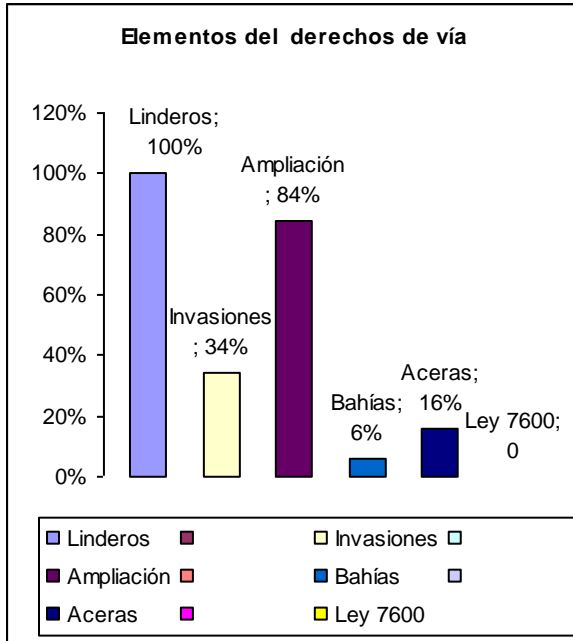


Figura 4. Tabulación de los datos del cuadro 7

Con un agresivo plan de recuperación de derechos de vías y expropiación se podrá ampliar la red. Esta tiene una potencialidad del 84 %. Esta posibilidad de ampliación es del tipo que puede ser llevada a cabo con la maquinaria municipal a un bajo costo, sin tener que hacer grandes taludes o rellenos extensos o expropiaciones de propiedades urbanísticas muy valiosas.

Con esta ampliación se puede revertir el dato de la Figura 2 donde se indica que el 69% de las vías son de un solo carril.

Son frecuentes para el conductor las situaciones que obligan dar vuelta en U en un camino angosto , a detenerse o a lo mejor a sufrir un desperfecto mecánico en su auto para solucionar este tipo de problemas se propone el concepto de bahía , asunto importante en el tema de seguridad de camino vecinal .

Existe un 6 % de caminos que cuentan con bahías, esto implica un mantenimiento extra pues si se dejan perder pueden caer en desuso y rápidamente pueden ser invadidas.

Muchos de los caminos vecinales levantados tienen cúmulos de población en sus orillas. Un problema importante es la cantidad de viviendas ubicadas a pocos metros de las vías dejando casi nula la posibilidad de ampliación de la vía y mucho menos la construcción de aceras.

La construcción de aceras es importante para la seguridad del conductor y el peatón. En los caminos vecinales, especialmente en el distrito de Santiago y la zona de Ujarrás, se ha dado un desarrollo importante de las exportaciones del Chayote, los vecinos deben compartir las vías con vehículos pesados de varios ejes.

Y como la ley 7600 exige se debe saber si los caminos cumplen con sus disposiciones. Como es de esperarse no solo en Paraíso sino en todo el país la respuesta es negativa.

Inventario específico

Valor estratégico

El concepto de valor estratégico puede ser considerado por algunas personas como un valor subjetivo o susceptible a los intereses de los diferentes individuos. El urbanista, el agricultor y el empresario turístico tienen ideas muy diferentes acerca de este tema.

Las cualidades estratégicas tienen dos connotaciones: una inmediata y una futura. En la inmediata tenemos lugares con un desarrollo industrial o agrícola importante, sitios donde se encuentran servicios esenciales para la mayoría de la población como mantos acuíferos o líneas de transmisión.

Existen lugares que en el futuro serán polos de desarrollo económico o fuente de servicios básicos para la población. Esta perspectiva varía de la realidad de otros países donde la prioridad o el valor estratégico es la facilidad de movimiento de las fuerzas armadas para la defensa nacional o la conquista de otras sociedades.

Al respecto, en este estudio se consideró el valor estratégico como el valor de expansión futuro en los siguientes aspectos:

- Futura ruta nacional o alterna.
- Futuro desarrollo habitacional.
- Futuro aumento del TPD.
- Futuro desarrollo turístico.
- Futuro desarrollo agrícola exportador.

La nota o calificación de la ruta será de 1 a 5 dependiendo de la coincidencia de los anteriores aspectos.

Los valores pueden ser vistos en el Cuadro número 8.

CUADRO 8. VALOR ESTRATEGICO	
Nombre coloquial camino	Valor estratégico

Calle el Rincón	4
Corredor urbano norte	5
Calle el Caiz	2
Corredor Sur	4
Corredor Barrio los Solares	2
Corredor la Unidad	4
Corredor Llanos de Santa Lucia	4
Parcelas el Cerro	5
Calle Acevedo	3
Calle Parruas	3
Calle Nacientes	4
Calle La Flor	3
Arrabara	3
Parcelas la Flor	3
Calle Piedra Azul	4
Calle Pitalillo	3
Calle del Valle	3
Calle Urasca Viejo	3
Calle Mero	3
Calle Guatusito	2
Calle el Bochínche	3
Calle Boza	3
Calle Volio	2
Calle Altos de Araya	3
Calle Guabata	2
Calle Juco	1
Calle Las Mesitas	4
Calle el Calvario - Picacho	4
Calle Vieja Birrisito	2
Calle Naranja	2
Calle el Swich	4
Corredor Barrio San Antonio	4

Como se observa en este cuadro los valores más altos se dan en Corredor urbano Norte y Calle parcelas el Cerro con valores de 5. Es fácil

reconocer que el corredor urbano norte que atraviesa la ciudad de Este a Oeste es muy transitado y aún mantiene zonas aptas para el desarrollo urbanístico, además da acceso a más de 100 hectáreas de invernaderos de flores de exportación (empresa FlorExpo).

Parcelas de Cerro es una zona donde el proceso de colonización y parcelamiento está iniciando su desarrollo. Además posee fuentes de agua potable que actualmente están en uso. En las partes más bajas es una zona propicia para el desarrollo de urbanizaciones.

En cambio calle Juco es uno de los lugares con más baja calificación, pues se encuentra en una zona de deslizamiento y continuos lahares de la Quebrada Granados. Paulatinamente la zona está siendo abandonada por el alto riesgo de vivir en ella.

Velocidad real de operación

Los conceptos de diseño vial como distancia de visibilidad, velocidad de diseño y otros conceptos geométricos son de difícil aplicación o análisis en la red de caminos vecinales de Paraíso. Primeramente los conceptos de velocidad de diseño de peraltes no aplican cuando las velocidades de operación son bajas y los TPD pequeños o irrelevantes.

Muchos de los caminos vecinales de Paraíso se iniciaron como trillos para personas y bestias. Luego se ampliaron para carretas. Cuando se dio el crecimiento urbano la ruta quedó con las mismas irregularidades del terreno que tenía cuando era trillo o vereda. No se ampliaron los derechos de vía, los radios de giro y los pasos de agua son inexistentes y aún se conservan los originales. Luego se aplicó una capa de mezcla asfáltica sobre el terreno sin conformación.

Además, se inventariaron las velocidades reales de operación de estos caminos. Cabe señalar que existen algunas velocidades que parecen muy bajas, debido al estado deficiente de las carpetas de rodamiento.

En el cuadro número 9 se muestra las velocidades de operación recogidas en un recorrido en condiciones normales, buen clima y entre semana.

CUADRO 9. VELOCIDAD REAL DE OPERACION		
Nombre coloquial camino	Velocidad real de operación	Unidad
Calle el Rincón	50	Km/h
Corredor urbano norte	45	Km/h
Calle el Caiz	30	Km/h
Corredor Sur	40	Km/h
Corredor Barrio los Solares	45	Km/h
Corredor la Unidad	40	Km/h
Corredor Llanos de Santa Lucia	40	Km/h
Parcelas el Cerro	25	Km/h
Calle Acevedo	25	Km/h
Calle Parruas	35	Km/h
Calle Nacientes	40	Km/h
Calle La Flor	25	Km/h
Arrabara	30	Km/h
Parcelas la Flor	20	Km/h
Calle Piedra Azul	35	Km/h
Calle Pitalillo	25	Km/h
Calle del Valle	30	Km/h
Calle Urasca Viejo	35	Km/h
Calle Mero	20	Km/h
Calle Guatusito	30	Km/h
Calle el Bochínche	40	Km/h
Calle Boza	40	Km/h
Calle Volio	40	Km/h
Calle Altos de Araya	20	Km/h
Calle Guabata	25	Km/h
Calle Juco	25	Km/h
Calle Las Mesitas	20	Km/h
Calle el Calvario - Picacho	25	Km/h
Calle Vieja Birrisito	40	Km/h
Calle Naranja	20	Km/h

Calle el Swich	25	Km/h
Corredor Barrio San Antonio	45	Km/h
Promedio	32,1875	Km/h

Como se observa en la tabla anterior la velocidad promedio es de 32 Km /h. Como se mencionó con anterioridad las velocidades promedio fueron afectas por el estado de la vía, la cantidad de carriles y las pendientes extremas.

Estado de la superficie de ruedo

En el apartado anterior se mencionó la relación que existe entre velocidad y estado de la superficie de ruedo, según esto la mayoría de los conductores bajan la velocidad cuando existe un mal camino.

Asimismo, se tipificó el estado de la superficie de rodamiento usando los valores vigentes por el MOPT, el estado de la superficie de ruedo: Evalúa la condición de la superficie de ruedo que prevalece en al menos 80% de la calle o camino asignar un número entre 1 y 5, de acuerdo con los siguientes criterios:

5 = Superficie lisa, sin baches ni irregularidades notables.

4 = Superficie generalmente lisa, pero con unas pequeñas corrugaciones u otras irregularidades aisladas, o con baches pequeños superficiales, que no afectan la velocidad promedio de la circulación del tránsito.

3 = Superficie con frecuentes baches o irregularidades que hacen necesario que los chóferes reduzcan, de manera apreciable, la velocidad promedio de circulación en una buena parte del tramo, para viajar con seguridad y comodidad.

2 = Superficie muy irregular o con baches extensos y frecuentes (o material suelto, en caso de superficies no pavimentadas), hasta tal grado que la velocidad promedio de recorrido en la calle o camino es considerablemente menor que la que

permitirían desarrollar las demás características del camino.

1 = Superficie muy deteriorada o irregular (o material suelto), hasta tal grado, que en casi todo el tramo la velocidad promedio de circulación es mucho menor que la que permitirían desarrollar las demás características del camino.

CUADRO 10. ESTADO SUPERFICIE DE RUEDO

Nombre coloquial camino	Velocidad real de operación en Km/h	Estado sup ruedo
Calle el Rincón	50	4
Corredor urbano norte	45	3
Calle el Caiz	30	2
Corredor Sur	40	3
Corredor Barrio los Solares	45	3
Corredor la Unidad	40	4
Corredor Llanos de Santa Lucia	25	1
Parcelas el Cerro	25	2
Calle Acevedo	25	3
Calle Parruas	35	2
Calle Nacientes	40	3
Calle La Flor	25	1
Arrabara	30	3
Parcelas la Flor	20	1
Calle Piedra Azul	35	2
Calle Pitalillo	25	3
Calle del Valle	30	3
Calle Urasca Viejo	35	3
Calle Mero	20	2
Calle Guatusito	30	3
Calle el Bochinche	40	3
Calle Boza	40	2
Calle Volio	40	3
Calle Altos de Araya	20	2

Calle Guabata	25	2
Calle Juco	25	1
Calle Las Mesitas	20	2
Calle el Calvario – Picacho	25	3
Calle Vieja Birrisito	40	3
Calle Naranja	20	2
Calle el Swich	25	2
Corredor Barrio San Antonio	45	3

En el Cuadro 10 se muestra la relación entre velocidad real de operación y el estado de la superficie de ruedo.

Tabulando los datos del cuadro 10 se muestra que la mayoría de los caminos (42 %) están en un tipo 3 con baches. Además, no existen caminos en perfecto estado y un solo 17 % en tipo 4 con pequeñas corrugaciones.

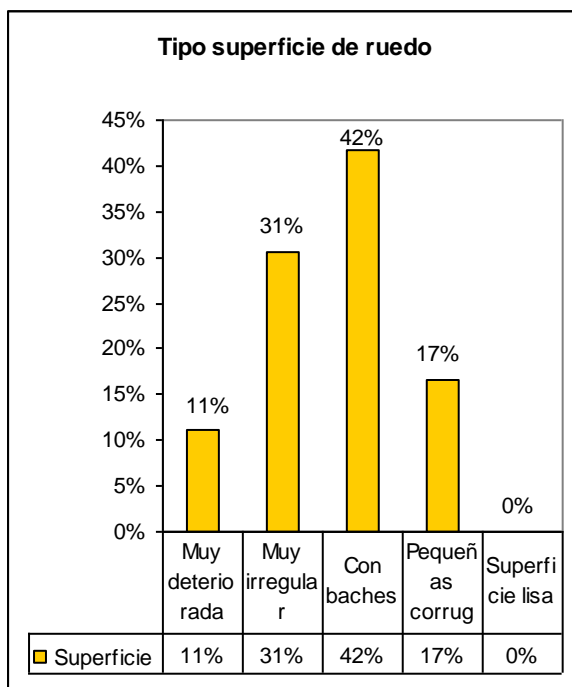


Figura 5. Estado de la superficie de ruedo.

El 83 % del porcentaje restante es una vergüenza para el gobierno local y una fuente de pérdidas económicas para los productores y los

propietarios de vehículos y una fuente de ganancias para los talleres mecánicos.

Reparar o rehabilitar y modernizar estas vías requerirá miles de millones de colones y varios años de arduo trabajo.

Estado de la superficie de drenaje

En general el estado de los drenajes es uno de los principales problemas de las vías vecinales en la actualidad. En la academia se enseña que el agua es el principal enemigo, por lo tanto, se debe poner en la lista de prioridades a la hora del mantenimiento la reconstrucción del sistema de drenajes.

Estado del sistema de drenaje: se evalúa el funcionamiento del sistema de drenaje que prevalece en al menos 80% de la calle o camino y asigna un número entre 1 y 5 de acuerdo con los siguientes criterios:

5 = Todas las alcantarillas y cunetas están bastante limpias y funcionan debidamente y aparentemente son adecuadas en cuanto al tamaño, longitud y ubicación.

4 = La mayoría de las alcantarillas y cunetas aparentemente funcionan bien, pero existen indicaciones en algunos sitios de que el agua se estanca a la entrada de la alcantarilla o permanece en las cunetas longitudinales, a nivel de la estructura del pavimento, por algún tiempo durante los periodos de lluvia.

3 = La existencia de erosión, socavación aparente o indicaciones de estancamiento frecuente de agua al nivel de la estructura de pavimento, indica que la capacidad hidráulica de las alcantarillas no es suficiente.

2 = Una evaluación visual indica que la mayoría de las alcantarillas y cunetas son inadecuadas. Existen vados en varios sitios en lugar de estructuras de drenaje. Hay estancamiento de agua a nivel de la estructura del pavimento, sobre una buena parte del tramo y durante periodos largos, con desbordamientos ocasionales sobre la calzada.

1 = El agua escurre por la calzada durante períodos de lluvia sobre una buena parte de la calle o camino y no existen cunetas longitudinales definidas. Las estructuras de drenaje no existen, o son completamente inadecuadas.

En los caminos vecinales se tiene el problema de los afluentes de las viviendas o descargas de aguas negras y servidas, lo cual mantiene las alcantarillas y cunetas con líquidos y materia orgánica.

La materia orgánica en descomposición socava los fondos de las alcantarillas de todo tipo, penetrándolas y llevando las áreas contaminadas a la base del camino y, por lo tanto, provoca una falla en la capacidad de soporte de la vía. Políticamente no se le da la importancia a las bases y su relación con el drenaje pues es una obra subterránea.

La tabla de valores es la siguiente:

CUADRO 11. CONDICIONES DEL DRENAJE		
Nombre coloquial camino	Estado sup ruedo	Estado estructura de drenaje
Calle el Rincón	4	3
Corredor urbano norte	3	3
Calle el Caiz	2	2
Corredor Sur	3	3
Corredor Barrio los Solares	3	3
Corredor la Unidad	4	3
Corredor Llanos de Santa Lucia	1	2
Parcelas el Cerro	2	2
Calle Acevedo	3	2
Calle Parruas	2	2
Calle Nacientes	3	2
Calle La Flor	1	1
Arrabara	3	2
Parcelas la Flor	1	2
Calle Piedra Azul	2	1
Calle Pitalillo	3	2

Calle del Valle	3	3
Calle Urasca Viejo	3	2
Calle Mero	2	2
Calle Guatusito	3	2
Calle el Bochinche	3	3
Calle Boza	2	3
Calle Volio	3	2
Calle Altos de Araya	2	2
Calle Guabata	2	2
Calle Juco	1	2
Calle Las Mesitas	2	2
Calle el Calvario - Picacho	3	2
Calle Vieja Birrisito	3	2
Calle Naranja	2	2
Calle el Swich	2	2
Corredor Barrio San Antonio	3	3

Tabulando los datos y para una buena visualización se confeccionó el siguiente gráfico:

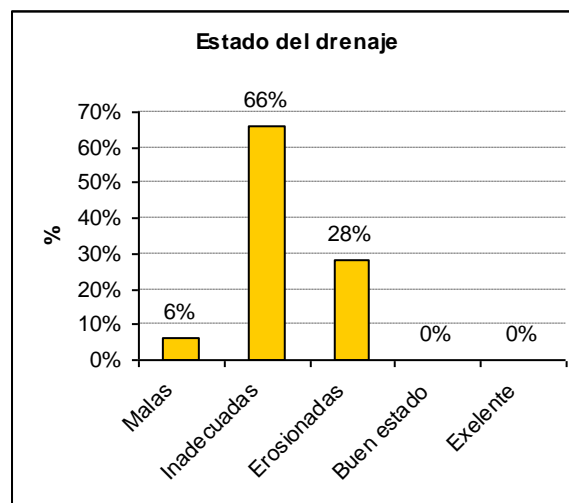


Figura 6. Estado de la estructura del drenaje.

La mayoría de las alcantarillas son inadecuadas o erosionadas y no se encuentran muy buenas o en estado excelente, es un problema muy grave y

determina la calidad de las estructuras de pavimento.

En el cuadro 10 el lector puede comparar el comportamiento entre el estado de la superficie de ruedo y el estado de las alcantarillas, y encontrará relaciones directas y obvias.

Inventario socioeconómico

Este inventario se realiza principalmente en el campo y constituye una manera de determinar las condiciones socioeconómicas de los caminos seleccionados para luego y priorizar su mantenimiento o reconstrucción.

El procedimiento para calcularlo se basó en el PROYECTO REGLAMENTO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA REALIZAR EL INVENTARIO Y EVALUACIÓN DE LA RED VIAL CANTONAL del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Dirección de Planificación Sectorial Proyecto MOPT/GTZ.

Los datos obtenidos fueron de gran utilidad para priorizar y determinar la categoría respectiva a la vía y para formar un criterio o valor para la asignación de recursos por parte del gobierno central a las municipalidades, según el Reglamento sobre manejo, normalización y responsabilidades para la inversión pública en la red vial cantonal.

Índice de Viabilidad Técnico-Social (IVT-S).

Este índice es para determinar la importancia relativa de una calle o camino dentro de un cantón, distrito o región, de condiciones similares. La cuantificación de cada uno de los criterios ahí considerados permite la obtención de un índice relativo entre 0 y 100, que indica el grado de importancia de la vía. Entre mayor sea el índice, mayor importancia revestirá el camino o calle en estudio.

Formulario y cálculo del IVTS.

El cálculo del IVTS se basa en seis componentes principales que son:

- Infraestructura local.
- Cantidad de viviendas por kilómetro.

- Proyectos de desarrollo nacional.
- Proyectos de desarrollo social.
- Criterios económicos.
- Accesibilidad, grado de desarrollo actual del camino y fuentes de material.

Estos parámetros están orientados fundamentalmente a la evaluación de los caminos de la Red Vial Cantonal, aunque con algunas adaptaciones también puede aplicarse a la evaluación socioeconómica de calles urbanas. Como caso especial se aplicaron a las travesías urbanas pues su modelación en este proyecto las trató como un camino vecinal.

Identificación del camino. Se anota el código del camino, su origen y finalización, así como el nombre coloquial por el que se le conoce.

Ubicación del camino. Se anota el distrito, y el Índice de Desarrollo Social, correspondiente al distrito, en concordancia con las bases de datos del Ministerio de Planificación. Para el caso de Paraíso, Cartago y sus distritos el IDS es de 62.

Información complementaria del camino. En este caso se determina la existencia de 6 elementos relevantes para la gestión de mantenimiento de la vía:

- Si no existen cuestionamientos respecto del carácter público de la vía
- Si el camino clasifica como vecinal o camino clasificado de la Red Vial Cantonal.
- El Índice de Desarrollo Social del Cantón.
- Si en el gobierno municipal está en funcionamiento una Unidad Técnica de Vialidad.
- Si existe una organización comunal que vele por el buen estado del camino, sea esta un comité o asociación de desarrollo.
- Si el camino es considerado importante para la municipalidad y la organización comunal.
- Si existe equidad de género en la organización.

Infraestructura local. Se trata de anotar la cantidad y el tipo de cada una de las obras de infraestructura local y servicios existentes a lo

largo del camino, o a las que el camino brinda acceso.

Escuela: Se anota el número de aulas de las escuelas.

Puesto de salud: Se anota el número de puestos de salud.

Se anota si el camino es utilizado para el servicio de transporte público, sea este general, o al menos de estudiantes.

