

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ÁREA INTEGRADA**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**ESTUDIO DE CUATRO VARIABLES ASOCIADAS A LA PRECISIÓN DE  
COORDENADAS TOPOGRÁFICAS GPS, EN EL LEVANTAMIENTO CATASTRAL,  
EN EL MUNICIPIO DE SAN JERÓNIMO BAJA VERAPAZ, GUATEMALA C.A.**

**HÉCTOR RODERICO SAMAYOA TURCIOS**

**GUATEMALA, OCTUBRE DE 2011**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ÁREA INTEGRADA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**ESTUDIO DE CUATRO VARIABLES ASOCIADAS A LA PRECISIÓN DE  
COORDENADAS TOPOGRÁFICAS GPS, EN EL LEVANTAMIENTO CATASTRAL,  
EN EL MUNICIPIO DE SAN JERÓNIMO BAJA VERAPAZ, GUATEMALA C.A.**

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR**

**HÉCTOR RODERICO SAMAYOA TURCIOS**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO**

**INGENIERO**

**EN**

**ADMINISTRACIÓN DE TIERRAS**

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE**

**LICENCIADO**

**GUATEMALA, OCTUBRE DE 2011**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**RECTOR MAGNÍFICO**

**LIC. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

<b>DECANO</b>	<b>Dr.</b>	<b>Lauriano Figueroa Quiñonez</b>
<b>VOCAL PRIMERO</b>	<b>Dr.</b>	<b>Ariel Abderramán Ortíz López</b>
<b>VOCAL SEGUNDO</b>	<b>Ing. Agr. MSc.</b>	<b>Marino Barrientos García</b>
<b>VOCAL TERCERO</b>	<b>Ing. Agr. MSc.</b>	<b>Oscar René Leiva Ruano</b>
<b>VOCAL CUARTO</b>	<b>Br.</b>	<b>Lorena Carolina Flores Pineda</b>
<b>VOCAL QUINTO</b>	<b>P. Agr.</b>	<b>Josué Antonio Martínez Roque</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>Ing. Agr.</b>	<b>Carlos Roberto Echeverria Escobedo</b>

**GUATEMALA, OCTUBRE DE 2011**

Guatemala, octubre de 2011

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros.

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación: **Estudio de Cuatro Variables Asociadas a la Precisión de Coordenadas Topográficas GPS, en el Levantamiento Catastral, en el Municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz, Guatemala C.A.**, e informe de diagnóstico y servicios realizados en el Registro de Información Catastral (RIC), con sede en San Jerónimo Baja Verapaz, como requisito previo a optar al título de Ingeniero en Administración de Tierras, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**

f. \_\_\_\_\_  
Héctor Roderico Samayoa Turcios.

## ACTO QUE DEDICO

A:

**DIOS**

Por su inmenso amor y grandes bendiciones.

**MIS PADRES**

**José Mercedes Samayoa Carrera**, por enseñarme a ser un hombre de bien, mostrándome que a pesar de la vida modesta en la que crecimos existían personas con mayores limitantes, compartiendo lo poco que tenía con los más necesitados. Lo llevaré siempre en mi corazón. (Q.E.P.D.). **María Berta Turcios González**, Por su amor de madre y preocupación de velar en todo momento por el bienestar de nuestra familia, mil gracias. Que este logro sea prueba de que con Dios todo es posible.

**MIS ABUELOS**

**Estanislao Samayoa y Vicenta Carrera**, porque sus actos describen más que mil palabras, por ser el testimonio de amor hacia la familia. **Vicente Turcios y Berta Gonzalez** (Q.E.P.D.) Por haberme dado una madrecita tan bella y especial.

**MIS HERMANOS**

**Edvin José (Yapi) y Flor de María, (Mija)**. Por tantos momentos vividos, apoyándonos mutuamente buscando siempre la superación y el bien común, los admiro y los quiero mucho.

**MIS COMPAÑEROS**

Brayan, Israel, Víctor, Jorge, Mauro, Tello, Nancy, Andrea, por compartir tantas alegrías y preocupaciones durante nuestra etapa por la Facultad.

**MIS PRIMOS**

A Billy, Ariel, Chepito, Armindo, Lesslie, Wendy, Dario, Tita, Heydi, Darlin, Herlita, Marvin, Henry, Eddie, Walter, Gisela, Miriam, Tonito, Angélica, Beatriz, Ana María, Blanca, Herson, Alejandra, Juan Carlos (Q.E.P.D.). Como agradecimiento y motivación a seguir adelante en mis estudios.

**MIS PROFESORES**

**Ingenieros:** Ligia Monterroso, Pablo Prado, Guillermo Santos, Silvel Elías, Carlos López, David Juárez, Hugo Tobías, Lic. Pedro Celestino Cabrera, y a todo el claustro de catedráticos, gracias por haber contribuido en mi formación académica.

**MI FAMILIA Y AMIGOS EN GENERAL**

Como muestra de cariño y respeto.

# TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

DIOS

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

MIS PROFESORES

MI FAMILIA Y AMIGOS EN GENERAL

## AGRADECIMIENTOS

A:

Mis asesores:

Ing. Agr. MSc. Marvin Turcios Samayoa

Ing. Agra. MSc. Ligia Maribel Monterroso

Por guiarme en la ejecución del diagnóstico, los proyectos de servicios, en la investigación y elaboración del presente documento, gracias por dedicar parte de su tiempo en atender mis dudas y por estar siempre apoyándome.

El Registro de Información Catastral (RIC), por darme la oportunidad de llevar a cabo el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), así como al equipo en general que labora en dicha institución, muy agradecido.

Gracias también al Ph.D. Marvin Salguero por las observaciones oportunas en pro de mejorar la investigación realizada, al Ing. Agr. MSc. Ariel Turcios por el apoyo durante mi estadía como estudiante en la Facultad de Agronomía.

Universidad de San Carlos y Facultad de Agronomía, por ser la casa de estudios que me dio la oportunidad de poder desarrollarme académicamente.

Mis amigos en general y a todas las personas que de una u otra forma influyeron en la culminación de mi carrera.

## ÍNDICE GENERAL

### CONTENIDO

	PÁGINA
1.1 PRESENTACIÓN.....	2
1.2 MARCO REFERENCIAL.....	3
1.2.1 Ubicación Geográfica de la Aldea.....	3
1.2.1.1 Aldea San Isidro.....	3
1.2.1.2 Extensión territorial en metros cuadrados.....	4
1.2.1.3 Límites territoriales de la Aldea San Isidro.....	4
1.2.1.4 Vías de acceso, tipología y estado actual.....	4
1.3 OBJETIVOS.....	6
1.3.1 Objetivo General.....	6
1.3.2 Objetivos Específicos.....	6
1.4 METODOLOGÍA.....	7
1.4.1 Fase inicial de gabinete.....	7
1.4.1.1 Recopilación de información secundaria.....	7
1.4.2 Fase de campo.....	8
1.4.2.1 Recopilación de información primaria.....	8
1.4.3 Fase final de gabinete.....	8
1.4.3.1 Redacción de informe final.....	8
1.5 RESULTADOS.....	9
1.5.1 Antecedentes históricos.....	9
1.5.1.1 Historia de la comunidad.....	9
1.5.2 Características biofísicas.....	9
1.5.2.1 Zonas de vida.....	9
1.5.2.2 Temperatura, precipitación pluviométrica en mm, altura y evapotranspiración potencial.....	10
1.5.2.3 Fisiografía y Geología.....	12
1.5.2.4 Altitud.....	14
1.5.2.5 Pendientes.....	14
1.5.2.6 Recurso hídrico.....	17
1.5.2.7 Usos del recurso hídrico.....	17
1.5.2.8 Contaminación.....	17
1.5.3 Administración y tenencia de la tierra.....	19
1.5.3.1 Administración de tierras.....	19
1.5.3.2 Tenencia de la tierra.....	19
1.5.3.3 La Aldea San Isidro administrada bajo el régimen de tenencia comunal.....	20
1.5.3.4 Discrepancias encontradas en la tenencia de la tierra.....	20

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
1.5.3.5 Acceso a la tierra.....	21
1.5.3.6 Transferencia de derechos.....	22
1.5.4 Conflictividad.....	22
1.5.4.1 Conflicto de administración financiera suscitado en el año 2008.....	22
1.5.4.2 Partes involucradas en el conflicto.....	23
1.5.5 Uso de la tierra.....	24
1.5.6 Aspectos socioeconómicos.....	27
1.5.6.1 Población de la Aldea San Isidro.....	27
1.5.6.2 Grupos étnicos presentes en la Aldea San Isidro.....	28
1.5.6.3 Idioma predominante en la Aldea San Isidro.....	28
1.5.6.4 Religión.....	28
1.5.6.5 Número de familias, viviendas, y servicios básicos.....	28
1.5.6.6 Organización social.....	29
1.5.6.7 Infraestructura.....	29
1.5.6.8 Educación.....	30
1.5.6.9 Población escolar.....	30
1.5.6.10 Número de docentes presentes en la escuela.....	30
1.5.6.11 Telecomunicaciones.....	31
1.5.6.12 Actividades culturales, educativas y religiosas.....	31
1.5.6.13 Instituciones y organizaciones presentes en el lugar.....	31
1.5.6.14 Analfabetismo.....	32
1.5.6.15 Migración.....	32
1.5.7 Principales actividades económicas.....	33
1.5.7.1 Agricultura.....	33
1.5.7.2 Extracción de leña, madera y venta de mano de obra.....	33
1.5.7.3 Actividad Pecuaria.....	34
1.5.7.4 Salario Mínimo.....	34
1.5.8 Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. (FODA).....	34
1.5.9 Análisis de los problemas actuales en la comunidad.....	36
1.6.10 Normas tradicionales vigentes.....	37
1.6 CONCLUSIONES.....	38
1.7 RECOMENDACIONES.....	39
1.8 BIBLIOGRAFÍA.....	40

## **CAPÍTULO II**

### **ESTUDIO DE CUATRO VARIABLES ASOCIADAS A LA PRECISIÓN DE COORDENADAS TOPOGRÁFICAS GPS, EN EL LEVANTAMIENTO CATASTRAL, EN EL MUNICIPIO DE SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA C.A.**

2.1 PRESENTACIÓN.....	41
2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	43
2.3 MARCO TEÓRICO.....	44

CONTENIDO	PÁGINA
2.3.1 Marco teórico conceptual. ....	44
2.3.1.1 <i>Precisión y exactitud.</i> ....	44
2.3.1.2 <i>Definición de GPS.</i> ....	45
2.3.1.3 <i>Segmentos del sistema GPS.</i> .....	45
A. <i>Segmento espacial.</i> .....	46
B. <i>Segmento de control.</i> .....	46
C. <i>Segmento de usuarios.</i> ....	46
2.3.1.4 <i>Evolución Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS).</i> .....	477
2.3.1.5 <i>Técnicas para determinar la posición de un punto mediante el sistema GPS.</i> .....	47
A. <i>Navegación autónoma.</i> ....	48
B. <i>Posicionamiento diferencial de fase.</i> .....	48
2.3.1.6 <i>Tipos de levantamientos con GPS.</i> ....	48
2.3.1.7 <i>Corrección diferencial.</i> ....	49
2.3.1.8 <i>Efemérides.</i> .....	50
2.3.1.9 <i>PDOP: Dilución de la precisión en la posición (X, Y, Z).</i> .....	50
2.3.1.10 <i>Frecuencias L1 y L1, L2 en los receptores GPS.</i> .....	52
2.3.1.11 <i>Fuentes de error del sistema.</i> ....	53
2.3.1.12 <i>Ventajas e inconvenientes de la técnica GPS.</i> ....	54
2.3.1.13 <i>Parámetros a tener en consideración durante la toma de datos en campo.</i> ....	54
2.3.2 Marco referencial. ....	55
2.3.2.1 <i>Antecedentes.</i> .....	55
2.3.2.2 <i>Precisión de las Redes de Apoyo Catastral (RAC).</i> .....	56
A. <i>Red de Apoyo Catastral 1. (RAC 1).</i> .....	56
2.3.2.3 <i>Tolerancias de precisión de los levantamientos.</i> ....	57
A. <i>Tolerancias de los geoposicionamientos en terrenos de carácter rural.</i> .....	57
2.3.2.4 <i>Monumentación de las Redes de Apoyo Catastral (RAC 1).</i> ....	57
2.4 HIPÓTESIS .....	58
2.5 OBJETIVOS.....	59
2.6 METODOLOGÍA.....	60
2.6.1 <i>Descripción de las variables evaluadas.</i> .....	60
2.6.2 <i>Características técnicas de los receptores GPS utilizados.</i> .....	61
2.6.3 <i>Monumentación.</i> .....	61
2.6.4 <i>Establecimiento y diseño de la red geodésica.</i> ....	62
2.6.5 <i>Levantamiento topográfico empleado para la captura de datos en campo.</i> .....	64
2.6.6 <i>Post proceso.</i> .....	64
2.6.7 <i>Diseño experimental.</i> ....	65
2.6.8 <i>Tratamientos.</i> .....	65
2.6.9 <i>Análisis estadístico.</i> ....	66
2.6.9.1 <i>Modelo estadístico asociado al diseño.</i> .....	66
2.6.9.2 <i>Análisis de los datos.</i> ....	67
2.7 RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	68
2.7.1 <i>Establecimiento de red geodésica de referencia.</i> .....	68

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
2.7.2 Precisión de coordenadas finales, utilizando receptores GPS., mono frecuencia. ....	69
2.7.3 Precisión de coordenadas finales, utilizando receptores GPS., doble frecuencia. ....	71
2.7.4 Incidencia de PDOP en la precisión de coordenadas finales. ....	76
2.7.5 Incidencia del distanciamiento entre las estaciones bases y los receptores móviles en la precisión.....	77
2.8 CONCLUSIONES.....	79
2.9 RECOMENDACIONES.....	80
2.10 BIBLIOGRAFÍA.....	81
2.11 ANEXOS.....	83

### **CAPÍTULO III**

#### **SERVICIOS REALIZADOS EN EL REGISTRO DE INFORMACIÓN CATASTRAL (RIC), SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA**

3.1 PRESENTACIÓN.....	86
SERVICIO UNO.....	87
3.2 Reglamento interno para la Aldea de San Isidro, San Jerónimo Baja Verapaz, administrada bajo el régimen de tenencia comunal.....	87
3.2.1 Objetivos.....	87
3.2.1.1 <i>Objetivo General</i> .....	87
3.2.1.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	87
3.2.2 Metodología.....	88
3.2.2.1 <i>Fase inicial de gabinete</i> .....	88
3.2.2.2 <i>Fase de Campo</i> .....	88
3.2.2.3 <i>Fase final de gabinete</i> .....	89
SERVICIO DOS.....	90
3.3 Propuesta técnica para la definición de áreas urbanas y rurales del Municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz, Guatemala.....	90
3.3.1 Objetivos.....	90
3.3.1.1 <i>Objetivo general</i> .....	90
3.3.1.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	90
3.3.2 Metodología.....	91
3.3.2.1 <i>Fase inicial de gabinete</i> .....	91
3.3.2.2 <i>Fase de campo</i> .....	92
3.3.2.3 <i>Fase final de gabinete</i> .....	93
3.4 EVALUACIÓN.....	94
3.5 CONCLUSIONES.....	100
3.6 BIBLIOGRAFÍA.....	101
3.7 ANEXOS.....	102



## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Personal entrevistado durante la fase de recopilación de información. ....	8
Cuadro 2. Variables climáticas, Aldea San Isidro. ....	10
Cuadro 3. Descripción de pendientes, Aldea San Isidro. ....	14
Cuadro 4. Descripción de la utilización de las fuentes hídricas, Aldea San Isidro. ....	17
Cuadro 5. Datos poblacionales, Aldea San Isidro. ....	27
Cuadro 6. Distribución poblacional por edades. ....	27
Cuadro 7. Información poblacional y de servicios básicos de la aldea. ....	28
Cuadro 8. Infraestructura presente en la Aldea San Isidro. ....	29
Cuadro 9. Población escolar en la aldea. ....	30
Cuadro 10. Presencia de docentes y niveles académicos impartidos. ....	31
Cuadro 11. Servicios de telecomunicación. ....	31
Cuadro 12. Actividades culturales practicadas en la Aldea San Isidro. ....	31
Cuadro 13. Presencia institucional. ....	32
Cuadro 14. Descripción de los problemas actuales en la comunidad. ....	36
Cuadro 15. Normas consuetudinarias practicadas. ....	37
Cuadro 16. Sistemas de navegación por satélites. ....	47
Cuadro 17. Descripción de las ventajas e inconvenientes de la técnica GPS. ....	54
Cuadro 18. Descripción de las estaciones bases empleadas. ....	60
Cuadro 19. Características técnicas de los receptores GPS utilizados. ....	61
Cuadro 20. Nombre de los puntos que conforman la red de referencia. ....	62
Cuadro 21. Descripción de los parámetros y valores de la proyección GTM. ....	65
Cuadro 22. Descripción de los tratamientos. ....	66
Cuadro 23. Fórmulas empleadas en el ANDEVA. ....	67
Cuadro 24. Descripción de resultados correspondientes a la red de referencia. ....	68
Cuadro 25. Resultados de evaluación de los receptores GPS., mono frecuencia. ....	69
Cuadro 26. ANDEVA para la precisión de coordenadas finales, utilizando receptores GPS., mono frecuencia. ....	69
Cuadro 27. Prueba múltiple de medias Duncan (Alfa=0.05). ....	70
Cuadro 28. Resultados de evaluación de los receptores GPS., doble frecuencia. ....	71
Cuadro 29. ANDEVA para la precisión de coordenadas finales, utilizando receptores GPS., doble frecuencia. ....	71
Cuadro 30. Prueba múltiple de medias Duncan (Alfa=0.05). ....	72
Cuadro 31. Resultados de evaluación de los receptores GPS., mono y doble frecuencia. ....	74
Cuadro 32. ANDEVA para la precisión de coordenadas finales, utilizando receptores GPS., mono y doble frecuencia. ....	74
Cuadro 33. Prueba múltiple de medias Duncan (Alfa=0.05). ....	75
Cuadro 34. Descripción de los resultados obtenidos para la evaluación de PDOP en la precisión de coordenadas finales. ....	76

<b>CUADRO</b>	<b>PÁGINA</b>
Cuadro 35. Descripción de los resultados obtenidos en la evaluación del distanciamiento de las estaciones bases y los receptores móviles.....	78
Cuadro 36. Información complementaria de la evaluación de PDOP.....	83
Cuadro 37. Información complementaria de la evaluación de las distancias entre los receptores móviles y las estaciones bases. ....	83
Cuadro 38. Descripción de los nombres y cargos de los participantes.....	89
Cuadro 39. Descripción de los criterios empleados en la definición de lo urbano y rural .....	91
Cuadro 40. Descripción de los nombres y cargos de los participantes en la definición de las áreas urbanas.....	92
Cuadro 41. Estructura del reglamento interno.....	94
Cuadro 42. Información complementaria para la definición de las áreas rurales del municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz. ....	102

## TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN EL MUNICIPIO DE SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.

### RESUMEN

El presente trabajo de graduación es el resultado de las diferentes actividades realizadas durante el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado (EPSA), de la Facultad de Agronomía, llevado a cabo en el Registro de Información Catastral (RIC), en el municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz en el período correspondiente a los meses de agosto de 2010 a mayo de 2011. Y consistió en la integración de tres partes, el diagnóstico, el proyecto de investigación y finalmente los proyectos de servicios.

En el caso del **diagnóstico**, este se realizó en la Aldea de San Isidro, ubicada en el municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz, comunidad la cual es administrada bajo el **régimen de tenencia comunal**, dicho diagnóstico consistió, básicamente en generar información actualizada, confiable y de fácil acceso que permitiera priorizar las principales necesidades y problemas que en su momento afectaba a la comunidad.

Mientras que el proyecto de investigación realizado fue el resultado de efectuar distintos análisis, en relación a algunos factores que de algún modo inciden en la precisión de coordenadas finales, durante la captura de información gráfica de predios en el proceso catastral. Considerando la precisión de coordenadas finales una de las principales condiciones tomadas en cuenta por el RIC, se desarrolló el presente trabajo de investigación que lleva por nombre, "**Estudio de Cuatro Variables Asociadas a la Precisión de Coordenadas Topográficas GPS, en el Levantamiento Catastral**".

Finalmente se desarrollaron los **proyectos de servicios**, los cuales se enfocaron en contribuir a la institución o comunidad donde se realizaron, proponiendo soluciones y elaborando propuestas constructivas de acuerdo a las principales necesidades encontradas, siendo estos servicios los que se mencionan a continuación.

1. Elaboración del reglamento interno para la Aldea de San Isidro, ubicada en el municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz., Aldea administrada bajo el régimen de tenencia comunal.
2. Definición de las áreas urbanas y rurales correspondientes al municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz.

El abordaje del primer servicio resultó de los acercamientos por parte de líderes pertenecientes a la Aldea de San Isidro, hacia el Registro de Información Catastral (RIC), argumentando la intención de declarar su comunidad bajo la figura legal de asociación jurídica, con el propósito de fortalecer la organización local y poder aprovechar de mejor manera las diferentes oportunidades colectivas de desarrollo que pudieran presentarse en el futuro. Por lo que fue indispensable contar con un reglamento interno que fungiera como la guía descriptiva constituida bajo ciertos lineamientos y normas a cumplir por parte de los asociados.

El segundo y último servicio se abordó en coordinación con la municipalidad de San Jerónimo y el RIC, y consistió en la elaboración de una propuesta técnica, definiendo las áreas urbanas del municipio, ya que uno de los procedimientos imprescindibles durante el proceso catastral, es el llenado de boletas de campo, las cuales requieren información como, establecer si la ubicación del predio levantado, corresponde a área urbana o rural. Situación considerada como parte de los productos fundamentales en las actividades relacionadas al ordenamiento territorial y que en un momento dado deberá ser abordado por todas las municipalidades del país.

## **CAPÍTULO I**

### **DIAGNÓSTICO DE LA ALDEA SAN ISIDRO, MUNICIPIO DE SAN JERÓNIMO, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ, GUATEMALA**

## 1.1 PRESENTACIÓN

El Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía (EPSA), como requisito de graduación requiere la realización de tres fases; diagnóstico, servicios y proyecto de investigación. El primero consiste en la recopilación de información que contemple aspectos sociales, económicos y naturales, principalmente para identificar problemas que se puedan estar dando en el área de estudio. Luego de ser identificados se procederá a la fase de priorización y planificación de los mismos, y que durante el tiempo que tiene programado EPSA puedan resolverse.

El presente diagnóstico corresponde a la Aldea San Isidro, administrada bajo el régimen de tierras comunales, ubicada en la jurisdicción del municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz. Municipio el cual ha sido declarado por el Registro de Información Catastral (RIC) como zona en proceso catastral.

De manera que el diagnóstico de la comunidad ofrezca información confiable, actualizada y de fácil acceso, contribuyendo así a mejorar las condiciones actuales de la comunidad.

## 1.2 MARCO REFERENCIAL

### 1.2.1 Ubicación Geográfica de la Aldea.

#### 1.2.1.1 Aldea San Isidro.

La Aldea de San Isidro se ubica entre las coordenadas geográficas: Latitud Norte de  $15^{\circ} 03' 30''$  y Longitud Oeste de  $90^{\circ} 08' 30''$  se ubica en la parte Nor - este del municipio de San Jerónimo. La distancia partiendo de la cabecera municipal de San Jerónimo hacia la Aldea San Isidro es de 29 kilómetros, teniendo acceso únicamente en pick up de doble tracción en las épocas lluviosas debido a los tramos carreteros no asfaltados.

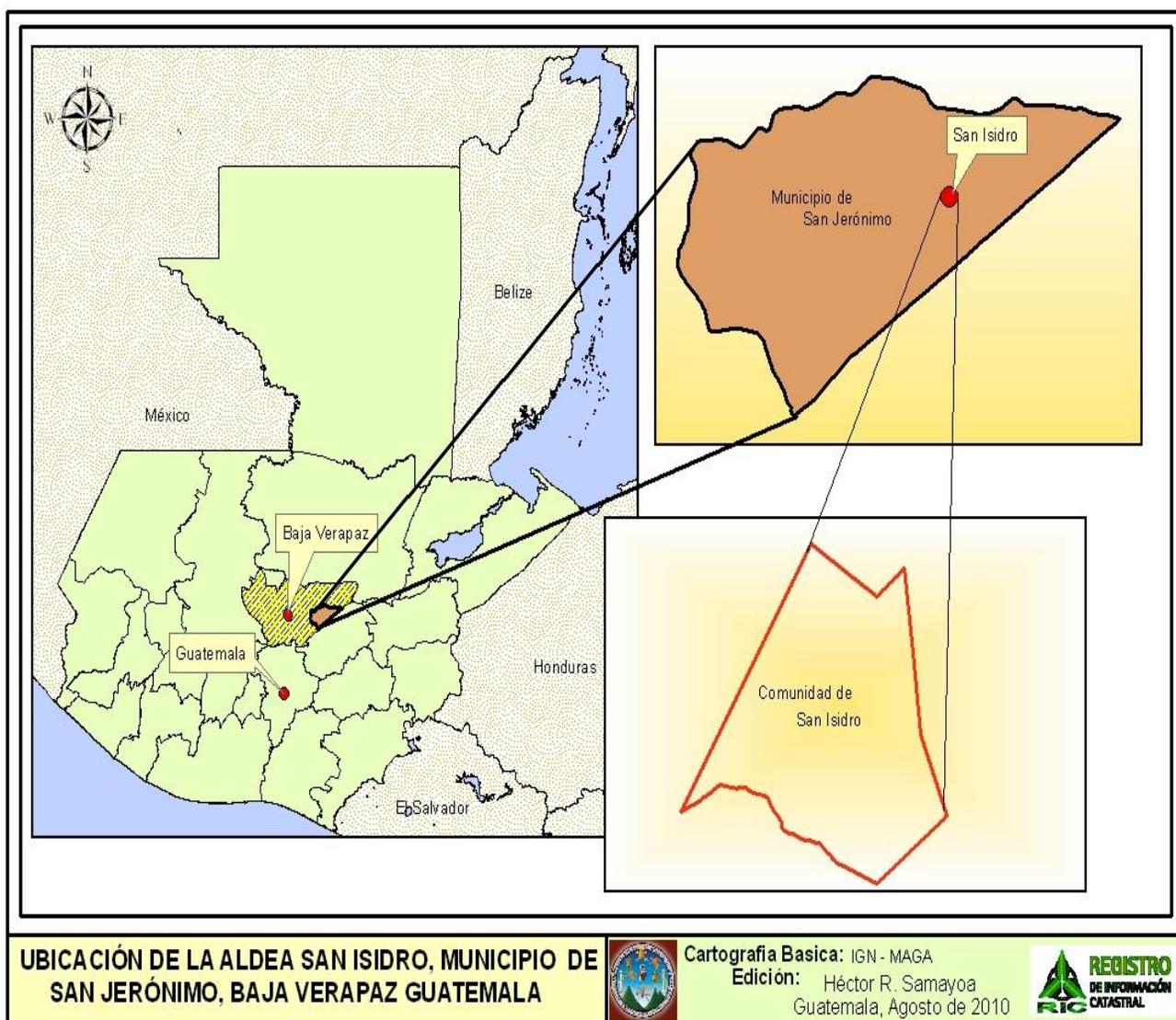


Figura 1. Ubicación de la Aldea San Isidro.

### 1.2.1.2 Extensión territorial en metros cuadrados.

Cuenta con una extensión territorial de 11, 168,147.89 metros cuadrados equivalente a 116.814 Hectáreas, ó 24.7 caballerías. Debidamente inscrita en el Registro General de la Propiedad (RGP), con número de finca 2,132, folio 141 y libro 147, a nombre de 79 familias.

### 1.2.1.3 Límites territoriales de la Aldea San Isidro.

Los límites territoriales de la finca se presentan en la figura a continuación.