Se anota si existe servicio de telefonía pública. En lo posible, el número de teléfonos públicos a disposición.

Se anota la cantidad de centros de acopio relevantes y en funcionamiento.

Las plantas procesadoras son importantes y deben anotarse en tipo y número.

Si existe un relleno sanitario o planta de procesamiento de desechos.

También las plantas de procesamiento de agua potable o de aguas negras, para las que el camino sea la vía de acceso.

Se abre también la posibilidad para habilitar otros servicios que se alojen a lo largo del camino como, por ejemplo, cableados de fibra óptica, líneas de alta tensión, entre otros.

Finalmente, se deben contar las obras de infraestructura local o servicios que existen a lo largo del camino y se realiza la siguiente distribución de la ponderación del criterio:

Si son menos de 3, corresponderá en la calificación un tercio de la ponderación. Si son entre 4 y 7, corresponderá una calificación de dos tercios de la ponderación. Si son más que 8, corresponderá una calificación igual al total de la ponderación.

Cantidad de viviendas por kilómetro. En este caso se cuentan y se anotan las viviendas visibles a lo largo del camino, por unidad de kilómetro (cantidad de viviendas totales visibles entre la extensión de la vía) y se realiza la siguiente distribución de la ponderación del criterio: Entre 10 y 15, corresponderá en la calificación un tercio de la ponderación. Entre 15 y 25, corresponderá una calificación de dos tercios de la ponderación. Más de 25, corresponderá una calificación igual al total de la ponderación. Si la cantidad de viviendas es menor que 10 por Km, no se asignará puntaje en la ponderación correspondiente a este criterio

Proyectos de desarrollo nacional. Este criterio considera la existencia a lo largo del camino de

proyectos de interés nacional como proyectos hidroeléctricos, proyectos de desarrollo turístico reconocidos por el ICT, proyectos pro mejora de la seguridad nacional, proyectos productivos con apoyo del Gobierno de la República, proyectos de conservación del bosque o de producción forestal, entre otros. Se anota la cantidad de proyectos de interés nacional, a los que el camino brinda acceso y se realiza la siguiente distribución de la ponderación del criterio: si existe al menos uno, corresponderá en la calificación un tercio de la ponderación. Si existen al menos dos, corresponderá una calificación de dos tercios de la ponderación. Si son más que 2, corresponderá una calificación igual al total de la ponderación.

Proyectos de desarrollo social. Este criterio se refiere a la existencia de proyectos de interés social entre los que destacan: asentamientos campesinos reconocidos por el IDA, reservas indígenas, proyectos de desarrollo habitacional para familias de bajos ingresos reconocidos por el MIVAH, proyectos de atención para grupos inmigrantes o refugiados, entre otros. Se anota la cantidad de proyectos de desarrollo social a los que el camino brinda acceso y se realiza la siguiente distribución de la ponderación del criterio: si existe al menos uno, corresponderá en la calificación un tercio de la ponderación. Si existen al menos dos, corresponderá una calificación de dos tercios de la ponderación. Si son más que 2, corresponderá una calificación igual al total de la ponderación.

Criterios económicos. Este criterio busca describir el uso real o potencial del camino, mediante la consideración del Tránsito Promedio Diario (TPD) y la producción visible o por consulta en las zonas aledañas al camino.

Tránsito promedio diario. En este caso se procede a realizar el conteo del tránsito, a modo del Reglamento y se realiza la distribución de la ponderación del criterio del modo siguiente: entre 30 y 50 vehículos diarios, corresponderá en la calificación un tercio de la ponderación. Entre 50 y 100 vehículos diarios, corresponderá una calificación de dos tercios de la ponderación. Más de 100 vehículos diarios, corresponderá una calificación igual al total de la ponderación. Si el TPD es menor que 30 vehículos diarios, no se

asignará ningún puntaje en la ponderación correspondiente a este criterio.

Producción. Diversos estudios y metodologías de análisis han puesto de manifiesto la dificultad de manejar cifras locales de producción. Por esta razón, se sugiere la observación o cuantificación local de la producción existente, para calificarla luego en baja, media o alta. La producción baja corresponderá a las zonas donde esporádicamente, a lo largo del camino son visibles plantaciones, cabezas de ganado u otras formas de producción. La producción media implica que del total de terreno observado a lo largo del camino, al menos el 50% presenta alguna producción relevante. Así, producción alta es aquella en la que evidentemente los terrenos son aprovechados en su mayoría para alguna forma de producción agropecuaria, o de otra índole. La distribución de la ponderación del criterio se realiza del modo siguiente: producción baja, corresponde una calificación de un tercio de la ponderación, producción media, corresponde una calificación de dos tercios de la ponderación y producción alta, corresponde una calificación igual al total de la ponderación.

Accesibilidad, grado de desarrollo del camino y fuentes de material. En este caso se trata de otorgar alguna prioridad al camino, según sea el grado de aceptación y facilidad que presente el camino para su desarrollo posterior. Por esta razón se considera:

Si el camino completa una red de caminos en una zona o región y si constituye en un componente importante para la accesibilidad y la comunicación de los habitantes.

Si el camino posee un sistema de drenaje estructurado, al menos al nivel de los elementos de drenaje principales (puentes y alcantarillas en pasos de agua permanentes) que se encuentre en bueno o regular estado de funcionamiento.

Si el camino posee una geometría adecuada, esto es, si no existen pendientes longitudinales excesivas o si el radio de giro en las curvas es aceptable, para las condiciones de la zona y el volumen de tránsito que circula por la vía.

Si la superficie de ruedo de la vía posee espesores de la capa de rodamiento de al menos 15 cm., y si esta es mantenida, a lo largo del año en regular o buen estado.

De igual manera considera si existen, a distancias no mayores de 15 Km., fuentes de

materiales de calidad, con accesos adecuados, que puedan ser utilizados para rehabilitar el camino.

Realizado este análisis se procede a contar la cantidad de características descritas y se realiza la siguiente distribución de la ponderación del criterio: Si el camino posee entre una y dos de las características, corresponderá en la calificación un tercio de la ponderación. Si el camino posee al menos tres de las características, corresponderá en la calificación dos tercios de la ponderación. Si el camino posee cuatro o más de las características, corresponderá en la calificación el total de la ponderación. Finalmente se procede a calcular el IVTS mediante la sumatoria de las calificaciones individuales de los criterios descritos. El resultado final deberá ser un número, cuya validez se establezca en forma relativa, en comparación con los índices del resto de los caminos vecinales del cantón o distrito.

La boleta base para la introducción de datos de campo se presenta a continuación, la forma de levantamiento de datos informáticos se presentara en una capítulo exclusivo.

Como se verá más adelante algunos datos se eliminan por estar levantados previamente o se modifican para facilitar la introducción de datos a un computador.

REGIÓN MOPT <input type="checkbox"/>	CAMINO <input type="text"/>	DE: _____ A: _____	Formulario F-1						
NOMBRE DE LA CALLE O CAMINO: _____									
FORMULARIO DE EVALUACIÓN TÉCNICO-SOCIAL PARA SELECCIÓN DE CAMINOS DE LA RED VIAL CANTONAL INDICE DE VIABILIDAD TÉCNICO-SOCIAL									
Provincia: <input type="text"/> Cantón: <input type="text"/>	Distrito: <input type="text"/>	IDS: <input type="text"/>							
Información complementaria:									
Camino es incuestionablemente público: <input type="checkbox"/>		Funciona en la Municipalidad una Unidad Técnica de Viabilidad: <input type="checkbox"/>							
Camino clasifica como vecinal (RYC): <input type="checkbox"/>		Existe comité de caminos con equidad de género: <input type="checkbox"/>							
Índice Desarrollo Social del Cantón: <input type="text"/>		Camino es prioritario para la comunidad y la municipalidad: <input type="checkbox"/>							
CRITERIOS	Ponderación	0,3	0,7	1,0	Calificación				
Criterio Social	1. Infraestructura local				20%	< 3	4 a 7	> 8	<input type="text"/>
	1.1 Escuela, cantidad aulas								
	1.2 Puesto de salud								
	1.3 Transporte Público								
	1.4 Electricidad								
	1.5 Telefonía pública								
	1.6 Centros acopio								
	1.7 Plantas procesadoras								
	1.8 Relleno sanitario								
	1.9 Plantas de tratamiento aguas								
	1.10 Otro:								
	2. Cantidad viviendas por km				20%	10-15	15-25	> 25	<input type="text"/>
	3. Proyectos Desarrollo Nacional				10%	1	2	> 2	<input type="text"/>
	- Proyectos Hidroeléctricos								
	- Proyectos Turísticos								
	- Proyectos Seguridad Nacional								
	- Proyectos Productivos								
	- Proy. Conservación Forestal								
	4. Proy. De Desarrollo social				10%	1	2	> 2	<input type="text"/>
	Asentamientos Campesinos								
	Reservas Indígenas								
	Proy. Desarrollo Habitac. p. familias de bajos ingresos								
	Grupos inmigrantes								
Criterios Económicos	5. Criterios Económicos								
	- Tránsito Promedio Diario				10%	30-50	50-100	100 o más	<input type="text"/>
	- Produc. visible o por consulta				10%	Baja	Media	Alta	<input type="text"/>
Criterios Técnicos	6. Accesibilidad, grado de desarrollo del camino y fuentes de material.				20%	1 a 2	3	4 a 5	<input type="text"/>
	Conectividad (concepto de red)								
	Sistema de Drenaje (Reg a bueno)								
	Geometría adecuada (curvas pend.)								
	Superficie de Ruedo (Reg a buena)								
	Fuentes de material disponibles, con distancia de acameo menor que 15 km, material de buena calidad y vías de acceso.								
INDICE DE VIABILIDAD TÉCNICO-SOCIAL =									<input type="text"/>
¿EXISTEN CRITERIOS DE PESO PARA NO SELECCIONAR ESTE CAMINO?									<input type="text"/>
Firma: _____								Fecha: _____	

Figura 7. Boleta usada por el MOPT y Unidades Técnicas para calcular el IVT-S

Los datos levantados del anterior formulario se presentan en la modalidad de columnas o campos:

CUADRO. 12 DATOS SOCIOECONOMICOS PARTE 1							
Nombre coloquial camino	IVT-S	IDS	Cantidad de aulas	Centros de salud	Transporte público	Electricidad	Telefonía pública
Calle el Rincón	56	62	0	0	0	1	3
Corredor urbano norte	70	62	0	1	1	1	20
Calle el Caiz	65	62	20	1	1	1	5
Corredor Sur	75	62	50	0	1	1	1
Corredor Barrio los Solares	70	62	30	0	1	1	1
Corredor la Unidad	64	62	0	0	0	1	1
Corredor Llanos de Santa Lucia	58	62	1	1	1	1	1
Parcelas el Cerro	34	62	0	0	0	1	1
Calle Acevedo	41	62	0	0	0	1	1
Calle Parruas	29	62	0	0	0	1	1
Calle Nacientes	68	62	0	0	1	1	1
Calle La Flor	74	62	0	0	1	1	1
Arrabará	39	62	0	0	0	1	1
Parcelas la Flor	50	62	15	1	1	1	1
Calle Piedra Azul	57	62	10	1	1	1	1
Calle Pitalillo	38	62	0	0	0	1	0
Calle del Valle	59	62	12	1	0	1	1
Calle Urasca Viejo	47	62	0	0	0	1	1
Calle Mero	42	62	0	0	0	1	1
Calle Guatusito	43	62	10	1	0	1	1
Calle el Bochinche	64	62	15	0	1	1	1
Calle Boza	67	62	30	1	1	1	1
Calle Volio	29	62	0	0	0	1	1
Calle Altos de Araya	26	62	5	0	0	1	1
Calle Guabata	18	62	0	0	0		1
Calle Juco	59	62	10	0	0	1	1
Calle Las Mesitas	37	62	0	0	0	1	0
Calle el Calvario - Picacho	44	62	0	0	0	1	0
Calle Vieja Birrisito	59	62	0	1	0	1	1
Calle Naranjo	28	62	0	0	0	1	0
Calle el Swich	33	62	0	0	0	1	0
Corredor Barrio San Antonio	74	62	40	1	1	1	1

CUADRO. 13 DATOS SOCIO-ECONOMICOS PARTE 2

Nombre coloquial camino	Centros de acopio	Plantas procesadoras	Rellenos sanitarios	Tratamientos de aguas	Cant Viv /km	Proy. hidroeléctricos	Proy. turísticos
Calle el Rincón	0	0	0	0	12	0	1
Corredor urbano norte	0	2	0	0	250	0	0
Calle el Caiz	0	0	0	0	30	0	0
Corredor Sur	0	0	0	0	250	0	0
Corredor Barrio los Solares	0	0	0	0	230	0	0
Corredor la Unidad	0	0	0	0	250	0	0
Corredor Llanos de Santa Lucia	0	0	0	0	300	0	0
Parcelas el Cerro	0	0	0	0	5	0	0
Calle Acevedo	0	0	0	0	5	0	0
Calle Parruas	0	0	0	0	5	0	0
Calle Nacientes	1	0	0	0	30	0	0
Calle La Flor	0	0	0	0	30	0	0
Arrabara	0	0	0	0	10	0	0
Parcelas la Flor	1	1	0	0	20	0	0
Calle Piedra Azul	1	0	0	0	25	0	0
Calle Pitalillo	0	0	0	0	5	0	0
Calle del Valle	1	1	0	0	10	0	0
Calle Urasca Viejo	0	0	0	0	20	0	1
Calle Mero	0	0	0	0	5	0	0
Calle Guatusito	0	0	0	0	20	0	0
Calle el Bochinche	0	0	0	0	35	0	0
Calle Boza	0	0	0	0	100	0	0
Calle Volio	0	0	0	0	15	0	0
Calle Altos de Araya	0	0	0	0	15	0	0
Calle Guabata	1	0	0	0	15	0	0
Calle Juco	0	0	0	0	50	0	0
Calle Las Mesitas	0	0	0	0	3	1	0
Calle el Calvario - Picacho	0	0	0	0	5	0	0
Calle Vieja Birrisito	0	0	0	0	30	0	0
Calle Naranja	0	0	0	0	10	0	0
Calle el Swich	0	1	0	0	1	0	0
Corredor Barrio San Antonio	0	0	0	0	150	0	0

CUADRO. 14 DATOS SOCIO- ECONOMICOS PARTE 3

Nombre coloquial camino	Seguridad Nacional	Productivos	Conservación forestal	Asentamientos campesinos	Reservas indígenas	Desarrollo habitacional	Grupos inmigrantes	TPD
Calle el Rincón	0	0	0	0	0	0	1	60
Corredor urbano norte	0	0	0	0	0	1	0	100
Calle el Caiz	0	0	0	0	0	2	2	20
Corredor Sur	0	0	0	0	0	3	0	150
Corredor Barrio los Solares	0	0	0	0	0	0	0	103
Corredor la Unidad	0	0	0	0	0	0	0	300
Corredor Llanos de Santa Lucia	0	0	0	0	0	3	1	150
Parcelas el Cerro	0	1	0	1	0	0	0	30
Calle Acevedo	0	0	0	1	0	0	0	15
Calle Parrúas	0	1	0	1	0	0	0	12
Calle Nacientes	0	1	0	1	0	0	1	50
Calle La Flor	0	1	0	1	0	0	1	30
Arrabara	0	1	0	1	0	0	1	20
Parcelas la Flor	0	0	0	1	0	0	1	15
Calle Piedra Azul	0	0	0	1	0	0	1	30
Calle Pitalillo	0	0	0	1	0	0	1	20
Calle del Valle	0	0	0	0	0	0	1	40
Calle Urasca Viejo	0	0	0	0	0	0	1	27
Calle Mero	0	1	0	1	0	1	1	15
Calle Guatusito	0	0	0	0	0	0	0	19
Calle el Bochinche	0	0	0	0	0	0	0	40
Calle Boza	0	0	0	0	0	0	0	100
Calle Volio	0	0	0	0	0	0	0	20
Calle Altos de Araya	0	0	0	0	0	0	0	10
Calle Guabata	0	0	0	0	0	0	0	20
Calle Juco	0	0	0	0	0	1	0	24
Calle Las Mesitas	0	0	0	1	0	0	0	15
Calle el Calvario - Picacho	0	0	0	0	0	0	0	17
Calle Vieja Birrisito	0	0	0	0	0	0	0	21

Calle Naranjo	0	0	0	0	0	0	1	10
Calle el Swich	0	0	0	0	0	0	0	25
Corredor Barrio San Antonio	0	0	0	0	0	1	1	100

CUADRO. 15 DATOS SOCIECONOMICOS PARTE 4						
Nombre coloquial camino	Producción visible	Concepto de red	Drenaje	Geometría adecuada	Superficie rueda	Tajos - 15 km
Calle el Rincón	1	3	1	1	1	1
Corredor urbano norte	0	1	1	1	1	1
Calle el Caiz	0	1	1	1	1	1
Corredor Sur	0	1	1	1	1	1
Corredor Barrio los Solares	0	1	1	1	1	1
Corredor la Unidad	0	1	1	1	1	1
Corredor Llanos de Santa Lucia	0	1	1	1	1	1
Parcelas el Cerro	1	1	1	1	1	1
Calle Acevedo	1	1	1	1	1	1
Calle Parrúas	1	1	1	0	1	0
Calle Nacientes	1	1	1	1	0	0
Calle La Flor	1	1	1	1	1	1
Arrabara	1	1	1	0	0	0
Parcelas la Flor	1	1	0	0	0	0
Calle Piedra Azul	1	1	0	0	0	0
Calle Pitalillo	1	1	1	0	1	0
Calle del Valle	1	1	1	1	1	0
Calle Urasca Viejo	0	0	1	1	0	0
Calle Mero	1	1	0	1	1	1
Calle Guatusito	1	1	0	0	1	0
Calle el Bochinche	1	0	1	1	1	0
Calle Boza	0	1	1	1	1	0
Calle Volio	1	0	1	1	1	0
Calle Altos de Araya	0	0	0	0	0	1
Calle Guabata	0	0	0	0	0	1
Calle Juco	1	0	0	0	0	1
Calle Las Mesitas	1	1	1	0	1	0
Calle el Calvario - Picacho	0	1	1	0	1	1

Calle Vieja Birrisito	1	1	1	0	1	1
Calle Naranjo	1	1	0	0	0	0
Calle el Swich	1	1	0	1	1	0
Corredor Barrio San Antonio	0	1	1	1	1	1

Las columnas anteriores indican los datos recolectados para calcular el Índice Técnico Social. Como la naturaleza de este proyecto es la ingeniería en construcción y el manejo de los caminos vecinales el índice de viabilidad técnico social se usará solo como un índice, los análisis sociales quedarán para los sociólogos, por el momento solo se necesita tener un parámetro para la priorización del mantenimiento.

Después de analizar los datos y tabularlos según el reglamento vigente por el MOPT se obtienen los IVT-S. Estos se presentan a continuación.

Calle el Bochinche	64
Calle Boza	67
Calle Volio	29
Calle Altos de Araya	26
Calle Guabata	18
Calle Juco	59
Calle Las Mesitas	37
Calle el Calvario - Picacho	44
Calle Vieja Birrisito	59
Calle Naranjo	28
Calle el Swich	33
Corredor Barrio San Antonio	74

CUADRO. 16 IVT-S	
Nombre coloquial camino	IVT-S %
Calle el Rincón	56
Corredor urbano Norte	70
Calle el Caiz	65
Corredor Sur	75
Corredor Barrio los Solares	70
Corredor la Unidad	64
Corredor Llanos de Santa Lucia	58
Parcelas el Cerro	34
Calle Acevedo	41
Calle Parrúas	29
Calle Nacientes	68
Calle La Flor	74
Arrabara	39
Parcelas la Flor	50
Calle Piedra Azul	57
Calle Pitalillo	38
Calle del Valle	59
Calle Urasca Viejo	47
Calle Mero	42
Calle Guatusito	43

Ordenando de mayor a menor se tiene:

CUADRO. 17 IVT-S ORDENADO	
Nombre coloquial camino	IVT-S %
Corredor Sur	75
Calle La Flor	74
Corredor Barrio San Antonio	74
Corredor Urbano Norte	70
Corredor Barrio los Solares	70
Calle Nacientes	68
Calle Boza	67
Calle el Caiz	65
Corredor la Unidad	64
Calle el Bochinche	64
Calle del Valle	59
Calle Vieja Birrisito	59
Calle Juco	59
Corredor Llanos de Santa Lucia	58
Calle Piedra Azul	57
Calle el Rincón	56
Parcelas la Flor	50
Calle Urasca Viejo	47

Calle el Calvario - Picacho	44
Calle Guatusito	43
Calle Mero	42
Calle Acevedo	41
Arrabara	39
Calle Pitalillo	38
Calle Las Mesitas	37
Parcelas el Cerro	34
Calle el Swich	33
Calle Volio	29
Calle Parrúas	29
Calle Naranja	28
Calle Altos de Araya	26
Calle Guabata	18

Como se aprecia en el cuadro anterior los corredores urbanos, y las calles de pueblo a pueblo como la calle La flor son las que presentan un mayor IVT-S. Esto puede obedecer a dos razones:

Los corredores urbanos están más equipados en infraestructura social, es decir, tienen telefonía pública, una cantidad alta de viviendas, todos los servicios municipales por lo tanto las calificaciones son afectadas obteniéndose un puntaje mayor.

Las calles, pueblo a pueblo, también poseen otros valores socioeconómicos que hacen levantar las calificaciones, un punto importante es la inexistencia de cuadrantes en los pueblos de la Flor y el Yas por lo que las viviendas se alinean a la vera del camino.

Este tipo de calificación castiga a los caminos con menos desarrollo pero con áreas de influencia muy extensas. También a las zonas relativamente importantes pero con carpetas de rodamiento y drenajes muy deteriorados que requieren una intervención inmediata.

Un sistema de priorización basado únicamente en el IVT-S no es totalmente confiable por lo que se debe tomar en cuenta los demás valores anteriormente levantados.

Más adelante se encuentra un análisis al respecto más detallado.

Priorización del mantenimiento de los caminos estudiados

En los capítulos anteriores se brinda una gran cantidad de información relacionada con las condiciones de las vías cantonales de Paraíso, Cartago.

Esto con la finalidad de presentar información actualizada de las condiciones para la toma responsable de las decisiones.

Uno de los criterios aplicados para determinar la priorización de la inversión es el ITV-S, pero este puede ser influenciado por sectores ampliamente poblados, como las travesías urbanas. Por eso se propone un método para priorizar la inversión usando varios criterios y dando una ponderación determinada para obtener un resultado más preciso.

Los criterios por evaluar son los siguientes:

- IVT-S Índice de Viabilidad Técnico Social.
- Longitud Total.
- Estado superficie de ruedo.
- Estado de los drenajes.
- Área de influencia.

La calificación máxima asignada será de 100 % y la menor de 0 %.

El valor con más peso es el ITV-S. A este se le asignó un peso del 60 % de la calificación total. Los demás criterios contaron con una ponderación del 10 % cada uno. Las ponderaciones fueron otorgadas para el primer plan de mantenimiento a los 10 primeros caminos

con las calificaciones más altas, para el segundo plan los 10 siguientes y el tercer plan los 12 restantes.

Con este sistema de ponderación se pretende obtener una muestra más representativa de los caminos más necesitados.

CUADRO 18. % ASIGNADOS					
Área de influencia Km2	Nombre coloquial del camino	% ASIG	Estado sup ruedo	Nombre coloquial camino	% ASIG
3,95	Parcelas el Cerro	100%	1	Calle La Flor	100%
3,84	Calle Guabata	97%	1	Calle Juco	97%
2,93	Calle Altos de Araya	94%	1	Corredor Llanos de Santa Lucia	94%
2,4	Calle el Caiz	91%	1	Parcelas la Flor	91%
2,34	Calle Las Mesitas	88%	2	Calle Boza	88%
2,28	Calle el Bochínche	84%	2	Calle el Caiz	84%
2,22	Parcelas la Flor	81%	2	Calle Piedra Azul	81%
2,2	Calle Mero	78%	2	Calle Mero	78%
2,02	Calle Guatusito	75%	2	Calle Las Mesitas	75%
1,92	Calle Pitalillo	72%	2	Parcelas el Cerro	72%
1,8	Calle Acevedo	69%	2	Calle el Swich	69%
1,72	Calle Piedra Azul	66%	2	Calle Parrúas	66%
1,65	Calle Urasca Viejo	63%	2	Calle Naranjo	63%
1,54	Calle el Calvario - Picacho	59%	2	Calle Altos de Araya	59%
1,39	Corredor urbano norte	56%	2	Calle Guabata	56%
1,35	Calle Juco	53%	3	Corredor Sur	53%
1,2	Calle el Rincón	50%	3	Corredor Barrio San Antonio	50%
1,04	Calle Nacientes	47%	3	Corredor Barrio los Solares	47%
1,02	Calle Boza	44%	3	Corredor urbano Norte	44%
1,01	Calle Volio	41%	3	Calle Nacientes	41%
0,93	Calle Parrúas	38%	3	Calle el Bochínche	38%
0,8	Arrabara	34%	3	Calle del Valle	34%
0,8	Corredor la Unidad	31%	3	Calle Vieja Birrisito	31%
0,6	Corredor Llanos de Santa Lucía	28%	3	Calle Urasca Viejo	28%
0,58	Calle del Valle	25%	3	Calle el Calvario - Picacho	25%
0,5	Calle La Flor	22%	3	Calle Guatusito	22%
0,34	Calle Vieja Birrisito	19%	3	Calle Acevedo	19%
0,3	Corredor Sur	16%	3	Arrabara	16%
0,3	Corredor Barrio San Antonio	13%	3	Calle Pitalillo	13%
0,28	Calle Naranjo	9%	3	Calle Volio	9%
0,2	Corredor Barrio los Solares	6%	4	Corredor la Unidad	6%
0,15	Calle el Swich	3%	4	Calle el Rincón	3%

CUADRO 19. % ASIGNADOS (CONTINUACION)					
Estado estructura de drenaje	Nombre coloquial del camino		Longitud	Nombre coloquial del camino	
1	Calle La Flor	100%	5024	Parcelas el Cerro	100%
1	Calle Piedra Azul	97%	4000	Calle Guabata	97%
2	Calle Nacientes	94%	3944	Calle Acevedo	94%
2	Calle el Caiz	91%	3918	Calle el Calvario - Picacho	91%
2	Calle Vieja Birrisito	88%	3624	Calle Mero	88%
2	Calle Juco	84%	3342	Calle el Caiz	84%
2	Corredor Llanos de Santa Lucía	81%	3178	Calle Pitalillo	81%
2	Parcelas la Flor	78%	3170	Calle el Rincón	78%
2	Calle Urasca Viejo	75%	3156	Calle Nacientes	75%
2	Calle el Calvario - Picacho	72%	2651	Calle Las Mesitas	72%
2	Calle Guatusito	69%	2642	Calle Parrúas	69%
2	Calle Mero	66%	2630	Calle el Bochinche	66%
2	Calle Acevedo	63%	2530	Calle Vieja Birrisito	63%
2	Arrabara	59%	2326	Calle Volio	59%
2	Calle Pitalillo	56%	2314	Corredor urbano norte	56%
2	Calle Las Mesitas	53%	1996	Calle Guatusito	53%
2	Parcelas el Cerro	50%	1970	Parcelas la Flor	50%
2	Calle el Swich	47%	1942	Calle Piedra Azul	47%
2	Calle Volio	44%	1873	Calle Juco	44%
2	Calle Parrúas	41%	1820	Calle Altos de Araya	41%
2	Calle Naranja	38%	1795	Calle Urasca Viejo	38%
2	Calle Altos de Araya	34%	1706	Arrabara	34%
2	Calle Guabata	31%	1590	Calle Boza	31%
3	Corredor Sur	28%	1499	Calle del Valle	28%
3	Corredor Barrio San Antonio	25%	1492	Calle Naranja	25%
3	Corredor Barrio los Solares	22%	1398	Corredor Llanos de Santa Lucía	22%
3	Corredor urbano norte	19%	1205	Corredor Barrio San Antonio	19%
3	Calle Boza	16%	1170	Calle La Flor	16%
3	Calle el Bochinche	13%	823	Corredor Sur	13%
3	Corredor la Unidad	9%	674	Calle el Swich	9%

3	Calle del Valle	6%	667	Corredor Barrio los Solares	6%
3	Calle el Rincón	3%	547	Corredor la Unidad	3%

CUADRO 20. % ASIGNADOS (CONTINUACION)		
IVT-S	Nombre coloquial camino	
75	Corredor Sur	100%
74	Calle La Flor	97%
74	Corredor Barrio San Antonio	94%
70	Corredor urbano Norte	91%
70	Corredor Barrio los Solares	88%
68	Calle Nacientes	84%
67	Calle Boza	81%
65	Calle el Caiz	78%
64	Corredor la Unidad	75%
64	Calle el Bochínche	72%
59	Calle del Valle	69%
59	Calle Vieja Birrisito	66%
59	Calle Juco	63%
58	Corredor Llanos de Santa Lucia	59%
57	Calle Piedra Azul	56%
56	Calle el Rincón	53%
50	Parcelas la Flor	50%
47	Calle Urasca Viejo	47%
44	Calle el Calvario - Picacho	44%
43	Calle Guatusito	41%
42	Calle Mero	38%
41	Calle Acevedo	34%
39	Arrabara	31%
38	Calle Pitalillo	28%
37	Calle Las Mesitas	25%
34	Parcelas el Cerro	22%
33	Calle el Swich	19%
29	Calle Volio	16%
29	Calle Parrúas	13%
28	Calle Naranja	9%
26	Calle Altos de Araya	6%
18	Calle Guabata	3%

CUADRO 21. % ASIGNADOS TABULADOS Y SU NOTA

Camino	Área *10%	Ruedo* 10%	Drenaje* 10 %	Longitud* 10 %	IVT-S* 60 %	Nota
Corredor Sur	16	53	28	13	100	71
Calle La Flor	22	100	100	16	97	82
Corredor Barrio San Antonio	13	50	25	19	94	67,1
Corredor urbano Norte	56	44	19	56	91	72,1
Corredor Barrio los Solares	6	47	22	6	88	60,9
Calle Nacientes	47	41	94	75	84	76,1
Calle Boza	44	88	16	31	81	66,5
Calle el Caiz	91	84	91	84	78	81,8
Corredor la Unidad	31	6	9	3	75	49,9
Calle el Bochínche	84	38	13	66	72	63,3
Calle del Valle	25	34	6	28	69	50,7
Calle Vieja Birrisito	19	31	88	63	66	59,7
Calle Juco	53	97	84	44	63	65,6
Corredor Llanos de Santa Lucía	28	94	81	22	59	57,9
Calle Piedra Azul	66	81	97	47	56	62,7
Calle el Rincón	50	3	3	78	53	45,2
Parcelas la Flor	81	91	78	50	50	60
Calle Urasca Viejo	36	28	75	38	47	45,9
Calle el Calvario - Picacho	59	25	72	91	44	51,1
Calle Guatusito	75	22	69	53	41	46,5
Calle Mero	78	78	66	88	38	53,8
Calle Acevedo	69	19	63	94	34	44,9
Arrabara	34	16	59	34	31	32,9
Calle Pitalillo	72	13	56	81	28	39
Calle Las Mesitas	88	75	53	72	25	43,8
Parcelas el Cerro	100	72	50	100	22	45,4
Calle el Swich	3	69	47	9	19	24,2
Calle Volio	41	9	44	59	16	24,9
Calle Parrúas	38	66	41	69	13	29,2
Calle Naranja	9	63	38	25	9	18,9
Calle Altos de Araya	94	59	34	41	6	26,4
Calle Guabata	97	56	31	97	3	29,9

CUADRO 22. ORDEN DE PRIORIDAD		
Nota prioritaria	Nombre coloquial camino	Orden de prioridad
82	Calle La Flor	1
81,8	Calle el Caiz	2
76,1	Calle Nacientes	3
72,1	Corredor urbano Norte	4
71	Corredor Sur	5
67,1	Corredor Barrio San Antonio	6
66,5	Calle Boza	7
65,6	Calle Juco	8
63,3	Calle el Bochinche	9
62,7	Calle Piedra Azul	10
60,9	Corredor Barrio los Solares	11
60	Parcelas la Flor	12
59,7	Calle Vieja Birrisito	13
57,9	Corredor Llanos de Santa Lucía	14
53,8	Calle Mero	15
51,1	Calle el Calvario - Picacho	16
50,7	Calle del Valle	17
49,9	Corredor la Unidad	18
46,5	Calle Guatusito	19
45,9	Calle Urasca Viejo	20
45,4	Parcelas el Cerro	21
45,2	Calle el Rincón	22
44,9	Calle Acevedo	23
43,8	Calle Las Mesitas	24
39	Calle Pitalillo	25
32,9	Arrabara	26
29,9	Calle Guabata	27
29,2	Calle Parrúas	28
26,4	Calle Altos de Araya	29
24,9	Calle Volio	30
24,2	Calle el Swich	31
18,9	Calle Naranjo	32

Después de analizar, asignar porcentajes y aplicar factores se obtuvo el % de nota, entre estos el que posea el mayor valor designará al camino que tendrá prioridad.

Los planes se dividen en tres, uno por año o por periodo presupuestario. El mantenimiento se realizará si los recursos de la Ley 8114 se depositan completos y sin retrasos en la caja única del Estado.

Se muestra que la calle la Flor está de primera en las prioridades como varios caminos vecinales y varias travesías vecinales.

Con este sistema de ponderación se espera una repartición de los recursos más justa y técnica.

Resultados del estudio de áreas de influencia por uso de suelo

CUADRO 23 USO DE SUELO DE LAS AREAS DE INFLUENCIA									
Área de influencia Km2	Nombre coloquial camino	Uso del suelo predominante	% chayote	% café	% Caña azúcar	% Urbano	% Turístico o quintas	% Pastoreo	% Otros
3,95	Parcelas Calle el Cerro	Parcelas, agrícola	0	0	0	0	0	60	40
3,84	Calle Guabata	Habitación, parcelas	0	70	0	25	5	0	0
2,93	Calle Altos de Araya	Habitación, agrícola	0	80	0	15	5	0	0
2,4	Calle el Caiz	Urbano-Pastos	0	0	0	80	0	20	0
2,34	Calle Las Mesitas	Parcelas	80	15	0	5	0	0	0
2,28	Calle el Bochinche	Pequeñas parcelas, habitación	0	60	0	30	0	0	10
2,22	Parcelas la Flor	Agrícola parcelas	80	0	0	0	0	10	10
2,2	Calle Mero	Agrícola	0	0	30	0	0	40	30
2,02	Calle Guatusito	Urbano, agrícola	10	70	0	10	0	0	0
1,92	Calle Pitalillo	Agrícola	95	0	0	0	0	0	5
1,8	Calle Acevedo	Parcelas	20	30	0	0	15	35	0
1,72	Calle Piedra Azul	Casas, parcelas	70	0	0	15	10	0	5
1,65	Calle Urasca Viejo	Casas, parcelas	0	40	0	20	20	0	20

1,54	Calle el Calvario - Picacho	Quintas	30	30	0	0	30	10	0
1,39	Corredor urbano norte	Urbano	0	0	0	100	0	0	0
1,35	Calle Juco	Habitación parcelas	0	70	0	15	15	0	0
1,2	Calle el Rincón	Turismo quintas	0	15	0	0	85	0	0
1,04	Calle Nacientes	Casas, parcelas	0	0	0	20	50	15	15
1,02	Calle Boza	Urbano	0	0	0	100	0	0	0
1,01	Calle Volio	habitación, parcelas	0	50	0	20	15	0	15
0,93	Calle Parruas	Quintas, pequeñas parcelas	0	0	0	0	60	20	20
0,8	Corredor la Unidad	Urbano	0	0	0	100	0	0	0
0,8	Arrabará	Parcelas, casas	0	0	0	30	20	30	20
0,6	Corredor Llanos de Santa Lucia	Urbano	0	0	0	100	0	0	0
0,58	Calle del Valle	Agrícola	70	0	30	0	0	0	0
0,5	Calle La Flor	Casas, pequeñas parcelas	25	0	0	30	15	0	30
0,34	Calle Vieja Birrisito	Habitación, viveros	0	0	0	30	20	0	50
0,3	Corredor Sur	Urbano	0	0	0	100	0	0	0
0,3	Corredor Barrio San Antonio	Urbano	0	0	0	100	0	0	0
0,28	Calle Naranja	Agrícola	80	0	0	10	0	0	10
0,2	Corredor Barrio los Solares	Urbano	0	0	0	100	0	0	0

0,15	Calle el Swich	Pastoreo	0	50	0	0	0	50	0
45,6			560	580	60	1055	365	290	280
	Totales		18%	18%	2%	33%	11%	9%	9%

Totalizando se obtiene el siguiente gráfico que muestra el uso general del suelo , en las áreas de influencia.

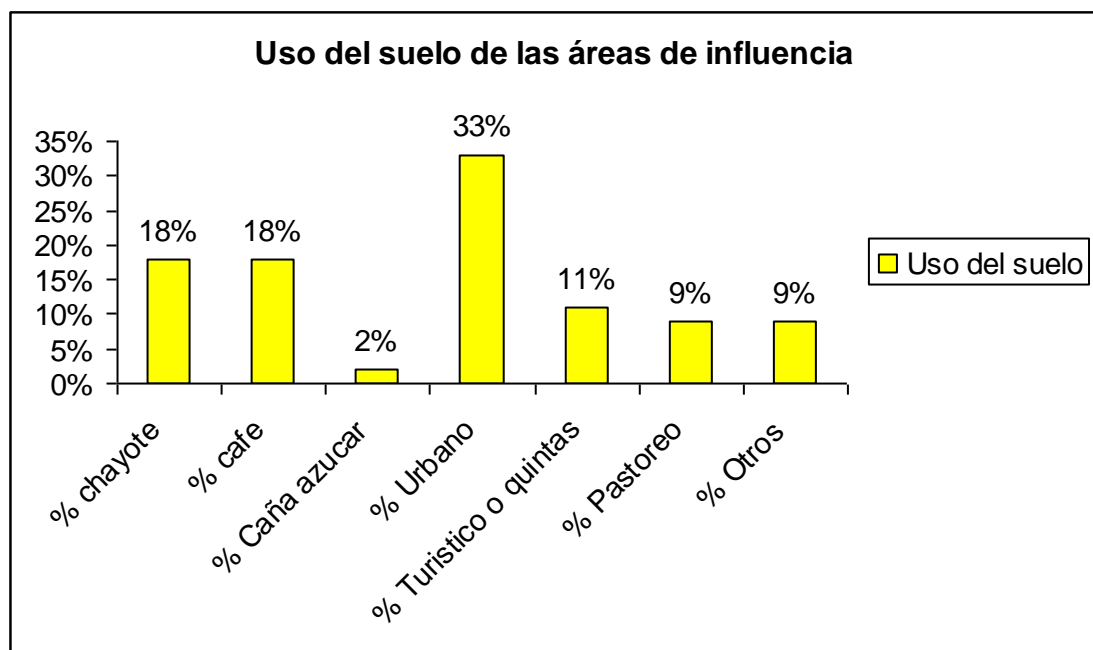


Figura 1 Uso del suelo en las áreas de influencia total

CUADRO 24 USO DE SUELO DE LAS AREAS DE INFLUENCIA DE CACHI							
Nombre coloquial camino	% chayote	% café	% Caña azúcar	% Urbano	% Turístico o quintas	% Pastoreo	% Otros
Calle Boza	0	0	0	100	0	0	0
Calle el Bochinche	0	60	0	30	0	0	10
Calle Guatusito	10	70	0	10	0	0	0
Calle Urasca Viejo	0	40	0	20	20	0	20
Calle Volio	0	50	0	20	15	0	15
	10	220	0	180	35	0	45
	% chayote	% café	% Caña azúcar	% Urbano	% Turístico o quintas	% Pastoreo	% Otros
	2%	45%	0%	37%	7%	0%	9%

Totalizando se obtiene el siguiente gráfico que muestra el uso general de suelo, en las áreas de influencia. Café y urbano los usos predominantes.

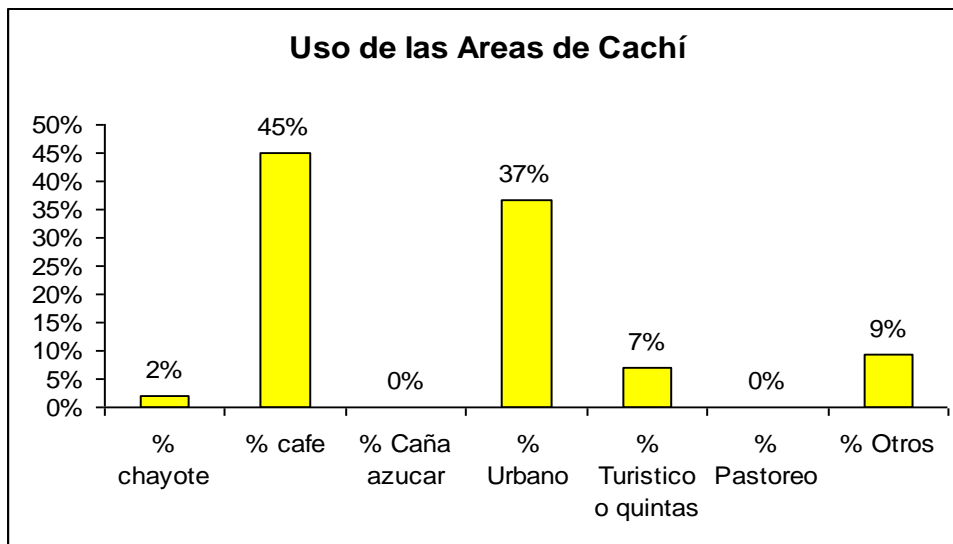


Figura 2 Uso del suelo en las áreas de influencia

CUADRO 25 USO DE SUELO DE LAS AREAS DE INFLUENCIA DE OROSI								
Distrito	Calle	% chayote	% café	% Caña azúcar	% Urbano	% Turístico o quintas	% Pastoreo	% Otros
Orosi	Calle Juco	0	70	0	15	15	0	0
Orosi	Calle Guabata	0	70	0	25	5	0	0
Orosi	Calle Altos de Araya	0	80	0	15	5	0	0
		0	220	0	55	25	0	0
		% chayote	% café	% Caña azúcar	% Urbano	% Turístico o quintas	% Pastoreo	% Otros
		0%	55%	0%	14%	6%	0%	0%

Totalizando se obtiene el siguiente gráfico que muestra el uso general de suelo, en las áreas de influencia. Predominantemente cultivo del café.