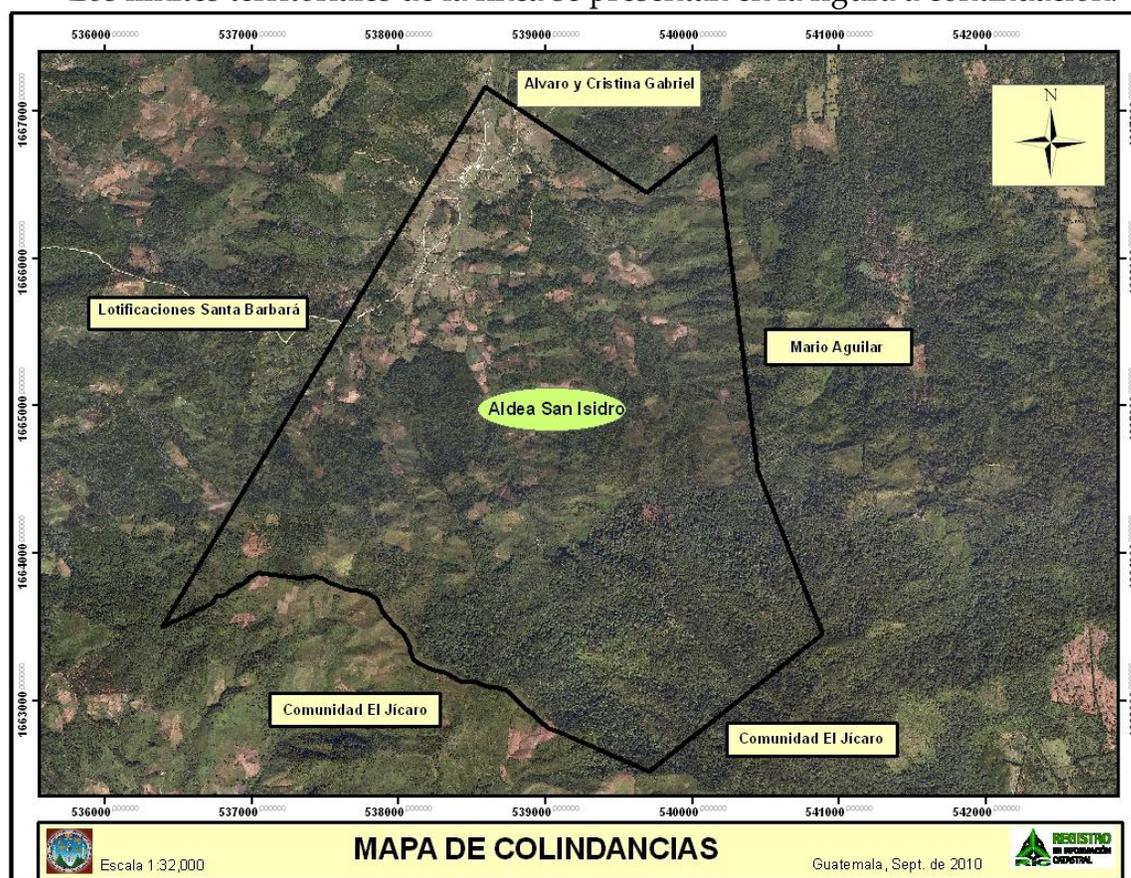


Figura 2. Mapa de colindancias de la finca de San Isidro.

### 1.2.1.4 Vías de acceso, tipología y estado actual.

El ingreso a la Aldea San Isidro es por carretera asfaltada y no asfaltada, partiendo de la cabecera municipal (San Jerónimo), los 29 km de distancia, se recorren de la siguiente manera, 23.5 km por la ruta CA 14 que conecta con el departamento de Alta Verapaz desviándose en el km número 128.7 situado en la Aldea Santa Bárbara, y 5.5 km, de carretera no asfaltada, que conecta a las aldeas de San Isidro, Santa Cruz y Chilascó.

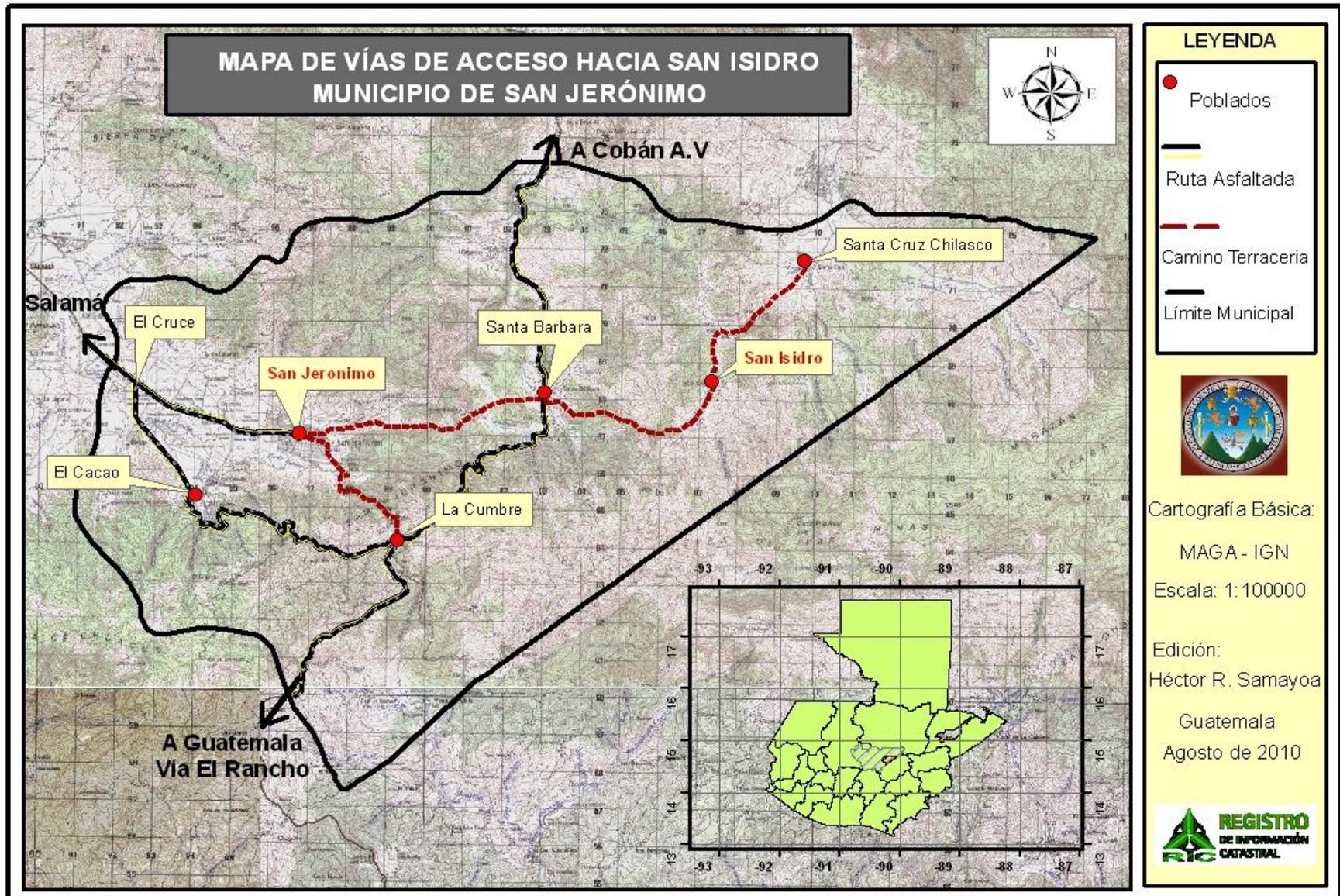


Figura 3. Mapa de vías de acceso hacia Aldea San Isidro.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo General.

Realizar el diagnóstico general de la Aldea San Isidro, que permita generar información básica para conocer y entender los principales problemas relacionados con la organización administrativa y los recursos naturales del territorio.

### 1.3.2 Objetivos Específicos.

- Generar información que pueda ser útil para identificar problemas sociales, naturales, económicos y políticos que puedan estar desarrollándose en el área de estudio.
- Identificar las principales características socioeconómicas de la Aldea San Isidro.
- Conocer la organización en la comunidad y su vinculación con los sistemas de administración de la tierra.
- Determinar las características biofísicas relevantes de la Aldea San Isidro.

## 1.4 METODOLOGÍA

La recopilación de la información obtenida para la elaboración del diagnóstico se desarrolló mediante tres fases que se presentan a continuación.

### 1.4.1 Fase inicial de gabinete.

#### 1.4.1.1 Recopilación de información secundaria.

Esta etapa consistió en realizar una revisión bibliográfica de diversos documentos con la finalidad de conocer la situación actual y dinámica social en la Aldea San Isidro.

Entre el material empleado pueden mencionarse los siguientes.

- Material cartográfico.
- Ortofotografías a escala 1:28,000
- Estudios de casos elaborados en el área.
- Visita a instituciones vinculadas de alguna forma con la comunidad.
- Información de forma directa mediante talleres participativos donde las personas manifestaron sus diferentes problemas e inquietudes.
- Sondeos, entrevistas semi-estructuradas, encuestas, y entrevistas con informantes claves.
- Ley del RIC, Reglamento de Tierras Comunales y Manual de Normas Técnicas.

## 1.4.2 Fase de campo.

### 1.4.2.1 Recopilación de información primaria.

Esta etapa consistió en recabar información en cantidad y calidad suficiente para entender y analizar la situación actual de la Aldea San Isidro, las herramientas y procedimientos empleados se mencionan a continuación:

- Recorridos de campo.
- Talleres participativos.
- Entrevistas semi-estructuradas y entrevistas con informantes claves, profesionales, y líderes. (Ver cuadro adjunto).

Cuadro 1. Personal entrevistado durante la fase de recopilación de información.

Profesión u oficio	Nombre	Cargo
Ing. Agr.	Marvin Turcios	Encargado grupal San Jerónimo. RIC
Ing. Agr.	Mauro Figueroa	Delegado departamental SSA.
Docente	Rosendo Castillo	Director escuela rural mixta de San Isidro
Agricultor	Pablo Mejía	Presidente COCODE
Agricultor	Gonzalo Santos	Presidente Comité de Tierras

## 1.4.3 Fase final de gabinete.

### 1.4.3.1 Redacción de informe final.

Esta fase consistió básicamente en cuatro sub - divisiones, las que se describen seguidamente:

- Procesamiento de la información.
- Elaboración de mapas temáticos.
- Análisis.
- Redacción del informe final.

## 1.5 RESULTADOS

### 1.5.1 Antecedentes históricos.

#### 1.5.1.1 Historia de la comunidad.

Las tierras fueron repartidas dentro de cuatro familias en el año de 1906 de ahí se desprendió la comunidad luego en el año de 1965 a 1967 se empezó a gestionar las escrituras y por problemas entre familias ya no se le dio seguimiento, después se siguió con la gestión y finalmente hasta diciembre del año 2007 San Isidro fue beneficiado por FONTIERRAS (Fondo de Tierras), con la adjudicación de la finca de la aldea, la cual está inscrita en el Registro General de la Propiedad con el número de finca 2132, folio 141, libro 147 de Transformación Agraria, con una extensión de 24 caballerías, 48 manzanas.

Toda la finca fue adjudicada a 79 familias pero no detalla una extensión determinada para cada una, sin embargo si hace mención de que dicha finca será para *uso y tenencia comunal*. Esto por el manejo que en ese momento se venía dando, este tipo de manejo según los habitantes de la aldea se ha venido desarrollando desde la conformación de la misma, además los pobladores en su mayoría están de acuerdo a que este sistema de tenencia se siga desarrollando.

Actualmente cada familia tiene una posesión diferente en términos de área, misma que ocupan desde hace varios años, los habitantes manifiestan que cualquier actividad o proyecto que se realiza debe ser aprobado por las autoridades locales o en asamblea comunitaria, respetando el régimen de administración y manejo comunal y que los beneficios que pudiesen alcanzar en su momento sean distribuidos de manera colectiva.

### 1.5.2 Características biofísicas.

#### 1.5.2.1 Zonas de vida.

Según el sistema de clasificación de Holdrige y modificado por De La Cruz, la Aldea San Isidro corresponde al *bosque muy húmedo subtropical frío bmh-S (f)*.

El cual constituye un segmento del muy húmedo subtropical, representándose con una (f) de mas, para la zona de mayor altura donde las temperaturas medias son iguales a las biotemperaturas.

El relieve es generalmente ondulado llegando en algunos casos a ser accidentado. Las especies indicadoras de la zona son: **liquidámbar, aguacate, pino, zapotillo**. Esta formación está siendo utilizada tanto para fitocultivos como para el aprovechamiento de sus bosques, siendo necesario proteger y manejar adecuadamente los bosques para mantener el equilibrio natural de los recursos. <sup>1</sup>

#### 1.5.2.2 *Temperatura, precipitación pluvial en mm, altura y evopotranspiración potencial.*

De la Cruz (2008), indica que para el área correspondiente al bosque muy húmedo subtropical frío *bmh-S (f)*, las características biofísicas son las siguientes.

Cuadro 2. Variables climáticas, Aldea San Isidro.

Unidad Fisiográfica	Temperatura Media	Precipitación Media	Altura en MSNM	Evopotranspiración Potencial Media
<i>bmh-S (f)</i> .	20 °C	2284 mm	1600 a 2400	0.50

Fuente: De la Cruz, 2008.

El mapa a continuación muestra las zonas de vida del municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz.

<sup>1</sup> Morales, Carlos – 2007. Evaluación de la Política Ambiental en Guatemala. P 9.

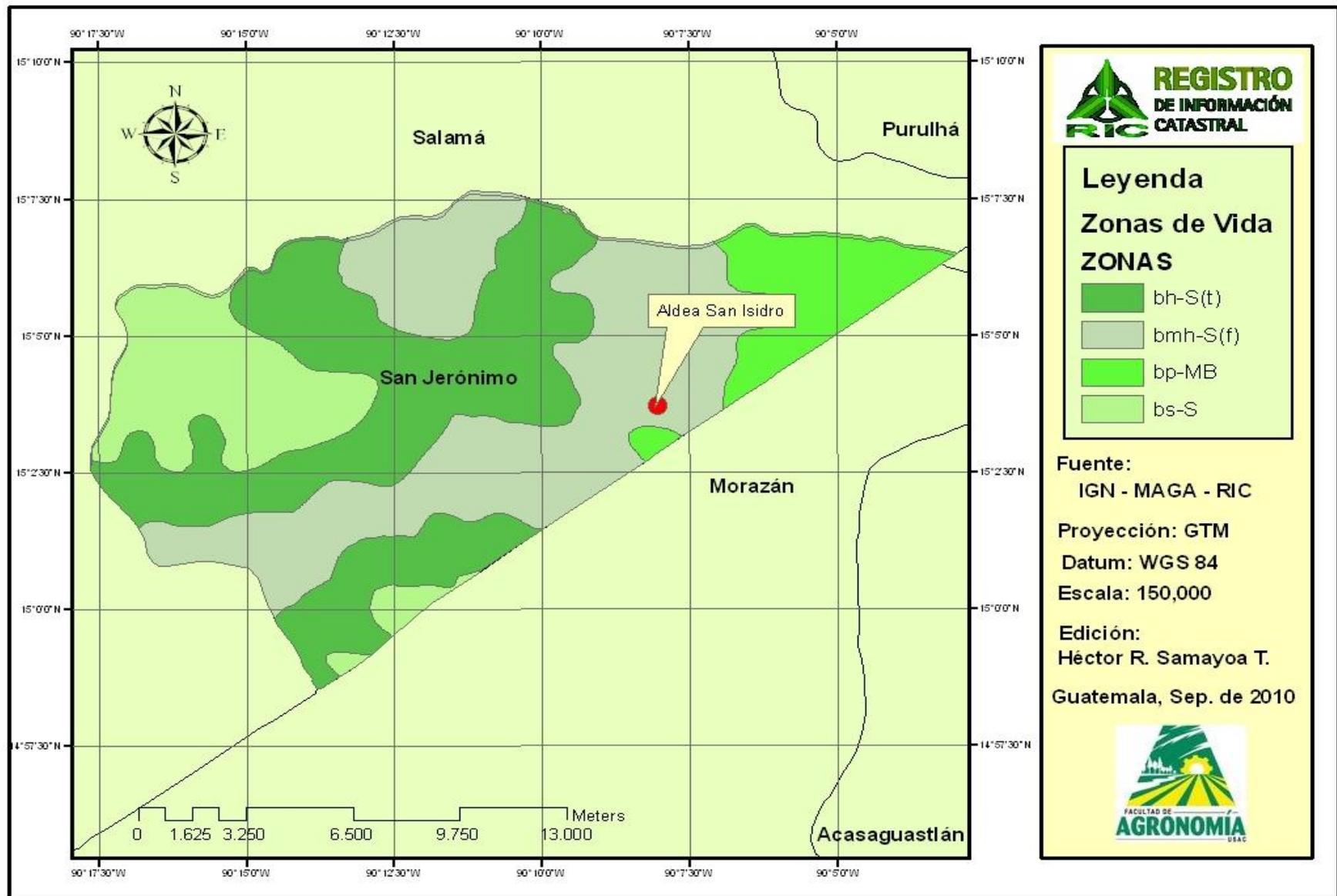


Figura 4. Mapa de zonas de vida del municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz.

### *1.5.2.3 Fisiografía y Geología.*

Según estudios realizados por la Universidad Rafael Landívar 1994. La Aldea San Isidro esta comprendida dentro de la provincia fisiográfica de tierras altas cristalinas. Esta región se caracteriza por sus pronunciadas pendientes que determinan su capacidad uso netamente forestal. Presenta un tipo de laderas largas mayores de 100 metros, regularmente erosionadas por procesos naturales geológicos y acelerados por intromisión antrópica.

La fuerte actividad agrícola y pecuaria en tierras marginales a esos usos, han incidido fuertemente en la degradación de esta área. San Isidro ubicado en el gran paisaje de Sierra de las Minas.

Paiz (2007), detalla que las tierras altas cristalinas se caracterizan por estar compuestas de rocas ígneas como las micas, feldespatos, cuarzos y otros. Estas tierras fueron formadas por el enfriamiento repentino del magma, es decir, aunque en la zona no se encuentran volcanes, se supone que en la zona existían hace millones de años, grietas que liberaban el magma bajo la superficie del mar; mucho antes que el territorio guatemalteco saliera de abajo del agua.

Actualmente; las tierras altas cristalinas son zonas montañosas que se han levantado, debido a la presión que ejercen entre sí la falla del Río Motagua con las fallas de los ríos Cuilco y Polochic.

Las unidades fisiográficas del municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz se presentan en el mapa siguiente.

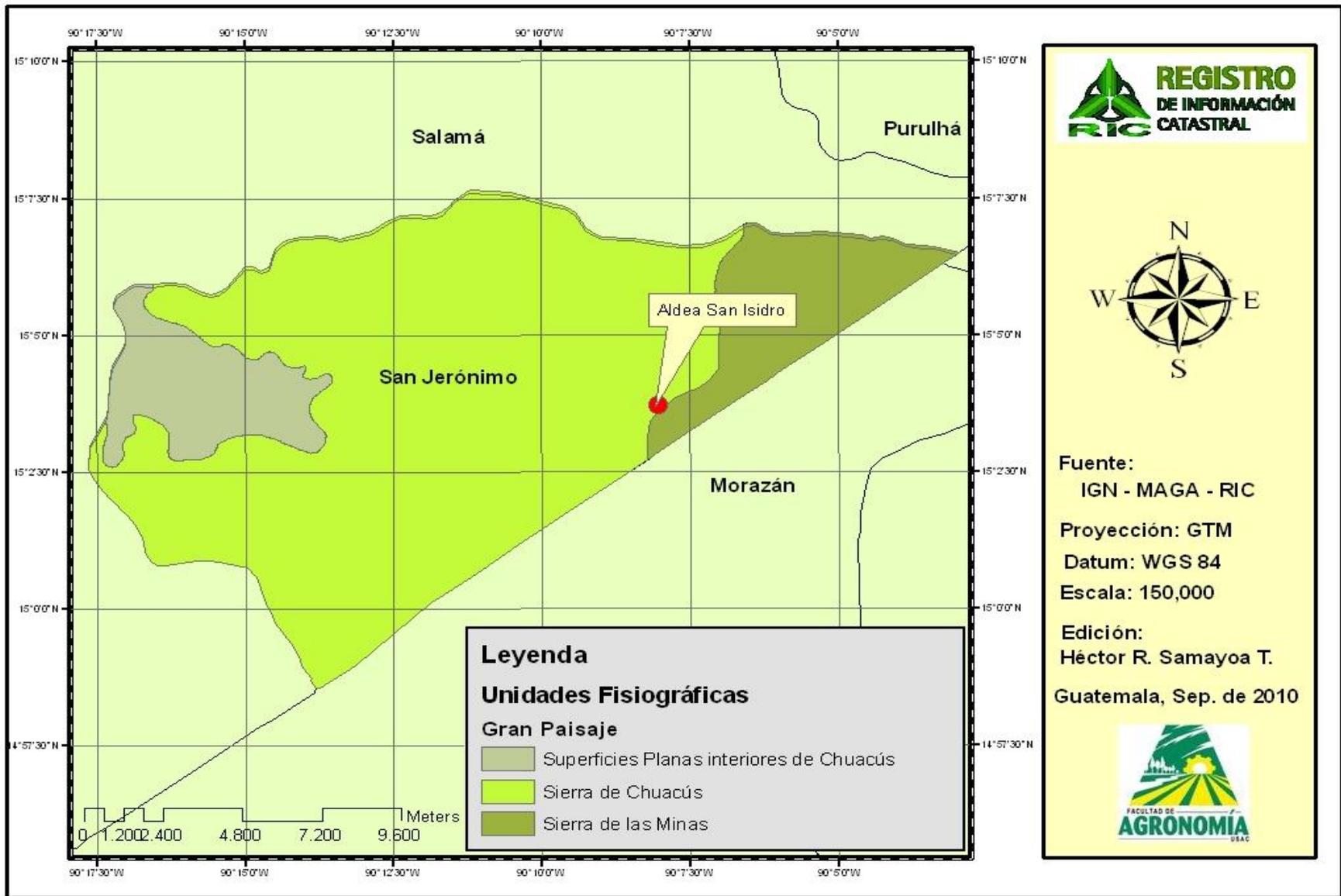


Figura 5. Mapa de unidades fisiográficas del municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz.

#### 1.5.2.4 *Altitud.*

La altitud o elevación sobre el nivel medio del mar en la finca correspondiente a la Aldea San Isidro, varía entre los 1600 y 2460 metros sobre el nivel del mar (msnm), ver figura 6 a continuación.

#### 1. 6.2.5 *Pendientes.*

La figura 7 a continuación muestra las distintas categorías de pendientes clasificadas en tres categorías representadas en porcentajes, del 0 al 30 %, de 30 a 60 % y finalmente pendientes mayores de 60 %. Del área total de la Aldea San Isidro.

El mapa de pendientes, que se presentará a continuación demuestra claramente la predominancia de las áreas escarpadas y muy escarpadas, estableciendo que el uso de la finca debería de ser para uso forestal. El cuadro adjunto, muestra la relación en cuanto a porcentajes y área en el contexto de las pendientes.

Cuadro 3. Descripción de pendientes, Aldea San Isidro.

Categorías de pendientes	Área y porcentajes	
	Hectáreas	Porcentajes
0- 30 %	263.08 Has	23.6 %
30 - 60 %	564.52 Has	50.6 %
> 60%	286.99 Has	25.7 %
Total	1,114. 60 Has	100%

Fuente: Elaboración propia, en base a análisis estadísticos aplicados en ArcGIS.

Las diferentes alturas y categorías de pendientes correspondientes a la finca de San Isidro se muestran en los mapas a continuación.

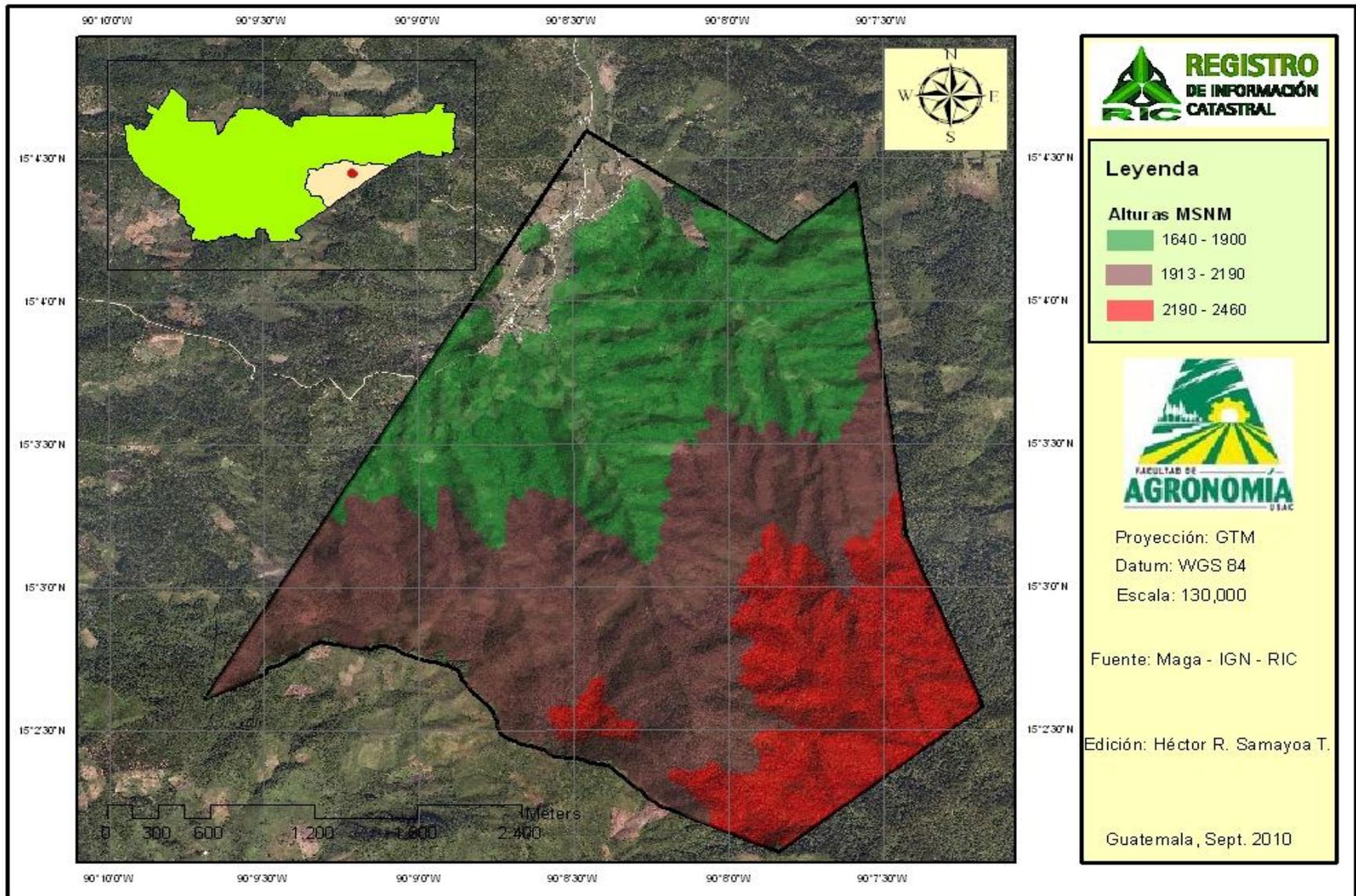


Figura 6. Mapa de aturas en metros sobre el nivel del mar, finca San Isidro.