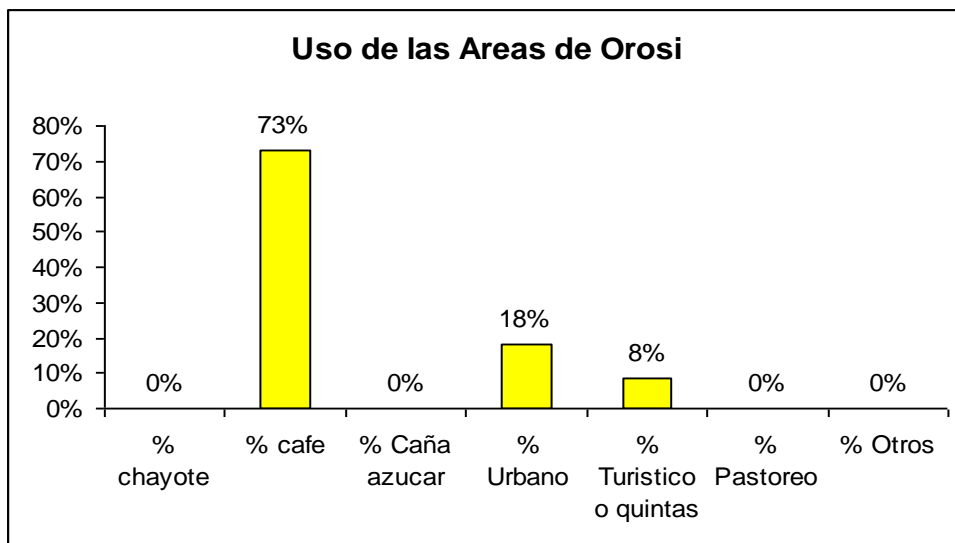


Figura 3 Uso del suelo en las áreas de influencia Orosi

CUADRO 26. USO DE SUELO DE LAS AREAS DE INFLUENCIA DE PARAISO

Calle	% chayote	% café	% Caña azúcar	% Urbano	% Turístico o quintas	% Pastoreo	% Otros
Calle el Caiz	0	0	0	80	0	20	0
Corredor urbano Norte	0	0	0	100	0	0	0
Corredor Sur	0	0	0	100	0	0	0
Corredor Barrio San Antonio	0	0	0	100	0	0	0
Corredor Barrio los Solares	0	0	0	100	0	0	0
Calle Vieja Birrisito	0	0	0	30	20	0	50
Calle Mero	0	0	30	0	0	40	30
Calle el Calvario - Picacho	30	30	0	0	30	10	0
Corredor la Unidad	0	0	0	100	0	0	0

Parcelas el Cerro	0	0	0	0	0	60	40
Calle el Rincón	0	15	0	0	85	0	0
Calle Acevedo	20	30	0	0	15	35	0
Calle Parrúas	0	0	0	0	60	20	20
Calle el Swich	0	50	0	0	0	50	0
	50	125	30	610	210	235	140
	% chayote	% café	% Caña azúcar	% Urbano	% Turístico o quintas	% Pastoreo	% Otros
	4%	9%	2%	44%	15%	17%	10%

Totalizando se obtiene el siguiente gráfico que muestra el uso general, en las áreas de influencia. Predominantemente Urbano

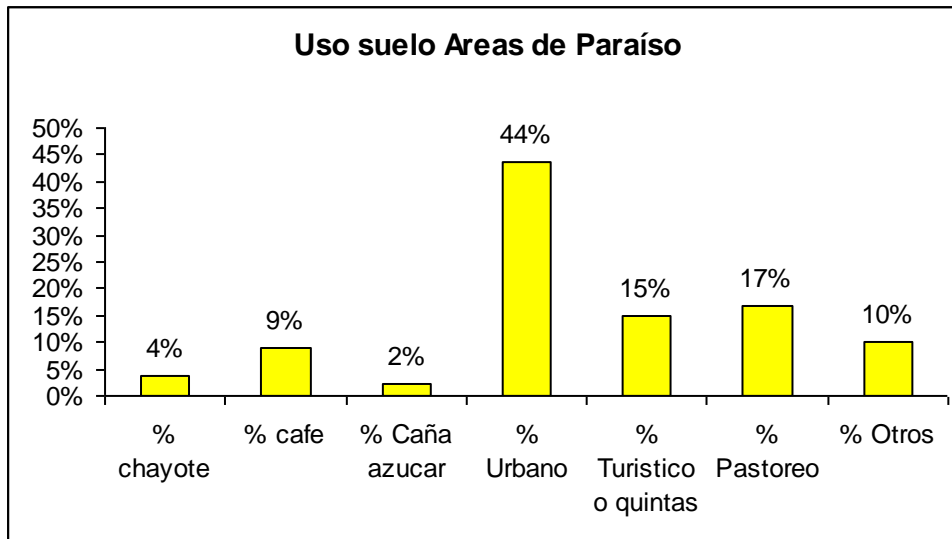


Figura 4 Uso del suelo en las áreas de influencia Paraíso

CUADRO 27. USO DE SUELO DE LAS AREAS DE INFLUENCIA DE SANTIAGO							
Calle	% chayote	% café	% Caña azúcar	% Urbano	% Turístico o quintas	% Pastoreo	% Otros
Calle La Flor	25	0	0	30	15	0	30
Calle Nacientes	0	0	0	20	50	15	15
Calle Piedra Azul	70	0	0	15	10	0	5
Parcelas la Flor	80	0	0	0	0	10	10

Calle del Valle	70	0	30	0	0	0	0
Calle Las Mesitas	80	15	0	5	0	0	0
Calle Pitalillo	95	0	0	0	0	0	5
Arrabará	0	0	0	30	20	30	20
Calle Naranja	80	0	0	10	0	0	10
	500	15	30	110	95	55	95
	% chayote	% café	% Caña azúcar	% Urbano	% Turístico o quintas	% Pastoreo	% Otros
	56%	2%	3%	12%	11%	6%	11%

Totalizando se obtiene el siguiente gráfico que muestra el uso general de suelo, en las áreas de influencia. Uso predominante con el cultivo del Chayote.

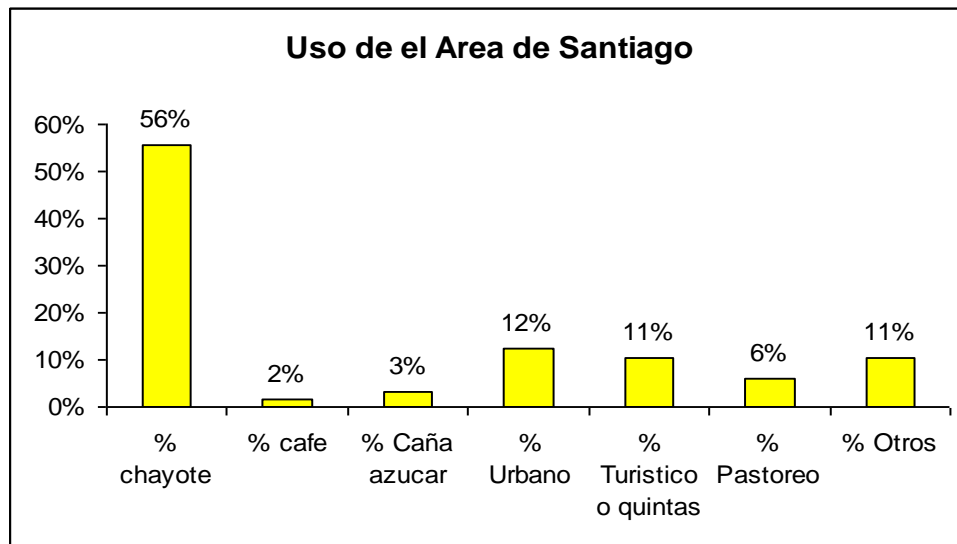


Figura 5. Uso del suelo en las áreas de influencia Santiago

Plan anual operativo

Usando los datos obtenidos en el capítulo de “Priorización del mantenimiento de los caminos estudiados” se puede estimar la cantidad de caminos que se pueden intervenir en un año o en un período presupuestario.

Los recursos aportados por el gobierno central a la Municipalidad de Paraíso, según la Simplificación y Eficiencia Tributaria ley 8114, son alrededor de 133 millones de colones anuales. Estos gracias a las trabas burocráticas, han sido de difícil aplicación. En dado caso, para efectos del presente estudio se consideró que se cuenta anualmente con dicha cantidad para ejecutar el mantenimiento

Asignación del año de ejecución

Usando las herramientas de informática se pudo determinar hasta cuando alcanzaran los 120 millones de colones anuales, tomando como premisa que solo se intervendrán los caminos ordenados prioritariamente, determinados en los capítulos anteriores.

Se agruparon los caminos en cuya intervención se gastará una suma cercana a este valor, aunque no es exacto servirá como un parámetro de planificación a mediano plazo.

Premisas de rendimiento de materiales.

Es muy difícil calcular cuánto material se gastará en un bacheo. No hay una regla específica o un rendimiento exacto, pues varía de acuerdo con el ancho, lo profundo y lo frecuente que sean los baches. Pero gracias a la de experiencia se puede dar un valor bastante razonable con el único fin de estimar o presupuestar un gasto de

mantenimiento. En el caso del lastre es menos complicado. Para este presupuesto se aplican los siguientes criterios:

Asfalto: Se calcula una cantidad de 0.2 toneladas métricas por cada metro lineal de una vía con un ancho de 5 metros y un espesor de 7 centímetros.

Lastre: Se estima una cantidad de 1 m³ por cada metro lineal de vía con ancho promedio de 5 metros y un espesor de 15 centímetros.

Costos:

Asfalto: Se estima un valor por tonelada colocada, transportada y compactada de 60 000 colones. Este valor puede aumentar si continúa el conflicto político militar alrededor del petróleo.

Lastre: Se estima un valor por metro cúbico de 10000 colones, trasportado, colocado y compactado.

Tabla de cálculo en el cuadro 23 se muestra la tabulación mostrada para llegar a los valores propuestos y en los cuadros siguientes el plan anual de mantenimiento.

CUADRO 28 CÁLCULO DE LOS COSTOS ANUALES OPERATIVOS

Orden de prioridad	Nombre coloquial camino	Longitud en lastre o tierra	Longitud en asfalto	Cantidad de lastre	Cantidad de mezcla asfáltica	Precio lastre / m3	Precio Asfalto/ ton	Costo en millones	Acumulado	Año ejecución
1	Calle La Flor	1170	0	1170	0	¢10.000,00	¢60.000,00	¢11,70	¢11,70	Año 1,
2	Calle el Caiz	2721	621	2721	124,2	¢10.000,00	¢60.000,00	¢34,66	¢46,36	Año 1,
3	Calle Nacientes	0	3156	0	631,2	¢10.000,00	¢60.000,00	¢37,87	¢84,23	Año 1,
4	Corredor urbano norte	0	2314	0	462,8	¢10.000,00	¢60.000,00	¢27,77	¢112,00	Año 1,
5	Corredor Sur	0	823	0	164,6	¢10.000,00	¢60.000,00	¢9,88	¢121,88	Año 2,
6	Corredor Barrio San Antonio	0	1205	0	241	¢10.000,00	¢60.000,00	¢14,46	¢136,34	Año 2,
7	Calle Boza	350	1240	350	248	¢10.000,00	¢60.000,00	¢18,38	¢154,72	Año 2,
8	Calle Juco	0	1873	0	374,6	¢10.000,00	¢60.000,00	¢22,48	¢177,19	Año 2,
9	Calle el Bochinche	1430	1200	1430	240	¢10.000,00	¢60.000,00	¢28,70	¢205,89	Año 2,
10	Calle Piedra Azul	800	1142	800	228,4	¢10.000,00	¢60.000,00	¢21,70	¢227,60	Año 2,
11	Corredor Barrio los Solares	0	667	0	133,4	¢10.000,00	¢60.000,00	¢8,00	¢235,60	Año 2,
12	Parcelas la Flor	1970	0	1970	0	¢10.000,00	¢60.000,00	¢19,70	¢255,30	Año 3.
13	Calle Vieja Birrisito	0	2530	0	506	¢10.000,00	¢60.000,00	¢30,36	¢285,66	Año 3.
14	Corredor Llanos de Santa Lucía	1198	200	1198	40	¢10.000,00	¢60.000,00	¢14,38	¢300,04	Año 3.
15	Calle Mero	3624	0	3624	0	¢10.000,00	¢60.000,00	¢36,24	¢336,28	Año 3.
16	Calle el Calvario - Picacho	3918	0	3918	0	¢10.000,00	¢60.000,00	¢39,18	¢375,46	Año 4,

17	Calle del Valle	1499	0	1499	0	€10.000,00	€60.000,00	€14,99	€390,45	Año 4,
18	Corredor la Unidad	0	547	0	109,4	€10.000,00	€60.000,00	€6,56	€397,02	Año 4,
19	Calle Guatusito	1496	500	1496	100	€10.000,00	€60.000,00	€20,96	€417,98	Año 4,
20	Calle Urasca Viejo	1795	0	1795	0	€10.000,00	€60.000,00	€17,95	€435,93	Año 4,
21	Parcelas el Cerro	5024	0	5024	0	€10.000,00	€60.000,00	€50,24	€486,17	Año 4,
22	Calle el Rincón		3170	0	634	€10.000,00	€60.000,00	€38,04	€524,21	Año 5,
23	Calle Acevedo	3944	0	3944	0	€10.000,00	€60.000,00	€39,44	€563,65	Año 5,
24	Calle Las Mesitas	2651	0	2651	0	€10.000,00	€60.000,00	€26,51	€590,16	Año 5,
25	Calle Pitalillo	3178	0	3178	0	€10.000,00	€60.000,00	€31,78	€621,94	Año 6,
26	Arrabara	1706	0	1706	0	€10.000,00	€60.000,00	€17,06	€639,00	Año 6,
27	Calle Guabata	4000	0	4000	0	€10.000,00	€60.000,00	€40,00	€679,00	Año 6,
28	Calle Parrúas	1652	990	1652	198	€10.000,00	€60.000,00	€28,40	€707,40	Año 6,
29	Calle Altos de Araya	1820	0	1820	0	€10.000,00	€60.000,00	€18,20	€725,60	Año 6,
30	Calle Volio	0	2326	0	465,2	€10.000,00	€60.000,00	€27,91	€753,51	Año 7,
31	Calle el Swich	674	0	674	0	€10.000,00	€60.000,00	€6,74	€760,25	Año 7,
32	Calle Naranja	962	530	962	106	€10.000,00	€60.000,00	€15,98	€776,23	Año 7,

Plan anual operativo año 1

CUADRO 29 PLAN AÑO 1		
Nombre coloquial camino	Año ejecución	Costo en millones
Calle La Flor	Año 1,	€11,70
Calle el Caiz	Año 1,	€34,66
Calle Nacientes	Año 1,	€37,87
Corredor urbano Norte	Año 2,	€27,77
	Total	€112,00

Plan anual operativo año 2.

CUADRO 30 PLAN AÑO 2		
Nombre coloquial camino	Año ejecución	Costo en millones
Corredor Sur	Año 2,	€9,88
Corredor Barrio San Antonio	Año 2,	€14,46
Calle Boza	Año 2,	€18,38
Calle Juco	Año 2,	€22,48
Calle el Bochinche	Año 2,	€28,70
Calle Piedra Azul	Año 2,	€21,70
Corredor Barrio los Solares	Año 2,	€8,00
	Total	123.7

Plan anual operativo año 3.

CUADRO 31 PLAN AÑO 3		
Nombre coloquial camino	Año ejecución	Costo en millones
Parcelas la Flor	Año 3.	€19,70
Calle Vieja Birrisito	Año 3.	€30,36
Corredor Llanos de Santa Lucía	Año 3.	€14,38
Calle Mero	Año 3.	€36,24
	Total	

Plan anual operativo año 4.

CUADRO 32 PLAN AÑO 4		
Nombre coloquial camino	Año ejecución	Costo en millones
Calle el Calvario - Picacho	Año 4,	€39,18
Calle del Valle	Año 4,	€14,99
Corredor la Unidad	Año 4,	€6,56
Calle Guatusito	Año 4,	€20,96
Calle Urasca Viejo	Año 4,	€17,95
Parcelas el Cerro	Año 4,	€50,24
	Total	€149,88

Plan anual operativo año 5

CUADRO 33 PLAN AÑO 5		
Nombre coloquial camino	Año ejecución	Costo en millones
Calle el Rincón	Año 5,	€38,04
Calle Acevedo	Año 5,	€39,44
Calle Las Mesitas	Año 5,	€26,51
	Total	€103,99

Plan anual operativo año 6

CUADRO 34 PLAN AÑO 6		
Nombre coloquial camino	Año ejecución	Costo en millones
Calle Pitalillo	Año 6,	€31,78
Arrabara	Año 6,	€17,06
Calle Guabata	Año 6,	€40,00
Calle Parrúas	Año 6,	€28,40
Calle Altos de Araya	Año 6,	€18,20
	Total	€135,44

Plan anual operativo año 7

CUADRO 35 PLAN AÑO 7		
Nombre coloquial camino	Año ejecución	Costo en millones
Calle Volio	Año 7,	¢27,91
Calle el Swich	Año 7,	¢6,74
Calle Naranja	Año 7,	¢15,98
	Total	¢50,63

Para ejecutar estos planes se necesita la continua inyección de dinero por parte del gobierno central. Estos datos deben corregirse anual o semestralmente para obtener valores actualizados. Estas correcciones se aplicarán al próximo plan anual y así sucesivamente.

Análisis de las capas generadas en ArcView 3.3

La presentación de figuras constituye una forma ilustrativa de presentar información alfanumérica o bases de datos.

En esta sección se informa, en el orden de lo general a lo específico, acerca de las capas generadas en el GIS o en el SIG. A su vez, los cuadros se presentaran con su debida explicación.

A continuación se presentan los cuadros:

Ubicación con respecto al país

Esta capa no requiere mucha explicación, se tiene una layout o lámina generada por el ArcView 3.3 donde se usan capas tomadas del proyecto Atlas Costa Rica 2004. Muestran la totalidad del país, haciendo énfasis en la provincia. Como se puede observar, las láminas están en coordenadas Lambert y con la escala y los "ticks" o guías para que se pueda efectuar una lectura de coordenadas desde un lugar cualquiera:

Se muestra la Figura 1.

Ubicación del Cantón

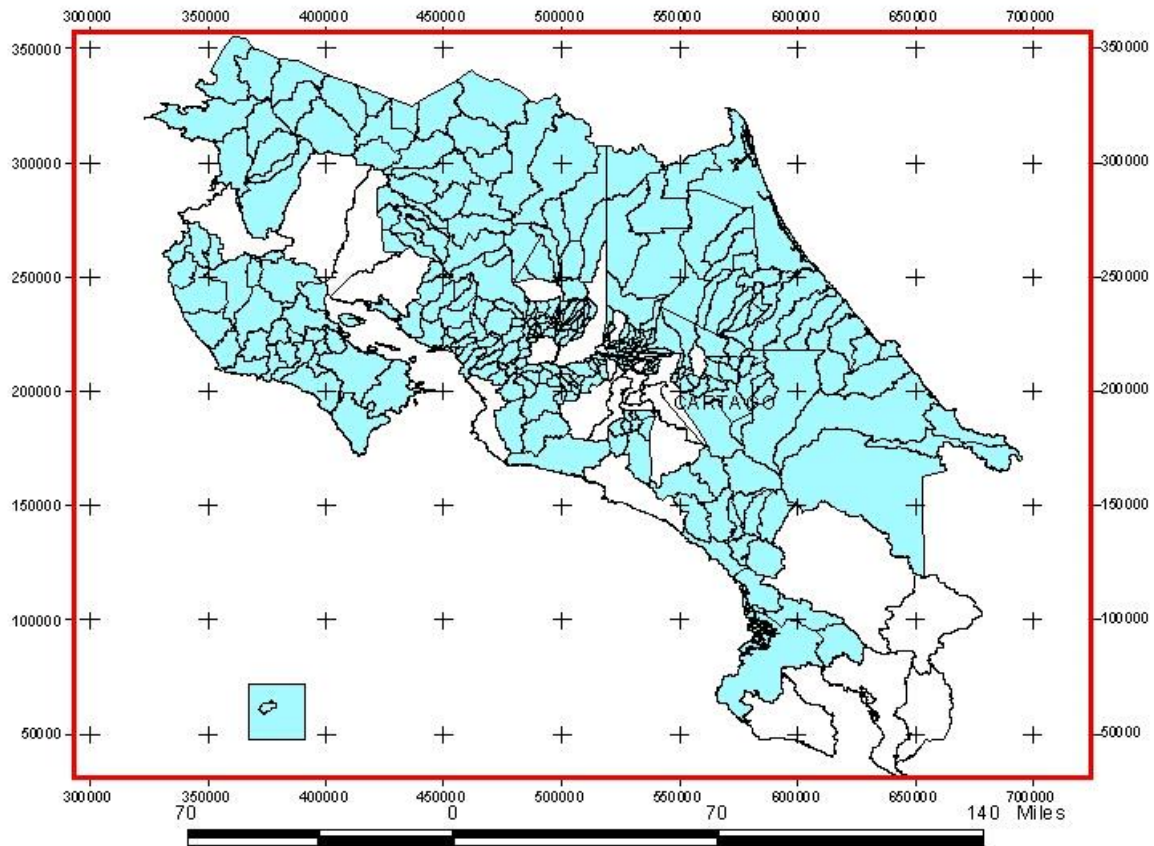


Figura 1 Ubicación del cantón

Ubicación del cantón en la provincia

Esta es una capa muy semejante a la anterior pero se enfoca en el cantón de Paraíso y sus vecinos. Un detalle importante en la gestión de caminos vecinales es el principio de los límites. Solo se deben incluir los caminos dentro de sus territorios, esto se presta para situaciones lamentables, pues algunas calles son límite cantonal, por lo tanto la mitad en el sentido trasversal pertenecen a municipalidades diferentes.

Cuando los municipios no se ponen de acuerdo la vía no recibe mantenimiento. En consecuencia el autor considera que el camino debe ser mantenido por la municipalidad o poblado más cercano por ser los más beneficiados. Se muestra la figura 2.

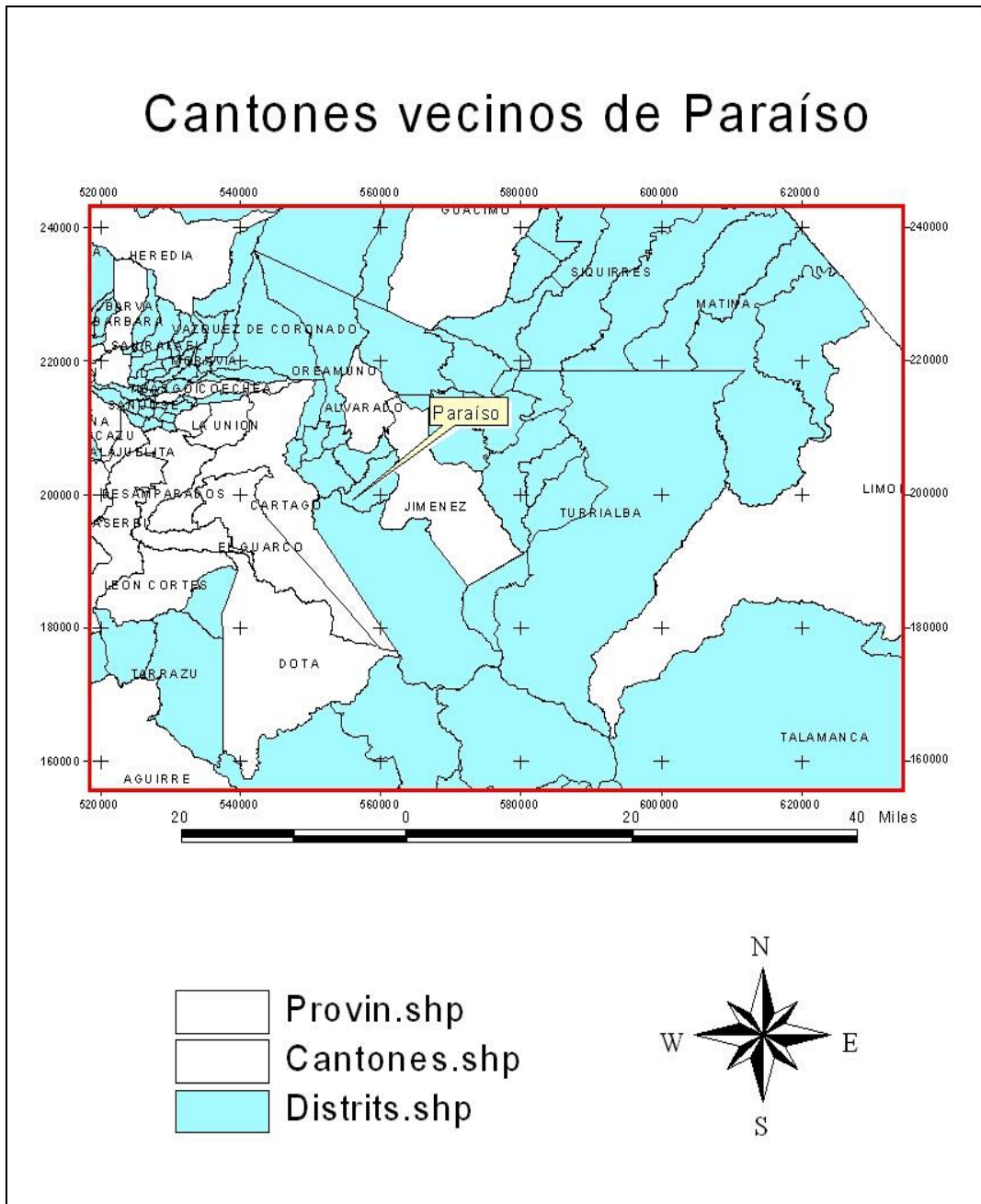


Figura 2. Paraíso en función con los demás cantones.

Lámina de distritos con los pueblos

En esta lámina se muestran dos capas muy importantes para ubicarse en el contexto del mapa. Se tiene una capa llamada poblados.shp la cual es tomada del Atlas 2004 Activando el comando AutoLabel muestra la información socioeconómica del cantón pero para efectos de este trabajo solo se activa el campo de nombre.

También se han activado unas capas modificadas que se han mencionado en capítulos anteriores. A partir de estas capas se generaron los temas como Paraíso en shapefile las cuales son la base de este trabajo.

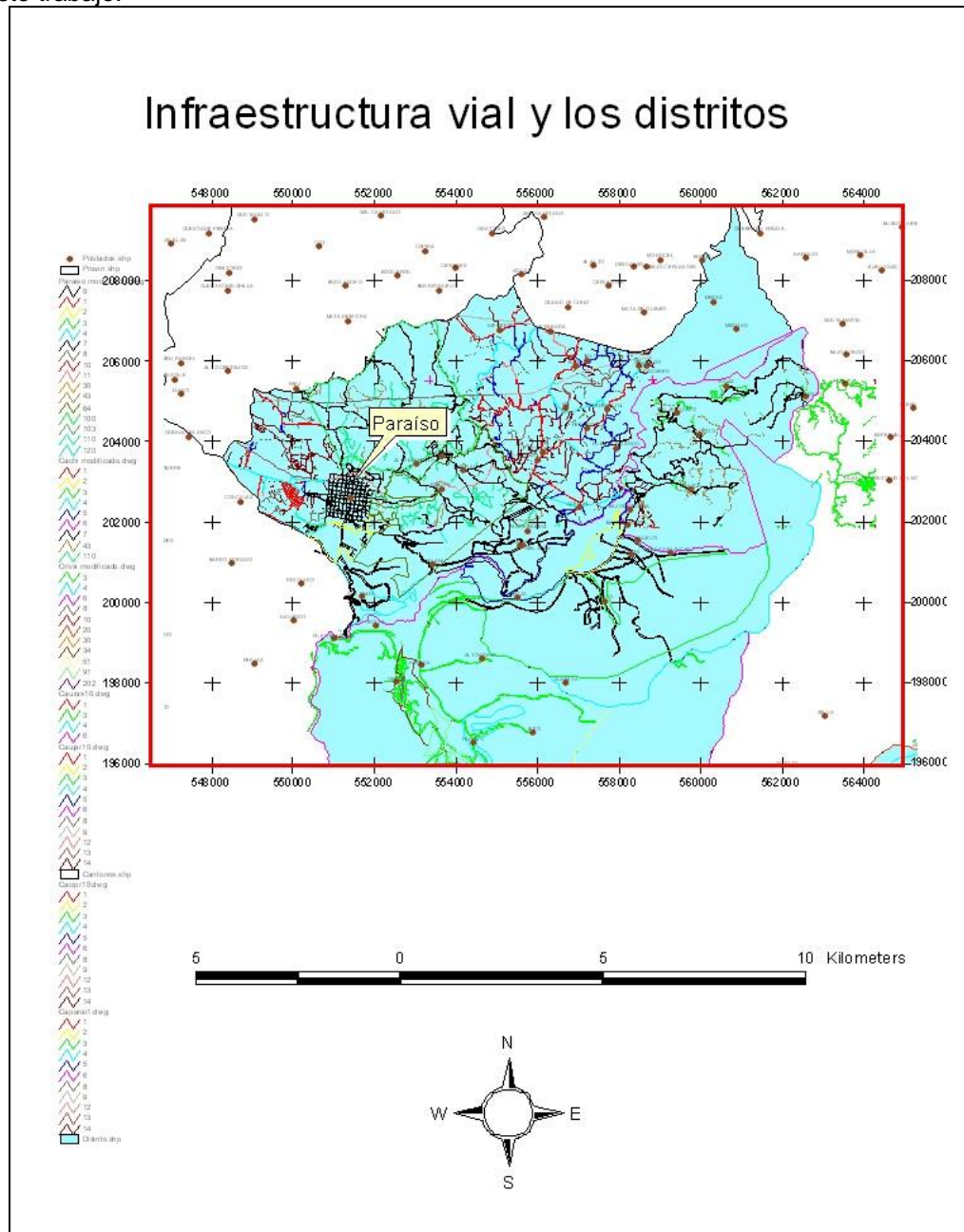


Figura 3. Paraíso y sus distritos

Red rural básica propuesta para el sector de Paraíso

Esta imagen presenta el sector de Paraíso y los respectivos caminos vecinales propuestos. Usando el Autolabel se coloca el nombre coloquial del camino. Usando las capas de modificadas en formato shape se logra marcar sobre ellas los contornos de este. De ahí se captan valores precisos de longitud y localización. Este GIS es tan preciso como un CAD. Tiene la precisión de dibujar, por ejemplo, un elemento de alcantarillado por más pequeño que se puede desplegar en toda su magnitud.

Los caminos del sector urbano se conocen como travesías y se han modelado como caminos siendo calles cuadrante. Esto permite un análisis menos complicado de una situación que se da de hecho en las vías urbanas.

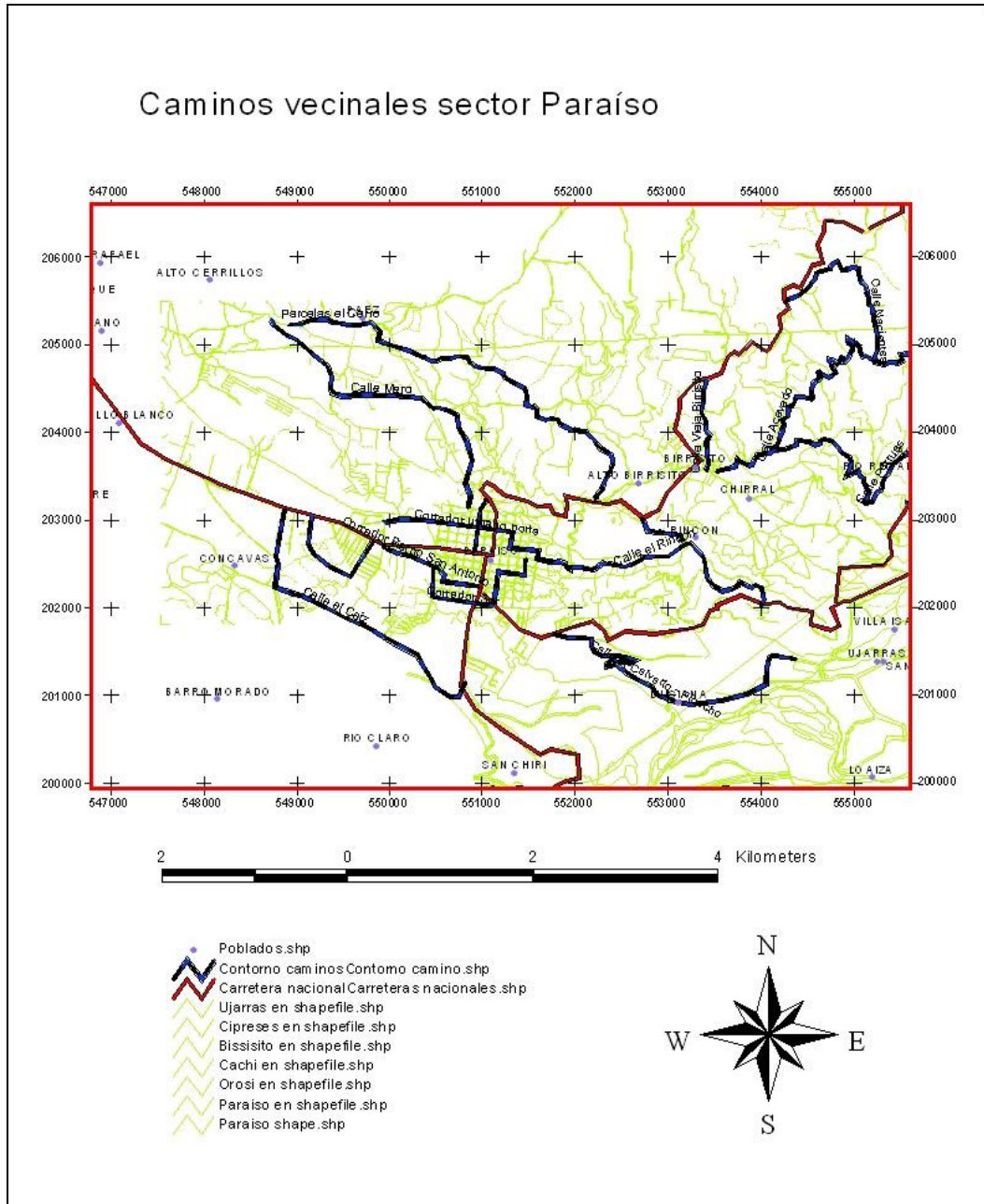


Figura 4. Caminos vecinales de Paraíso

Red rural básica propuesta para el sector de Santiago

Esta lamina presenta la misma información que la anterior, no obstante, se muestra una configuración más marcada de la red de caminos ofreciendo a los habitantes la posibilidad de caminos para llegar al mismo lugar. Esto indica que es potencialmente más efectivo en un caso de inhabilitación por daño masivo a la superficie de rodamiento los habitantes pueden tomar varios caminos para llegar al mismo lugar. Esto indica que es potencialmente más efectivo en un caso de que surja alguna inhabilitación por daño masivo a la superficie de rodamiento.

Léase en el mapa de las carreteras nacionales en la (capa de color rojo) el paralelismo entre la Ruta 10, la Ruta 224 y la Ruta 404.

Este comportamiento determina las características de las vías cantonales de ese sector. Son tramos relativamente cortos y perpendiculares a las vías nacionales. Se presenta la Figura # 5:

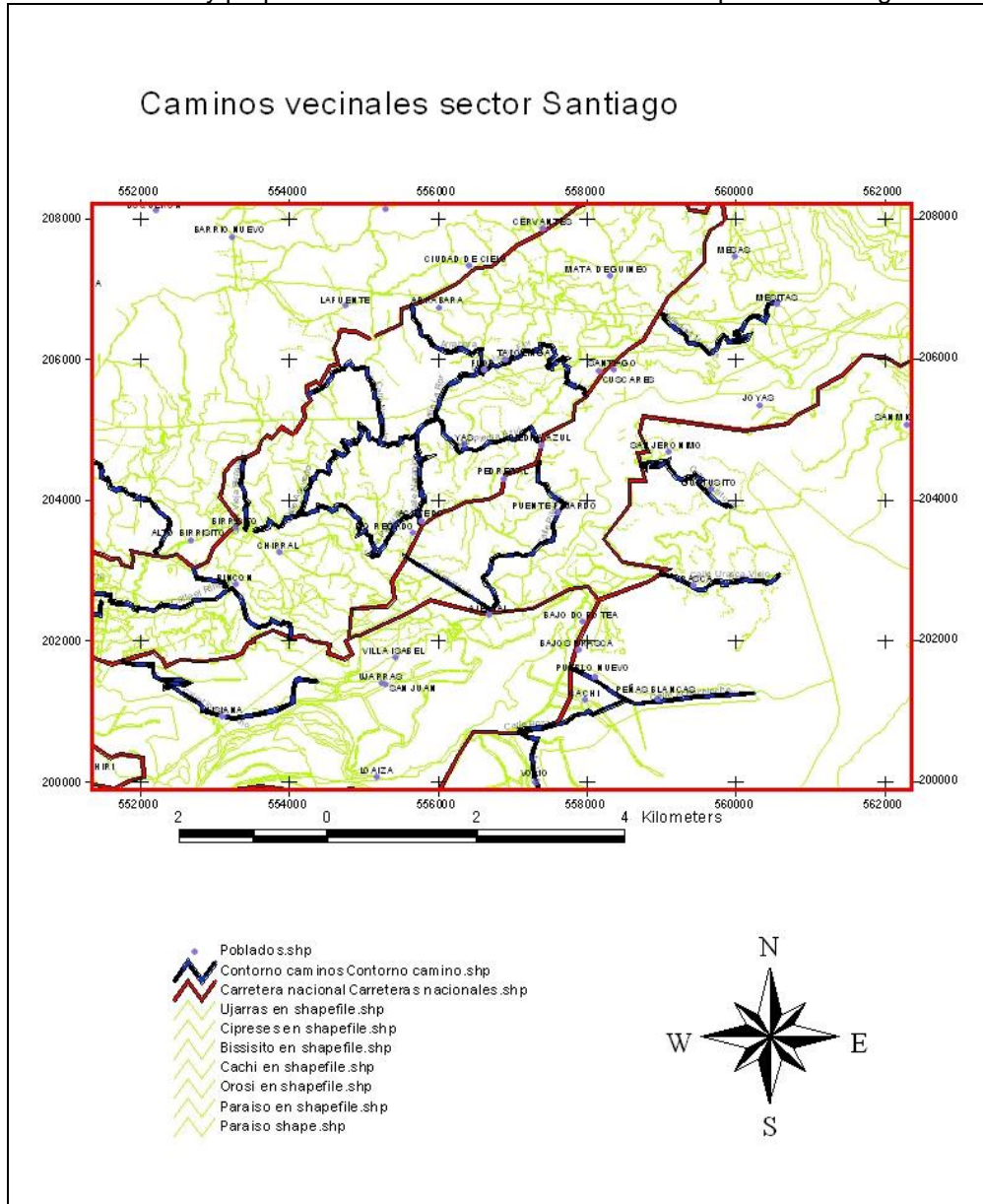


Figura 5 Red cantonal para el sector de Santiago

Red rural básica sector Orosi Cachí

Lo que caracteriza los caminos de Orosi y de Cachí es el sector montañoso cercano a ellos. Los orígenes de varios de estos pueblos indican que son de tradición agrícola. Los puntos centrales de las fincas se convirtieron en los centros de la comunidad y sus calles son los antiguos callejones de las fincas de antaño. Este es el caso de Cachí donde los caminos públicos terminan en predios sembrados de café y el callejón continúa pero del lado del territorio privado. Estos caminos son cortos y no forman redes como el sector de Santiago. Casi siempre tienen pendientes extremas que limitan su tránsito y su desarrollo socioeconómico. Se presenta la Figura 6.

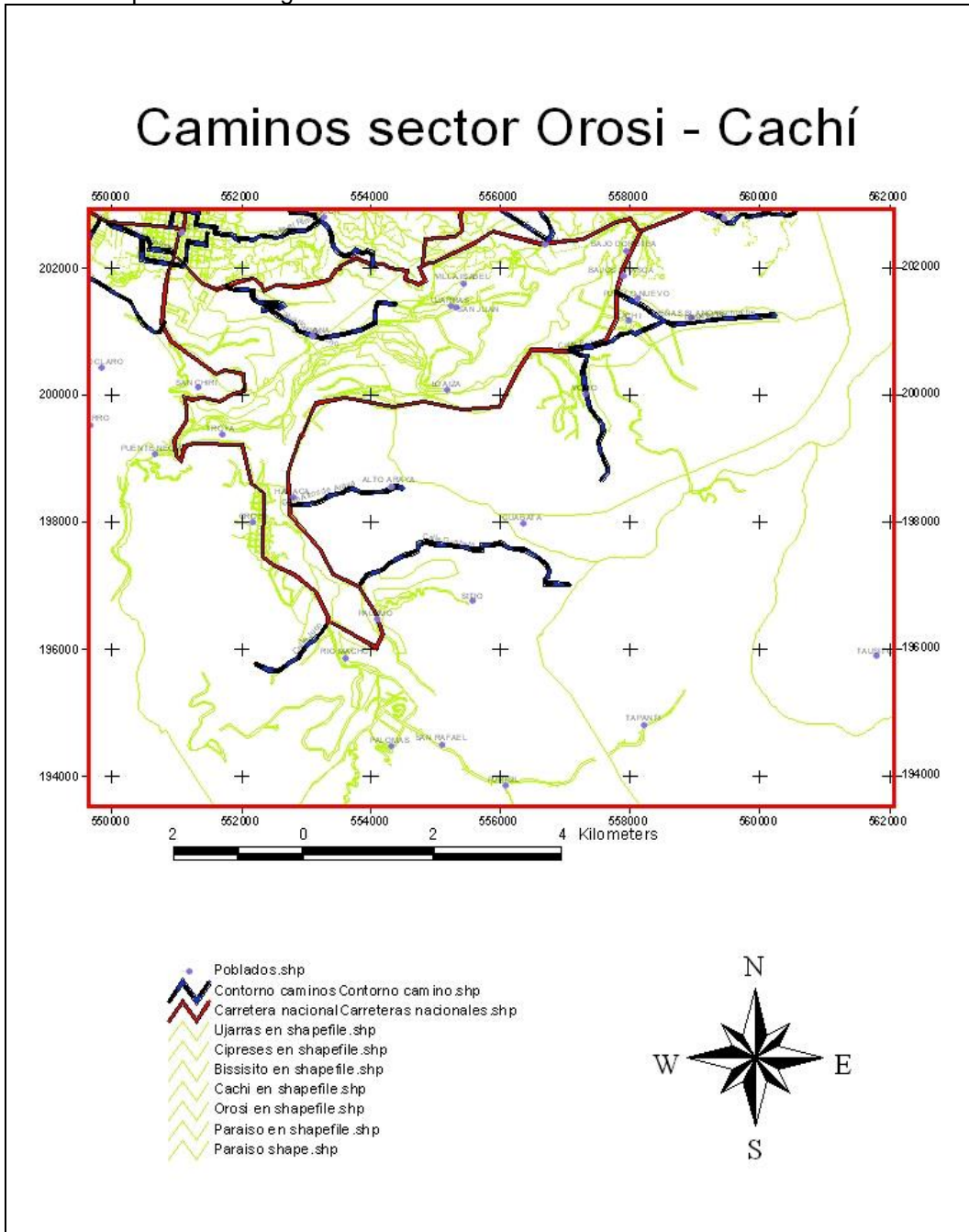


Figura 6. Camino Orosi Cachí

Áreas de influencia de la Red Rural Básica propuesta

Áreas de influencia:

Para Costa Rica como para el resto de países en vías de desarrollo, la producción agropecuaria representa el sustento principal de sus economías. Esta producción depende en gran medida de la posibilidad de comunicación a través de la dotación de infraestructura de caminos.