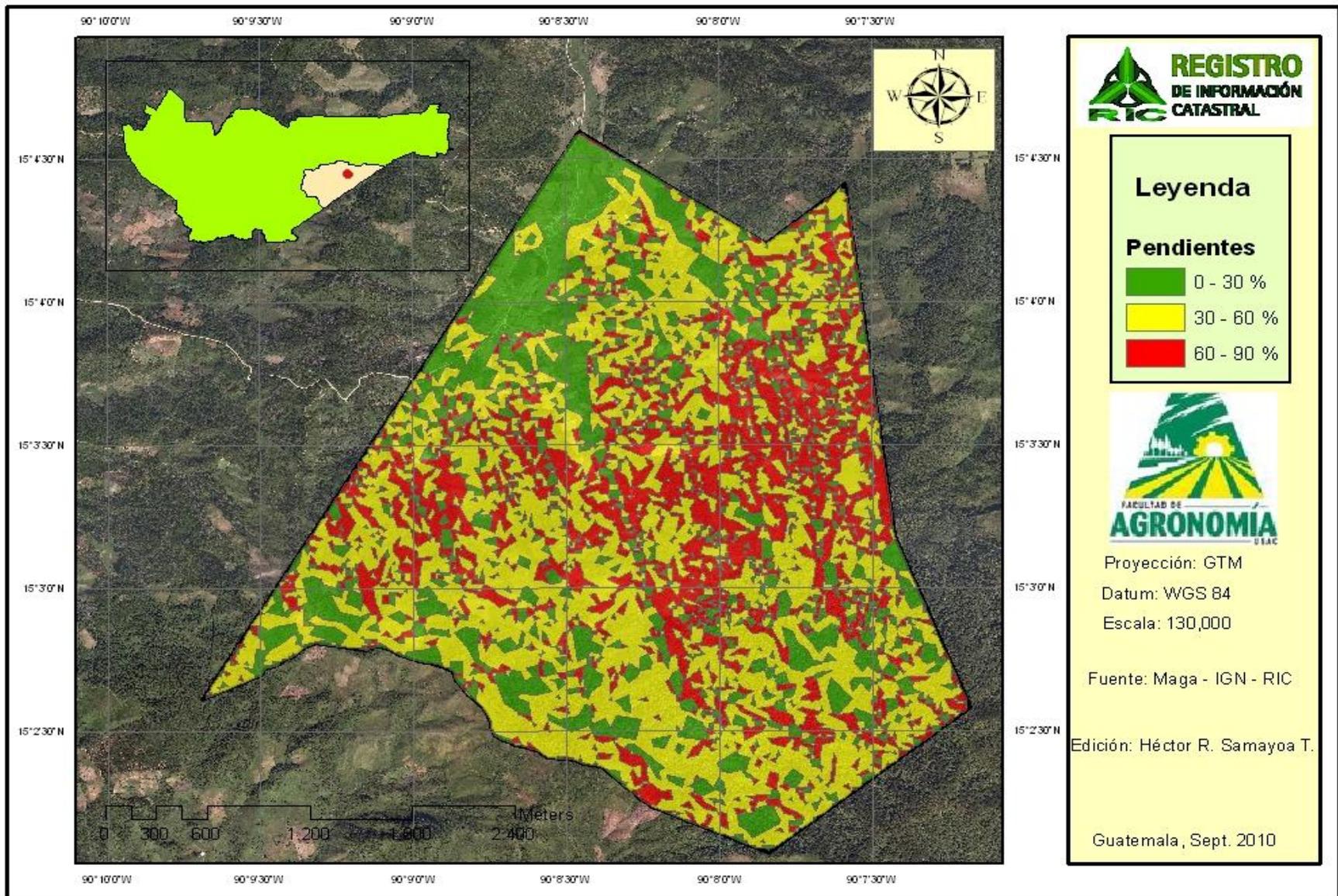


Figura 7. Mapa de pendientes representadas en porcentajes, finca San Isidro.

### 1.5.2.6 Recurso hídrico.

La hidrografía se obtuvo realizando un mapa de corrientes, del río San Isidro, el cual recorre el trayecto de forma paralela a las viviendas que conforman la aldea, así mismo identificando los nacimientos de agua presentes en el lugar.

Mediante la información recopilada se pudo determinar que existen en la aldea cuatro nacimientos naturales de agua de los cuales los pobladores manifiestan que estos permanecen con caudal durante todo el año.

### 1.5.2.7 Usos del recurso hídrico.

Los principales usos que se le dan al recurso hídrico presente en el lugar se describen a continuación.

Cuadro 4. Descripción de la utilización de las fuentes hídricas, Aldea San Isidro.

Categoría	Nombre de la fuente hídrica.	Uso	Destino.
Río	San Isidro	Sistema de Irrigación	Río Matanzas
Nacimiento	Pieresas	Consumo	Aldea Santa Bárbara
Nacimiento	El Jarito	Consumo	San Jerónimo
Nacimiento	El Chorrón	Consumo	Local
Nacimiento	El Campanal	Sin aprovechamiento alguno.	Río San Isidro

Fuente: Elaboración propia, en base a información de campo.

### 1.5.2.8 Contaminación.

Se pudo detectar que no existe ningún tipo de manejo de basura por lo que en muchos casos, la mayor parte de esta va a parar al río San Isidro y con el aumento del volumen del caudal en época de lluvia, tiende a ser arrastrada y con destino desconocido río abajo. También se pudo observar que en alguno de los casos los desagües de casas habitacionales desembocan en el río. El mapa hidrográfico se presenta a continuación.

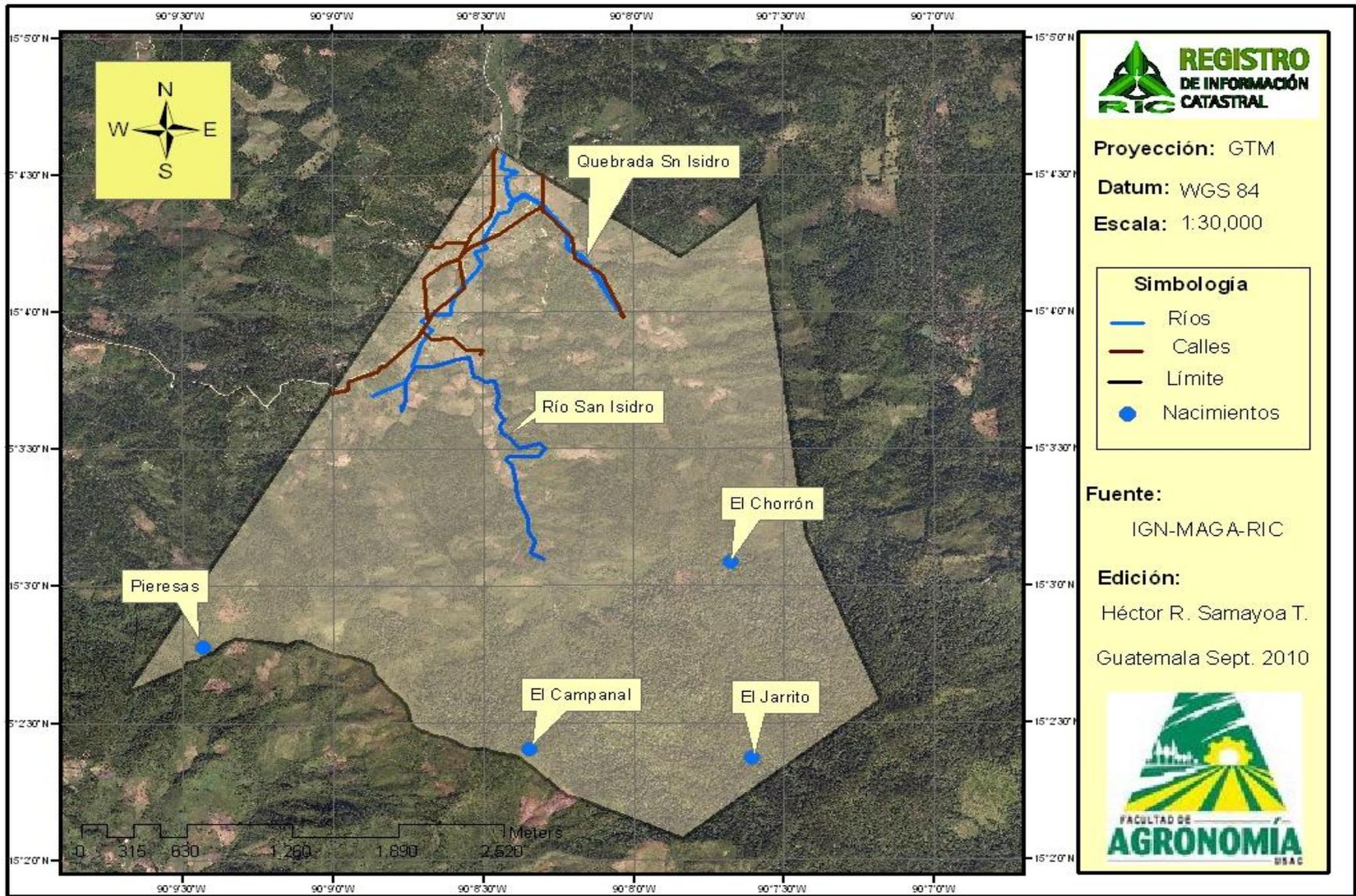


Figura 8. Mapa representativo del recurso hídrico de San Isidro.

### **1.5.3 Administración y tenencia de la tierra.**

#### ***1.5.3.1 Administración de tierras.***

Quiñones y Salas (2005), definen la administración de tierras como el manejo y organización de los usos sobre la tierra, en concordancia con las políticas sectoriales y el ordenamiento territorial, estableciendo las formas de acceso a la tierra para cada sector económico de manera integral, bajo principios de sostenibilidad ambiental.

Las propuestas de administración de tierras que actualmente se requieren implementar en la comunidad, son iniciativas que buscan dar solución principalmente a los problemas relacionados con los recursos naturales de ésta comunidad. La elaboración del reglamento interno y declaración de asociación jurídica del de la comunidad, son unas de las medidas a corto plazo que se espera contribuyan al manejo adecuado y organización de los usos sobre la tierra.

#### ***1.5.3.2 Tenencia de la tierra.***

Mercy Corps (2008), concluye que la tenencia de la tierra es la relación definida en forma jurídica o consuetudinaria, entre personas, en cuanto individuos o grupos, con respecto a la tierra (por razones de comodidad, «tierra» se utiliza aquí para englobar otros recursos naturales, como el agua y los árboles). La tenencia de la tierra es una institución, es decir, un conjunto de normas inventadas por las sociedades para regular el comportamiento, los sistemas de tenencia de la tierra determinan quién puede utilizar qué recursos, durante cuánto tiempo y bajo qué circunstancias.

La tenencia de la tierra de la Aldea San Isidro corresponde a la clasificación de tenencia comunal, reconocido por los habitantes de la comunidad desde los niños hasta los ancianos.

### ***1.5.3.3 La Aldea San Isidro administrada bajo el régimen de tenencia comunal.***

Elías (2007), describe que los regímenes de tenencia comunal de la tierra constituyen un conjunto de derechos y obligaciones que de forma compartida ejerce un colectivo social sobre la tierra, los recursos que contiene y la forma de administrarlos.

La propiedad comunal se define como el área en la cual todos los habitantes de una localidad tienen el derecho de efectuar actividades, tales como el pastoreo o la recolección de madera. Es un patrón de uso con respaldo legal, por el cual todos los miembros de una comunidad tienen el derecho de usar la tierra simultáneamente.<sup>2</sup>

La Aldea San Isidro está identificada como una de las tierras comunales perteneciente al municipio de San Jerónimo, escenario el cual es de conocimiento municipal y todos aquellos que conforman parte de dicha comunidad.

Los habitantes mencionan que desde la ocupación de la finca, el uso, manejo y aprovechamiento siempre ha sido de manera colectiva, además de que la finca les fue adjudicada por FONTIERRAS, y que en las escrituras públicas se describe que la adjudicación es para uso y tenencia comunal.

### ***1.5.3.4 Discrepancias encontradas en la tenencia de la tierra.***

En el análisis realizado en la tenencia de la tierra en la comunidad, muestra diferencias en las formas de posesión de éste bien, se comprobó que actualmente los predios utilizados para viviendas y para uso agrícola, (trabajaderos), <sup>3</sup>son de diferentes medidas y están posesionadas de forma individual por 159 familias, de las cuales legalmente aparecen inscritas 79 familias como propietarias en el R.G.P.

---

<sup>2</sup> Elías Silvel – 2007. Diagnóstico de Tierras Comunales en Territorios Indígenas. Guatemala. P 5-6.

<sup>3</sup> Los trabajaderos son aquellas fracciones de tierras con área determinada y utilizada para la agricultura.

Esta situación entre poseedores y propietarios se debe a que en el proceso de adquisición de la finca que en su momento fuese nacional, fueron únicamente 79 familias las que participaron en las gestiones y pagos ante FONTIERRAS, por lo que el resto de las familias no se involucro en el proceso, sin embargo se proclaman como dueños.

Por el otro lado en el caso de la cobertura boscosa, se encontró que aquellos beneficios provenientes de la extracción de madera u otros del bosque, son utilizados para las principales necesidades de la comunidad, como reparación de carreteras u actividades sociales.

Mientras que en el caso de los predios para uso habitacional y agrícola resultan ser posesiones individualizadas, mismos pobladores manifiestan que nadie más excepto los poseedores actuales tienen el derecho sobre esos inmuebles, negando así el uso a otro comunitario que no sea el actual poseedor del bien.

#### ***1.5.3.5 Acceso a la tierra.***

Los que tienen derecho a acceder a la tierra, son todas aquellas personas mayores de edad siempre y cuando formen parte de la aldea, aunque existen ciertas excepciones en algunos casos como por ejemplo, las hijas de familias de la aldea que contraen matrimonio con esposos provenientes de lugares externos de la comunidad, se ven obligados a llevarse a la esposa de la comunidad y hacer su nuevo hogar fuera de ésta.

Sin embargo otros comuneros describen que dependiendo el comportamiento del esposo, éste podría en algún futuro vivir dentro de la comunidad, toda vez que los padres de la hija posean espacio físico para la pareja y dotarles una fracción de su terreno.

### **1.5.3.6 Transferencia de derechos.**

Los mecanismos de transferencia de derechos se efectúa en algunos casos a través de la compra y venta de derechos posesorios sobre bienes inmuebles, regularmente este mecanismo es realizado con personas de la misma comunidad por la existencia de la prohibición de hacerlo con personas provenientes de otras comunidades por razones de respeto, cumplimiento y conservación de las normas de convivencia local comunitaria, y evitar su contaminación con actitudes y comportamiento de personas externas.

Además del mecanismo anterior, también se propicia la transferencia por sucesión de derechos de posesión a los hijos varones para que conforme una nueva familia, siempre que el padre demuestre o compruebe su calidad de poseedor sobre el bien inmueble; mientras que a las hijas no poseen este privilegio por normas de convivencia comunitaria.

### **1.5.4 Conflictividad.**

Valladares (2008), sostiene que para entender la conflictividad, se plantea que es necesario analizar a los conflictos en su conjunto. Una definición sencilla es refiriéndose a un fenómeno social que involucra amplios sectores de la población, generada por la interacción de un conjunto de factores sociales, económicos, políticos y culturales que han determinado las particulares formas de relación entre los grupos sociales.

Los conflictos encontrados en la comunidad representados en el cuadro a continuación, son aquellos que se han presentado a lo largo del tiempo, algunos de éstos persisten, y otros han sido solucionados.

#### **1.5.4.1 Conflicto de administración financiera suscitado en el año 2008.**

La Secretaria de Asuntos Agrarios Presidencia de la República Guatemala (SSA), Regional Norte (2008), reportó para el municipio de San Jerónimo Baja Verapaz, un conflicto entre particulares cuyo fondo es la administración financiera de los ingresos generados por el arrendamiento de tierras, conflicto el cual se detalla de la siguiente manera:

**Tipología:** Disputa de Derechos.

**Fecha de intervención:** 22 de Febrero de 2,008.

**Demandantes:** Patrocinio Cruz y Gónzalo Santos.

**Calidad en que actúan:** Alcalde Comunitario y Representante de Tierras.

**Contraparte:** Comunitarios de San Isidro del municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz.

**Institución del trámite anterior:** Juzgado de Paz.

La comunidad manifiesta cierto malestar interno por los sistemas de arrendamientos realizados por algunos comuneros. Los terrenos propiedad de esta comunidad fueron adjudicados por FONTIERRAS, como un patrimonio agrario colectivo, por lo que su uso y tenencia es de naturaleza comunal, pero un grupo de vecinos no se apegaron a estos acuerdos de la asamblea y arrendaron sus tierras a personas ajenas a la comunidad para la siembra del cultivo de tomate, (SAA 2008).

Los beneficios de esos arrendamientos los han usado personalmente sin pedir ningún tipo de permiso a las autoridades locales, tampoco se deja un porcentaje para el COCODE,<sup>4</sup> en vista de lo anterior los otros copropietarios han iniciado la explotación de los bosques comunales, sin permisos del Instituto Nacional de Bosques (INAB), ni permiso de las autoridades locales, lo que ha creado malestar y división en la comunidad, (SAA 2008).

#### **1.5.4.2 Partes involucradas en el conflicto.**

##### ***Punto de vista de los demandantes.***

La parte demandante manifiesta que la comunidad de San Isidro fue favorecida mediante la adjudicación de la finca por parte de FONTIERRAS, pero un grupo de copropietarios compuesto 16 personas en total sin el consentimiento de las autoridades locales, han procedido a arrendar sus terrenos por un valor de Q. 1,500.00 mensuales por manzana, a personas ajenas a la comunidad que se dedican a la siembra y comercialización de tomate.

---

<sup>4</sup> COCODE: Consejo Comunitario de Desarrollo. El reporte elaborado por la SSA 2008, menciona al COCODE en los temas de tierras, debido a que en ese tiempo no existía el Comité de Tierras que actualmente rige éstos temas.

Esta situación ha causado malestar en los demás copropietarios, quienes al ver esta actitud también han iniciado a talar los árboles de la finca en forma desmedida propiciando un perjuicio a la naturaleza, por lo que se busca es que se respeten las decisiones de las autoridades, puesto que todo lo que se haga en la comunidad, debe someterse a consideración de la mayoría, ya que así se ha acostumbrado a trabajar cuando se obtienen proyectos benéficos, los cuales son distribuidos entre todos.

Los arrendamientos que hacen estas personas, deben de ser fiscalizados y proporcionando un 25% de las ganancias que obtengan, el cual será depositado al fondo del COCODE, para gastos varios, o bien para ser distribuidos a las personas más pobres de la comunidad sobre todo que el terreno aún es comunal, y nadie tiene escrituras individuales para hacer cosas en forma particular.

*Punto de vista de la contraparte en el conflicto suscitado.*

La contraparte manifiesta que FONTIERRAS les adjudicó sus tierras y que pueden manejarlas como mejor convenga. Pues aunque el documento de tenencia es comunal cada vecino reconoce su porción de tierra desde hace varios años. Comentan también que nunca han tenido un reglamento que regule el uso de las tierras.

**1.5.5 Uso de la tierra.**

FAO (2007), indica que el uso de la tierra puede ser expresado a un nivel general en términos de cobertura vegetal. A un nivel más específico se habla de tipo de uso de la tierra, el cual consiste en una serie de especificaciones técnicas dentro de un contexto físico, económico y social, considerando que dicho contexto es una superficie de la tierra, por lo general descritas de manera gráfica, con características específicas, la cual se usa como base para una evaluación.

El uso actual de la tierra correspondiente a la aldea se determinó mediante el apoyo de fotografías aéreas, ortofotografías a color del área de estudio a escala 1:30,000 y haciendo uso de técnicas fotointerpretación y mediante la utilización de Sistemas de Información Geográfica (GIS), delimitando los usos de la tierra encontrados en el área, realizando además los caminamientos de campo respectivos para la comprobación de los usos de la tierra.

La gráfica a continuación muestra el uso actual de la tierra representado en porcentajes correspondiente a la Aldea San Isidro.

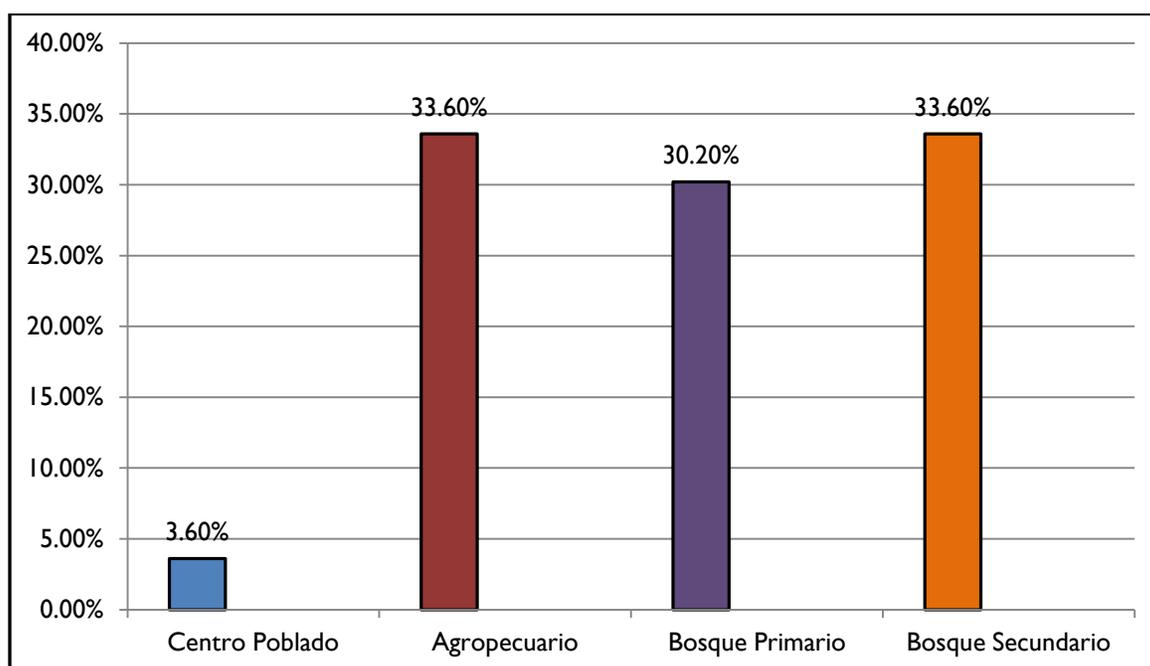


Figura 9. Porcentajes de categorías del uso de la tierra, en la Aldea San Isidro.

El mapa a continuación representa gráficamente la distribución de los usos de la tierra en la comunidad.

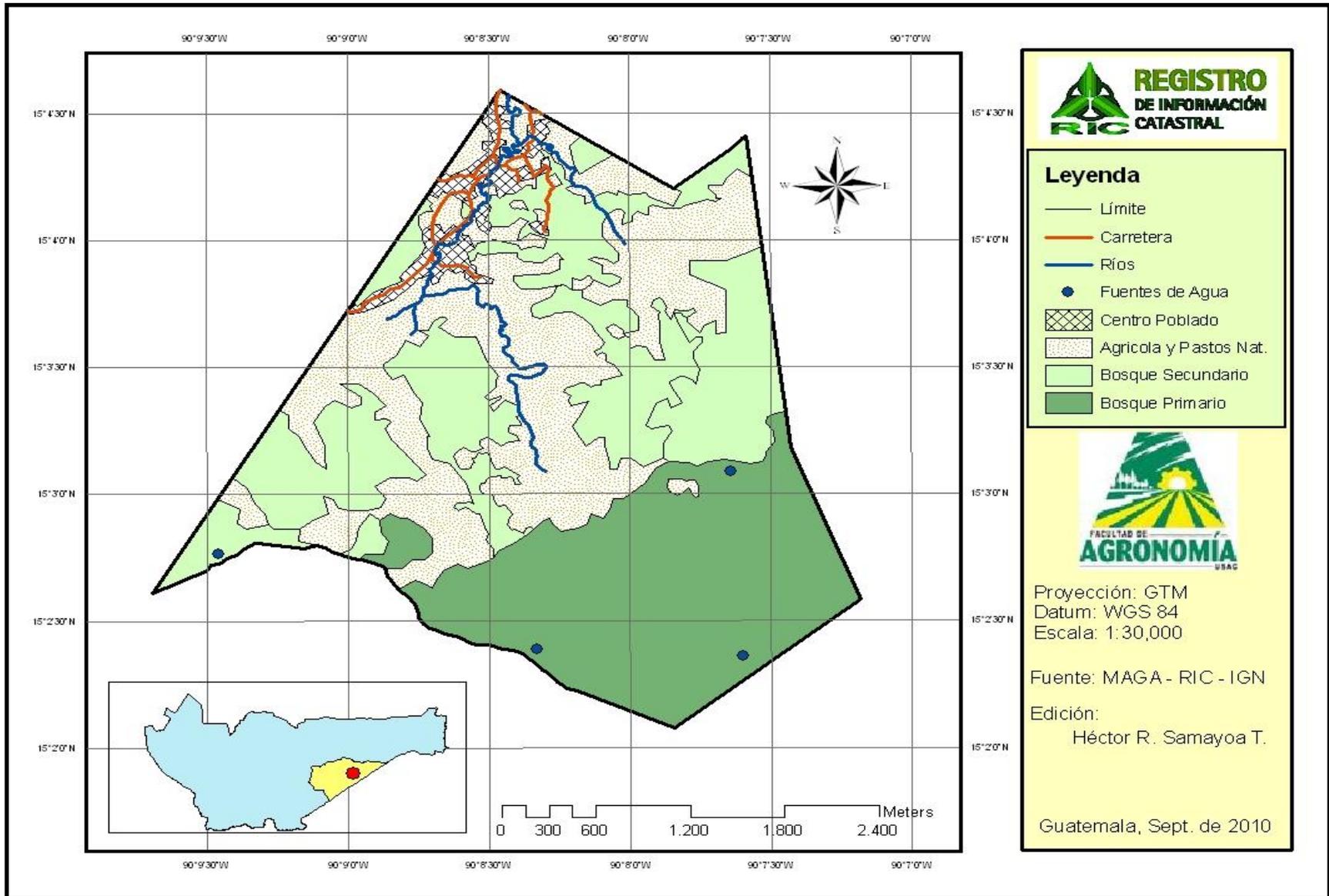


Figura 10. Mapa del uso actual de la tierra, Aldea San Isidro.

## 1.5.6 Aspectos socioeconómicos.

### 1.5.6.1 Población de la Aldea San Isidro.

Los cuadros y gráficas a continuación muestran los datos de población de la Aldea San Isidro, según la información generada en el año 2,009 por el Ministerio de Salud, con sede en el municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz.

Cuadro 5. Datos poblacionales, Aldea San Isidro.

Lugar poblado	Categoría	Población total	Sexo	
			Hombres	Mujeres
San Isidro	Aldea	776	389	387

### Población

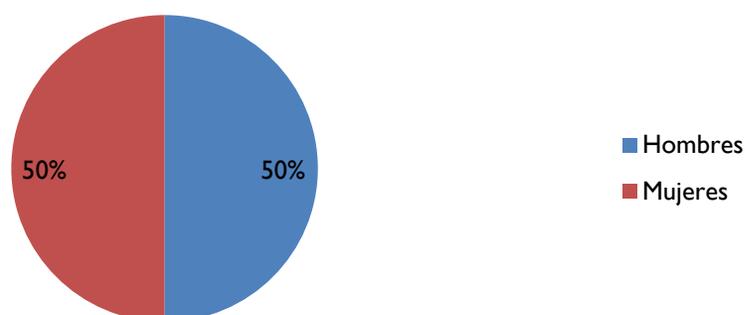


Figura 11. Distribución por género representado en porcentajes, Aldea San Isidro.

Cuadro 6. Distribución población por edades.

Grupos de edad (en años cumplidos).							
0 a 14	15 a 19	20 a 24	25 a 29	30 a 34	35 a 49	50 a 64	65 y mas
302	75	60	39	34	70	47	30

### Distribución de población por edades

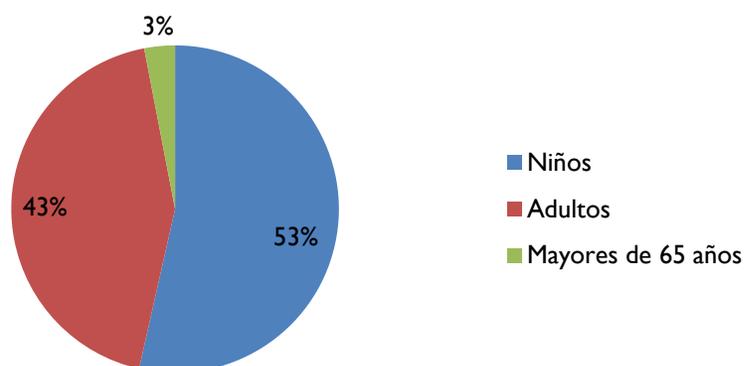


Figura 12. Distribución de edades en porcentajes, Aldea San Isidro.

En base a las gráficas presentadas podemos observar el comportamiento de la población en cuanto a clasificación por género y por edades, expresado en números pudiendo establecer que la cantidad de mujeres y hombres es muy similar, mientras que en el caso de distribución por edades los niños resultan ser la masa predominante en la aldea dejando como en segundo orden los adultos y por último los mayores de 65 años.

#### ***1.5.6.2 Grupos étnicos presentes en la Aldea San Isidro.***

Según (Camas A. 2006), la comunidad ladina está conformada por aquellas personas que no son indígenas sin embargo esto no se define por el color de la piel, ni por las características particulares del individuo, ya que es una división arbitraria basada en criterios culturales de acuerdo con normativas antropológicas.

Siendo para el caso de la comunidad de San Isidro etnia ladina en su totalidad.

#### ***1.5.6.3 Idioma predominante en la Aldea San Isidro.***

El idioma predominante en la aldea es en su totalidad el español.

#### ***1.5.6.4 Religión.***

Las religiones practicadas en la aldea se conforman por grupos católicos en un 60%, mientras que el otro 40% corresponde a la religión evangélica.

#### ***1.5.6.5 Número de familias, viviendas, y servicios básicos.***

El siguiente cuadro muestra información de la población de la comunidad y sus servicios básicos.

Cuadro 7. Información poblacional y de servicios básicos de la aldea.

Total de viviendas	Total de familias	Número de viviendas con servicios básicos.		
		Energía eléctrica	Agua potable	Letrinas
146	159	146	146	136

Fuente: Ministerio de Salud, San Jerónimo, 2009.

### 1.5.6.6 Organización social.

El siguiente diagrama de Venn, muestra la organización de la comunidad.

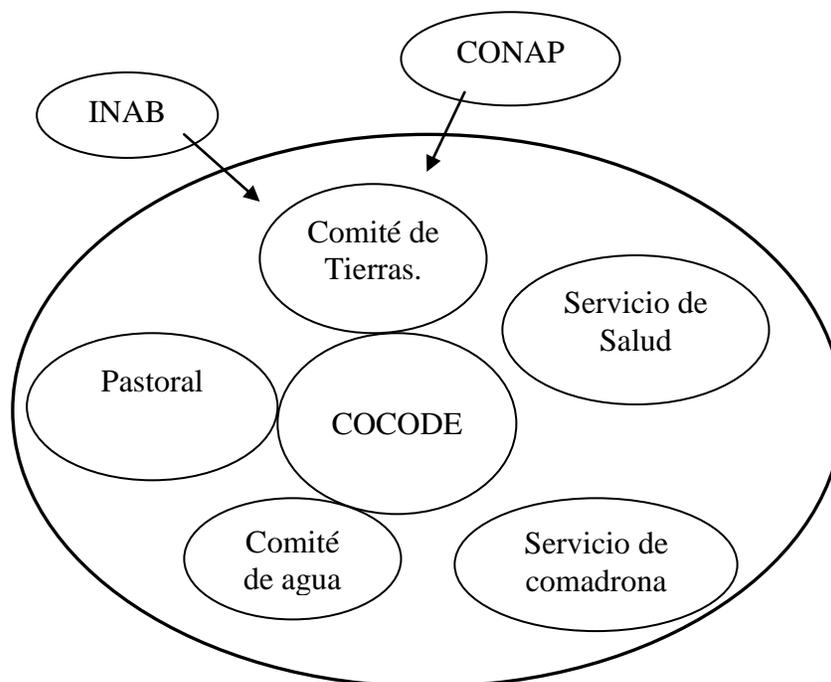


Figura 13. Organización de la comunidad.

La figura permite comprender la forma de organización de la comunidad, sin embargo esta organización se puede fortalecer mediante la conformación de nuevas asociaciones como por ejemplo asociaciones de agricultores, silvicultura, jóvenes, mujeres entre otras.

### 1.5.6.7 Infraestructura.

La Infraestructura presente en el lugar se describe en el cuadro a continuación.

Cuadro 8. Infraestructura presente en la Aldea San Isidro.

No.	Infraestructura y servicios	Tipo de material
1	Viviendas	Block y adobe techo de lámina
2	Salón comunal	Block, techo de lámina
3	Escuela primaria y de básicos.	Block techo de duralita
4	Camino	Terracería
5	Tiendas	Block
6	Puente	Piso fundido de cemento
7	Puesto de salud	Block techo de lámina

Fuente: Municipalidad de San Jerónimo, Baja Verapaz, 2009.

### 1.5.6.8 Educación.

La cobertura educativa en la aldea es de nivel primario y de nivel básico, cabe señalar que el servicio de educación de nivel básico, se implementó en el presente año. Y actualmente solo reciben clases los estudiantes correspondientes al 1.er grado, de nivel básico, las clases se imparten en la escuela rural mixta de San Isidro.

La cobertura educativa en la aldea es de nivel primario y de nivel básico, cabe señalar que el servicio de educación de nivel básico, se implementó en el presente año. Y actualmente solo reciben clases los estudiantes correspondientes al 1.er grado, de nivel básico, las clases se imparten en la escuela rural mixta de San Isidro.

Actualmente no se cuenta con institutos de nivel diversificado por lo que algunos de los jóvenes que tienen oportunidad de seguir el nivel diversificado se ven en la necesidad de asistir a institutos o colegios fuera de la aldea, como es el caso de la comunidad de Chilascó y Salamá asistiendo los fines de semana, de igual forma los alumnos correspondientes al segundo y tercer grado de nivel básico.

### 1.5.6.9 Población escolar.

El número de estudiantes que asisten a clases se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro 9. Población escolar en la aldea.

Nivel pre-primario		Nivel primario		Nivel básico	
Masculino	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino	Femenino
37	24	90	73	13	9
Total de estudiantes: 246					

Fuente: Entrevistas a director y docentes, 2010

### 1.5.6.10 Número de docentes presentes en la escuela.

El número de catedráticos y el nivel académico que imparten en la escuela de la aldea se presenta a continuación.

Cuadro 10. Presencia de docentes y niveles académicos impartidos.

Número de docentes	Nivel
3	Preprimaria
7	Primaria
1	Básico

Fuente: Entrevistas realizadas al director y docentes de la escuela, 2010.

#### 1.5.6.11 Telecomunicaciones.

En la Aldea San Isidro no existen servicios telefónicos con línea, únicamente servicio de telefonía móvil, la cobertura y empresas que ofrecen el servicio se describe a continuación.

Cuadro 11. Servicios de telecomunicación.

Empresa	Tipo	Cobertura
Tigo	Celular	50%
Claro	Celular	80%

Fuente: Elaboración propia.

#### 1.5.6.12 Actividades culturales, educativas y religiosas.

Las principales costumbres de la aldea son las que se describen en el cuadro a continuación.

Cuadro 12. Actividades culturales practicadas en la aldea.

Actividad	Fecha
Día de la Madre	10 de Mayo
Fiestas patrias	14 y 15 de Septiembre
Fiesta patronal, (día de San Isidro).	15 de Mayo
Servicios religiosos	Cada fin de semana

Fuente: Elaboración propia.

#### 1.5.6.13 Instituciones y organizaciones presentes en el lugar.

Las instituciones que tienen presencia en la comunidad se mencionan a continuación.

Cuadro 13. Presencia institucional.

Institución u organización	Actividades o proyectos que realiza en la aldea.
Puesto de Salud.	Servicio de visitas domiciliarias, charlas educativas.
Consejo Nacional de Área Protegidas (CONAP).	Divulgación y orientación de las áreas protegidas, asistencia técnica forestal, promoción de incentivos forestales y supervisión de flora y fauna.
Secretaría de Asuntos Agrarios (SAA).	Apoyo a la resolución alterna de conflictos agrarios suscitado en el lugar.
Instituto Nacional de Áreas Boscosas.	Divulgación y orientación de las áreas protegidas, emisión de licencias para tala sostenible.
Municipalidad de San Jerónimo.	Promueve proyectos para el bienestar y el desarrollo de la comunidad.
Registro de Información Catastral.	Apoyo a la construcción de estatutos y reglamento, y seguimiento en las medidas de la finca.

Fuente: Elaboración propia, en base a información recopilada en campo.

#### **1.5.6.14 Analfabetismo.**

El índice de analfabetismo que presenta la Aldea San Isidro es del 5 %. Se estima que la población analfabeta se encuentra comprendida de 40 años de edad y más.

La población analfabeta se estima que oscila entre, el 18.29 % en hombres del 48% de la población total, y el 21.76% en mujeres del 52% de la población total.

#### **1.5.6.15 Migración.**

La falta de oportunidades de empleo y mejores opciones de desarrollo, son los principales factores que influyen en que la población emigre muchas veces a otros países, principalmente hacia Estados Unidos. Además muchos de los comunitarios se marchan en busca de mejores empleos hacia la capital del país o bien hacia otros municipios.

### **1.5.7 Principales actividades económicas.**

#### **1.5.7.1 Agricultura.**

A pesar de que la tierra de la comunidad es de vocación forestal, el sector agrícola genera los mayores ingresos económicos del lugar, ocupando un 60% de la población para realizar las actividades agrícolas.

### **1.5.7 Principales actividades económicas.**

#### **1.5.7.1 Agricultura.**

A pesar de que la tierra de la comunidad es de vocación forestal, el sector agrícola genera los mayores ingresos económicos del lugar, ocupando un 60% de la población para realizar las actividades agrícolas.

Los cultivos predominantes en la aldea son los siguientes.

- *Maíz*
- *Fríjol*
- *Chile pimiento*
- *Tomate*
- *Papa*
- *Apio*
- *Brócoli.*

#### **1.5.7.2 Extracción de leña, madera y venta de mano de obra.**

Existen prácticas de extracción de leña y madera del bosque, en el caso de la extracción de madera, previamente se deben de agotar las gestiones para optar por licencias las cuales son otorgadas por INAB y CONAP, instituciones encargadas de velar por la permanencia de las áreas boscosas del lugar. Los recursos económicos provenientes de la comercialización de la madera son para cubrir las principales necesidades de la comunidad.

El bosque se encuentra en diferentes fisonomías, las formas arbóreas están relacionadas más con el relieve, en las partes bajas las especies arbóreas se mantienen en menor número, debido a que en las zonas relativamente planas se utilizan para viviendas. Lo arboles que se pueden observan en el bosque son: *pino, roble, cedro, carreto, liquidámbur y ciprés* principalmente.

Mientras que por el otro lado podemos mencionar la venta de fuerza de trabajo, tanto en la comunidad como en otras comunidades vecinas principalmente para trabajos agrícolas.

#### **1.5.7.3 Actividad Pecuaria.**

La actividad pecuaria no es relevante en la comunidad, la explotación de esta actividad se da a nivel familiar principalmente de bovinos con pastoreo a baja escala en las áreas donde prevalecen los pastos naturales. Las superficies se pastorean por un tiempo determinado, dejando descansar otro periodo con el propósito de permitir que la vegetación se recupere parcial o completamente.

Los pastizales naturales se encuentran dispersos a lo largo de la aldea en un acomodo discontinuo mezclándose en ocasiones con vegetación secundaria del bosque o con actividades agrícolas.

#### **1.5.7.4 Salario Mínimo.**

Según las encuestas realizadas, en el caso de los jornales estos en promedio se pagan Q.50.00 por jornada de trabajo, de acuerdo al salario mínimo establecido por el Gobierno actual. Sin embargo el precio podría variar en función del lugar de trabajo.

#### **1.5.8 Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. (FODA).**

Esta herramienta permitió conformar y comprender la situación actual de la aldea, las cuatro variables que la integran.

La siguiente figura muestra las situaciones actuales para cada una de las variables de esta herramienta.

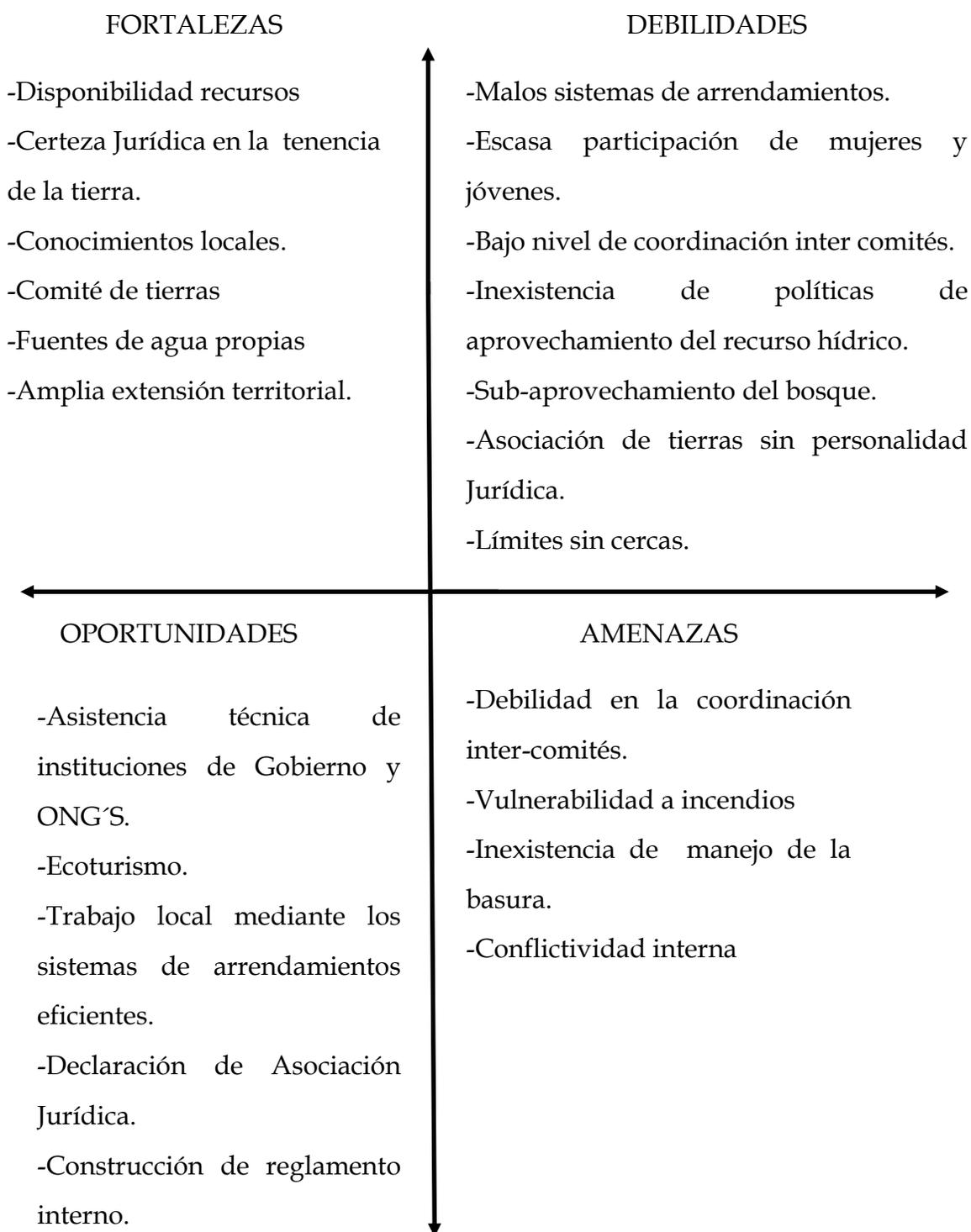


Figura 14. Análisis FODA.

### 1.5.9 Análisis de los problemas actuales en la comunidad.

Los problemas actuales relacionados con los recursos naturales agua, suelo, y aspectos sociales se describen a continuación.

Cuadro 14. Descripción de los problemas actuales en la comunidad.

Secciones	Problemas	Descripción
Sección de Tierras	Comité de tierras sin personalidad jurídica.	El actual comité de tierras de la aldea no cuenta con personalidad jurídica.
	Inexistencia de estatutos y reglamento interno.	El hecho de no estar declarada jurídicamente la asociación de tierras, contrae la inexistencia de reglamento interno que regule el manejo y uso de los recursos naturales.
	Sobre utilización del suelo.	Se determinó que algunos cultivos como el maíz, son cosechados en las laderas de las montañas, causando vulnerabilidad a erosión.
	Debilidad en el sistema de arrendamientos de tierras.	La inexistencia de reglamento que regule el uso de la tierra provoca conflictos internos con los mismos pobladores.
	Intestados.	Tres de las personas que conforman las 79 familias beneficiadas por FONTIERRAS, han fallecido dejando como intestados los derechos de propiedad que les correspondía.
Sección de Bosques y Fuentes de Agua	Inexistencia de políticas eficientes del recurso hídrico.	Dos de los nacimientos de agua de la aldea, están siendo aprovechados por otras comunidades, sin recibir beneficios a cambio por el suministro de este recurso.
	Ausencia de políticas de manejos del bosque.	El bosque es una de las grandes fortalezas de la aldea, sin embargo está siendo sub-utilizado.
	Ausencia de manejos adecuados de basura.	Mucha de la basura generada en la comunidad va desembocar a orillas de río, causando contaminación de las aguas.
Aspectos Sociales	Debilidades inter comités.	Los comités de la comunidad trabajan descoordinadamente.
	Problemas internos.	La ausencia de normas que regulen los usos de los recursos naturales, genera desacuerdos entre comunitarios, esto conlleva a la desorganización.

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada en campo y gabinete.

### 1.6.10 Normas tradicionales vigentes.

Algunas de las normas tradicionales que aun son practicadas en la comunidad se describen a continuación.

Cuadro 15. Normas consuetudinarias practicadas.

Acceso a la tierra.	Se les reconoce las posesiones de tierras a los descendientes del grupo original establecidos en la comunidad desde 1,906.
Transferencia de derechos.	La compra y venta, la transferencia hereditaria de derechos posesorios sobre bienes inmuebles, es realizado con personas de la misma comunidad por la existencia de la prohibición de hacerlo con personas provenientes de otras comunidades por razones de respeto, cumplimiento y conservación de las normas de convivencia local comunitaria, y evitar su contaminación con actitudes y comportamientos de personas externas.
Derechos de las hijas	Opiniones encontradas en cuanto a las hijas que contraen matrimonio con personas externas a la comunidad no podrán tener acceso a la tierra, aunque otros comunitarios manifiestan que de acuerdo al comportamiento de estas nuevas parejas, se podrá heredar igualmente como a los hijos varones, siempre y cuando los padres tengan terrenos suficientes para darles una fracción del mismo.
Arrendamiento	Cada poseedor puede dar en arrendamiento su posesión aunque el actual comité de tierras solicita se dé un cierto porcentaje a la caja del comité.
Trabajaderos	Todos los trabajaderos deben ser reconocidos por los comunitarios para no ser usurpados por otros.
Aprovechamientos forestales	Se prohíbe la extracción de leña para su comercialización, se autoriza la extracción de madera para beneficio de toda la comunidad. Mediante licencias emitidas por instituciones de Estado.
Servicio comunitario	Se convoca a comunitarios una vez al año para que presten servicios como la limpia del cementerio entre otros.

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada en campo y gabinete.

## 1.6 CONCLUSIONES

- El régimen de tenencias de tierras comunales es favorable en la conservación de los bosques, pues han sido los bosques de propiedad comunal y municipal los que han tendido a permanecer en el tiempo. Sin embargo la desintegración de la organización interna en la Aldea San Isidro, en algunos casos ha llevado a la explotación irracional de este recurso. Por lo que trabajar en re-organización interna será de mucha importancia para administrar de manera eficiente el territorio.
- Los recursos naturales tierra, agua, bosque son potencialidades que presenta la comunidad, sin embargo están siendo sub-utilizados.
- La finca perteneciente a la Aldea San Isidro está siendo posesionada actualmente por 159 familias, de las cuales solo aparecen legalmente inscritas en el Registro General de Centroamérica (RGP), 79 de estas familias como propietarias.
- Los procesos actuales de adjudicación de tierras se realizan mediante normas consuetudinarias, las transferencias hereditarias o compra y venta de derechos, pero no existen normas claras establecidas para abordar estos temas.
- Existencia de demandas de tierras dentro de la comunidad, ante la adversidad climatológica, debido a que en la época lluviosa se dan deslaves afectando algunas viviendas, el actual Comité de Tierras manifiesta no tener autoridad para adjudicar nuevos predios.

## 1.7 RECOMENDACIONES

- Proteger los manantiales de la aldea conservando la cobertura boscosa o reforestando las áreas cercanas a los mismos resultara de mucha importancia, para ello se debe trabajar conjuntamente, y mejorar en los aspectos político - administrativos.
- Declarar la actual asociación de tierras como persona jurídica, ayudará a crear los mecanismos, normas y procedimientos necesarios para corregir los problemas de desintegración organizativa de la comunidad.
- Para aprovechar los recursos naturales se debe impulsar un plan de manejo integral y buscar incentivos como el Programa de Incentivos Forestales. (PINFOR).
- Implementar políticas eficientes de arrendamientos de tierras generará oportunidades de trabajo a jóvenes y mujeres en la aldea, mejorando los ingresos económicos los cuales beneficiaran a toda la comunidad.
- Establecer mecanismos claros de adjudicación de tierras contribuirá al ordenamiento territorial de la comunidad.
- Crear una nueva lotificación de predios para viviendas cercana al casco urbano serviría para proveer de tierras a aquellos comunitarios que por necesidad demanden este recurso.

## 1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Congreso Nacional de la República de Guatemala, GT. 2005. Ley del registro de información catastral, decreto no. 41-2005. Guatemala. p. 25, 26.
2. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, INAFOR, p. 42.
3. Elías Gramajo, S. 2007. Diagnóstico de tierras comunales en territorios indígenas. Guatemala, p. 4-6, 9.
4. FAO, IT. 2003. Las cuestiones de género y acceso a la tierra. Roma, Italia. 5 p.
5. Geilfus, F. 2002. 80 herramientas para el desarrollo participativo, diagnóstico, planificación, monitoreo y evaluación. San José, Costa Rica, IICA. 13- 21, 20-32 32-50. p.
6. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2002. XI censo de población y vi de habitación: Salamá, Baja Verapaz, Guatemala. Guatemala. 1 CD.
7. Mercy Corps, GT. 2008. Diagnóstico territorial San Jerónimo, Baja Verapaz. Guatemala. 1-6, 28-31 p.
8. Morales, C. 2004. Evaluación de la política forestal en Guatemala. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Económicas. 9 p.
9. MSPAS (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, GT). 2009. Plan municipal de agua y saneamiento en San Jerónimo, Baja Verapaz. Guatemala. 15-17, 20-23 p.
10. OPM (Oficina de Planificación Municipal, Municipalidad de San Jerónimo, Baja Verapaz, GT). 2006. Monografía del municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz, Guatemala. San Jerónimo, Baja Verapaz, Guatemala. 14-23 p.
11. Quiñones, L; Salas, J. 2005. Ensayo de administración de tierras y catastro rural (en línea). Cochabamba, Colombia. 2-11, 21,26 p. Consultado 28 oct. 2010. Disponible en: [www.http://www.redesma.org/boletin/bol\\_2006/bol\\_7\\_22/propuestaJCSalas.pdf](http://www.redesma.org/boletin/bol_2006/bol_7_22/propuestaJCSalas.pdf)
12. Secretaria Asuntos Agrarios, Presidencia de la República, GT. 2008. Expediente, tipología y disputa de derechos de la comunidad de San Isidro, San Jerónimo, Baja Verapaz, Guatemala. Guatemala. 1-36 p. (Sin publicar).

## **CAPÍTULO II**

**ESTUDIO DE CUATRO VARIABLES ASOCIADAS A LA PRECISIÓN DE  
COORDENADAS TOPOGRÁFICAS GPS, EN EL LEVANTAMIENTO  
CATASTRAL, EN EL MUNICIPIO DE SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ,  
GUATEMALA C.A.**

**STUDY OF FOUR VARIABLES ASSOCIATED WITH THE PRECISION  
OF TOPOGRAPHIC COORDINATES GPS, IN THE PROPERTY  
RAISING, IN SAN JERÓNIMO, MUNICIPALITY, BAJA VERAPAZ,  
GUATEMALA C.A.**

### **2.1 PRESENTACIÓN**

La dinámica actual en la Topografía que desarrolla el Catastro Nacional en el país, requiere de la utilización de tecnología, como los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), procedimientos de campo adecuados y los software pertinentes, que por la facilidad, integridad y confiabilidad en el manejo de la información generada, permite que el proceso de levantamiento en campo se desarrolle con rapidez.

En la actualidad uno de los métodos más empleados por el Registro de Información Catastral (RIC), para la captura de datos en campo, es el llamado geoposicionamiento diferencial de fase, modalidad estático, el cual consiste en emplear un receptor GPS en una posición conocida, mientras que los receptores móviles se posicionan en los vértices de interés, de manera que los datos deben ser registrados simultáneamente por los receptores GPS.

Posteriormente, un programa de corrección diferencial compara época a época los datos del fichero base con las coordenadas precisas de la "estación base" y, aplicando las correcciones al archivo de la "estación móvil" generando un archivo de posiciones corregidas.

Sin embargo existen algunos factores que pueden incidir en la precisión final de coordenadas, factores los cuales se sugiere tomarse en cuenta al momento de realizar los trabajos de campo. De manera que el presente trabajo de investigación, busca determinar el grado de incidencia que algunos de estos factores podrían causar en el proceso de captura de información gráfica de predios en el proceso catastral.

## 2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Dentro de las múltiples actividades que desarrolla el Registro de Información Catastral (RIC), el levantamiento topográfico mediante la utilización de equipos GPS resulta ser en la actualidad indispensable en el proceso catastral. Siendo la precisión de las coordenadas finales el parámetro principal a considerar durante la captura de los datos.

Garantizar la calidad de las coordenadas es indispensable en los procesos catastrales, optimizar el tiempo y reducir la duplicidad laboral en las actividades de campo y gabinete, son esenciales para el buen funcionamiento del Catastro Nacional.

Existen muchas variables que tienen implicaciones asociadas en la precisión de los resultados finales, por mencionar algunas; receptores GPS., mono y doble frecuencia, tiempos de observación durante la captura de los datos, el distanciamiento de las estaciones bases y los receptores móviles, cambios en la dilución de la precisión en la posición (PDOP).

De manera que resulta importante conocer el grado de incidencia que puedan generar estas variables en la precisión de los resultados finales, para que posteriormente puedan ser consideradas o no, al momento de llevar a cabo el levantamiento en campo.

## 2.3 MARCO TEÓRICO.

### 2.3.1 Marco teórico conceptual.

Las medidas en Topografía nunca permiten obtener el verdadero valor de la magnitud que se mide. De hecho, el verdadero valor de una magnitud no es nunca conocido, de ahí que sea más apropiado hablar de estimaciones o aproximaciones al valor de una magnitud. Las imperfecciones de los aparatos utilizados y las limitaciones de los sentidos contribuyen a que una misma magnitud medida varias veces, tenga como resultados medidas diferentes, (Martínez, Ojeda, Sánchez, Relas y García 2004).

#### 2.3.1.1 *Precisión y exactitud.*

Si se mide varias veces una misma longitud, se obtendrán tantos valores diferentes como veces se realice la medida. La diferencia entre ellas es lo que se denomina discrepancia, cuanto menor sea la discrepancia mayor será la probabilidad de que la magnitud medida se aceptable.

La exactitud se refiere a la aproximación de la medida a la verdadera magnitud de lo que se está midiendo. La precisión indica la dispersión de las medidas obtenidas. Para aclarar estos conceptos, se expone a continuación, el ejemplo clásico de la diana. En la figura 15, se muestran tres dianas con diferentes resultados en los disparos.

Si se consideran los disparos como si fuesen las medidas obtenidas para una cierta magnitud, la diana de la izquierda representa cuatro disparos bastante exactos pero dispersos, es decir cuatro medidas con poca precisión y alta exactitud. La diana central representa una serie de cuatro medidas con alta precisión y baja exactitud y la diana de la derecha representa una serie de gran precisión y exactitud.

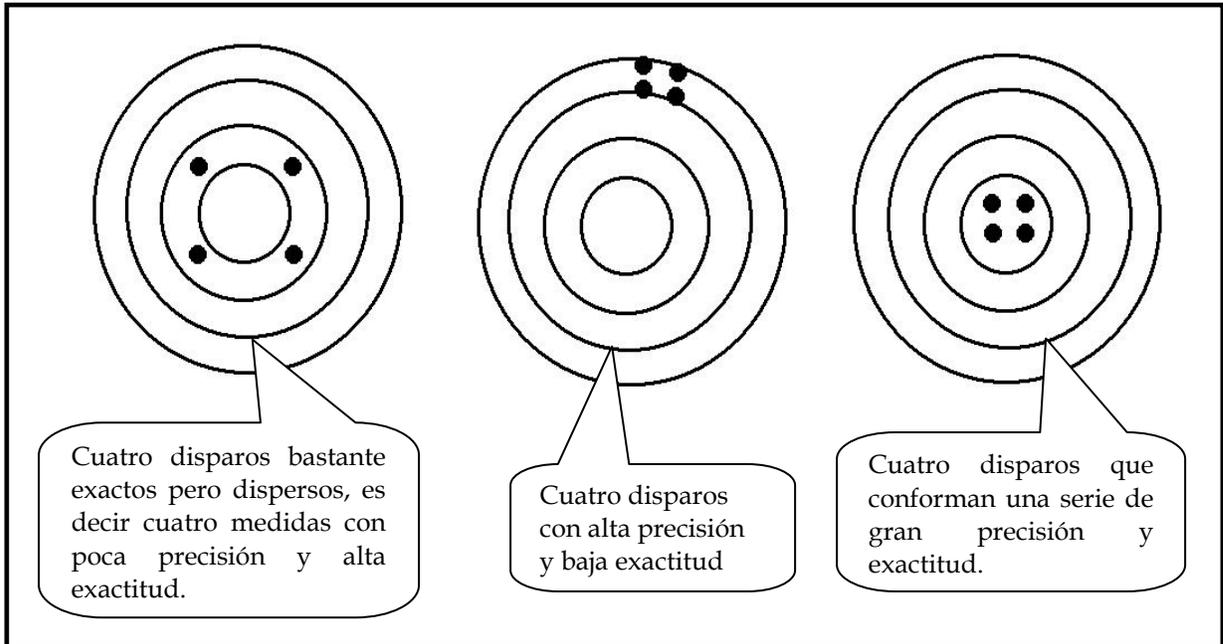


Figura 15. Exactitud y precisión en las medidas.