Actualmente se cuenta con una red vial en pésimas condiciones y pocos recursos para recuperarla, por lo tanto, el dinero invertido debe aplicarse a los caminos más importantes sin olvidar su área de influencia. El procedimiento para determinarlas es el siguiente:

Se definen los caminos más importantes en una hoja topográfica que contenga el área del cantón con sus respectivos límites. En este caso se cuenta con las bases de datos gráficas GEO - referenciadas del Instituto Geográfico Nacional y capas de información geográfica levantada individualmente por el autor.

Usando las herramientas de dibujo del ArcView se delimitan los contornos de los caminos usando la capa "Camino Colector (Contorno de camino).shp" el tipo de archivo es shapefile. Como capa superpuesta se logra una alineación con respecto a trazo original, para una aproximación

más exacta. Al obtener esta línea o contorno el sistema genera la distancia o la longitud.

Se define la zona de influencia de cada camino escogido, la zona de influencia puede incluir dos caminos, si ambos son importantes y están muy cercanos. El levantamiento del área de influencia se levanta con la capa "Área de influencia .shp".

Se levanta información particular para cada zona de influencia, la cual no es de principal importancia en el sistema de ponderación pero que permite considerar más aspectos y darles la consideración que se merecen.

Área de influencia de los caminos de la periferia de la ciudad de Paraíso

Por razones de visualización se separaron los caminos pues las etiquetas se interferían entre ellas. Dentro de cada área de influencia se encuentra un número que representa el área en kilómetros cuadrados.

Aquí se encuentra un territorio predominantemente urbano. Las láminas se presentan separadas pero provienen de una misma.

Se presenta la Figura 7

Luego se presenta la Figura 8

Caminos y sus áreas de influencia en las periferia de Paraíso

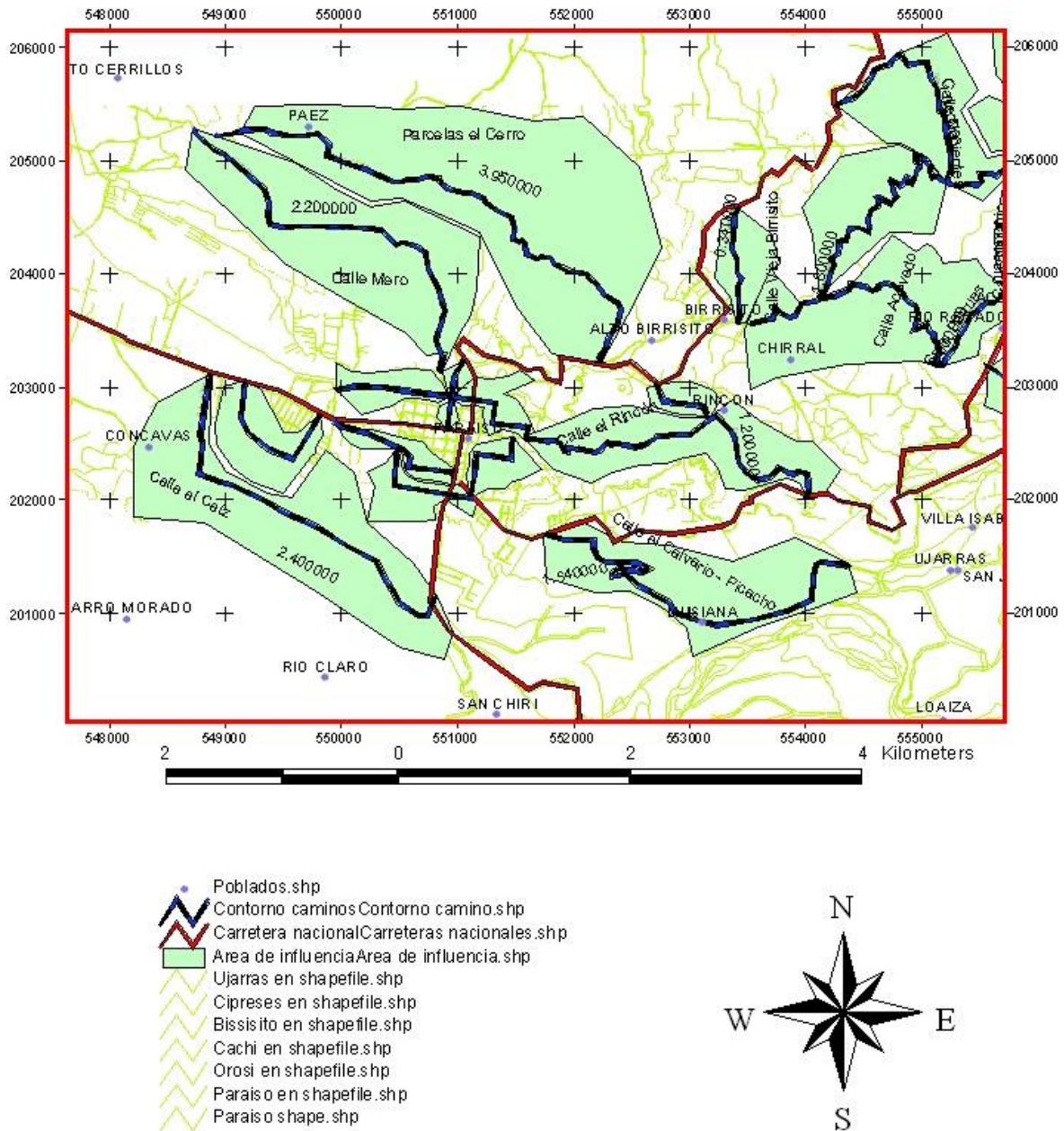


Figura 7. Áreas de influencia caminos de la periferia de Paraíso

Corredores urbanos de Paraíso y su área de influencia

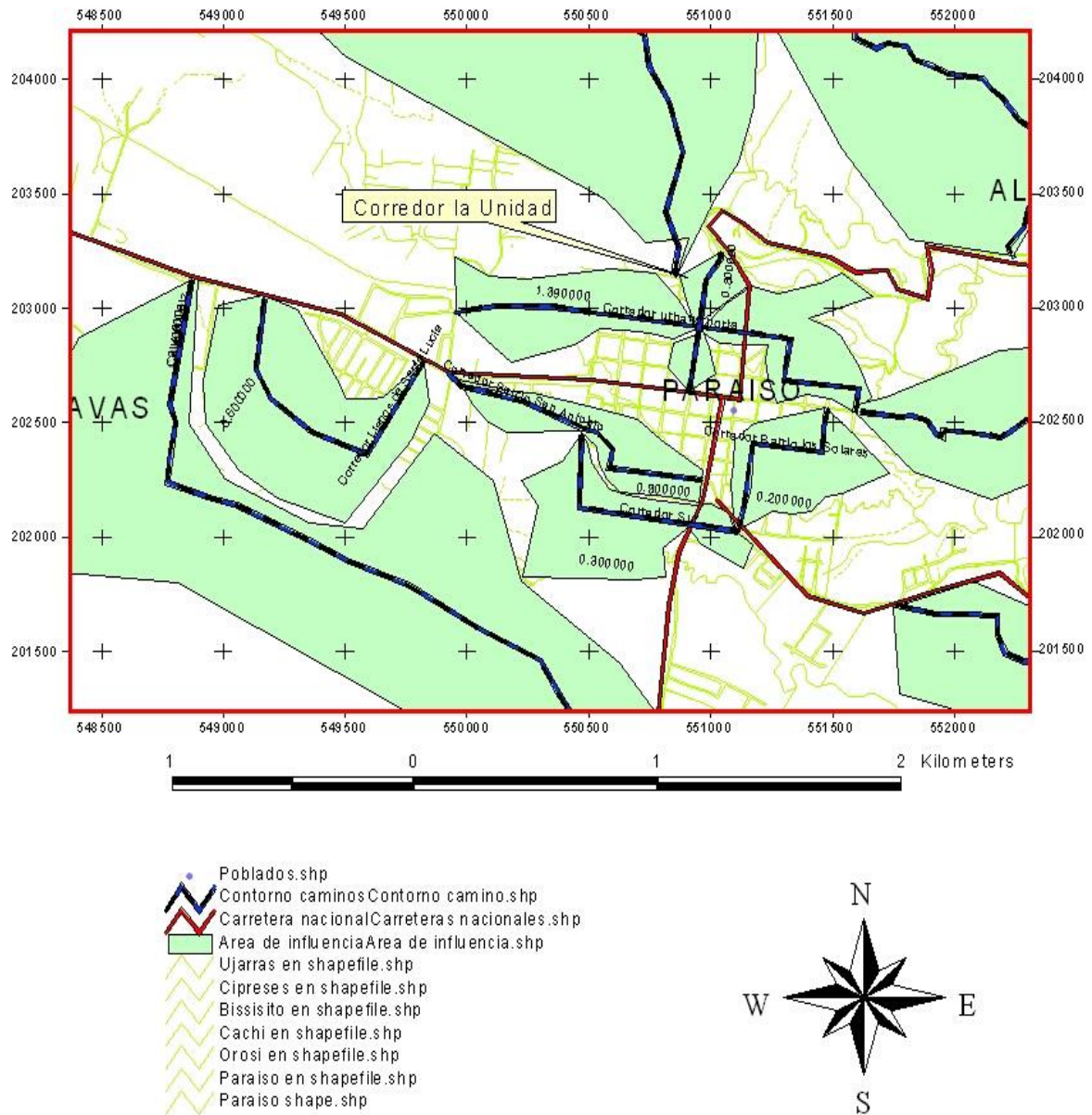


Figura 7 a. Red caminos de Paraíso Urbano

Área de influencia de los caminos del sector de Santiago

Dando un vistazo rápido se pueden observar las áreas de influencia más cercanas y haciendo un análisis completo de todas las vías existentes se puede dar el efecto de traslape de zonas de influencias. Esto indica que las personas pueden usar varios caminos para llegar a un mismo destino.

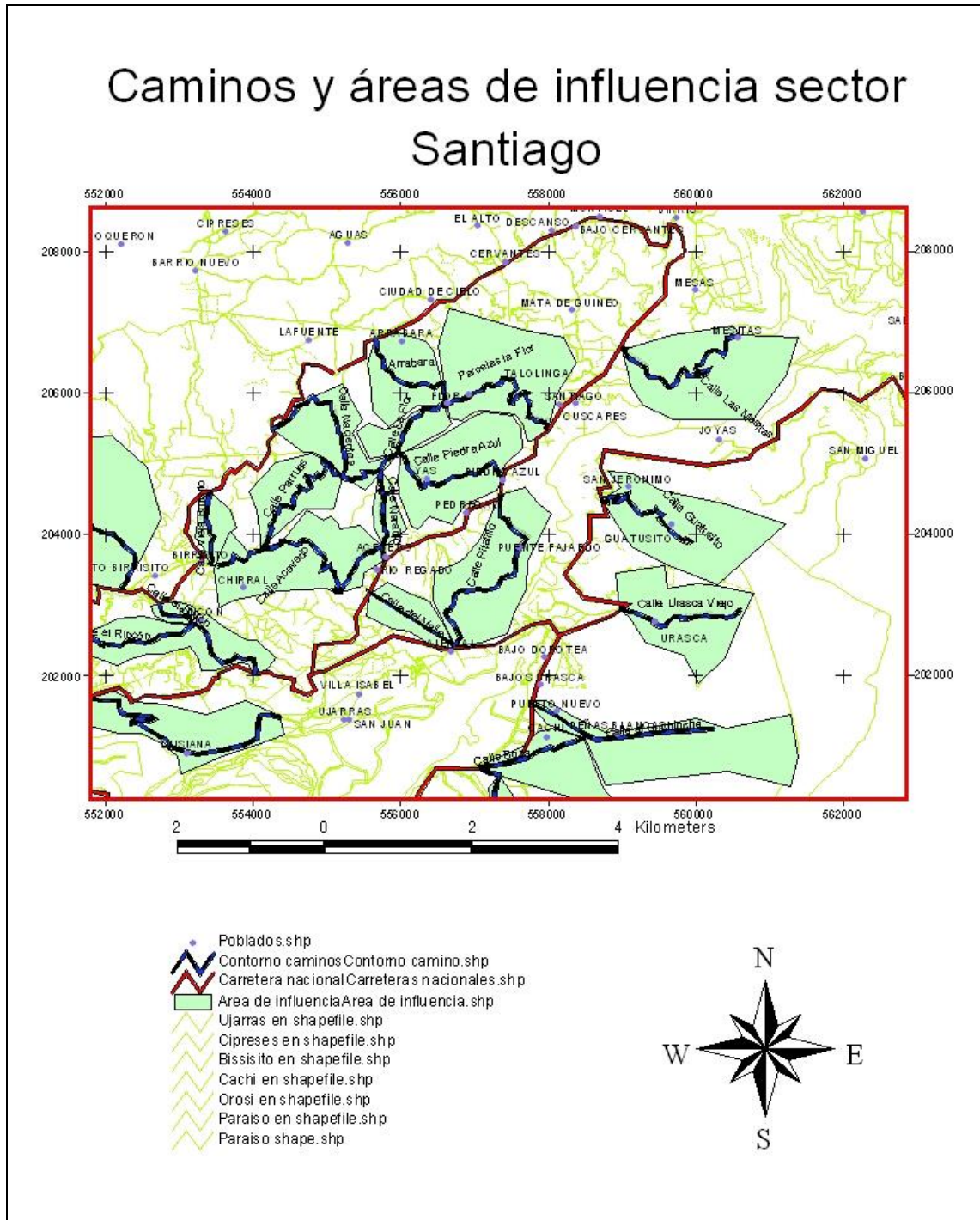


Figura 8. Caminos sector de Santiago

Mapas de elevaciones: Usando las ventajas de la digitalización de las hojas cartográficas y la utilidad Analyst 3d o analista de tercera dimensión del ArcView se modelan los datos bidimensionales para obtener datos continuos con profundidad. Es necesario tener una capa con información en eje z, sino no es posible usar esta utilidad. Usando un procedimiento para convertir la información de elevaciones o curvas de nivel para los TINs o Triangle Irregular Networks que darán superficies en tercera dimensión.

Se presenta una capa de poblados con sus nombres, la capa de los caminos estudiados y en la barra de los temas se presentan los rangos de elevación. Los caminos se presentan con sus códigos para evitar saturación de información. Se presenta la Figura 9, 10 y 11, Paraíso, Santiago y Orosi - Cachi respectivamente

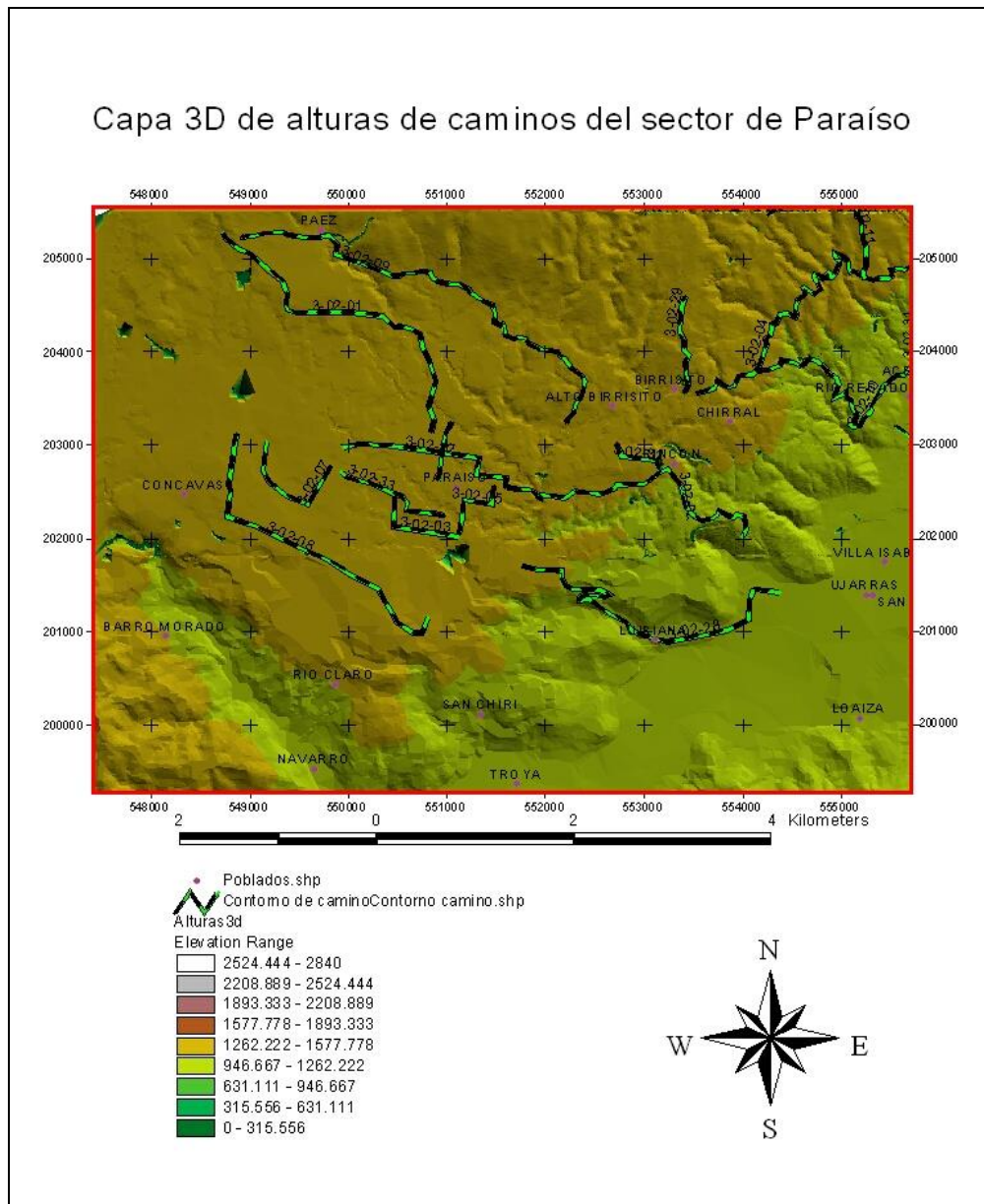


Figura 9. Perspectiva 3D del sector de Paraíso

Mapa 3D de alturas de los caminos sector Santiago

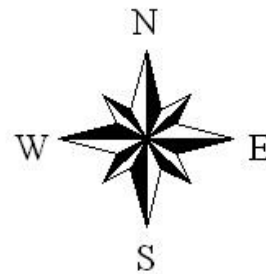
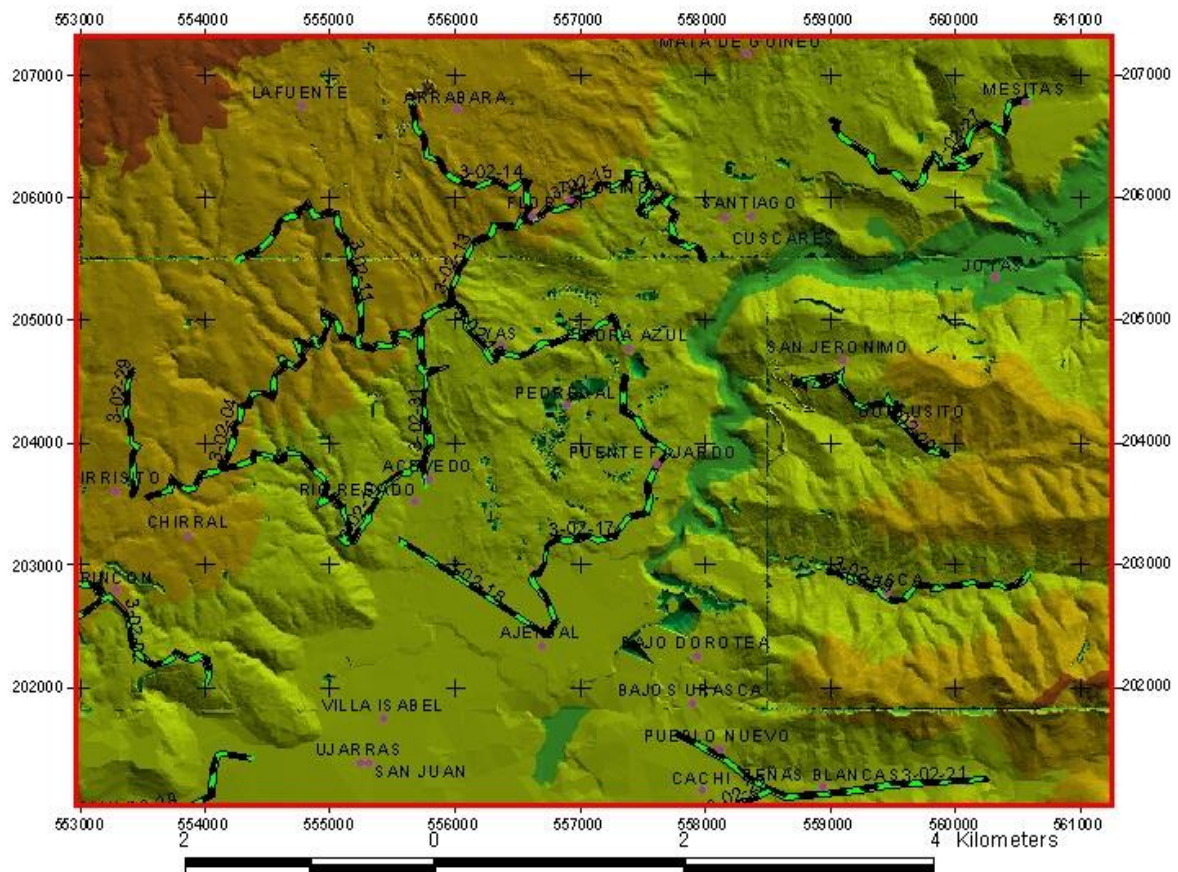