Fuente: (Martínez, Ojeda, Sánchez, Relas y García 2004).

### 2.3.1.2 Definición de GPS.

GPS, es la abreviatura de NAVSTAR GPS Este es el acrónimo en Inglés de NAVigation System with Time And Ranging Global Positioning System, (que en Español significa Sistema de Posicionamiento Global con Sistema de Navegación por Tiempo y Distancia).

Basado en una constelación de 24 satélites distribuidos en 6 planos orbitales a 20,200 km; sobre la superficie terrestre y que permite posicionar puntos sobre la superficie del globo terráqueo a distintos niveles de precisión, de acuerdo a usos específicos. (Ghio, 2010).

### 2.3.1.3 Segmentos del sistema GPS.

El sistema GPS comprende tres segmentos diferentes los cuales se mencionan a continuación. (Smith y Guardia, 2010).

### *A. Segmento espacial.*

El segmento espacial está referido a satélites que giran en órbitas alrededor de la Tierra, diseñado de tal forma que se pueda contar con un mínimo de 4 satélites visibles por encima de un ángulo de elevación de  $15^{\circ}$  en cualquier punto de la superficie terrestre, durante las 24 horas del día. Para la mayoría de las aplicaciones, el número mínimo de satélites visibles deberá ser de cuatro.

### *B. Segmento de control.*

El segmento de control consiste de una estación de control maestro, cinco estaciones de observación y cuatro antenas de tierra distribuidas entre cinco puntos muy cercanos al ecuador terrestre. El segmento de control rastrea los satélites GPS., actualiza su posición orbital, calibra y sincroniza sus relojes.

Las señales de los satélites son leídas desde las estaciones: Ascensión, Diego García y Kwajalein. Estas mediciones son entonces enviadas a la estación de control maestro en Colorado Springs, donde son procesadas para determinar cualquier error en cada satélite.<sup>5</sup>

### *C. Segmento de usuarios.*

El segmento de usuarios comprende a cualquiera que reciba las señales GPS con un receptor, determinando su posición y hora. Algunas aplicaciones típicas dentro del segmento usuarios son: la navegación en tierra para excursionistas, ubicación de vehículos, topografía, navegación marítima y aérea, control de maquinaria, etc.

---

<sup>5</sup> Cada satélite GPS., lleva a bordo varios relojes atómicos muy precisos. Estos relojes operan en una frecuencia fundamental de 10.23MHz, la cual se emplea para generar las señales transmitidas por el satélite.

### 2.3.1.4 Evolución de los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS).

Los sistemas globales de navegación por satélite, han ido evolucionando durante el tiempo algunos países desarrollados han implementando nuevos sistemas de navegación, mismos los cuales se presentan en el cuadro siguiente. (Sociedad de Especialistas Latinoamericanos en Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial. SELPER, 2008).

Cuadro 16. Sistemas de navegación por satélites.

Año	Sistema	Organización/país	No. de satélites	Características
1967	TRANSIT	Armada de Estados Unidos	6	Peso = 120 Kg. Altura Orbital = 1,100 km.
1978 - 1995 (Capacidad Total).	NAVSTAR-GPS (Navigation System and Ranging).	Departamento de Defensa de Estados Unidos	27 (24 Operativos 3 de respaldo).	Peso = 900 kg. Altura Orbital = 20,200 km.
1982 - 1996 (Capacidad Total).	GLONASS (Global Navigation Sputnik System).	Federación Rusa	24 (21 Operativos, 3 de respaldo), Cobertura mundial.	Peso = 1.400 kg. Altura Orbital = 19,100 km.
2005 - 2011 (Operativo)	GALILEO	Unión Europea	30	Peso = 700 kg. Altura Orbital = 23,616 km.
	BEIDOU	China (Sistema de navegación propio en fase de proyecto).		

Fuente: SELPER, 2008.

### 2.3.1.5 Técnicas para determinar la posición de un punto mediante el sistema GPS.

Para determinar la posición de un punto sobre la superficie terrestre existen varias técnicas, siendo de nuestro interés las que se describen seguidamente (Sanjosé, Martínez y López 2004).

### ***A. Navegación autónoma.***

La navegación autónoma alcanza precisiones de +/- 100 metros, para el uso de excursionistas; posicionamiento diferencial corregido (precisión desde 0.5 m hasta 5 m) utilizados para navegación costera.

### ***B. Posicionamiento diferencial de fase.***

El posicionamiento diferencial de fase alcanza precisiones de 0.5 mm a 2 cm, empleado para trabajos topográficos. De ellos, el que nos interesa y que será tratado en este tema, es el posicionamiento diferencial de fase.

Esta técnica implica post procesar los datos capturados en campo, lo que conlleva a realizar la corrección diferencial de los datos.

#### ***2.3.1.6 Tipos de levantamientos con GPS.***

Existen diversas técnicas para la medición con receptores GPS; y entre ellas el topógrafo debe elegir la más adecuada para el tipo de trabajo que va a desarrollar (Ruz, Ribeiro, García, Guinea y Sandoval, 2008).

- ***Sistema estático:*** Su empleo consiste en colocar un receptor fijo en un lugar de coordenadas conocidas en el sistema WGS 84, y el receptor móvil es colocado en el otro extremo de la línea base. Los datos se registran de manera simultánea en ambos receptores, y deben de estar midiendo un tiempo relativamente largo. Este método fue el primero en ser desarrollado para la ejecución de levantamientos topográficos, y se emplea para la medición de grandes distancias.
- ***Sistema estático rápido:*** Es usado para establecer redes de control locales y es más rápido que el sistema estático. Normalmente se elige un punto de referencia sobre un punto de coordenadas conocidas, y uno o más receptores móviles actúan con respecto al receptor fijo o de referencia.

Los receptores móviles son colocados en cada uno de los puntos que quiere determinarse su posición. Cuando se trabaja con dos o más receptores móviles hay que asegurarse que todos los receptores estén registrando simultáneamente sobre cada punto. Los datos son registrados y posteriormente procesados en la oficina.

- **Sistema cinemático:** Este sistema es empleado para levantamientos de detalle, esto es para medir puntos cercanos unos de otros. Pero tiene el inconveniente que si existen obstáculos y se pierde la señal, (menos de cuatro satélites), entonces el equipo debe inicializarse, lo cual tarda entre cinco y diez minutos. La técnica cinemática implica tener un móvil que se desplaza y su posición tiene que ser calculada con respecto al receptor fijo. Tanto el receptor de referencia como el fijo deben estar estáticos. Después de la inicialización el receptor móvil se desplaza libremente.
- **Sistema cinemático en tiempo real (R.T.K.):** Emplea un radio enlace entre el receptor fijo y el móvil, de manera que permite calcular las coordenadas del receptor móvil en tiempo real. El receptor móvil recibe información de los satélites y a la vez del receptor fijo, de manera que puede calculara las ambigüedades y obtener precisiones muy precisas con relación al receptor fijo. Las precisiones que pueden obtenerse en las líneas base están entre uno y cinco centímetros.

### 2.3.1.7 Corrección diferencial.

La técnica de corrección diferencial consiste en utilizar por lo menos dos receptores GPS., de manera simultánea. De forma, que un receptor se encuentra fijo en un punto de coordenadas conocidas y el otro u otros receptores estarán moviéndose alrededor del fijo y en la zona donde interesa calcular el posicionamiento de nuestros puntos. (IGN España, 2011).

De esta manera se determina las distancias existentes entre el receptor fijo llamado "estación base", y los móviles, llamados "estación móvil" (denominado también estación remota o rover) las distancia resultantes entre estos se denomina "distancias base".

Debido a que el receptor fijo está en un punto de coordenadas conocidas, entonces puede estimarse de manera precisa la distancia a cada uno de los satélites, y determinarse la diferencia o correcciones entre la posición calculada con las coordenadas fijas y la medida.

#### ***2.3.1.8 Efemérides.***

Es la lista de posiciones o ubicaciones de un objeto celeste en función del tiempo.<sup>6</sup>

Las efemérides son un conjunto de datos que describe la posición de un objeto celeste como función del tiempo. Singular y plural indistintos. Cada satélite GPS transmite periódicamente un efemérides, cargada por el segmento de control, que describe su posición prevista en un futuro próximo. Los programas de post procesamiento también pueden utilizar un efemérides de precisión que describe las posiciones exactas de un satélite en momentos relevantes del pasado. (Smith y Guardia, 2010).

#### ***2.3.1.9 PDOP: Dilución de la precisión en la posición (X, Y, Z).***

El PDOP proviene del acrónimo en Inglés Position Dilution of Precision, (que en español significa dilución de la precisión), indica la calidad de la geometría de los satélites GPS en el horizonte, un PDOP bajo indica una geometría buena 5 o menor. Un PDOP alto indica problemas en la geometría de los satélites y si es mayor de 10 hay que tener cuidado con la precisión de las coordenadas obtenidas.

Por medio de este dato se conoce la fortaleza de la geometría de los satélites mismo, que está directamente relacionado con la distancia de los satélites al receptor y su distribución espacial.

---

<sup>6</sup> Los objetos celestes hacen mención a los cuerpos que pueblan el universo, como las estrellas, los planetas y los satélites.

Cuando los satélites están bien distribuidos, la posición del receptor puede situarse dentro del área sombreada de la siguiente figura, y el margen de error es mínimo (ver figura 16), pero cuando los satélites están muy cerca unos de otros, el área sombreada aumenta de tamaño, incrementando su incertidumbre en la determinación de la posición.

*Hay diferentes tipos de dilución de la precisión.*

- ✓ VDOP: Dilución vertical de la posición. Indica la degradación vertical.
- ✓ HDOP: Dilución horizontal de la precisión. Degradación horizontal.
- ✓ PDOP: Dilución de la precisión en la posición (X, Y, Z). Proporciona la degradación de la exactitud en posición 3D.
- ✓ GDOP: Dilución en la precisión geométrica. Degradación de la exactitud en 3D y el tiempo. Este es el factor más importante, puesto que se conocen todos los factores. El GDOP debe tener un valor menor a ocho.

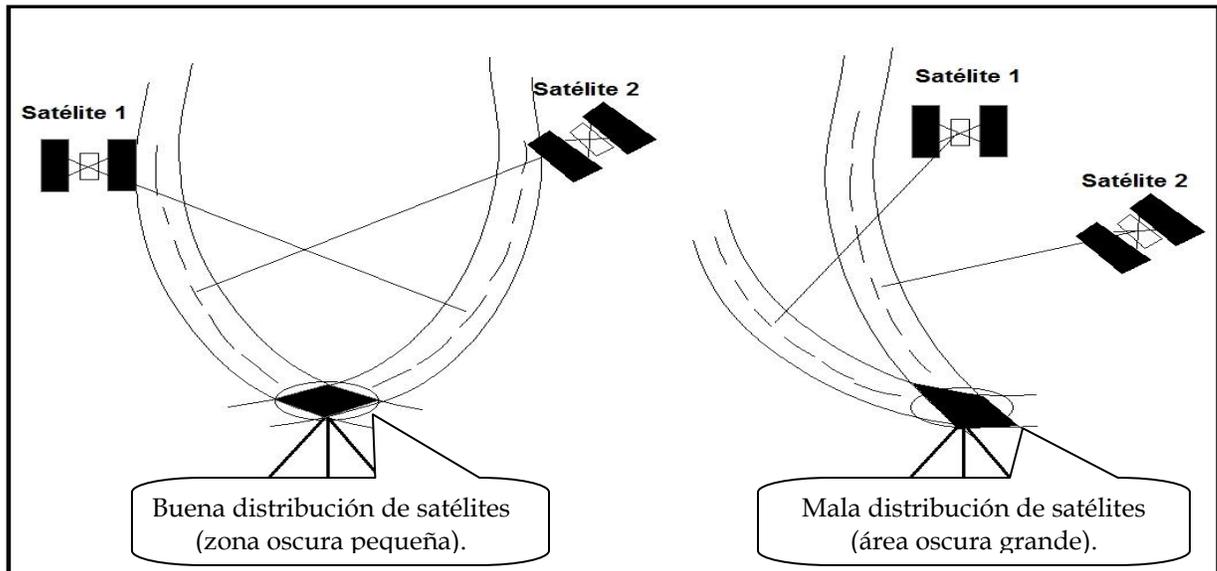


Figura 16. Distribución geométrica de los satélites.

Fuente: Martínez, 2004.

**Elevación del satélite.** Las señales de satélites que se encuentran en un ángulo de elevación bajo se verán más afectadas que las señales de satélites que se encuentran en un ángulo de elevación mayor. Esto es debido a la mayor distancia que la señal tiene que viajar a través de la atmósfera. (Martínez, Ojeda, Sánchez, Relas y García, 2004).

### 2.3.1.10 Frecuencias L1 y L2 en los receptores GPS.

El elemento clave de la precisión del sistema, es el hecho de que los componentes de la señal están controlados por relojes atómicos muy precisos. Los satélites tienen a bordo cuatro normas de tiempo (dos relojes de Rubidio y dos relojes de Cesio).

Estas normas de frecuencia altamente precisas, constituyen el corazón de los satélites GPS, produciendo la frecuencia fundamental en la banda L (10.23MHz). A partir de esta frecuencia fundamental, se derivan coherentemente dos señales, las ondas de portadora L1 y L2, que se generan multiplicándolas por 154 y 120 respectivamente, con lo que producen: L1= 1,575.42 Mhz (19 cm), L2=1,227.60Mhz (24 cm).

La figura a continuación demuestra en forma simplificada las ondas portadoras L1 y L2.

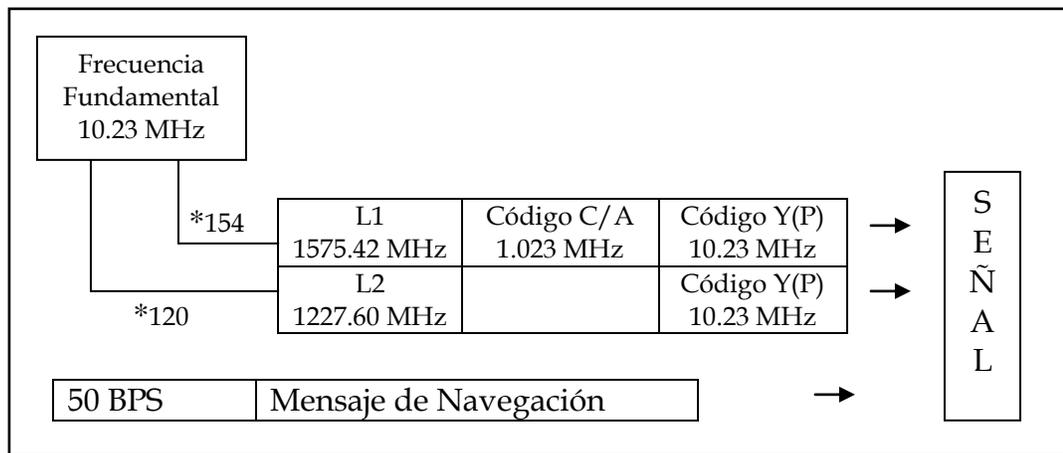


Figura 17. Frecuencias portadoras L1 y L2.

Las pseudodistancias se obtienen a partir del tiempo de viaje de la señal, medido desde cada satélite al receptor, a diferencia de los receptores GPS mono frecuencia (L1) y los receptores doble frecuencia (L1, L2) se caracterizan por disminuir los errores causados por la refracción ionosférica, ya que la señal, al pasar por la ionósfera y luego al encontrarse con vapor de agua en su paso por la tropósfera, disminuye su velocidad, ocasionando errores. También aumenta el rastreo de los satélites, permitiendo obtener resultados de alta precisión con tiempos de medición mucho más cortos que los de una frecuencia. (INEGI, 2010).

### **2.3.1.11 Fuentes de error del sistema.**

Todas las técnicas de cálculo de posicionamiento GPS están basadas en la medición de la distancia del satélite al receptor terrestre. La idea básica es el empleo de la intersección inversa, o sea si se conoce la distancia hacia tres puntos (receptor-satélites), y además son conocidas sus coordenadas o posición (satélites), entonces puede calcularse la posición del receptor. Un cuarto satélites es necesario para determinar la ambigüedad del tiempo del satélite y el receptor. Por tanto las cuatro incógnitas son: X,Y,Z, del receptor y el tiempo.

*En el cálculo de la posición de un punto existen diferentes fuentes de error:*

**Retrasos ionosféricos y atmosféricos:** La señal enviada por el satélite tiene que pasar obligatoriamente por la ionosfera para llegar al receptor, este paso por la ionosfera produce un error en el cálculo de la distancia.

**Errores en el reloj del satélite y del instrumento receptor:** Los relojes de los satélites son muy precisos pero a veces producen errores, de manera que afecta a la exactitud de la posición.

**Efecto multitrayectoria:** Este error se produce cuando la señal del satélite no viaja directa a la antena receptora, sino que rebota en un objeto reflectante cercano provocando una medición falsa. Este efecto solo afecta a las mediciones topográficas de alta precisión.

**Disponibilidad selectiva:** Este es un error provocado por el Ministerio de Defensa de los Estados Unidos para degradar la precisión de la posición a usuarios civiles y países enemigos. Para usuarios que emplean un solo receptor este error es importante, no pasa lo mismo para sistemas diferenciales como los empleados en topografía.

**Dilución de la precisión (DOP):** Con este dato se conoce la fortaleza de la geometría de los satélites y está directamente relacionada con la distancia de los satélites al receptor y su distribución espacial.

### 2.3.1.12 Ventajas e inconvenientes de la técnica GPS.

Cuadro 17. Descripción de las ventajas e inconvenientes de la técnica GPS.

Ventajas	Inconvenientes
- No hace falta que los puntos sobre los que se realiza las mediciones sean visibles.	- Los receptores GPS no podrán emplearse en los interiores de los edificios.
- Pueden emplearse en cualquier momento del día o de la noche, incluso no hay que preocuparse de las condiciones climatológicas (niebla, lluvia).	- Las señales de los satélites pueden interrumpirse por cercanía de edificios, por ello se hace difícil su manejo en el interior de las ciudades.
- Los resultados tienen precisiones geodésicas en tres dimensiones.	- Los modelos convencionales necesitan programas de post procesamiento para obtener mayores precisiones.
- Es más rápido que los métodos convencionales.	- Para los levantamientos topográficos deberá emplearse un aparato adicional que servirá como estación base por lo que el costo en adquisición de estos equipos aumenta.
- El número de usuarios es ilimitado.	
- Tiene cobertura mundial y el servicio es gratuito.	

Fuente: Elaboración propia en base a citas bibliográficas.

### 2.3.1.13 Parámetros a tener en consideración durante la toma de datos en campo.

**Ubicación de la antena:** La presencia cercana de objetos que interfieran en la señal (edificios, cubierta arbórea), la visión directa satélite-receptor, ha de evitarse en lo posible, así como la cercanía de radares, postes de alta tensión. La antena, por tanto, debe situarse a ser posible en una zona con clara visibilidad del cielo.

**Máscara PDOP:** Se puede configurar un valor máximo de PDOP en el receptor para ignorar las constelaciones que presenten un valor superior al dado (lo que implicaría muy poca precisión).

**Número de satélites visibles:** Para obtener una precisión adecuada, el mínimo número de satélites visibles debe ser de cuatro. Aún así, algunos receptores permiten tomar posiciones con sólo tres, usando la última altitud registrada. Esto conlleva grandísimas imprecisiones.

**Máscara SNR (Signal Noise Ratio o Fuerza de la Señal):** El SNR mide el contenido de la información de una señal en relación al ruido de dicha señal. Cuanto menor sea, más información se perderá en el ruido. Un valor superior a 20 se considera muy bueno. Un mínimo aceptable (valor a usar como máscara) es 6. Este valor se calcula para cada satélite.

**Máscara de Elevación:** Es el ángulo de elevación sobre el horizonte bajo el cual no se utilizan satélites. Para un funcionamiento adecuado, esta máscara debe adoptar al menos el valor de 15°.

La máscara de elevación del receptor móvil debe ser superior al menos en 10°, Como regla general, para topografía se deben observar los satélites con un ángulo de elevación de 15° sobre el horizonte.<sup>7</sup>

### **2.3.2 Marco referencial.**

#### **2.3.2.1 Antecedentes.**

Se tomaron en cuenta los parámetros técnicos, propuestos en el manual de normas técnicas y procedimientos catastrales, del RIC (Congreso Nacional de la República de Guatemala 2005), el cual reza lo siguiente:

“Los ítems que se presentaran a continuación son algunos de los casos en los cuales se reincidirá durante el proceso de la investigación.

---

<sup>7</sup> La coordenada vertical (Z o altitud) es entre dos y cinco veces menos precisa que las coordenadas horizontales en cualquier posición GPS., hallada. En general, suele citarse la precisión horizontal y obviarse la vertical.

### 2.3.2.2 Precisión de las Redes de Apoyo Catastral (RAC).

Para el efecto las Redes de Apoyo Catastral serán referenciadas a estaciones oficializadas por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

#### A. Red de Apoyo Catastral 1. (RAC 1).

Redes de Apoyo Catastral tipo 1: Establecidas por el RIC y referenciadas a la Red Geodésica Nacional. Las mismas tendrán una distancia entre sí de 7 a 15 kilómetros y una precisión de  $5 \text{ mm} + 1 \text{ ppm.}^8$ ). Utilizando para nuestro caso la Red de Apoyo Catastral de orden 1, ubicada en la Aldea Nuevo San Juan, municipio de Salamá departamento de Baja Verapaz, denominada por el RIC, como RAC 1 15-01-004. La ubicación espacial de dicha RAC 1 se presenta en la figura a continuación.



Orden del Punto	RAC 1	Código	15-01-004
Proyección GTM	Este	Norte	Altura Elipsoidal
	521899.086	1669026.692	952.142
Departamento	Municipio	Lugar	Especificaciones
Baja Verapaz	Salamá	Aldea Nuevo San Juan	Oficinas RIC

Figura 18. Ubicación espacial de la estación base empleada.

<sup>8</sup> Ppm es la abreviatura de partes por millón, y es equivalente a un milímetro de error por cada un km.

### **2.3.2.3 Tolerancias de precisión de los levantamientos.**

#### **A. Tolerancias de los geoposicionamientos en terrenos de carácter rural.**

El geoposicionamiento final de los predios se considera efectivo si la coordenada determinada está dentro de 1 metro de su valor más probable, (RIC, 2011).

### **2.3.2.4 Monumentación de las Redes de Apoyo Catastral (RAC 1).**

Los monumentos de la RAC 1 deberán contar con las características propuestas en el manual de normas técnicas y procedimientos catastrales, del RIC. Características las cuales se describen a continuación.

- a.) Fundición de concreto con una proporción de una parte de cemento por dos de arena y dos de piedrín (1:2:2), para tener una resistencia de 217 kg. /cm. Que es un concreto de alta resistencia.
- b.) Dimensiones del monumento: 30 cm de ancho por 60 de largo.
- c.) Ficha de bronce de 7 cm. de diámetro con pin de 10 cm. de longitud, que contenga la siguiente información: Código del punto, fecha del geoposicionamiento, y nombre del RIC.
- d.) Tomar por lo menos dos fotografías panorámicas del punto, con orientación norte y la otra con orientación este.
- e.) Croquis de punto: Utilizar el formato de croquis de puntos de redes GPS.

Fuente: RIC, 2011.

## 2.4 HIPÓTESIS

1. Los procedimientos para emplear receptores mono y doble frecuencia se diferencian considerablemente en el proceso de la captura de las coordenadas topográficas. Dado que los receptores doble frecuencia capturan información de mayor precisión y en menor tiempo.
2. El PDOP considerablemente no influye en la precisión de las coordenadas topográficas GPS., como para que se tome en cuenta en los procesos catastrales. A pesar de que la distribución satelital cambia constantemente.
3. El alejamiento de los receptores móviles respecto a las estaciones bases para la corrección diferencial, influyen considerablemente en la precisión de las coordenadas topográficas, debido a que la precisión esta estrechamente asociada al distanciamiento de las estaciones bases y los receptores móviles.

## 2.5 OBJETIVOS

### *General.*

Evaluar la incidencia de cuatro variables asociadas a la precisión de coordenadas topográficas en los levantamientos catastrales, haciendo uso del sistema de posicionamiento global. NAVSTAR, (GPS).

### *Específicos.*

1. Determinar cuál es el tiempo de observación idóneo para la captura de coordenadas finales, mediante la utilización de GPS mono y doble frecuencia garantizando la precisión.
2. Explicar si la utilización de GPS mono y doble frecuencia influye en la precisión de las coordenadas finales.
3. Evaluar el grado de incidencia del PDOP en la precisión de coordenadas finales.
4. Evaluar el grado de incidencia en cuanto a la precisión coordenadas finales, en función de las distancias existentes entre las estaciones bases y los receptores móviles.

## 2.6 METODOLOGÍA

### 2.6.1 Descripción de las variables evaluadas.

Las cuatro variables evaluadas en la presente investigación se describen a continuación.

1. **Precisión de coordenadas finales, utilizando receptores GPS., mono frecuencia.**
2. **Precisión de coordenadas finales, utilizando receptores GPS., doble frecuencia.**
3. **Incidencia del PDOP en la precisión de coordenadas finales.**
4. **Incidencia del distanciamiento entre las estaciones bases y los receptores móviles en la precisión.**

Las estaciones empleadas en post proceso para la evaluación en del distanciamiento de las estaciones bases y los receptores móviles en la precisión se presentan a continuación.

Cuadro 18. Descripción de las estaciones bases empleadas.

Estaciones bases	Distancia entre las estaciones bases y los receptores móviles, en (Km).	Referencia
Nuevo San Juan, Salamá Baja Verapaz.	2.166 km	Vértices de la red establecida
Ciudad, Capital	59.910 Km	
Morales, Izabal	156.414 Km	
Santa Elena, Petén.	208.570 Km	

Fuente: Elaboración propia.

### 2.6.2 Características técnicas de los receptores GPS utilizados.

Para la investigación se requirió disponer de receptores mono y doble frecuencia, teniendo acceso en su momento las marcas comerciales Topcon y Trimble, con las características técnicas que se describen a continuación.

Cuadro 19. Características técnicas de los receptores GPS utilizados.

Parámetros	GPS Mono frecuencia (L1).	GPS Doble frecuencia (L1, L2)
Marca comercial:	Trimble	Topcon
Serie:	R 3	Hiper +
Frecuencia	Mono	Doble
Antena	Externa	Interna
Precisión	$\pm 5 \text{ mm} + 0.5 \text{ ppm}$	$\pm 3 \text{ mm} + 0.5 \text{ ppm}$
Máscara de elevación <sup>9</sup>	12°	12°
Intervalo de la captura de información	5 segundos.	5 segundos.

(Nota: para las estaciones bases empleadas, el intervalo de captura de información fue de 15 segundos.).

### 2.6.3 Monumentación.

Los cinco vértices de la red geodésica, se materializaron, conforme a lo indicado en el manual de normas técnicas y procedimientos catastrales del RIC. Sin embargo por los costos en términos económicos que representaba la adquisición de cinco fichas de bronce, estas se cambiaron por cinco tubos plásticos de tres pulgadas revestidos con cemento, con una varilla de hierro incrustada en el centro, reemplazando así las fichas de bronce propuestas por el RIC. (Ver figura 20).

Los cinco códigos asignados para los vértices correspondientes a la red geodésica se muestran en el cuadro a continuación.

<sup>9</sup> La máscara de elevación hace referencia al ángulo de elevación respecto al horizonte.

Cuadro 20. Nombre de los puntos que conforman la red de referencia.

No.	Nombre de Vértice
1	Referencia 1
2	Referencia 2
3	Referencia 3
4	Referencia 4
5	Referencia 5



Figura 19. Materialización de los vértices.



Figura 20. Vértices consolidados.

#### 2.6.4 Establecimiento y diseño de la red geodésica.

Para las evaluaciones realizadas en cada una de las variables abordadas, se necesitó disponer de puntos de referencia conocidos, estableciendo para ello la red geodésica de orden uno, bajo los estándares establecidos en el manual de normas técnicas y procedimientos catastrales del RIC. (Ver página 15).

Los vértices de referencia seleccionados mantuvieron las mismas características a efecto de controlar las variables asociadas a la precisión, variables como: Obstáculos físicos, proyección en el horizonte, constelación satelital, efemérides, cambios asociados a horarios de observación. Posicionados en campo con una dirección de este a oeste y con una equidistancia entre ellos de 150 metros.

La captura de los datos en campo consistió en posicionar cinco GPS doble frecuencia sobre los vértices correspondientes a la red.

Se realizaron dos sesiones de dos horas de tiempo de observación y una hora de intervalo para obtener redundancia de observaciones y así optimizar el ajuste de la red, finalmente se seleccionaron aquellas sesiones, que mostraron mayor precisión.

El mapa a continuación demuestra la ubicación del área de estudio.

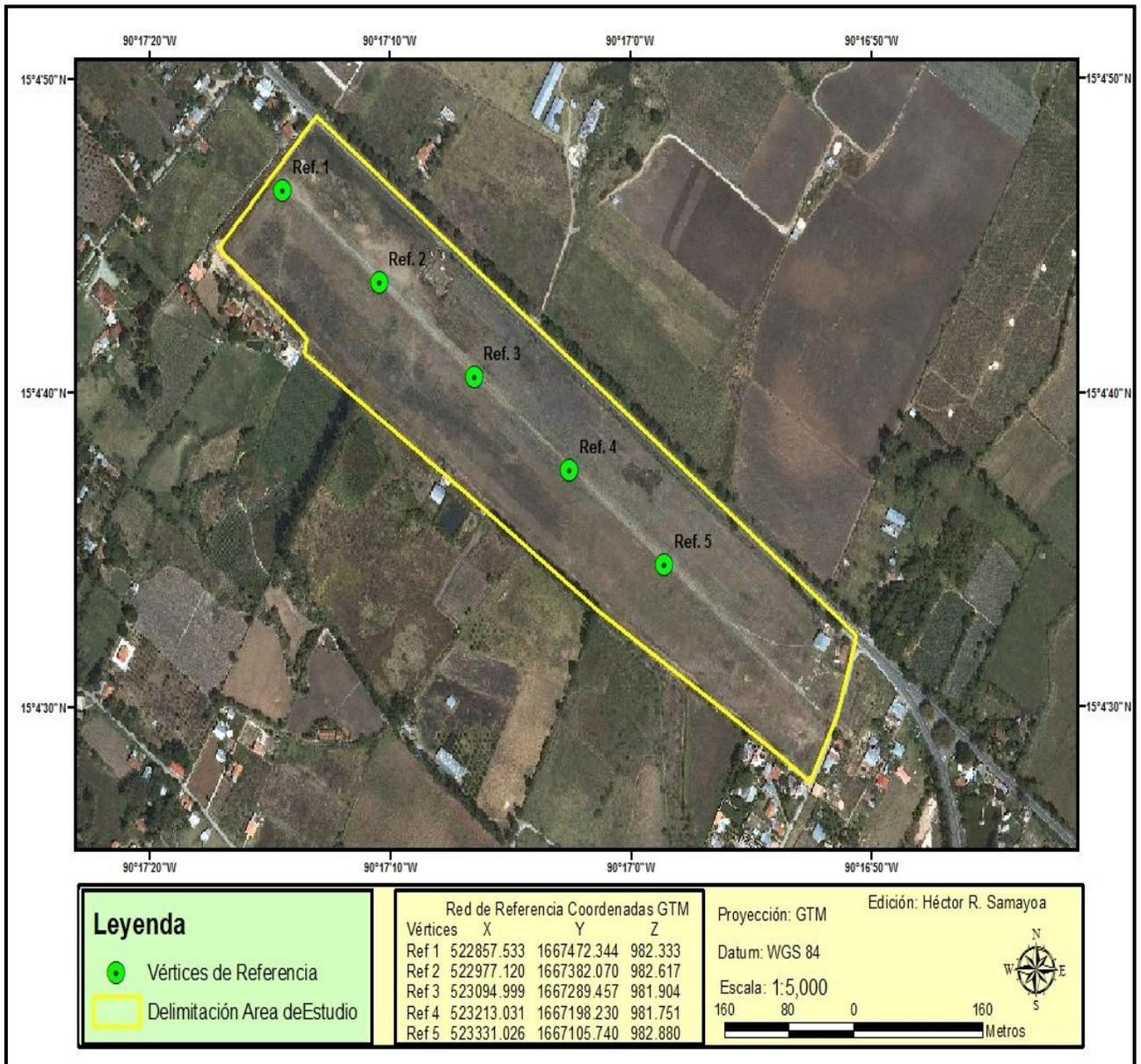


Figura 21. Diseño y distribución espacial de los vértices de referencia.

### 2.6.5 Levantamiento topográfico empleado para la captura de datos en campo.

Para la captura de los datos en campo se empleo el método de levantamiento llamado posicionamiento diferencial de fase, modalidad estático. El cual consistió en emplear un receptor GPS en una posición conocida, mismo a que se denomina estación base, mientras que los receptores móviles estuvieron posicionados en los vértices de interés, los datos se registraron de manera simultánea en ambos receptores y finalmente se realizó la corrección diferencial y el ajuste de las líneas bases.

### 2.6.6 Post proceso.

Llamado también corrección diferencial de los datos. Para post procesar la información se utilizó el software Topcon Tools 7.1. El proceso involucró cuatro sub fases las cuales se mencionan a continuación.

**Transferencia de datos:** La transferencia de los datos se realizó desde la libreta receptora (móvil) a un computador que opera con el software Topcon Tools 7.1, y a través de un módulo de transferencia llamado (PCCDU), PC Control Display Unit Topcon, de esta forma, se descargaran todos los archivos de la información capturada en el terreno.

**Transferencia de archivos base:** Al igual que en el caso de los archivos móviles, se procedió a traspasar la información correspondiente a los archivos de base creados para cada sesión de medición. Los archivos capturados por la base geostacionaria fueron empleados para corregir la posición instantánea de los archivos móviles, obteniendo de esta forma, la posición definitiva de los puntos medidos.

**Corrección diferencial:** La corrección diferencial se inició seleccionando el conjunto de archivos móviles y base, los cuales debieron cubrir la totalidad del período de medición de los archivos móviles seleccionados. Dicho proceso se realizó con el software Topcon Tools 7.1, a través de múltiples iteraciones y comparaciones entre la posición de los archivos base y móviles.

(Nota: los resultados finales después de ser post procesados, no sufrieron cambio alguno, ya que no se consideró apropiado para este caso eliminar posibles errores asociados a los satélites (ruidos), conservando así los resultados originales).

**Establecimiento del sistema de coordenadas:** Los puntos capturados fueron corregidos en un sistema de coordenadas planas, Guatemala Transversal de Mercator (GTM), sistema local nacional exclusivo para Guatemala. Los parámetros de este sistema se describen a continuación.

Cuadro 21. Descripción de los parámetros y valores de la proyección GTM.

Parámetro	Valor
Falso Este	500000
Falso Norte	0
Meridiano Central	-90.5
Factor de Escala	0.9998
Latitud de Origen	0
Datum	World Geodetic System (WGS 84).
Esferoide	World Geodetic System (WGS 84).

Fuente: Instituto Geográfico Nacional de Guatemala.

### 2.6.7 Diseño experimental.

El diseño experimental utilizado fue el completamente al azar, ya que este tipo de diseño incluye los principios de repeticiones y aleatorización, los cuales se abordaron en esta investigación.

### 2.6.8 Tratamientos.

Los tratamientos correspondientes para cada una de las variables evaluadas se describen a continuación.

Cuadro 22. Descripción de los tratamientos.

Tratamientos	Tiempo de observación	Repeticiones	Variables evaluadas.
1	10 min	5	Incidencia en la precisión de coordenadas finales, utilizando receptores GPS., mono frecuencia.
2	15 min		
3	20 min		
4	25 min		
5	10 min	5	Incidencia en la precisión de coordenadas finales, utilizando receptores GPS., doble frecuencia.
6	15 min		
7	20 min		
8	25 min		
9	25 min	4	Incidencia de PDOP en la precisión de coordenadas finales.
10	25 min	4	
11	25 min	4	Incidencia del distanciamiento entre las estaciones bases y los receptores móviles en la precisión.

(Nota: el modelo estadístico utilizado aplicó únicamente para las primeras dos variables, ya que estas cumplieron con los principios de repeticiones que constituyen a dicho diseño).

### 2.6.9 Análisis estadístico.

#### 2.6.9.1 Modelo estadístico asociado al diseño.

$$Y_{ij} = \mu + t_i + E_{ij} \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, 3, \dots, t \\ j = 1, 2, 3, \dots, n \end{array}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento.

$\mu$  = Media general.

$t_i$  = Efecto del tratamiento i.

$E_{ij}$  = Error aleatorio, donde  $E_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

### 2.6.9.2 Análisis de los datos.

A las variables de respuesta correspondientes a la incidencia en la precisión de coordenadas finales, utilizando receptores GPS., mono y doble frecuencia se les efectuó un análisis de varianza auxiliándose del programa de computación InfoStat, determinándose así la existencia o no de diferencia significativa entre los tiempos de observación y los desplazamientos absolutos respecto a los vértices de referencia, medidos en metros.

Seguidamente se desarrolló el mismo proceso asociando para este caso los resultados respectivos de las primeras dos variables evaluadas, utilizando receptores GPS., mono y doble frecuencia determinado de este modo si existieron diferencias significativas entre la utilización entre estos equipos. Posteriormente se realizó una prueba múltiple de medias usando el comparador de DUNCAN al 5% de significancia, presentado los resultados finales mediante gráficas.

Cuadro 23. Fórmulas empleadas en el ANDEVA.

Fuentes de Variación (FV)	Grados de libertad (gl)	Suma de Cuadrados (SC)	Cuadrados Medios (CM)	Valor de F
Tratamientos	$t - 1$	$\sum_{i=1}^t \frac{Y_i^2}{r} - \frac{Y^2}{tr}$	$SC_{\text{trat}} / gl_{\text{trat}}$	$CM_{\text{ee}}$
Error	$t(r - 1)$	$CM_{\text{trat}} / CM_{\text{ee}}$	$SC_{\text{ee}} / gl_{\text{ee}}$	
Total	$tr - 1$	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r \frac{Y_{ij}^2}{1} - \frac{Y^2}{tr}$		

Fuente: López, E. 2008.

Los análisis estadísticos realizados para el caso de las variables incidencia en la precisión de coordenadas finales e incidencia en del distanciamiento de las estaciones bases y los receptores móviles, fueron: media, varianza, desviación estándar y Coeficiente de Variación (CV). Para determinar la variabilidad de los valores resultantes.

$$\text{Donde } C_v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100$$

## 2.7 RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los estudios y los análisis correspondientes a esta investigación fueron evaluados en relación a cinco vértices debidamente georreferenciados, correspondientes a la red geodésica establecida. Las alturas resultantes para cada una de las evaluaciones fueron omitidas, ya que no se consideraron de interés para este caso.

Los resultados finales para las cuatro variables evaluadas conllevo un total de once tratamientos y cincuenta y dos observaciones para la captura de las coordenadas.

### 2.7.1 Establecimiento de red geodésica de referencia.

El siguiente cuadro presenta los resultados finales correspondientes al establecimiento de la red geodésica implementada, describiendo las distancias existentes entre la estación base empleada, las coordenadas finales de los vértices de referencia y la precisión horizontal en metros.

Cuadro 24. Descripción de resultados correspondientes a la red de referencia.

Líneas	Estación base. Red de Apoyo Catastral	Distancia lineal	Pto. visado	Coordenadas finales (GTM)		Precisión Hor. (m)
				X (Este)	Y (Norte)	
1	15-01-004	1.826 km.	Referencia 1	522857.533	1667472.344	0.001
2	15-01-004	1.966 km.	Referencia 2	522977.120	1667382.070	0.001
3	15-01-004	2.109 km.	Referencia 3	523094.999	1667289.457	0.001
4	15-01-004	2.251 km.	Referencia 4	523213.031	1667198.230	0.001
5	15-01-004	2.395 km.	Referencia 5	523331.026	1667105.740	0.001

Fuente: Elaboración propia en base a datos de campo.

Los resultados correspondientes a la precisión de las coordenadas de los vértices de referencia, demuestran un error de precisión horizontal menor al centímetro.

### 2.7.2 Precisión de coordenadas finales, utilizando receptores GPS., mono frecuencia.

El siguiente cuadro muestra los resultados obtenidos de la variable evaluada.

Cuadro 25. Resultados de evaluación de los receptores GPS., mono frecuencia.

GPS Mono Frecuencia									
T	Tiempo de observación	Distancia de desplazamiento absoluto en metros respecto al vértice de referencia.					Repeti- ciones	$\Sigma$	Media
1	10 min.	0.003000	0.013600	0.008100	0.017100	0.007600	5	0.049400	0.009880
2	15 min.	0.001400	0.013000	0.009200	0.087600	0.009800	5	0.121000	0.024200
3	20 min.	0.005000	0.013600	0.015500	0.016100	0.005800	5	0.056000	0.011200
4	25 min.	0.007100	0.027700	0.019000	0.025100	0.009200	5	0.088100	0.017620
Total: N=20								0.314500	0.016180

A los resultados obtenidos se les aplicó el análisis de varianza correspondiente (ANDEVA), mediante la utilización del programa InfoStat, con un nivel de confianza de 0.95 por ciento.

Cuadro 26. ANDEVA para la precisión de coordenadas finales, utilizando receptores GPS., mono frecuencia.

Variable dependiente: Desplazamiento absoluto en metros.

Fuente	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Significación
Modelo	6.5E-04	3	2.2E-04	0.61	0.6176
Tiempos de Observación	6.5E-04	3	2.2E-04	0.61	0.6176
Error	0.01	16	3.5E-04		
Total	0.01	19			

Significancia estadística: valor entre 0.01 a 0.05

El factor tiempos de observación, (en la columna fuente), hace referencia a los tiempos medidos en minutos para la captura de las coordenadas, mostrando una significancia mayor a 0.05 por lo que no existe diferencia significativa en los tratamientos realizados.

Esto implica que el uso de receptores mono frecuencia con tiempos de observación de 10 minutos en comparación a 15, 20, y 25 minutos son confiables y de alta precisión.

A pesar de que no se detectaron diferencias significativas en los tratamientos, se aplicó la prueba de comparación múltiple de medias de acuerdo al criterio de Duncan, representando los resultados finales mediante gráficas.

Cuadro 27. Prueba múltiple de medias Duncan (Alfa=0.05).

Números de tratamientos	Desplazamiento absoluto en metros.	Repeticiones	Letras
1,00	0,01	5	A
3,00	0,01	5	A
4,00	0,02	5	A
2,00	0,02	5	A

*Letras distintas indican diferencias significativas.*

El cuadro 27, muestra las medias para cada uno de los tratamientos de la variable evaluada, comprobando que en la prueba múltiple de medias Duncan tampoco existen diferencias significativas por lo que estadísticamente las medias son iguales. La siguiente gráfica muestra la comparación múltiple de medias.

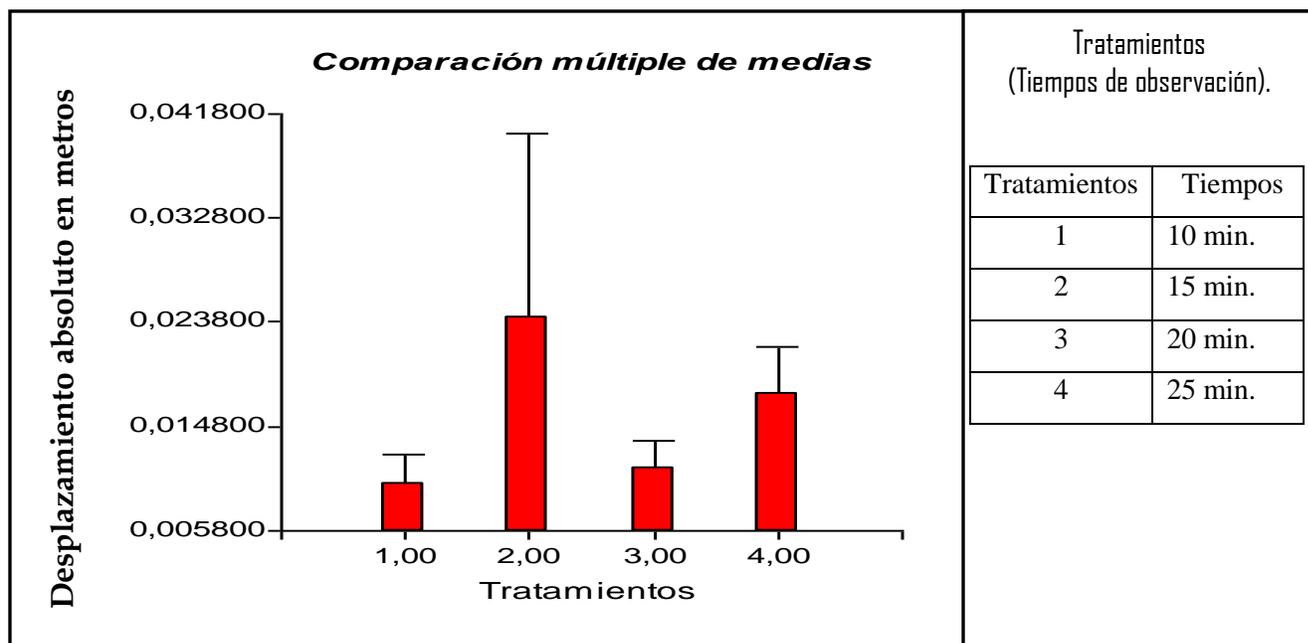


Figura 22. Comparación múltiple de medias en la evaluación de la precisión de coordenadas finales, utilizando receptores GPS., mono frecuencia.

Según lo indica la gráfica de prueba múltiple de medias Duncan, el mejor tiempo de observación para la captura de coordenadas topográficas correspondió al tratamiento uno. Ya que este tratamiento presentó menor desplazamiento respecto a los vértices de referencia. Sin embargo estadísticamente las medias son iguales. Por lo que cualquiera de los tiempos de observación son validos y precisos.

### 2.7.3 Precisión de coordenadas finales, utilizando receptores GPS., doble frecuencia.

El cuadro a continuación muestra los resultados obtenidos de la variable evaluada.

Cuadro 28. Resultados de evaluación de los receptores GPS., doble frecuencia.

GPS Doble Frecuencia									
T	Tiempo de observación	Distancia de desplazamiento absoluto en metros respecto al vértice de referencia.					Repeti- ciones	$\Sigma$	Media
5	10 min.	0.009100	0.011400	0.011700	0.007600	0.016200	5	0.056000	0.011200
6	15 min.	0.001400	0.013900	0.010200	0.006300	0.003200	5	0.035000	0.007000
7	20 min.	0.007100	0.012000	0.006700	0.008100	0.004100	5	0.038000	0.007600
8	25 min.	0.009140	0.015600	0.004000	0.025100	0.013000	5	0.066840	0.013368
Total: N=20								0.195840	0.039168

A los resultados obtenidos se les aplicó el análisis de varianza correspondiente (ANDEVA), mediante la utilización del programa InfoStat, con un nivel de confianza de 0.95 por ciento.

Cuadro 29. ANDEVA para la precisión de coordenadas finales, utilizando receptores GPS., doble frecuencia.

Variable dependiente: Desplazamiento absoluto en metros.

Fuente	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Significación
Modelo	1.4E-04	3	4.6E-05	1.70	0.2061
Tiempos de Observación	1.4E-04	3	4.6E-05	1.70	0.2061
Error	4.3E-04	16	2.7E-05		
Total	5.6E-04	19			

Significancia estadística: valor entre 0.01 a 0.05

El factor tiempos de observación, (en la columna fuente), hace referencia a los tiempos medidos en minutos para la captura de las coordenadas, mostrando una significancia mayor a 0.05 por lo que no existe diferencia significativa en los tratamientos realizados. De modo que para este caso que el uso de receptores doble frecuencia con tiempos de observación de 15 minutos en comparación a 10, 20, y 25 minutos son también confiables y de alta precisión.

Aunque no se detectaron diferencias significativas en los tratamientos, también para esta variable se aplicó la prueba de comparación múltiple de medias de acuerdo al criterio de Duncan, representando los resultados finales mediante gráficas.

Cuadro 30. Prueba múltiple de medias Duncan (Alfa=0.05).

Número de tratamientos	Desplazamiento absoluto en metros.	Repeticiones	Letras
6,00	0,01	5	A
7,00	0,01	5	A
5,00	0,01	5	A
8,00	0,01	5	A

*Letras distintas indican diferencias significativas.*

El cuadro 30, muestra las medias para cada uno de los tratamientos de la variable evaluada, comprobando también que para este caso, según la prueba múltiple de medias Duncan no existe diferencias significativas ya que no se encontraron letras distintas por lo que estadísticamente las medias son iguales.

La siguiente gráfica muestra la comparación múltiple de medias.

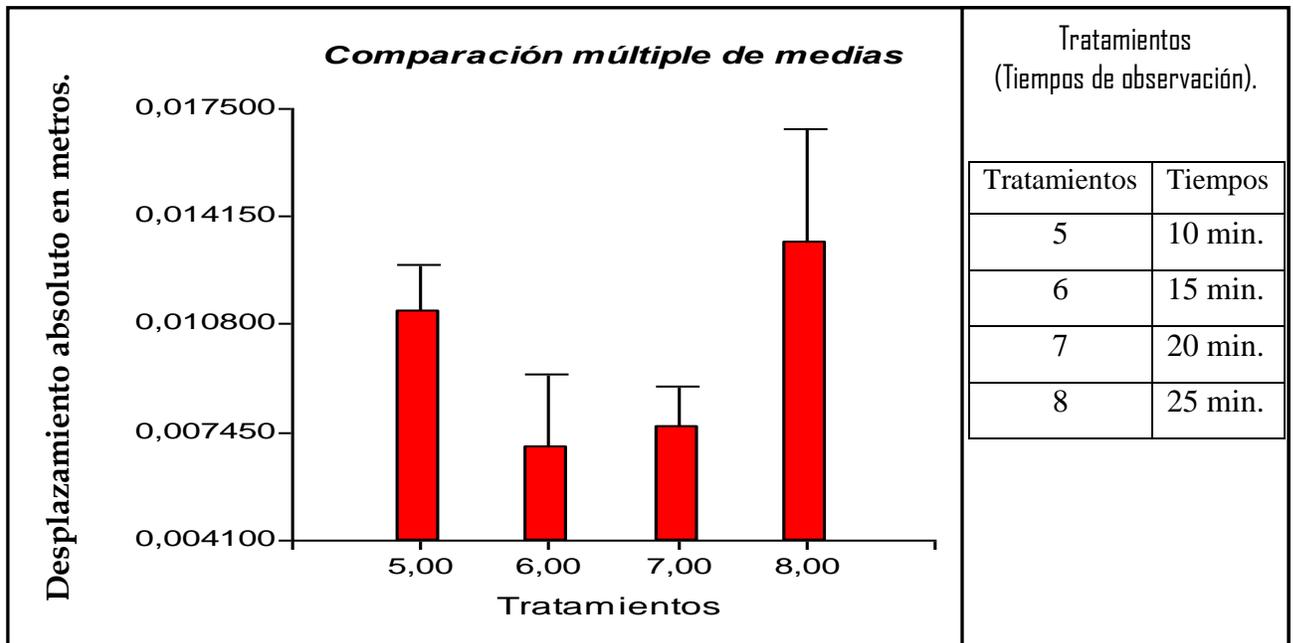


Figura 23. Comparación múltiple de medias en la evaluación de la precisión de coordenadas finales, utilizando receptores GPS., doble frecuencia.

Según lo indica la gráfica de prueba múltiple de medias Duncan, el mejor tiempo de observación para la captura de coordenadas topográficas correspondió al tratamiento seis. Ya que este tratamiento presentó menor desplazamiento respecto a los vértices de referencia. Sin embargo estadísticamente las medias son iguales. Por lo que cualquiera de los tiempos de observación son validos y precisos.

Para determinar si existió diferencia significativa en la utilización de equipos GPS., mono y doble frecuencia se realizaron los análisis de varianza, prueba múltiple de medias e interpretación gráfica de resultados, integrando los resultados correspondientes a las variables evaluadas (Precisión de coordenadas finales utilizando receptores GPS., mono y doble frecuencia).

El cuadro a continuación muestra de manera integrada los resultados para las variables antes mencionadas.

Cuadro 31. Resultados de evaluación de los receptores GPS., mono y doble frecuencia.

GPS Mono y Doble Frecuencia									
T	Tiempo de Observación	Distancia de desplazamiento absoluto en metros respecto al vértice de referencia.					Repeti- ciones	$\Sigma$	Media
1	10 min.	0.003000	0.013600	0.008100	0.017100	0.007600	5	0.049400	0.009880
2	15 min.	0.001400	0.013000	0.009200	0.087600	0.009800	5	0.121000	0.024200
3	20 min.	0.005000	0.013600	0.015500	0.016100	0.005800	5	0.056000	0.011200
4	25 min.	0.007100	0.027700	0.019000	0.025100	0.009200	5	0.088100	0.017620
5	10 min.	0.009100	0.011400	0.011700	0.007600	0.016200	5	0.056000	0.011200
6	15 min.	0.001400	0.013900	0.010200	0.006300	0.003200	5	0.035000	0.007000
7	20 min.	0.007100	0.012000	0.006700	0.008100	0.004100	5	0.038000	0.007600
8	25 min.	0.009140	0.015600	0.004000	0.025100	0.013000	5	0.066840	0.013368
						Total: N=40		0.510340	0.102068

Al igual que en los análisis anteriores a los resultados obtenidos se les aplicó el análisis de varianza correspondiente (ANDEVA), mediante la utilización del programa InfoStat, con un nivel de confianza de 0.95 por ciento.

Cuadro 32. ANDEVA para la precisión de coordenadas finales, utilizando receptores GPS., mono y doble frecuencia.

Variable dependiente: Desplazamiento absoluto en metros.

Fuente	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Significación
Modelo	1,1E-03	7	1,6E-04	0,85	0,5529
Tiempos de Observación	1,1E-03	7	1,6E-04	0,85	0,5529
Error	0,01	32	1,9E-04		
Total	0,01	39			

Significancia estadística: valor entre 0.01 a 0.05

El factor tiempos de observación, (en la columna fuente), hace referencia a los tiempos medidos en minutos para la captura de las coordenadas, mostrando una significancia mayor a 0.05 por lo que no existe diferencia significativa en los tratamientos realizados. De manera que para este caso que el uso de receptores mono y doble frecuencia con tiempos de observación de 10, 15, 20, y 25 minutos son precisos y confiables.

A pesar de que no se detectaron diferencias significativas en los tratamientos, se procedió a aplicar la prueba de comparación múltiple de medias de acuerdo al criterio de Duncan, representando los resultados finales mediante gráficas.

Cuadro 33. Prueba múltiple de medias Duncan (Alfa=0.05).

Número de tratamientos	Desplazamiento absoluto en metros.	Repeticiones	Letras
6,00	0,01	5	A
7,00	0,01	5	A
1,00	0,01	5	A
3,00	0,01	5	A
5,00	0,01	5	A
8,00	0,01	5	A
4,00	0,02	5	A
2,00	0,02	5	A

*Letras distintas indican diferencias significativas.*

El cuadro 33, muestra las medias para cada uno de los tratamientos de la variable evaluada, comprobando también que para este caso, según la prueba múltiple de medias Duncan no existe diferencias significativas ya que no se encontraron letras distintas por lo que estadísticamente las medias son iguales. La siguiente gráfica muestra la comparación múltiple de medias.