Figura 10 Vista 3D del sector de Santiago

Mapa 3D caminos sector Orosi-Cachí

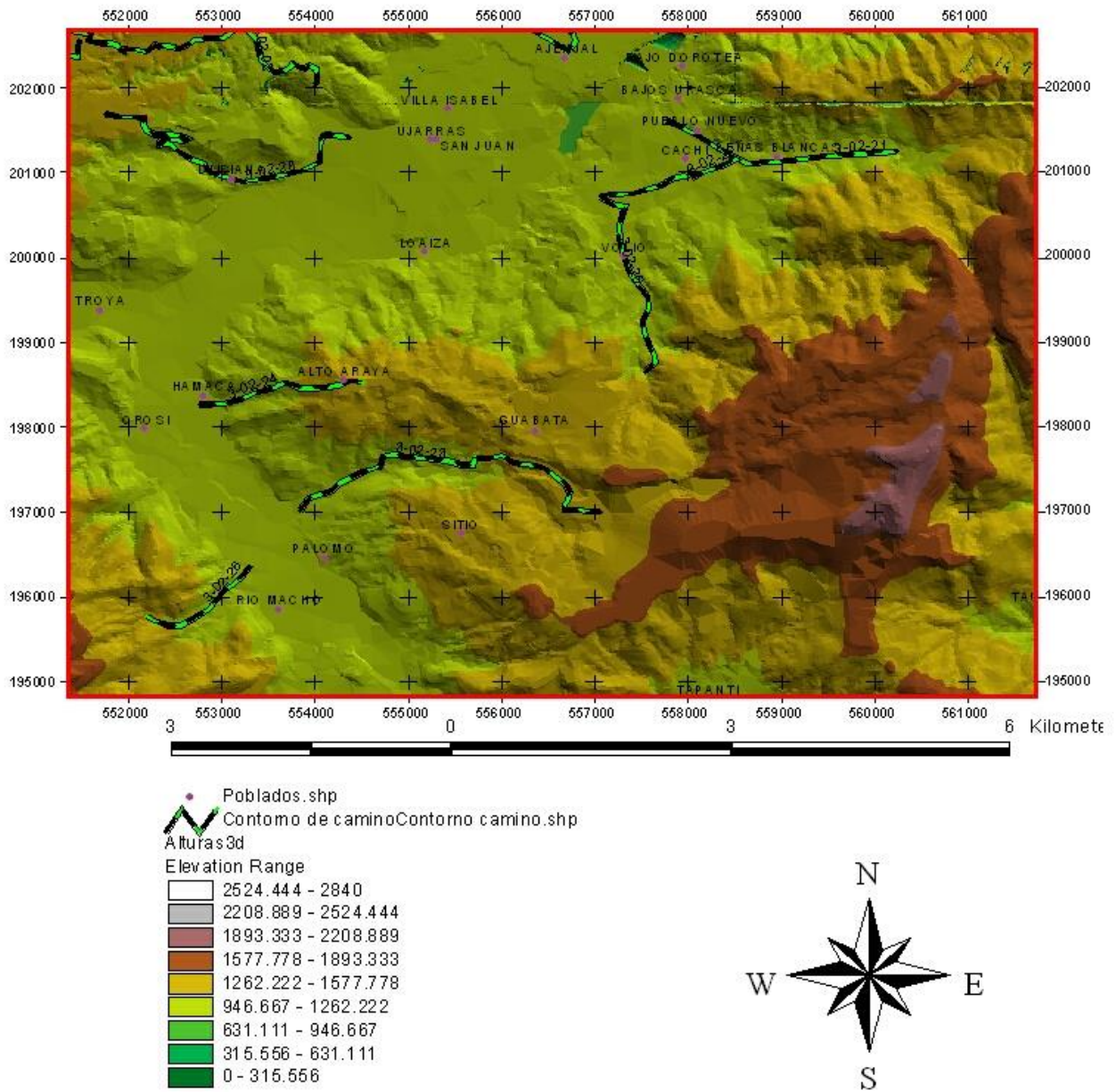


Figura 11 vista 3D del sector de camino de Orosi

Análisis de pendientes extremas: Las pendientes extremas son la causa más común del deterioro de las vías. La tracción de los vehículos aumentado por la velocidad de los flujos de agua sobre la vía dan por resultado una cuota mayor en la factura por mantenimiento. Se presenta una lámina donde se muestra con colores y un tema en tercera dimensión de los lugares donde hay pendientes extremas. Los colores más rojos o intensos representas zonas de alta pendiente. Deben tomarse en cuenta los colores que representan inclinaciones no adecuadas intersecándose con los caminos propuestos. Estas intersecciones son puntos calientes donde el ingeniero debe poner más atención a la hora de planificar su trabajo. La leyenda de la lámina muestra los valores en grados.

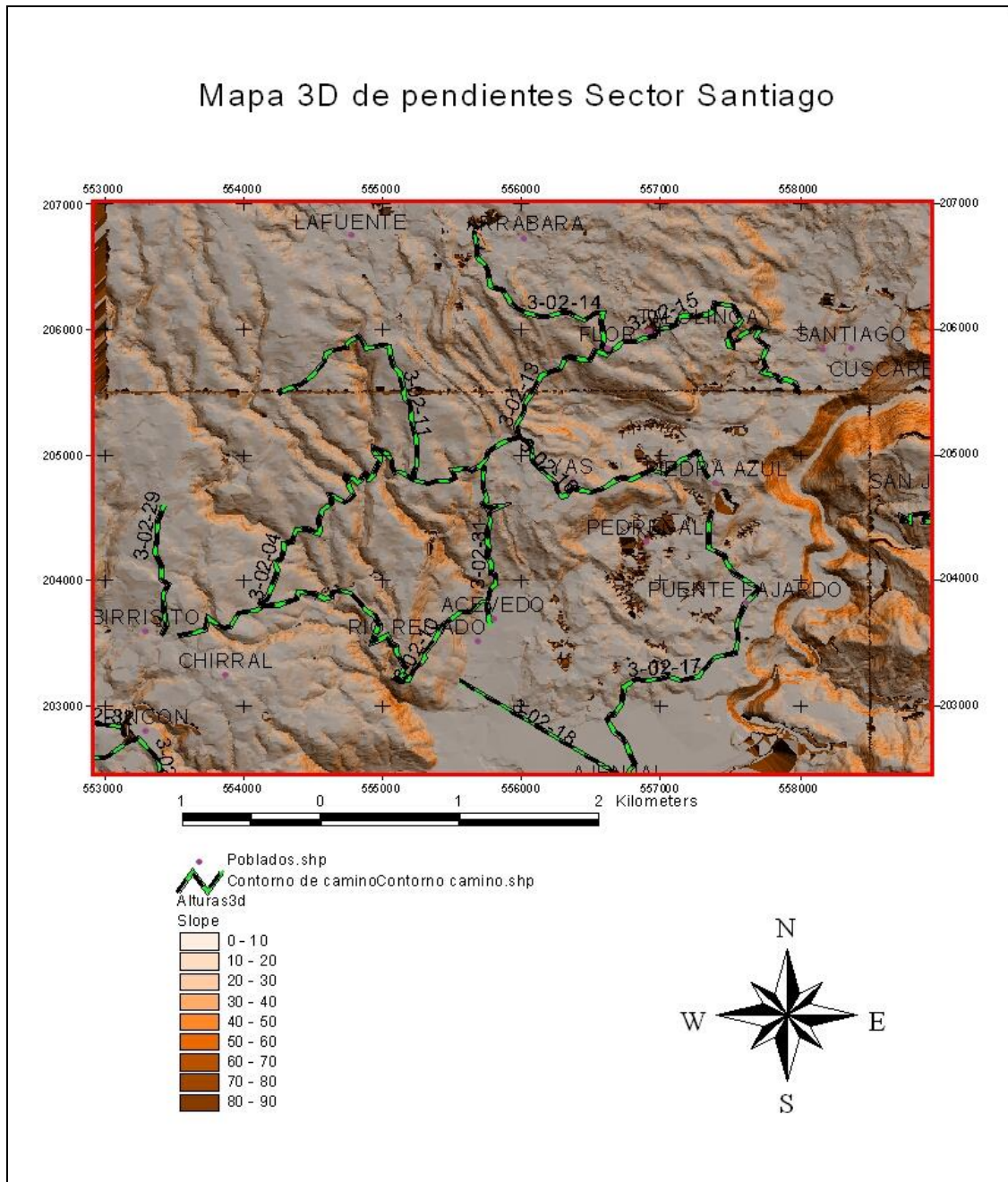


Figura 12. Mapas de pendientes extremas del Santiago

Análisis espacial del sector de Ujarrás usando ArcView 3D Studio: Un análisis muy interesante es el estudio de la cartografía en tercera dimensión, una ventaja que se usa recientemente gracias a las computadoras de alta capacidad. Sin duda se cuenta hoy con una herramienta muy útil sacada de los tableros tácticos de los principales ejércitos del mundo, utilizada para fines benéficos. El análisis en 3D puede ser una poderosa herramienta política a la hora de promocionar un plan vial pues pone de una manera muy cercana a la realidad la situación que el ingeniero expone de forma que los políticos y público puedan entender. Pero, por el momento, se muestran dos ejemplos del sector de Ujarrás que pueden ser útiles para ilustrar las capacidades del software. La inquietud queda para otros estudiosos de los SIG que continúen este trabajo usando perspectivas 3D. Se presentan las figuras 14 y 15.

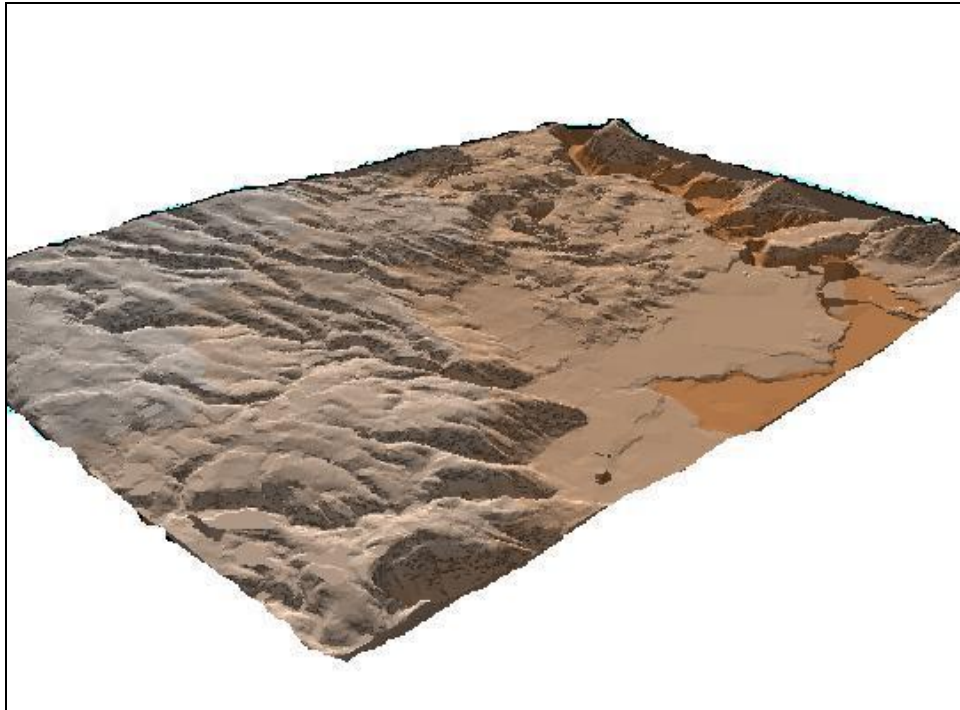


Figura 13 Vista 3D sector de Ujarrás

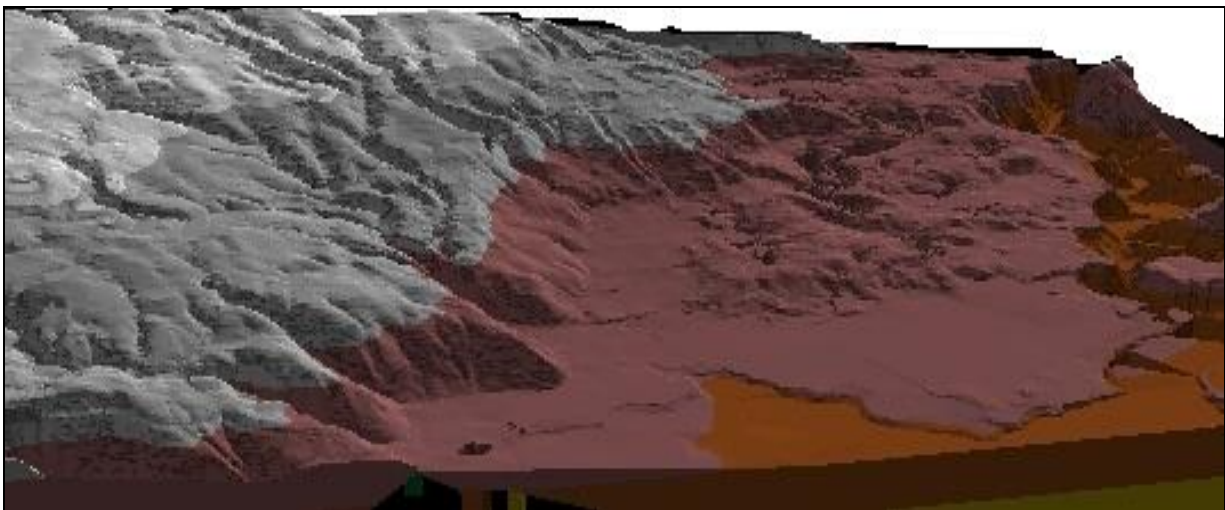


Figura 14 Vista 3D de sector de Ujarrás

Estado de la red vial estudiada según método del MOPT

Para este análisis se usaron las disposiciones vigentes del Capítulo VII del Proyecto Reglamento de Especificaciones Técnicas para realizar el inventario y evaluación de la red vial cantonal del Ministerio de Obras Públicas y Transportes Dirección de Planificación Sectorial Proyecto MOPT/ GTZ.

El análisis del estado de la red vial se debe basar en su clasificación funcional correspondiente; calles urbanas (en este caso travesías, caminos vecinales y caminos no clasificados. Como parte de este estudio se analizaron los caminos debidamente clasificados.

El análisis se hizo con los valores de estado de superficie de ruedo y de estado de estructura de los drenajes.

En la recolección de datos se previó una diferenciación de 5 criterios para la evaluación del estado. Estos se enlistan seguidamente

- Muy Malo
- Malo
- Regular
- Bueno
- Excelente

Estos mismos criterios califican para el estado del sistema de drenaje.

Para realizar una valoración práctica del estado de la red se debe realizar una fusión del estado excelente y bueno en uno solo, regular queda sin variación y malo y muy malo quedan

en uno solo de tal manera que se resumen en tres criterios:

- Excelente.
- Regular.
- Malo

A pesar de que existe una gran variedad de elementos que componen una vía, el estado general de un camino se evalúa con base en dos criterios principales: el estado de la superficie de ruedo y el estado del sistema de drenaje. La existencia del sistema de drenaje es garantía de durabilidad y estabilidad, por lo que, para la evaluación final de cada camino, este criterio se pondera con $\frac{3}{4}$ (75%), mientras que la superficie de ruedo se pondera con $\frac{1}{4}$ (25%).

CUADRO 36. CARPETA Y DRENAJE.		
Nombre coloquial camino	Estado sup ruedo	Estado estructura de drenaje
Corredor Sur	3	3
Calle La Flor	1	1
Corredor Barrio San Antonio	3	3
Corredor urbano norte	3	3

Corredor Barrio los Solares	3	3
Calle Nacientes	3	2
Calle Boza	2	3
Calle el Caiz	2	2
Corredor la Unidad	4	3
Calle el Bochinche	3	3
Calle del Valle	3	3
Calle Vieja Birrisito	3	2
Calle Juco	1	2
Corredor Llanos de Santa Lucia	1	2
Calle Piedra Azul	2	1
Calle el Rincón	4	3
Parcelas la Flor	1	2
Calle Urasca Viejo	3	2
Calle el Calvario - Picacho	3	2
Calle Guatusito	3	2
Calle Mero	2	2
Calle Acevedo	3	2
Arrabara	3	2
Calle Pitalillo	3	2
Calle Las Mesitas	2	2
Parcelas el Cerro	2	2
Calle el Swich	2	2
Calle Volio	3	2
Calle Parrúas	2	2
Calle Naranja	2	2
Calle Altos de Araya	2	2
Calle Guabata	2	2
Promedio	2,46875	2,21875
Estado	Malo	Malo
Ponderación	25%	75%
Calificación	40 %	40%
Califica x ponderación	10 %	30%
Calificación final	40%	Estado Malo

Luego de realizar el cálculo para la calificación general de la vía, el estado general de la vía se obtiene con base en los siguientes rangos de calificación:

Estado rango de calificación

Bueno 80 a 100
Regular 60 a 79
Malo < 60

En el cuadro anterior cuadro se muestra la forma de evaluar el estado general de un camino: Componente del camino Estado Calificación:

Sistema de Drenaje 2 (malo)= 40 %
Superficie de Ruedo 3 (regular)= 60 %

Calificación del estado general del camino mostrado en el cuadro 17:

El promedio de estado de carpeta y drenaje es igual a 2.46 y 2.21 respectivamente, por lo tanto, se considera con una calificación de 40 % para cada uno.

Como el drenaje se considera un 75 % y la carpeta un 25 % de la calificación se tiene la siguiente operación:

$$\% \text{ nota} = 40 \% \times 0.75 + 40 \% \times 0.25$$

$$\% \text{ nota} = 40\%$$

Dado que la calificación del estado general es igual a 45, el estado general de la red de camino es MALO.

Esto se detalla más en las figuras 4 y 5 .

Representación del estado general de la red de vías públicas

El estado general de la red de vías públicas de cada cantón se debe presentar luego en un cuadro integrado, en el que, en forma diferenciada se presenten los resultados actualizados anualmente, como se muestra en el ejemplo a continuación:

ESTADO GENERAL DE LA RED VIAL CANTONAL

Cantón: 3-02-Paraíso Cartago.

Clasificación MALO

Travesías Urbanas: Regular

Caminos Vecinales: Malos

Análisis de resultados

En este capítulo se brindan los resultados alcanzados en este estudio. Como la naturaleza de este conlleva una gran cantidad de datos y dadas las condiciones de tiempo se analizaran los más importantes.

Si en el marco de un trabajo cuyo tema es el análisis de una red básica de caminos vecinales es de esperar que se tenga una herramienta visual que permita ubicarse y ver las distintas variables que intervienen en la situación.

Quizás un inconveniente de la actual administración de Gestión Municipal del MOPT y la Oficina de Planificación Sectorial es la poca transferencia del conocimiento acerca de los SIG a las oficinas de las Unidades Técnicas de Gestión Vial Municipal. Además del poco interés de los funcionarios municipales por aprender por su propia cuenta los beneficios de estos sistemas.

Los SIG ayudan a construir modelos o representaciones del mundo real a partir de bases de datos digitales. Los caminos vecinales son ejemplo clásico de aplicación de los SIG.

Esta base de datos gráficos y alfanuméricos son una base para este y otro interesado que quiera retomarlas, ampliarlas y adaptarlas para obtener un producto más puro y más aplicable a la problemática actual.

Haciendo una investigación en la municipalidad, específicamente en el Departamento de Catastro, se encontró un primer intento de inventario vial, el cual es bastante interesante a pesar de las limitaciones de hace 30 años.

En si es una hoja que muestra el boceto del funcionario donde apunta los elementos más llamativos de un camino X, Este levanta los

derechos de vía, tipo de material usado, mide el frente de las propiedades y de ahí sumando

ambos márgenes obtiene un valor muy aproximado de la longitud del camino.

Para mostrar los resultados de un inventario y de un plan de mantenimiento es necesario tener una producción de dibujos o mapas de un alto nivel pictórico, que sea accesible a un lector poco enterado o entrenado a la hora de interpretar mapas.

El programa disponible es el ArcView 3.3 aunque, existen otros programas y nuevas versiones del ArcView.

Los SIG y los CAD tienen muchos datos en común, dado que ambos manejan los contextos de referencia espacial y topología. Las diferencias consisten en el volumen y la diversidad de la información además de la naturaleza especializada de los métodos de análisis de los SIG.