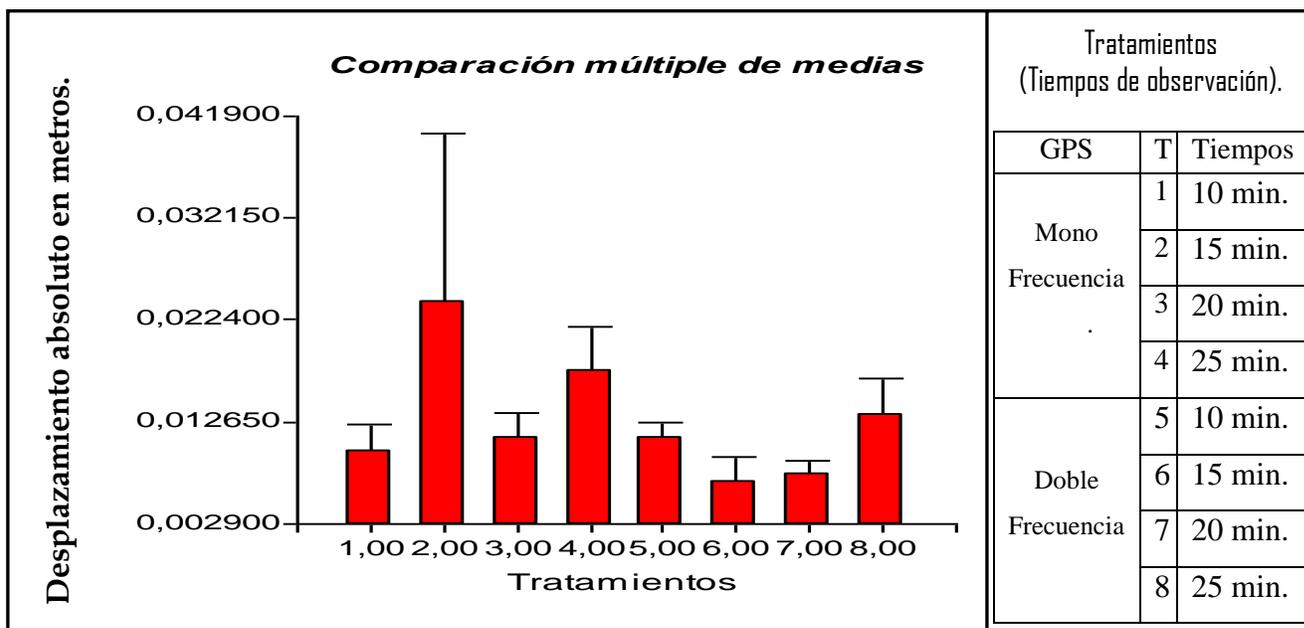


Figura 24. Comparación múltiple de medias en la evaluación de la precisión de coordenadas finales, utilizando receptores GPS., mono y doble frecuencia.

Según lo indica la gráfica de prueba múltiple de medias Duncan, el mejor tiempo de observación para la captura de coordenadas topográficas correspondió al tratamiento uno, para el caso de los receptores mono frecuencia, y el tratamiento seis, en el caso de los receptores doble frecuencia. Ya que estos dos tratamientos presentaron menor desplazamiento respecto a los vértices de referencia.

Sin embargo estadísticamente las medias son iguales. Por lo que cualquiera de los tiempos de observación son validos y precisos.

#### 2.7.4 Incidencia de PDOP en la precisión de coordenadas finales.

El cuadro a continuación presenta los resultados finales en relación a los desplazamientos absolutos resultantes, obtenidos mediante las repeticiones realizadas para los tratamientos nueve y diez, omitiendo los tiempos de observación ya que no fueron de interés para esta evaluación, comprobando únicamente los cambios de PDOP en función de los desplazamientos absolutos.

Cuadro 34. Descripción de los resultados obtenidos para la evaluación de PDOP en la precisión de coordenadas finales.

Tratamientos	Desplazamiento absoluto (m).	Media	Varianza	Desviación Estándar	Porcentaje de error
9	0.00800000	0.00675000	0.00000158	0.00125831	18.64156651
	0.00700000				
	0.00500000				
	0.00700000				
10	0.11400000	0.14025000	0.00087092	0.02951130	21.04192319
	0.11600000				
	0.16000000				
	0.17100000				

Los desplazamientos absolutos respecto a los vértices de referencia, comparativamente entre los tratamientos muestran diferencias considerables, debido a que durante la captura de los datos se emplearon diferentes estaciones bases, sin embargo el objetivo primordial de esta evaluación fue determinar la influencia del PDOP en la precisión de los resultados finales.

Para determinar la influencia del PDOP en la precisión de los resultados se analizaron las diferencias resultantes entre desplazamientos. La siguiente gráfica muestra las diferencias entre los resultados de los desplazamientos.

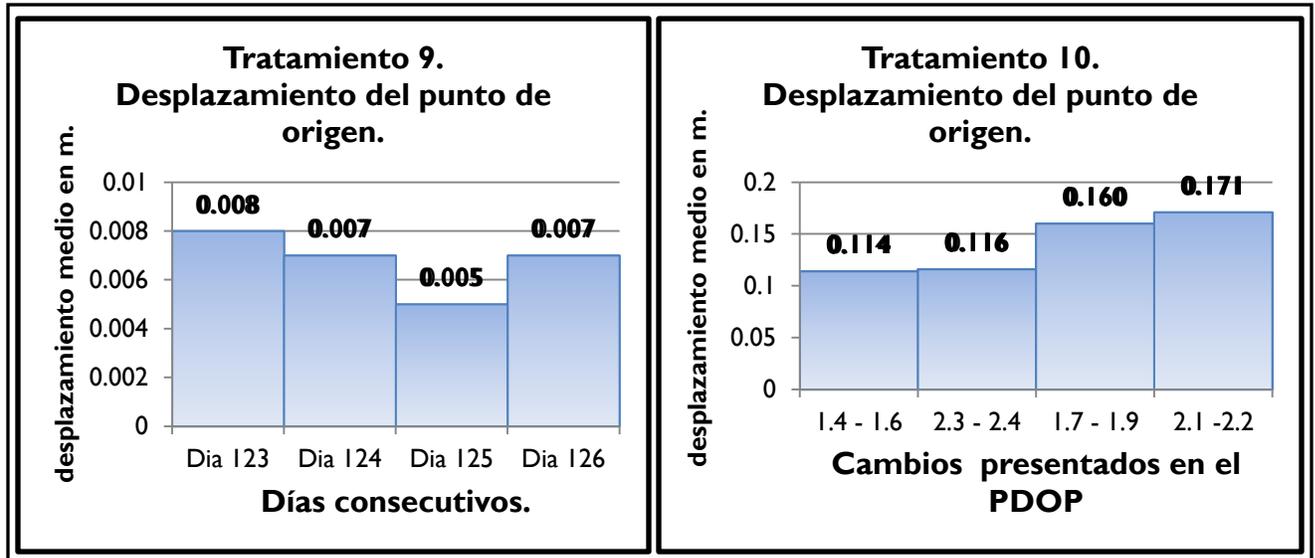


Figura 25. Incidencia de PDOP en la precisión de coordenadas finales.

La figura muestra los cambios de PDOP presentados durante los días de captura de información, mostrando una mínima variabilidad, la cual oscila en 3 milímetros de desplazamiento para el tratamiento nueve, mientras que para el tratamiento diez la variabilidad fue de 57 milímetros, evidentemente mayor debido a que la estación base empleada estuvo a mayor distancia que para el tratamiento nueve.

Los resultados obtenidos muestran que para el caso de los tratamientos nueve y diez, el error porcentual respecto de las medias fue de 18.6 y 21.04 por ciento. Lo cual indica que la variabilidad de los valores finales es mínima, por lo que se considera para este caso que el PDOP no influyó en la precisión de las coordenadas finales.

### 2.7.5 Incidencia del distanciamiento entre las estaciones bases y los receptores móviles en la precisión.

A continuación se presentan los datos finales de la evaluación correspondiente.

Cuadro 35. Descripción de los resultados obtenidos en la evaluación del distanciamiento de las estaciones bases y los receptores móviles.

Tratamiento.	Estaciones bases	Desplazamiento absoluto (m).	Media	Varianza	Desviación Estándar	Porcentaje de error
11	RAC 1 15-01-004	0.00800000	0.00675000	0.00000158	0.00125831	18.64156651
	Cors <sup>10</sup> Elen	0.00700000				
	Cors Guat	0.00500000				
	Cors Mora	0.00700000				

Los datos presentados en el cuadro 35, se presentan de manera gráfica a continuación.

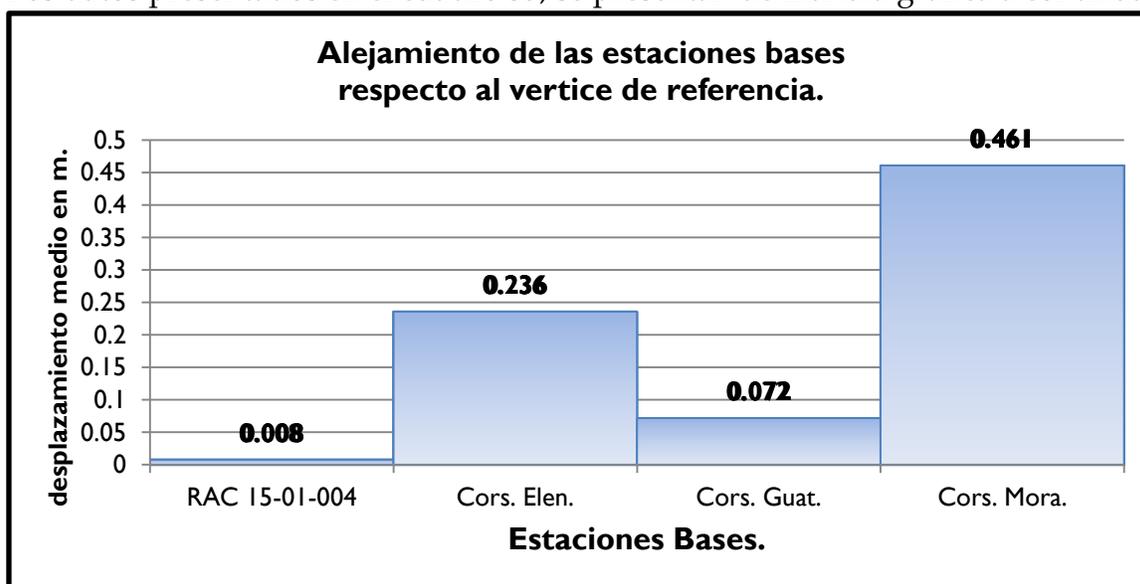


Figura 26. Descripción de los desplazamientos absolutos respecto a las estaciones bases empleadas.

Según los datos presentados en la figura, el menor desplazamiento resultante respecto al vértice de referencia fue de 0.8 milímetros y el mayor de 46 centímetros, presentando un error de 18.6 por ciento. Lo cual indica que la variabilidad de los valores finales fue mínima.

También se puede observar que para el caso de la cors ubicada en el departamento de Petén a una distancia de 156 km del receptor móvil presentó mayor precisión que la cors ubicada en el departamento de Izabal a una distancia de 156 km.

<sup>10</sup> CORS es el acrónimo en Inglés de Continuously Operating Reference Station, (que en Español significa Estación de Referencia en Funcionamiento Continuo).

## 2.8 CONCLUSIONES

- Los análisis estadísticos realizados en la utilización de los receptores GPS mono y doble frecuencia para la captura de datos en campo, demostraron que no existen diferencias estadísticamente significativas en los resultados finales.
- Los tiempos de observación empleados en la investigación no incidieron en la precisión de los resultados finales. Sin embargo los tiempos que presentaron mayor precisión fueron los de 10 minutos para el caso del receptor mono frecuencia y de 15 para el de doble frecuencia.
- Los análisis estadísticos realizados en la utilización de los receptores GPS mono y doble frecuencia demostraron que no existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la utilización de los equipos empleados, lo cual indica indistintamente del equipo que se utilice los datos serán confiables.
- Según demostraron los análisis estadísticos realizados en la evaluación del PDOP, la variabilidad en los resultados finales fue mínima, lo cual indica que los cambios de PDOP durante la captura de la información no influyó en la precisión de las coordenadas finales.
- Los análisis realizados para la evaluación del distanciamiento de las estaciones bases respecto a los receptores móviles, si influyó en la precisión de las coordenadas finales, sin embargo estas distancias no fueron proporcionales, ya que para el caso de la cors ubicada en el departamento de Petén a una distancia de 156 km del receptor móvil presentó mayor precisión que la cors ubicada en el departamento de Izabal a una distancia de 156 km.

## 2.9 RECOMENDACIONES

- Es importante evaluar cómo y dónde colocar los receptores al momento de del levantamiento, evitando en la medida de lo posible tener obstrucciones directas en las visuales entre los equipos receptores y los satélites.
- Dependerá de la experiencia y criterio del agrimensor, además de las características del lugar, para determinar donde y cuando emplear receptores mono o doble frecuencia.
- Tener en cuenta que el tiempo de observación idóneo para la captura de los datos, dependerá de la calidad de recepción donde se llevara a cabo el levantamiento topográfico.
- Es importante planificar cuidadosamente el área de trabajo, siendo preferible coleccionar algunos minutos extra de datos que volver al terreno.

## 2.10 BIBLIOGRAFÍA

1. Congreso Nacional de la República de Guatemala, GT. 2005. Ley del registro de información catastral, decreto no. 41-2005: manual de normas técnicas y procedimientos catastrales RIC. Guatemala. p. 5, 104, 105.
2. Gina, G. 2008. Sociedad de especialistas latinoamericanos en percepción remota y sistemas de información espacial (SELPER): sistema de posicionamiento global (GPS), conceptos, funcionamiento, evolución y aplicaciones (en línea). Santiago, Chile. p. 1-10, 15-25. Consultado 23 feb. 2011. Disponible en: <http://www.eclac.cl/celade/noticias/paginas/8/35368/pdfs/13SELPER.pdf>
3. IGN (Instituto Geográfico Nacional, ES). 2011. Corrección diferencial (en línea). Madrid, España. Consultado 23 feb. 2011. Disponible en [http://www.fomento.es/MFOM/LANG\\_CASTELLANO/DIRECCIONES\\_GENERALES/INSTITUTO\\_GEOGRAFICO/Geodesia/record/red\\_analogica/corrdif.htm](http://www.fomento.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/INSTITUTO_GEOGRAFICO/Geodesia/record/red_analogica/corrdif.htm)
4. INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, MX). 2010. Sistema de geoposicionamiento global (GPS) (en línea). México. Consultado 24 nov. 2010. Disponible en: <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/normatividad/infgeodesia/gps.cfm>
5. Juárez, T. 2010 Topografía (en línea). México. p. 2, 4, 7. Consultado 18 nov. 2010. Disponible en: <http://www.levantamientotopograficogps.com/>
6. López, E. 2008. Diseño y análisis de experimentos fundamentos y aplicaciones en agronomía. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. p. 18-27, 38-45. 14.
7. Martínez, R; Ojeda, J; Sánchez, J; Relas, J; García, J. 2004. Geodesia y topografía, Madrid, España, Rigorma Gráfica. p. 9-13.
8. McCormac, J. 2009. Topografía. Trad. Uriel Texcalpa. México, Limusa. p. 265-279.
9. NOS (National Ocean Service, US). 2011. User Friendly Cors: versión 3.5.9.1 (en línea). US. Consultado 2 jul. 2011. Disponible en: <http://www.ngs.noaa.gov/UFCORS/>
10. Polidura, F. 2000. Topografía, geodesia y cartografía aplicadas a la ingeniería. Madrid, España, Mundi-Prensa. p. 11.

11. Pozo, A; Ribeiro, A; García, A; García, L; Guinea, D; Sandoval, F. 2008. Sistema de geoposicionamiento global (GPS), descripción, análisis de errores, aplicaciones y futuro (en línea). Madrid, España. p. 1-9. Consultado 24 nov. 2010. Disponible en: <http://www.iai.csic.es/users/gpa/postscript/Pozo-Ruz00a.pdf>
12. Sanjóse, J De; Martínez, E; López, M. 2004. Topografía para estudios de grado. Madrid, España, Rigorma Gráfica. p. 279-287.
13. Smith, O; Guardia, J. 2010. Introducción a los sistemas de posicionamiento global (GP) (en línea). Panamá. p. 1-13. Consultado 15 nov. 2010. Disponible en: [http://www.sutran.gob.pe/joomla15\\_sutran/images/articulos/ppt\\_3.pdf](http://www.sutran.gob.pe/joomla15_sutran/images/articulos/ppt_3.pdf)
14. Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, VE. 2001. Rectificación de una imagen SPOT obtenidos por GPS-diferencial. Revista Forestal Venezolana 45(1):65-77.

## 2.11 ANEXOS

Cuadro 36. Información complementaria de la evaluación de PDOP.

Tratamientos.	Tiempo de observación	Repeticiones	Estaciones Bases	Días Julianos	Distancia de desplazamiento Absoluta (m)
9	25 min	4	RAC 1 15-01-004	123	0.00800000
				124	0.00700000
				125	0.00500000
				126	0.00700000
10	25 min	4	CORS GUAT	218	0.11400000
					0.11600000
					0.16000000
					0.17100000

Cuadro 37. Información complementaria de la evaluación de las distancias entre los receptores móviles y las estaciones bases.

Tratamiento.	Tiempo de observación	Repeticiones	Estaciones Bases	Días Julianos	Desplazamiento Absoluto (m).
11	25 min	4	RAC 1 15-01-004	123	0.00800000
			Cors Elen	124	0.00700000
			Cors Guat	125	0.00500000
			Cors Mora	126	0.00700000



Figura 27. Captura de información en campo. (GPS Topcon Hiper +).



Figura 28. Captura de información en campo. (GPS Trimble R3).

### **CAPÍTULO III**

## **SERVICIOS REALIZADOS EN EL REGISTRO DE INFORMACIÓN CATASTRAL (RIC), SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ, GUATEMALA**

### 3.1 PRESENTACIÓN

Los proyectos de servicios prestados por los estudiantes en la fase final de la carrera universitaria forman parte de los requisitos que contempla el Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía (EPSA), uno de los principales objetivos durante el proceso de estos servicios, es contribuir al desarrollo de la comunidad o institución donde estos se realicen, a la vez permite a que el estudiante pueda integrar o llevar a la práctica los conocimientos adquiridos durante su formación profesional.

Habiéndose realizado el EPSA, en el Registro de Información Catastral, (RIC), con sede en el municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz, se desarrollaron los servicios que se mencionan a continuación:

- a.) Elaboración del reglamento interno para la Aldea San Isidro, municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz., aldea la cual es administrada bajo el régimen de tenencia comunal.
- b.) Definición de las áreas urbanas y rurales correspondientes al municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz.

El abordaje del primer servicio fue el resultado de los acercamientos de líderes pertenecientes a la Aldea de San Isidro, hacia el Registro de Información Catastral (RIC), argumentando la intención de declarar su comunidad bajo la figura legal de asociación jurídica, con el propósito de fortalecer la organización local y poder aprovechar de mejor manera las diferentes oportunidades colectivas de desarrollo que pudieran presentarse en el futuro.

El segundo y último servicio realizado se abordó, en coordinación con la municipalidad de San Jerónimo y el RIC, y consistió en la elaboración de una propuesta técnica definiendo las áreas urbanas del municipio, ya que uno de los procedimientos implicados en el proceso catastral es el llenado de boletas de campo, en donde se debe establecer si la ubicación del predio levantado, corresponde a área urbana o rural.

## SERVICIO UNO.

### **3.2 Reglamento interno para la Aldea de San Isidro, San Jerónimo Baja Verapaz, administrada bajo el régimen de tenencia comunal.**

#### **3.2.1 Objetivos**

##### ***3.2.1.1 Objetivo General.***

- Elaborar y clasificar de acuerdo a temas y subtemas los artículos que integraran el reglamento interno de la comunidad.

##### ***3.2.1.2 Objetivos Específicos.***

1. Elaborar el reglamento interno para la comunidad, aprobando cada uno de sus artículos mediante el consenso comunitario.
2. Incorporar las normas consuetudinarias practicadas en la comunidad e integrarlas al reglamento.
3. Contribuir a fortalecer la organización comunitaria, mediante la elaboración del reglamento interno para la comunidad.

## 3.2.2 Metodología

### 3.2.2.1 Fase inicial de gabinete.

En ésta fase se realizó una revisión bibliográfica y análisis comparativos de casos en comunidades donde prevalece el régimen de tenencia comunal, y en donde se han implementado estos reglamentos, analizando sus fortalezas y debilidades que han conllevado estos procesos normativos.

Los reglamentos analizados en esta fase se mencionan a continuación:

- Reglamento interno de la comunidad indígena de San Carlos Alzatate Departamento de Jalapa, Guatemala.
- Reglamento interno del uso del bosque de Totoncapán, asociación Ulew Cheón Ulew Che´Ja´, Departamento de Totoncapán.
- Reglamento interno de la comunidad Inti Caluquí, provincia de Imbabura, Ecuador.

### 3.2.2.2 Fase de Campo.

En esta fase se desarrollaron actividades participativas conjuntamente con las autoridades y los habitantes de la aldea de San Isidro, las reuniones realizadas se llevaron a cabo en el salón comunal de la aldea, exponiendo cada uno de los artículos para su respectiva aprobación, modificación o bien desaprobación. De manera que el 60% de los participantes llegaron a una decisión consensuada para establecer los artículos correspondientes al reglamento final, según la propuesta presentada.



Figura 29. Exposición de los artículos contenidos en la propuesta.



Figura 30. Participantes presentes en el salón comunal de la Aldea San Isidro

Además de la presencia de los habitantes de la Aldea San Isidro, se mencionan algunos participantes considerados como claves durante el proceso de la elaboración del reglamento interno.

Cuadro 38. Descripción de los nombres y cargos de los participantes.

No.	Nombre	Cargo	Entidad
1	Ing. Marvin Turcios Samayoa	Jefe Grupal	RIC
2	Lic. Arnoldo Torres	Analista Jurídico	RIC
3	Lic. Aura Marina Cumes	Especialista Social	RIC
4	Pablo Mejía	Agricultor	Presidente COCODE
5	Gonzalo Santos	Agricultor	Presidente Comité de Tierras
6	Héctor R. Samayoa Turcios	Epesista	FAUSAC

### 3.2.2.3 Fase final de gabinete.

Esta fase contemplo básicamente tres etapas las cuales se mencionan a continuación:

- Procesamiento de la información.

- Análisis y redacción final del informe.

## SERVICIO DOS.

### **3.3 Propuesta técnica para la definición de áreas urbanas y rurales del Municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz, Guatemala.**

#### **3.3.1 Objetivos.**

##### **3.3.1.1 *Objetivo general.***

- Definir las áreas urbanas y rurales del Municipio de San Jerónimo.

##### **3.3.1.2 *Objetivos específicos.***

1. Desarrollar la propuesta técnica con personal de las instituciones interesadas, que defina las áreas urbanas del municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz.
2. Aplicar los criterios, sugeridos en la guía de las áreas rurales y urbanas propuestas por el RIC.
3. Presentar oficialmente la propuesta final ante el concejo municipal de la municipalidad de San Jerónimo para su respectiva aprobación.

### 3.3.2 Metodología.

#### 3.3.2.1 Fase inicial de gabinete.

En ésta fase también se realizó una revisión bibliográfica para conocer qué factores y criterios que se deben tener en consideración durante de la definición de las áreas urbanas y rurales de un municipio.

Los materiales consultados se describen a continuación.

- Guía institucional para el abordaje de la definición de áreas urbanas y rurales por las municipalidades.
- Definición de lo urbano. Fuente: (en <http://www.ub.es/geocrit/sv-33.htm>).
- Tabla de criterios de categorización propuestos por el RIC.

El siguiente cuadro muestra los criterios generales para definir las áreas urbanas y rurales de un municipio.

Cuadro 39. Descripción de los criterios empleados en la definición de lo urbano y rural

	Criterios	
	Básicos	Complementarios
Área Urbana	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Vivienda</u> como uso principal del suelo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor presencia de infraestructura, servicios públicos y servicios básicos.</li> <li>• Mayor actividad comercial e industrial.</li> </ul>
Área Rural	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Agropecuario</u> como uso principal del suelo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor presencia de infraestructura, servicios públicos y servicios básicos.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor actividad comercial e industrial.</li> </ul>
--	--	---

Fuente: Registro de Información Catastral (RIC), 2010.

Para los análisis de fotointerpretación, se utilizaron las ortofotografías del año 2005 correspondientes al municipio de San Jerónimo, definiendo aquellas áreas que cumplieron con los mínimos criterios de urbanización. Para luego ser presentadas en ortofoto-mapas en distintas escalas de presentación.

### 3.3.2.2 Fase de campo.

En esta fase se realizaron actividades complementarias en el proceso de la delimitación de las áreas urbanas del municipio, se trabajó de manera coordinada con personal de la municipalidad de San Jerónimo, Baja Verapaz y del RIC. Algunos de los procedimientos realizados se mencionan a continuación:

- Recorridos de campo.
- Reuniones institucionales.

El cuadro a continuación describe los participantes que incidieron en el proceso de la elaboración de la propuesta técnica elaborada.

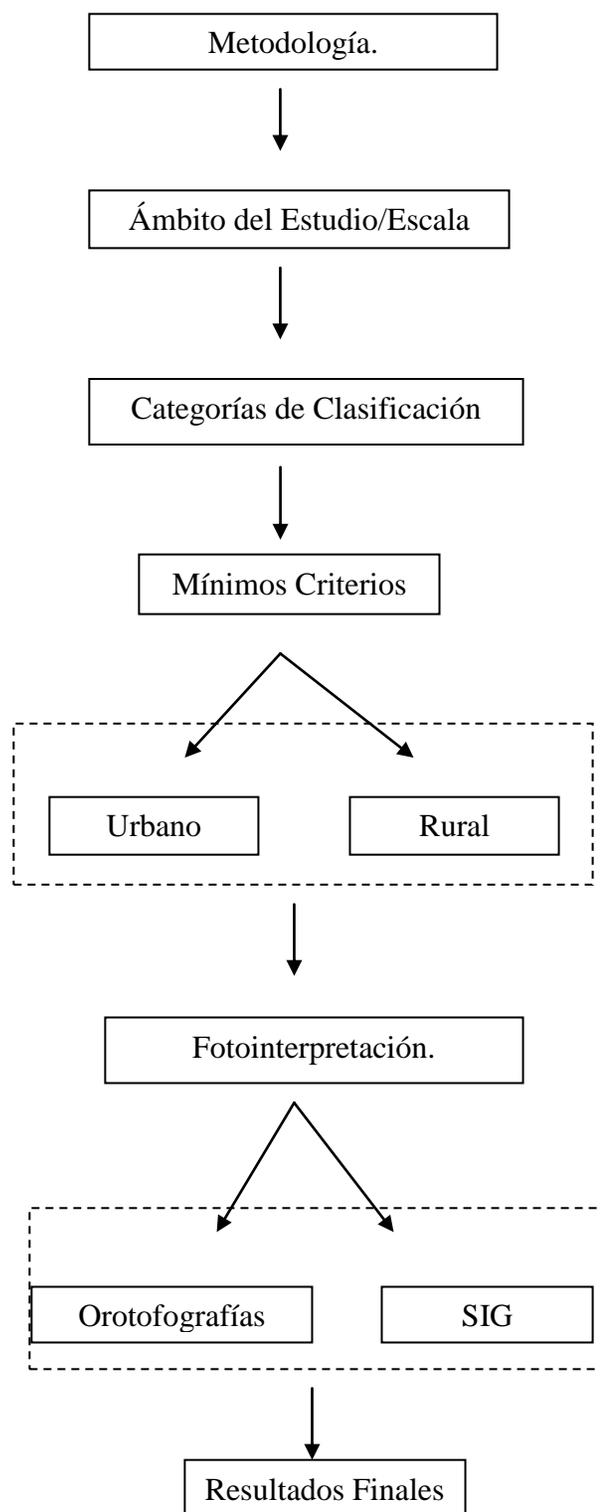
Cuadro 40. Descripción de los nombres y cargos de los participantes en la definición de las áreas urbanas.

No.	Nombre	Cargo	Entidad
1	Ovidio Guevara Ramírez	Oficial de Catastro	Municipalidad de San Jerónimo
2	Edna María Lanza Mejía	Secretaria	Municipalidad de San Jerónimo
3	Inga. Dora Elena Gonzales	Encargada Unidad de Levantamiento Catastral	RIC
4	Lester Vásquez Álvarez	Técnico Unidad de Levantamiento Catastral	RIC

5	Héctor R. Samayoa T.	Epesista	FAUSAC
---	----------------------	----------	--------

### 3.3.2.3 Fase final de gabinete.

Esquema metodológico final.





### 3.4 EVALUACIÓN

Los proyectos de servicios prestados cumplieron con los objetivos planteados, habiéndose finalizado exitosamente durante tiempo establecido por el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), dejando como resultado final los productos que se presentan a continuación.

El abordaje del primer servicio denominado "**Reglamento Interno para la Aldea de San Isidro, San Jerónimo, Baja Verapaz, Administrada bajo el Régimen de Tenencia Comunal**" el cual se conformó con un total de 52 artículos debidamente aprobados en forma consensuada de parte de los pobladores de la comunidad.

La estructura del reglamento interno consensuado aprobado se describe en el cuadro a continuación.

Cuadro 41. Estructura del reglamento interno.

Capítulos	Secciones	Artículos	Total de artículos	
Capítulo I	Disposiciones generales	4	52	
Capítulo II	De los recursos naturales	De las Tierras		24
		De los Bosques		
		De los nacimientos de agua		
Capítulo III	De las actividades pecuarias. (Pastoreo)	1		
Capítulo IV	Servidumbres de paso	2		
Capítulo V	Del mantenimiento	4		
Capítulo VI	De la convivencia	13		
Capítulo VII	De las Sanciones	1		
Capítulo VIII	Disposiciones Finales	3		

(Nota: El reglamento interno elaborado se encuentra disponible en la sede departamental del RIC, ubicado en la oficinas de San Jerónimo Baja Verapaz).

Mientras que para el caso del segundo servicio denominado, "**propuesta técnica para la definición de las áreas urbanas y rurales de municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz**", dando como resultado final productos gráficos elaborados que se establecieron cumplieron con los parámetros urbanísticos requeridos. Productos los cuales se presentan a continuación.

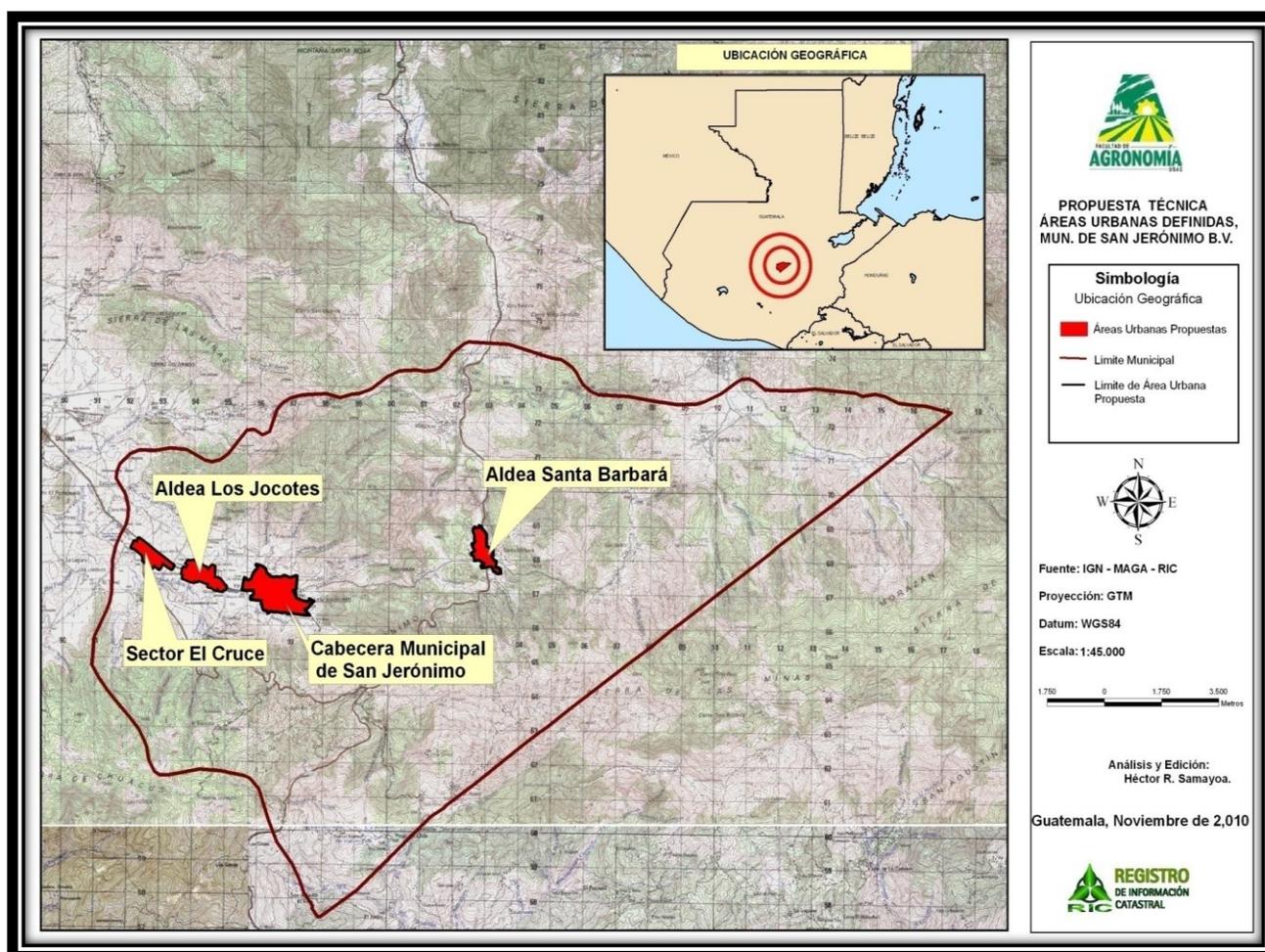


Figura 31. Mapa de ubicación geográfica de las áreas urbanas propuestas.

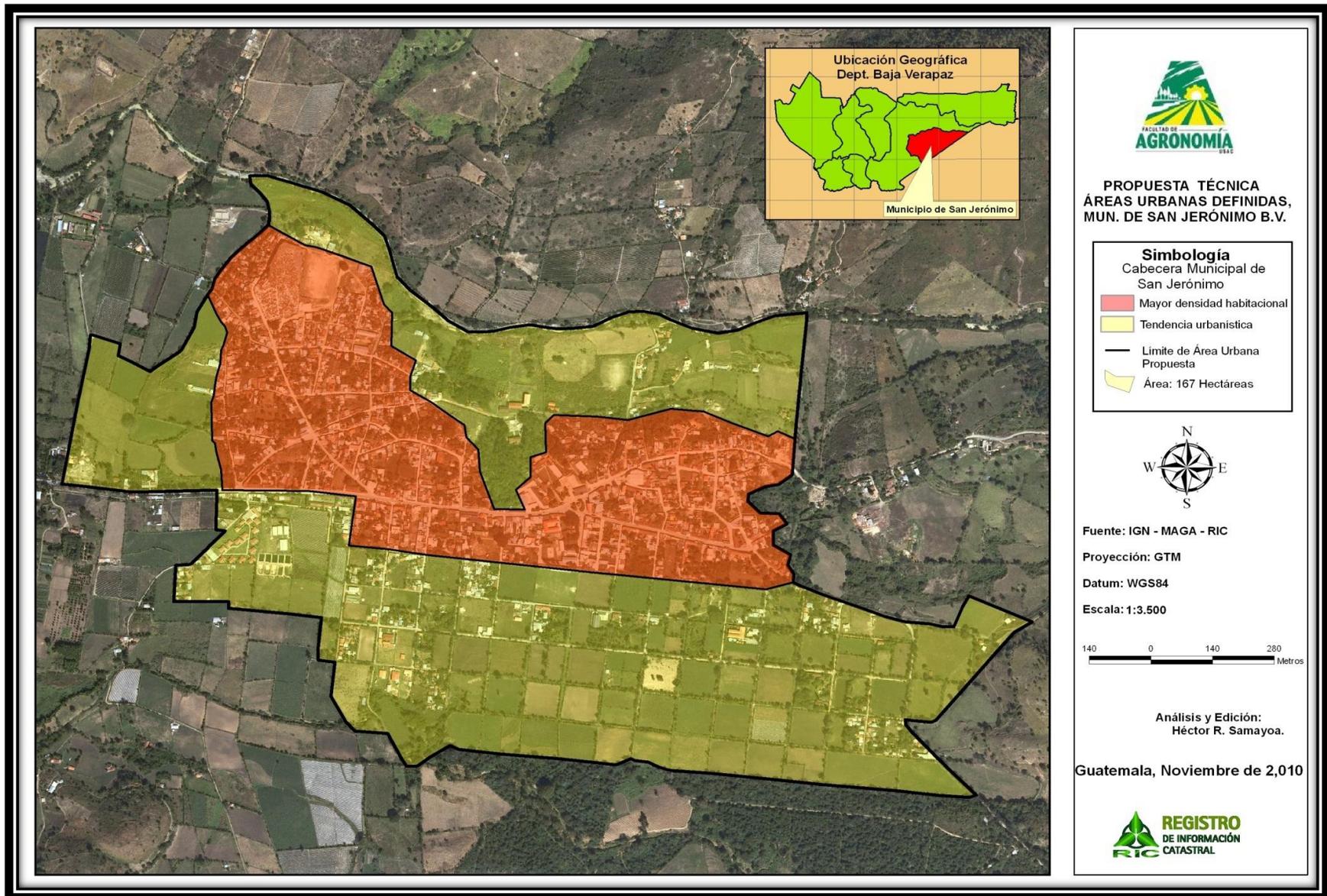


Figura 32. Orto-fotomapa, cabecera municipal de San Jerónimo, Baja Verapaz.

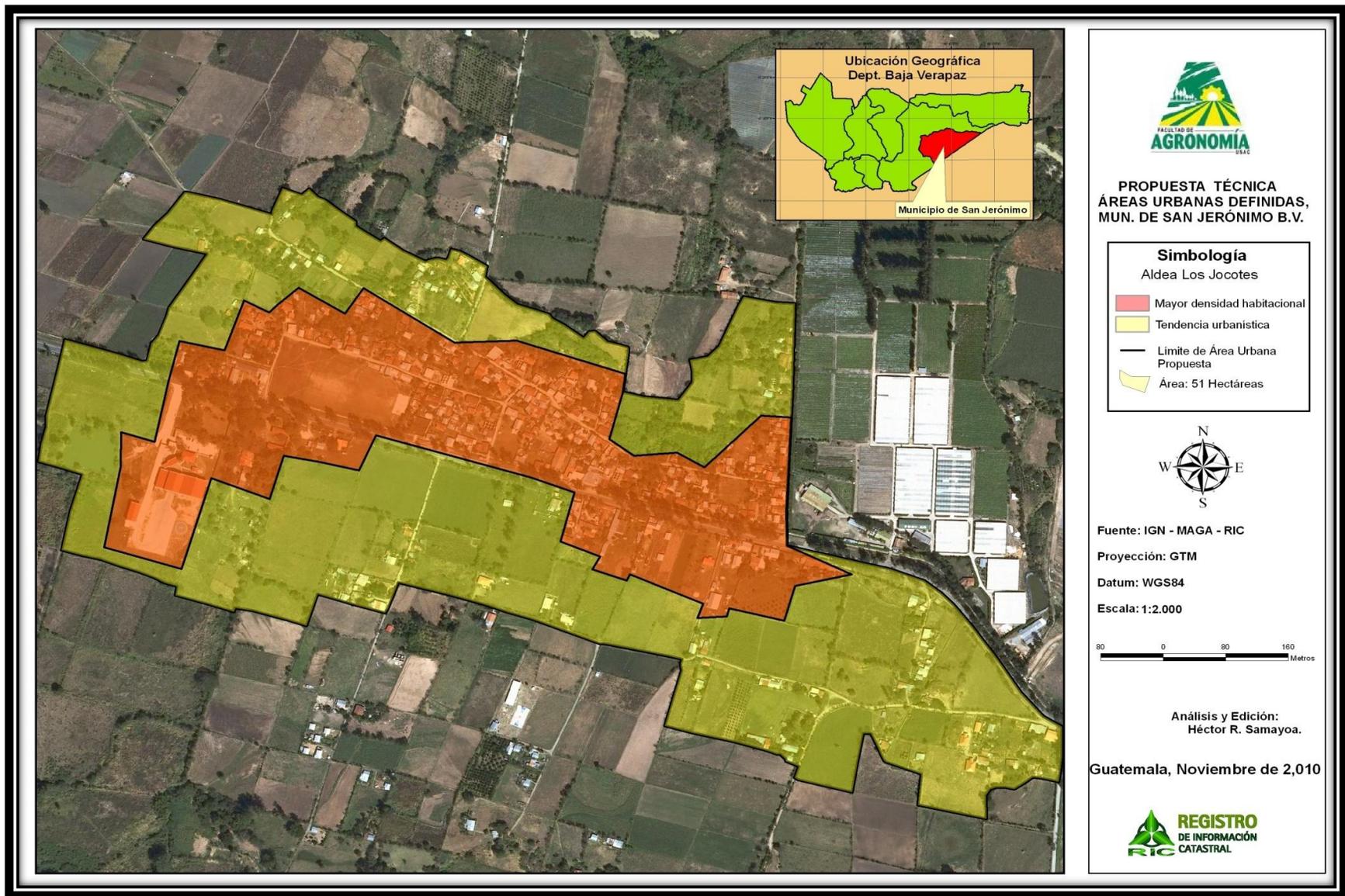


Figura 33. Orto-fotomapa, Aldea Los Jocotes, San Jerónimo, Baja Verapaz.

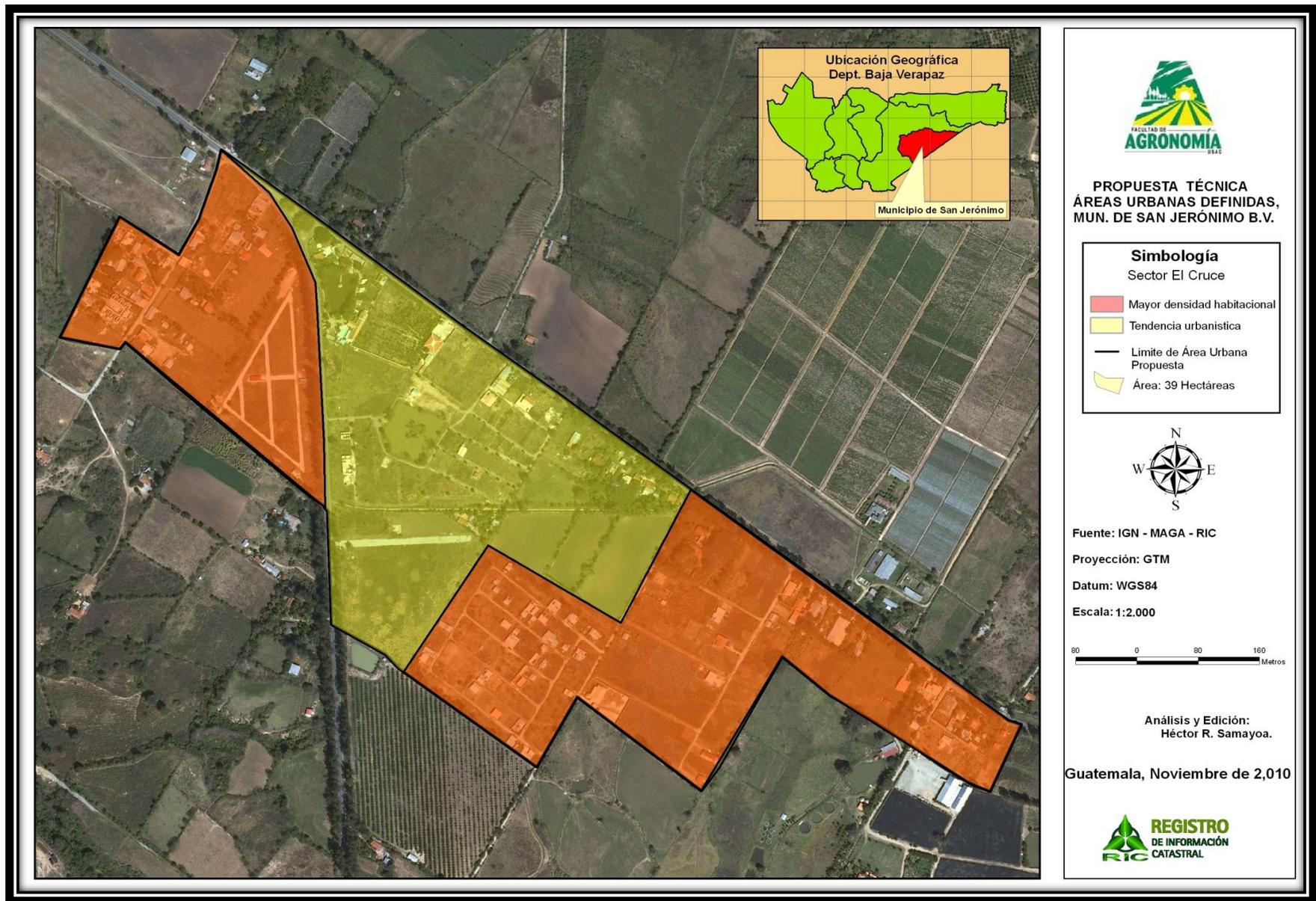


Figura 34. Orto-fotomapa, sector El Cruce, San Jerónimo, Baja Verapaz.

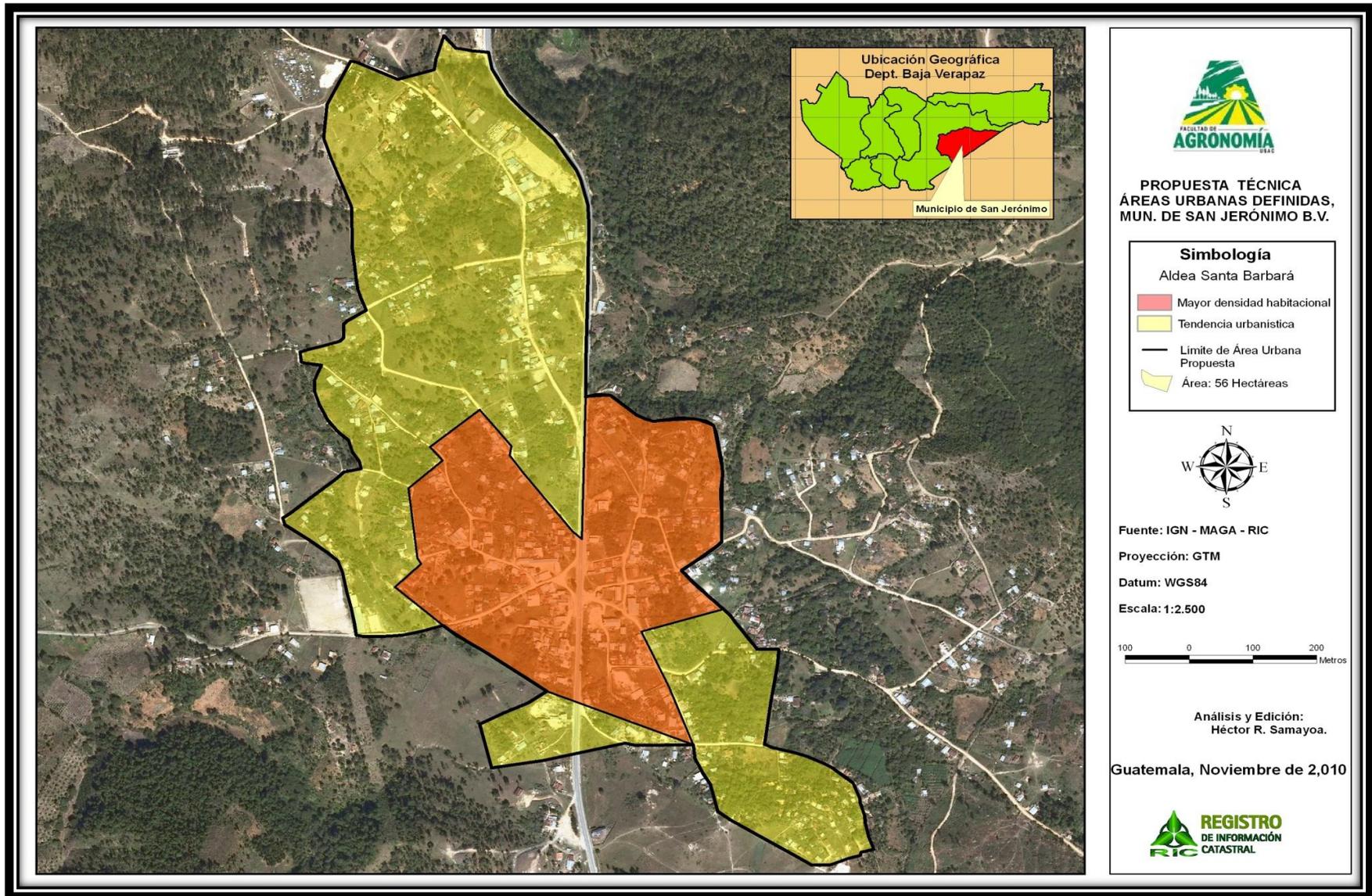


Figura 35. Orotto-fotomapa, Aldea Santa Bárbara, San Jerónimo, Baja Verapaz.

### 3.5 CONCLUSIONES

- La elaboración del reglamento interno de la Aldea San Isidro fue aprobado de manera consensuada por los comunitarios, quienes participaron activamente durante el proceso.
- El reglamento interno elaborado se constituyó con el propósito de velar por el uso de los recursos naturales presentes en el lugar además de mejorar la convivencia armoniosa, rescatando aquellas normas consuetudinarias practicadas durante el tiempo.
- El nuevo reglamento será uno de los insumos indispensables para la declaración jurídica de la asociación de tierras de la aldea, además mediante este mecanismo se podrán gestionar diferentes proyectos que sean de beneficio para la comunidad.
- La definición de las áreas urbanas y rurales, se perciben como uno de los productos fundamentales en las actividades relacionadas al ordenamiento territorial, temas los cuales deberán ser abordados por todas las municipalidades del país.
- De las cuatro áreas urbanas contempladas en la propuesta técnica elaborada y posteriormente presentada ante el concejo municipal de la municipalidad de San Jerónimo, Baja Verapaz., se aprobó únicamente el área urbana correspondiente a la cabecera municipal de San Jerónimo.

### 3.6 BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Ulew Cheón Ulew Che'Ja', GT. 1997. Reglamento interno del uso del bosque de Totonicapán. Totonicapán, Guatemala. p. 31-41.
2. Capel, H. 2010. La definición de lo urbano, geografía y ciencias sociales. Bogotá, Colombia. p. 1, 3 y 6. Consultado 15 oct. 2010. Disponible en <http://www.ub.es/geocrit/sv-33.htm>
3. Comunidad Campesina, EC. 2009. Reglamento interno de la comunidad Inti Caluquí (en línea). Ibambura, Ecuador. p. 1-6. Consultado 25 oct. 2010. Disponible en: <http://www.condesan.org/ppa/documentos/ecuador/Reglamentos.pdf>.
4. Comunidad Indígena Organizada, GT. 1971. Reglamento interno de la Comunidad Indígena de San Carlos Alzatate, Jalapa, Guatemala. Guatemala. p. 1-11.
5. RIC (Registro de Información Catastral, GT). 2010. Guía institucional para el abordaje de la definición de áreas urbanas y rurales por las municipalidades. Guatemala. p. 1-13.

### 3.7 ANEXOS

Cuadro 42. Información complementaria para la definición de las áreas rurales del municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz.

No.	Nombre del lugar	Categoría	Total de habitantes (2009)	Total de viviendas	Área		Densidad poblacional	
					Km <sup>2</sup>	Hectáreas		
1	Cabecera Municipal de San Jerónimo.	Pueblo	4466	785	Km <sup>2</sup>	Hectáreas	2,674.25 Hab/km <sup>2</sup>	
					1.67	166.03		
2	Santa Bárbara	Aldea	2694	449	0.57	56.55	4,726.32 Hab/km <sup>2</sup>	
3	Los Jocotes	Aldea	1634	272	0.52	51.78	3,142.31 Hab/km <sup>2</sup>	
4	Sector El Cruce	Viña Santo Domingo	Colonia	95	36	0.39	38.77	584.62 Hab/km <sup>2</sup>
		Herendida	Colonia	65	12			
		Las Casuarinas	Caserío	68	11			
		Total		228	59			

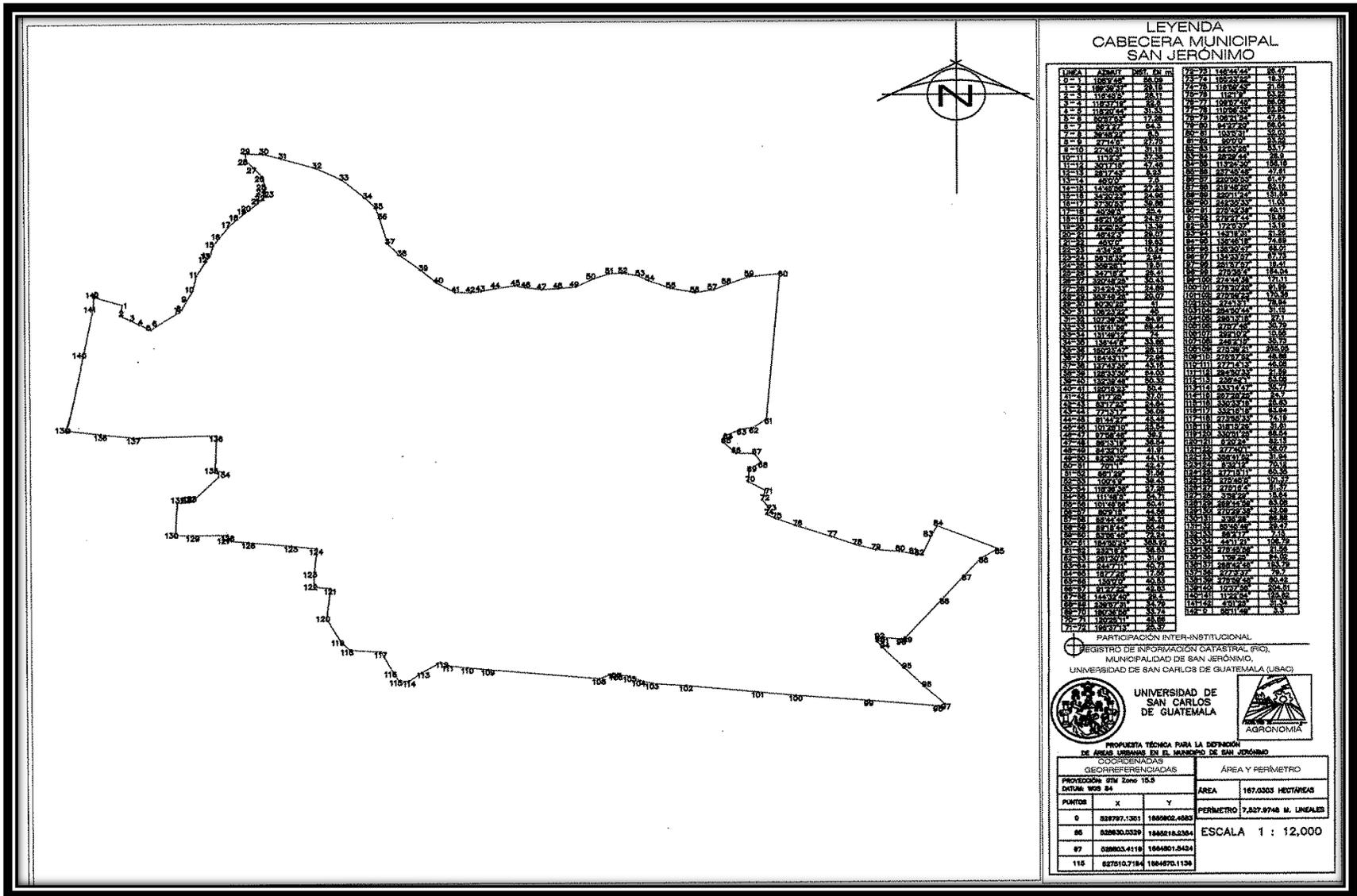


Figura 36. Plano, cabecera municipal de San Jerónimo, Baja Verapaz.