En este proyecto la captura de datos se realizó utilizando una base de datos llamada "Generalidades de Caminos". Esta es montada desde Microsoft Access XP y es conectada al ArcView mediante la función SQL Connection y relacionada con las tablas de atributos de los contornos de caminos. La tecnología de los SIG está muy limitada si no se cuenta con el personal que lo desarrolla y lo opera. Y establece planes para operarlo en el mundo real. Ahora con las facilidades de la Internet y la democratización de la información no hay excusa para no aprender las maravillas de la ofimática. Es cuestión de encontrar un buen tutorial de acuerdo con el nivel del usuario. Esto se puede hacer totalmente gratis, solo se necesita las ganas de hacerlo.

El uso y la toma de decisiones basadas en un SIG estará de acuerdo con un plan de ejecución del mismo que tratará de maximizar su potencialidad. En este trabajo se propone un procedimiento de búsqueda de la información, recolección de datos, almacenamiento de datos y despliegue analítico de la información que se

puede aplicar en cualquier Unidad Técnica de Gestión Vial de Costa Rica. En este trabajo se muestran dos tipos de atributos de la información Geográfica propuesta. Un atributo gráfico donde los objetos son representados por medio de puntos, áreas y líneas. Se pueden consultar las capas "contorno de caminos .shp", esta es la línea; la capa "áreas de influencia .shp" es un área y las capas de poblados e industrias se consideran puntos. Los atributos no gráficos también llamados atributos alfanuméricos es la base de datos levantada en Access XP y se relaciona con la tabla de atributos de la capa "Contorno de Caminos".

Que espera el autor al usar un SIG en lugar de un sistema convencional de papel o mapas:

- Convertir datos digitales en otros formatos.
- Respuestas a problemas particulares.
- Despliegue en pantalla de los datos.
- Planos y mapas usando una impresora.
- Listados y reportes.

Al interesado que quiera aplicar un GIS en su comunidad debe tener algo de suerte a la hora de buscar la información.

En este caso se cuenta con las bases del Instituto Geográfico Nacional (IGN) que presenta la mayor parte de zona habitada de Paraíso.

Estas hojas se presentan con un área que abarcaría la hoja 1:10000 y son bastante útiles por sus detalles.

Como se explicó en capítulos anteriores, estas bases de datos gráficas están bastante completas y relativamente actualizadas.

El problema se da en la zona de Orosi y Cachí específicamente la Hoja Tapantí la cual está en un formato 1:50000. A esta le faltan capas importantes como infraestructura y la visual además su grado de detalle no es el óptimo.

De ahí que el autor modifica las capas del proyecto del catastro municipal usando el AutoCAD 2002, obteniendo el grado de detalle necesario de las hojas 1:10000 en una hoja 1:50000.

Las capas del Atlas de Costa Rica 2004 del ITCR son bastante útiles y complementan las de IGN. Las capas levantadas por el autor como resultado del proyecto se explicarán más adelante con más detalle.

Para los paraiseños el hecho de trasladarse a pie, en bicicleta, en autobús o vehículo es una

aventura. Esta realidad cubre los demás cantones como una epidemia nacional.

En Paraíso no se cuenta con inventario de caminos y actualizado como lo requiere el MOPT. Se estima que un 27 % de los caminos vecinales no están inscritos. Este porcentaje representa una cantidad grande de ingresos que la Municipalidad no percibe para mantenimiento de caminos.

Ante este panorama se necesita una solución concienzuda y no precipitada para enfocar los recursos escasos a mitigar esta situación.

Primero que todo se necesita reconocer cuáles caminos son los más importantes y cuáles no. Esto se le conoce en los ámbitos del MOPT como la definición de la Red Rural Básica que consiste inicialmente en identificar los caminos que son la estructura cervical de la red.

Inicialmente se proponen 32 caminos que por experiencia de los funcionarios municipales y del autor, como del sentir colectivo. Son indiscutiblemente públicos y en su mayoría corresponden a comunidades como única ruta de acceso.

Este tipo de análisis es difícil de aplicar cuando se consideran rutas urbanas o calles urbanas pues muchas de estas solo benefician a los vecinos que viven en este sector y no son útiles a la mayoría de los habitantes de la comunidad.

Por eso se han definido las travesías urbanas. Estas son modeladas como caminos en las calles cuadrante, donde son usadas mediante un proceso de años de ensayo y error por las personas para moverse dentro de la ciudad.

En el proceso de análisis se muestra que estas vías tienen un deterioro mayor pues cargan con más tránsito y son vías alternas para buses y vehículos pesados.

En el cuadro de la lista preliminar de caminos se incluye el nombre coloquial de estos, el distrito donde se ubica, una descripción principal o una de sus funciones.

Además del nombre se le asigna un código que no es más que un nombre numérico que relaciona los atributos del ArcView con la base de datos montada en Access XP.

Analizando la longitud de los caminos de Paraíso se puede ver que ninguno supera el 7 % de la red propuesta ya que son caminos relativamente cortos, es decir, una fragmentación

de rutas que son causa de la configuración vial de cantón.

En la Figura 1 se muestra un plano generado con el SIG .En este se representa una capa con estrella roja para designar a los pueblos más relevantes. Además se inserta una capa con una línea roja que representa las carreteras nacionales del cantón.

Como se puede ver las rutas nacionales tienen una tendencia noroeste y son casi paralelas entre sí, por lo que deja a los poblados casi siempre entre dos rutas nacionales para escoger. Excepto Cachí y Orosi que poseen ríos y un embalse grande del ICE que los separa de las demás rutas.

Si se usa la escala del mapa se nota que los poblados están, en promedio, a kilómetro y medio en línea recta de alguna ruta nacional. Esto plantea la necesidad de tener rutas cantonales paralelas a las nacionales. Por lo tanto , se puede decir que estos poblados se abocaron a construir caminos de conexión perpendiculares a las rutas nacionales que son más cortos, y forman idealmente el concepto de red .El modelado de estos caminos lo representa la capa línea de ubicación de color verde.

Un poblador de Birrisito , Río Regado o del Yas tiene más de dos opciones para realizar un recorrido.

Otro caso especial que se da es el de los vecinos de Cachí y Orosi. Los caseríos o poblados se dan en caminos de penetración a la zona montañosa. Tienen una sola salida y tienen gradientes extremas y sus longitudes son de dos kilómetros en promedio. Sus entronques son hacia carreteras nacionales y no se da el efecto de red.

Los tipos de material utilizados son dos categorías lastre o tierra y mezcla asfáltica. Lastimosamente no se aplican TSB multicapa, ni pavimentos rígidos. Las pocas aplicaciones de TSB se han deteriorado por la falta de recapeos de mantenimiento y de bacheos con mezcla asfáltica.

Poseen un 64 % de vías de lastre o tierra y un 36 % de mezcla asfáltica. Existen casos de tramos con carpeteo de mezcla asfáltica en las pendientes, lo que significa un mayor costo del mantenimiento. En muchos lugares, las partes en lastre son más cómodas de transitar que las pendientes con asfalto.

Analizando los derechos de vía y los carriles se determina que las vías cantonales de

Paraíso son peligrosas .El 69% de las vías son de un solo carril (menos de 5 metros), es decir que en lugares sinuosos y montañosos el rebase o la intersección de dos vehículos en una vía es bastante riesgoso Por lo tanto, se concluye que es necesario ampliar la mayoría de los caminos de Paraíso.

Ubicación de las principales poblados con respecto a las rutas nacionales

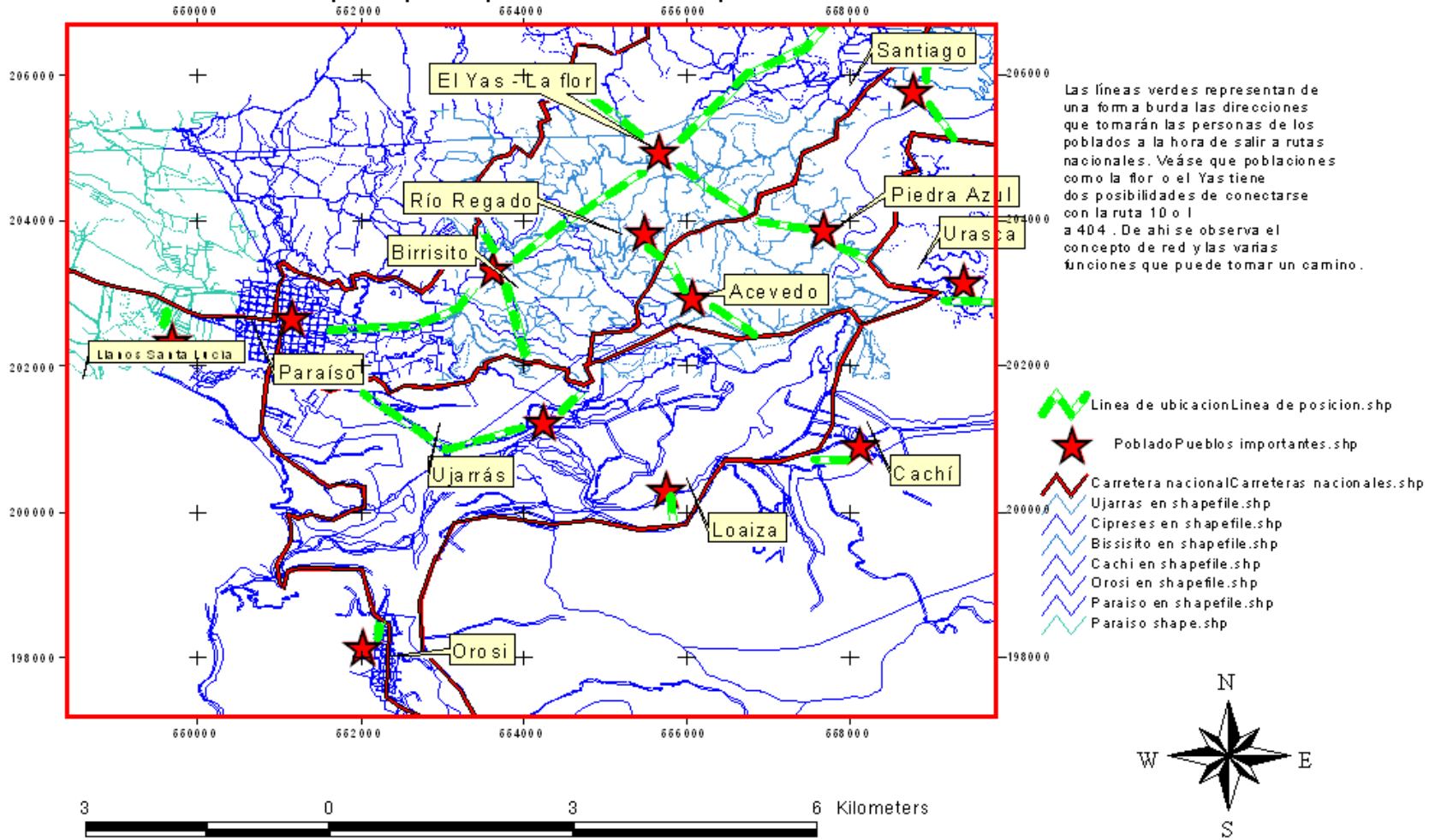


Figura 1. Configuración de los poblados con la disposición de las carreteras nacionales.

Los derechos de vía, específicamente sus elementos, en un 100% de los linderos están bien definidos. Esto explica el 34 % de caminos que son sospechosos de haber sido invadidos y el 84% que necesita algún tipo de obra de ampliación. Ante este problema de vías en un solo sentido se plantea como solución la mitigación que consiste en la construcción de bahías. En los resultados se demuestran que solo existen en un 6%.

Las aceras están presentes en un 16 % .Este dato es engañoso pues se están considerando las travesías urbanas donde debería haber aceras. El faltante de infraestructura para el peatón es un problema grave. Se calculó si los caminos cumplen con los requerimientos de la Ley 7600 y se obtuvo que ninguno los cumplen. Es decir que los caminos vecinales son peligrosos para los peatones y más para las personas con discapacidad.

En el Inventario específico se presentan datos que exige el MOPT y datos propuestos por el autor para este trabajo. Un dato interesante levantado es el valor estratégico. Este se evalúa de 1 a 5 en la escala propuesta. Lo interesante es que los valores más altos se dan en caminos que son un poco relegados o tienen poco desarrollo socioeconómico. Lo que parece lógico pues este campo mide las potencialidades de una zona o de un camino para el crecimiento.

Un detalle interesante encontrado para la velocidad real de operación es que en la literatura consultada le dan poco o nula importancia a la velocidad de diseño en un camino vecinal, pues los cortos radios de giro, los inexistentes peraltes y estrechos derechos de vía, sugieren que hay que conducir a baja velocidad sumado al estado de la carpeta de rodamiento.

Al respecto se obtuvo que existe un pico o una calle que está en buen estado (Calle El Rincón). En esta se puede transitar en cómodos 50 Km /h con comodidad no así en el camino destrozado de Parcelas la Flor con pendientes extremas, donde se puede ir a 20 KPH máx. . En fin, se analizaron las velocidades de operación y se determinó que el promedio de velocidad en los caminos vecinales de Paraíso es de 32.18 KPH.

El estado de la superficie de ruedo es uno de los campos más importantes desde el punto de vista del usuario. Se posee un 11% de caminos muy deteriorados lo que es peligroso para vehículos y personas; un 31 % son irregulares con deformaciones de la base e infiltraciones del

drenaje; un 42 % tiene baches continuos un 17% con pequeñas corrugaciones y 0% en perfecto estado.

Esto indica -sin analizar el estado de las vías según el MOPT- que los caminos vecinales están en muy mal estado y requieren una intervención no solo de mantenimiento, sino de reconstrucción. Esto puede valer miles de millones de colones que el municipio no tiene.

El estado de la superficie de drenaje presenta una situación parecida. Existe un 66% de drenajes en mal estado o inadecuado para el caudal de operación, un 28 % están erosionadas y un 0 % en buen estado o bien diseñadas. El autor atribuye el mal estado de la estructura de drenaje a dos causas: Malos o inexistentes diseños de diámetros y caudales. En los casos donde existan. El hecho de no haber cunetas o pasos de agua implica que las aguas correrán la vía erosionando y haciendo intransitable la vía. Hay que recordar que el primer enemigo del camino es el agua.

El MOPT prioriza la intervención de los caminos usando un criterio llamado el IVT-S, el Índice de Viabilidad Técnico Social. Este determina la importancia relativa de un camino dentro de un cantón de condiciones similares. Como parte del estudio se analizaron 28 campos

Los resultados se tabularon y se ponderaron según las disposiciones del reglamento para realizar el inventario y la evaluación de la red vial cantonal.

Al respecto se obtuvo que los corredores urbanos sean los más calificados. Esto se puede explicar por la mayor cantidad de personas y por los servicios que posee, lo que hace saltar los IVT-S dando valores un poco alterados o desviados.

Este criterio devalúa los caminos con poco desarrollo pero con áreas de influencia muy grandes o sistemas de carpeta y drenaje muy deteriorados.

Un sistema de priorización basado únicamente en el IVT-S no es totalmente confiable por lo que se debe tomar en cuenta otros criterios levantados y que tienen una gran importancia.

El análisis del estado de la red según el método del MOPT se hizo con la finalidad de comparar los resultados obtenidos con en el inventario específico y los criterios del MOPT.

Aplicando el algoritmo propuesto se le da una nota a la red propuesta una nota de 10 %

en la escala de 1 a 100%, es decir, un estado MALO.

Específicamente las travesías urbanas se encuentran en un estado regular y los caminos vecinales en un estado malo.

Tomando la longitud total más el estado de la superficie de ruedo, el estado de los drenajes, las áreas de influencia, En este calculo ITV-S se podrá calcular una nota prioritaria. En este calculo el cual el IVTS representa un 60% de la ponderación .Los demás criterios representan un 10% cada uno. Con esto se propone una nueva forma de priorización menos afectada por la variable social.

Al tabular los datos se obtuvo según la priorización por variable social, el siguiente orden: Calle la Flor, Calle el Caiz y Calle las Nacientes. Se cumple el cometido de aplicar una mayor justicia a la hora de aplicar los recursos. Este IVT-S más que un criterio socioeconómico es un criterio político y los ingenieros deben obedecer y hacer sus trabajos y estudios usando criterios técnicos. Analizando descendientemente la nota prioritaria se asignaron los órdenes de prioridad para planificar las obras de mantenimiento.

Como ya se ha mencionado, el Gobierno de la Republica asigna anualmente un promedio de 120 millones de colones a la municipalidad de Paraíso por concepto de la Ley 8114. Por lo tanto la aplicación de los recursos y sus objetivos se hizo tomando en cuenta este valor.

A partir del criterio o de los rendimientos aproximados se determinaron los costos propuestos para el mantenimiento. De esta forma se determino 0.2 ton por metro lineal de camino con mezcla asfáltica y 1 m³ de lastre por metro lineal para calles en este material. Los costos son aplicados a las longitudes de estos y de ahí se calcula el plan anual operativo por 7 años. Estos valores deben ser continuamente revisados y este inventario anualmente depurado.

El empleo de las herramientas informáticas puede ser muy eficiente y beneficioso para el desarrollo de las comunidades. Mientras se mantenga una actualización y depuración continua de las bases de datos, los SIG funcionarán bien y serán un recurso importante para la toma de decisiones.

Un SIG no actualizado está destinado al fracaso y al desuso. Los datos que proporcione deben ser analizados e interpretados técnicamente.

Se recomienda hacer un levantamiento total de los caminos vecinales para lo cual las bases de datos gráficas actuales no son suficientes, por lo tanto, se deben completar usando los GPS. Además de actualizar las bases de datos sobre los caminos vecinales, el sistema GPS puede aprovecharse para actualizar las bases de datos sobre los sistemas de acueductos y bienes inmuebles.

Así el SIG brinda información real actualizada en el momento oportuno sobre el cantón donde se esté aplicando dicho sistema. Por lo tanto, esta tecnología se podría utilizar de forma benéfica para cualquier comunidad

Conclusiones

La mayor utilidad de un sistema de información geográfico está íntimamente relacionada con la capacidad que posee éste de construir modelos o representaciones del mundo real a partir de las bases de datos digitales. Esto se logra aplicando una serie de procedimientos específicos que generan aún más información para el análisis.

- La red rural básica propuesta tiene una longitud de 72.6 kilómetros y ningún camino supera el 10 % del total, es decir, es una red muy segmentada.
- La mayoría del material usado en las estructuras de los caminos es el lastre en un 64 % y la mezcla asfáltica en un 36 %.
- Se muestran que un 69 % de las vías son de un solo carril, un 28 % de los caminos tienen 2 carriles y un 3% tienen 3 o más.
- Se determina que un 100 % de los caminos escogidos sí tienen sus linderos bien definidos
- Las invasiones se presentan en un 34 % de la muestra.
- Con agresivo plan de recuperación de derechos de vías y expropiación se podrá ampliar la red. Esta tiene una potencialidad del 84 %.
- Existe un 6 % de caminos que cuentan con bahías.
- De la muestra solo un 16 % tiene aceras.
- Ningún camino cumple con la Ley 7600.
- Los valores más altos de valor estratégico se dan en Corredor urbano Norte y calle parcelas el Cerro.
- La velocidad promedio es de 32 Km /h para los caminos de la muestra.
- La superficie de ruedo en un 11 % está muy deteriorada, un 31 % está muy irregular, un 42 % con baches, un 17 % con pequeñas corrugaciones y 0 % esta en excelente estado
- Un 6 % de las alcantarillas están en malísimas condiciones , un 66% en malas condiciones, un 28% están dañadas o

- erosionadas y ninguna está en excelente estado.
- Los caminos con el mayor Índice de viabilidad técnico social son Corredor Sur y Calle la Flor, con 75 y 74 de 100 respectivamente.
- Usando la nota prioritaria propuesta debe intervenirse primeramente el camino Calle La Flor.
- El cultivo del café, el cultivo del Chayote y el urbano son los usos más comunes del suelo en las áreas de influencia propuestas.
- En el primer año del plan propuesto se debe aplicar el presupuesto en las calles La Flor, Calle el Caiz, calle las Nacientes y corredor urbano Norte.
- Usando el GIS se pueden presentar láminas donde se muestran las áreas de influencia, caminos, relieve en 3D y un mapa de pendientes extremas.
- Según el análisis usado en MOPT se establece que el : ESTADO GENERAL DE LA RED VIAL CANTONAL Cantón: 3-02-Paraíso Cartago..Clasificación MALO, Travesías Urbanas: Regular , Caminos Vecinales: Malos

Referencias

- GTZ. 1998. CONSERVACION DE CAMINOS.
Costa Rica. GTZ. 484p
- Manuales técnicos, tutoriales del siguiente software: ArcView 3.3. Microsoft Access XP.
- MOPT. 1990. CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA DE TRANSPORTE DE COSTA RICA. Costa Rica. MOPT. 238 p
- Naranjo, F. 2002 . AUTOCAD 200 EN DOS DIMENSIONES, Costa Rica. Editorial EUNED 136 p Ortiz, E, et al. SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA. Costa Rica. Maxsoft.212p.
- Rivas, M. 1984. MANUAL DE DISEÑO DE CAMINOS VECINALES. Costa Rica. Escuela Ingeniería en Construcción ITCR. 115p
- Techaren, R. 1969. MANUAL DE CAMINOS VECINALES. México. 387p
- Molina, E 1984 . MANUAL DE MANTENIMIENTO DE CAMINOS VECINALES. Costa Rica. ITCR. 122 p